

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CAMPUS DE JABOTICABAL**

**EXTRATO DE LEVEDURA (*Saccharomyces cerevisiae*) E
PREBIÓTICO NA DIETA PRÉ-INICIAL PARA FRANGOS DE
CORTE CRIADOS EM DIFERENTES TEMPERATURAS**

**Vanessa Karla Silva
Zootecnista**

**JABOTICABAL – SÃO PAULO – BRASIL
Outubro de 2006**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CAMPUS DE JABOTICABAL**

**EXTRATO DE LEVEDURA (*Saccharomyces cerevisiae*) E
PREBIÓTICO NA DIETA PRÉ-INICIAL PARA FRANGOS DE
CORTE CRIADOS EM DIFERENTES TEMPERATURAS**

Vanessa Karla Silva

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Vera Maria Barbosa de Moraes

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP, Câmpus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do Título de Mestre em Zootecnia.

JABOTICABAL – SÃO PAULO – BRASIL

Outubro de 2006

S586e Silva, Vanessa Karla
Extrato de levedura (*Saccharomyces cerevisiae*) e prebiótico na
dieta pré-inicial para frangos de corte criados em diferentes
temperaturas / Vanessa Karla Silva. -- Jaboticabal, 2006
xvii, 151 f. : il. ; 28 cm

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista,
Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2006
Orientadora: Vera Maria Barbosa Moraes
Banca examinadora: Maria Cristina Thomaz, Alexandre Oba
Bibliografia

1. Extrato de levedura. 2. Prebiótico. 3. Estresse térmico. 4.
Morfometria . 5. Imunologia. 6. Digestibilidade. I. Título. II. Jaboticabal-
Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 636.087.2:636.5

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação –
Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação - UNESP, Câmpus de Jaboticabal.

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

VANESSA KARLA SILVA – nascida em Belo Horizonte, Minas Gerais, em 21 de junho de 1975. Em março de 1998 iniciou o curso de Zootecnia pela Universidade Federal de Lavras, concluindo em dezembro de 2002. No período de julho de 2003 a julho de 2004 foi bolsista de apoio técnico do CNPq na Universidade Federal de Lavras. Em agosto de 2004 iniciou seus estudos de Mestrado em Zootecnia pela Universidade Estadual Paulista, sendo que em outubro de 2006 foi selecionada para o curso de Doutorado em Zootecnia, na mesma instituição para início em março de 2007. Em 11 de outubro de 2006 submeteu sua Dissertação de Mestrado à banca examinadora.

*Concedei-me Senhor,
a Serenidade necessária para aceitar as coisas que não posso modificar,
Coragem para modificar aquelas que posso, e
Sabedoria para distinguir umas das outras*
(Oração ecumênica)

Dedico

A Deus e a Nossa Senhora,

Por sempre me guiarem, protegerem e iluminarem todos os momentos da minha vida.

Ofereço

Aos meus pais, Aníbal e Diná, pelo amor, estímulo, compreensão, paciência, exemplo de vida e conselhos.... vocês são meu porto seguro!

A minhas irmãs, Daniela e Cíntia (in memoriam), pelo amor, amizade, apoio, paciência e ensinamentos....

Agradeço,

À Professora Vera, pela orientação, oportunidade e por ter acreditado em mim;

À Fapesp pelo auxílio financeiro que tornou possível a condução do experimento e ao CNPq pela bolsa concedida;

À empresa Alltech Agroindustrial do Brasil, nas pessoas de Andrea Malaguido e Carlos Ronchi, pela doação dos produtos e auxílio financeiro;

Aos amigos de trabalho Rodrigo (Bago), Rafael (Passivo), Pricila, Gisele, Janaina, Fabrício, Alexandra, Lizandra que muito contribuíram na execução desta pesquisa;

À amiga Ellen, pela companhia, amizade, confiança, paciência e longas conversas;

Às irmãzinhas de Lavras: Milena, Thaís e Viviane, pelo apoio, força, carinho e risos;

Ao amigo Reinaldo Kato pelo exemplo de profissionalismo, amizade e, por se responsável indiretamente por eu chegar até aqui;

A Bavaria e Negão pelos momentos de alegria, companhia e descontração;

Aos funcionários do Aviário Experimental, Robson, Sr. João, Izildo e Vicente, e da Fábrica de Ração, Sandra e Sr. Osvaldo, pelo auxílio durante o trabalho de campo;

Aos técnicos do Departamento de Morfologia, Sr. Orandir e Claudinha, pela confecção das lâminas e leitura do material de microscopia eletrônica; do Departamento de Microbiologia, Lurdinha, e ao Professor Hélio, pela colaboração nas análises laboratoriais de imunologia;

À banca do exame de qualificação Prof^{as} Dr^{as} Nilva Kazue Sakomura e Isabel Cristina Boleli e de defesa, Prof^{os} Dr^{os} Maria Cristina Thomaz e Alexandre Oba pelas sugestões na correção deste trabalho;

Aos professores Antônio Gilberto Bertechini, PriscilaVieira Rosa Logato e Vera Moraes pelas orientações e contribuições na minha formação;

A todas as pessoas que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

SUMÁRIO

	Página
ÍNDICE DE TABELAS	ix
ÍNDICE DE FIGURAS	xii
APÊNDICES.....	xiv
RESUMO.....	xvi
ABSTRACT	xvii
CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS	
Introdução	1
Extrato de levedura	2
Prebiótico	5
Temperatura ambiente	8
Sistema imune associado à mucosa	11
Referências	13
CAPÍTULO 2 – DETERMINAÇÃO DA DIGESTIBILIDADE DO EXTRATO DE LEVEDURAS EM FRANGOS DE CORTE	
Resumo	24
Abstract	25
Introdução	26
Material e métodos	27
Resultados e discussão	32
Conclusão	35
Referências	36
CAPÍTULO 3 - INFLUÊNCIA DO EXTRATO DE LEVEDURAS (<i>Saccharomyces cerevisiae</i>) E PREBIÓTICO NA FASE PRÉ-INICIAL DE FRANGOS DE CORTE CRIADOS EM DIFERENTES TEMPERATURAS SOBRE O DESEMPENHO E RENDIMENTO DE CARCAÇA	
Resumo	41
Abstract	42

Introdução	43
Material e métodos	44
Resultados e discussão	47
Conclusão	59
Referências Bibliográficas	59
CAPÍTULO 4 – INFLUÊNCIA DO EXTRATO DE LEVEDURAS (<i>SACCHAROMYCES CEREVISIAE</i>) E PREBIÓTICO NA FASE PRÉ- INICIAL DE FRANGOS DE CORTE CRIADOS EM DIFERENTES TEMPERATURAS SOBRE A MORFOMETRIA INTESTINAL E ULTRA- ESTRUTURA DA MUCOSA INTESTINAL	
Resumo	66
Abstract	67
Introdução	68
Material e métodos	69
Resultados	72
Discussão	105
Conclusão	110
Referências Bibliográficas	111
CAPÍTULO 5 – RESPOSTA IMUNE HUMORAL DE FRANGOS DE CORTE CRIADOS EM DIFERENTES TEMPERATURAS E ALIMENTADOS COM DIETA PRÉ-INICIAL CONTENDO EXTRATO DE LEVEDURAS (<i>Saccharomyces cerevisiae</i>) E PREBIÓTICO	
Resumo	119
Abstract	120
Introdução	120
Material e métodos	121
Resultados e discussão	126
Conclusão	133
Referências Bibliográficas	133

ÍNDICE DE TABELAS

	Página
CAPÍTULO 2	
Tabela 1. Composição percentual e calculada da ração referência	28
Tabela 2. Composição química e valores de energia do extrato de leveduras fornecido para frangos de corte	32
Tabela 3. Coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca (CDAMS) e coeficiente de digestibilidade aparente da proteína bruta (CDAPB) do extrato de leveduras, com base na matéria seca, fornecido para frangos de corte	33
Tabela 4. Valores de aminoácidos totais e coeficientes de digestibilidade aparente e verdadeira de aminoácidos no extrato de leveduras, com base na matéria seca.....	35
 CAPÍTULO 3	
Tabela 1. Temperaturas utilizadas na criação dos frangos de corte \pm desvio padrão da média	44
Tabela 2. Composição percentual e calculada das dietas experimentais nas fases 1-7 dias, 8-21 e 22-42 dias	46
Tabela 3. Características produtivas de frangos de corte alimentados com dietas suplementadas ou não com extrato de leveduras e prebiótico, criados em diferentes temperaturas na fase de 1 a 7 dias de idade	48
Tabela 4. Desdobramento da interação entre o extrato de levedura e prebiótico para consumo de ração (g) de frangos de corte na fase de 1 a 7 dias de idade	50
Tabela 5. Características produtivas de frangos de corte alimentados com dietas suplementadas ou não com extrato de leveduras e prebiótico, criados em diferentes temperaturas na fase de 1 a 21 dias de idade	50
Tabela 6. Desdobramento da interação entre temperatura e prebiótico para GP (g) de frangos de corte na fase de 1 a 21 dias de idade	52
Tabela 7. Desdobramento da interação entre prebiótico e extrato de	53

leveduras para CA de frangos de corte na fase de 1 a 21 dias de idade.	
Tabela 8. Características produtivas de frangos de corte alimentados com dietas suplementadas ou não com extrato de leveduras e prebiótico, criados em diferentes temperaturas no período de 1-42 dias de idade.....	54
Tabela 9. Desdobramento da interação entre temperatura e prebiótico para ganho de peso de frangos de corte no período de 1-42 dias de idade	55
Tabela 10. Desdobramento da interação entre temperatura de criação e extrato de levedura para conversão alimentar de frangos de corte no período de 1-42 dias de idade.....	56
Tabela 11. Características do rendimento de carcaça e cortes de frangos de frango alimentados com dietas suplementadas ou não com extrato de leveduras e prebiótico, criados em diferentes temperaturas aos 42 dias de idade	58
 CAPÍTULO 4	
Tabela 1. Temperaturas utilizadas na criação dos frangos de corte ± desvio padrão da média.....	70
Tabela 2. Características de altura de vilos (AV) (μm) e profundidade de cripta (PC) (μm) de frangos de corte, alimentados com dietas suplementadas ou não com extrato de leveduras e prebiótico, criados em diferentes temperaturas aos 8 dias de idade.....	72
Tabela 3. Características de altura de vilos (AV) (μm) e profundidade de cripta (PC) (μm) de frangos de corte alimentados com dietas suplementadas ou não com extrato de leveduras e prebiótico, criados em diferentes temperaturas aos 21 dias de idade	79
Tabela 4. Características de altura de vilos (AV) (μm) e profundidade de cripta (PC) (μm) de frangos de corte, alimentados com dietas suplementadas ou não com extrato de leveduras e prebiótico e criados em diferentes temperaturas aos 42 dias de idade.....	86
Tabela 5. Características de densidade de vilos de frangos de corte alimentados com dietas suplementadas ou não com extrato de leveduras e prebiótico, criados em diferentes temperaturas na fase de crescimento aos 8 dias de idade.	93
Tabela 6. Características de densidade de vilos de frangos de corte	

alimentados com dietas suplementadas ou não com extrato de leveduras e prebiótico, criados em diferentes temperaturas aos 21 dias de idade	94
Tabela 7. Desdobramento da interação entre temperatura e prebiótico sobre a densidade de vilos no duodeno e íleo de frangos de corte aos 21 dias de idade.....	95
Tabela 8. Características de densidade dos vilos de frangos de corte alimentados com dietas suplementadas ou não com extrato de leveduras e prebióticos, criados em diferentes temperaturas aos 42 dias de idade	98
Tabela 9. Desdobramento da interação entre temperatura e prebiótico densidade de vilos no duodeno de frangos de corte aos 42 dias de idade..	99
Tabela 10. Desdobramento da interação entre extrato de levedura e prebiótico para densidade de vilos no jejuno de frangos de corte aos 42 dias de idade.....	99
Tabela 11. Desdobramento da interação entre temperatura e extrato de levedura e entre temperatura e prebiótico para densidade de vilos no íleo de frangos de corte aos 42 dias de idade.	101
CAPÍTULO 5	
Tabela 1. Temperaturas utilizadas na criação dos frangos de corte \pm desvio padrão da média.....	123
Tabela 2. Médias dos títulos de anticorpos contra vírus da doença de Newcastle (VDN), vírus da doença de Gumboro (VDG) e imunoglobulina A (IgA) em frangos de corte alimentados com dietas suplementadas ou não com extrato de leveduras e prebiótico, criados em diferentes temperaturas	127

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
CAPÍTULO 4	
Figura 1. Desdobramento das interações para médias de altura de vilos e profundidade de cripta (μm) no duodeno aos 8 dias de idade.	73
Figura 2. Desdobramento das interações para as médias de altura de vilos e profundidade de cripta (μm) no jejuno para as interações aos 8 dias de idade.	75
Figura 3. Desdobramento das interações para as médias de altura de vilos e profundidade de cripta (μm) no íleo para as interações aos 8 dias de idade	77
Figura 4. Desdobramento das interações para as médias de altura de vilos e profundidade de cripta (μm) no duodeno para as interações aos 21 dias de idade	80
Figura 5. Desdobramento das interações para as médias de altura de vilos e profundidade de cripta (μm) no jejuno para as interações aos 21 dias de idade	82
Figura 6. Comparação de médias de altura de vilos e profundidade de cripta (μm) no íleo para as interações aos 21 dias de idade	83
Figura 7. Desdobramento das interações para as médias de altura de vilos e profundidade de cripta (μm) no duodeno para as interações aos 42 dias de idade	84
Figura 8. Desdobramento das interações para as médias de altura de vilos e profundidade de cripta (μm) no jejuno para as interações aos 42 dias de idade	87
Figura 9. Desdobramento das interações para as médias de altura de vilos e profundidade de cripta (μm) no íleo para as interações aos 42 dias de idade	89
Figura 10- Eletronmicrografias de varredura dos vilos do íleo de frangos de corte com a presença de bactérias aderidas. A - aumento 200x e B	

aumento 1.000x.....	95
Figura 11- Eletronmicrografias de varredura dos vilos do duodeno de frangos aos 21 dias. Tratamentos: sem prebiótico (A), com prebiótico (B) e temperaturas quente (1), neutra (2), fria (3). Aumento 100x.	96
Figura 12 – Eletronmicrografias de varredura dos vilos do íleo de frangos de corte, aos 21 dias, suplementados com prebiótico e criados nas temperaturas quente (A), neutra (B) e fria (C). Aumento 100X.	97
Figura 13- Eletronmicrografias de varredura dos vilos do duodeno de frangos aos 42 dias. Tratamentos: sem prebiótico (A), com prebiótico (B) e temperaturas quente (1), neutra (2) e fria (3). Aumento 100x.....	102
Figura 14- Eletronmicrografias de varredura dos vilos do jejuno de frangos aos 42 dias. Tratamentos:sem aditivo (A), com extrato de levedura (B), com prebiótico (C) e temperaturas quente (1), neutra (2) e fria (3). Aumento 100x.....	103
Figura 15- Eletronmicrografias de varredura dos vilos do íleo de frangos aos 21 dias . Tratamentos: sem aditivo (A), com extrato de levedura (B) e com prebiótico (C) e temperaturas quente (1), neutra (2), fria (3). Aumento 100x.....	104

CAPÍTULO 5

Figura1. Desdobramento da interação entre as temperaturas de criação e idade de coleta do soro para as médias dos títulos de anticorpos do soro contra VDN obtidos em frangos de corte alimentados com dietas suplementadas ou não com extrato de leveduras e prebiótico, criados em diferentes temperaturas.....	128
Tabela 3. Desdobramento da interação entre as temperaturas de criação e idade de coleta do soro para as médias dos títulos de anticorpos do soro contra VDG obtidos em frangos de corte alimentados com dietas suplementadas ou não com extrato de leveduras e prebiótico, criados em diferentes temperaturas.	130
Tabela 4. Desdobramento da interação entre as temperaturas de criação e idade de coleta do soro para os títulos de anticorpos de IgA contra VDG, obtidos dos soros de frangos de corte, em diferentes idades e criados em diferentes temperaturas.....	132

APÊNDICES

	Página
Apêndice 1. Comparação de médias de altura de vilos e profundidade de cripta (μm) no duodeno para as interações entre extrato de leveduras e prebiótico, temperatura e extrato de levedura e, temperatura e prebiótico aos 8 dias de idade.	141
Apêndice 2. Comparação de médias de altura de vilos e profundidade de cripta (μm) no jejuno para as interações entre extrato de leveduras e prebiótico, temperatura e extrato de levedura e, temperatura e prebiótico aos 8 dias de idade.	142
Apêndice 3. Comparação de médias de altura de vilos e profundidade de cripta (μm) no íleo para as interações entre extrato de leveduras e prebiótico, temperatura e extrato de levedura e, temperatura e prebiótico aos 8 dias de idade	143
Apêndice 4. Comparação de médias de altura de vilos e profundidade de cripta (μm) no duodeno para as interações entre extrato de leveduras e prebiótico, temperatura e extrato de leveduras e, temperatura e prebiótico aos 21 dias de idade.	144
Apêndice 5. Comparação de médias de altura de vilos e profundidade de cripta (μm) no jejuno para as interações entre extrato de leveduras e prebiótico, temperatura e extrato de leveduras e, temperatura e prebiótico aos 21 dias de idade.	145
Apêndice 6. Comparação de médias de altura de vilos e profundidade de cripta (μm) no íleo para as interações entre extrato de leveduras e prebiótico, temperatura e extrato de leveduras e, temperatura e prebiótico aos 21 dias de idade.	146
Apêndice 7. Comparação de médias de altura de vilos e profundidade de cripta (μm) no duodeno para as interações entre extrato de leveduras e prebiótico, temperatura e extrato de leveduras e, temperatura e prebiótico aos 42 dias de idade.	147
Apêndice 8. Comparação de médias de altura de vilos e profundidade de cripta (μm) no jejuno para as interações entre extrato de leveduras e prebiótico, temperatura e extrato de leveduras e, temperatura e prebiótico aos 42 dias de idade.	148

Apêndice 9. Comparação de médias de altura de vilos e profundidade de cripta (μm) no íleo para as interações entre extrato de leveduras e prebiótico, temperatura e extrato de leveduras e, temperatura e prebiótico aos 42 dias de idade.	149
Apêndice 10. Desdobramento da interação entre as temperaturas de criação e idade de coleta do soro para as médias dos títulos de anticorpos do soro contra VDG aos 21 d	150
Apêndice 11. Comparação de médias de altura de vilos e profundidade de cripta (μm) no íleo para as interações entre extrato de leveduras e prebiótico, temperatura e extrato de levedura e, temperatura e prebiótico aos 8 dias de idade	150
Apêndice 12. Comparação de médias de altura de vilos e profundidade de cripta (μm) no íleo para as interações entre extrato de leveduras e prebiótico, temperatura e extrato de levedura e, temperatura e prebiótico aos 8 dias de idade	151

EXTRATO DE LEVEDURA (*Saccharomyces cerevisiae*) E PREBIÓTICO NA DIETA PRÉ-INITIAL PARA FRANGOS DE CORTE CRIADOS EM DIFERENTES TEMPERATURAS

Resumo: O objetivo do presente trabalho foi o de determinar a digestibilidade do extrato de leveduras, avaliação do desempenho, rendimento de carcaça, morfometria e ultra-estrutura da mucosa intestinal e resposta imune humoral de frangos de corte criados em diferentes temperaturas e que receberam, na fase pré-inicial, ração contendo ou não extrato de leveduras e/ou prebiótico. Foram utilizados 1440 pintainhos Cobb-500[®] machos de um dia de idade, criados sob diferentes temperaturas a partir do primeiro dia de vida. As rações acrescidas ou não com extrato de leveduras e/ou prebiótico foram oferecidas somente na fase pré- inicial (1-7 dias) e a partir do 8^º dia todas as aves receberam a mesma ração. Conclui-se que o extrato de leveduras apresenta 92,49% de matéria seca, 48,07% de proteína bruta, 4.883 Kcal/kg de energia bruta, e apresenta, em média, um coeficiente de digestibilidade verdadeira dos aminoácidos de 99,42%, sendo rico em ácido glutâmico, leucina, ácido aspártico, serina, glicina. A alta temperatura ambiente prejudicou o desempenho, rendimento de carcaça, morfometria intestinal e resposta imune humoral. A inclusão de prebiótico na ração pré-inicial resultou em maior ganho de peso e melhor conversão alimentar nas aves criadas sob alta temperatura, ao final de 42 dias de idade, além de aumentar a viabilidade criatória até os 21 dias de idade. Observou-se também que a inclusão dos produtos nas temperaturas quente e fria produziu efeito benéfico sobre as vilosidades frente ao estresse ambiental e que os aditivos estudados não produziram efeito sobre a resposta imune humoral para VDN e VDG ao longo do ciclo produtivo do frango de corte.

Palavras-chave: dieta pré-inicial, digestibilidade, extrato de levedura, imunidade, morfometria intestinal, prebiótico

YEAST EXTRACT (*Saccharomyces cerevisiae*) AND PREBIOTIC IN THE STARTED DIET FOR BROILERS REARED AT DIFFERENT TEMPERATURES

Abstract: The aim of this experiment was to determine the digestibility of the yeast extract, estimate the performance, carcass yield, intestinal mucosa structure and ultra structure and humoral immune response of broiler reared in different temperatures and that received in started diet containing or not extract of yeasts or prebiotic. 1440 one-day old male Cobb-500[®] were reared in different temperatures from first day of life. The diets with or without yeast extract and/or prebiotic were provided only in starter diet (1 to 7 days), forward of 8 days all broiler were fed with same commercial diet. The yeast extract contain 92.49% of dry matter, 48.07% of crude protein, 4,883 kcal/kg of crude energy /kg, and, on average a coefficient of digestibility true of amino acids of 99.42%. The amino acids digestibilities are glutamic acid, leucine, aspartic acid, serine, glycine. The high temperature damages the performance, carcass yield, intestinal mucosa structure, villus densities and antibody titters. The prebiotic inclusion in started diet resulted in increase body weight and improved feed conversion in the birds reared in high temperature to the 42 days of age and besides increase the viability until the 21 days of age. It was also observed that the inclusion of the two products in the hot and cold temperatures produced beneficial effect on the villus front in environmental stress and that the yeast extract and prebiotic did not produce effect on immune humoral response along the productive cycle of broiler.

Key-works: started diet, digestibility, yeast extract, prebiotic, immunity, intestinal mucosa structure

CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS

Introdução

O uso de dieta diferenciada para frangos de corte na primeira semana pode melhorar o desempenho das aves durante todo o seu ciclo de vida. Em particular, o trato gastrointestinal, apesar de estar anatomicamente completo no final do período de incubação, sofre sensíveis alterações morfofisiológicas, que preparam a ave para o consumo e utilização de alimentos.

O estudo da nutrição e metabolismo na fase neonatal de frangos de corte é de suma importância no sentido de ajudar na otimização do manejo alimentar, buscando a máxima expressão do potencial de crescimento e produção de carne.

O peso inicial de frangos de corte aumenta 50 vezes em 40 dias (NOY, 2005). Considerando que a primeira semana da vida de frangos dos corte representa aproximadamente 17% do período de crescimento (LILBURN, 1998) e, que nesse período a ave atravessa um dos momentos fisiologicamente mais difíceis deixando de se alimentar da dieta endógena e iniciando a alimentação exógena, ressalta-se a importância da dieta pré-inicial, pois quando essa fase de transição é inadequadamente manejada, poderá resultar em acentuadas perdas na atividade avícola.

Atualmente têm-se pesquisado novos aditivos e ingredientes que promovam a integridade, desenvolvimento e o bom funcionamento da mucosa intestinal, já que esta é responsável pela digestão e absorção dos nutrientes e, também têm importante papel de defesa do sistema imune, já que desenvolvem mecanismos de defesa mediados por células e por fatores químicos.

O extrato de levedura e o prebiótico se enquadram nesta característica, uma vez que auxiliam na manutenção, equilíbrio e integridade da mucosa intestinal pois, no extrato de leveduras existem nucleotídeos livres, que participam da divisão e crescimento celular, modulação do sistema imune e ajudam a manter a saúde intestinal, reduzindo a incidência de doenças entéricas. Já os prebióticos são conhecidos por estimular o crescimento de bactérias benéficas, reduzindo a colonização por bactérias

patogênicas, contribuindo dessa forma para a menor incidência de infecções, e conseqüentemente, maior secreção, digestão e absorção de nutrientes, levando a mucosa intestinal a estar inteiramente apta para realizar suas funções.

A condição ambiental deve ser bem manejada uma vez que, o estresse provocado pela temperatura pode afetar o metabolismo, com conseqüente efeito sobre o desempenho e sistema imune, uma vez que este provocará alterações metabólicas, as quais desencadeará a liberação de hormônios antagonistas à resposta imune.

Tendo em vista a importância dos fatos apresentados, este trabalho teve por objetivo determinar a digestibilidade do extrato de levedura (*Saccharomyces cerevisiae*), bem como avaliar os efeitos da suplementação do extrato de levedura e prebiótico na dieta pré-inicial de frangos de corte sobre o desenvolvimento da mucosa intestinal, resposta imune humoral, desempenho e rendimento de carcaça das aves criadas em diferentes temperaturas.

Extrato de Leveduras

Recentemente, tem havido forte tendência de explorar comercialmente leveduras, através do isolamento de alguns de seus principais constituintes como enzimas (invertase, lactase), nucleotídeos, proteínas (nanoproteínas), polissacarídeos (glicanas, mananas), além de lipídios, como fosfolipídios e ergosterol (BELEM e LEE, 1998; CAMERON *et al.*, 1998).

Os nutricionistas têm buscado fontes protéicas altamente biodisponíveis como alternativas às proteínas de origem animal em dietas de aves. O extrato de leveduras é originado da autólise da parede celular da levedura através de enzimas presentes na célula ou ácidos liberando assim o conteúdo ou extrato celular (DAWSON, 2002). Portanto, o extrato celular é uma fonte protéica derivada de leveduras vivas, tendo como aminoácido predominante o ácido glutâmico, usado como agente flavorizante, o qual é tradicionalmente utilizado na alimentação humana e o inositol, um importante promotor de crescimento que estimula a síntese da biotina, vitamina essa que participa de uma série de reações de carboxilação (TIBBETTS, 2002, COSTA, 2004), e

nucleotídeos, além de também possuir proteínas, vitaminas e minerais (RUTZ *et al.*, 2005).

Os nucleotídeos consistem de uma base heterocíclica púrica ou pirimídica, um açúcar com cinco átomos de carbono e um ou mais grupos fosfato (LEHNINGER, 1991). CARVER e WALKER (1995) estudaram o papel dos nucleotídeos na nutrição humana, avaliando os benefícios sobre o sistema imune, crescimento e desenvolvimento do intestino delgado, metabolismo de lipídios e função hepática.

A importância dos nucleotídeos no metabolismo celular é indicada pela observação de que quase todas as células podem sintetizá-los *de novo* e a partir dos produtos de degradação de ácidos nucléicos, processo este denominado via de recuperação (VOET *et al.*, 2000). As bases púricas e pirimídicas são constantemente formadas nas células durante a degradação metabólica dos nucleotídeos pela via *de novo*, onde os aminoácidos são importantes precursores, sendo esta uma via complexa, havendo gasto de energia (LEHNINGER, 1991).

Entretanto, as purinas e pirimidinas livres liberadas na degradação dos nucleotídeos são em grande parte recuperadas e usadas novamente para refazer os nucleotídeos (MATEO e STEIN, 2004). Isso ocorre por uma via que é muito diferente da via de biossíntese *de novo* das purinas, onde o sistema de anéis é montado passo-a-passo, sobre a ribose 5-fosfato, numa longa série de reações. A via de recuperação é muito mais simples. Ela consiste de uma única reação onde a adenina livre reage com o 5'-fosforribosil-1 pirofosfato para produzir o nucleotídeo da adenina correspondente. Estas vias de recuperação não só são mais simples, como também metabolicamente econômicas, pois requerem menos energia do ATP (LEHNINGER, 1991). Este caminho pode economizar energia e permite que algumas células como por exemplo leucócitos, eritrócitos, linfócitos, células da medula e da mucosa intestinal, que são incapazes de sintetizar *de novo*, de manter seu pool de nucleotídeos (SANDERSON e HE, 1994).

Os ácidos nucléicos das dietas sobrevivem ao meio ácido do estômago e são degradados em seus nucleotídeos componentes, principalmente no intestino, pelas nucleases pancreáticas e pelas fosfodiesterases intestinais. Os nucleotídeos iônicos que não podem atravessar as membranas celulares são hidrolisados a nucleosídeos

por uma variedade de nucleotidasas grupo-específicas e fosfatases inespecíficas. Os nucleosídeos podem ser absorvidos diretamente pela mucosa intestinal ou degradados até bases livres e ribose ou ribose-1-fosfato pela ação de nucleosidasas e nucleosídeo-fosforilases (CHAMPE e HARVEY, 1996).

O metabolismo de nucleotídeos é caracterizado por um *turnover* constante. Pesquisas com animais indicaram que 2 a 5% dos nucleotídeos dietéticos são retidos no intestino delgado, fígado e tecido muscular esquelético (SAVIANO e CLIFFORD, 1978).

Em estudos com ratos jovens, TSUJINAKA *et al.* (1999) observaram que os nucleotídeos melhoraram o crescimento e maturação do intestino, o que pode ter importantes implicações nos primeiros dias de vida de diversas espécies animais. ORTEGA *et al.* (1995) avaliando os efeitos dos nucleotídeos em ratos velhos que sofreram restrição alimentar, observaram que os nucleotídeos dietéticos aceleraram a recuperação da mucosa, confirmando os estudos prévios feitos com ratos jovens com relação à influência benéfica dos nucleotídeos em reparos intestinais causados por injúrias.

Avaliando os efeitos de proteínas vegetais contendo extrato de levedura e peptídeos sobre os aspectos da morfologia intestinal de leitões na fase de creche, BOREN *et al.* (2001) constataram melhora significativa na relação altura da vilosidade:profundidade de cripta. Segundo COSGROVE (1998) e SCHLIMME *et al.* (2000), nucleotídeos na dieta aumentaram a absorção intestinal de ferro, influenciaram positivamente a lipoproteína e o metabolismo das gorduras poliinsaturadas de cadeia longa, havendo efeito trófico na mucosa intestinal e fígado, e redução na incidência de diarreia.

A suplementação de nucleotídeos promove o desenvolvimento da vilosidade e da atividade enzimática intestinal (UAY *et al.*, 1990). CARVER (1994) observou que uma dieta sem purina resultou na perda quase total da mucosa e, uma dieta sem nucleotídeos, provocou reduções do DNA e do RNA do conteúdo protéico e das enzimas da membrana da mucosa intestinal. A alimentação parenteral levou à atrofia da

mucosa intestinal, podendo esta ser parcialmente revertida pela suplementação de nucleotídeos e nucleosídeos (TSUJINAKA *et al.*, 1993).

A capacidade do trato digestório dos frangos, durante a primeira semana de vida, pode ser considerada um fator limitante para o consumo de alimento, digestão e absorção de nutrientes para o crescimento (SEEL, 1996). Assim, substâncias que têm ação trófica sobre a mucosa intestinal, aumentando sua capacidade funcional, poderão melhorar o desempenho das aves pela maior capacidade de digerir e absorver os nutrientes da dieta (MAIORKA, 2002).

A demanda por nucleotídeos aumenta em períodos de estresse e rápido crescimento, segundo MATEO e STEIN (2004). Portanto, a exigência pode ser elevada logo após o período de nascimento das espécies animais.

Prebiótico

Prebióticos são definidos como ingredientes nutricionais não digeríveis que afetam benéficamente o hospedeiro, estimulando seletivamente o crescimento e atividade de uma ou mais bactérias benéficas intestinais, melhorando a saúde do seu hospedeiro (GIBSON e ROBERFROID, 1995; MILTENBURG, 2000).

Para uma substância ser classificada como prebiótico, ela não pode ser hidrolisada ou absorvida na parte superior do trato gastrointestinal, e deve ser um substrato seletivo para um limitado número de bactérias comensais benéficas do cólon, as quais terão crescimento e/ou metabolismo estimulados, sendo capaz de alterar a microflora intestinal favorável e induzir a efeitos benéficos, intestinais ou sistêmicos, ao hospedeiro (GIBSON e ROBERFROID, 1995).

Atualmente, estes compostos vêm sendo utilizados como substitutos dos promotores de crescimento com o objetivo de manter o equilíbrio benéfico da microbiota intestinal, especialmente em animais jovens ou em iminente condição de estresse (SILVA e NÖRNBERG, 2003), onde as populações úteis diminuem e as nocivas se proliferam, o que se reflete negativamente sobre a saúde e o desempenho animal (MATHEW *et al.*, 1993). Alguns carboidratos, peptídeos, proteínas e lipídeos podem ser inseridos no conceito de prebióticos. Entretanto, as substâncias que têm sido mais

estudadas como aditivos em alimentação animal são os denominados oligossacarídeos, que são cadeias curtas de polissacarídeos compostos de três a dez açúcares simples ligados entre si, sendo os que mais se enquadram na definição e nas características concernentes aos prebióticos (SILVA e ANDREATTI FILHO, 2000).

A maioria dos oligossacarídeos não digestíveis estudados atualmente são produtos comerciais obtidos por hidrólise parcial, ácida ou enzimática de polissacarídeos ou por reações de transglicosilação (LEWIS, 1984). Porém, eles também podem ser obtidos diretamente de sua fonte natural, como vegetais, leite e parede celular de leveduras (ROBERFROID *et al.*, 1993; MACFARLANE e CUMMINGS, 1999).

Dentre os oligossacarídeos mais pesquisados pode-se citar os frutoligossacarídeos (FOS), glucoligossacarídeos (GOS) e mananoligossacarídeos (MOS). Os FOS são polímeros ricos em frutose, podendo ser naturais, derivados de plantas (inulina) ou sintéticos, resultante da polimerização da frutose (GIBSON e ROBERFROID, 1995). GOS e MOS são obtidos a partir de parede celular de leveduras. A parede celular de leveduras consiste principalmente de proteína e carboidrato, a qual contém os açúcares glucose e manose em proporções semelhantes e N-acetilglucosamina. O MOS, usado como aditivo de rações, consiste de fragmentos de parede celular de *Saccharomyces cerevisiae* com estrutura complexa de manose fosforilada, glucose e proteína (SPRING, 1996).

A principal forma de ação dos prebióticos é sobre a modulação benéfica da microbiota nativa presente no hospedeiro. Especula-se, também, que alguns prebióticos específicos poderiam agir diretamente sobre a translocação intestinal de patógenos, impedindo a sua aderência às células epiteliais e ativando a resposta imune adquirida (MATHEW *et al.*, 1993; MACARI e MAIORKA, 2000; SILVA, 2000). Para YOUNG (1998), os prebióticos atuam nutrindo e conseqüentemente favorecendo as bactérias probióticas que por sua vez irão beneficiar o hospedeiro e conseqüentemente melhorar seu desempenho.

O uso de oligossacarídeos pode reduzir o crescimento de diversas bactérias intestinais, pela redução do pH, devido ao aumento da quantidade de ácido lático

presente nos cecos (CHOI *et al.*, 1994). Algumas bactérias podem reconhecer sítios de ligação nos oligossacarídeos como sendo da mucosa intestinal, reduzindo-se a colonização intestinal por bactérias patogênicas. Isto ocorrido, haverá menor incidência de infecções, a mucosa intestinal torna-se inteiramente apta às suas funções de secreção, digestão e absorção de nutrientes (IJI e TIVEY, 1998)

Para que as bactérias indesejáveis consigam colonizar o trato intestinal e criar uma condição patológica, precisam inicialmente aderir-se à superfície epitelial. Esta adesão ocorre através das lectinas ou fímbrias bacterianas, que reconhecem determinados açúcares da superfície do epitélio intestinal. Portanto, se eles se ligarem a um açúcar ou oligossacarídeo dietético, e não à mucosa intestinal, irão passar com a digesta sem causar problemas digestivos para os animais. Desta forma, os mananoligossacarídeos são capazes de bloquear a aderência dos patógenos evitando a colonização (COLLET, 2000; CLOSE, 2001; MENTEM, 2001).

O MOS é capaz de induzir a ativação de macrófagos, por ocupar sítios receptores de manose do macrófago nas glicoproteínas da superfície celular. Uma vez que três ou mais destes sítios estejam ocupados, inicia-se uma reação em cascata que resulta em ativação dos macrófagos e liberação de citocinas, o que caracteriza ativação da resposta imune adquirida (COLLET, 2000).

O bloqueio dos sítios de adesão de bactérias resulta em melhora na imunidade por permitir que os patógenos sejam apresentados às células imunes como antígenos atenuados (FERKET, 2004). Há uma suposição de que o MOS possui efeito direto sobre as células imunes do trato gastrointestinal quando absorvidos nas células M localizadas no interior das placas de Peyer. Portanto, o MOS estimula a imunidade sistêmica e associada ao intestino, atuando como antígeno não patogênico e exercendo efeito semelhante a um adjuvante. Outra forma de atuação do MOS é através do aumento da uniformidade e altura das vilosidades, melhorando a integridade intestinal das aves e, portanto, a absorção dos nutrientes (LODDI, 2003)

Ao estimularem o crescimento das bactérias produtoras de ácido lático, os prebióticos estão atuando ainda indiretamente e de forma benéfica sobre o sistema imune do hospedeiro. Estas populações bacterianas produzem substâncias com

propriedades imuno-estimulatórias, por exemplo lipopolissacarídeos, peptidoglicanas e ácidos lipoteicóicos. Tais substâncias interagem com o sistema imune em vários níveis, incluindo produção de citocinas, proliferação de células mononucleares, fagocitose macrofágica e indução na síntese de grandes quantidades de imunoglobulinas, em especial as imunoglobulinas de classe A (YASUI e OHWAKI, 1995; BRANDTZAEG, 1998; MACFARLANE e CUMMINGS, 1999).

Os prebióticos também podem causar modificações benéficas nas características anatômicas do trato gastrintestinal promovendo o aumento na área de absorção da mucosa intestinal. SAVAGE *et al.* (1997) ao fornecerem diferentes níveis de MOS em dietas para perus, observaram significativo aumento no número de células globulares e largura do vilos, bem como diminuição na profundidade da cripta nas regiões médio-distal do duodeno e na região proximal do divertículo de Meckel's. MACARI e MAIORKA (2000) também relataram aumento significativo na altura do vilo nos três segmentos do intestino delgado, em frangos de corte com 7 dias que receberam 0,2% de MOS na dieta.

Uma vez que os prebióticos estimulam o crescimento e a atividade de bactérias benéficas, que atuam positivamente no sistema imune e promovem melhorias no ambiente e no epitélio intestinal, espera-se que o uso destes compostos também se reflita de forma desejável no desempenho animal (SILVA e NÖRNBERG, 2003).

Temperatura Ambiente

Várias alterações metabólicas e fisiológicas são desencadeadas em frangos de corte submetidos a altas temperaturas ambientais, o que pode acarretar em grandes perdas no desempenho e na imunocompetência destas aves (BORGES *et al.*, 2003).

As variáveis ambientais, tais como temperatura, umidade relativa do ar e velocidade do ar, podem ter efeito tanto positivo quanto negativo sobre a produção de frangos de corte. Assim, altas temperaturas reduzem o consumo de alimento, prejudicando o desempenho e baixas temperaturas, podem melhorar o ganho de peso, porém, provocam piores resultados na conversão alimentar (FURLAN e MACARI,

2002). De maneira geral, o estresse térmico causa deterioração geral do bem estar animal e freqüentemente compromete o crescimento e reprodução.

Na medida em que se altera a temperatura do ambiente, ativam-se processos comportamentais, fisiológicos e endócrinos (YAHAV *et al.*, 1996) que vão proporcionar maior ou menor perda de calor, em função da temperatura de criação.

As aves, sendo animais homeotermos, dispõem de um centro termorregulador, localizado no hipotálamo, capaz de controlar a temperatura corporal através de mecanismos fisiológicos e respostas comportamentais, mediante a produção e liberação de calor, determinando assim a manutenção da temperatura corporal (MACARI *et al.*, 1994). Em ambientes frios, as aves jovens podem apresentar desempenho insatisfatório, pois como se sabe, elas possuem grande necessidade de fornecimento de calor ambiental em função da imaturidade do sistema termorregulador. Assim, em condições de baixa temperatura ficam agrupadas e não se alimentam, procurando dessa forma, reduzir a perda de calor para o ambiente (FARIA FILHO, 2003). Todavia, em idades mais avançadas, as aves criadas sob condições de baixa temperatura ingerem mais alimento, ganham mais peso, porém, apresentam pior conversão alimentar (OBA, 2004).

Segundo FURLAN e MACARI (2002) existem duas categorias de trocas térmicas: sensível e latente. A troca de calor sensível ocorre por condução, convecção e radiação. Essas trocas são dependentes de um gradiente de temperatura, ou seja, de uma diferença de temperatura entre o animal e o meio ambiente, sendo portanto, de grande importância em ambiente frio onde existe maior diferença de temperatura entre o frango (temperatura normal $\pm 41,1^{\circ}\text{C}$) e o ambiente (DONKOH, 1989). A perda de calor latente faz-se por evaporação, podendo ser cutânea ou através do trato respiratório, sendo esse último de grande importância para as aves que são desprovidas de glândulas sudoríparas. Esse tipo de perda de calor é independente da diferença de temperatura entre o animal e o ambiente, dependendo somente do gradiente de umidade. Dessa forma, em ambiente de alta umidade relativa do ar, a evaporação ocorre com dificuldade. Por não depender do gradiente de temperatura, ao contrário das trocas sensíveis, a evaporação é a forma mais eficaz de perda de calor

em ambiente com temperatura elevada. Contudo, o resfriamento evaporativo ocorre com gasto energético, sendo que são exigidas 550 calorias para evaporação de 1g de água (FURLAN e MACARI, 2002).

O principal mecanismo endócrino é a diminuição dos hormônios tireoideanos circulantes, principalmente o triiodotiroxina – T_3 , que é a forma metabolicamente ativa dos hormônios da tireóide, conhecido pela sua ação termogênica (DAHLKE *et al.*, 2005). Desta forma, a atividade da tireóide parece tornar-se menor com o aumento da temperatura ambiente e as aves apresentam maior tolerância ao calor quando há diminuição nos níveis circulantes de hormônios tireoideanos (ETCHES *et al.*, 1995, GERAERT *et al.*, 1996)

Uma outra resposta fisiológica é o aumento na taxa respiratória, resultando em perdas excessivas de dióxido de carbono (CO_2). Assim, a pressão parcial de CO_2 (pCO_2) diminui, levando a queda na concentração de ácido carbônico (H_2CO_3) e hidrogênio (H). Em resposta, os rins aumentam a excreção de HCO_3^- e reduzem a excreção de H na tentativa de manter o equilíbrio ácido-base da ave, sendo esta alteração do equilíbrio denominada alcalose respiratória (FURLAN *et al.*, 2002; BORGES *et al.*, 2003).

O estresse provocado pelo calor reduz ou, dependendo da intensidade, cessa a ingestão de alimento, como um mecanismo de defesa para reduzir a produção de calor. Mesmo que o animal gere calor pelo metabolismo de manutenção e possivelmente pelo catabolismo de algum tecido, o calor gerado pela digestão e deposição de tecido é reduzido. Sob estresse por frio, a ingestão aumenta visando à elevação da produção de calor, como demonstrado por KOH e MACLEOD (1999 a,b)

A exposição das aves a altas temperaturas é reconhecida por promover efeitos deletérios sobre a eficiência de produção e rendimento de carne. MCKEE e SAMS (1997) avaliando os efeitos da temperatura sobre a carne de perus, observaram mudanças indesejáveis nas características da carne, tais como a ocorrência de carnes pálidas, flácidas e exudativas. Em frangos também foram observados resultados semelhantes quando expostos ao estresse térmico quente agudo no período pré-abate (LEE *et al.*, 1976; NORTHCUTT *et al.*, 1994). Segundo ELRON (2000), o estresse

produz mudanças metabólicas nos animais, resultando em maior acúmulo de gordura, menor peso dos órgãos vitais e menor ganho de massa muscular (BAZIZ *et al.*, 1996, SOUZA *et al.*, 2002; OLIVEIRA NETO *et al.*, 2000, ABU-DIEYEH, 2006). DEYHIM e TEETER (1993) observaram que os frangos expostos à temperatura quente apresentaram reduções significativas no ganho de peso, eficiência alimentar, viabilidade e rendimento de peito provocando ainda aumento de gordura abdominal e redução relativa do fígado, bursa e baço.

É sabido que a temperatura pode influenciar a susceptibilidade das aves a doenças infecciosas (HENKEN *et al.*, 1982). Ainda segundo este autor, o efeito da temperatura ambiental sobre a sensibilidade imune vai depender da capacidade do animal em manter a homeotermia. A exposição dos animais a condições ambientais adversas promove respostas adaptativas como a aclimação, onde ocorre uma cascata de reações, que culminam com a secreção de glicocorticóides, e que no caso das aves, o principal é a corticosterona. Porém, sabe-se que os glicocorticóides também atuam de forma antagônica ao desenvolvimento e resposta imune dos animais (TANKSON *et al.*, 2001).

Sistema imune associado à mucosa

O desenvolvimento do sistema imunológico é iniciado durante o período embrionário e continua na primeira semana após a eclosão. Durante esta semana, ocorre rápido aumento na população de leucócitos, através dos órgãos linfóides, e este aumento irá mediar a imunidade celular (RUTZ *et al.*, 2005).

O sistema imunológico é dividido em imunidade celular e imunidade humoral. É importante que os dois sistemas funcionem de forma apropriada para proteger o organismo contra ação de agentes patogênicos (TIZZARD, 1998).

As superfícies mucosas dos tratos respiratório, gastrintestinal e urogenital conjuntamente com a pele têm a função primordial de separar o ambiente externo do ambiente interno dos organismos hospedeiros, o qual normalmente é isento de microrganismos, constituindo-se, assim, na primeira linha de defesa contra tais seres (MONTASSIER, 2004). Essas superfícies mucosas também desenvolvem mecanismos

ativos de defesa, mediados por células e por fatores químicos, onde ambos estão relacionados à imunidade inata (não específica) ou à adquirida (específica) e apresentam diferenças, ainda que ligeiras entre um sistema ou trato e outro, devido a diferentes pressões externas que esses sistemas têm que enfrentar (SHARMA, 1998; MUIR *et al.*, 2000).

A função primordial do sistema imune associado às mucosas é realizar a defesa do organismo hospedeiro contra diferentes tipos de agentes infecciosos, incluindo vírus, bactérias, fungos e protozoários (YUN *et al.*, 2000). Assim, o sistema imune associado executa as seguintes atividades: 1) captura, processamento e apresentação de antígenos que tiverem sido ingeridos; 2) produção de anticorpos locais, em especial da classe IgA; 3) ativação de respostas imunes cito-mediadas, particularmente aquelas mediadas por células T citotóxicas CD8+, ou de células NK (*natural killer cells*), ou ainda de macrófagos (MONTASSIER, 2004).

As aves possuem acúmulos de tecidos linfáticos espalhados ao longo do trato intestinal, os quais são constituídos por componentes difusos e agregados. Entre os difusos estão incluídos os linfócitos intraepiteliais e os linfócitos da mucosa da lâmina própria; e entre os agregados incluem-se as placas de Peyer, tonsilas cecais, além da bursa de Fabricius. Esses tecidos captam antígenos disponibilizados no trato digestório, que estimulam os linfócitos B precursores de IgM, IgG e IgA e os linfócitos T e B, que ativam as placas de Peyer (MONTASSIER, 2004), para o desenvolvimento de imunidade geral e específica.

A maior parte dos anticorpos maternos transferidos passivamente pertencem ao isótipo IgG e, diferentemente de mamíferos, há uma transferência pouco significativa de IgM e IgA para o embrião a partir do vitelo. Os pintainhos são, dessa maneira, pouco providos de imunidade local para lidar com os microrganismos que colonizam as mucosas, principalmente as bactérias patogênicas (MONTASSIER, 1998).

Pelo estímulo imunológico da mucosa, ocorre produção de anticorpos tipo IgA, principalmente nas placas de Peyer, que bloqueiam os receptores e reduzem o número de bactérias patogênicas na luz intestinal (SILVA, 2000). A produção constante de IgA

secretada em grandes quantidades na superfície da mucosa intestinal ocorre pela contínua estimulação da microflora normal do intestino (KIMURA, 2006).

Pesquisas realizadas por MUIR *et al.* (2000) e YUN *et al.* (2000) evidenciam que há na glândula de Harder uma grande quantidade de linfócitos B portadores de IgA+ em sua superfície, os quais realizam um processo significativo de migração para as tonsilas cecais e também, em menor escala, para a bursa de Fabrícus. Esses dados, levam à suposição de que há, em termos de sistema imune associado à mucosa, uma conexão entre o sistema imune ocular e aquele presente no trato digestório.

As células do sistema imune proliferam de maneira bastante rápida para a produção de clones idênticos. Em linfócitos normais existe grande necessidade de nucleotídeos para atender a rápida divisão nucléica, a qual ocorre em resposta à estimulação por antígenos (RUTZ e COLLET, 2006). Segundo COOPER (1972, 1973) e SCHOBITZ *et al.* (1991), a ativação dos linfócitos é acompanhada pelo aumento da síntese de ácidos nucléicos, sendo que o aumento da síntese *de novo* é minimizado e a de salvamento é maximizada, proporcionando menor gasto energético.

Referências

ABU-DIEYEH, Z.H.M. Effect of high temperature *per se* on growth performance of broilers. **International Journal of Poultry Science**, Pakistan, v. 5, n. 1, p.19-21, 2006.

BAZIZ, H.A.; GERAERT, P.A.; GUILLAUMIN, S. Chronic heat exposure enhances fat deposition and modifies muscle and fat partition in broiler carcasses. **Poultry Science**, Champaign, v. 75, n. 4, p. 505-513, 1996.

BELEM, M.A.F.; LEE, B.H. Production of bioingredients from *Kluyveromyces marxianus* grown on whey: an alternative. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, Cleveland, v. 38, n. 7, p. 565-598, 1998.

BOREN, C.A.; CARLSON, M.S.; VEUM, T.L.; TURK, J.R.; TIBBETTS, G.W. A comparison between feeding plasma and peptides proteins on nursery pig growth performance and intestinal health. **Journal Animal Science**, Champaign, v. 79, supl.1, p. 41, 2001. Abstract.

BORGES, S.A.; MAIORKA, A.; FISHER DA SILVA, A.V. Fisiologia do estresse calórico e a utilização de eletrólitos em frangos de corte. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 33, n. 5, p. 975-981, 2003.

BRANDTZAEG, P. Development and basic mechanisms of human gut immunity. **Nutrition Review**, New York, v.56, n.1, p.5-18, 1998. Supplement 2.

CAMERON, D.R.; COOPER, D.G.; NEUFELD, R.J. The mannoprotein of *Saccharomyces cerevisiae* is an effective bioemulsifier. **Applied and Environmental Microbiology**, Washington, v. 54, n. 6, p. 1420-1425, 1998.

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

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

CHAMPE, P.C.; HARVEY, R.A. **Bioquímica Ilustrada**. Porto Alegre: Artes Médicas Sul 1996, p. 446.

CHOI, K.H.; NAMKUNG, H.; PAIK, I.K. Effects of dietary frutoligosaccharides on the suppression of intestinal colonization of *Salmonella typhimurium* in broiler chickens. **Korea Journal Animal Science**, Korea, v.36, p. 271-84, 1994.

CLOSE, W.H. Usage of antimicrobials and growth promoters in pig production: a European perspective. In: CONGRESSO ABRAVES, 10, 2001, Porto Alegre-RS. **Anais...** Porto Alegre: ABRAVES. 2001.CD-ROM.

COLLET, S. Nutrição, imunidade e produtividade. In: RONDA LATINO-AMERICANA ALLTECH: O FUTURO DA ALIMENTAÇÃO, 2000 Campinas. **Palestra...** p.20-30, 2000.

COOPER, H.L. Degradation of 28S RNA late in ribosomal RNA maturation in nongrowing lymphocytes and its reversal after growth stimulation. **Journal Cell Biology**, v. 59, p. 250-254, 1973.

COOPER, H.L. Studies on RNA metabolism during lymphocyte activation. **Transplantation Reviews**, v.11, p-3-38. 1972.

COSGROVE, M. Perinatal and infant nutrition, nucleotides. **Nutrition**, v. 14, p. 748-751, 1998.

COSTA, L.F. Leveduras na nutrição animal. **Revista Eletrônica Nutritime**, v. 1, n. 1, p. 1-6, 2004.

DAHLKE, F. ; GONZÁLES, E.; GADELHA, A.,C.; MAIORKA, A.; BORGES, S.A.; ROSA, P.S.; FARIA FILHO, D. E.; FURLAN, R.L. Empenamento, níveis hormonais de triiodotironina e tiroxina e temperatura corporal de frangos de corte de diferentes genótipos criados em diferentes condições de temperatura. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 3, p. 664-670, 2005.

DAWSON, K. Not just bread and beer: new applications for yeast and yeast products in human health In: LYONS, T.P. AND JACQUES, K.A. (ed.). Proceedings of the 18TH Annual Symposium. Alltech Biotechnology: Nottingham University Press, Nottingham, UK, p.225-232, 2002.

DEYHIM, F.; TEETER, R.G. Dietary vitamin and/or trace mineral premix effects on performance, humoral mediated immunity, and carcass composition of broilers during thermoneutral and high ambient temperature distress. **Journal Applied Poultry Research**, Athens, v. 2, p. 347-355, 1993.

DONKOH, A. Ambient temperature: a factor affecting performance and physiological response of broiler chickens. **International Journal of Biometeorology**, Lisse, v. 33, p. 259-265, 1989.

ELROM, K. Review: Handling and transportation of broilers welfare, stress, fear and meat quality. Part II: Stress. **Israel Journal of Veterinary Medicine**, Raanana, v. 55, p. 39-45, 2000.

ETCHES, R. J.; JOHN, T. M.; VERRINDER GIBBINS, A.M. Behavioral, physiological, neuroendocrine and molecular responses to heat stress. In: DAGHIR, N.J. **Poultry production in hot climates**. United Arab Emirates University: Cab International, 1995, p.31-65.

FARIA FILHO, D.E. **Efeito de dietas com baixo teor protéico, formuladas usando o conceito de proteína ideal, para frangos de corte criados em temperaturas quente, termoneutra e fria**. 2003. 83 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2003.

FERKET, P.R. Alternatives to antibiotics in poultry production: responses, practical experience and recommendations. In: Lyons, T.P. and Jacques, K.A. (ed.). Proceedings of the 20TH Annual Symposium. **Proceedings...** Alltech Biotechnology: Nottingham University Press, Nottingham, UK, p.57-67, 2004.

FURLAN, R.L.; MACARI, M. Termorregulação. In: MACARI, M.; FURLAN, R.L.; GONZALES, E. **Fisiologia aviária aplicada a frango de corte**. (2 ed.). Jaboticabal: FUNEP, 2002, p.209-230.

FURLAN, R.L.; MACHADO, J.G.C.F., GIACHETTO, P.F.; MALHEIROS, E.B.; FURLAN, L.R.; MACARI, M. Desempenho e composição da carcaça de frangos de corte submetidos a diferentes períodos de arraçamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**. Viçosa, v. 31, n. 6, p. 2265-2273, 2002.

GERAERT, P.A.; PADILHA, J.C.F.; GUILLAUMIN, S. Metabolic and endocrine changes induced by chronic heat exposure in broiler chickens: biological and endocrinological variables. **British Poultry Nutrition**, London, v. 75, p. 205-216, 1996.

GIBSON, G.R.; ROBERFROID, M.B. Dietary modulation of the human colonic microbiota: introducing the concept of prebiotics. **Journal Nutrition**, Bethesda, v. 125, p. 1401-1412, 1995.

HENKEN, A.M.; GROOTE, SCHAARSBERG, A.M.J.; NIEWLAND, M.G.B. The effect of environmental temperature on immune response and metabolism of the young chicken. 3. Effect of environmental temperature on the humoral immune response following injection of sheep red blood cells. **Poultry Science**, Champaign, v. 62, p. 51-58, 1982.

IJI, P.A.; TIVEY, D.R. Natural and synthetic oligosaccharides in broiler chicken diets. **World's Poultry Science Journal**, Oxford, v. 54, p. 129-143, 1998.

KIMURA, Y.O. Mecanismos de proteção através da mucosa intestinal. **Revista Super Saudável**, 2005. Disponível em: <<http://www.yakult.com.br>>. Acesso em: 20 maio de 2006.

KOH, K.; MACLEOD, M.G. Circadian variation in heat production and respiratory quotient in growing broilers maintained at different food intakes and ambient temperatures. **British Poultry Science**, London, v. 40, p. 353-356, 1999a.

KOH, K.; MACLEOD, M.G. Effects of ambient temperature on heat increment of feeding and energy retention in growing broilers maintained at different food intakes. **British Poultry Science**, London, v. 40, p. 511-516, 1999b.

LEE, Y.B.; HARGUS, G.L.; HAGBERG, E. Effects of ante-mortem environmental temperature on post-mortem glycolysis and tenderness in excised broiler breast muscle. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 41, n. 4, p. 1466-1469, 1976.

LEHNINGER, A.L. **Princípios de bioquímica**. São Paulo: Sarvier, 1991. 725 p.

LEWIS, D.H. **Storage carbohydrates in vascular plants: distribution, physiology and metabolism**. Cambridge: Cambridge University, 1984, 284p.

LILBURN, M.S. Practical aspects of early nutrition for poultry. **Journal of Applied Poultry Research**, Athens, v. 7, p. 420-424, 1998.

LODDI, M.M. **Probióticos, prebióticos e acidificante orgânico em dietas para frangos de corte**. 2003. 83 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2003.

MACARI, M.; MAIORKA, A. Estudo sobre uso de parede celular de *Saccharomyces cerevisiae* sobre desenvolvimento das vilosidades intestinais. In: CONFERÊNCIA APINCO 2000 DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA, 2000 , Campinas. **Anais...** p. 170, 2000.

MACFARLANE, G.T.; CUMMINGS, J.H. Probiotics and prebiotics: can regulating the activities of intestinal bacteria benefit health? **British Medical Journal**, London, v. 18, p. 999-1003, 1999.

MAIORKA, A. **Efeitos da idade da matriz, do jejum, da energia da ração e da glutamina sobre o desenvolvimento da mucosa intestinal e atividade do pâncreas de pintainhos de corte**. 103 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2002.

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, ALLTECH'S 20TH ANNUAL SYMPOSIUM, 20a., 2004, Lexington. **Proceedings...**, p. 159-168, CD-ROM.

MATHEW, A.G.; A.G., MATHEW; SUTTON, A.L.; SCHEIDT, A.B.; PATTERSON, J.A., KELLY D.T.; MEYERHOLTZ K. A. Effect of galactan on selected microbial populations

and pH and volatile fatty acids in the ileum of the weanling pig. **Journal Animal Science**, Champaign, v. 71, n. 6, p. 1503-1509, 1993.

MCKEE, S.R.; SAMS, A.R. The effect of seasonal heat stress on rigor development and the incidence of pale exudative turkey meat. **Poultry science**, Champaign, v. 76, p. 1616-1620, 1997.

MENTEN, J.F.M. Aditivos alternativos na nutrição de aves:probióticos e prebióticos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba. **Anais...**, Piracicaba: SBZ, 2001, p.141-157.

MILTENBURG, G. Extratos herbais como substitutos de antimicrobianos na alimentação animal. In: SIMPÓSIO SOBRE ADITIVOS ALTERNATIVOS NA NUTRIÇÃO ANIMAL, 2000, Campinas. **Anais...** Campinas: CBNA, 2000, p.87-100.

MONTASSIER, H.J. Imunologia do aparelho digestório das aves. In: CURSO DE FISILOGIA DA DIGESTÃO E METABOLISMO DOS NUTRIENTES EM AVES. Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: Centro Virtual de Ciência Avícola, 2004, CD-ROM.

MONTASSIER, H.J. Importância da imunidade em pintos na primeira semana de vida. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS 1998. Campinas. **Anais...**Campinas: FACTA, 1998, p. 99-120.

MUIR, W.I.; BRYDEN, W.L.; HUSBAND, A.J. Immunity, vaccination and avian intestinal tract. **Developmental and Comparative Immunology**, New York, v. 24, p. 325-342, 2000.

NORTHCUTT, J.K.; FOEGEDING, E.A.; EDENS, F.W. Water-holding properties of thermally preconditioned chicken breast and leg meat. **Poultry Science**, Champaign, v. 73, p. 308-316, 1994.

NOY, Y. Critical care: early nutrition in poultry. In: Lyons, T.P. and Jacques, K.A. (ed.). Proceedings of the 21TH Annual Symposium. **Proceedings...** Nottingham: Nottingham University Press, p.57-67, 2005.

OBA, A. **Utilização do cromo na dieta de frangos de corte criados sob diferentes condições de ambiente.** 2004, 80 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2004.

OLIVEIRA NETO, A.R.; OLIVEIRA, R.F.M.; DONZELE, J.L.; ROSTAGNO, H.S.; FERREIRA, R.A.; MAXIMIANO, H.C.; GASPARINO, E. Efeito da temperatura ambiente sobre o desempenho e características de carcaça de frangos de corte alimentados com dieta controlada e dois níveis de energia metabolizável. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 29, n. 1, p. 183-190, 2000.

ORTEGA, M.A.; NUÑEZ, M.C.; GIL, A.; SÁNCHEZ-POZO, A. Dietary nucleotides accelerate intestinal recovery after food deprivation in old rats. **Journal Nutrition**, New York, v. 125, p. 1413-1418, 1995.

ROBERFROID, M.B.; GIBSON, G.R.; DELZENNE, N. The biochemistry of oligofructose, a nondigestible fiber: Approach to calculate its caloric value. **Nutrition Reviews**, New York, v. 51, n. 5, p. 137-146, 1993.

RUTZ, F.; COLLET, S.R. Alternativas para o desenvolvimento e função intestinal, visando a digestão e a absorção na ausência de aditivos químicos. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 2006, Santos. **Anais...**Santos: FACTA, 2006, p. 139-159.

RUTZ, F.; RECH, J.I.; XAVIER, E.G.; ANCIUTI, M.A.; ROSSI, P. Cuidados críticos na nutrição inicial de aves : alternativas para melhorar o desempenho e o papel essencial dos nucleotídeos. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DA INDÚSTRIA DE ALIMENTAÇÃO ANIMAL, 2., 2005, Curitiba. **Anais...** Curitiba: Alltech Biotechnology, 2005, p.19-39.

SANDERSON, I.R.; HE, Y. Nucleotide uptake and metabolism by intestinal epithelial cells. **Journal of Nutrition**, New York, v.124, p.131-137, 1994.

SAVAGE, T.F.; ZAKRZEWSKA, E.I.; ANDREASEN, J.R. The effects of feeding diets to poults on performance and the morphology of the small intestine. **Poultry Science**, Champaign, v.76, suppl. 1, p.139, 1997.

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

SCHLIMME, E.; MARTIM, D.; MEISEL, H. Nucleosides and nucleotides: natural bioactive substances in mil and colostrum. **British Journal Nutrition**, London v. 84, p. 59-68, 2000.

SCHOBITZ, B.; WOLF, S.; CHRISTOPHERSON, R.I.; BRAND, K. Nucleotide and nucleic acid metabolism in rat thymocytes during cell cycle progression. **Biochimica et Biophysica Acta**, v. 1095, n. 2, p. 95-102, 1991.

SELL, J.L.; ANGEL, C.R.; PIQUER, F.J. Development patterns of selected characteristics of the gastrointestinal tract of young turkeys. **Poultry Science**, Champaign, v. 70, p. 1200-1205, 1991.

SELL, J.L. Physiological limitations and potential for improvement in gastrointestinal tract function of poultry. **Journal of Applied Poultry Research**, Athens, v. 5, p. 96-101, 1996.

SHARMA, J. Avian Immunology. In: PASTORET, P.P.; GRIEBEL, P., BAZIN, H., GOVAERTS, A. **Handbook of vertebrate Immunology**, London, 1998, p. 73-136.

SILVA, E.N. Probióticos e prebióticos na alimentação de aves. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 2000, Campinas. **Anais...** Campinas: FACTA, 2000, v. 2, p. 241-251.

SILVA, E.N.; ANDREATTI FILHO, R.L. Probióticos e Prebióticos na Avicultura. In: SIMPÓSIO DE SANIDADE AVÍCOLA, 2.,2000, Santa Maria, RS. **Anais...** p.45-54.

SILVA, L.P.; NÖRNBERG, J.L. Prebióticos na nutrição de não ruminantes. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 33, n. 5, p. 983-900, 2003.

SOUZA, B.B.; BERTECHINI, A.G.; TEIXEIRA, A.S.; LIMA, J.A.F.; PEREIRA, S.L.; FASSANI, E.J. Efeitos dos cloretos de potássio e de amônia sobre o desempenho e deposição de gordura na carcaça de frangos de corte criados no verão. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas, v. 4, n. 3, p. 209-218, 2002.

SPRING, P. **Effects of mannanoligosaccharide on different cecal parameters and on cecal concentrations of enteric pathogens in poultry**. Dissertation (ETH no. 11897) ETH Zurich, Switzerland, 1996.

TANKSON, J.D; VIZZIER-THAXTON, Y.; THAXTON. J.P.; MAY, J.D.; CAMERON, J.A. Stress and nutritional quality of broilers. **Poultry Science**, Champaign, v. 80, p. 1384-1389, 2001.

TIBBETTS, G.W. Nucleotides from yeast extract: potential to replace animal protein sources in food animal diets. In: Lyons, T.P. and Jacques, K.A. (ed.). Proceedings of the 18TH Annual Symposium. **Proceedings...**, Nottingham: Nottingham University Press, p.225-232, 2002.

TIZZARD, I.R. **Imunologia veterinária: uma introdução** 5.ed. São Paulo: Roca, São Paulo. 1998, 533 p.

TSUJINAKA, T.; IJIMA, S.; KIDO, Y.; HOMMA, T.; EBISUI, C.; KAN, K.; IMAMURA,I.; FUKUI, H.; MORI,T. Role of nucleosides and nucleotide mixture in intestinal mucosal growth under total parenteral nutrition. **Nutrition**, v. 9,p. 532-535, 1993.

TSUJINAKA, T.; KISHIBUCHI, M.; IJIMA, S.; YANO, M.; MONDEN, M. Nucleotides and intestine. **Journal of Parenteral and Enteral Nutrition**, v. 23, p. 74-77, 1999.

UAUY, R.; STRINGEL G.; THOMAS, R.; QUAN, R. Effect of dietary nucleosides of growth and maturation of the developing gut in rat. **Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition**, Philadelphia v. 10, p. 497-503, 1990.

VOET, D.; VOET, J.G.; PRATT, C.W. **Fundamentos de Bioquímica**. Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 2000.

YAHAV, S.; STRASCHNOW, A.; PLAVNIK, I.; HURWITZ, S. Effects of diurnally cycling versus constant temperatures on chicken growth and food intake. **British Poultry Science**, London, v. 37, p. 43-54, 1996.

YASUI, H.; OHWAKI, M. Enhancement of immune response in Peyer's patch cells cultured with *Bifidobacterium breve*. **Journal Dairy Science**, Champaign, v. 74, n. 4, p. 1187-1195, 1991.

YOUNG, J. European market developments in prebiotic and probiotic containing foodstuffs. **British Journal of Nutrition**, London, v. 80, p. 231-233, 1998.

YUN, C.H.; LILLEHOJ, H.S.; LILLEHOJ, E.P. Intestinal immune responses to coccidiosis. **Developmental and Comparative Immunology**, New York v. 24, p. 303-324, 2000.

CAPÍTULO 2 – DETERMINAÇÃO DA DIGESTIBILIDADE DO EXTRATO DE LEVEDURAS PARA FRANGOS DE CORTE

Resumo: O objetivo do presente trabalho foi o de determinar a digestibilidade do extrato de leveduras fornecido para frangos de corte, avaliando a composição química, energia metabolizável aparente (EMA), energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMAn), coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca (CDAMS), coeficiente de digestibilidade aparente da proteína bruta (CDAPB) e os coeficientes de digestibilidade verdadeira dos aminoácidos (CDVAA) contidos no extrato de leveduras. Dois ensaios de metabolismo foram conduzidos, sendo que o primeiro ensaio foi distribuído em delineamento inteiramente casualizado e teve como objetivo determinar a EMA e EMAn, CDAMS e CDAPB. Para tanto, foi utilizado o método de coleta total de excretas sendo utilizados 200 frangos de corte da linhagem Cobb-500[®] com 14 dias de idade, em dois tratamentos, sendo um composto pela ração referência e outro pela substituição de 20% da ração referência pelo extrato de leveduras. No segundo ensaio, para a determinação dos CDVAA foi utilizado o método da alimentação forçada em galos cecectomizados e utilizado o delineamento em blocos casualizados repetido no tempo, com um tratamento composto pelo extrato de leveduras e um grupo de aves permanecendo em jejum (sem alimento), sendo utilizadas oito aves. Para a avaliação da composição química do ingrediente foi determinado: proteína bruta (PB), matéria seca (MS), energia bruta (EB) e aminoácidos. De acordo com os dados obtidos conclui-se que o extrato de leveduras apresenta 92,49% de matéria seca, 48,07% de proteína bruta, 4.883 kcal de EB /kg e, 2.610 kcal de EMA /kg, 2.073 kcal de EMAn /kg, CDAMS de 65,79%, CDAPB 65,47% e apresenta, em média, um CDVAA de 99,42%. ácido glutâmico (8,53%), leucina (3,55%), ácido aspártico (3,48%), alanina (2,95%), prolina (2,60%), lisina (2,57%), valina (2,45%), serina (2,14%), glicina (2,02%) e treonina (1,95%).

Palavras-chave: aminoácido digestível, alimentação forçada, coleta total, digestibilidade, extrato de levedura

DETERMINATION OF DIGESTIBILITY OF THE YEAST EXTRACT FOR BROILERS

Abstract: The aim of this experiment was to determine the digestibility of the yeast extract supplied for broiler chickens, to evaluate the chemical composition, apparent metabolizable energy (AME), apparent metabolizable energy corrected by retention nitrogen (AMEn), coefficient of apparent digestibility dry matter (CDDM), coefficient of apparent digestibility of crude protein (CDRP) and the coefficients of true digestibility of amino acids (CDTAA) contained in the yeast extract. Two metabolism assays were led and, in the first assay the experimental design was complete randomized and were used the total excreta collection method in 200 male broiler chickens Cobb-500[®] with 14 days of age as objective determines AME, AMEn, CDDM and CDRP in this trial was used one group composed by the reference diet and other for the substitution of 20% of the reference diet by the yeast extract. In the second assay was used the forced feeding method in eight roosters which were cecectomized for the determination of CDTAA. The experimental design was complete randomized in blocks repeated in the time, with a group composed by the yeast extract and a group of fasted roosters. For the evaluation of the chemical composition of the ingredient it was determined: crude protein (CP), dry matter (DM), crude energy (CE) and amino acids. The yeast extract contain 92.49% of DM, 48.07% of CP, 4,883 kcal of CE /kg, 2,610 kcal of AME /kg, 2,073 kcal of AMEn /kg, CDDM of 65.79%, CDCP 65.47% and, on average a CDTAA of 99.42%. The amino acids digestibility are glutamic acid (8.53%), leucine (3.55%), aspartic acid (3.48%), alanine (2.95%), proline (2.60%), lysine (2.57%), valine (2.45%), serine (2.14%), glycine (2.02%) and threonine (1.95%).

Keywords: collects total, digestibility, digestible amino acid, forced feeding, yeast extract.

Introdução

A levedura seca contém alto teor de proteína e é rica em vitaminas do complexo B, minerais essenciais e fibra dietética (REED e NAGODAWITHANA, 1991), além de possuir grande diversidade de aminoácidos, principalmente lisina (CAMPOS NETO, 1987; BUTOLO, 1996; MORAES *et al.*, 1997). Dentre as substâncias que compõem a levedura destacam-se os componentes da parede celular, tais como glicana, manana e quitina (BLUMER, 2002). Entretanto, existem variações entre a qualidade das diferentes leveduras, devido aos diferentes processamentos que elas podem sofrer, tornando sua composição bastante variável (MOREIRA *et al.*, 1998).

Pode-se utilizar a biomassa de leveduras tanto integralmente quanto apenas alguns de seus componentes como o extrato e parede celular, sendo que para isso são empregadas diferentes técnicas com a finalidade de se obter o produto final desejado (VILELA *et al.*, 2000).

O extrato de leveduras contém cerca de 40% de aminoácidos livres, 5 a 7% de nucleotídeos, além de peptídeos, minerais e vitaminas solúveis em água. Os aminoácidos predominantes são o ácido glutâmico e o aspártico, os quais contribuem para o uso do extrato de leveduras como flavorizante (DAWSON, 2002), e inositol, um importante promotor de crescimento (RUTZ *et al.*, 2005).

Diversos trabalhos relataram a importância dos nucleotídeos sobre o trato gastrointestinal (UAUY *et al.*, 1990; HE *et al.*, 1993; SANDERSON e HE, 1994; BUSTAMANTE *et al.*, 1994; COSGROVE, 1998; SCHLIMME *et al.*, 2000) e resposta imune (PAUBERT-BRAQUET *et al.*, 1992; KULKARNI *et al.*, 1994; JYONOUCHI, 1994; CARVER e WALKER, 1995; YU, 1998; SÁNCHEZ-POZO, 2002; MATEO e STEIN, 2004).

Portanto, tendo em vista a sua importância e as escassas informações sobre a composição nutricional do extrato de leveduras, o objetivo do presente trabalho foi o de determinar a digestibilidade do extrato de leveduras fornecido para frangos de corte, avaliando-se a composição química, energia metabolizável aparente (EMA), energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMAn), coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca (CDAMS), coeficiente de digestibilidade

aparente da proteína bruta (CDAPB) e os coeficientes de digestibilidade verdadeira dos aminoácidos contidos no extrato de leveduras¹.

Material e métodos

Dois ensaios de metabolismo foram no conduzidos no aviário experimental do Departamento de Zootecnia da Universidade Estadual Paulista, campus Jaboticabal, com frangos de corte, machos. Para determinar a digestibilidade do extrato de levedura, o primeiro ensaio teve como objetivo determinar a energia metabolizável aparente (EMA) e aparente corrigida (EMAn), coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca (CDAMS) e o coeficiente de digestibilidade aparente da proteína bruta (CDAPB) e no segundo ensaio, determinar os coeficientes de digestibilidade verdadeira dos aminoácidos contidos no extrato de leveduras.

Para a avaliação da composição química do ingrediente foi determinado: proteína bruta (PB), matéria seca (MS), energia bruta (EB) e aminoácidos (lisina, triptofano, metionina, cistina, tirosina, ácido aspártico, treonina, serina, glicina, alanina, valina, isoleucina, leucina, fenilalanina, histidina, arginina, ácido glutâmico e prolina).

Ensaio 1 – Determinação da energia metabolizável aparente (EMA) e aparente corrigida (EMAn)

Para a determinação da energia metabolizável foi utilizado o método de coleta total de excretas. Foram utilizados 200 frangos de corte, machos da linhagem Cobb-500[®] com 14 dias de idade, alojados em baterias metálicas e distribuídos em delineamento inteiramente ao acaso, sendo que, de acordo com a metodologia, um grupo de aves foi alimentado com ração referência (RR) e outro com a substituição de 20% da ração referência pelo extrato de leveduras (RT). A ração referência foi composta principalmente por milho e farelo de soja (Tabela 1), atendendo as recomendações de ROSTAGNO *et al.* (2000). Foram utilizadas 10 repetições com 10

¹ NuPro[®]- Alltech Agroindustrial do Brasil. Araucária, PR.

aves por unidade experimental, totalizando 200 animais. O período experimental foi de sete dias, ou seja quatro dias de adaptação e três dias de coleta total das excretas.

Tabela 1 – Composição percentual e calculada da ração referência

Ingredientes	%
Milho	55,52
Farelo de soja	36,98
Fosfato bicálcico	1,67
Calcário calcítico	1,07
Óleo de soja	2,95
Sal comum	0,31
Inerte	1,00
Suplemento mineral + vitamínico ¹	0,50
Total	100,00
<i>Composição calculada</i>	
Energia metabolizável (kcal/kg)	3.000
Proteína bruta (%)	21,590
Cálcio (%)	0,960
Fósforo disponível (%)	0,420
Lisina (%)	1,200
Metionina (%)	0,515
Met + Cist (%)	0,855

¹ Suplemento mineral + vitamínico. Cada quilograma do produto contém: Se 54,6mg, Cu 25.000mg, pantotenato de Ca 1.900, Mn 15.252mg, I 260mg, Zn 18.250mg, ácido nicotínico 6.930mg, biotina 32mg, DL-metionina 340g, colina 120g, Vit A 1.400.000 UI, Vit B1356 mg, Vit B12 2.000mcg, Vit B2 1.920mg, Vit B6 693mg, Vit D3 600.000, Vit E 5.000mg, Vit K 196mg, anticoccidiano 25.000mg, antioxidante 100mg, promotor de crescimento 10.000mg.

Para a coleta total de excretas foram instaladas bandejas metálicas previamente revestidas com plástico sob as gaiolas para evitar possíveis perdas. Para determinar o início e o final do período de coleta, 1% de óxido férrico foi adicionado às rações. Assim, as excretas não marcadas, na primeira coleta, e as marcadas, na última coleta, foram desprezadas. As coletas foram realizadas duas vezes ao dia, no início da manhã e no final da tarde. Uma vez coletadas, as amostras foram acondicionadas em sacos de plástico, identificadas e congeladas. No final do período experimental foram avaliados a quantidade de ração consumida e o total de excreta produzida.

Após serem descongeladas, as excretas de cada repetição foram homogeneizadas para retirada da amostra, que foi seca em estufa de ventilação forçada a 55 °C, por 72 horas. Em seguida, as amostras foram moídas em moinho de faca e levadas ao Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da Universidade Estadual Paulista, Campus de Jaboticabal, juntamente com amostras das rações

experimentais, para a determinação da matéria seca e nitrogênio total seguindo a metodologia descrita por SILVA e QUEIROZ (2002) e, para determinação da energia bruta foi utilizada bomba calorimétrica pelo método descrito por PARR INSTRUMENTS CO., 1984.

Com base nos resultados laboratoriais, foram calculados os valores de energia metabolizável aparente (EMA), energia metabolizável aparente corrigida para balanço de nitrogênio (EMAn), coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca (CDAMS) e coeficiente de digestibilidade aparente da proteína bruta (CDAPB), utilizando as equações propostas por MATTERSON *et al.* (1965).

Ensaio 2 – Determinação dos coeficientes de digestibilidade dos aminoácidos

Para a determinação dos coeficientes de digestibilidade dos aminoácidos foi utilizado o método da alimentação forçada descrito por SIBBALD (1976) em galos cecectomizados. O delineamento experimental foi em blocos casualizados repetido no tempo, com um tratamento composto pelo extrato de leveduras e um grupo de aves permanecendo em jejum (sem alimento). Foram utilizadas oito aves, sendo cada ave uma unidade experimental. Os animais foram alojados em gaiolas individuais de baterias metálicas.

Para a realização da cecectomia, adaptou-se a metodologia descrita por PUPA *et al.* (1998), através de processo cirúrgico, os galos foram anestesiados com Acepranazina (Zooletil[®]) na dosagem de 3mg/kg de peso vivo. Inicialmente as penas foram retiradas e o local da cirurgia sofreu assepsia com álcool iodado. Foi feita a incisão de aproximadamente 3 cm, na linha Alba, da região abdominal. Os cecos foram localizados e exteriorizados, devidamente dessecados para evitar hemorragia, amarrados a 0,5cm da junção com o intestino grosso e extraídos. Para sutura do peritônio e tecido muscular utilizou-se fio cirúrgico tipo catgut 3-0, e a pele foi suturada com fio de nylon 1. No final da cirurgia foi injetado, via intramuscular, 0,2 mL do antibiótico Flotril[®].

Após um período de 4 semanas da cirurgia, os galos foram submetidos a um período de jejum de 24 horas, para limpeza do trato gastrintestinal. Através da

metodologia da alimentação forçada, por meio de funil com características próprias, foi fornecido 30g de alimento teste via esôfago até o papo, a fim de evitar regurgitação do material teste. O fornecimento do alimento foi realizado duas vezes no dia, sendo 15g às 8h00 e 15g às 16h00.

Devido ao pequeno número de aves cecectomizadas, este experimento foi realizado duas vezes com os mesmos animais. Numa primeira etapa, as aves foram submetidas ao procedimento de alimentação forçada descrito acima. Após as aves permanecerem em jejum por 24 horas, foram escolhidas ao acaso cinco aves que receberam a alimentação forçada e outras três permaneceram em jejum. Decorrido o término da última coleta, todas as aves voltaram a receber ração. Após sete dias do final da primeira etapa, as aves voltaram a permanecer em jejum por 24 horas e outras cinco aves receberam a alimentação forçada, permanecendo as outras três em jejum até o final das coletas. O período de sete dias entre os procedimentos da alimentação forçada deve-se ao fato de que são necessários entre 2 a 4 dias para que a mucosa intestinal se recupere das possíveis injúrias sofridas (IMONDI e BIRD, 1966; BLIKSLAGER *et al.*, 1997).

A coleta total de excretas foi feita em intervalos de 12 horas, em bandejas revestidas com plásticos, acondicionadas sob as gaiolas de cada galo, por um período de 56 horas após o fornecimento da primeira porção do alimento. Uma vez coletadas, as excretas foram acondicionadas em sacos plásticos, identificadas e congeladas. No final do período experimental, foi determinado o total de excretas produzidas e em seguida secas pelo processo de liofilização.

As análises dos aminoácidos do extrato de levedura e das excretas foram realizadas no Laboratório Central da Mogiana Alimentos (LABTEC). Foram determinados os coeficientes de digestibilidade verdadeira de cada aminoácido, com base nos resultados das análises de aminoácidos ingerido e excretado e do endógeno obtido, com galos em jejum, utilizando a fórmula descrita por ROSTAGNO e FEATHERSON (1977).

Equações Utilizadas nos Cálculos de Energia Metabolizável e dos Coeficientes de Digestibilidade dos Nutrientes

Energia Metabolizável Aparente (EMA) e Aparente Corrigida (EMAn)

$$\text{EMA da RR e da RT (kcal/kg MS)} = \frac{EB \text{ ingerida} - EB \text{ excretada}}{MS \text{ ingerida}}$$

$$\text{EMA do extrato de levedura (kcal/kg MS)} = \frac{EMA_{RR} + (EMA_{RT} - EMA_{RR})}{g / g \text{ de substituição}}$$

$$\text{EMAn da RR e da RT (kcal/kg MS)} = \frac{EB \text{ ingerida} - (EB \text{ excretada} + 8,22 \times BN)}{MS \text{ ingerida}}$$

$$\text{EMAn do extrato de levedura (kcal/kg MS)} = \frac{EMA_{RR} + (EMA_{RT} - EMA_{RR})}{g / g \text{ de substituição}}$$

Em que: BN = Balanço de nitrogênio = N ingerido – N excretado;
 RT = Ração teste;
 RR = Ração referência.

Coeficientes de Digestibilidade Aparente da Matéria Seca (CDAMS) e da Proteína Bruta (CDAPB)

$$\text{CDAMS da RR ou da RT (\%)} = \frac{\text{Consumo}(MS) - \text{Excreta}(MS)}{\text{Consumo}(MS)} \times 100$$

$$\text{CDAMS do extrato de levedura (\%)} = \frac{CDAMS_{RR} + (CDAMS_{RT} - CDAMS_{RR})}{g / g \text{ de substituição}} \times 100$$

Os coeficientes de digestibilidade aparente e verdadeiro dos demais nutrientes foram determinados pelas mesmas equações utilizadas para o cálculo de digestibilidade da matéria seca, sendo apenas substituído nas equações cada um dos nutrientes em estudo.

Coefficientes de Digestibilidade Verdadeira de Aminoácidos

$$\text{CDVAA (\%)} = \frac{\text{AAingerido} - (\text{AAexcretado} - \text{AAendógeno})}{\text{AAingerido}} \times 100$$

Em que: AA = aminoácido

Resultados e discussão

Os valores da composição da matéria seca, proteína bruta, energia bruta, energia metabolizável aparente (EMA) e energia metabolizável aparente corrigida (EMAn) do extrato de leveduras estão apresentados na Tabela 2. Os valores de matéria seca e energia bruta do alimento estudado foram semelhantes aos valores encontrados pela empresa Alltech Agroindustrial do Brasil (2004) e por RUTZ *et al.* (2006).

Observou-se pouca variação no teor de proteína bruta do alimento analisado quando comparado à pesquisa de YAMADA *et al.* (2003), os quais determinaram, com base na matéria seca, 54,56% de proteína bruta do extrato de leveduras originária de destilaria de álcool. No entanto, VILELA *et al.* (2000), ao avaliar a composição química do extrato de leveduras originário de cervejaria, encontraram um teor 60,70%, com base na matéria seca, de proteína bruta. Estas diferenças são explicadas por ALBINO *et al.* (1992b), que argumentaram que a composição pode variar consideravelmente de acordo com as matérias-primas e os métodos de industrialização usados para obtenção do produto almejado.

Tabela 2 – Composição química e valores de energia do extrato de leveduras fornecido para frangos de corte

	Matéria natural	Matéria seca
Matéria seca (%)	92,49	100
Proteína bruta (%)	48,07	51,95
Energia bruta (kcal/kg)	4.883	5.276
EMA (kcal/kg)	2.610	2.984
EMAn (kcal/kg)	2.073	2.372

O valor de EMA foi superior ao de EMAn, em consequência do balanço positivo de nitrogênio, caracterizado pela retenção de nitrogênio do alimento. De acordo com

WOLYNETZ e SIBBALD (1984), em condições de consumo à vontade a EMA é maior que a EMAn, quando a retenção de nitrogênio é positiva. Como neste estudo as aves apresentaram consumo *ad libitum*, sendo o nitrogênio retido maior que zero, conseqüentemente, a EMA superou os valores de EMAn. É importante destacar também que as aves estavam no período de crescimento e portanto há maior retenção de nitrogênio no organismo. Os dados encontrados estão de acordo com os de ALBINO *et al.* (1992a) e BORGES *et al.* (1998).

Os resultados dos coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca (CDAMS) e coeficientes de digestibilidade aparente da proteína bruta (CDAPB) do extrato de leveduras estão apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 – Coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca (CDAMS) e coeficientes de digestibilidade aparente da proteína bruta (CDAPB) do extrato de leveduras, com base na matéria seca, fornecido para frangos de corte

Variáveis	Extrato de leveduras
CDAMS (%)	65,79
CDAPB (%)	65,47

Na literatura consultada, não foram encontrados dados referentes à determinação do coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca e da proteína bruta do extrato de leveduras.

De acordo com a Tabela 4, pode-se observar que os aminoácidos presentes em maior quantidade são ácido glutâmico, seguido da leucina, ácido aspártico, alanina, prolina, lisina, valina, serina, glicina e treonina. Todos os valores dos aminoácidos encontrados foram inferiores aos encontrados por SGARBIERI *et al.* (1999) que desenvolveram uma técnica para fracionamento da biomassa de levedura (*Saccharomyces sp.*) e determinaram a caracterização química das frações obtidas. Os resultados obtidos também foram inferiores aos encontrados por VILELA *et al.* (2000) que utilizaram a mesma técnica que o primeiro autor para a obtenção do extrato de levedura e YAMADA *et al.* (2003), que utilizou uma adaptação de metodologias para a obtenção do extrato de levedura. Porém, somente os valores de ácido aspártico e

metionina foram inferiores aos compilados pela empresa Alltech Agroindustrial do Brasil.

Sabe-se que o ácido glutâmico, aminoácido presente em maior quantidade no extrato de levedura, apresenta função palatilizante, o que estimularia o consumo pelos animais. Assim, quanto mais cedo for o estímulo da alimentação, menor é a perda de peso inicial pós-eclosão, maior é a taxa de crescimento e melhor é a uniformidade de peso das aves até 21 dias de idade (SKLAN *et al.*, 2000).

Outro importante papel do ácido glutâmico é sua atuação como substrato energético vital para células com rápida divisão como as células intestinais (LACEY e WILMORE, 1990, YI e ALLEE, 2006). Essa característica é importante uma vez que o desenvolvimento do trato gastrintestinal durante a primeira semana de vida é essencial para que o frango de corte possa expressar seu alto potencial genético para ganho de peso, permitindo que diminua o tempo necessário para atingir o peso de abate (NITSAN *et al.*, 1991).

O extrato de leveduras também apresenta concentração elevada de prolina, glicina e serina, que são aminoácidos essenciais para pintainhos, pois nessa idade não são capazes de síntese orgânica a taxas suficientes para suportar máximo crescimento (BAKER *et al.*, 1968) porém, esses aminoácidos são considerados dispensáveis para animais adultos (VIEIRA e POPHAL, 2000). Glicina é precursor de creatinina, ácido úrico e purinas e foi demonstrado que a síntese de creatina em músculo de peito e níveis circulantes de ácido úrico inicialmente aumentam, atingindo um platô aos 14 dias de idade (VIEIRA e POPHAL, 2000). Esses aminoácidos podem ser limitantes, para pintainhos, em dietas à base de milho e farelo de soja e com menos de 21% de proteína (SCHUTTE *et al.*, 1997).

A composição em aminoácidos digestíveis do extrato de leveduras foi calculada com base nos coeficientes de digestibilidade e na composição em aminoácidos totais.

Tabela 4 – Composição de aminoácidos (AA) total e digestível e coeficientes de digestibilidade aparente (CDA) e verdadeira (CDVA) no extrato de levedura, com base na matéria seca

Aminoácidos	% AA total	% AA digestível	CDA (%)	CDVA (%)
Ac. Aspártico	3,58	3,48	93,47	96,99
Ac. glutâmico	8,64	8,53	96,16	98,69
Alanina	3,06	2,95	94,48	96,24
Arginina	1,85	1,84	94,92	99,56
Cistina	0,33	0,32	85,98	98,99
Fenilalanina	1,90	1,86	94,99	97,78
Glicina	2,03	2,02	91,41	99,42
Histidina	0,95	0,94	94,47	98,74
Isoleucina	2,20	2,13	94,73	96,76
Leucina	3,62	3,55	95,58	98,11
Lisina	2,60	2,57	93,97	99,11
Metionina	0,49	0,48	89,93	98,34
Prolina	2,62	2,60	92,55	97,91
Serina	2,20	2,14	95,25	99,26
Tirosina	0,90	0,88	93,12	97,54
Treonina	2,03	1,95	93,30	98,37
Triptofano	0,69	0,65	91,58	96,19
Valina	2,52	2,45	93,84	94,30

Segundo PARSONS (1996), vários fatores afetam a digestibilidade dos aminoácidos nos alimentos, sendo os mais comuns relacionados às condições de processamento, presença de compostos antinutricionais, composição química e física da proteína e o nível de fibra. Os fatores antinutricionais nos alimentos reduzem a digestibilidade dos aminoácidos ao interferirem nos processos de digestão e absorção.

Conclusão

De acordo com os dados obtidos concluiu-se que a composição nutricional do extrato de leveduras apresenta 92,49% de matéria seca, 48,07% de proteína bruta, 4.883 kcal de EB/kg, 2.610 kcal de EMA/kg, 2.073 kcal de EMAn/kg. Os aminoácidos digestíveis são ácido glutâmico (8,53%), leucina (3,55%), ácido aspártico (3,48%), alanina (2,95%), prolina (2,60%), lisina (2,57%), valina (2,45%), serina (2,14%), glicina (2,02%) e treonina (1,95%).

Referências

ALBINO, L.T.F.; ROSTAGNO, H.S.; TAFURI, M.L. et al. Determinação dos valores de energia metabolizável aparente e verdadeira de alguns alimentos para aves, usando diferentes métodos. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 21, n. 6, p. 1047-1058, 1992a.

ALBINO, L.F.T.; ROSTAGNO, H.S.; SANT'ANNA, R., FONSECA, J.B. Determinação dos valores de aminoácidos metabolizáveis e proteína digestiva de alimentos para aves. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia.**, v.21, n.6, p.1059-106, 1992b.

ALLTECH AGROINDUSTRIAL DO BRASIL. **NuPro®: especificações do produto.** 1 p. 2004.

BAKER, D.H.; SUGAHARA, M.; COTT, H.M. Glycine-serine interrelationship in chick nutrition. **Poultry Science**, Champaign, v. 47, p. 1376-1377, 1968.

BLIKSLARGER, A.T., ROBERTS, C. Mechanisms of intestinal mucosal repair. **Journal of American Veterinary Medicine Association**, v. 211, p. 1437-1441, 1997.

BLUMER, S.A.G. **Enriquecimento com ferro leveduras *Saccharomyces cerevisiae*.** 2002. 66 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Escola Superior de Agricultura “Luis de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

BORGES, F.M.O.; ROSTAGNO, H.S.; BAIÃO, N.C. et al. Avaliação de métodos para estimar energia metabolizável em alimentos para aves. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35., 1998, Botucatu. **Anais...** Botucatu: Sociedade Brasileira de Zootecnia, p.386-388, 1998.

BRAGG, D.B.; IVY, C.A.; STEPHENSON, E.L. Methods for determining amino acid availability of feeds. **Poultry Science**, Champaign, v. 47, p. 2135-2137, 1970.

BUTOLO, J.E. Uso de biomassa de levedura na alimentação animal: propriedades, custo relativo e outras formas de nutrientes. In: WHORKSHOP DE PRODUÇÃO DE BIOMASSA DE LEVEDURA: UTILIZAÇÃO NA ALIMENTAÇÃO HUMANA E ANIMAL., Campinas.,1996. **Resumos**. Campinas: ITAL, 1996, p 70 –89.

CAMPOS NETO, O. Utilização dos subprodutos da indústria sucroalcooleira na alimentação animal. In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO ANIMAL, 4., 1987, Brasília, DF. **Anais...** Brasília, DF: SBZ, 1987, p.129-152.

DAWSON, K. Not just bread and beer: new applications for yeast and yeast products in human health. In: Lyons, T.P. and Jacques, K.A. (ed.). Proceedings of the 18TH Annual Symposium. **Proceedings...** Nottingham: Nottingham University Press, UK, p.225-232, 2002.

IMONDI, A.R.; BIRD, F.H. The turnover of intestinal epithelium in the chick. **Poultry Science**, Champaign, v. 45, p. 142-146, 1966.

LACEY, J.M.; WILMORE, D.W. Is glutamine a conditionally essential amino acid? **Nutrition Review**, v. 48, p. 297-309, 1990.

MATTERSON, L.D.; POTTER, L.M.; STUTUZ, N.W.; SINGSEN, E.P. The metabolizable energy of feed ingredients for chickens. **Research Report**, v.7, p. 3-11, 1965.

MORAES, V.M.B.; MURAKAMI, A.E.; ARIKI, J.; JUNQUEIRA, O.M.; KRONKA, S.N. Levedura de vinhaça (*Saccharomyces cerevisiae*) como fonte protéica na alimentação de frangos em crescimento e postura. **ARS Veterinária**, Jaboticabal, v. 13, n. 2, p. 150-156, 1997.

MOREIRA, I.; MURAKAMI, A.E.; SCAPINELLO, C Utilização da levedura desidratada como fonte de proteína para suínos em crescimento e terminação. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 27, n. 6, p. 316-1160, 1998.

NITSAN, Z., BEM-AURAHAM, G., ZOREF, Z., NIR, I. Growth and development of the digestive organs and some enzymes in broiler chicks after hatching. **British Poultry Science**, London, v. 32, p. 515-523, 1991.

PARR INSTRUMENTS CO. Moline, ie. **Instructions for the 1241 and 1242 adiabatic calorimeters**. Moline, 1984. 29p. (Parr. Manual, 153).

PARSONS, C.M. Digestible amino acids for poultry and swine. **Animal Feed Science Technology**, Amsterdam, v. 59, p. 147-153, 1996.

PUPA, J.M.R.; LEÃO, M.I.; CARVALHO, A.U. Cecectomia em galos sob anestesia local e incisão abdominal. **Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v.50, p. 531-535, 1998.

REED, G., NAGODAWITHANA, T.W. **Yeast technology**. 2.ed. New York: Van Nostrand Reinhold, 1991, 378p.

ROSTAGNO, H.S., FEATHERSTON, W.R. Estudo de métodos de determinação de disponibilidade de aminoácidos em pintainhos. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 6, p. 64-75, 1977.

RUTZ, F.; RECH, J.I.; XAVIER, E.G.; ANCIUTI, M.A.; ROSSI, P. Cuidados críticos na nutrição inicial de aves : Alternativas para melhorar o desempenho e o papel essencial dos nucleotídeos. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DA INDÚSTRIA DE ALIMENTAÇÃO ANIMAL, 2., 02005, Curitiba. **Anais...** Curitiba: Alltech Biotechnology, 2005, p.19-39.

RUTZ, F.; XAVIER, E.G.; RECH, J.I.; ANCIUTI, M.A.; ROLL, V.F.B. Os nucleotídeos são nutrientes essenciais? Níveis de inclusão e efeitos sobre o desempenho animal. In: RONDA LATINO AMERICANA DA ALLTECH, 16., 2006, Maringá. **Anais...** Maringá: Alltech Biotechnology, 2006, p.35-44.

SGARBIERI, V.C.; ALVIM, I.D.; VILELA, E.S.D.; BALDINI, V.L.S.; BRAGAGNOLO, N. Produção piloto de derivados de levedura (*Saccharomyces* sp.) para uso como ingrediente na formulação de alimentos. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 2, n. 5, p. 119-125, 1999.

SCHUTTE, J.B.; SMINK, W.; PACK, M. Requirement of young broiler chicks for glycine+serine. **Archiv für Geflügelkunde**, Stuttgart, v. 61, p. 43-47, 1997.

SIBBALD, I.R. A bioassay for true metabolizable energy in feedingstuffs. **Poultry Science**, Champaign, v. 55, p. 303-308, 1976.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos (métodos químicos e biológicos)**. 3. ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2002. 235 p.

SKLAN, D.; NOY, Y.; HOYZNAN, A.; ROZENBOIM, E. Decreasing weight loss in the hatchery by feeding chicks and poults in hatching trays. **Journal of Applied Poultry Research**, Athens, v. 9, p. 142-148, 2000.

VIEIRA, S.L., POPHAL, S. Nutrição pós-eclosão de frangos de corte. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas, v. 2, n. 3, p. 189-199, 2000.

VILELA, E.S.D.; SGARBIERI, V.C.; ALVIM, I.D. Valor nutritivo da biomassa de células íntegras, do autolisado e do extrato de levedura originária de cervejaria. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 13, n. 2, p- 127-134, 2000.

WOLYNETZ, M.N.; SIBBALD, I.R. Relationships between apparent and true metabolizable energy and the effects of a nitrogen correlation. **Poultry Science**, Champaign, v. 63, n. 7, p. 1386-1389, 1984.

YAMADA, E.A.; ALVIM, I.D.; SANTUCCI, M.C.C.; SGARBIERI, V.C. Composição centesimal e valor protéico de levedura residual da fermentação etanólica e de seus derivados. **Revista da Nutrição**, Campinas, v. 16, n. 4, p. 423-432, 2003.

YI, G.F.; ALLEE, G.L. Revisão de literatura glutamina (Gln) e glutamato (Glu).
Disponível em:< www.lisina.com.br> Acesso em: 18 de fev. de 2006.

CAPÍTULO 3 - INFLUÊNCIA DO EXTRATO DE LEVEDURAS (*Saccharomyces cerevisiae*) E PREBIÓTICO NA DIETA PRÉ-INITIAL DE FRANGOS DE CORTE CRIADOS EM DIFERENTES TEMPERATURAS SOBRE O DESEMPENHO E RENDIMENTO DE CARÇAÇA

Resumo

O objetivo desse experimento foi o de avaliar o desempenho e rendimento de carcaça de frangos criados em diferentes temperaturas e que receberam, na fase pré-inicial, ração contendo ou não extrato de leveduras e/ou prebiótico. Foram utilizados 1440 pintainhos Cobb-500[®] machos de um dia de idade, criados em diferentes câmaras climáticas. As rações acrescidas ou não com extrato de leveduras e/ou prebiótico foram oferecidas somente na fase pré- inicial (1 a 7 dias) e a partir do 8º dia todas as aves receberam a mesma ração. As temperaturas iniciais utilizadas foram TQ=34±1°C, TN=32±2°C e TF=27±2°C, sendo reajustadas de acordo com a idade das aves, porém mantendo-se as diferenças térmicas. Adotou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado em arranjo fatorial 3 x 2 x 2, sendo os fatores temperaturas de criação (quente, neutra e fria), níveis de extrato de levedura (com ou sem) e níveis de prebiótico (com ou sem). O desempenho das aves foi avaliado através do ganho de peso, consumo de ração, conversão alimentar e viabilidade, aos 7, 21 e 42 dias de idade. Diante dos resultados encontrados conclui-se que a alta temperatura ambiente prejudicou o desempenho e o rendimento de carcaça. A inclusão de prebiótico na ração pré-inicial resultou em maior ganho de peso e melhor conversão alimentar nas aves criadas sob alta temperatura aos 42 dias de idade, além de aumentar a viabilidade até os 21 dias de idade. Com relação ao extrato de levedura adicionado à ração pré-inicial, observou-se efeito benéfico sobre a conversão alimentar das aves aos 21 dias de idade, quando utilizado isoladamente.

Palavras-chave: desempenho, estresse térmico, extrato de levedura, prebiótico, ração pré-inicial, rendimento de carcaça.

INFLUENCE OF THE YEAST EXTRACT (*SACCHAROMYCES CEREVISIAE*) AND PREBIÓTIC IN STARTER DIET OF BROILER REARED IN DIFFERENT TEMPERATURES ON PERFORMANCE AND CARCASS YIELD

Abstract: The objective of this experiment was to evaluate the performance and carcass yield of broiler reared in different temperatures that received in started diet, diet containing or not yeast extract and/or prebiotic. 1440 one-day old male Cobb-500[®] were reared in different climatic chambers. The diets with or without yeast extract or prebiotic were provided only in starter phase (1 to 7 days), forward of 8 days all broiler were fed with same commercial diet and each diet was adjusted according the broiler age following the usual recommendations. The used initial temperatures were hot temperature= $34\pm 1^{\circ}\text{C}$, neutral temperature= $31\pm 1^{\circ}\text{C}$ and cold temperature= $27\pm 2^{\circ}\text{C}$, readjust in agreement with the age of the birds, however keeping the environmental differences. The experimental design was complete randomized in factorial arrangement $3 \times 2 \times 2$, the factors were temperatures (hot, neutral and cold), level of yeast extract (with or without) and prebiotic level (with or without). The performance of birds was evaluated through the body weight, feed intake, feed conversion and viability in days 7, 21 and 42 days of age. The high temperature damages the performance and carcass yield. The prebiotic inclusion in started diet resulted in increase body weight and improved feed conversion in the birds reared in high temperature to the 42 days of age and besides increase the viability until the 21 days of age. The inclusion of yeast extract in started diet improve the feed conversion of the birds to the 21 days of age, when used separately.

Keywords: carcass yield, performance, prebiotic, started diet, environmental temperature, yeast extract.

Introdução

O uso de dieta diferenciada para frangos de corte na primeira semana de vida vem sendo preconizado por vários nutricionistas. As justificativas para essa prática estão sustentadas no fato de que, os frangos de corte, nessa idade, têm necessidades nutricionais específicas e diferentes das outras fases, provavelmente pelas características diferenciadas do trato gastrintestinal, e por sua dificuldade em digerir e absorver certos nutrientes associados ao rápido desenvolvimento. Assim, substâncias que tenham ação trófica sobre a mucosa intestinal, aumentando sua capacidade funcional, poderão propiciar melhor desempenho das aves pela maior capacidade de digerir e absorver os nutrientes da dieta.

Os nutricionistas têm buscado fontes protéicas altamente biodisponíveis como alternativa às proteínas de origem animal em dietas de aves. O extrato de leveduras é uma fonte protéica derivada do conteúdo celular de leveduras vivas, sendo rico em nucleotídeos, inositol e ácido glutâmico.

Os nucleotídeos são tradicionalmente utilizados na alimentação humana, principalmente em dietas de recém nascidos, os quais atuam no desenvolvimento do trato gastrintestinal, no funcionamento do sistema imune e na manutenção da flora intestinal. UAUY *et al.* (1990) observaram que a suplementação de 0,8% de nucleotídeos promoveu o crescimento e a maturação intestinal em ratos jovens, com aumento na altura das vilosidades e na profundidade das criptas, e número de células no intestino. Dessa forma, seria de extrema importância estudar o efeito da adição de nucleotídeos na dieta de aves.

Outro aditivo que tem merecido destaque na literatura científica é o prebiótico. Sabe-se que a principal forma de ação dos prebióticos é sobre a modulação benéfica da microbiota nativa presente no hospedeiro, contudo os efeitos resultantes do uso de prebióticos são evidenciados pelo crescimento das populações microbianas benéficas, pela melhora nas condições luminiais, nas características anatômicas do trato gastrintestinal e no sistema imune e, em alguns casos, pela melhora no desempenho animal (SILVA e NÖRNBERG, 2003).

As variáveis ambientais podem ter efeito tanto positivo quanto negativo sobre a produção de frangos de corte. Assim, altas temperaturas reduzem o consumo de alimento, e conseqüentemente, prejudicam o desempenho. Já em baixas temperaturas, as aves podem melhorar o ganho de peso, mas a custa de um prejuízo na conversão alimentar (FURLAN e MACARI, 2002).

A literatura mostra que altas temperaturas proporcionam mudanças metabólicas nos animais, o que resulta em menores rendimentos de carne, especialmente de peito (HOWLIDER e ROSE, 1989), menor ganho de massa muscular e maior acúmulo de gordura (SIEGEL e VAN KAMPEN, 1984), prejudicando dessa forma seu desempenho.

Diante do exposto, o objetivo desse experimento foi o de avaliar o desempenho e o rendimento de carcaça de frangos criados em diferentes temperaturas e que receberam, na fase pré-inicial, ração contendo ou não extrato de leveduras e/ou prebiótico

Material e métodos

O experimento foi conduzido no aviário experimental do Departamento de Zootecnia da Universidade Estadual Paulista, campus Jaboticabal, com 1440 pintainhos de um dia de idade, machos, da linhagem Cobb-500[®]. As aves foram criadas em três câmaras climáticas, compostas de 16 boxes de 2,5 x 1,0 m cada uma. As câmaras eram revestidas com poliuretano e apresentavam sistema de aquecimento e refrigeração. As aves foram submetidas a diferentes temperaturas de criação, conforme apresentado na Tabela 1 e receberam água e ração à vontade durante todo o período experimental de 42 dias.

Tabela 1. Temperaturas utilizadas na criação dos frangos de corte \pm desvio padrão da média.

Idade das aves (dias)	Temperatura ambiente (T °C)		
	Quente	Neutra	Fria
1 a 3 dias	35 \pm 1	32 \pm 2	28 \pm 3
4 a 7 dias	34 \pm 1	31 \pm 1	26 \pm 2
8 a 14 dias	32 \pm 3	28 \pm 2	22 \pm 2
15 a 21 dias	31 \pm 3	26 \pm 2	20 \pm 3
22 a 42 dias	30 \pm 3	23 \pm 2	19,5 \pm 2

As aves foram vacinadas no incubatório contra a doença de Marek e aos 8 dias contra as doenças de Gumboro (cepa intermediária Lukert) e Newcastle (estirpe La Sota) e, aos 18 dias contra a doença de Gumboro (cepa forte Austrália V-877). Adotou-se um programa de iluminação de 24 horas de luz.

As rações acrescidas ou não com extrato de leveduras e/ou prebiótico foram oferecidas somente na fase pré- inicial (1-7 dias), sendo que a partir do 8º dia todas as aves, receberam a mesma ração (Tabela 2), reajustadas de acordo com cada fase de criação (1 a 7; 8 a 21 e 22 a 42 dias), atendendo as recomendações de ROSTAGNO *et al.* (2000). Os níveis de extrato de levedura e de prebiótico utilizados seguiram as recomendações da empresa que forneceu os produtos. As rações foram:

R1 - Ração sem extrato de levedura e sem prebiótico;

R2 - Ração com 2% de extrato de leveduras e sem prebiótico,

R3 – Ração sem extrato de levedura e com 0,15% de prebiótico,

R4 – Ração com 2% de extrato de levedura e com 0,15% de prebiótico.

Adotou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado em arranjo fatorial 3 x 2 x 2, sendo os fatores temperaturas de criação (quente, neutra e fria), níveis de extrato de levedura¹ (com ou sem) e níveis de prebiótico² (com ou sem). Foram utilizadas 4 repetições com 30aves/repetição/câmara, totalizando assim 1.440 aves.

O desempenho das aves foi avaliado através do ganho de peso (GP), consumo de ração (CR) conversão alimentar (CA) e viabilidade criatória (VC%), aos 7, 21 e 42 dias de idade.

¹ NuPro®. Alltech do Brasil Agroindustrial Ltda. Araucária, PR.

² Bio-Mos®. Alltech do Brasil Agroindustrial Ltda. Araucária, PR.

Tabela 2 - Composição percentual e calculada das dietas experimentais nas fases 1-7 dias, 8-21 e 22-42 dias.

Alimentos	FASES					
	1-7 dias				8-21	22-42
	1	2	3	4		
Milho	52,65	52,85	52,77	52,86	54,97	59,38
Farelo de soja	39,19	37,03	39,19	37,03	36,63	31,14
Fosfato bicálcico	1,94	1,96	1,94	1,96	1,84	1,613
Calcário calcítico	0,91	0,87	0,874	0,87	0,83	0,83
Óleo de soja	3,76	3,25	3,32	3,25	4,15	5,57
Sal comum	0,52	0,519	0,52	0,52	0,50	0,47
Supl. Mineral e Vitamínico	0,50 ¹	0,50	0,50	0,50	0,50 ²	0,50 ³
DL-met	0,39	0,41	0,38	0,41	0,27	0,21
L-lis HCl	0,37	0,44	0,37	0,44	0,21	0,23
Antioxidante	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Inerte	-	0,10	-	-	-	-
Extrato de Leveduras ⁴	-	2,00	-	2,00	-	-
Prebiótico ⁵	-	-	0,15	0,15	-	-
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
<i>Composição calculada</i>						
EM (kcal/kg)	2.960	2.960	2.960	2.960	3.050	3.200
PB (%)	21,11	21,14	21,11	21,11	21,14	19,20
Ca (%)	0,94	0,92	0,92	0,92	0,90	0,81
Pd (%)	0,47	0,47	0,47	0,47	0,45	0,40
Na (%)	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,20
Lis (%)	1,50	1,50	1,50	1,50	1,31	1,18
Met (%)	0,72	0,73	0,72	0,73	0,60	0,51
M + C (%)	1,07	1,07	1,07	1,07	0,91	0,82

1 Suplemento mineral + vitamínico. Cada quilograma do produto contém: Se 54,6mg, Cu 25.000mg, pantotenato de Ca 1.900, Mn 15252mg, I 260mg, Zn 18.250mg, ácido nicotínico 6.930mg, biotina 32mg, DL-metionina 340g, colina 120g, Vit A 1.400.000 UI, Vit B1 356 mg, Vit B12 2.000mcg, Vit B2 1.920mg, Vit B6 693mg, Vit D3 600.000, Vit E 5.000mg, Vit K 196mg, antioxidante 100mg, / 2 = 1+anticoccidiano 25.000mg e promotor de crescimento 10.000mg / 3: de 35 a 42 dias de idade = 2 sem anticoccidiano / 4 NuPro®. E 5 Bio-Mos®.- Alltech do Brasil Agroindustrial Ltda. Araucária, PR.

Os cálculos para o consumo de ração foram realizados através da diferença entre as pesagens da ração fornecida e a sobra nos comedouros das unidades experimentais. Foram consideradas também, para o cálculo do consumo, a mortalidade existente em cada unidade experimental.

Aos 42 dias de idade, foram retiradas quatro aves por repetição, identificadas e numeradas, submetidas a um jejum de oito horas, pesadas e em seguida processadas, segundo os procedimentos normais de atordoamento, sangria, depenagem e evisceração. O rendimento de carcaça foi calculado com base no peso vivo no momento do abate e os rendimentos do peito e coxa+sobrecoxa foram calculados com base no peso da carcaça com pés, pescoço e cabeça, vísceras comestíveis e gordura abdominal foram pesadas.

Os dados foram verificados quanto à presença de *outliers* e testou-se as pressuposições de normalidade dos erros estudentizados (teste de Cramer-von-Misses) e de homogeneidade de variâncias (teste de Brown e Forsythe). Depois de constatada a não violação dessas pressuposições, os dados foram submetidos à análise de variância através do procedimento GLM do programa SAS[®] (SAS *Institute*, 2002) e em caso de diferença significativa as médias foram comparadas pelo teste de Tukey (5%) para rendimento de carcaça e cortes e do teste Duncan ou Fisher (5%) para as demais variáveis.

Resultados e discussão

Desempenho 1 a 7 dias

Os resultados para consumo de ração (CR), ganho de peso (GP), conversão alimentar (CA) e viabilidade criatória (VC) estão apresentados na Tabela 3.

Houve efeito significativo da temperatura sobre o ganho de peso e conversão alimentar e do prebiótico sobre a viabilidade criatória. Apenas a interação entre prebiótico e extrato de levedura foi significativa para a variável consumo de ração.

Tabela 3. Características produtivas de frangos de corte alimentados com dietas suplementadas ou não com extrato de leveduras e prebiótico, criados em diferentes temperaturas na fase de 1 a 7 dias de idade.

Fatores	GP (g)	CR (g)	CA	VC (%)
Temperatura (T)				
Quente	151 c	148	0,98 b	99,58
Neutra	171 a	155	0,90 a	99,37
Fria	167 b	152	0,91 a	98,75
Prebiótico (P)				
Com	164	153	0,95	99,86 a
Sem	163	151	0,92	98,61 b
Extrato de Levedura (EL)				
Com	163	154 a	0,94	99,02
Sem	162	149 b	0,92	99,44
<i>Probabilidades</i>				
T	<0,0001	NS	0,0179	NS
P	NS	NS	NS	0,0426
EL	NS	0,0196	NS	NS
P X EL	NS	0,0313	NS	NS
EL X T	NS	NS	NS	NS
T X P	NS	NS	NS	NS
T X P X EL	NS	NS	NS	NS
CV (%)	5,00	6,47	5,27	2,07

Na mesma coluna, médias seguidas de letras iguais não diferem entre si pelo teste Duncan (5%).

CV (%) = coeficiente de variação

NS=não significativo

O melhor valor de GP foi obtido em temperatura neutra. Os pintainhos criados na temperatura quente apresentaram GP 12% menor em relação aos criados na temperatura neutra e os criados na temperatura fria, 2% menor que os da temperatura neutra. Sabe-se que o pintainho recém-nascido depende de fonte externa de energia para termorregulação, sendo sua temperatura ao redor de 39°C a 40°C (FURLAN e MACARI, 2002). Assim, em temperatura fria os pintainhos provavelmente aumentaram a produção de calor pelo aumento da taxa metabólica, resultado em pior desempenho em relação à temperatura neutra. Esses dados concordaram com os encontrados por MALHEIROS *et al.* (2000) e MORAES *et al.* (2002), que encontraram menor peso nas aves criadas em menor temperatura. Em contrapartida, em temperatura quente, o alto custo energético para dissipação de calor através do resfriamento evaporativo foi

responsável pela queda no desempenho, visto que FURLAN e MACARI (2002) relataram que são necessárias 550 calorias para evaporar 1 g de água.

Em relação a CA, a temperatura quente provocou o pior resultado e os melhores valores foram obtidos em temperatura neutra e fria. Esses resultados indicaram que a energia gasta para dissipar calor em temperatura quente foi maior que a destinada para produção de calor em temperatura fria. De fato, a temperatura ambiente é um fator importante para o desempenho das aves, e pintainhos criados a 35°C mostraram menor GP. VAN DER HEL *et al.* (1991) observaram que a exposição de pintainhos no primeiro dia de vida a altas temperaturas resultou em menor ganho de peso, em outro trabalho foi observado que a exposição durante os primeiros 2 dias de vida provocou perda de peso em torno de 12% nos frangos (VAN DER HEL *et al.*, 1992). Variando a temperatura entre 28 a 32°C nos primeiros sete dias de vida, MAY e LOTT (2000) não encontraram diferenças em relação ao GP, CR e CA porém, a menor temperatura em seu experimento tenha proporcionado significativamente maior mortalidade.

A adição de prebiótico à ração aumentou a viabilidade criatória dos pintainhos na fase de 1 a 7 dias. Possivelmente, o prebiótico provocou redução do pH intestinal, deprimindo o crescimento de microrganismos patogênicos e favorecendo uma microbiota intestinal benéfica, o que resultou em menor mortalidade. A pouca diversidade da microflora intestinal de aves recém nascidas, além de ser considerada como um fator limitante para a digestão, também possibilita a colonização intestinal por patógenos entéricos. A ausência de contato com a microbiota natural logo após o nascimento pode afetar o desenvolvimento do trato gastrintestinal e, por conseqüência, prejudicar o crescimento das aves. ITO *et al.* (2004) descreveram que a partir do 3º dia de vida das aves, os microrganismos desejáveis como *Lactobacillus* e outros da microbiota normal do trato gastrintestinal são encontrados em grandes quantidades no meio intestinal. Porém, a ocorrência de desafios maiores em situações de morbidade ambiental pode tornar a flora instável até a 5ª semana de vida das aves (CANALLI *et al.*, 1996).

Os dados encontrados diferem dos observados por CORRÊA *et al.* (2000) e DIONÍZIO *et al.* (2002) que avaliando prebióticos não encontraram diferenças estatísticas para viabilidade criatória.

Houve interação significativa entre prebiótico e extrato de levedura para CR, com o desdobramento apresentado na Tabela 4.

Tabela 4. Desdobramento da interação entre o extrato de levedura e prebiótico para consumo de ração (g) de frangos de corte de 1 a 7 dias de idade.

Prebiótico	Extrato de Leveduras		Probabilidade
	Com	Sem	
Com	160 Aa	149 B	0,0009
Sem	147 b	151	NS
<i>Probabilidade</i>	0,0016	NS	

Médias seguidas de letras distintas minúsculas (maiúscula) na coluna (linha), diferem pelo teste de Fisher ($p < 0,05^*$)

NS=não significativo.

Os resultados mostraram que a inclusão de extrato de levedura associado ao prebiótico à dieta proporcionou maior CR. Este efeito ocorreu pelo poder palatilizante do extrato de leveduras, uma vez que este possui alto teor de ácido glutâmico (CAP. 2). Por outro lado, IJI e TIVEY (1998) e IJI *et al.* (2001) observaram que o uso de oligossacarídeos pode proporcionar aumento no consumo de ração.

Desempenho 1 a 21 dias

Os resultados para consumo de ração (CR), ganho de peso (GP), conversão alimentar (CA) e viabilidade criatória (VC) no período de 1 a 21 dias estão apresentados na Tabela 5.

Houve interação significativa entre temperatura de criação e prebiótico para GP e entre prebiótico e extrato de levedura para CA, estando os desdobramentos apresentados nas Tabelas 6 e 7, respectivamente.

Os pintainhos criados em temperatura quente apresentaram menor CR em relação aos criados em temperaturas neutra e fria. A redução do CR em alta temperatura ocorreu como uma tentativa de aliviar o estresse por calor, pois como demonstrado por KOH e MACLEOD (1999a,b) e LONGO (2000), que a produção de

calor aumenta com a elevação do consumo de alimento. Por outro lado, o CR em temperatura fria foi maior que em neutra. Esse efeito sobre o consumo alimentar está relacionado ao ajuste na ingestão de energia que as aves fazem para atender às exigências de manutenção de acordo com a temperatura (MACARI *et al.*, 1994).

Tabela 5. Características produtivas de frangos de corte alimentados com dietas suplementadas ou não com extrato de leveduras e prebiótico, criados em diferentes temperaturas na fase de 1 a 21 dias de idade.

Fatores	GP (g)	CR (g)	CA	VC (%)
Temperatura (T)				
Quente	899 b	1.154 c	1,27 a	98,75
Neutra	926 a	1.216 b	1,30 b	98,12
Fria	877 c	1.278 a	1,47 c	96,87
Prebiótico (P)				
Com	896	1.222	1,35	99,30 a
Sem	903	1.210	1,34	96,52 b
Extrato de Levedura (EL)				
Com	899	1.212	1,34	97,36
Sem	900	1.221	1,35	98,47
<i>Probabilidades</i>				
T	<0,0001	<0,0001	<0,0001	NS
P	NS	NS	NS	0,0350
EL	NS	NS	NS	NS
P X EL	NS	NS	0,0137	NS
EL X T	NS	NS	NS	NS
T X P	0,0035	NS	NS	NS
T X P X EL	NS	NS	NS	NS
CV (%)	2,24	3,02	2,25	4,48

Na mesma coluna, médias seguidas de letras iguais não diferem entre si pelo teste Duncan (5%).

CV (%) = coeficiente de variação

NS=não significativo.

Com relação a CA, a temperatura fria provocou o pior resultado, seguido pela neutra e o melhor valor obtido em temperatura quente. A melhor CA na temperatura quente originou-se da redução do consumo de alimento, prejudicando o desempenho. Esses resultados indicaram que a energia gasta para produzir calor em temperatura fria foi maior que a destinada para a dissipação de calor em temperatura quente. De fato, pintainhos na fase inicial, necessitam de temperatura ambiente elevada em função da

imaturidade do sistema termorregulador, que de acordo com FURLAN e MACARI (2002) e SHINDER *et al.* (2002) atinge sua plenitude entre 10 e 15 dias pós-eclosão. Para esses autores, isso ocorre devido à alta relação área/volume corporal, o que associado ao empenamento incompleto dificulta a retenção de calor. Ainda, MACARI *et al.* (1994) comentaram que as aves são desprovidas de tecido adiposo marrom, o qual possui ação termogênica na maioria dos mamíferos.

A viabilidade criatória foi influenciada pela inclusão de prebiótico na dieta. Com o equilíbrio da microbiota intestinal, as aves tiveram melhores condições de absorção de nutrientes e, conseqüentemente conseguiram enfrentar em melhores condições o estresse nessa fase da produção.

Tabela 6. Desdobramento da interação entre temperatura e prebiótico para GP (g) de frangos de corte na fase de 1 a 21 dias de idade.

Temperatura	Prebiótico		Probabilidade
	Com	Sem	
Quente	896	903 b	NS
Neutra	905 B	941 Aa	0,0053
Fria	888A	865 Bc	0,0443
<i>Probabilidade</i>	NS	<0,0001	

Médias seguidas de letras distintas minúsculas (maiúscula) na coluna (linha), diferem pelos Testes de Duncan e Fisher, respectivamente ($p < 0,05$).

NS=não significativo

Dentro da temperatura neutra, a não inclusão de prebiótico na dieta pré-inicial proporcionou maior GP aos 21 dias de idade (Tabela 6). Esse resultado provavelmente ocorreu devido a um desequilíbrio na microbiota intestinal nas aves que receberam prebiótico na fase pré-inicial. Sabe-se que qualquer fator que leve a um desequilíbrio da microbiota intestinal poderá permitir a instalação e a multiplicação de microrganismos patogênicos (FULLER, 1989), ficando evidente que o equilíbrio da microbiota intestinal reflete diretamente em um bom estado de saúde do hospedeiro (MILES, 1993)

Em contrapartida, a inclusão de prebiótico na ração pré-inicial proporcionou maior ganho de peso na temperatura fria. Este fato pode ser explicado pela maior densidade de vilos no duodeno e íleo das aves criadas nessa temperatura, aumentando

dessa forma a superfície absorviva e, conseqüentemente, proporcionado melhor aproveitamento do alimento (CAP. 4).

O estudo dentro da não inclusão de prebiótico à ração pré-inicial mostrou que o melhor valor de GP foi obtido em temperatura neutra. Para FURLAN e MACARI (2002) em temperatura neutra a taxa metabólica é mínima e a homeotermia é mantida com mínimo gasto energético. LONGO (2000) encontrou menor exigência de energia metabolizável para manutenção dentro da faixa de temperatura neutra de frangos de corte. Portanto, essa melhor eficiência de utilização da energia metabolizável em temperatura neutra, explica o maior GP das aves. Neste contexto, as temperaturas quente e fria prejudicaram o GP em relação à neutra, com piores resultados para a temperatura fria. Em temperatura fria os pintainhos provavelmente aumentaram a produção de calor pelo aumento da taxa metabólica, resultando em pior desempenho em relação à temperatura neutra. Em contrapartida, em temperatura elevada, o alto custo energético para dissipação de calor através do resfriamento evaporativo e a redução no consumo de ração, foram responsáveis pelo menor desempenho. De fato, FURLAN e MACARI (2002) mostraram que existe gasto razoável de energia para que a ave mantenha sua temperatura corporal, sendo necessárias 550 calorias para evaporar 1 g de água. Além disso, existe a relação entre consumo e o metabolismo do alimento, a qual possui efeito termogênico, através do incremento calórico (DONKOH, 1989).

Tabela 7. Desdobramento da interação entre prebiótico e extrato de levedura para CA de frangos de corte na fase de 1 a 21 dias de idade.

Prebiótico	Extrato de Leveduras		Probabilidade
	Com	Sem	
Com	1,36 b	1,35	NS
Sem	1,33 aA	1,36 B	0,0149
<i>Probabilidade</i>	0,0103	NS	

Médias seguidas de letras distintas minúsculas (maiúscula) na coluna (linha), diferem pelo Teste de Fisher ($p < 0,05$).

NS=não significativo.

Na Tabela 7, observou-se que a inclusão de extrato de levedura juntamente com a ausência de prebiótico na fase pré-inicial resultou em melhor CA no período de 1 a 21 dias. Este resultado está de acordo com aos achados por ZHANG *et al.* (2005), os quais

avaliaram a inclusão de levedura íntegra, extrato de levedura e parede celular de levedura na ração dos frangos de cortes e aos 21 dias obtiveram pior CA para levedura íntegra e ração controle, a qual era isenta de levedura, e melhor CA para as aves que receberam parede celular e extrato de levedura.

Desempenho 1 a 42 dias

Os resultados para consumo de ração (CR), ganho de peso (GP), conversão alimentar (CA) e viabilidade criatória (VC) no período de 1 a 42 dias estão apresentados na Tabela 8.

Tabela 8. Características produtivas de frangos de corte alimentados com dietas suplementadas ou não com extrato de leveduras e prebiótico, criados em diferentes temperaturas no período de 1 a 42 dias de idade.

Fatores	GP (g)	CR (g)	CA	VC (%)
Temperatura ambiente (T)				
Quente	2.595 b	4.134 c	1,59 b	92,91
Neutra	2.655 b	4.507 b	1,70 a	95,00
Fria	2.783 a	4.676 a	1,68 a	93,33
Prebiótico (P)				
Com	2.698	4.474 a	1,66	95,41
Sem	2.658	4.405 b	1,66	92,08
Extrato de Levedura (EL)				
Com	2.652	4.410	1,66	93,05
Sem	2.703	4.468	1,65	94,44
<i>Probabilidades</i>				
T	<0,0001	<0,0001	<0,0001	NS
P	NS	0,0491	NS	NS
EL	NS	NS	NS	NS
P X EL	NS	NS	NS	NS
EL X T	NS	NS	0,0267	NS
T X P	0,0273	NS	NS	NS
T X P X EL	NS	NS	NS	NS
CV (%)	3,33	2,65	2,39	9,73

Na mesma coluna, médias seguidas de letras iguais não diferem entre si pelo teste Duncan (5%).

CV% = coeficiente de variação

NS=não significativo

O CR foi menor em temperatura elevada em relação à neutra, que, por sua vez, foi menor que na baixa temperatura. Os frangos criados em temperatura quente apresentaram CR 9% menor que os criados em temperatura neutra. Isso ocorreu pois, quanto menor o CR menor é a produção de calor (KOH e MACLEOD, 1999a,b; LONGO, 2000) o que diminui a quantidade de calor produzida pelo animal, amenizando o estresse calórico. Em temperatura fria as aves apresentaram uma elevação no CR de 4% em relação a temperatura neutra, pois ao contrário do que anteriormente foi citado, elevando-se o CR é possível elevar a produção de calor, minimizando o estresse pelo frio.

Nenhum dos fatores estudados afetaram a viabilidade criatória na fase de 1 a 42 dias. Também não houve influência do extrato de levedura e do prebiótico sobre o GP. SANTOS *et al.* (2005), também não encontraram diferenças significativas ao avaliar o efeito de diferentes prebióticos e de ácido orgânico sobre o desempenho de frangos de corte.

Houve interação significativa entre temperatura e prebiótico para GP e entre temperatura e extrato de levedura para CA, com os desdobramentos apresentados nas Tabelas 9 e 10, respectivamente.

Tabela 9. Desdobramento da interação entre temperatura de criação e prebiótico para ganho de peso de frangos de corte no período de 1 a 42 dias de idade.

Temperatura	Prebiótico		Probabilidade
	Com	Sem	
Quente	2.666 Ab	2.524 Bc	0,0020
Neutra	2.656 b	2.654 b	NS
Fria	2.771 a	2.795 a	NS
<i>Probabilidade</i>	0,0145	<0,0001	

Médias seguidas de letras iguais minúsculas (maiúscula) na coluna (linha) não diferem entre si pelos Testes de Duncan e Fisher, respectivamente ($p < 0,05$).

NS=não significativo.

Na Tabela 9, o estudo dentro das temperaturas mostrou que apenas houve efeito significativo dentro da temperatura quente, na qual a inclusão de prebiótico à ração pré-inicial proporcionou maior GP no período de 1 a 42 dias de idade. Este fato pode ser explicado pela maior altura de vilos no duodeno das aves criadas nessa temperatura,

aumentando dessa forma a superfície absorptiva e, conseqüentemente, proporcionado melhor aproveitamento do alimento (CAP. 4).

O estudo dentro de inclusão de prebiótico nas diferentes temperaturas mostrou que houve maior GP na temperatura fria, seguida pela temperatura neutra e quente, as quais não diferiram estatisticamente. O maior GP na temperatura fria com a inclusão de prebiótico pode ser justificado pela maior altura de vilos no duodeno e jejuno, e maior densidade de vilos no jejuno possibilitando melhor aproveitamento do alimento e, dessa forma gerando maior GP (CAP. 4)

Por outro lado, o estudo dentro da não inclusão de prebiótico nas diferentes temperaturas mostrou que houve maior GP na temperatura fria, seguido pela neutra e pela temperatura quente. O maior GP na temperatura fria pode ser explicado pelo aumento do CR a fim de compensar o aumento na taxa de perda de calor (CLOSE e MOUNT, 1978). Já o menor GP na temperatura quente deve-se à menor ingestão de alimento, como um mecanismo de defesa para reduzir a produção de calor. Além disso, houve menor altura de vilos no duodeno e jejuno quando da não inclusão de prebiótico à dieta pré-inicial, apesar da maior densidade de vilos encontrada nessa temperatura (CAP. 4)

Na Tabela 10, o estudo dentro das temperaturas mostrou que houve efeito significativo dentro da temperatura fria, na qual a não inclusão de extrato de levedura à ração pré-inicial proporcionou uma melhor CA ao final da criação. Este fato pode estar relacionado à maior altura de vilos no jejuno, quando da não inclusão de extrato de levedura na ração pré-inicial (CAP. 4).

Tabela 10. Desdobramento da interação entre temperatura de criação e extrato de levedura para conversão alimentar de frangos de corte no período de 1 a 42 dias de idade.

Temperatura	Extrato de Levedura		Probabilidade
	Com	Sem	
Quente	1,58 a	1,61 a	NS
Neutra	1,71 b	1,70 b	NS
Fria	1,71 Bb	1,65 Aab	0,0436
<i>Probabilidade</i>	<0,0001	0,0042	

Médias seguidas de letras iguais minúsculas (maiúscula) na coluna (linha) não diferem entre si pelos Testes de Duncan e Fisher, respectivamente ($p < 0,05$).

NS=não significativo.

Tanto o estudo dentro da inclusão e da ausência de extrato de levedura nas diferentes temperaturas mostrou que houve pior CA nas temperaturas neutra e fria e melhor na temperatura quente. A melhor CA na temperatura quente deve-se ao baixo CR e GP, resultando em melhor CA nessa idade. Porém, de acordo com ABU-DIEYEH (2006), a alta temperatura *per se* induz a mudanças fisiológicas nas aves com a diminuição na taxa metabólica, a qual resulta no menor consumo de alimento, digestão deficiente, prejudicando o metabolismo.

Rendimento de carcaça

Apenas a temperatura de criação afetou o rendimento de carcaça, rendimento de peito e rendimento de coxa+sobrecoxa, sendo que os resultados estão apresentados na Tabela 11.

O rendimento de carcaça e coxa+sobrecoxa foram maiores em temperatura quente do que em neutra e fria. O melhor rendimento de carcaça em temperatura quente provavelmente ocorreu devido ao menor desenvolvimento visceral das aves criadas nesta temperatura, em função do menor metabolismo das aves (MACHADO, 2001), do menor empenamento devido a grande necessidade de dissipação de calor (GERAERT *et al.*, 1996a, COOPER e WASHBURN, 1998) e da maior deposição de gordura abdominal (HOWLIDER e ROSE, 1987 e FURLAN *et al.*, 2001). No entanto, o maior rendimento de carcaça não compensa o menor peso corporal e a melhor conversão alimentar observados para as aves criadas em temperatura quente.

Observou-se que a alta temperatura proporcionou maior rendimento de coxa+sobrecoxa e os menores valores foram encontrados nas temperaturas neutra e fria. O maior rendimento de coxa+sobrecoxa encontrado na temperatura quente provavelmente pode ser explicado pelo metabolismo oxidativo que normalmente ocorre nessa musculatura. Em aves expostas a altas temperaturas existe maior concentração de glicose plasmática, aumentando o metabolismo oxidativo e, conseqüentemente favorecendo o armazenamento de energia em forma de gordura na coxa-sobrecoxa (GERAERT *et al.*, 1996a,b, FARIA FILHO, 2003).

Tabela 11. Características do rendimento de carcaça e cortes de frangos de frango alimentados com dietas suplementadas ou não com extrato de leveduras e, criados em diferentes temperaturas aos 42 dias de idade.

Fatores	RC (%)	(%) peito	(%) coxa + sobre-coxa
Temperatura ambiente (T)			
Quente	84,25 a	31,42 ab	27,58 a
Neutra	83,80 b	31,60 a	26,79 b
Fria	81,15 b	30,93 b	26,57 b
Prebiótico (P)			
Com	83,00	31,47	27,04
Sem	83,13	31,29	26,92
Extrato de Levedura (EL)			
Com	83,12	31,31	26,82
Sem	83,01	31,45	27,14
		<i>Probabilidades</i>	
T	0,0003	0,0469	0,0006
P	NS	NS	NS
EL	NS	NS	NS
T X P	NS	NS	NS
T X EL	NS	NS	NS
P X EL	NS	NS	NS
T X P X EL	NS	0,0216	NS
CV (%)	2,39	2,73	1,99

Na mesma coluna, médias seguidas de letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). CV% = coeficiente de variação; NS=não significativo.

O rendimento de peito foi afetado apenas pela temperatura de criação, havendo maior rendimento de peito na temperatura neutra e menor na temperatura fria. Já na temperatura quente o rendimento de peito não diferiu estatisticamente do encontrado nas temperaturas neutra e fria. Estes resultados estão de acordo com os encontrados por PERRAULT e LEESON (1992) e por COSTA *et al.* (2001). Entretanto, discordaram dos apresentados por BAZIZ *et al.* (1996), YALÇIN *et al.*, (2001) e FARIA FILHO (2003), que relataram que o menor rendimento de peito na temperatura quente deve-se ao aumento na ofegação durante o estresse por calor, repercutindo dessa forma em maior atividade da musculatura do peito e provocando assim queima das reservas de glicogênio, as quais são armazenadas na musculatura do peito, e, conseqüentemente prejudicando o rendimento dessa musculatura.

Provavelmente o resultado encontrado para rendimento de peito neste experimento deve-se à influência exercida pelas temperaturas quente e fria que as aves foram submetidas a partir do 1º dia de vida pois, nos experimentos citados acima as aves foram criadas em alta temperatura após 21 dias de idade, sofrendo dessa forma maior influência da temperatura. Por outro lado, o efeito provocado pela temperatura fria foi inverso, pois como se sabe, as aves precisam de alta temperatura nos primeiros dias de vida para manter a homeotermia, entretanto, neste experimento o estresse provocado pelo frio a partir do 1º dia de vida provavelmente refletiu ao longo dos 42 dias de vida, proporcionando dessa forma menor rendimento de peito.

Conclusão

Diante dos resultados encontrados pode-se concluir que apesar da criação das aves em ambiente quente ter proporcionado melhor rendimento de carcaça e cortes nobres, estes resultados não são compensadores devido aos piores resultados produtivos, enquanto que a inclusão de prebiótico mostrou-se mais eficiente em aves criadas em ambiente quente.

A inclusão de prebiótico na ração pré-inicial resultou em maior ganho de peso e melhor conversão alimentar nas aves criadas sob alta temperatura, ao final de 42 dias de idade, além de aumentar a viabilidade criatória até os 21 dias de idade.

Com relação ao extrato de levedura adicionado à ração pré-inicial, observou-se efeito benéfico sobre a conversão alimentar das aves aos 21 dias de idade, quando utilizado isoladamente.

Referências

ABU-DIEYEH, Z.H.M. Effect of high temperature *per se* on growth performance of broilers. **International Journal of Poultry Science**, Pakistan, v. 5, n. 1, p. 19-21, 2006.

BAZIZ, H.A.; GERAERT, P.A.; GUILLAUMIN, S. Chronic heat exposure enhances fat deposition and modifies muscle and fat partition in broiler carcasses. **Poultry Science**, Champaign, v. 75, p. 505-513, 1996.

CANALLI, L.S.; FLEMMING, J.S.; MIRA, R.T.; BASILE, L.F. Alteração da microbiota intestinal de frangos de corte pela utilização de probiótico na alimentação. **Revista do Setor de Ciências Agrárias**, Curitiba, v. 15, n. 1, p. 125-132, 1996.

CLOSE, W.H.; MOUNT, L.E. The effects of plane of nutrition and environmental temperature on the energy metabolism of the growing pig. 1. Heat loss and critical temperature. **British Journal Nutrition**, London, v. 40, p. 413-421, 1978.

COOPER, M.A.; WASHBURN, K.W. The relationships of body temperature to weight gain, feed consumption and feed utilization in broiler under heat stress. **Poultry Science**, Champaign, v. 77, p. 237-242, 1998.

CORRÊA, G.S.S.; GOMES, A.V.C.; CORRÊA, A.B.; SALLES, A.S. Desempenho de frangos de corte alimentados com diferentes promotores de crescimento. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37., 2000, Viçosa. **Anais...** Viçosa: SBZ., CD- ROM

COSTA, F.G.P.; ROSTAGNO, H.S.; TOLEDO, R.S.; ALBINO, L.F.T. Efeito da relação arginina:lisina sobre o desempenho e qualidade de carcaça de frangos de corte de 3 a 6 semanas de idade, em condições de alta temperatura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 30, n. 6, p. 2021-2025, 2001.

DIONIZIO, M.A.; BERTECHINI, A.G.; KATO, R.K.; TEIXEIRA, A.S. Prebióticos como promotores de crescimento para frangos de corte desempenho e rendimento de carcaça. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, p. 1580-1587, 2002.

DONKOH, A. Ambient temperature: a factor affecting performance and physiological response of broiler chickens. **International Journal of Biometeorology**, v. 33, p. 259-265, 1989.

FARIA FILHO, D.E. **Efeito de dietas com baixo teor protéico, formuladas usando o conceito de proteína ideal, para frangos de corte criados em temperaturas**

quente, neutra e fria. 2003. 83 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2003.

FULLER, R. Probiotics in man and animals: a review. **Journal of Applied Bacteriology**, Oxford, v.66, p.365-378, 1989.

FURLAN, R.L.; CARVALHO, N.C.; MALHEIROS, E.B.; MACARI, M. Efeito da restrição alimentar inicial e da temperatura ambiente sobre o desenvolvimento de vísceras e ganho compensatório em frangos de corte. **Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 53, n.4, 2001.

FURLAN, R.L.; MACARI, M. Termorregulação. In: MACARI, M.; FURLAN, R.L.; GONZALES, E. (Ed.). **Fisiologia aviária aplicada a frango de corte**, 2. Jaboticabal: FUNEP, 2002, p.209-230.

GERAERT, P.A.; PADILHA, J.C.F.; GUILLAUMIN, S. Metabolic and endocrine changes induced by chronic heat exposure in broiler chickens: Growth performance, body composition and energy retention. **British Journal of Nutrition**, London, v. 75, p. 195–204. 1996a.

GERAERT, P.A.; PADILHA, J.C.F.; GUILLAUMIN, S. Metabolic and endocrine changes induced by chronic heat exposure in broiler chickens: biological and endocrinological variables. **British Poultry Nutrition**, London, v. 75, p .205-216, 1996b.

HOWLIDER, M.A.R., ROSE, S.P. Rearing temperature and the meat yield of broilers. **British Poultry Science**, London, v. 30, n. 1, p. 61-67, 1989.

HOWLIDER, M.A.R., ROSE, S.P. Temperature and the growth of broilers. **World's Poultry Science Journal**, Oxford, v. 43, p. 228-237, 1987.

IJI, P.A.; TIVEY, D.R. Natural and synthetic oligosaccharides in broiler chicken diets. **Word's Poultry Science Journal**, Oxford, v. 54, p. 129-143, 1998.

IJI, P.A.; SAKI, A.A.; TIVEY, D.R. Intestinal structure and function of broiler chickens on diets supplemented with a mannan oligosaccharide. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v. 81, p. 1186-1192, 2001.

IQBAL A.; DECUYPERE, E.; ABD AZIM, EL A.; KUHN, E.R. Pre- and post- hatch high temperature exposure affects the thyroid hormones, and corticosterone responses to acute heat stress in growing chicken (*Gallus domesticus*). **Journal of Thermal Biology**, Oxford, v. 15, p. 149–153, 1990.

ITO, N.M.K.; MIAJI, C.I.; LIMA, A E.; OKABAHASHI, S. Saúde gastrointestinal, manejo e medidas para controlar as enfermidades gastrointestinais. In: PRODUÇÃO DE FRANGOS DE CORTE, 2004, Campinas. **Anais...** Campinas: FACTA, 2004, p. 206-260.

KOH, K.; MACLEOD, M.G. Circadian variation in heat production and respiratory quotient in growing broilers maintained at different food intakes and ambient temperatures. **British Poultry Science**, London, v. 40, p. 353-356, 1999a.

KOH, K.; MACLEOD, M.G. Effects of ambient temperature on heat increment of feeding and energy retention in growing broilers maintained at different food intakes. **British Poultry Science**, London, v. 40, p. 511-516, 1999b.

LONGO, F.A. **Estudo do metabolismo energético e do crescimento em frangos de corte**. 2000, 76 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, 2000.

MACARI, M.; FURLAN, R.L.; GONZALES, E. **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. Jaboticabal: FUNEP, 2002. , 256p

MACHADO, J.R.S.A. **Efeito da temperatura de incubação e de criação sobre o desenvolvimento de vísceras, composição química da carcaça e morfometria intestinal de frangos**. 2001, 48f. Monografia (Trabalho de Graduação em Zootecnia) –

Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2001.

MALHEIROS, R.D.; MORAES, V.M.B.; BRUNO, L.D.G.; MALHEIROS, E.B.; FURLAN, R.L. MACARI, M. Environmental temperature and cloacal and surface temperatures of broiler chicks in first week post-hatch. **Journal of Applied Poultry Research**, v.9, p.111-117, 2000.

MAY, J.D.; LOTT, B.D. The effect of environmental temperature on growth and feed conversion of broilers to 21 days of age. **Poultry Science**, Champaign, v. 79, p. 669–671, 2000.

MILES, R.D. Manipulation of the microflora of the gastrointestinal tract: natural ways to prevent colonization by pathogens. In: ALLTECH BIOTECHNOLOGY IN THE FEED INDUSTRY, Florida. **Proceedings...** Florida: Alltech Biotechnology, p. 133-150, 1993.

MORAES, V.M.B.; MALHEIROS, R.D.; FURLAN, R.L.; BRUNO, L.D.G.; MALHEIROS, E.B.; MACARI, M. Effect of environmental temperature during the first week of brooding period on broiler chick body weight, viscera and bone development. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas, v. 4, n. 1, p. 19-26, 2002.

PERRAULT, N., LEESON, S. Effect of environmental temperature, dietary energy, and feeding level on growth carcass composition of male broiler chickens to 35 days of age. **Canadian Journal Animal Science**, Ottawa, v. 72, n. 4, p. 695-702, 1992.

ROSTAGNO, H.S., ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L.; GOMES, P.C.; OLIVEIRA, R.F.; FERREIRA, A.S.; BARRETO, S.L.T. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição dos alimentos e exigências nutricionais**. Viçosa: UFV, 2000, 141p.

SANTOS, E.C.; TEIXEIRA A.S.; FREITAS, R.T.F.; RODRIGUES, P.B.; DIAS, E.S.; MURGAS, 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 e Agrotecnologia**, Lavras, v. 29, n. 1, p. 223-231, 2005

SAS INSTITUTE. **Statistical analysis system**: users guide. Cary, 2002.

SHINDER, D.; LUGER, D.; RUSAL, M.; RZEPAKOVSKY, V.; BRESLER, V.; YAHAV, S. Early age cold conditioning in broiler chickens (*Gallus domesticus*): thermotolerance and growth responses. **Journal of Thermal Biology**, Oxford, v.27, p.517–523, 2002.

SIEGEL, H.S.; VAN KAMPEN, M. Energy relationships in growing chickens given daily injections of corticosterone. **British Poultry Science**, London, v. 25, p. 471-485, 1984.

SILVA, L.P.; NÖRNBERG, J.L. Prebióticos na nutrição de não ruminantes. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 33, n. 5, p. 983-990, 2003.

UAUY, R.; STRINGEL, G.; THOMAS, R.; QUAN, R. Effect of dietary nucleosides of growth and maturation of the developing gut in rat. **Journal of Pediatric Gastroenterology Nutrition**, v. 10; n. 4, p. 497-503, 1990.

VAN DER HEL, W.; VERSTERGEN, M.W.A.; HENKEN, A.M.; BRANDMA, H.A. The upper critical temperature in neonatal chicks. **Poultry Science**, Champaign, v. 70, p. 1882-1887, 1991.

VAN DER HEL, W.; VERSTERGEN, M.W.A.; PIJLS, L.; VAN KAMPEN, M. Effect of two day temperature exposure of neonatal broiler chicks on growth performance and body composition during two weeks at normal conditions. **Poultry Science**, Champaign, v. 71, p. 2014-2021, 1992.

ZHANG, W.; LEE, B.D.; LEE, S.K.; LEE, K.W.; AN, G.H.; SONG, K.B.; LEE, C.H. Effects of Yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) Cell Components on Growth Performance, Meat Quality, and Ileal Mucosa Development of Broiler Chicks. **Poultry Science**, Champaign, v. 84, p. 1015–1021, 2005.

YALÇIN, S.; ÖZKAN, S.; TÜRKMUT, L.; SIEGEL, P.B. Responses to heat stress in commercial and local broiler stocks. 1. Performance traits. **British Poultry Science**, London, v. 42, p. 149-152, 2001.

CAPÍTULO 4 - INFLUÊNCIA DO EXTRATO DE LEVEDURA (*Saccharomyces cerevisiae*) E PREBIÓTICO NA DIETA PRÉ-INICIAL DE FRANGOS DE CORTE CRIADOS EM DIFERENTES TEMPERATURAS SOBRE A MORFOMETRIA INTESTINAL E ULTRA-ESTRUTURA DA MUCOSA INTESTINAL

Resumo: O objetivo deste trabalho foi o de avaliar a influência do extrato de leveduras e prebiótico em dieta pré-inicial de frangos de corte criados em diferentes temperaturas sobre a morfometria intestinal e densidade de vilos aos 8, 21 e 42 dias de idade. Foram utilizados 1440 pintainhos Cobb-500[®] machos de um dia de idade, criados em diferentes câmaras climáticas. As rações acrescidas ou não com extrato de leveduras e/ou prebiótico foram oferecidas somente na fase pré-inicial (1-7 dias) e a partir do 8º dia de idade todas as aves receberam a mesma ração. As temperaturas médias na primeira semana foram TQ=34±1°C, TN=31±1°C e TF=27±2°C, sendo reajustadas de acordo com a idade das aves, mantendo-se porém as diferenças térmicas. Adotou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado em arranjo fatorial 3 x 2 x 2, sendo os fatores temperaturas de criação (quente, neutra e fria), níveis de extrato de levedura (com ou sem) e níveis de prebiótico (com ou sem). Para a morfometria intestinal, as variáveis estudadas foram altura de vilos e profundidade de cripta no duodeno, jejuno e íleo aos 8, 21 e 42 dias de idade. O cálculo de densidade de vilos também foi realizado nas mesmas regiões intestinais e nas mesmas idades. Os resultados obtidos demonstram que a inclusão de extrato de levedura e prebiótico na dieta pré-inicial dos frangos de corte influenciou a morfometria e a densidade dos vilos aos 21 e 42 dias de idade nas três regiões intestinais avaliadas, sendo o duodeno e o íleo as regiões que apresentaram melhor resposta aos 42 dias de idade nas temperaturas quente e fria e para o jejuno, na temperatura neutra aos 42 dias de idade. Observou-se também que a inclusão dos produtos nas temperaturas quente e fria produziu efeito benéfico sobre as vilosidades frente ao estresse ambiental.

Palavras-chave: densidade de vilos, temperatura ambiente, extrato de levedura, morfometria intestinal, prebiótico.

INFLUENCE OF THE YEAST EXTRACT (*SACCHAROMYCES CEREVISIAE*) AND PREBIOTIC IN STARTER DIET OF BROILER REARED IN DIFFERENT TEMPERATURES ON INTESTINAL MUCOSA STRUCTURE AND ULTRA STRUCTURE

Abstract: The objective of this work was to evaluate the influence of the yeast extract and prebiotic in started diet broiler reared in different temperatures about the intestinal mucosa structure and intestinal morfometria and ultra structure. 1440 one-day old male Cobb-500[®] were reared in different climatic chambers. The diets with or without yeast extract and/or prebiotic were provided only in starter phase (1 to 7 days), forward of 8 days all broiler were fed with same commercial diet and each diet was adjusted according the broiler age following the usual recommendations. The temperatures average in first week was hot temperature= $34\pm 1^{\circ}\text{C}$, neutral temperature= $31\pm 1^{\circ}\text{C}$ and cold temperature= $27\pm 2^{\circ}\text{C}$, readjust in agreement with the age of the birds, however keeping the environmental temperature. The experimental design was complete randomized in factorial arrangement $3 \times 2 \times 2$, the factors were temperatures (hot, neutral and cold), level of yeast extract (with or without) and prebiotic level (with or without). The variables measures for the intestinal mucosa structure were villus height and crypt depth in duodenum, jejunum and ileum to the 8, 21 and 42 days of age. The calculation of vilos density was also accomplished in the same intestinal areas and ages. The obtained results demonstrate that the inclusion of yeast extract and prebiotic in started diet of broiler influenced the intestinal mucosa structure and villus densities at 21 and 42 days of age in the three appraised intestinal areas, the duodenum and the ileum the areas that presented better answer to the 42 days of age in the hot and cold temperatures and to the jejunum, in the neutral temperature to the 42 days of age. It was also observed that the inclusion of the two products in the hot and cold temperatures produced beneficial effect on the villus front in environmental stress.

Keywords: intestinal mucosa structure, prebiotic, environmental temperature, villus density, yeast extract.

Introdução

Sabendo-se que o trato gastrointestinal é o primeiro local de entrada de qualquer substância administrada oralmente, principalmente os nutrientes contidos na ração, bem como seus contaminantes e, que o desenvolvimento do trato gastrointestinal durante a primeira semana de vida é essencial para que o frango de corte possa expressar seu alto potencial genético para ganho de peso, permitindo dessa forma a diminuição do tempo necessário para o abate (NITSAN, 1995), torna-se necessário o estudo da mucosa intestinal uma vez que o intestino possui importante função sobre o desempenho do frango de corte.

O desenvolvimento da mucosa intestinal consiste no aumento da altura e densidade dos vilos, o que corresponde ao aumento em número de suas células epiteliais tais como enterócitos, células caliciformes e enteroendócrinas. Esse processo decorre primariamente de dois eventos citológicos associados: renovação celular resultante das divisões mitóticas sofridas por células totipotentes (*stem cells*) localizadas na cripta e ao longo dos vilos (UNI *et al.*, 1998), e perda de células ou extrusão, que ocorre normalmente no ápice dos vilos.

Uma vez submetido a injúrias físicas, químicas ou biológicas, o organismo das aves responde rapidamente por um processo de descamação e reação inflamatória do tecido conjuntivo, bem como pelo aumento de peso do trato gastrointestinal em consequência do aumento da lâmina própria. A lesão tecidual leva à diminuição dos vilos, aumento do *turnover* celular e diminuição da atividade digestiva e absorptiva. Como consequência do tecido estar voltado para o processo de controle da inflamação e reepitelização da mucosa, ocorre um desvio de nutrientes para este fim, ao invés de utilizá-los para o crescimento e produção (VISEK, 1978).

Diferentes aditivos alimentares podem melhorar o desempenho animal, melhorando a eficiência energética do intestino (SPRING, 1996 e SAVAGE *et al.*, 1997). O extrato de leveduras, por ser rico em inositol, ácido glutâmico e nucleotídeos auxilia no processo de desenvolvimento e recuperação das vilosidades, contribuindo desta forma, para o aumento da digestão e absorção dos nutrientes e, conseqüente desenvolvimento dos animais.

Alguns prebióticos, como os mananoligossacarídeos, atuam como ligantes de alta afinidade, proporcionando um meio de aglutinação competitivo para determinados tipos de bactérias (UTIYAMA, 2004). Assim, sua ação aglutinante impossibilita a colonização de bactérias patogênicas e favorece o crescimento de bactérias lácticas, as quais contribuem para a redução do pH intestinal, impedindo dessa forma a proliferação de bactérias que são prejudiciais para a integridade intestinal. Isso feito, resultará em uma mucosa intestinal inteiramente apta às suas funções de secreção, digestão e absorção de nutrientes (IJI e TIVEY, 1998).

Dependendo da temperatura ambiente, haverá aumento ou redução na ingestão de alimento, como um mecanismo de defesa para aumentar ou reduzir a produção de calor. Como a ingestão de alimentos propicia as principais alterações da estrutura física do aparelho digestório e de suas secreções, indispensáveis para a digestão dos nutrientes, na fase pré-inicial (BARANYOVÁ, 1972 e BARANYOVÁ e HOLMSN, 1976), e como a ingestão também é influenciada pela temperatura ambiental, o objetivo deste trabalho foi o de avaliar a influência do extrato de leveduras e prebiótico em dieta pré-inicial de frangos de corte criados em diferentes temperaturas sobre a morfometria intestinal e densidade de vilos aos 8, 21 e 42 dias de idade.

Material e métodos

O experimento foi conduzido no aviário experimental do Departamento de Zootecnia da Universidade Estadual Paulista, campus Jaboticabal, com 1440 pintainhos de um dia de idade, machos, da linhagem Cobb-500[®]. As aves foram criadas em três câmaras climáticas, compostas de 16 boxes de 2,5 x 1,0 m cada uma. As câmaras eram revestidas com poliuretano e apresentavam sistema de aquecimento e refrigeração. As aves foram submetidas às temperaturas apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1. Temperaturas utilizadas na criação dos frangos de corte \pm desvio padrão da média.

Idade das aves (dias)	Temperatura ambiente (T°C)		
	Quente	Neutra	Fria
1 a 3 dias	35 \pm 1	32 \pm 2	28 \pm 3
4 a 7 dias	34 \pm 1	31 \pm 1	26 \pm 2
8 a 14 dias	32 \pm 3	28 \pm 2	22 \pm 2
15 a 21 dias	31 \pm 3	26 \pm 2	20 \pm 3
22 a 42 dias	30 \pm 3	23 \pm 2	19,5 \pm 2

As rações acrescidas ou não com extrato de leveduras e/ou prebiótico foram oferecidas somente na fase pré- inicial (1-7 dias), sendo que a partir do 8º dia todas as aves, de cada tratamento, receberam a mesma ração, sendo reajustadas de acordo com cada fase de criação (1 a 7; 8 a 21 e 22 a 42 dias), atendendo as recomendações de ROSTAGNO *et al.* (2000). Os níveis de extrato de levedura e de prebiótico utilizados seguiram as recomendações da empresa que forneceu os produtos. As rações foram:

R1 – Ração basal sem extrato de levedura e sem prebiótico;

R2 – Ração com 2,0% de extrato de leveduras e sem prebiótico,

T3 – Ração sem extrato de levedura e com 0,15% de prebiótico,

R4 – Ração com 2,0% de extrato de levedura e com 0,15% de prebiótico.

Adotou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado em arranjo fatorial 3 x 2 x 2, sendo os fatores temperaturas de criação (quente, neutra e fria), níveis de extrato de levedura³ (com ou sem) e níveis de prebiótico⁴ (com ou sem), sendo utilizadas 4 repetições com 30 aves/tratamento/câmara, totalizando assim 1440 aves.

Microscopia de luz

Para análise dos parâmetros morfométricos intestinais, duas aves de cada repetição foram sacrificadas aos 8, 21 e 42 dias de idade, após jejum de 12 horas para que tivessem o trato gastrintestinal vazio. De cada ave foram extraídas amostras da

³ NuPro®. Alltech do Brasil agroindustrial Ltda. Araucária, PR.

⁴ Bio-Mos®. Alltech do Brasil agroindustrial Ltda. Araucária, PR.

região medial, com aproximadamente 2 cm de comprimento, de cada uma das regiões do intestino delgado: duodeno; jejuno e íleo, sendo abertos longitudinalmente, estirpados e fixados imediatamente em solução de *Bouin* por 24 horas. Em seguida foram lavadas em álcool 70% para retirada do fixador e posteriormente foram desidratadas em série crescente de álcoois, diafanizadas em xilol e incluídas em parafina. Foram feitos cortes histológicos semi-seriados, de 5µm de espessura que foram corados com hematoxilina e eosina, segundo metodologia de BEHMER *et al.* (1976) e as lâminas montadas com Bálsamo do Canadá. As análises morfométricas em microscopia de luz da mucosa intestinal foram feitas pelo programa *Image J*[®] (RASBAND, 2004). As variáveis estudadas foram altura de vilos e profundidade de cripta, sendo realizadas 64 leituras/região intestinal/variável.

Microscopia eletrônica

Para o estudo da microscopia eletrônica de varredura, amostras intestinais de uma das aves utilizadas para coleta da microscopia de luz, em cada repetição foram colhidas aos 8, 21 e 42 dias de idade. Fragmentos de aproximadamente 2 cm de cada segmento tiveram seu conteúdo intestinal removido com tampão fosfato 0,01M e pH 7,4. As amostras foram fixadas em glutaraldeído 2,5% em tampão fosfato, por 24 horas a 4°C. Após fixação, os fragmentos foram lavados novamente com o mesmo tampão e, pós-fixados com tetróxido de ósmio 1% em tampão fosfato por 2 horas. As amostras foram lavadas novamente na mesma solução tampão e desidratadas em série crescente de etanol (30, 50, 70, 80, 90 e 100%). Após obtenção do ponto crítico de secagem, utilizando CO₂, os fragmentos foram metalizados em ouro e fotografados em microscópio eletrônico de varredura (modelo JEOL JSM 25SI[®]). O número médio de vilos/área/ave foi obtido a partir da contagem do número de vilos em 3 eletronicografias/segmento/ave, sendo cada área equivalente a 117.673 µm².

Antes de realizar as análises estatísticas, a presença de dados discrepantes (*outliers*) foi verificada e as pressuposições de normalidade dos erros estudatizados (teste de Cramer-von-Misses) e de homogeneidade de variâncias (teste de Brown e Forsythe). Quando as pressuposições foram violadas, as análises foram realizadas nos

valores transformados e foram apresentadas as médias dos valores não transformados. A variável da primeira coleta que precisou de transformação ($y^{0,75}$) foi temperatura e prebiótico para profundidade de cripta no jejuno. As análises de variância foram realizadas utilizando o procedimento GLM do programa SAS® (SAS Institute, 2002), e em caso de diferença significativa as médias foram comparadas pelo teste de Tukey (5%).

Resultados

Microscopia de luz

Apenas a interação entre temperatura de criação e prebiótico para profundidade de cripta no jejuno não foi significativa (Tabela 2). Todos os desdobramentos estão apresentados nas Figuras 1 a 3 e Apêndices 1 a 3.

Tabela 2. Características de altura de vilos (AV) (μm) e profundidade de cripta (PC) (μm) de frangos de corte, alimentados com dietas suplementadas ou não com extrato de levedura e prebiótico, criados em diferentes temperaturas aos 8 dias de idade.

Fatores	Duodeno		Jejuno		Íleo	
Temperatura (T)	AV	PC	AV	PC	AV	PC
Quente	1.341a	131 b	720 b	135 b	581 a	113 a
Neutra	1.305 b	136 b	681 c	117 c	579 a	110 b
Fria	1.289 b	149 a	755 a	166 a	534 b	109 b
Prebiótico (P)						
Com	1.270 b	137	720	143	558 b	111
Sem	1.361 a	140	718	136	572 a	110
Extrato de Levedura (EL)						
Com	1.287 b	125 b	767 a	155 a	575 a	110
Sem	1.343 a	152 a	671 b	124 b	554 b	111
			<i>Probabilidades</i>			
T	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,0082
P	<0,0001	NS	NS	NS	0,0267	NS
EL	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,0007	NS
P X EL	<0,0001	<0,0001	0,0003	0,0138	0,0015	0,0021
EL X T	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
T X P	<0,0001	0,0029	<0,0001	NS	0,0002	<0,0001
T X P X EL	<0,0001	<0,0001	<0,0001	NS	<0,0001	0,0287
CV (%)	11,46	33,63	27,20	41,59	15,21	31,38

Na mesma coluna, médias seguidas de letras iguais não diferem entre si pelo teste Tukey (5%). CV%= coeficiente de variação; NS=não significativo.

Os desdobramentos das interações ocorridas para altura de vilos e profundidade de cripta no duodeno estão apresentados na Figura 1.

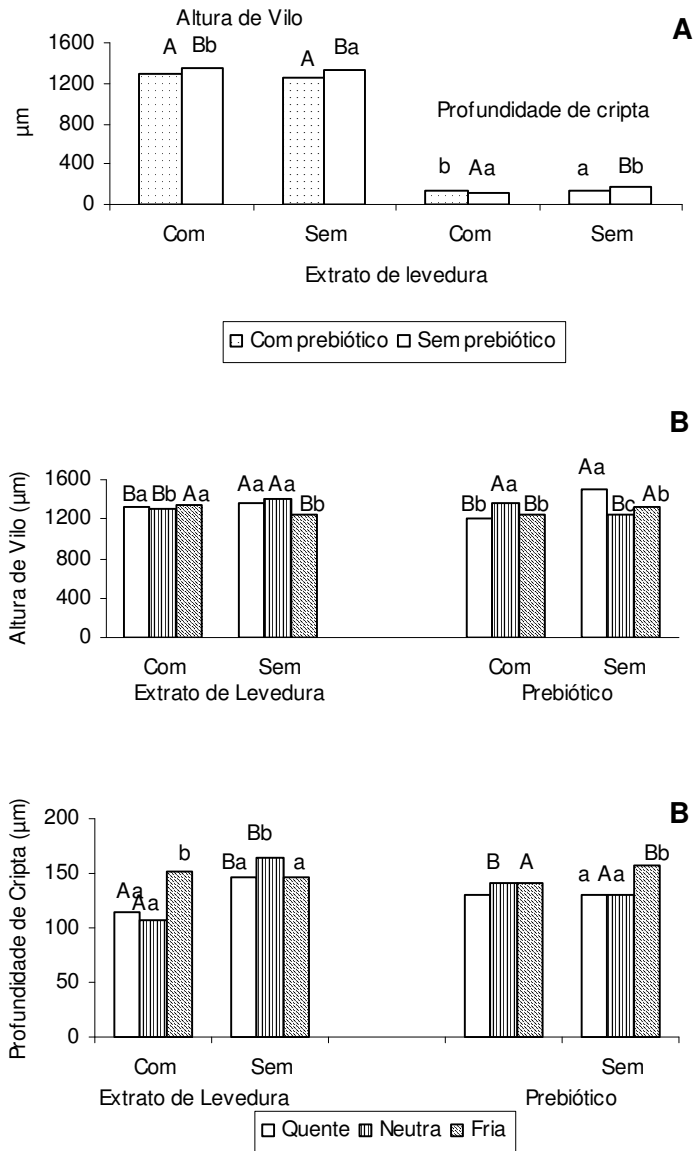


Figura 1. Desdobramento das interações para médias de altura de vilos e profundidade de cripta (µm) no duodeno aos 8 dias de idade.

A- Letras maiúsculas indicam efeito do prebiótico em cada nível de extrato de levedura e letras minúsculas indicam efeito do nível de extrato de levedura em cada nível de prebiótico extrato de levedura;

B- Letras maiúsculas indicam efeito do nível de prebiótico ou extrato de levedura em cada temperatura e letras minúsculas indicam efeito da temperatura ambiente em cada nível de prebiótico ou extrato de levedura.

Extrato de levedura x Prebiótico

No estudo dentro de prebiótico observou-se que a inclusão ou não deste aditivo juntamente com a inclusão de extrato de levedura proporcionou maior altura do vilos e, a ausência de prebiótico e a inclusão de extrato de levedura resultaram em menor profundidade de cripta no duodeno. aos 8 dias de idade.

Temperatura x Extrato de levedura

Houve diferenças significativas dentro das diferentes temperaturas de criação onde apenas na temperatura fria a suplementação de extrato de levedura resultou em maior altura dos vilos. Também houve diferenças significativas dentro de extrato de levedura, onde a suplementação do aditivo proporcionou maior altura de vilos nas temperaturas quente e fria.

Com relação à profundidade de cripta, o estudo dentro das diferentes temperaturas mostrou que a inclusão de extrato de levedura nas temperaturas quente e neutra proporcionou menor profundidade de criptas. Não houve efeito significativo dentro da temperatura fria. Já o estudo dentro de extrato de levedura mostrou que houve menor profundidade de cripta na temperatura quente e neutra. Já quando da ausência de extrato de levedura na ração houve maior profundidade de cripta na temperatura neutra.

Os desdobramentos das interações ocorridas para altura de vilos e profundidade de cripta no jejuno estão apresentados na Figura 2.

Extrato de levedura x Prebiótico

Dentro de prebiótico, a inclusão ou não deste aditivo proporcionou maior altura de vilos quando houve inclusão de extrato de leveduras. Dentro de extrato de levedura, observou-se que houve maior altura de vilos somente quando este aditivo foi associado ao prebiótico, uma vez que o uso isolado de apenas um destes dois produtos não proporcionou aumento na altura dos vilos.

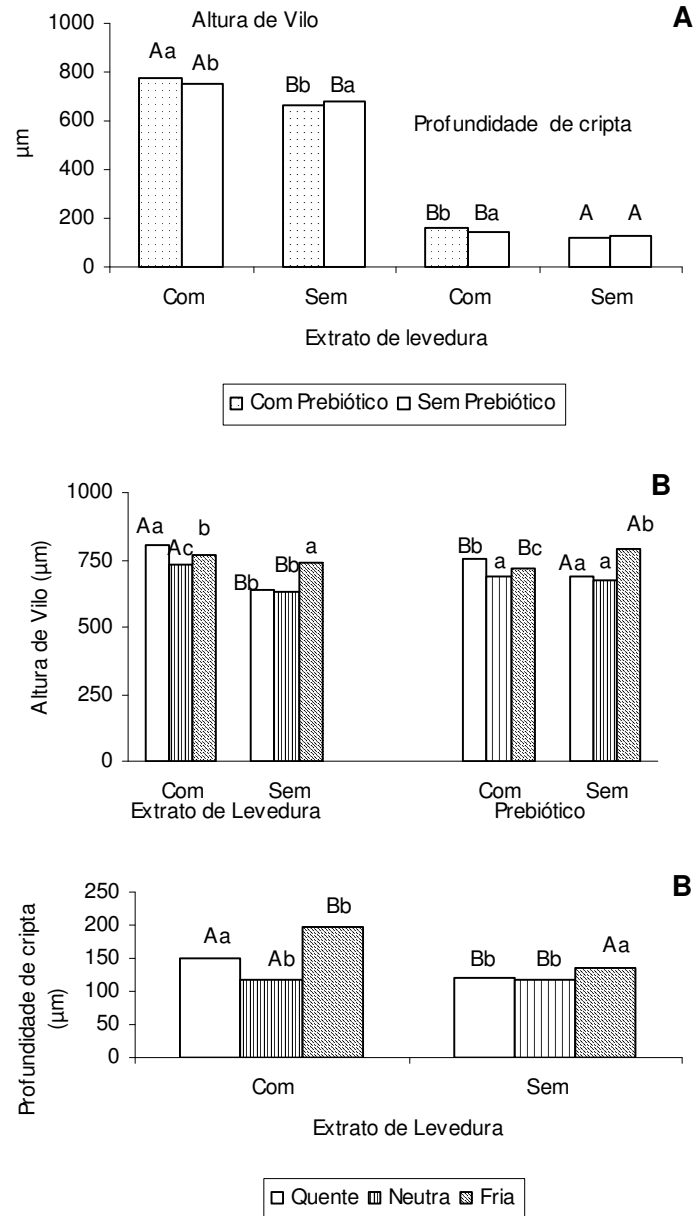


Figura 2. Desdobramento das interações para médias de altura de vilos e profundidade de cripta (µm) no jejuno aos 8 dias de idade.

A- Letras maiúsculas indicam efeito do prebiótico em cada nível de extrato de levedura e letras minúsculas indicam efeito do nível de extrato de levedura em cada nível de prebiótico extrato de levedura;

B- Letras maiúsculas indicam efeito do nível de prebiótico ou extrato de levedura em cada temperatura e letras minúsculas indicam efeito da temperatura ambiente em cada nível de prebiótico ou extrato de levedura.

Com relação à profundidade de cripta, observou-se que dentro de prebiótico, a ausência ou presença deste produto proporcionou menor profundidade de cripta apenas na ausência de extrato de leveduras. Dentro de extrato de leveduras, apenas houve efeito significativo quando da inclusão deste aditivo, resultando em menor profundidade de cripta quando utilizado isoladamente.

Temperatura x Extrato de levedura

Dentro de temperatura, houve efeito dentro da quente e neutra sendo que a inclusão de extrato de levedura proporcionou maior altura de vilos. Dentro de extrato de leveduras, observou-se que a inclusão gerou maior altura na temperatura quente seguida, pela fria e menor na neutra. A não inclusão proporcionou maior altura de vilos na temperatura fria e menor nas temperaturas quente e neutra.

Com relação à profundidade de cripta, observou-se que dentro de temperatura houve efeito significativo dentro das temperaturas quente e fria, sendo que a presença de extrato proporcionou maior profundidade de cripta nestas temperaturas. Dentro de extrato de leveduras, observou-se que a inclusão proporcionou menor profundidade na temperatura neutra, seguida pela quente e fria. Já a não inclusão proporcionou maior profundidade na temperatura fria, e menor na quente e neutra.

Temperatura x Prebiótico

Dentro de temperatura houve efeito significativo dentro das temperaturas quente e neutra com a inclusão de prebiótico proporcionando maior altura de vilos e na temperatura fria inclusão de prebiótico gerou maior altura. Dentro de prebiótico, a inclusão proporcionou maior altura na temperatura quente e menor nas temperaturas neutra e fria. Já a não inclusão proporcionou maior altura de vilos na temperatura fria e menor nas temperaturas quente e neutra.

Os desdobramentos das interações ocorridas para altura de vilos e profundidade de cripta no íleo estão apresentados na Figura 3.

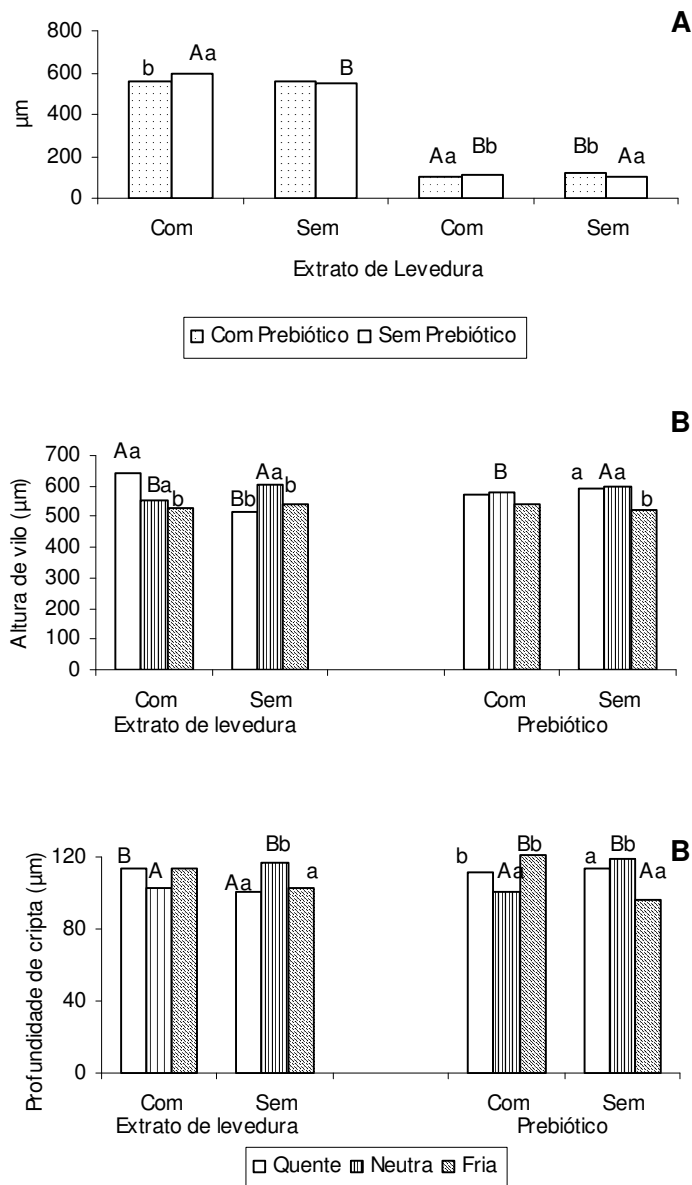


Figura 3. Desdobramento das interações para médias de altura de vilos e profundidade de cripta (μm) no íleo aos 8 dias de idade.

A- Letras maiúsculas indicam efeito do prebiótico em cada nível de extrato de levedura e letras minúsculas indicam efeito do nível de extrato de levedura em cada nível de prebiótico extrato de levedura;

B- Letras maiúsculas indicam efeito do nível de prebiótico ou extrato de levedura em cada temperatura e letras minúsculas indicam efeito da temperatura ambiente em cada nível de prebiótico ou extrato de levedura.

Prebiótico x Extrato de levedura

Dentro de prebiótico, apenas houve efeito significativo quando da não inclusão deste produto e presença de extrato de leveduras proporcionando maior altura de vilos no íleo.

Com relação à profundidade de cripta, observou-se que a ação isolada do extrato de leveduras e do prebiótico provocou maior profundidade de cripta e na associação dos dois aditivos houve redução na profundidade de cripta.

Temperatura x Extrato de levedura

Dentro das temperaturas, houve efeito significativo dentro da temperatura quente e neutra sendo que a inclusão de extrato proporcionou maior altura de vilos na temperatura quente e menor na neutra. Dentro de extrato de leveduras, a inclusão proporcionou maior altura na temperatura quente e neutra e a não inclusão proporcionou menor altura de vilos nestas temperaturas.

Com relação à profundidade de cripta, observou-se efeito significativo dentro de temperatura quente onde a inclusão de extrato de levedura gerou maior profundidade de cripta e na temperatura neutra gerou menor profundidade de cripta. Dentro de extrato de leveduras, apenas houve efeito significativo quando da não inclusão deste aditivo, proporcionando maior profundidade de cripta na temperatura neutra.

Temperatura x Prebiótico

Dentro de temperatura observou-se efeito significativo na temperatura neutra, onde a não inclusão de prebiótico resultando em maior altura de vilos ($p < 0,05$). Dentro de prebiótico, a não inclusão proporcionou menor altura de vilos na temperatura fria e maior nas temperaturas quente e neutra.

Para a variável profundidade de cripta, houve efeito significativo na temperatura neutra onde a inclusão de prebiótico gerou menor profundidade de cripta. Já na temperatura fria, houve menor profundidade de criptas quando da não inclusão de prebiótico. Dentro de prebiótico, a inclusão proporcionou menor profundidade de cripta na temperatura neutra e, a não inclusão, nas temperaturas quente e fria.

Os resultados para morfometria dos vilos aos 21 dias de idade estão apresentados na Tabela 3. A interação entre extrato de levedura e prebiótico e entre extrato de levedura e temperatura para profundidade de cripta no íleo não foram significativas. Todos os desdobramentos estão apresentados nas Figuras 4 a 6 e Apêndices 4 a 6.

Tabela 3. Características de altura de vilos (AV) (μm) e profundidade de cripta (PC) (μm) de frangos de corte alimentados com dietas suplementadas ou não com extrato de levedura e prebiótico, criados em diferentes temperaturas aos 21 dias de idade .

Fatores	Duodeno		Jejuno		Íleo	
	AV	PC	AV	PC	AV	PC
Temperatura (T)						
Quente	1527 c	164 b	1008 b	130 b	701 c	133 b
Neutra	1752 a	180 a	1201 a	166 a	788 a	144 a
Fria	1692 b	152 b	1018 b	138 b	734 b	120 c
Prebiótico (P)						
Com	1686 a	169	1069	137 b	729 b	123 b
Sem	1636 b	161	1083	153 a	754 a	141 a
Extrato de levedura (EL)						
Com	1658	163	1086 a	141 b	756 a	138 a
Sem	1663	168	1066 b	149 a	726 b	125 b
	<i>Probabilidades</i>					
T	0,0006	NS	NS	<0,0001	0,0005	<0,0001
P	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
EL	NS	NS	0,0367	0,0481	0,0002	0,0001
P X EL	0,0334	<0,0001	<0,0001	0,0063	<0,0001	NS
EL X T	0,0048	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,0045	NS
T X P	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,0422	0,0002
T X P X EL	NS	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
CV (%)	12,95	37,56	12,47	35,08	13,70	33,70

Na mesma coluna, médias seguidas de letras iguais não diferem entre si pelo teste Tukey (5%).

CV%= coeficiente de variação

NS= não significativo.

Os desdobramentos das interações ocorridas para altura de vilos e profundidade de cripta no duodeno estão apresentados na Figura 4.

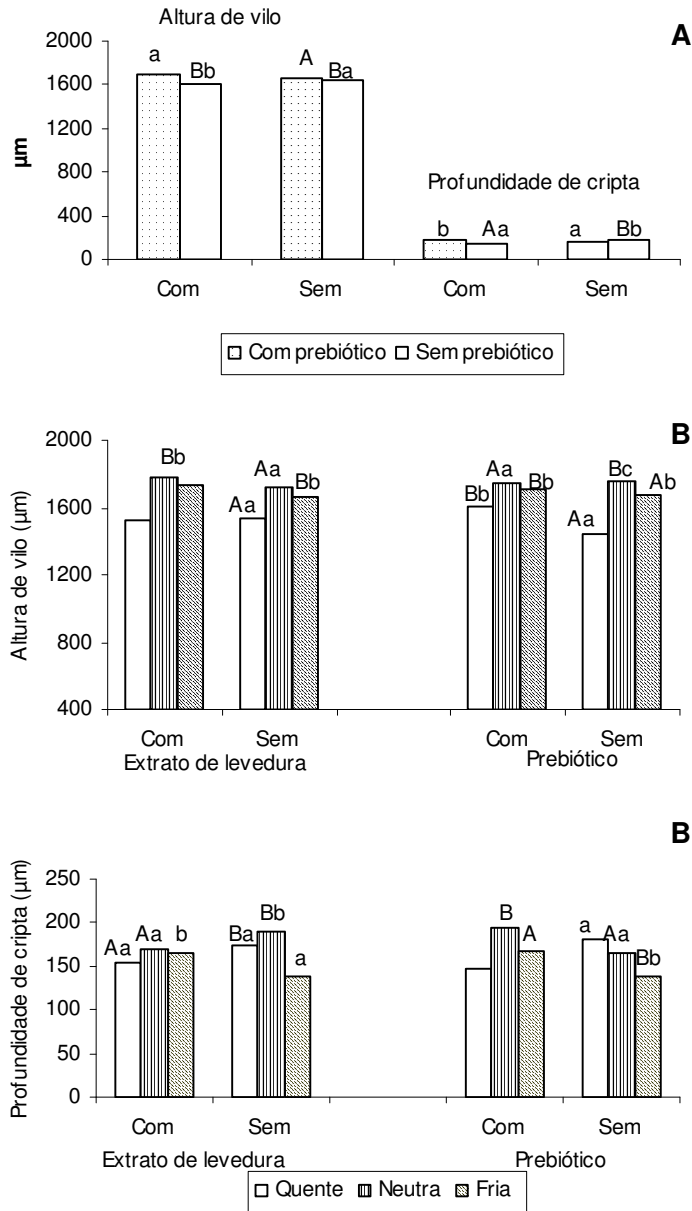


Figura 4. Desdobramento das interações para médias de altura de vilos e profundidade de cripta (µm) no duodeno aos 21 dias de idade.

A- Letras maiúsculas indicam efeito do prebiótico em cada nível de extrato de levedura e letras minúsculas indicam efeito do nível de extrato de levedura em cada nível de prebiótico extrato de levedura;

B- Letras maiúsculas indicam efeito do nível de prebiótico ou extrato de levedura em cada temperatura e letras minúsculas indicam efeito da temperatura ambiente em cada nível de prebiótico ou extrato de levedura.

Prebiótico x Extrato de levedura

Não houve efeito significativo dentro de prebiótico. O estudo dentro de extrato de leveduras mostrou que apenas houve efeito significativo quando da inclusão deste aditivo e adição de prebiótico, resultando em maior altura no vilos.

Para a variável profundidade de cripta observou-se que a associação entre extrato de levedura e prebiótico e que a não inclusão dos dois aditivos proporcionou maior profundidade de cripta no duodeno aos 21 dias de idade.

Temperatura x Extrato de Levedura

O estudo dentro das temperaturas mostrou que houve maior altura de vilos nas temperaturas fria e neutra quando da inclusão de extrato de leveduras. Dentro de extrato de levedura, a inclusão deste aditivo proporcionou maior altura de vilos nas temperaturas neutra e fria. Já a não inclusão proporcionou maior altura de vilos na temperatura neutra, seguida pela fria e quente.

Com relação à profundidade de cripta, houve diferença significativa dentro da temperatura quente e neutra com a inclusão de extrato de leveduras resultando em menor profundidade de cripta. Contudo, na temperatura fria a não inclusão proporcionou menor profundidade de cripta. Dentro de extrato de leveduras, apenas houve efeito quando da não inclusão deste aditivo, resultando em maior profundidade de cripta nas temperaturas quente e neutra.

Temperatura x Prebiótico

Estudando as diferentes temperaturas observou-se que apenas na temperatura quente a inclusão proporcionou maior altura de vilos. Dentro de prebiótico, a inclusão na fase pré-inicial gerou maior altura de vilos nas temperaturas neutra e fria e menor na temperatura quente. Já a não inclusão do produto resultou em maior altura de vilos na temperatura neutra, seguida pela fria e quente.

Houve diferença significativa dentro das temperaturas estudadas, sendo que na temperatura quente a inclusão de prebiótico gerou menor profundidade de cripta e nas temperaturas neutra e fria a não inclusão de prebiótico reduziu a profundidade de cripta. Dentro da inclusão de prebiótico houve redução da profundidade de cripta nas temperaturas quente e fria e a ausência gerou menor profundidade na temperatura fria.

Os desdobramentos das interações ocorridas para altura de vilos e profundidade de cripta no jejuno estão apresentados na Figura 5.

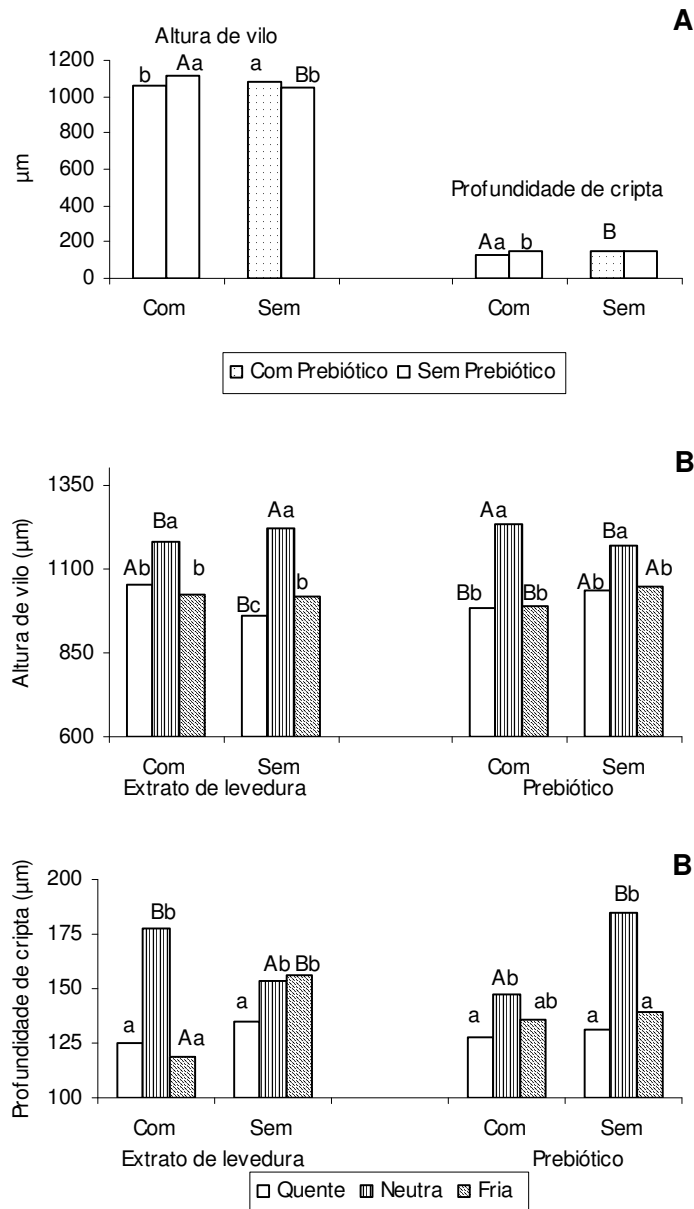


Figura 5. Desdobramento das interações para médias de altura de vilos e profundidade de cripta (µm) no jejuno aos 21 dias de idade.

A- Letras maiúsculas indicam efeito do prebiótico em cada nível de extrato de levedura e letras minúsculas indicam efeito do nível de extrato de levedura em cada nível de prebiótico extrato de levedura;

B- Letras maiúsculas indicam efeito do nível de prebiótico ou extrato de levedura em cada temperatura e letras minúsculas indicam efeito da temperatura ambiente em cada nível de prebiótico ou extrato de levedura.

Prebiótico x Extrato de Levedura

Houve maior altura dos vilos quando da inclusão de apenas um dos produtos analisados. Dentro de prebiótico e extrato de levedura, observou-se que a associação dos produtos reduziu a profundidade de cripta.

Temperatura x Extrato de Levedura

Dentro de temperatura, houve efeito dentro das temperaturas quente e neutra, onde a inclusão de extrato de levedura proporcionou maior altura de vilos na temperatura quente e menor na neutra. Dentro de extrato de leveduras, observou-se que a inclusão gerou maior altura na temperatura neutra e menor nas temperaturas quente e fria. Já a não inclusão proporcionou maior altura de vilos na temperatura neutra, seguida da fria e quente.

Com relação à profundidade de cripta, observou-se que houve efeito significativo dentro da temperatura neutra onde a presença de extrato proporcionou maior profundidade de cripta e a inclusão proporcionou menor altura na temperatura fria. Dentro de extrato de leveduras, observou-se que a inclusão proporcionou maior profundidade nas temperaturas quente e fria e, que a não inclusão proporcionou maior profundidade nas temperaturas neutra e fria e menor profundidade nas temperaturas quente.

Temperatura x Prebiótico

Dentro de temperatura houve maior altura de vilos na temperatura neutra com a inclusão e, nas temperaturas quente e fria com a não inclusão de prebiótico. Dentro de prebiótico, a inclusão ou não proporcionou maior altura na temperatura neutra.

Dentro de temperatura houve efeito significativo apenas na temperatura neutra, onde a inclusão de prebiótico proporcionou menor profundidade de cripta. Dentro de prebiótico, observou-se que a inclusão proporcionou menor profundidade na temperatura quente e maior na temperatura fria, e a profundidade na temperatura neutra não diferiu daquela encontrada nas temperaturas quente e neutra. Já a não inclusão proporcionou menor profundidade nas temperaturas quente e fria.

Os desdobramentos das interações ocorridas para altura de vilos e profundidade de cripta no íleo estão apresentados na Figura 6.

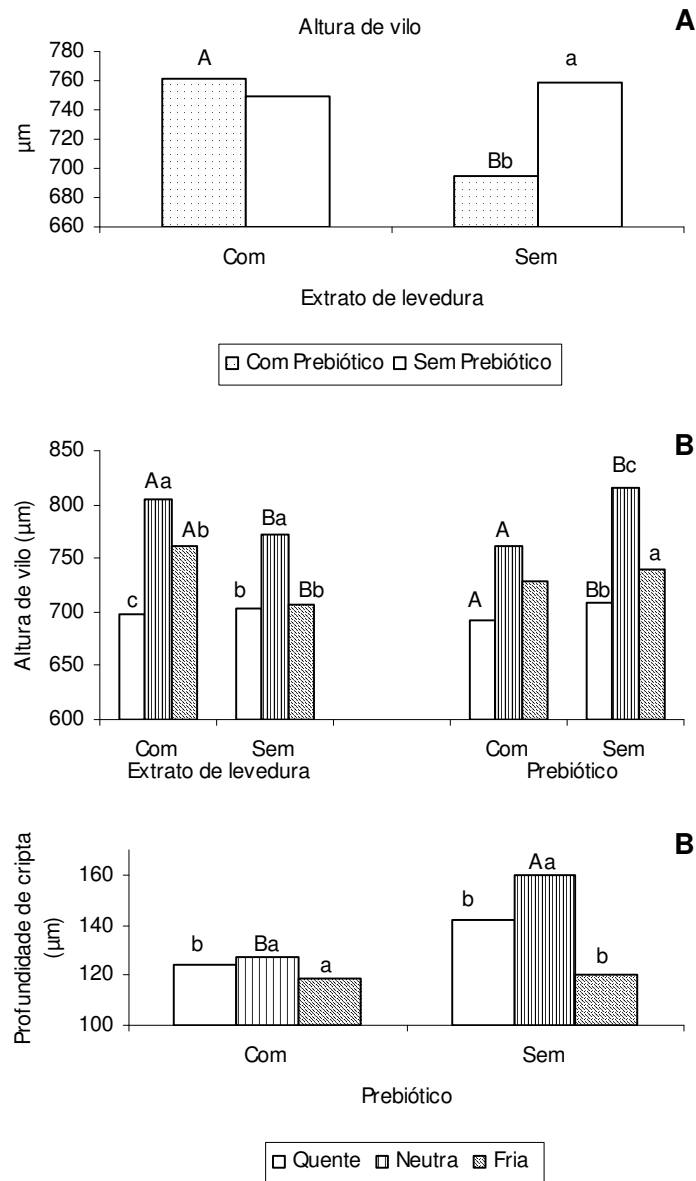


Figura 6. Desdobramento das interações para médias de altura de vilos e profundidade de cripta (μm) no íleo aos 21 dias de idade.

A- Letras maiúsculas indicam efeito do prebiótico em cada nível de extrato de levedura e letras minúsculas indicam efeito do nível de extrato de levedura em cada nível de prebiótico extrato de levedura;

B- Letras maiúsculas indicam efeito do nível de prebiótico ou extrato de levedura em cada temperatura e letras minúsculas indicam efeito da temperatura ambiente em cada nível de prebiótico ou extrato de levedura.

Prebiótico x Extrato de levedura

A ação isolada dos aditivos gerou menor altura de vilos no íleo aos 21 dias de idade.

Temperatura x Extrato de levedura

Dentro das diferentes temperaturas houve efeito significativo nas temperaturas neutra e fria onde a inclusão de extrato de leveduras resultou em maior altura de vilos. Dentro de extrato de levedura, a inclusão do produto resultou em maior altura de vilos na temperatura neutra, seguida pela fria e quente. Quando não houve inclusão do produto à ração, houve maior altura na temperatura neutra, quente e fria, sendo que as duas últimas não diferiram estatisticamente entre si.

Temperatura x Prebiótico

Dentro de temperatura observou-se efeito significativo apenas na temperatura neutra em que a não inclusão de prebiótico resultou em maior altura de vilos. Dentro de prebiótico, a não inclusão proporcionou menor altura de vilos nas temperaturas fria e quente e, a inclusão resultou em maior altura de íleo nas temperaturas neutra e fria.

Dentro de temperatura, houve efeito significativo dentro das temperaturas quente e neutra, sendo que a inclusão de prebiótico resultou em menor profundidade de cripta. Dentro de prebiótico, a não inclusão proporcionou menor profundidade na temperatura fria, seguida pela quente e neutra.

Os resultados da morfometria dos vilos aos 42 dias de idade estão apresentados na Tabela 4. Apenas as interações entre temperatura de criação e extrato de levedura para profundidade de cripta no duodeno, e entre prebiótico e extrato de levedura para a para profundidade de cripta no jejuno e íleo não foram significativas. Todos os desdobramentos estão apresentados nas Figuras 7 a 9 e Apêndices 7 a 9.

Tabela 4. Características de altura de vilos (AV) (μm) e profundidade de cripta (PC) (μm) de frangos de corte, alimentados com dietas suplementadas ou não com extrato de levedura e prebiótico e criados em diferentes temperaturas aos 42 dias de idade.

Fatores	Duodeno		Jejuno		Íleo	
Temperatura (T)	AV	PC	AV	PC	AV	PC
Quente	1661 b	134 b	1192 c	106 b	879 a	114 b
Neutra	1614 c	101 c	1285 a	106 b	818 b	93 c
Fria	1719 a	179 a	1245 b	127 a	759 c	126 a
Prebiótico (P)						
Com	1758 a	134	1297 a	124 a	814	109
Sem	1573 b	142	1183 b	102 b	824	113
Extrato de levedura (EL)						
Com	1699 a	156 a	1222 b	116 a	812	112
Sem	1631 b	120 b	1258 a	110 b	827	110
	<i>Probabilidades</i>					
T	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
P	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	NS	NS
EL	<0,0001	NS	0,0007	0,0484	NS	NS
P X EL	<0,0001	0,0002	<0,0001	NS	<0,0001	NS
EL X T	<0,0001	NS	<0,0001	<0,0001	0,0037	0,0035
T X P	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
T X P X EL	<0,0001	0,0242	<0,0001	0,0004	<0,0001	<0,0001
CV (%)	10,62	42,70	10,64	36,78	11,66	34,42

Na mesma coluna, médias seguidas de letras distintas são estatisticamente diferentes pelo teste de Tukey ($p < 0,005$); CV%= coeficiente de variação. NS= não significativo

Os desdobramentos das interações ocorridas para altura de vilos e profundidade de cripta no duodeno estão apresentados na Figura 7.

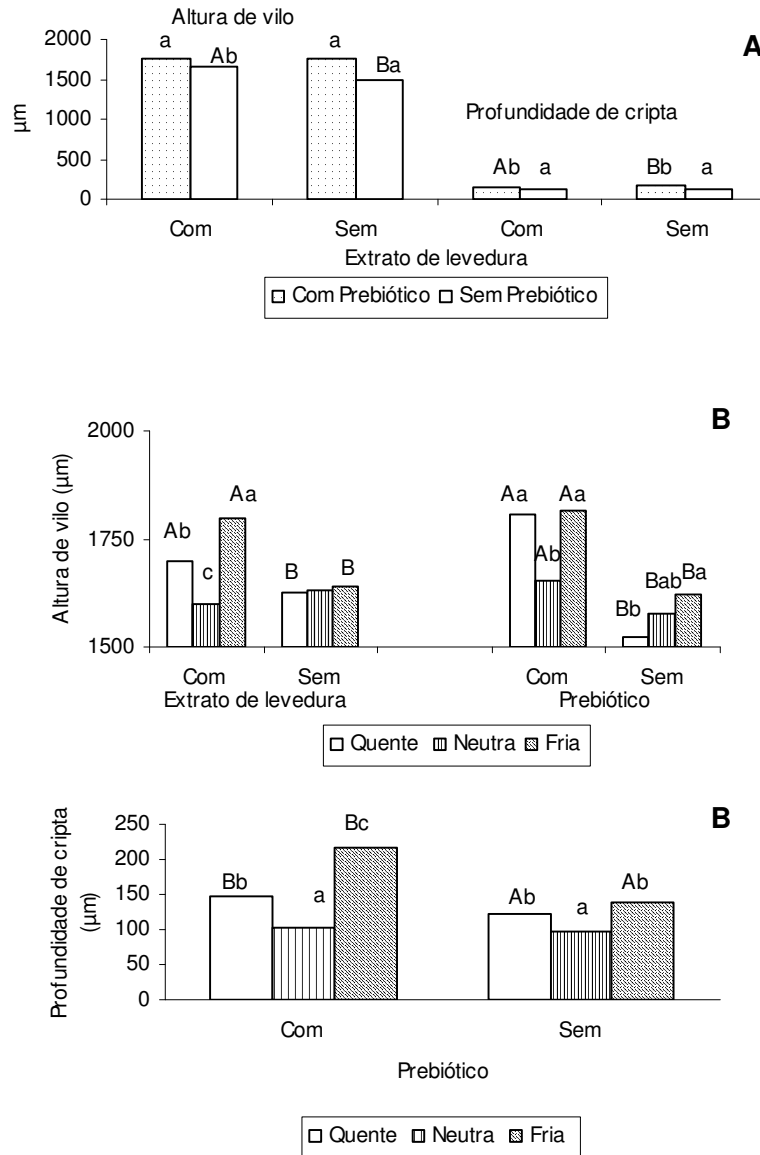


Figura 7. Desdobramento das interações para médias de altura de vilos e profundidade de cripta (µm) no duodeno aos 42 dias de idade.

A- Letras maiúsculas indicam efeito do prebiótico em cada nível de extrato de levedura e letras minúsculas indicam efeito do nível de extrato de levedura em cada nível de prebiótico extrato de levedura;

B- Letras maiúsculas indicam efeito do nível de prebiótico ou extrato de levedura em cada temperatura e letras minúsculas indicam efeito da temperatura ambiente em cada nível de prebiótico ou extrato de levedura.

Prebiótico x Extrato de levedura

No estudo dentro de prebiótico observou-se que a ausência de prebiótico e inclusão de extrato de leveduras na fase pré-inicial proporcionou maior altura de vilos. Dentro de extrato de leveduras, a inclusão dos dois aditivos ou apenas a inclusão de prebiótico produziu efeito trófico sobre as vilosidades, proporcionando maior altura de vilos no duodeno aos 42 dias de idade.

Com relação à profundidade de cripta, houve efeito significativo dentro de prebiótico quando da inclusão prebiótico e extrato de levedura, resultando em menor profundidade de cripta. Dentro de extrato de levedura, a não inclusão de prebiótico resultou em menor profundidade de cripta quando da inclusão ou não de extrato de levedura.

Temperatura x Extrato de levedura

Houve efeito significativo dentro das temperaturas quente e fria onde a inclusão de prebiótico proporcionou maior altura de vilos aos 42 dias de idade. Dentro de extrato de leveduras, a inclusão proporcionou maior altura de vilos na temperatura fria, seguida pela quente e neutra.

Temperatura x Prebiótico

Observou-se que houve efeito significativo dentro de todas as temperaturas quando houve a inclusão de prebiótico proporcionando maior altura de vilos. Dentro de prebiótico, a inclusão proporcionou maior altura de vilos nas temperaturas quente e fria e menor altura de vilos na temperatura neutra. A não inclusão proporcionou maior altura de vilos na temperatura fria e menor na temperatura quente e neutra.

Com relação à profundidade de cripta, houve efeito significativo dentro das temperaturas quente e fria quando da inclusão de prebiótico resultando em maior profundidade de cripta. Não houve efeito significativo dentro da temperatura neutra. Dentro de prebiótico, a inclusão produziu maior profundidade de cripta na temperatura fria, seguida da quente e neutra. Já a não inclusão gerou maior profundidade de cripta nas temperaturas quente e fria e menor na neutra.

Os desdobramentos das interações ocorridas para altura de vilos e profundidade de cripta no jejuno estão apresentados na Figura 8.

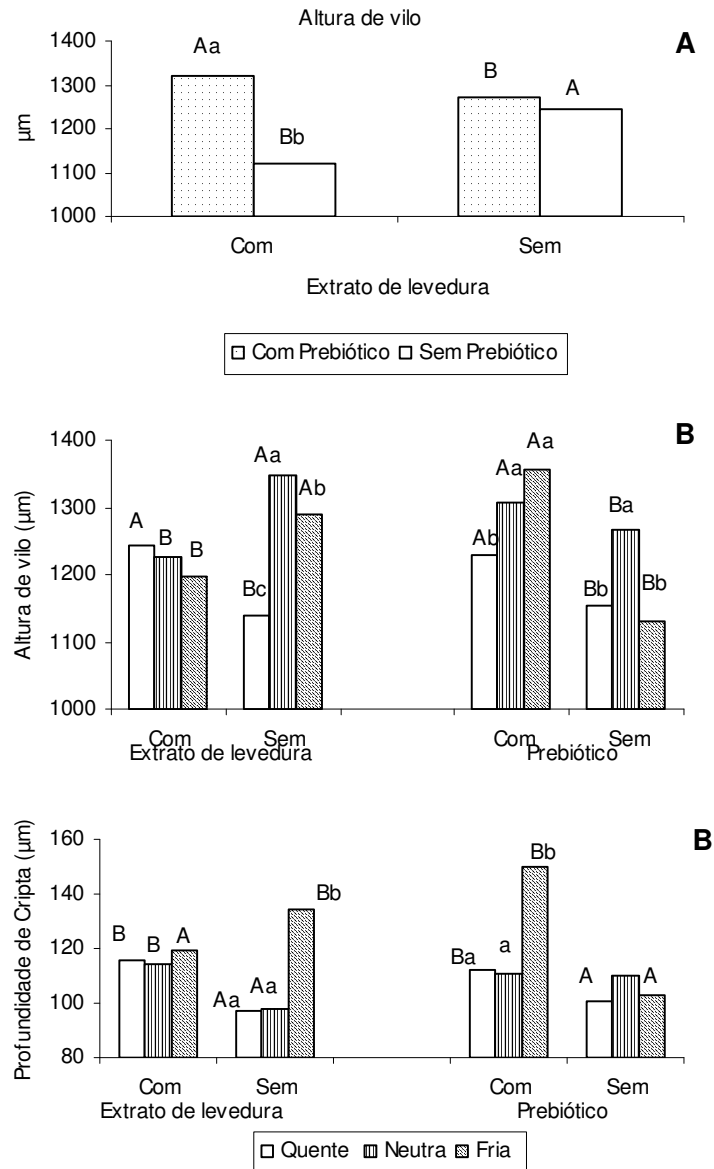


Figura 8. Desdobramento das interações para médias de altura de vilos e profundidade de cripta (µm) no jejuno aos 42 dias de idade.

A- Letras maiúsculas indicam efeito do prebiótico em cada nível de extrato de levedura e letras minúsculas indicam efeito do nível de extrato de levedura em cada nível de prebiótico extrato de levedura; B- Letras maiúsculas indicam efeito do nível de prebiótico ou extrato de levedura em cada temperatura e letras minúsculas indicam efeito da temperatura ambiente em cada nível de prebiótico ou extrato de levedura.

Prebiótico x Extrato de levedura

Na interação extrato de levedura e prebiótico, houve efeito significativo dentro de prebiótico e extrato de levedura quando da inclusão quando da associação dos dois aditivos proporcionando maior altura de vilos. A não inclusão dos dois aditivos produziu maior altura de vilos no jejuno aos 42 dias de idade.

Temperatura x Extrato de levedura

O desdobramento entre extrato de levedura e temperatura revelou que houve efeito significativo dentro da temperatura quente onde a inclusão de extrato de levedura gerou maior altura de vilos. Já nas temperaturas neutra e fria a inclusão gerou menor altura de vilos. Dentro de extrato de levedura, a não inclusão gerou maior altura de vilos na temperatura neutra, seguida pela fria e quente.

Desdobrando a interação extrato de levedura e temperatura para profundidade de cripta no jejuno, observou-se que houve efeito significativo dentro de temperatura quando da não inclusão de extrato de levedura resultando em menor profundidade de cripta nas temperaturas neutra e quente e maior na temperatura fria. Dentro de extrato de levedura, houve maior profundidade de cripta com a não inclusão na temperatura fria e menor nas temperaturas quente e neutra, as quais não diferiram entre si.

Temperatura x Prebiótico

Observou-se que houve efeito significativo dentro de todas as temperaturas quando houve inclusão de prebiótico na ração pré-inicial resultando em maior altura de vilos. Dentro de prebiótico, a inclusão gerou maior altura de vilos nas temperaturas neutra e fria e menor na quente. Dentro de não inclusão, a maior altura de vilos foi encontrada na temperatura neutra, seguida pela quente e fria, as quais não diferiram entre si.

No desdobramento entre temperatura e prebiótico houve efeito significativo dentro das temperaturas quente e fria onde a inclusão de prebiótico gerou maior profundidade de cripta, não havendo efeito significativo dentro da temperatura neutra. Dentro de prebiótico, a inclusão proporcionou menor profundidade de cripta nas temperaturas quente e neutra.

Os desdobramentos das interações ocorridas para altura de vilos e profundidade de cripta no íleo estão apresentados na Figura 9.

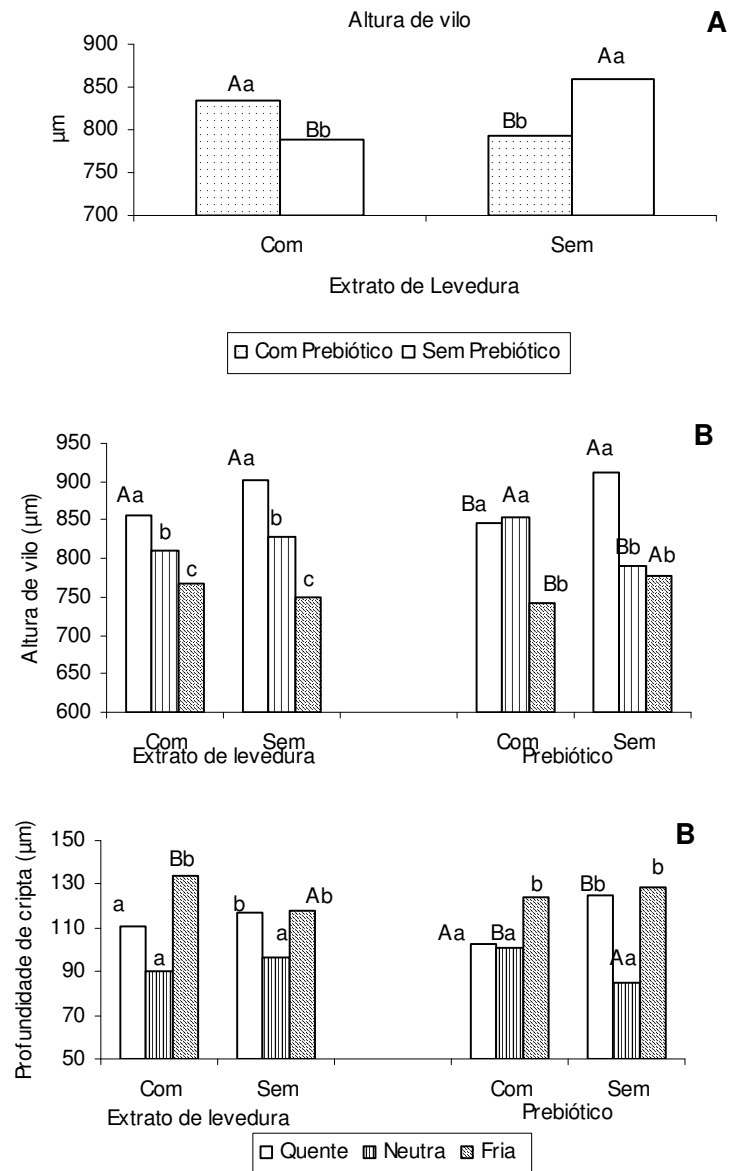


Figura 9. Desdobramento das interações para médias de altura de vilos e profundidade de cripta (µm) no íleo aos 42 dias de idade.

A- Letras maiúsculas indicam efeito do prebiótico em cada nível de extrato de levedura e letras minúsculas indicam efeito do nível de extrato de levedura em cada nível de prebiótico extrato de levedura;

B- Letras maiúsculas indicam efeito do nível de prebiótico ou extrato de levedura em cada temperatura e letras minúsculas indicam efeito da temperatura ambiente em cada nível de prebiótico ou extrato de levedura.

Prebiótico x Extrato de levedura

Na interação prebiótico e extrato de levedura, houve efeito significativo dentro de prebiótico quando este associado ao extrato de levedura gerou maior altura de vilos no íleo. Dentro de extrato de levedura observou-se que a não inclusão dos produtos resultou em maior altura de vilos no íleo.

Temperatura x Extrato de levedura

Observou-se efeito significativo apenas dentro da temperatura quente quando não houve inclusão de extrato de levedura, resultando maior altura de vilos. Dentro de extrato de levedura observou-se que a inclusão ou não deste produto proporcionou maior altura de vilos na temperatura quente, seguida pela neutra e fria.

Com relação à profundidade de cripta houve efeito significativo dentro de temperatura fria quando houve inclusão de extrato de leveduras proporcionando maior profundidade de cripta. Dentro de extrato de levedura, a inclusão do produto gerou maior profundidade de cripta apenas na temperatura fria. Já dentro da não inclusão de extrato de levedura houve maior profundidade nas temperaturas quente e fria.

Temperatura x Prebiótico

Houve efeito dentro de temperatura neutra quando a inclusão de prebiótico proporcionou maior altura de vilos e na temperatura nas temperaturas quente e fria reduzindo a profundidade de cripta. Dentro de prebiótico, houve efeito significativo dentro da inclusão, proporcionando maior altura de vilos nas temperaturas quente e neutra e menor na fria. Já a não inclusão de prebiótico gerou maior altura de vilos apenas na temperatura quente e menor nas temperaturas neutra e fria.

Com relação à profundidade de cripta houve efeito significativo apenas na temperatura quente onde a inclusão de prebiótico gerou menor profundidade de cripta. Dentro de prebiótico, observou-se que a inclusão deste aditivo gerou maior profundidade de cripta na temperatura fria e menor nas temperaturas quente e neutra. A não inclusão gerou menor profundidade de cripta apenas na temperatura neutra e maior nas temperaturas quente e fria.

Densidade de vilos

Os resultados de densidade de vilos aos 8 dias de idade estão apresentados na Tabela 5.

Não houve diferença nem interação entre os fatores estudados para de densidade de vilos no duodeno, jejuno ou íleo aos 8 dias de idade. Porém, foi observada a presença de bactérias aderidas à porção ileal (Figura 10).

Tabela 5. Características de densidade de vilos de frangos de corte alimentados com dietas suplementadas ou não com extrato de levedura e prebiótico, criados em diferentes temperaturas aos 8 dias de idade.

Fatores	Duodeno	Jejuno	Íleo
Temperatura ambiente (T)			
Quente	56,77	87,17	103,09
Neutra	56,79	83,17	110,87
Fria	55,02	78,35	120,26
Prebiótico (P)			
Com	56,53	79,73	113,47
Sem	55,86	86,06	109,34
Extrato de Levedura (EL)			
Com	55,14	84,67	111,55
Sem	55,25	81,13	111,26
	<i>Probabilidades</i>		
T	NS	NS	NS
P	NS	NS	NS
EL	NS	NS	NS
P X T	NS	NS	NS
EL X T	NS	NS	NS
EL X P	NS	NS	NS
T X P X EL	NS	NS	NS
CV (%)	18,27	17,59	18,08

Na mesma coluna, médias seguidas de letras diferentes, indicam diferenças estatísticas pelo teste Tukey ($p < 0,05$).

CV(%)= coeficiente de variação

NS= não significativo

Não houve efeito significativo dos fatores temperatura, prebiótico e extrato de levedura sobre o número de vilos/área no jejuno ($P > 0,05$) aos 21 dias de idade (Tabela 6). Porém, houve interação significativa entre temperatura e prebiótico para duodeno e íleo, estando os desdobramentos apresentados na Tabela 7 nas Figuras 11 e 12.

Tabela 6. Características de densidade de vilos de frangos de corte alimentados com dietas suplementadas ou não com extrato de levedura e prebiótico, criados em diferentes temperaturas aos 21 dias de idade .

Fatores	Duodeno	Jejuno	Íleo
Temperatura ambiente (T)			
Quente	36,08 a	50,50	62,59
Neutra	30,81 b	49,46	61,07
Fria	36,13 a	50,99	62,81
Prebiótico (P)			
Com	34,81	51,38	61,82
Sem	33,87	49,21	62,50
Extrato de Levedura (EL)			
Com	34,70	50,27	62,09
Sem	33,93	50,32	62,23
<i>Probabilidades</i>			
T	0,0312	NS	NS
P	NS	NS	NS
EL	NS	NS	NS
T X P	0,0287	NS	0,0378
T X EL	NS	NS	NS
P X EL	NS	NS	NS
T X P X EL	NS	NS	NS
CV (%)	18,19	16,35	15,57

Na mesma coluna, médias seguidas de letras diferentes, indicam diferenças estatísticas pelo teste Tukey ($p < 0,05$).
 CV% = Coeficiente de variação,
 NS=não significativo

Na Tabela 7, desdobrando a interação temperatura e prebiótico, verificou-se que dentro da temperatura fria as aves que receberam ração com prebiótico na fase pré-inicial, apresentaram maior número de vilos/área no duodeno. No estudo dentro da adição de prebiótico à ração pré-inicial, observou-se que houve maior densidade de vilos na região duodenal na temperatura fria, e menor na temperatura neutra, sendo que a densidade de vilos na temperatura quente foi semelhante à temperatura fria e neutra.

Tabela 7. Desdobramento da interação entre temperatura de criação e prebiótico sobre a densidade de vilos no duodeno e íleo de frangos de corte na fase de crescimento aos 21 dias de idade.

Temperatura	Duodeno			Íleo		
	Prebiótico		Probabilidade	Prebiótico		Probabilidade
	Com	Sem		Com	Sem	
Quente	34,94 ab	37,23	NS	57,94 b	67,25	NS
Neutra	29,33 b	32,29	NS	60,23 ab	61,92	NS
Fria	40,17 Aa	32,08 B	0,0173	67,29 a	58,33	NS
<i>Probabilidade</i>	0,0176	NS		0,0175	NS	

Médias seguidas de letras distintas minúsculas (maiúscula) na coluna (linha), diferem pelos Testes de Fisher e Tukey ($p < 0,05$), respectivamente.

NS= não significativo.

Já o estudo do desdobramento entre prebiótico e temperatura no íleo mostrou que apenas houve efeito significativo dentro da inclusão de prebiótico uma vez que houve maior densidade de vilos na temperatura fria e menor densidade na temperatura quente. A densidade de vilos na temperatura neutra não diferiu da quente e da fria.

Nesta idade também foi observada a presença das mesmas bactérias filamentosas segmentadas encontradas aos 8 dias no íleo.

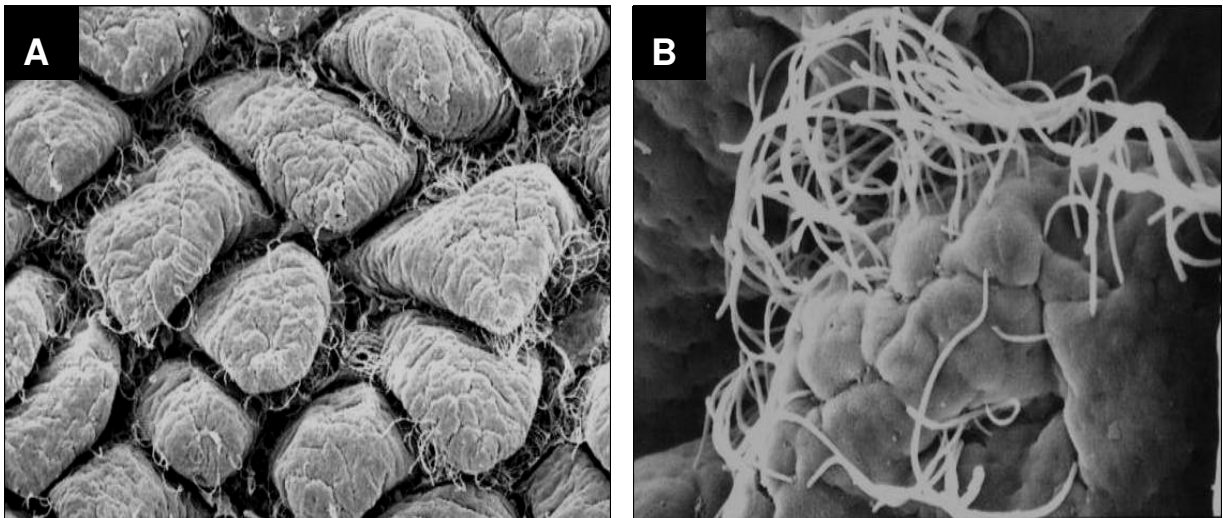


Figura 10- Eletromicrografias de varredura dos vilos do íleo de frangos de corte com a presença de bactérias aderidas. A - aumento 200x e B aumento 1.000x

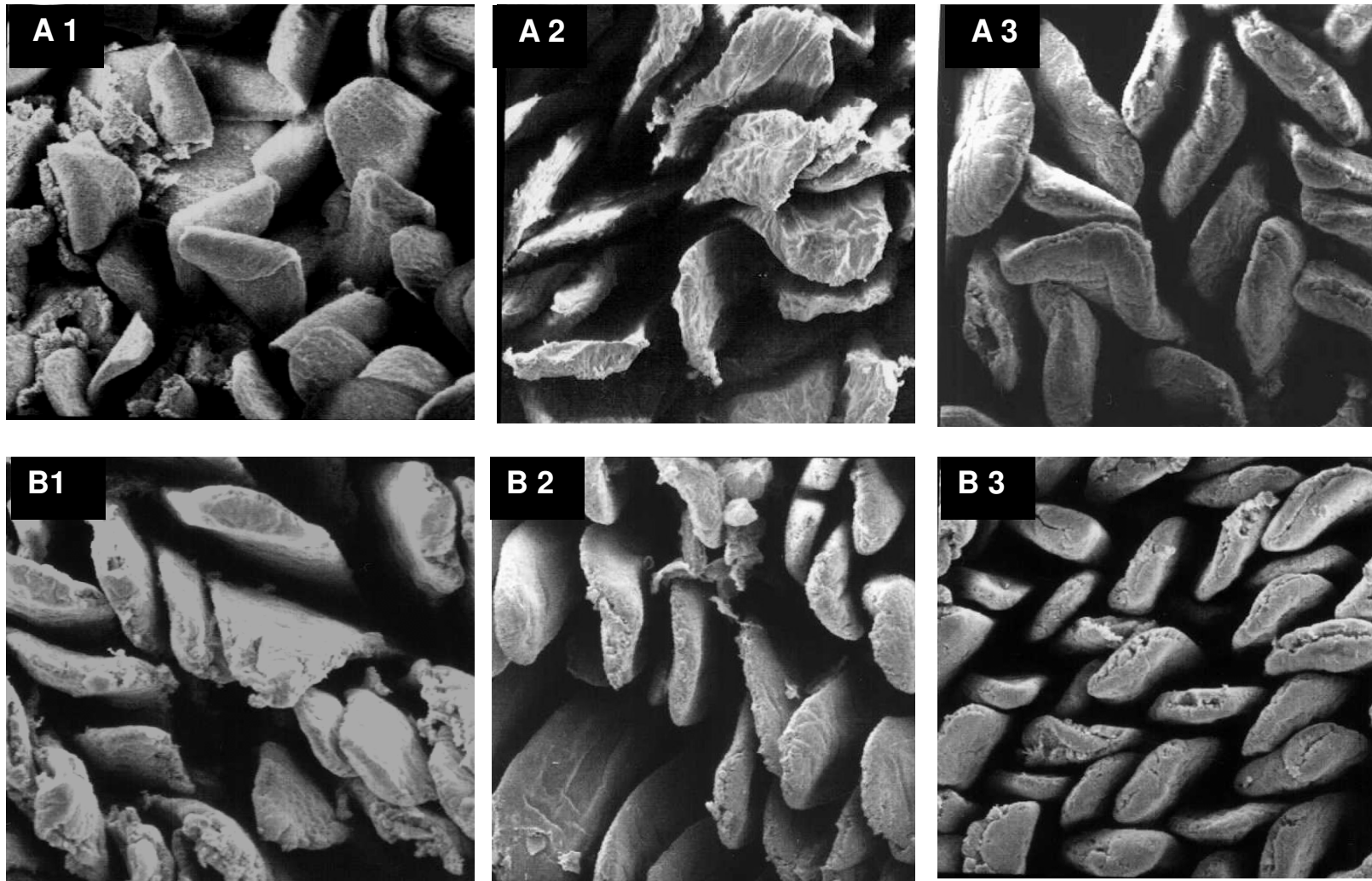


Figura 11- Eletronmicrografias de varredura dos vilos do duodeno de frangos aos 21 dias . Tratamentos: sem prebiótico (A), com prebiótico (B) e temperaturas quente (1), neutra (2), fria (3). x 100

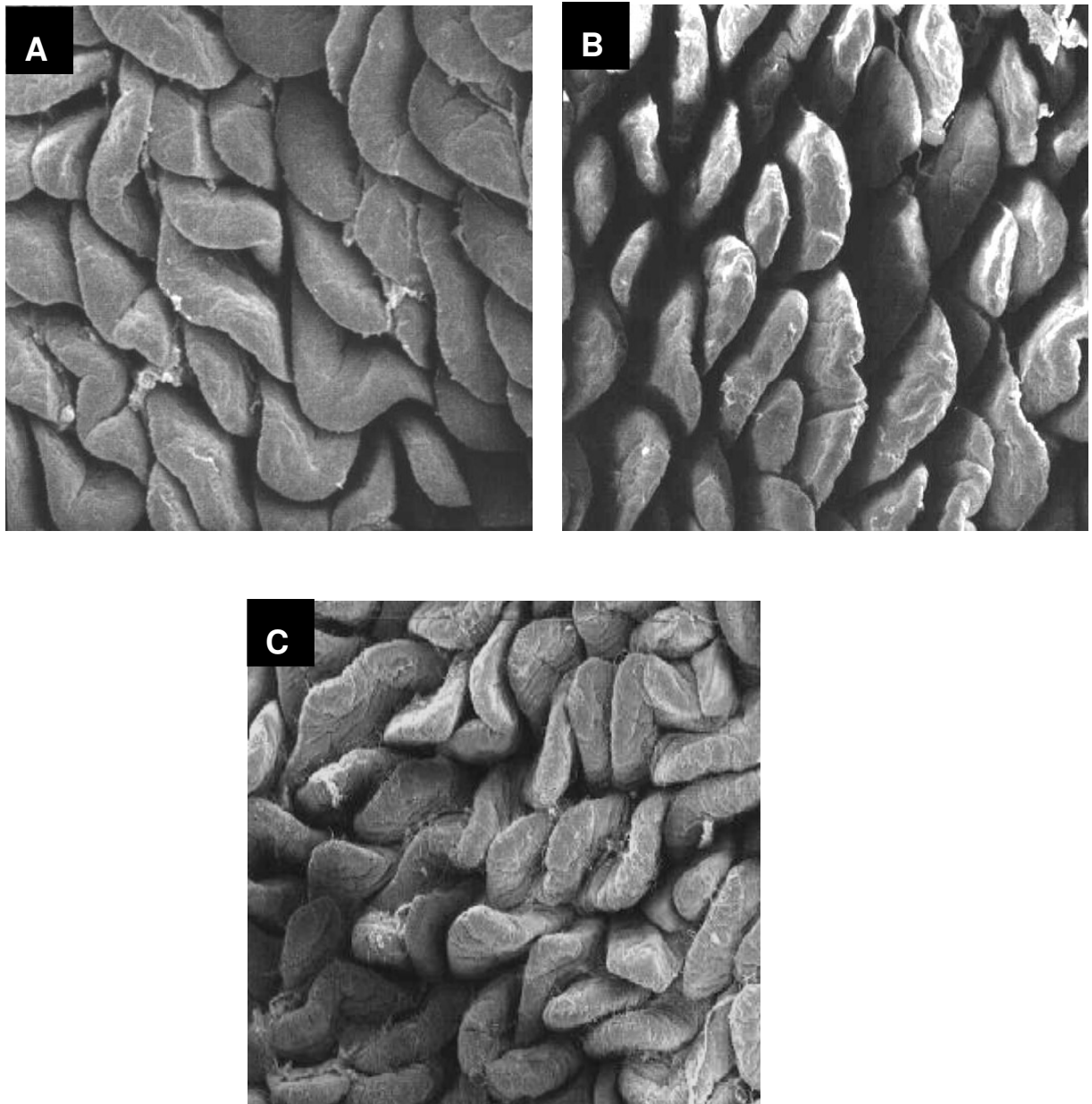


Figura 12 – Eletronmicrografias de varredura dos vilos do íleo de frangos de corte, aos 21 dias, suplementados com prebiótico e criados nas temperaturas quente (A), neutra (B) e fria (C). Aumento 100X.

Os resultados para densidade dos vilos aos 42 dias de idade estão apresentados na Tabela 8. Apenas as interações entre temperatura de criação e prebiótico para e temperatura e extrato de levedura no duodeno e entre temperatura e prebiótico no íleo não foram significativas. Todos os desdobramentos para duodeno, jejuno e íleo estão apresentados nas Tabelas 9 a 12 e Figuras 13 a 15.

Tabela 8. Características de densidade dos vilos de frangos de corte alimentados com dietas suplementadas com/sem extrato de leveduras e com/sem prebióticos, criados em diferentes temperaturas aos 42 dias de idade .

Tratamentos	Duodeno	Jejuno	Íleo
Temperatura ambiente (T)			
Quente	23,90	32,89	42,34 b
Neutra	21,92	30,41	45,65 b
Fria	18,93	36,09	57,38 a
Prebiótico (P)			
Com	21,09	33,48	50,65 a
Sem	22,01	32,79	45,39 b
Extrato de Levedura (EL)			
Com	25,45 a	32,89	49,57 a
Sem	14,83 b	33,37	46,73 b
	<i>Probabilidades</i>		
T	NS	NS	<0,0001
P	NS	NS	0,0019
EL	0,0003	NS	0,0245
T X P	0,0489	0,0002	<0,0001
T X EL	NS	0,0075	<0,0001
P X EL	NS	0,0003	NS
T X P X EL	0,0195	0,0059	0,0003
CV (%)	29,71	21,35	10,03

Na mesma coluna, médias seguidas de letras diferentes, indicam diferenças estatísticas pelo teste Tukey ($p < 0,05$).

CV%=coeficiente de variação

NS= não significativo.

Na Tabela 9, o desdobramento entre temperatura e prebiótico para a variável íleo mostrou que não houve efeito significativo dentro das diferentes temperaturas. Dentro prebiótico, a ausência deste proporcionou maior densidade de vilos nas temperaturas neutra e quente e menor na temperatura fria .

Tabela 9. Desdobramento da interação entre temperatura e prebiótico para densidade de vilos no duodeno de frangos de corte aos 42 dias de idade.

Temperatura	Prebiótico		Probabilidade
	Com	Sem	
Quente	21,17	26,64 a	NS
Neutra	20,53	23,31 a	NS
Fria	21,77	16,08 b	NS
<i>Probabilidade</i>	NS	0,0304	

Médias seguidas de letras distintas minúsculas (maiúscula) na coluna (linha), diferem pelo Teste de Tukey ($p < 0,05$).

NS= não significativo.

No desdobramento entre extrato de leveduras e prebiótico para densidade de vilos no jejuno (Tabela 10), observou-se que a inclusão de prebiótico associado ou não à inclusão de extrato de leveduras na fase pré-inicial resultou em maior densidade de vilos.

Tabela 10. Desdobramento da interação entre extrato de levedura e prebiótico para densidade de vilos no jejuno de frangos de corte na fase de crescimento aos 42 dias de idade.

Prebiótico	Extrato de levedura		Probabilidade
	Com	Sem	
Com	37,30 Aa	29,65 Bb	0,0119
Sem	28,47 Bb	37,10 Aa	0,0051
<i>Probabilidade</i>	0,0042	0,0142	

Temperatura	Extrato de levedura		Probabilidade
	Com	Sem	
Quente	28,25 Bb	37,54 Aa	0,0126
Neutra	30,62 b	30,18 b	NS
Fria	39,79 Aa	32,39 Bab	0,0436
<i>Probabilidade</i>	0,0024	0,0448	

Temperatura	Prebiótico		Probabilidade
	Com	Sem	
Quente	27,29 Bb	38,50 Aa	0,0031
Neutra	30,88 B	29,92 B	NS
Fria	42,25 Aa	29,93 Bb	0,0013
<i>Probabilidade</i>	0,0002	0,0207	

Médias seguidas de letras distintas minúsculas (maiúscula) na coluna (linha), diferem pelo Teste de Fisher ($p < 0,05$), respectivamente.

NS= não significativo

O desdobramento entre temperatura e extrato de leveduras para densidade de vilos no jejuno observou-se que houve efeito significativo dentro de extrato de

leveduras. A inclusão do extrato na fase pré-inicial proporcionou maior densidade de vilos na temperatura fria e menor nas temperaturas quente e neutra. A não inclusão de extrato de leveduras proporcionou maior densidade de vilos aos 42 dias de idade na temperatura quente e menor na neutra, sendo que a densidade de vilos na temperatura fria não diferiu estatisticamente da temperatura quente e neutra. Dentro da temperatura, houve efeito significativo dentro das temperaturas quente e neutra. Na temperatura quente houve maior densidade de vilos quando da não inclusão de extrato de leveduras. Porém, na temperatura fria houve maior densidade de vilos quando da inclusão do extrato de leveduras na fase pré-inicial.

No desdobramento entre prebiótico e temperatura no jejuno, observou-se que houve efeito significativo dentro de prebiótico. A inclusão de prebiótico na fase pré-inicial proporcionou maior densidade de vilos no jejuno na temperatura fria e menor nas temperaturas quente e neutra. A não inclusão proporcionou maior densidade na temperatura quente. Dentro das temperaturas, houve efeito significativo dentro das temperaturas quente e fria, onde a inclusão de prebiótico resultou em maior densidade de vilos na temperatura fria e menor na temperatura quente.

Na tabela 11, o desdobramento da interação entre temperatura e prebiótico para densidade de vilos no íleo revelou que dentro de temperatura houve efeito significativo dentro da temperatura neutra quando a presença de prebiótico resultou em maior densidade de vilos. Dentro de prebiótico, observou-se que na inclusão deste aditivo houve maior densidade de vilos nas temperaturas neutra e fria e menor na quente. Já a ausência deste aditivo resultou em maior densidade de vilos nas temperaturas fria, seguida pela quente e neutra.

No desdobramento entre extrato de leveduras e temperatura para densidade de vilos no íleo, observou-se que houve efeito dentro de extrato de leveduras. A inclusão do produto resultou em maior densidade de vilos nas temperaturas neutra e fria. A não inclusão gerou maior densidade de vilos na temperatura fria, seguida da quente e neutra.

Tabela 11. Desdobramento da interação entre temperatura e prebiótico e entre temperatura e extrato de levedura para densidade de vilos no íleo de frangos de corte aos 42 dias de idade.

Temperatura	Prebiótico		Probabilidade
	Com	Sem	
Quente	41,82 b	41,88 b	NS
Neutra	53,66 Aa	37,64 Bc	<0,0001
Fria	57,35 a	57,42 a	NS
<i>Probabilidade</i>	<0,0001	<0,0001	

Temperatura	Extrato de levedura		Probabilidade
	Com	Sem	
Quente	39,44 Bb	45,25 Ab	0,0272
Neutra	54,77 Aa	36,52 Bc	<0,0001
Fria	56,35 a	58,41 a	NS
<i>Probabilidade</i>	<0,0001	<0,0001	

Médias seguidas de letras distintas minúsculas (maiúscula) na coluna (linha), diferem pelos Testes de Tukey e Fisher ($p < 0,05$), respectivamente.

Dentro de temperatura, houve maior densidade de vilos na temperatura neutra quando da inclusão de extrato de leveduras. Já na temperatura quente a não inclusão resultou em maior densidade de vilos no íleo aos 42 dias de idade.

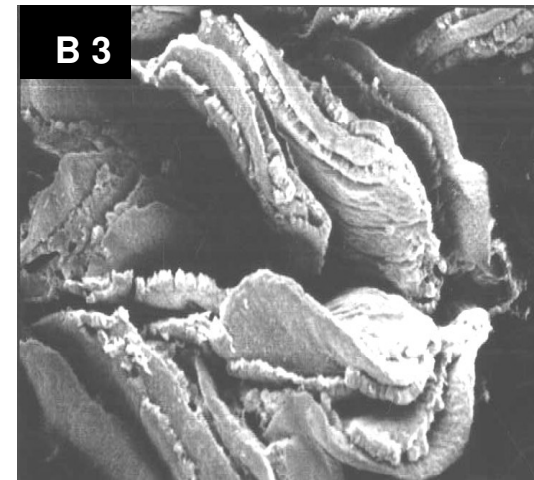
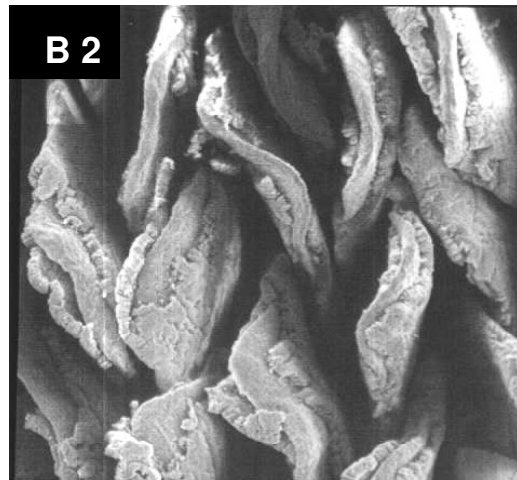
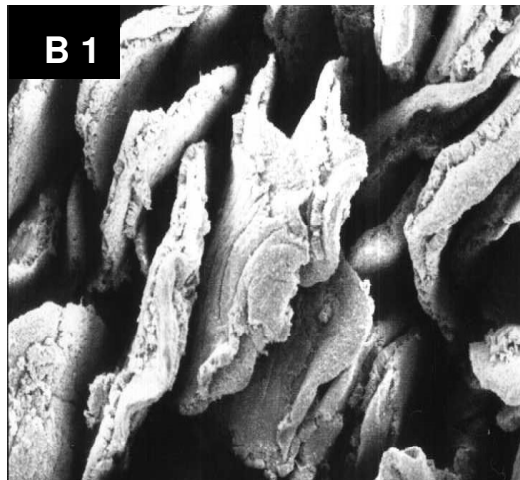
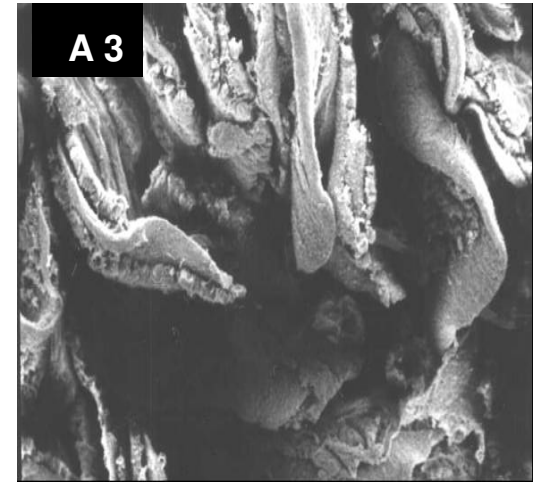
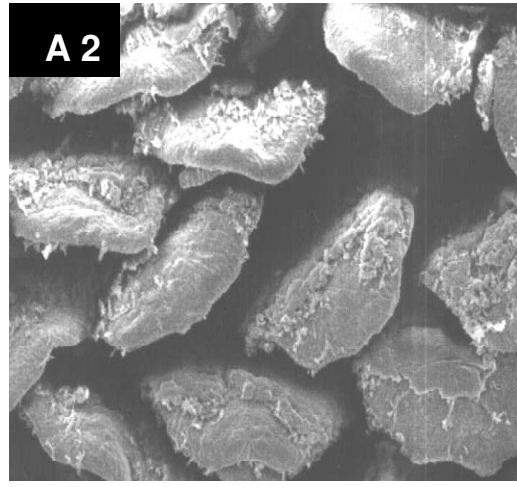
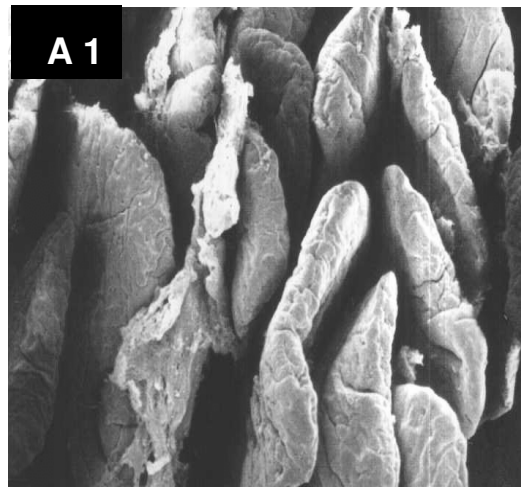


Figura 13- Eletronmicrografias de varredura dos vilos do duodeno de frangos aos 42 dias. Tratamentos: sem prebiótico (A), com prebiótico (B) e temperaturas quente (1), neutra (2), fria (3). x 100

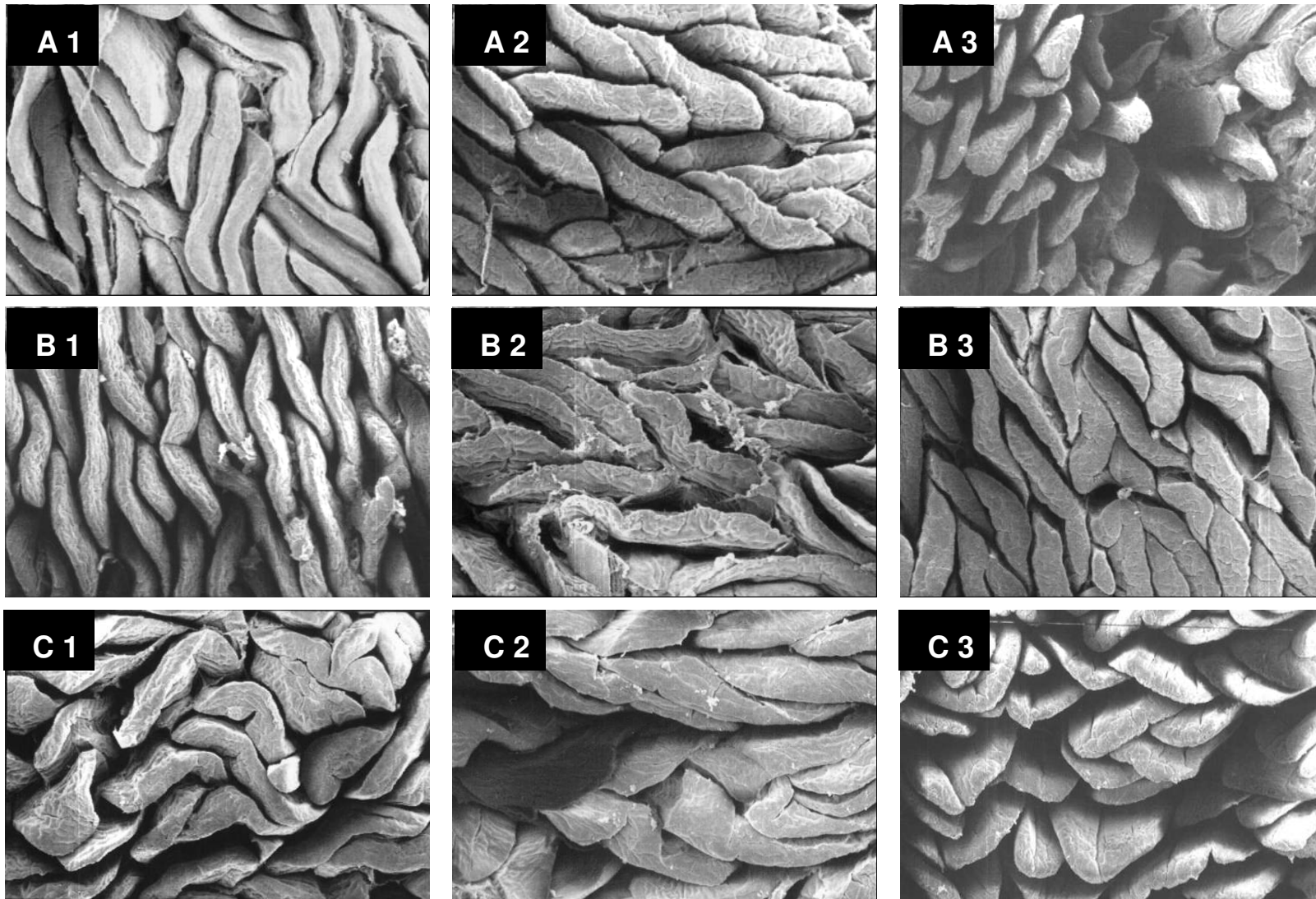


Figura 14- Eletronmicrografias de varredura dos vilos do jejuno de frangos aos 42 dias. Tratamentos: sem aditivo (A), com extrato de levedura (B), com prebiótico (C) e temperaturas quente (1), neutra (2), fria (3). x 100

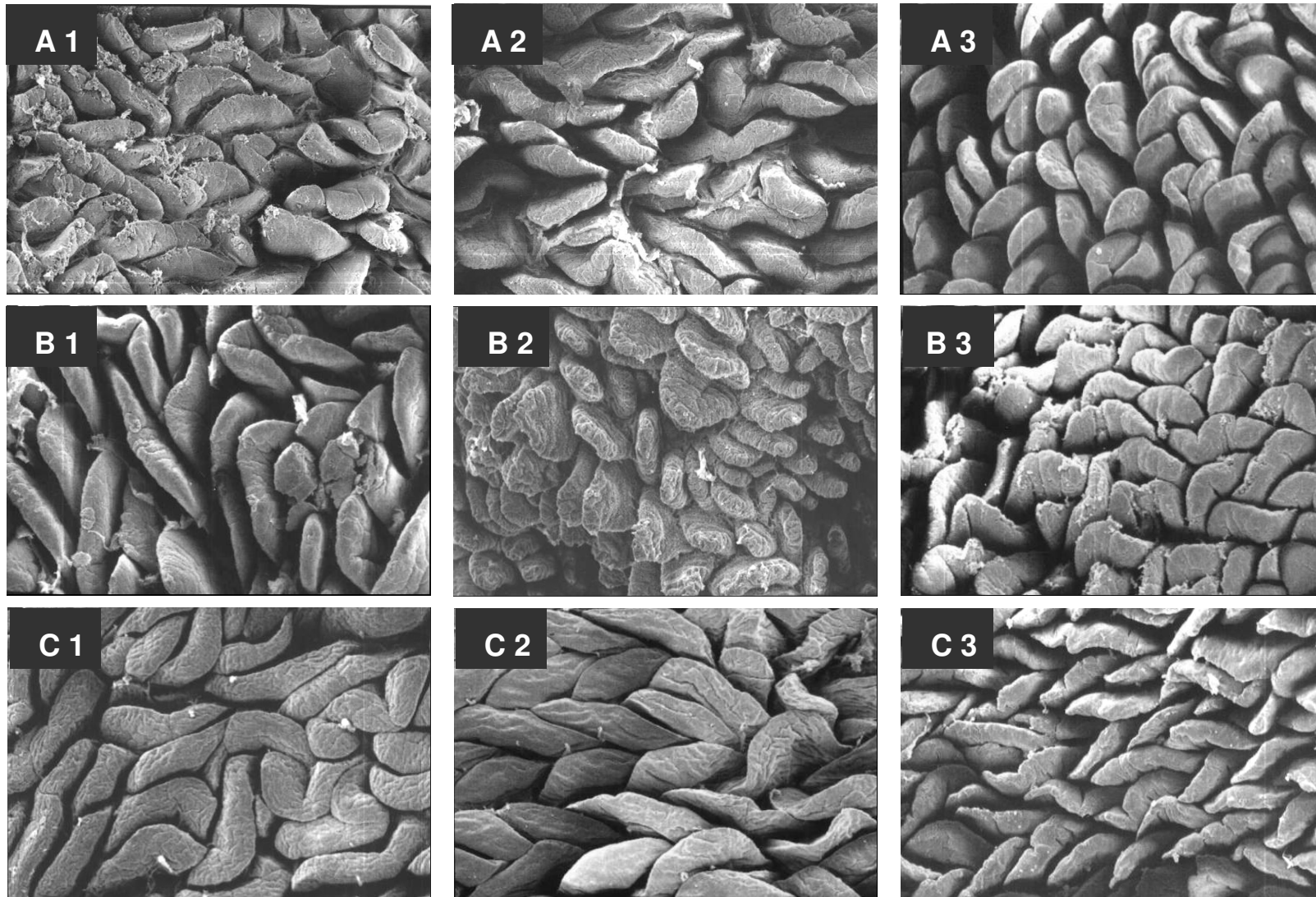


Figura 15- Eletronmicrografias de varredura dos vilos do íleo de frangos aos 21 dias . Tratamentos: sem aditivo (A), com extrato de levedura (B) e com prebiótico (C) e temperaturas quente (1), neutra (2), fria (3). x 100

Discussão

Microscopia de luz

O efeito trófico do extrato de levedura sobre a altura de vilos no duodeno, jejuno e íleo está relacionado ao estímulo dos nucleotídeos sobre a diferenciação celular, aumentando o crescimento e maturação das células do epitélio intestinal (SANDERSON e HE, 1994), aumentando assim a formação da proteína da mucosa, DNA, altura do vilos no intestino delgado e a relação enzimática maltase:lactase (UAUY *et al.*, 1990; CAVER, 1994). Este resultado concorda com os encontrados por UAUY *et al.* (1990) e LERNER e SHAMIR (2000), em que a adição de nucleotídeos promoveu aumento na altura das vilosidades. MAIORKA *et al.* (2000a,b) e MAIORKA (2002) também encontraram maior altura de vilos no duodeno e íleo aos 7 dias de idade em pintainhos suplementados com 1% de glutamina. Porém, ZHANG *et al.* (2005) encontrou menor altura de vilos no íleo quando utilizaram levedura íntegra de *S. cerevisiae* quando comparado com a inclusão de 0,3% de parede da levedura.

O efeito benéfico do prebiótico sobre a altura de vilos pode ser explicado pela ação dos oligossacarídeos tipo manose, os quais protegem diretamente a mucosa pela substituição de sítios alternativos ligando-se a bactérias patogênicas (MATEW *et al.*, 1993). Desta forma, os mananoligossacarídeos são capazes de bloquear a aderência dos patógenos e evitar a colonização (COLLET, 2000) melhorando assim a saúde intestinal e conseqüentemente propiciando o desenvolvimento das vilosidades intestinais. Relatos de COOK e BIRD (1973) sugeriram que o crescimento normal do epitélio intestinal depende do equilíbrio da microbiota ali presente. Dessa forma, a adição de prebiótico à ração pode ter proporcionado maior equilíbrio a microbiota intestinal. Os dados encontrados corroboram os de IJI *et al.* (2001), que avaliando diferentes níveis de inclusão de prebiótico na ração de frangos de corte, encontraram maior altura de vilos no jejuno. MACARI e MAIORKA (2000), SPRING *et al.* (2000) e SANTIN *et al.* (2001) também encontraram maior altura de vilos no duodeno com a adição de prebiótico à ração de frangos de corte aos 7 dias de idade, sendo que estes

autores atribuíram o aumento na altura dos vilos ao efeito trófico do prebiótico sobre a mucosa intestinal.

ITO *et al.* (2004) descreveram que a partir do 3º dia de vida das aves os microrganismos desejáveis como *Lactobacillus* e outros da microbiota normal do trato gastrointestinal são encontrados em grandes quantidades no meio intestinal. Na ocorrência de desafios provocados por situações estressantes pode tornar a flora instável até a 5ª semana de vida das aves (CANALLI *et al.*, 1996).

Como a demanda por nucleotídeos aumenta em condições de estresse e rápido crescimento (MATEO e STEIN, 2004), provavelmente a inclusão de extrato de leveduras proporcionou maior equilíbrio no *turnover* celular na situação de estresse térmico. Os resultados encontrados corroboram os de ORTEGA *et al.* (1995), que ao avaliarem o efeito dos nucleotídeos sobre a mucosa em ratos que sofreram restrição alimentar, observaram que houve rápida recuperação após o fornecimento do nucleotídeo. Dessa forma, observa-se que o extrato de leveduras funcionou como agente trófico sobre a mucosa estimulando o desenvolvimento em condições de estresse, como nas temperaturas quente e fria. A não inclusão de extrato de leveduras proporcionou menor altura de vilos na temperatura fria

O aumento na altura do vilos aos 21 e 42 dias de idades pela adição de extrato de leveduras, provavelmente esteja relacionado ao fornecimento adequado de nucleotídeos num momento em que houve grande atividade de maturação celular (UNI *et al.*, 1998), pois sabe-se que durante a primeira semana de vida ocorre rápida maturação celular (GEYRA *et al.*, 2001). Segundo UAUY *et al.* (1990) a presença de nucleotídeos na dieta promove o crescimento e a maturação intestinal em ratos jovens. LODDI (2003) e SOLIS DE LOS SANTOS (2005) ao avaliarem a influência de MOS sobre a mucosa intestinal também observaram aumento na altura dos vilos aos 21 dias de idade. Quando os prebióticos são adicionados à dieta, a especificidade de sua fermentação estimula o crescimento e a estabilidade das populações microbianas produtoras de ácidos orgânicos, em especial ácidos láctico e acético, em detrimento aos demais. Estes compostos reduzem o pH luminal e, juntamente com outras substâncias antibacterianas e enzimas produzidas por esta mesma microbiota, inibem a proliferação

dos microrganismos nocivos (RADECKI e YOKAYAMA, 1991), aumentando desta forma a saúde intestinal.

A menor profundidade de cripta proporcionada pela inclusão de extrato de levedura aos 21 dias de idade, sugere que houve maior equilíbrio no processo de síntese e extrusão celular do epitélio intestinal dessa região, pois este processo consiste na renovação celular, resultante das divisões mitóticas sofridas por células totipotentes localizadas na cripta e ao longo dos vilos (UNI *et al.*, 1998) e perda de células que ocorre normalmente no ápice do vilos e, portanto determinam um *turnover* celular constante, ou seja, a manutenção do tamanho do vilos e, a menor profundidade da cripta levaram à manutenção das capacidades digestiva e absorviva intestinal. Porém, estes resultados discordam dos encontrados por IJI *et al.* (2001), que não encontraram diferenças na profundidade de cripta quando avaliaram diferentes níveis de inclusão de prebiótico aos 21 dias de idade e aos de UAUY *et al.* (1990) que observaram que a suplementação de 0,8% de nucleotídeos promoveu aumento na profundidade de criptas, além da proteína total e do conteúdo de DNA em ratos jovens.

O efeito remanescente da inclusão de prebiótico e extrato de levedura na ração pré-inicial não foi suficiente para evitar a maior profundidade de cripta encontrada no íleo aos 42 dias de idade, provavelmente pelo desequilíbrio ocorrido entre os dois processos de renovação celular – proliferação e diferenciação, resultante das divisões mitóticas sofridas por células totipotentes localizadas na cripta e ao longo dos vilos (UNI *et al.*, 1998). Sabe-se que na medida em que as vilosidades intestinais são destruídas ocorre a tentativa de reparo da mucosa através do processo de proliferação/mitose que acontece na cripta determinando assim, maior profundidade da mesma (BLIKSLAGER, *et al.*, 1997; LUQUETI, 2005). De acordo com YASON *et al.* (1987) e PLUSKE *et al.* (1997) maiores valores de profundidade de cripta indicam maior função proliferativa celular para garantir a adequada taxa de renovação epitelial e alta demanda por novo tecido. Porém, os dados encontrados discordam aos encontrados por BRADLEY *et al.* (1994), que ao suplementar a dieta de frangos com 0,02% de *S. cerevisiae* observaram diminuição na profundidade de cripta no íleo, sugerindo assim

que o uso de *S. cerevisiae* reduz as condições de estresse, à qual a mucosa é submetida e reduz o número de bactérias e toxinas presentes no intestino.

O estresse térmico provocado pela alta temperatura contribui para alteração na liberação dos hormônios tireoideanos, os quais exercem ação enterotrófica como no estímulo do crescimento da mucosa intestinal (MITCHELL e CARLISLE, 1992). Assim, o hipotireoidismo funcional induzido pelo estresse calórico pode está envolvido na redução da altura do vilos aos 21 e 42 dias no duodeno e jejuno. Na literatura foram encontrados poucos trabalhos que inferem a respeito da influência da temperatura sobre a morfometria intestinal.

Densidade de vilos

A densidade de vilos por segmento intestinal foi decrescente na seguinte ordem: íleo, jejuno e duodeno, sendo que esses resultados corroboram aos descritos na literatura por YAMAUCHI e ISHIKI (1991); PELICANO *et al.* (2003).

Os achados desse estudo, aos 8 dias de idade das aves, demonstram que a temperatura, o prebiótico e o extrato de levedura não influenciaram ($p>0,05$) o número de vilos/área em nenhum dos segmentos estudados. Também não foram observadas interações entre os tratamentos nessa idade.

A análise da ultra-estrutura do íleo aos 8 dias de idade possibilitou verificar a presença de bactérias aderidas à sua superfície lisa, observação também encontrada por YAMAUCHI *et al.* (1990), YAMAUCHI e ISSIHIKI (1991), NAKAGE (2000) e LODDI (2003). Tais bactérias são conhecidas por serem não patogênicas, gram-positivas, anaeróbicas e que habitam o trato intestinal. Estas bactérias são caracterizadas por sua forma longa filamentosa com septos separando cada segmento (KLAASEN *et al.*, 1992; YAMAUCHI e SNEL, 2000; MEYERHOLZ *et al.*, 2002), sendo denominadas bactérias filamentosas segmentadas (BFS).

As BFS aderem às células do epitélio intestinal com ganchos, e os filamentos são normalmente encontrados apenas no ápice dos vilos do íleo (YAMAUCHI e SNEL, 2000) e no jejuno (ITO *et al.*, 2004) de animais jovens, sendo hospedeira específica (MEYERHOLZ *et al.*, 2002).

A colonização intestinal por estas bactérias é influenciada por vários fatores, incluindo dieta, desmame, linhagem, alojamento, e status imune (MEYERHOTZ *et al.*, 2002). DAVIS e SAVAGE (1974) sugeriram que tal bactéria possui importante função como componente do ecossistema gastrointestinal. Estes organismos podem ter papel importante na prevenção de doenças pela inibição da colonização por patógenos como *Escherichia coli* e *Salmonella entérica*. Essas bactérias aparecem após o desmame e desaparecem semanas depois. O desaparecimento destas bactérias coincide com a época da ativação da imunidade na mucosa, sugerindo a ligação imune-mediada destes organismos nesse momento (SNEL, *et al.*, 1998).

O efeito trófico do prebiótico sobre a densidade de vilos no duodeno aos 21 dias de idade pode estar relacionado a um processo de estimulação direta ou indireta na mucosa causada por este aditivo, pois postula-se que os efeitos resultantes do uso de prebiótico são evidenciados principalmente pela melhora das condições luminiais e nas características anatômicas do trato gastrointestinal, levando à melhora nas condições fisiológicas e ao bom funcionamento do processo de mitose/extrusão (LUQUETTI, 2005).

Os dados encontrados diferem dos achados por LODDI (2003) que ao avaliar o efeito do prebiótico em frangos de corte sobre a densidade de vilos das três regiões intestinais aos 21 dias de idade, não encontrou diferenças significativas. TUCCI (2003) e UTIYAMA (2004) também não encontraram diferenças significativas sobre a densidade de vilos em leitões recém desmamados. Porém, MOURÃO *et al.* (2006) encontrou no íleo estrutura de vilos com maior regularidade em coelhos alimentados com 2% de mananoligossacarídeo aos 46 dias de idade.

A influência da temperatura sobre a densidade de vilos aos 21 e 42 dias de idade provavelmente esteja relacionada ao nível de estresse do animal, pois sabe-se que este nível também pode influenciar a resposta biológica obtida pela adição de prebióticos à dieta. Se os animais estão em condições não estressantes, supõe-se que a microbiota esteja em condição de equilíbrio, ou seja, com ou sem o fornecimento de prebióticos as respostas obtidas seriam muito semelhantes. No entanto, quando em condição

estressante, o efeito benéfico do fornecimento de prebióticos sobre a resposta biológica é evidenciado (MATHEW *et al.*, 1993).

Uma possível explicação para as diferentes densidades de vilos encontradas no íleo das aves criadas em temperaturas fria e quente, aos 21 e 42 dias de idade, estaria ligada aos hormônios tireoideanos. Sabe-se que os hormônios da tireóide exercem uma ação enterotrófica pelo estímulo do crescimento da mucosa intestinal (LEVIN, 1969). Dessa forma, o hipotireoidismo funcional induzido pelo estresse térmico pode estar envolvido na diminuição do número de vilos nesta região (MITCHELL e CARLISLE, 1992). Por outro lado, o estresse produzido pelo frio provoca aumento no tamanho da glândula tireóide (DONKOH, 1989). O mesmo autor, relatou que a atividade funcional da tireóide, a qual é positivamente correlacionada com o peso, é maior durante a exposição em ambientes de baixa temperatura.

A ação benéfica do extrato de levedura sobre a densidade dos vilos nas três regiões intestinais provavelmente foi influenciada pelas condições térmicas e, conseqüente estresse sofrido pelos animais. Sabe-se que em situação de estresse ocorre alteração no eixo hipófise-hipotálamo-adrenal (BALLONE, 2002) refletindo na secreção de hormônios e, desta forma, influenciando o desenvolvimento dos tecidos. Poucos dados sobre o efeito do extrato de levedura sobre a densidade de vilos foram encontrados na literatura porém, UAUY *et al.* (1990) e ORTEGA *et al.* (1995) sugeriram que os nucleotídeos podem acelerar a resposta fisiológica normal ao estresse, porém o mecanismo é desconhecido.

Conclusão

Diante dos resultados encontrados conclui-se que a inclusão de extrato de levedura e prebiótico na dieta pré-inicial dos frangos de corte, influenciou positivamente a morfometria e a densidade dos vilos aos 21 e 42 dias de idade nas três regiões intestinais avaliadas, sendo o duodeno e o íleo as regiões que apresentaram melhor resposta aos 42 dias de idade nas temperaturas quente e fria e o jejuno, na temperatura neutra aos 42 dias de idade. Observou-se também que a inclusão dos produtos nas

temperaturas quente e fria produziu efeito benéfico sobre as vilosidades frente ao estresse ambiental.

Referências

BALLONE, G.J. Estresse. *PsiquWeb Psiquiatria Geral*, 2002. Disponível em <http://www.psiqweb.med.br/cursos/stress1.html>. Acessado em maio de 2006.

BARANYIOVÁ, E. Influence of deutectomy, food intake and fasting on the digestive tract dimensions in chickens after hatching. **Acta Veterinaria Brno**, v.41, p. 373-384, 1972.

BARANYIOVÁ, E., HOLMAN, J. Morphological changes in the intestinal wall in fed and fasted chickens in the first week after hatching. **Acta Veterinaria Brno**, v.45, p.151-158, 1976.

BEHMER, A.O.; TOLOSA, E.M.C.; FREITAS-NETO, A.G. **Manual de técnicas para histologia e patológica**. São Paulo: EUSPE, 239p, 1976.

BLIKSLARGER, A.T., ROBERTS, C. Mechanisms of intestinal mucosal repair. **Journal American Veterinary Medicine Association**, v.211, p.1437-1441, 1997.

BRADLEY, G.L.; SAVAGE, T.F.; TIMM, K.I. The effects of supplementing diets with *Saccharomyces cerevisiae* var. *boulardii* on male poultry performance and ileal morphology. **Poultry Science**, v.73, p.1766-1770, 1994.

CANALLI, L.S.; FLEMMING, J.S.; MIRA, R.T.; BASILE, L.F. Alteração da microbiota intestinal de frangos de corte pela utilização de probiótico na alimentação. **Revista do Setor de Ciências Agrárias**, Curitiba, v.15, n.1, p.125-132, 1996.

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

DAVIS, C.P.; SAVAGE, D.C. Habitat, succession, attachment, and morphology of segmented, filamentous, microbes indigenous to the murine gastrointestinal tract. **Infection and Immunity**, v.10, n.4, p.948-956, 1974.

COLLET, S. Nutrição, imunidade e produtividade. In: RONDA LATINO-AMERICANA ALLTECH: O FUTURO DA ALIMENTAÇÃO, Campinas. **Anais...** Campinas: Alltech Biotechnology, v.10, p.20-30, 2000.

COOK, R.H.; BIRD, F.H. Duodenal villus area and epithelial cellular migration in convention and germ free chicks. **Poultry Science**, Champaign, v.52, p.2276-2280, 1973.

DONKOH, A. Ambient temperature: a factor affecting performance and physiological response of broiler chickens. **International Journal of Biometeorology**, v.33, p.259-265, 1989.

GEYRA, A.; UNI, Z.; SKLAN, D. Enterocyte dynamics and mucosal development in the posthatch chick. **Poultry Science**, v.80, p.776-782, 2001.

IJI, P.A., SAKI, A., TIVEY, D.R. Body and intestinal growth of broiler chicks on a commercial starter diet. 1. Intestinal weight and mucosal development. **British Poultry Science**, v.42, p. 5005-5013, 2001.

IJI, P.A.; TIVEY, D.R. Natural and synthetic oligosaccharides in broiler chicken diets. **World's Poultry Science Journal**, v.54, p.129-143, 1998.

ITO, N.M.K.; MIAJI, C.I.; LIMA, A E.; OKABASHI, S. Saúde gastrointestinal, manejo e medidas para controlar as enfermidades gastrointestinais. In: PRODUÇÃO DE FRANGOS DE CORTE, 2004, Campinas. **Anais...** Campinas: FACTA, p.206-260, 2004.

KLAASEN, H.L.B.M.P; VAN DER HEIJDEN, J.; STOK, W.; POELMA, F.G.J.; KOOPMAN, J.P.; VAN DEN BRINK, M.E.; BAKKER, M.H.; ELING, W.M.C.; BEYNEN,

A.C. Apathogenic, intestinal, segmented, filamentous bacteria stimulate the mucosal immune system of mice. **Infection And Immunity**, v.61, n.1, p.303-306, 1993.

LERNER, A.; SHAMIR, R. Nucleotides in infant nutrition: a must or an option. **Israel Medical Association Journal**, v.2, n.10, p.760-761, 2000.

LEVIN, R.J. The effects of hormones on the absorptive, metabolic and digestive functions of the small intestine. **Journal Endocrinology**, v.45, p.315-348, 1969.

LODDI, M.M. **Probióticos, prebióticos e acidificante orgânico em dietas para frangos de corte**. 83f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2003.

LUQUETTI, B.C. **Efeito da vacinação contra coccidiose aviária e da suplementação de glutamina ou prebiótico sobre a mucosa intestinal em frangos**. 106f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2005.

MACARI, M.; MAIORKA, A. Estudo sobre uso de parede celular de *Saccharomyces cerevisiae* sobre desenvolvimento das vilosidades intestinais. **Anais da Conferência APINCO 2000 de Ciência e Tecnologia**. p.170, 2000

MAIORKA, A. **Efeitos da idade da matriz, do jejum, da energia da ração e da glutamina sobre o desenvolvimento da mucosa intestinal e atividade do pâncreas de pintainhos de corte**. 103 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal – 2002.

MAIORKA, A.; FISCHER DA SILVA; A.V.; SANTIN, E.; BORGES, S.A.; BOLELI, I.C.; MACARI, M. Influência da suplementação de glutamina no desenvolvimento da mucosa intestinal na primeira semana de vida de frangos de corte. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**. FACTA: Campinas. suppl.2, p.34, 2000a.

MAIORKA, A.; SILVA, A.V.F.; SANTIN, E.; BORGES, S.A.; BOLELI, I.C.; MACARI, M. Influência da suplementação de glutamina sobre o desempenho e o desenvolvimento de vilos e criptas do intestino delgado de frangos. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.52, n.5, 2000b.

MATEO, C.D.; DAVE; 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, Alltech's 20th Annual Symposium **Anais...** Lexington: Alltech Biotechnology, p. 159-168, 2004.

MATHEW, A.G. Effect of galactan on selected microbial populations and pH and volatile fatty acids in the ileum of the weanling pig. **Journal Animal Science**, Savoy, v.71, n.6, p.1503-1509, 1993.

MEYERHOLZ, D.K.; STABEL, T.J.; CHEVILLE, N.F. Segmented filamentous bacteria interact with intraepithelial mononuclear cells. **Infection and Immunity**, v.70, n.6, p.3277-3280, 2002.

MITCHELL, M.A.; CARLISLE, A.J. The effect of chronic exposure elevated environmental temperature on intestinal morphology and nutrient absorption in the domestic fowl (*Gallus domesticus*). **Comparative Biochemistry Physiology. A**, v. 101, p. 137-142, 1992.

NAKAGE, E.S. **Histologia e morfometria do trato digestório de frangos de corte submetidos à restrição alimentar quantitativa precoce e tardia**. 2000. 58f. (Trabalho Iniciação Científica). Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal.

NITSAN, Z. The development of digestive enzyme tract in posthatched chicks. In: EUROPEAN SYMPOSIUM ON POULTRY NUTRITION, Antalya. **Proceedings...** Antalya: WPSA, n.10, p.21-28. , 1995.

ORTEGA, M.A.; NUÑEZ, M.C.; GIL, A.; SÁNCHEZ-POZO, A. Dietary nucleotides accelerate intestinal recovery after food deprivation in old rats. **Journal Nutrition**, v.125, p.1413-1418, 1995.

PELICANO, E.R.L.; SOUZA, P.A.; SOUZA, H.B.A; OBA, A.; NORKUS, E.A.; KODAWARA, L.M.; LIMA, T.M.A. Morfometria e ultra-estrutura da mucosa intestinal de frangos de corte alimentados com dietas contendo diferentes probióticos. **Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias**, v. 547, p. 125-134, 1998.

PLUSKE, J.R.; WILLIAMS, I.H.; AHERE, F.X. Maintenance of villous height and crypt depth in piglets by providing continuous nutrition after weaning. **Animal Science**, v. 62, p. 131-144, 1997.

RADECKI, S.V.; YOKOYAMA, M.T. Intestinal bacteria and their influence on swine nutrition. In : MILLER, E.R.; DUANE, E.U.; LEWIS, A.J. **Swine nutrition**. Boston: Butterworth-Heinemann, p. 439-447, 1991.

RASBAND, W.S. Image J, National Institutes of Health, Bethesda, Maryland, USA. <http://rsb.info.nih.gov/ij/>, 2004.

ROSTAGNO, H.S., ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L.; GOMES, P.C.; OLIVEIRA, R.F.; FERREIRA, A.S.; BARRETO, S.L.T. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição dos alimentos e exigências nutricionais**. Viçosa: UFV, 2000, 141p.

SANDERSON, I.R.; HE, Y. Nucleotide uptake and metabolism by intestinal epithelial cells. **Journal of Nutrition**, v.124, p.131-137, 1994.

SANTIN, E.; MAIORKA, A.; MACARI, M.; GRECCO, M.; SANCHEEZ, J.C.; OKADA, T. M.; MYASAKA, A.M. Performance and intestinal mucosa development of broiler chickens fed diets containing *Saccharomyces cerevisiae* cell wall. **Journal Applied Poultry Research**, v. 10, p. 236–244, 2001.

SAS INSTITUTE **Statistical Analysis System. Users guide**. Cary: 2002.

SAVAGE, T.F.; ZAKRZEWSKA, E.I; ANDREASEN Jr, J.R. The effects of feeding diets to poult on performance and the morphology of the small intestine. **Poultry Science**, Champaign, v. 76, supp1, p.139, 1997.

SNEL, J.; HERNSEN, C.C; SMITS, H.J.; BOS, N.A.; ELING, W.M.C.; CERA, J.J.; HEIDT, P. Interactions between gut-associated lymphoid tissue and colonization levels of indigenous, segmented, filamentous bacteria in the small intestine of mice. **Canadian Journal of Microbiology**, v.44, p.1177-1182, 1998.

SOLIS DE LOS SANTOS F.; FARNELL, M.B.; TELLEZ, G.; BALOG, J.M.; ANTHONY, N.B.; TORRES-RODRIGUEZ, A.; HIGGINS, S.; HARGIS, B.M; DONOGHUE, A.M. Effect of Prebiotic on Gut Development and Ascites Incidence of Broilers Reared in a Hypoxic Environment. **Poultry Science**, v. 84, p. 1092-1100, 2005.

SPRING, P. **Effects of mannanoligosaccharide on different cecal parameters and on cecal concentrations of enteric pathogens in poultry**. Dissertation (ETH no. 11897) ETH Zurich, Switzerland, 1996.

TUCCI, F.M. **Efeito da adição de agentes tróficos na dieta de leitões desmamados sobre a renovação celular da mucosa intestinal, enzimas digestivas e desempenho**. 84 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal – 2003.

UAUY, R.; STRINGEL, G.; THOMAS, R.; QUAN, R. Effect of dietary nucleosides of growth and maturation of the developing gut in rat. **Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition**, v. 10, p. 497-503, 1990.

UMESAKI, Y.; SETOYAMA, H.; MATSUMOTO, S.; IMAOKA, A.; ITOH, K. Differential roles of segmented filamentous bacteria and clostridia in development of the intestinal immune system. **Infection And Immunity**, v. 67, n. 7, p. 3504–3511, 1999.

UNI, Z., GANOT, S., SKLAN, D. Post hatch development of mucosal function in the broiler small intestine. **Poultry Science**, v. 77, p. 75-82, 1998.

UTIYAMA, C.E. **Utilização de agentes antimicrobianos, probióticos, prebióticos e extratos vegetais como promotores do crescimento em leitões recém-desmamados**. 110f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo – Piracicaba, 2004.

VISEK, W.J. The mode of growth promotion by antibiotics. **Journal of Animal Science**, v. 46, p. 1447-1469, 1978.

YAMAUCHI, K.; SNEL, J. Transmission electron microscopic demonstration of phagocytosis and intracellular processing of segmented filamentous bacteria by intestinal epithelial cells of the chick ileum. **Infection and Immunity**, v. 68, n. 11, p. 6496–6504, 2000.

YAMAUCHI, K.; ISSHIKI, Y.; ZHOU, Z.X.; NAKAHIRO, Y. Scanning and transmission electron microscopic observations of bacteria adhering to ileal epithelial cells in growing broiler and White Leghorn chickens. **British Poultry Science**, v. 31, p. 129-137, 1990.

YAMAUCHI, K.E.; ISSHIKI, Y. Scanning electron microscopic observations on the intestinal villi in growing White Leghorn and broiler chickens from 1 to 30 days of age. **British Poultry Science**, v. 32, p. 67-78, 1991.

YASON, C.V.; SUMMERS, B.A.; SCHAT, K.A. Pathogenesis of rotavirus infection in various age groups of chickens and turkeys: Pathology. **American Journal of Veterinary Research**, v. 6, p. 927-938, 1987.

YASUI, H.; OHWAKI, M. Enhancement of immune response in Peyer's patch cells cultured with *Bifidobacterium breve*. **Journal Dairy Science**, Champaign, v.74, n.4, p.1187-1195, 1995.

ZHANG, W.; LEE, B.D.; LEE, S.K.; LEE, K.W.; AN, G.H.; SONG, K.B.; LEE, C.H. Effects of yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) cell components on growth performance, meat quality, and ileal mucosa development of broiler chicks. **Poultry Science**, v. 84, p. 1015–1021, 2005.

CAPÍTULO 5 – RESPOSTA IMUNE HUMORAL DE FRANGOS DE CORTE CRIADOS EM DIFERENTES TEMPERATURAS E ALIMENTADOS COM DIETAS PRÉ-INICIAIS CONTENDO EXTRATO DE LEVEDURA (*Saccharomyces cerevisiae*) E PREBIÓTICO

Resumo: Este trabalho teve por objetivo avaliar a influência do extrato de leveduras e prebiótico em dieta pré-inicial de frangos de corte vacinados contra o vírus da doença de Gumboro (VDG) e o vírus da doença de Newcastle (VDN) e criados em diferentes temperaturas sobre a resposta imune humoral. Foram utilizados 1440 pintainhos Cobb-500[®] machos de um dia de idade, criados em diferentes câmaras climáticas. As rações acrescidas ou não com extrato de leveduras e/ou prebiótico foram oferecidas somente na fase pré- inicial (1a7 dias) e a partir do 8^o dia todas as aves receberam a mesma ração. A média das temperaturas na primeira semana foram TQ=34±1°C, TN=31±1°C e TF=27±2°C, sendo reajustadas de acordo com a idade das aves, mantendo-se porém as diferenças térmicas. As aves foram vacinadas contra VDN (estirpe La Sota) e VDG (cepa intermediária Lukert) aos 8 dias de idade, e aos 18 dias para VDG (cepa forte Austrália V-877). Adotou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado em esquema fatorial com parcela subdividida, constituído por um arranjo fatorial 3 x 2 x 2 nas parcelas, com os fatores temperaturas de criação (quente, neutra e fria), níveis de extrato de levedura (com ou sem) e níveis de prebiótico (com ou sem) e, na subparcela, as coletas de sangue e secreção lacrimal (7, 14, 21, 28, 35 e 42 dias de idade). A inclusão de extrato de levedura e prebiótico na fase pré-inicial não afetou a resposta imune humoral para VDN e VDG ao longo do ciclo produtivo do frango de corte. A temperatura de criação exerceu forte influência sobre os valores de IgG, principalmente sobre os títulos de anticorpos maternos, embora o estresse térmico tenha proporcionado efeito imunomodulador até a 3^a semana de vida das aves.

Palavras-chave:, extrato de levedura, frango de corte, Gumboro, Newcastle, prebiótico, temperatura ambiente.

HUMORAL IMMUNE RESPONSE OF BROILERS REARED IN DIFFERENT TEMPERATURES AND FED WITH STARTED DIET CONTAINING YEAST EXTRACT (*Saccharomyces cerevisiae*) AND PREBIOTIC

Abstract: The objective of this experiment was to evaluate the influence of the yeast extract and prebiotic in started diet broiler reared in different temperatures concerning antibody titers against Gumboro and Newcastle. 1440 one-day old male Cobb-500[®] chickens were reared in different climatic chambers. The diets with or without yeast extract or prebiotic were provided only in starter phase (1 to 7 days), forward of 8 days all broiler were fed with same commercial diet and each diet was adjusted according the broiler age following the usual recommendations. The initial temperatures used were hot temperature= $34\pm 1^{\circ}\text{C}$, neutral temperature= $31\pm 1^{\circ}\text{C}$ and cold temperature= $27\pm 2^{\circ}\text{C}$, readjust in agreement with the age of the birds, however keeping the thermal differences. The birds were vaccinated against Newcastle (sample La Sota) and Gumboro (attenuated live virus, sample Lukert) on the 8 days of age, and in the 18 days for VDG (strong sample, strain Australia V-877). The experimental design was complete randomized in split-plot factorial arrangement $3 \times 2 \times 2$, with as the main plot were temperatures (hot, neutral and cold), level of yeast extract (with or without) and prebiotic level (with or without) and days of collections of blood and tear secretion (7, 14, 21, 28, 35 and 42) as the sub-plot. The inclusion of yeast extracts and prebiotic in started diet did not produce effect on antibody titters against Gumboro and Newcastle diseases along the productive cycle of broiler. The reared temperature exercised strong influences on the values of IgG, mainly on the titles of maternal antibodies, although the thermal stress has provided immune modulation effect even to 3rd week of life of broilers.

Keywords: broiler, Gumboro, Newcastle, prebiotic, environmental temperature, yeast extract.

Introdução

Fatores que contribuem para o ótimo desenvolvimento e capacidade de absorção do trato gastrintestinal são alvo de crescentes estudos. Alimentos e aditivos com características de imunomodulação são pesquisados com a finalidade de diminuir as perdas com doenças, além de otimizar o potencial de produção animal.

No pintainho recém-eclodido o sistema imunológico está preparado para enfrentar patógenos de forma inespecífica, através da imunidade inata, e pronto para desenvolver as formas específicas de defesa pelas imunidades celular e humoral, que dependem do contato com antígenos (TORRES, 2006).

As aves possuem estruturas linfóides espalhadas ao longo do trato intestinal, que são constituídas por componentes difusos e agregados. Entre os difusos estão incluídos os linfócitos intraepiteliais e os linfócitos da mucosa da lâmina própria; e entre os agregados incluem-se as placas de Peyer, tonsilas cecais, além da bursa de Fabricius. Esses tecidos captam antígenos presentes no trato digestório, que estimulam os plasmócitos derivados dos linfócitos B precursores de Imunoglobulinas (Ig) M, G e A e os linfócitos T e B, que ativam as placas de Peyer (MONTASSIER, 1998, 2004) para o desenvolvimento de imunidade geral e específica.

Pelo estímulo imunológico da mucosa, ocorre produção de anticorpos tipo IgA, principalmente nas placas de Peyer, que bloqueiam os receptores e reduzem o número de bactérias patogênicas na luz intestinal (SILVA, 2000). A produção constante de IgA secretada em grandes quantidades na superfície da mucosa intestinal ocorre pela contínua estimulação da microflora normal do intestino (KIMURA, 2006).

Pesquisas realizadas por MUIR *et al.* (2000) e YUN *et al.* (2000) evidenciaram que há na glândula de Harder grande quantidade de linfócitos B portadores de IgA+ em sua superfície, os quais realizam um processo significativo de migração para as tonsilas cecais e também, em menor escala, para a bursa de Fabrício. Esses dados, levam à suposição de que há em termos de sistema imune associado à mucosa uma conexão entre o sistema imune ocular e aquele presente no trato digestório.

O mecanismo pelo qual o sistema imune é influenciado pelos nucleotídeos dietéticos ainda não está bem esclarecido. A maior parte dos nucleotídeos da dieta são

rapidamente metabolizados e excretados, entretanto, uma porção significativa é retida e encontrada no tecido gastrintestinal (JYONOUCHI, 1994).

Vários fatores tais como restrição alimentar, crescimento rápido e até determinadas doenças podem interferir na capacidade de síntese endógena de nucleotídeos, tornando-o um nutriente essencial nessas condições (CARVER e WALKER, 1995). JYONOUCHI (1994) pesquisando a ação dos nucleotídeos sobre a resposta imune, inferiu sobre sua importância para manutenção das condições ótimas da resposta imune humoral, sendo que a deficiência de nucleotídeos causa prejuízo à imunidade celular, havendo necessidade da suplementação dos mesmos.

Ao estimularem o crescimento das bactérias produtoras de ácido láctico, os prebióticos estão atuando indiretamente e de forma benéfica sobre o sistema imune do hospedeiro, pois estas populações bacterianas produzem substâncias com propriedades imuno-estimulatórias que reagem com o sistema imune em vários níveis, incluindo a produção de citocinas, células mononucleares, fagocitose macrófaga e a indução na síntese de grandes quantidades de imunoglobulinas, em especial as IgA (YASUI e OHWAKI, 1995; MACFARLANE e CUMMINGS, 1999).

A doença de Newcastle é uma infecção contagiosa e fatal que afeta todas as espécies de pássaros e é causada pelo vírus *Paramyxovirus* tipo 1 (GRANDO, 2002; ALI *et al.*, 2004). Os anticorpos maternos protegem o pintainho durante a primeira semana de vida e podem interferir no desenvolvimento da imunidade humoral, entretanto eles não podem invalidar o rápido estabelecimento da proteção vacinal (KOUWENHOVEN, 1993).

A doença infecciosa da bursa de Fabricius, chamada Gumboro, é infecciosa e contagiosa, afetando um órgão importante no desenvolvimento do sistema imune das aves jovens (KNEIPP, 2000). De acordo com LUKERT e SAIF (1997) e ZAHEER e AKHTER (2003), os níveis de anticorpos maternos contra Gumboro no 1º dia de vida do pintainho são altos e mantidos assim até o 7º dia de idade quando são reduzidos até os 35 dias de vida. Estes anticorpos podem ser detectados até a quarta semana de vida, entretanto os limites de proteção expiram na segunda semana de vida.

É sabido que a temperatura ambiente pode alterar a susceptibilidade de frangos a doenças infecciosas, além de afetar a resposta imune humoral (BEARD e MITCHELL, 1987). O efeito da temperatura ambiental sobre a resposta imune pode depender da capacidade do animal em manter a homeotermia (HENKEN *et al.*, 1982). A exposição dos animais a condições ambientais adversas promove respostas adaptativas como a aclimatação, onde ocorre uma série de reações, que culminam com a secreção de glicocorticóides (GERAERT *et al.*, 1996). Porém, sabe-se que os glicocorticóides atuam de forma antagônica ao desenvolvimento da resposta imune nos animais (TANKSON *et al.*, 2001), debilitando a capacidade de expressão da resposta imune humoral (THAXTON e SIEGEL, 1973).

Desta forma, o objetivo do presente trabalho foi o de avaliar a influência do extrato de leveduras e prebiótico em dieta pré-inicial de frangos de corte vacinados contra o vírus da doença de Gumboro e o vírus da doença de Newcastle, criados em diferentes temperaturas, sobre a resposta imune humoral aos 7, 14, 21, 28, 35 e 42 dias de idade.

Material e métodos

O experimento foi conduzido no aviário experimental do Departamento de Zootecnia da Universidade Estadual Paulista, Campus Jaboticabal, com 1440 pintainhos de um dia de idade, machos, da linhagem Cobb-500[®]. As aves foram criadas em três câmaras climáticas, compostas de 16 boxes de 2,5x1,0 m cada uma. As câmaras eram revestidas com poliuretano e apresentavam sistemas de aquecimento e refrigeração. As aves foram submetidas às temperaturas apresentadas na Tabela 1:

Tabela 1. Temperaturas utilizadas na criação dos frangos de corte \pm desvio padrão da média.

Idade das aves (dias)	Temperatura ambiente (T°C)		
	Quente	Neutra	Fria
1 a 3 dias	35 \pm 1	32 \pm 2	28 \pm 3
4 a 7 dias	34 \pm 1	31 \pm 1	26 \pm 2
8 a 14 dias	32 \pm 3	28 \pm 2	22 \pm 2
15 a 21 dias	31 \pm 3	26 \pm 2	20 \pm 3
22 a 42 dias	30 \pm 3	23 \pm 2	19,5 \pm 2

As rações acrescidas ou não com extrato de leveduras¹ e prebiótico² foram oferecidas somente na fase pré- inicial (1 a 7 dias), sendo que a partir do 8º dia de idade todas as aves receberam a mesma ração, sendo reajustadas de acordo com cada fase de criação (1 a 7; 8 a 21 e 22 a 42 dias de idade), atendendo as recomendações de ROSTAGNO *et al.* (2000). Os níveis de extrato de levedura e de prebiótico utilizados seguiram as recomendações da empresa que forneceu os produtos. As rações foram:

R1 - Ração sem extrato de levedura e sem prebiótico;

R2 – Ração com 2% de extrato de leveduras e sem prebiótico,

R3 – Ração sem extrato de levedura e com 0,15% de prebiótico,

R4 – Ração com 2% de extrato de levedura e com 0,15% de prebiótico.

Adotou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado em esquema fatorial com parcela subdividida, constituído por um arranjo fatorial 3 x 2 x 2 nas parcelas, com os fatores temperaturas de criação (quente, neutra e fria), níveis de extrato de levedura (com ou sem) e níveis de prebiótico (com ou sem) e, na subparcela, as coletas de sangue e secreção lacrimal (7, 14, 21, 28, 35 e 42 dias de idade). Foram utilizadas 4 repetições com 30 aves/repetição/câmara, totalizando 1.440 aves.

Aos 8 dias, as aves foram vacinadas contra o vírus da doença de Newcastle (VDN) estirpe La Sota e contra o vírus da doença de Gumboro (VDG) cepa intermediária LUKERT, e aos 18 dias para VDG (Cepa forte Austrália V-877), sendo que todas as vacinas foram via ocular, diluídas conforme recomendações do fabricante, na proporção de 30mL/1000 doses de vacina, correspondendo a doses de 30 µL/ave, de acordo com o método descrito por PAULILO (1987).

As amostras de sangue, para análise de IgG, foram colhidas através de punção na veia branquial e a secreção lacrimal, para análise de IgA, foi colhida através da irritação do olho da ave com glicerina. As amostras colhidas foram sempre dos mesmos

¹ Nupro®. Alltech do Brasil Agroindustrial Ltda. Araucária, PR.

² Bio-Mos®. Alltech do Brasil Agroindustrial Ltda. Araucária, PR.

frangos por parcela, aos 7, 14, 21, 28, 35 e 42 dias de idade. Após a obtenção do soro e secreção lacrimal, estes foram congelados a -20°C até a realização das análises.

Para a realização de pesquisa de títulos de anticorpos para VDN e VDG foram utilizados os testes de inibição por hemaglutinação (HI), conforme CUNNINGHAM (1971) e pelo método Elisa utilizando kits comerciais da *Synbiotics Corporation* (ProFLOK[®]), respectivamente. Para a determinação do IgA presente na secreção lacrimal também foi utilizado o kit comercial da *Synbiotics Corporation* (ProFLOK[®]), sendo utilizado um conjugado comercial cabra anti-Galinha, IgA, cadeia específica HRP (*Bethyl Laboratories, Inc*). Os títulos de HI foram transformados em \log_2 e no teste de Elisa, a densidade óptica foi transformada para valores de títulos, conforme software do fabricante do Kit.

A metodologia para análise do IgA foi adaptada ao kit comercial usado para determinação de IgG de VDG. Foram utilizadas apenas as placas revestidas com o antígeno do kit. O substrato e os reagentes foram os mesmos usados na análise de Elisa Indireto. Para tanto, as placas foram bloqueadas com uma solução tampão bicarbonato pH 9,6 0,05M e leite em pó desnatado (LPD) por 45 minutos a 37°C . Em seguida as placas foram lavadas com PBST pH 7,4. As amostras foram diluídas em PBST com 10% de LPD e distribuídas na placa e encubadas em estufa $37^{\circ}\text{C}/60$ min. Após este procedimento, a placa foi novamente lavada com PBST e adicionada conjugado anti-IgA diluído em PBST com 10% de LPD. A placa foi novamente levada à estufa a 37°C por 120 minutos. Decorrido os minutos da incubação, a placa foi novamente lavada com PBST e adicionado o substrato, feito com solução que continha ortofenilenodiamino (OPD) diluído em tampão citrato acrescido de água oxigenada e, depois de transcorridos 15 minutos, foi adicionado à placa HCl 2M a fim de bloquear a reação da enzima. A leitura foi feita a 490nm em um leitor Microplat[®].

Antes de realizar as análises estatísticas, a presença de dados discrepantes (*outliers*) foi verificada e as pressuposições de normalidade dos erros estudentizados (teste de Cramer-von-Misses) e de homogeneidade de variâncias (teste de Brown e Forsythe). As análises de variância foram realizadas utilizando o procedimento GLM do

programa SAS[®] (SAS Institute, 2002), e em caso de diferença significativa as médias foram comparadas pelo teste de Tukey (5%).

Resultados e discussão

Os resultados de resposta imune humoral para VDN e VDG (IgG e IgA) estão apresentados na Tabela 2. Prebiótico e o extrato de levedura adicionados à ração na fase pré-inicial, não influenciaram as variáveis analisadas. Houve interação significativa entre temperatura de criação e idade de coleta sobre a resposta imune humoral em todos os parâmetros avaliados, com os desdobramentos apresentados nas Figuras 1 a 3 e Apêndices 10 a 12.

Sabe-se que a transferência de IgG presente na membrana do saco vitelino para a circulação sanguínea ocorre até o 2º dia pós-eclosão (LI *et al.*, 1998), período durante o qual acontece a absorção do saco vitelino. Sabendo-se que as mudanças nas condições ambientais promovem alterações nos hormônios circulantes, como T₃ e T₄, os quais podem afetar a velocidade de absorção do saco vitelino (IQBAL *et al.*, 1990, TORRES, 2006). Assim, este fato explica as diferenças ocorridas aos 7 dias de idade entre as temperaturas quente e fria. Além disso, a exposição de aves jovens a alta temperatura ambiental antes da mudança antigênica primária produz inibição do desenvolvimento da resposta imune primária (THAXTON *et al.*, 1968).

O estresse térmico influencia a função do sistema imune, pelo estímulo do eixo hipotálamo-hipófise-adrenal (THAXTON e SIEGEL, 1969), o qual estimula a secreção de corticosterona e do hormônio adrenocorticotrófico (ACTH).

Altas concentrações de corticosterona causam involução de órgãos linfóides como o timo, bursa e o baço e a redistribuição das sub-populações de linfócitos T (MARSH e SCANES, 1994 e TROUT e MASHALY, 1994). A bursa é um órgão necessário para os processos de diferenciação de linfócitos B e de diversificação de especificidade de anticorpos específicos (PARAMITHIOTIS e RATCLIFFE, 1994; GLICK, 1995) e o microambiente do timo permite a formação clonal de receptores específicos dos linfócitos T, diferenciando-os em linfócitos T-*Helper* (CD4+) e T-citotóxicos (CD8+) (GLICK, 2000).

Tabela 2. Médias dos títulos de anticorpos contra vírus da doença de Newcastle (VDN), vírus da doença de Gumboro (VDG) e imunoglobulina A (IgA) em frangos de corte alimentados com dietas suplementadas ou não com extrato de leveduras e prebiótico, criados em diferentes temperaturas.

Tratamentos	Título		
Temperatura ambiente (T)	VDN - IgG	VDG - IgG	VDG-IgA
Quente	4,81 b	1153,11	0,29
Neutra	5,29 ab	1243,35	0,30
Fria	5,52 a	1118,32	0,35
Prebiótico (P)			
Com	5,22	1243,55	0,31
Sem	5,19	1101,69	0,31
Extrato de Levedura (EL)			
Com	5,16	1195,32	0,31
Sem	5,26	1147,87	0,31
CV (%) na parcela	35,28	49,92	74,56
Idade de coleta em dias (I)			
7	7,73 a	1265,4 b	0,28 b
14	6,98 a	219,2 cd	0,15 c
21	3,84 bc	124,3 d	0,26 b
28	4,42 bc	457,9 c	0,25 bc
35	3,57 c	1345,8 b	0,51 a
42	4,61 b	3389,3 a	0,41 a
CV (%) na subparcela	27,89	45,02	55,95
	<i>Probabilidades</i>		
T	0,0447	NS	NS
P	NS	NS	NS
EL	NS	NS	NS
I	<0,0001	<0,0001	<0,0001
P X T	NS	NS	NS
EL X T	NS	NS	NS
EL X P	NS	NS	NS
T X P X EL	NS	NS	NS
I X EL	NS	NS	NS
I X T	0,0012	0,0032	0,0002
I X P	NS	NS	NS
I X T X P	NS	NS	NS
I X T X E	NS	NS	NS
I X P X E	NS	NS	NS
I X T X P X E	NS	NS	NS

Na mesma coluna, médias seguidas de letras iguais não diferem entre si pelo teste Tukey ($p < 0,05$).

CV% = coeficiente de variação.

NS=não significativo.

Os dados encontrados discordam aos achados por OBA (2004), que avaliando a resposta imune para VDN em aves submetidas a diferentes temperaturas e suplementadas com crômio, encontrou menor valor de título aos 7 dias na temperatura fria para VDN.

Uma hipótese para a melhor resposta obtida pelas aves em temperatura fria poderia estar relacionada à presença de bactérias filamentosas segmentadas (BFS) presentes no íleo (CAP.4). Diversos autores inferem que as BFS são as mais potentes bactérias nativas que estimulam o sistema imune (KLASSEN *et al.*, 1993; UMESAKI *et al.*, 1995; CEBRA *et al.*, 1998; UMESAKI *et al.* 1999, YAMAUCHI *et al.*, 2000), motilidade intestinal (SNEL *et al.*, 1996), e proliferação das células epiteliais (UMESAKI *et al.* 1995; JIANG *et al.*, 2001) em ratos em estado fisiológico normal.

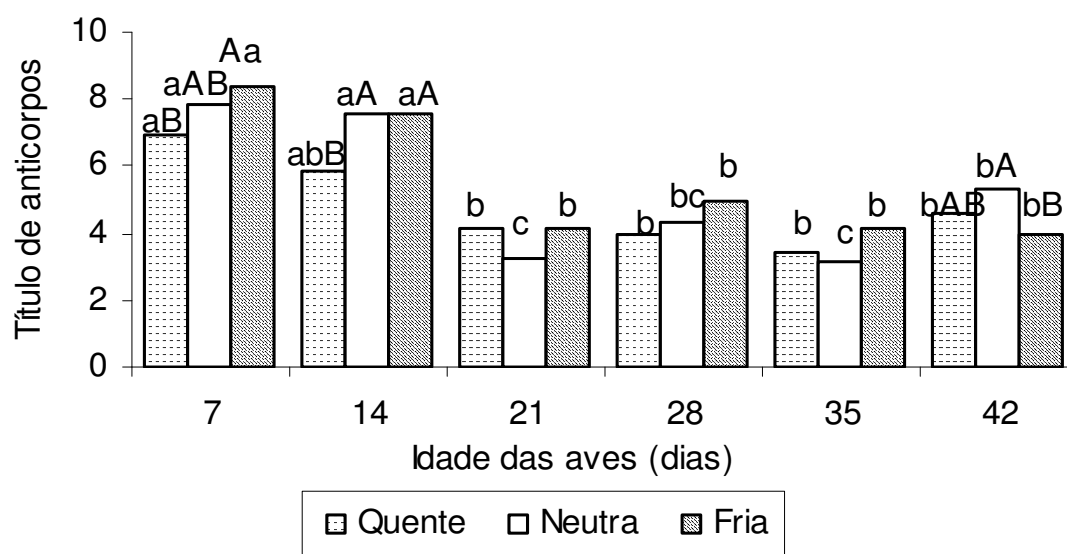


Figura 1. Desdobramento da interação entre as temperaturas de criação e idade de coleta do soro para as médias dos títulos de anticorpos do soro contra VDN obtidos em frangos de corte alimentados com dietas suplementadas ou não com extrato de leveduras e prebiótico, criados em diferentes temperaturas. Efeito da idade em cada temperatura ambiente (letras minúsculas) e das temperaturas ambiente sobre as idade de coleta (letras maiúsculas)

Aos 42 dias de idade, houve melhor resposta na temperatura neutra, e a pior foi obtida na temperatura fria, sendo que a resposta na temperatura quente não diferiu estatisticamente da temperatura fria e neutra.

As aves criadas na temperatura fria apresentaram um declínio significativo no título de anticorpos, em relação à temperatura neutra. O declínio obtido aos 42 dias de idade provavelmente está relacionado à maior sensibilidade das aves em decorrência à baixa temperatura.

De maneira geral, pode-se observar que a temperatura de criação influenciou o sistema imunológico em idades críticas, isto é, nas três primeiras semanas, sendo que o estresse funcionou como imunomodulador, promovendo aumento da resposta imune humoral para VDN, quando comparado à condição de termoneutralidade, estando estes dados de acordo com HENKEN *et al.* (1982) e OBA (2004)

A melhor resposta imune humoral das aves criadas em ambientes adversos pode ser explicada pela produção de interleucina-1 (IL-1) pelos macrófagos, estimulado pelo antígeno. A IL-1 estimula o hipotálamo e/ou leucócitos a produzir o fator liberador de corticotropina (CRF), que estimula a produção de ACTH pela pituitária anterior e/ou leucócitos. Em adição, CRF pode aumentar diretamente a atividade dos linfócitos no baço e o ACTH pode estimular a produção de corticosteróides, que podem causar a redistribuição dos linfócitos secundários, como o baço, para processamento do antígeno e eventual produção de anticorpos contra o antígeno invasor (MASSALY *et al.*, 1998).

VDG

O estudo de desdobramento dentro das diferentes temperaturas mostrou que houve diferença estatística, dentro das três temperaturas, aos 7 e 42 dias de idade (Figura 3).

Aos 7 dias, as aves criadas em temperatura fria apresentaram menor título de anticorpos para VDG, em relação às aves criadas na temperatura quente e neutra. Os dados encontrados diferem aos de OBA (2004), que avaliando a resposta imune para VDG não encontrou diferença estatística dentro das três temperaturas e idades.

Existem diferenças de origem genética no tempo requerido para a transferência de anticorpos da matriz ao ovo a partir da imunização da matriz (BOA-AMPONSEM *et al.*, 1997). A porcentagem de produção de ovos e o peso da gema do ovo também são fatores importantes na eficiência de deposição de IgG no ovo (LI *et al.*, 1998), e

portanto, da disponibilidade de IgG na gema para posterior transferência ao embrião. Segundo SHEPHARD e SHEK (1998), o estresse pelo frio promove a supressão da proliferação de linfócitos, retroalimentação negativa da cascata imunológica, redução de células *natural killer* (NK) e atividade citolítica.

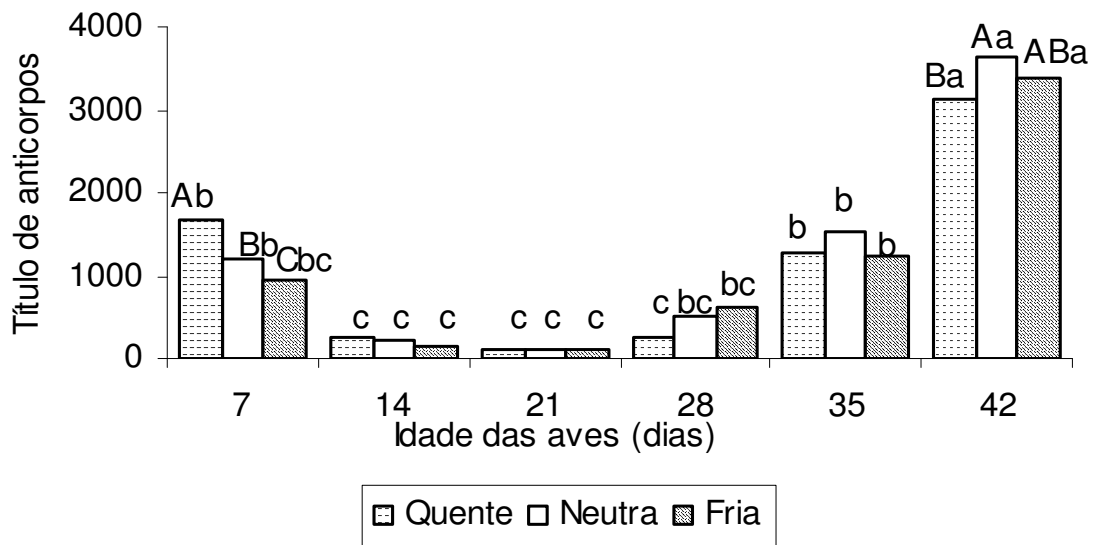


Figura 2. Desdobramento da interação entre as temperaturas de criação e idade de coleta do soro para as médias dos títulos de anticorpos do soro contra VDG obtidos em frangos de corte alimentados com dietas suplementadas ou não com extrato de leveduras e prebiótico, criados em diferentes temperaturas. Efeito da idade em cada temperatura ambiente (letras minúsculas) e das temperaturas ambiente sobre idade de coleta (letras maiúsculas)

O hipotálamo traduz os estímulos estressores em fatores neuroendócrinos capazes de alterar a função imune (BALLONE, 2002; TORRES, 2006). Os corticosteróides, em algumas ocasiões, podem atuar como imunoestimulantes ou imunomoduladores, podendo regular o desenvolvimento da resposta imune celular e humoral, favorecendo ou dificultando a resistência a vários patógenos (MORGULIS, 2002). No início da resposta ao estresse ocorre liberação de ACTH, o qual produz, dentre outras modificações fisiológicas, aumento de linfócitos no sangue, para reparar possíveis danos físicos e defender contra eventuais agentes agressores (BALLONE,

2002). Dessa forma, explica-se a melhor resposta na temperatura quente aos 7 dias de idade.

Aos 42 dias de idade, as aves criadas na temperatura quente apresentaram menor título de anticorpos para VDG, em relação às aves criadas em temperatura neutra. Isto pode ser explicado pela maior sensibilidade das aves ao calor, nesta faixa de idade, proporcionado pelo estresse térmico. Provavelmente, como consequência dessa situação, houve liberação de corticosterona, a qual promoveu involução dos órgãos linfóides e, conseqüentemente menor resposta imune humoral para VDG.

No estudo dentro das diferentes temperaturas observa-se que a partir dos 21 dias de idade, as aves criadas na temperatura quente apresentaram menor valor de título em relação aos encontrados nas temperaturas neutra e fria.

VDG – IgA

No estudo dentro das diferentes idades, apenas houve diferença estatística aos 35 dias, onde as aves criadas em temperatura fria apresentaram maiores valores de IgA. Este resultado encontrado provavelmente está relacionado com a presença das bactérias encontradas no íleo (CAP. 4), promovendo desta forma maior valor de IgA.

Apesar de não haver diferença estatística nos valores de títulos de IgA no soro das aves criadas em temperatura fria, observar-se que houve tendência de tais valores manterem-se maiores até os 42 dias de idade em relação às demais temperaturas, sendo que este fato ocorreu a partir dos 21 dias de idade (Figura 1).

Aditivos como prebiótico ricos em manose aumentam a resposta protetora de anticorpos e aumentam a resistência a doenças, sendo que ao mesmo tempo reduzem a resposta aguda (RUTZ *et al.*, 2005, RUTZ e COLLET, 2006). Por ação direta, especula-se que alguns prebióticos específicos podem causar redução na translocação intestinal de patógenos (SILVA, 2000). Estes compostos se ligariam a sítios receptores dos macrófagos através do reconhecimento de determinados açúcares, presentes nas glicoprotéínas da superfície epitelial, desencadeando uma reação em cascata que resultaria na ativação dos macrófagos e liberação de citoquinas, ativando a resposta imune adquirida (COLLET, 2000). Os resultados obtidos por SAVAGE *et al.* (1996), que

constatarem aumentos significativos nos níveis de IgG no plasma e IgA da bile ao adicionarem 0,11% de MOS na dieta de perus, sustentam esta hipótese. SWANSON *et al.* (2002) ao suplementar a dieta de cães adultos com 2 g/dia com prebióticos observaram aumento na concentração de IgA no íleo, indicando melhora na imunidade local.

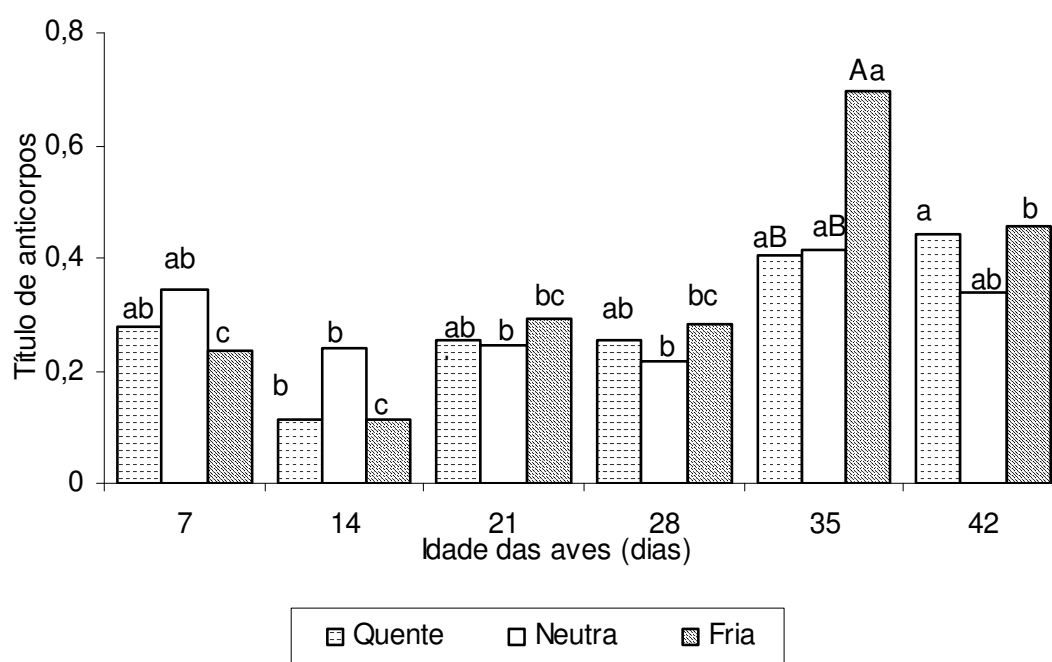


Figura 3- Desdobramento da interação entre as temperaturas de criação e idade de coleta do soro para os títulos de anticorpos de IgA contra VDG, obtidos dos soros de frangos de corte, em diferentes idades e criados em 3 temperaturas distintas. Efeito da idade em cada temperatura ambiente (letras minúsculas) e das temperaturas ambiente em cada idade de coleta (letras maiúsculas)

De acordo com a literatura, vários autores inferiram sobre a relação positiva entre as bactérias filamentosas segmentadas e liberação de IgA. KLAASEN *et al.* (1993) e TALHAM *et al.* (1999), ao avaliarem a colonização por BFS em ratos, observaram que aumentou o número de células secretoras de imunoglobulina A e o nível de IgA secretado no soro, podendo esta colonização estar associada com a ativação e aumento do número de linfócitos intraepiteliais (TALHAM *et al.*, 1999, MEYERHOLZ *et al.*, 2002). Além disso, em ratos livres de patógenos, a colonização por BFS está associada a maior expressão do Complexo de Histocompatibilidade Classe II (TALHAM

et al., 1999). Os resultados de JIANG *et al.* (2001) sugerem correlação entre resposta imune e colonização de BSF no intestino. YAMAUCHI e SNEL (2000) observaram que a BFS realizam fagocitose dentro do epitélio celular do íleo e intracelularmente processado pelo lisossoma heterofágico. A fagocitose é o primeiro passo para a resposta imune da BSF, resultando em aumento no número de células produtoras de IgA e linfócitos intraepiteliais α - β na mucosa intestinal.

Conclusão

Os resultados obtidos neste trabalho permitiram concluir que a inclusão de extrato de levedura e prebiótico na fase pré-inicial não produziu efeito sobre a resposta imune humoral para VDN e VDG ao longo do ciclo produtivo do frango de corte. Com relação à temperatura de criação, esta exerceu forte influência sobre os valores de IgG, principalmente sobre os títulos de anticorpos maternos, embora o estresse térmico tenha proporcionado efeito imunomodulador até a 3ª semana de vida das aves.

Devido à tendência de equilíbrio de Iga apresentado na temperatura fria, há necessidade de maiores pesquisas em relação à presença das bactérias encontradas neste experimento e sua influência sobre a imunidade local.

Referências

ALI, A.S.; ABSALLA, M.O.; MOHAMMED, M.E.H. Interaction between Newcastle disease and Infectious Bursal disease vaccines commonly used in Sudan. **International Journal of Poultry Science**, Pakistan v.3, n.4, p.300-304, 2004.

BALLONE, G.J. Estresse. PsiqWeb *Psiquiatria Geral*, 2002. disponível em <http://www.psiqweb.med.br/cursos/stress1.html>. Acessado em maio de 2006.

BEARD, C.W.; MITCHELL, B.W. Influence of environmental temperatures on the serologic responses of broiler chickens to inactivated e viable Newcastle disease vaccines. **Avian Diseases**, v.31, p.321-326, 1987.

BOA-AMPONSEM, K.; DUNNINGTON, E.A; SIEGEL, P.B. Antibody transmitting ability of hens from lines of chickens differing in response to SRBC antigen. **British Poultry Science**, v.38, p.480-484, 1997.

CARVER, J. D.; WALKER, W. A. The role of nucleotides in human nutrition. **Nutritional Biochemistry**, New York, p.658-672, 1995

CEBRA, J.J.; PERIWAL, S.B.; LEE, G.; LEE, F.; SHROFF, K.E. Development and maintenance of the gut-associated lymphoid tissue (GALT): the roles of enteric bacteria and viruses. **Developmental Immunology**, v.6, p.13-18, 1998.

COLLET, S. Nutrição, imunidade e produtividade. In: RONDA LATINO-AMERICANA ALLTECH: O FUTURO DA ALIMENTAÇÃO, Campinas: Alltech. **Anais ...** Campinas: Alltech Biotechnology, v.10, p.20-30, 2000.

CUNNINGHAM,C.H. **Virologia Practica**. 6 ed., Editora Acribia, Zaragoza, 260 p., 1971.

GERAERT, P.A.; PADILHA, J.C.F.; GUILLAUMIN, S. Metabolic and endocrine changes induced by chronic heat exposure in broiler chickens: biological and endocrinological variables. **British Poultry Nutrition**, v.75, p.205-216, 1996.

GLICK, B. Embryogenesis of the bursa of fabricius: stem cell, microenvironment, and recepto-paracrine pathways. **Poultry Science**, v.74, p.419-426, 1995.

GLICK, B. Immunophysiology. In: **Sturkie's Avian Physiology**. 5 ed. San Diego, 685p. 2000.

GLICK, B.; HOLBROOK, K.A.; OLAH, I.; PERKINS, W D; STINSON, R. A scanning electron microscope study of the caecal tonsil: the identification of a bacterial attachment

to the villi of the caecal tonsil and the possible presence of lymphatics in the caecal tonsil. **Poultry Science**, v.57, p.1408–1416, 1978.

GRANDO, N. Doença de Newcastle. In: 3^o SIMPÓSIO BRASIL SUL DE AVICULTURA, , Chapecó, EMBRAPA. **Anais ...**Chapecó: EMBRAPA, p.66-72, 2002.

HENKEN, A.M.; GROOTE, SCHAARSBERG, A.M.J.; NIEWLAND, M.G.B. The effect of environmental temperature on immune response and metabolism of the young chicken 3. Effect of environmental temperature on the humoral immune response following injection of sheep red blood cells. **Poultry Science**, v.62, p.51-58, 1982.

IQBAL A.; DECUYPERE, E.; ABD AZIM, EL A.; KUHN, E.R. Pre- and post- hatch high temperature exposure affects the thyroid hormones, and corticosterone responses to acute heat stress in growing chicken (*Gallus domesticus*). **Journal of Thermal Biology**, v.15, p.149–153, 1990.

JIANG, H.; BOS, N.A.; CEBRA, J.J. Timing, localization, and persistence of colonization by segmented filamentous bacteria in the neonatal mouse gut depend on immune status of mothers and pups. **Infection and Immunity**, v.69, n.6, p.3611-3617, 2001.

JYONOUCHI, H. Nucleotide actions on humoral immune responses. **Journal Nutrition**, v.124, p.148-166, 1994.

KIMURA, Y.O. Mecanismos de proteção através da mucosa intestinal. **Revista Super Saudável**, 2005. Disponível em: <http://www.yakult.com.br>. Acessado em maio de 2006.

KLAASEN, H.L.B.M.P; VAN DER HEIJDEN, J.; STOK, W.; POELMA, F.G.J.; KOOPMAN, J.P.; VAN DEN BRINK, M.E.; BAKKER, M.H.; ELING, W.M.C.; BEYNEN, A.C. Apathogenic, intestinal, segmented, filamentous bacteria stimulate the mucosal immune system of mice. **Infection and Immunity**, v.61, n.1, p.303-306, 1993.

KNEIPP, C.A.F. Doença de Gumboro no Brasil. In: 2º SIMPÓSIO DE SANIDADE AVÍCOLA, EMBRAPA, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: EMBRAPA, p.79-88, 2000.

KOUWENHOVEN, B. **Newcastle disease**. In: FERRAN, J.B., MC NULTY, M.S. Virus infections of birds. Amsterdam : Elsevier Science Publishers, p.341-361, 1993.

LI, X., NAKANO, T.; SUNWOO, H.H.; PAEK, B.H.; CHAE, H.S.; SIM, J.S. Effects of egg and yolk (IgY) production in laying chickens. **Poultry Science**, v.77, p.266-270, 1998.

LUKERT, P.D.; SAIF, Y.M. **Infections bursal disease**. 9 ed. Iowa State University press, Iowa, p.648- 665, 1997.

MACFARLANE, G.T.; CUMMINGS, J.H. Probiotics and prebiotics: can regulating the activities of intestinal bacteria benefit health? **British Medical Journal**, London, v.18, p.999-1003, 1999.

MARSH, J.A.; SCANES, C.C. Neuroendocrine-immune interactions. **Poultry Science**, v.73, p.1049-1061, 1994.

MASHALY, M.M.; TROUT, J.M.; HENDRICKS III, G.L.; AL-DOKHI; L.M.; GEHAD; A.E. The role of neuroendocrine immune interactions in the initiation of humoral immunity in chickens. **Domestic Animal Endocrinology**, v.15, p.409-422, 1998.

MEYERHOLZ, D.K.; STABEL, T.J.; CHEVILLE, N.F. Segmented filamentous bacteria interact with intraepithelial mononuclear cells. **Infection and Immunity**, v.70, n.6, p.3277-3280, 2002.

MONTASSIER, H.J. Imunologia do aparelho digestório das aves. In: CURSO DE FISILOGIA DA DIGESTÃO E METABOLISMO DOS NUTRIENTES EM AVES, 2004, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: Centro Virtual de Ciência Avícola, Cd-Rom, 2004.

MONTASSIER, H.J. Importância da imunidade em pintos na primeira semana de vida. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE MANEJO DE PINTOS DE CORTE. Conferência Apinco. Campinas. **Anais...** Campinas: FACTA, p.99-120, 1998.

MORGULIS, M.S. Imunologia aplicada. In: MACARI, M.; FURLAN, R.L., GONZALES, E. **Fisiologia aplicada a frangos de corte**. Jaboticabal : FUNEP/UNESP, p.231-245, 2002.

MUIR, W.I.; BRYDEN, W.L.; HUSBAND, A.J. Immunity, vaccination and avian intestinal tract. **Development and Comparative Immunology**, v.24, p.325-342, 2000.

OBA, A. **Utilização do cromo na dieta de frangos de corte criados sob diferentes condições de ambiente**. 80 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal – 2004.

PARAMITHIOTIS, E.; RATCLIFFE, M.J.H. survivors of bursal B cell production and emigration. **Poultry Science**, v.73, n.7, p.991-997, 1994.

PAULILO, A.C. Doença de Newcastle. IV Ensaio experimental de diferentes vias de vacinação com estirpe lentogênica LaSota em frangos de corte. **Ars Veterinária**, v.3, p.73-79, 1987.

ROSTAGNO, H.S., ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L.; GOMES, P.C.; OLIVEIRA, R.F.; FERREIRA, A.S.; BARRETO, S.L.T. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição dos alimentos e exigências nutricionais**. Viçosa: UFV, 2000, 141p.

RUTZ, F.; COLLET, S.R. Alternativas para o desenvolvimento e função intestinal, visando a digestão e a absorção na ausência de aditivos químicos. In: CONFERÊNCIA APINCO 2006 DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, Santos. **Anais...** Santos: FACTA, p.139-159, 2006.

RUTZ, F.; RECH, J.L.; XAVIER, E.G.; ANCIUTI, M.A.; ROSSI, P. Cuidados críticos na nutrição inicial de aves : Alternativas para melhorar o desempenho e o papel essencial dos nucleotídeos. In: 20. SIMPÓSIO BRASILEIRO DA INDÚSTRIA DE ALIMENTAÇÃO ANIMAL -15ª RONDA LATINO AMERICANA DA ALLTECH. **Anais...**Curitiba: Alltech Biotechnology, p.19-39, 2005.

SAS INSTITUTE **Statistical Analysis System. Users guide.** Cary: 2002.

SAVAGE, T.F.; COTTER, P.F.; ZAKRZEWSKA, E.I. The effects of feeding a mannan oligosaccharide on Immunoglobulins, plasma IgG and bile IgA, of Wrolstad MW male turkeys. **Poultry Science**, v.75, n.1, p.143-148, 1996.

SHEPHARD, R.J.; SHEK, P.N. Cold exposure and immune function. **Canadian Journal of Physiology and Pharmacology**, v.56, p.992-996, 1998.

SILVA, E.N. Probióticos e prebióticos na alimentação de aves. In: CONFERÊNCIA APINCO'2000 DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, Campinas. **Anais...** Campinas: FACTA, v.2, p.241-251,2000.

SILVA, E.N.; ANDREATTI FILHO, R.L. Probióticos e Prebióticos na Avicultura. In: II SIMPÓSIO DE SANIDADE AVÍCOLA, Santa Maria, RS. **Anais...** Santa Maria, p.45-54, 2000.

SNEL, J., VAN DEN BRINK, M.E.; BAKKER, M.H.; POELMA, F.G.J.; HEIDT, P.J. The influence of indigenous segmented filamentous bacteria on small intestinal transit in mice. **Microbial Ecology in Health and Diseases**, v 9, p.207–214, 1996.

SWANSON, K.S.; GRIESHOP, C.M.; FLICKINGER, E.A.; BAUER, L.L.; HEALY, H.P.; DAWSON, K.A.; MERCHEN, N.R.; FAHEY, G.C. Supplemental fructooligosaccharides and mannanoligosaccharides influence immune function, ileal and total tract nutrient digestibilities, microbial populations and concentrations of protein catabolites in the large bowel of dogs. **Journal Nutrition**, v.132, p.980-989, 2002.

TALHAM, G.L.; JIANG, H.Q.; BOS, N.A.; CEBRA, J.J. Segmented filamentous bacteria are potent stimuli of a physiologically normal state of the murine gut mucosal immune system. **Infection and Immunity**, v.67, p.1992–2000, 1999.

TANKSON, J.D.; VIZZIER-THAXTON, Y.; THAXTON, J.P.; MAY, J.D.; CAMERON, J.A. Stress and nutritional quality of broilers. **Poultry Science**, v.80, p.1384-1389, 2001.

THAXTON, P.; SIEGEL, H.S. Immunodepression in young chickens by high environmental temperature. **Poultry Science**, v.48, p.202-204, 1969.

THAXTON, P.; SIEGEL, H.S. Modification of high temperature and ACTH induced Immunodepression by Metyrapone[®]. **Poultry Science**, v.52, p.618-624, 1973.

THAXTON, P.; SADLER, C.R.; GLICK, B. Immune response of chickens following heat exposure or injections with ACTH. **Poultry Science**, v.47, p.264-266, 1968.

TORRES, K.A.A. **Influência do estresse térmico no nascedouro sobre a imunidade humoral e as características zootécnicas de frangos de corte**. 34 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal – 2006.

TROUT, J.M.; MASHALY, M.M. The effects of adrenocorticotrophic hormone and heat stress in the distribution of lymphocyte populations in immature male chickens. **Poultry Science**, v.73, p.1694-1698, 1994.

UMESAKI, Y.; OKADA, Y.; MATSUMOTO, S.; SETOYAMA, H. Segmented filamentous bacteria are indigenous bacteria that activate intraepithelial lymphocytes and induce MHC class II molecules and fucosyl asialo GM1 glycolipids on the small intestinal epithelial cells in ex-germ-free mouse. **Microbiology and Immunology**, v.39, p.555-562, 1995.

UMESAKI, Y.; SETOYAMA, H.; MATSUMOTO, S.; IMAOKA, A.; ITOH, K. Differential roles of segmented filamentous bacteria and clostridia in development of the intestinal immune system. **Infection And Immunity**, v.67, n.7, p.3504–3511, 1999.

YAMAUCHI, K.; SNEL, J. Transmission electron microscopic demonstration of phagocytosis and intracellular processing of segmented filamentous bacteria by intestinal epithelial cells of the chick ileum. **Infection and Immunity**, v.68, n.11, p.6496–6504, 2000.

YASUI, H.; OHWAKI, M. Enhancement of immune response in Peyer's patch cells cultured with *Bifidobacterium breve*. **Journal Dairy Science**, Champaign, v.74, n.4, p.1187-1195, 1995.

YUN, C.H.; LILLEHOJ, H.S.; LILLEHOJ, E.P. Intestinal immune responses to coccidiosis. **Developmental and Comparative Immunology**, v.24, p. 303-324, 2000.

ZAHEER, A.; AKHTER, S. Role of maternal antibodies in protection against infectious bursal disease in commercial broilers. **International Journal of Poultry Science**, v.2, p.251-255, 2003.

Apêndice 1. Comparação de médias de altura de vilos e profundidade de cripta (μm) no duodeno para as interações entre extrato de levedura e prebiótico, temperatura e extrato de levedura e, temperatura e prebiótico aos 8 dias de idade.

Altura de vilos				Profundidade de cripta		
Prebiótico	Extrato de levedura		Probabilidade	Extrato de levedura		Probabilidade
	Com	Sem		Com	Sem	
Com	1293 A ¹	1250 Bb	0,0028	142 b ¹	133 a	NS
Sem	1356 A	1328 Ba	<0,0001	107 Aa	172 Bb	<0,0001
<i>Probabilidade</i>	NS	<0,0001		<0,0001	<0,0001	
Prebiótico	Extrato de levedura		Probabilidade	Extrato de levedura		Probabilidade
	Com	Sem		Com	Sem	
Quente	1322 Ba ²	1364 Aa	0,0022	114 Aa ²	147 Ba	<0,0001
Neutra	1312 Bb	1410 Aa	<0,0001	107 Aa	164Bb	<0,0001
Fria	1340 Aa	1238 Bb	<0,0001	152 b	146 a	NS
<i>Probabilidade</i>	<0,0001	<0,0001		<0,0001	0,0026	
Temperatura	Prebiótico		Probabilidade	Prebiótico		Probabilidade
	Com	Sem		Com	Sem	
Quente	1203 Bb ²	1498 Aa	<0,0001	130 ²	131 a	NS
Neutra	1361 Aa	1236 Bc	<0,0001	141 B	130 Aa	0,0462
Fria	1247 Bb	1332 Ab	<0,0001	141 A	158 Bb	0,0044
<i>Probabilidade</i>	<0,0001	<0,0001		NS	<0,0001	

¹Médias seguidas de letras distintas minúsculas (maiúscula) na coluna (linha), diferem pelo Teste de Fisher; ² Médias seguidas de letras distintas minúsculas (maiúscula) na coluna (linha), diferem pelos Testes de Tukey e Fisher, respectivamente ($p < 0,05$).
NS= não significativo.

Apêndice 2. Comparação de médias de altura de vilos e profundidade de cripta (μm) no jejuno para as interações entre extrato de levedura e prebiótico, temperatura e extrato de levedura e, temperatura e prebiótico aos 8 dias de idade.

Altura de vilos				Profundidade de cripta		
Prebiótico	Extrato de levedura		<i>Probabilidade</i>	Extrato de levedura		<i>Probabilidade</i>
	Com	Sem		Com	Sem	
Com	780 Aa ¹	661 Bb	<0,0001	163 Bb ¹	122 A	<0,0001
Sem	753 Ab	682 Ba	<0,0001	146 Ba	126 A	0,0007
<i>Probabilidade</i>	<0,0001	0,0114		0,0034	NS	
Prebiótico	Extrato de levedura		<i>Probabilidade</i>	Extrato de levedura		<i>Probabilidade</i>
	Com	Sem		Com	Sem	
Quente	802 Aa ²	638 Bb	<0,0001	151 Bb ²	120 Aa	<0,0001
Neutra	729 Ac	634 Bb	<0,0001	117 a	118 a	NS
Fria	768 b	742 a	NS	197 Bc	135 Ab	<0,0001
<i>Probabilidade</i>	<0,0001	<0,0001		<0,0001	0,0439	
Temperatura	Prebiótico		<i>Probabilidade</i>			
	Com	Sem		Com	Sem	<i>Probabilidade</i>
Quente	752 Aa ²	689 Bb	<0,0001			
Neutra	692 Ab	671 Bb	0,0236			
Fria	718 Bb	793 Aa	<0,0001			
<i>Probabilidade</i>	<0,0001	<0,0001				

¹Médias seguidas de letras distintas minúsculas (maiúscula) na coluna (linha), diferem pelo Teste de Fisher; ² Médias seguidas de letras distintas minúsculas (maiúscula) na coluna (linha), diferem pelos Testes de Tukey e Fisher, respectivamente ($p < 0,05$). NS= não significativo.

Apêndice 3. Comparação de médias de altura de vilos e profundidade de cripta (μm) no íleo para as interações entre extrato de levedura e prebiótico, temperatura e extrato de levedura e, temperatura e prebiótico aos 8 dias de idade.

Altura de vilos				Profundidade de cripta		
Prebiótico	Extrato de levedura		<i>Probabilidade</i>	Extrato de levedura		<i>Probabilidade</i>
	Com	Sem		Com	Sem	
Com	558 b ¹	557	NS	104 Aa ¹	118 Bb	<0,0001
Sem	592 aA	551 B	<0,0001	116 Bb	103 Aa	0,0065
<i>Probabilidade</i>	0,0012	NS		0,0099	<0,0001	
Prebiótico	Extrato de levedura		<i>Probabilidade</i>	Extrato de levedura		<i>Probabilidade</i>
	Com	Sem		Com	Sem	
Quente	645 Aa ²	517 Bb	<0,0001	114 B ²	101 Aa	0,0392
Neutra	554Ba	603 Aa	<0,0001	103 A	117 Bb	0,0087
Fria	526 b	543 b	NS	114	103 a	NS
<i>Probabilidade</i>	<0,0001	<0,0001		NS	0,0003	
Temperatura	Prebiótico		<i>Probabilidade</i>	Prebiótico		<i>Probabilidade</i>
	Com	Sem		Com	Sem	
Quente	572 ²	590 a	NS	111 b ²	114 a	NS
Neutra	577 B	600 Aa	<0,0001	101 Aa	119 Bb	0,0025
Fria	544	524 b	NS	121 Bb	96 Aa	<0,0001
<i>Probabilidade</i>	NS	<0,0001		<0,0001	0,0002	

¹Médias seguidas de letras distintas minúsculas (maiúscula) na coluna (linha), diferem pelo Teste de Fisher; ² Médias seguidas de letras distintas minúsculas (maiúscula) na coluna (linha), diferem pelos Testes de Tukey e Fisher, respectivamente ($p < 0,05$). NS= não significativo.

Apêndice 4. Comparação de médias de altura de vilos e profundidade de cripta (μm) no duodeno para as interações entre extrato de levedura e prebiótico, temperatura e extrato de levedura e, temperatura e prebiótico aos 21 dias de idade.

Altura de vilos				Profundidade de cripta		
Prebiótico	Extrato de levedura		<i>Probabilidade</i>	Extrato de levedura		<i>Probabilidade</i>
	Com	Sem		Com	Sem	
Com	1702 a ¹	1668	NS	185 Bb ¹	154 Aa	<0,0001
Sem	1612 b	1647	NS	141 Aa	181 Bb	<0,0001
<i>Probabilidade</i>	<0,0001	NS		<0,0001	<0,0001	
Prebiótico	Extrato de levedura		<i>Probabilidade</i>	Extrato de levedura		<i>Probabilidade</i>
	Com	Sem		Com	Sem	
Quente	1520 b ²	1532 c	NS	153 A ²	174 Bb	0,0070
Neutra	1780 Aa	1722 Ba	0,0331	170 A	189 Bb	0,0205
Fria	1728 Aa	1660 Bb	0,0143	166 B	139 Aa	0,0009
<i>Probabilidade</i>	<0,0001	<0,0001		NS	<0,0001	
Temperatura	Prebiótico		<i>Probabilidade</i>	Prebiótico		<i>Probabilidade</i>
	Com	Sem		Com	Sem	
Quente	1603Ab ²	1449 Bc	<0,0001	147 Aa ²	180 Bb	<0,0001
Neutra	1740 a	1762 a	NS	195 Bb	165 Ab	0,0002
Fria	1711 a	1677 b	NS	167 Ba	138 Aa	0,0003
<i>Probabilidade</i>	<0,0001	<0,0001		<0,0001	<0,0001	

¹Médias seguidas de letras distintas minúsculas (maiúscula) na coluna (linha), diferem pelo Teste de Fisher; ² Médias seguidas de letras distintas minúsculas (maiúscula) na coluna (linha), diferem pelos Testes de Tukey e Fisher, respectivamente ($p < 0,05$). NS= não significativo.

Apêndice 5. Comparação de médias de altura de vilos e profundidade de cripta (μm) no jejuno para as interações entre extrato de levedura e prebiótico, temperatura e extrato de levedura e, temperatura e prebiótico aos 21 dias de idade.

Altura de vilos				Profundidade de cripta		
Prebiótico	Extrato de levedura		<i>Probabilidade</i>	Extrato de levedura		<i>Probabilidade</i>
	Com	Sem		Com	Sem	
Com	1056 b ¹	1081 a	NS	128 Aa ¹	146 B	0,0009
Sem	1115 Aa	1048 Bb	<0,0001	153 b	151	NS
<i>Probabilidade</i>	<0,0001	0,0217		<0,0001	NS	
Prebiótico	Extrato de levedura		<i>Probabilidade</i>	Extrato de levedura		<i>Probabilidade</i>
	Com	Sem		Com	Sem	
Quente	1054 Ab ²	961 Bc	<0,0001	125 a ²	135 a	0,1405
Neutra	1181 Ba	1218 Aa	0,0323	178 Bb	154 Ab	0,0002
Fria	1021 b	1015 b	NS	119 Aa	156 Bb	<0,0001
<i>Probabilidade</i>	<0,0001	<0,0001		<0,0001	0,0014	
Temperatura	Prebiótico		<i>Probabilidade</i>	Prebiótico		<i>Probabilidade</i>
	Com	Sem		Com	Sem	
Quente	982 Bb ²	1033 Ab	0,0032	128 a ²	131 a	NS
Neutra	1232 Aa	1166 Ba	0,0001	147 Ab	185 Bb	<0,0001
Fria	990 Bb	1046 Ab	00,0012	136 ab	139 a	NS
<i>Probabilidade</i>	<0,0001	<0,0001		0,0179	<0,0001	

¹Médias seguidas de letras distintas minúsculas (maiúscula) na coluna (linha), diferem pelo Teste de Fisher; ² Médias seguidas de letras distintas minúsculas (maiúscula) na coluna (linha), diferem pelos Testes de Tukey e Fisher, respectivamente ($p < 0,05$).
NS= não significativo

Apêndice 6. Comparação de médias de altura de vilos e profundidade de cripta (μm) no íleo para as interações entre extrato de levedura e prebiótico, temperatura e extrato de levedura e, temperatura e prebiótico aos 21 dias de idade.

Altura de vilos			
Prebiótico	Extrato de levedura		<i>Probabilidade</i>
	Com	Sem	
Com	761 A ¹	695 Bb	<0,0001
Sem	749	759 a	NS
<i>Probabilidade</i>	NS	<0,0001	

Prebiótico	Extrato de levedura		<i>Probabilidade</i>
	Com	Sem	
Quente	698 c ²	703 b	NS
Neutra	805 Aa	772 Ba	0,0132
Fria	762 Ab	706 Bb	<0,0001
<i>Probabilidade</i>	<0,0001	<0,0001	

Temperatura	Prebiótico		<i>Probabilidade</i>
	Com	Sem	
Quente	692 b ²	708 b	NS
Neutra	762 Ba	815 Aa	<0,0001
Fria	729 a	739 b	NS
<i>Probabilidade</i>	<0,0001	<0,0001	

Profundidade de cripta		
Prebiótico		<i>Probabilidade</i>
Com	Sem	
124 A ¹	142 Bb	0,0016
127 A	160 Bc	<0,0001
119	120 a	NS
NS	<0,0001	

¹Médias seguidas de letras distintas minúsculas (maiúscula) na coluna (linha), diferem pelo Teste de Fisher; ² Médias seguidas de letras distintas minúsculas (maiúscula) na coluna (linha), diferem pelos Testes de Tukey e Fisher, respectivamente ($p < 0,05$).
NS= não significativo.

Apêndice 7. Comparação de médias de altura de vilos e profundidade de cripta (μm) no duodeno para as interações entre extrato de levedura e prebiótico, temperatura e extrato de levedura e, temperatura e prebiótico aos 42 dias de idade.

Altura de vilos				Profundidade de cripta		
Prebiótico	Extrato de levedura		<i>Probabilidade</i>	Extrato de levedura		<i>Probabilidade</i>
	Com	Sem		Com	Sem	
Com	1750 a ¹	1767 a	NS	142 Ab ¹	169 Bb	<0,0001
Sem	1647 Ab	1499 Bb	<0,0001	125 a	116 a	NS
<i>Probabilidade</i>	<0,001	<0,0001		0,0143	<0,0001	
Prebiótico	Extrato de levedura		<i>Probabilidade</i>	Extrato de levedura		<i>Probabilidade</i>
	Com	Sem		Com	Sem	
Quente	1699 Ab ²	1627 B	0,0042			
Neutra	1598 c	1632	NS			
Fria	1798 Aa	1640B	<0,0001			
<i>Probabilidade</i>	<0,0001	NS				
Temperatura	Prebiótico		<i>Probabilidade</i>	Prebiótico		<i>Probabilidade</i>
	Com	Sem		Com	Sem	
Quente	1806 Aa ²	1521 Bb	<0,0001	146 Bb ²	122 Ab	0,0051
Neutra	1651 Ab	1578 Bab	0,0036	103 a	98 a	NS
Fria	1817 Aa	1620 Ba	<0,0001	218 Bc	140 Ab	<0,0001
<i>Probabilidade</i>	<0,0001	0,0004		<0,0001	<0,0001	

¹Médias seguidas de letras distintas minúsculas (maiúscula) na coluna (linha), diferem pelo Teste de Fisher; ² Médias seguidas de letras distintas minúsculas (maiúscula) na coluna (linha), diferem pelos Testes de Tukey e Fisher, respectivamente ($p < 0,05$). NS= não significativo.

Apêndice 8. Comparação de médias de altura de vilos e profundidade de cripta (μm) no jejuno para as interações entre extrato de levedura e prebiótico, temperatura e extrato de levedura e, temperatura e prebiótico aos 42 dias de idade.

Altura de vilos			
Prebiótico	Extrato de levedura		<i>Probabilidade</i>
	Com	Sem	
Com	1322 Aa ¹	1272 B	0,0012
Sem	1122 Bb	1245 A	<0,0001
<i>Probabilidade</i>	<0,0001	NS	

Temperatura	Extrato de levedura		<i>Probabilidade</i>
	Com	Sem	
Quente	1244 A ²	1138 Bc	<0,0001
Neutra	1225 B	1347 Aa	<0,0001
Fria	1197 B	1290 Ab	<0,0001
<i>Probabilidade</i>	NS	<0,0001	

Temperatura	Prebiótico		<i>Probabilidade</i>
	Com	Sem	
Quente	1228 Ab ²	1154 Bb	<0,0001
Neutra	1306 Aa	1266 Ba	0,0322
Fria	1357 Aa	1130 Bb	<0,0001
<i>Probabilidade</i>	<0,0001	<0,0001	

Profundidade de cripta			
Extrato de levedura	Prebiótico		<i>Probabilidade</i>
	Com	Sem	
Com	116 B ¹	97 Aa	0,0010
Sem	114 B	98 Aa	0,0077
<i>Probabilidade</i>	NS	0,0439	

Extrato de levedura	Prebiótico		<i>Probabilidade</i>
	Com	Sem	
Com	112 Ba ¹	101 A	0,0488
Sem	111 a	110	NS
<i>Probabilidade</i>	<0,0001	NS	

¹Médias seguidas de letras distintas minúsculas (maiúscula) na coluna (linha), diferem pelo Teste de Fisher; ² Médias seguidas de letras distintas minúsculas (maiúscula) na coluna (linha), diferem pelos Testes de Tukey e Fisher, respectivamente ($p < 0,05$).
NS= não significativo.

Apêndice 9. Comparação de médias de altura de vilos e profundidade de cripta (μm) no íleo para as interações entre extrato de levedura e prebiótico, temperatura e extrato de levedura e, temperatura e prebiótico aos 42 dias de idade.

Altura de vilos			
Prebiótico	Extrato de levedura		<i>Probabilidade</i>
	Com	Sem	
Com	835 Aa ¹	794 Bb	<0,0001
Sem	789 Bb	860 Aa	<0,0001
<i>Probabilidade</i>	0,0002	<0,0001	

Prebiótico	Extrato de levedura		<i>Probabilidade</i>
	Com	Sem	
Quente	856 Ba ²	902 Aa	0,0008
Neutra	811 b	829 b	NS
Fria	768 c	750 c	NS
<i>Probabilidade</i>	<0,0001	<0,0001	

Temperatura	Prebiótico		<i>Probabilidade</i>
	Com	Sem	
Quente	846 Ba ²	912 Aa	<0,0001
Neutra	854 Aa	789 Bb	<0,0001
Fria	742 Bb	777 Ab	0,0114
<i>Probabilidade</i>	<0,0001	<0,0001	

Profundidade de cripta		
Extrato de levedura		<i>Probabilidade</i>
Com	Sem	
111 a ²	117 b	NS
90 a	96 a	NS
134 Bb	118 Ab	0,0026
<0,0001	<0,0001	

Prebiótico		<i>Probabilidade</i>
Com	Sem	
103 Aa ²	125 Bb	<0,0001
101 Ba	85 Aa	0,0047
124 b	129 b	NS
<0,0001	<0,0001	

¹Médias seguidas de letras distintas minúsculas (maiúscula) na coluna (linha), diferem pelo Teste de Fisher; ² Médias seguidas de letras distintas minúsculas (maiúscula) na coluna (linha), diferem pelos Testes de Tukey e Fisher, respectivamente ($p < 0,05$).
NS= não significativo

Apêndice 10. Desdobramento da interação entre as temperaturas de criação e idade de coleta do soro para as médias dos títulos de anticorpos do soro contra VDN obtidos em frangos de corte alimentados com dietas suplementadas ou não com extrato de leveduras e prebiótico, criados em diferentes temperaturas.

Idade	Temperatura			Probabilidade
	Quente	Neutra	Fria	
7	6,97 aB	7,84 aAB	8,37 aA	0,0231
14	5,84 abB	7,56 aA	7,53 aA	0,0008
21	4,16 b	3,21 c	4,15 b	NS
28	3,94 b	4,31bc	5,00 b	NS
35	3,40b	3,19 c	4,13 b	NS
42	4,56 bAB	5,34 bA	3,94 bB	0,0245
<i>Probabilidade</i>	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	

Médias seguidas de letras distintas minúsculas (maiúscula) na coluna (linha), diferem pelo Teste de Tukey ($p < 0,05$).

NS= não significativo.

Apêndice 11. Desdobramento da interação entre as temperaturas de criação e idade de coleta do soro para as médias dos títulos de anticorpos do soro contra VDG obtidos em frangos de corte alimentados com dietas suplementadas ou não com extrato de leveduras e prebiótico, criados em diferentes temperaturas.

Idade	Temperatura			Probabilidade
	Quente	Neutra	Fria	
7	1675 Ab	1186 Bb	934 Cbc	0,0004
14	241 c	226 c	149 c	NS
21	100 c	113 c	101 c	NS
28	247 c	492 bc	618 bc	NS
35	1267 b	1544 b	1229 b	NS
42	3143 aB	3649 aA	3376 aAB	0,0273
<i>Probabilidade</i>	<0,0001	<0,0001	<0,0001	

Médias seguidas de letras distintas minúsculas (maiúscula) na coluna (linha), diferem pelo Teste de Tukey ($p < 0,05$).

NS= não significativo.

Apêndice 12. Desdobramento da interação entre as temperaturas de criação e idade de coleta do soro para as médias dos títulos de anticorpos de IgA contra VDG obtidos em frangos de corte alimentados com dietas suplementadas ou não com extrato de leveduras e prebiótico, criados em diferentes temperaturas.

Idade (dias)	Temperatura			Probabilidade
	Quente	Neutra	Fria	
7	0,27 ab	0,34 ab	0,22 c	NS
14	0,11 b	0,24 b	0,11 c	NS
21	0,25 ab	0,25 b	0,29 bc	NS
28	0,25 ab	0,22 b	0,28 bc	NS
35	0,41 Ba	0,41 aB	0,69 Aa	<0,0001
42	0,44 a	0,34 ab	0,46 b	NS
<i>Probabilidade</i>	<0,0001	0,0106	<0,0001	

Médias seguidas de letras distintas minúsculas (maiúscula) na coluna (linha), diferem pelo Teste de Tukey ($p < 0,05$). NS= não significativo.