

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA
CAMPUS DE BOTUCATU

**GLUTAMINA E NUCLEOTÍDEOS NA DIETA DE FRANGOS DE
CORTE CRIADOS NO SISTEMA ALTERNATIVO**

KELEN CRISTIANE ZAVARIZE

BOTUCATU - SP
Junho - 2008

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA
CÂMPUS DE BOTUCATU

**GLUTAMINA E NUCLEOTÍDEOS NA DIETA DE FRANGOS DE
CORTE CRIADOS NO SISTEMA ALTERNATIVO**

KELEN CRISTIANE ZAVARIZE
Zootecnista

Orientador: Prof. Ass. Dr. JOSÉ ROBERTO SARTORI

BOTUCATU - SP
Junho - 2008

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO - SERVIÇO TÉCNICO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - UNESP - FCA - LAGEADO - BOTUCATU (SP)

Z39g	<p>Zavarize, Kelen Cristiane, 1980-</p> <p>Glutamina e nucleotídeos na dieta de frangos de corte criados no sistema alternativo / Kelen Cristiane Zavarize. - Botucatu : [s.n.], 2008.</p> <p>x, 40 f. : il., tabs.</p> <p>Dissertação (Mestrado) -Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Botucatu, 2008</p> <p>Orientador: José Roberto Sartori</p> <p>Inclui bibliografia.</p> <p>1. Ave doméstica - Criação alternativa. 2. Desempenho. 3. Glutamina. 4. Intestinos. 5. Nucleotídeos. I. Sartori, José Roberto. II. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Campus de Botucatu). Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia. III. Título.</p>
------	---

O valor das coisas não está no tempo que elas duram, mas na intensidade com que acontecem. Por isso existem momentos inesquecíveis, coisas inexplicáveis e pessoas incomparáveis.

(Fernando Pessoa)

“Se você não tem um animal – pelo menos um – de qualquer espécie ou raça, não há necessariamente alguma coisa errada em você, mas pode haver alguma coisa errada na sua vida”.

(Adaptado de Vincent Van Gogh)

Ofereço

À Deus, por ter me dado todas as oportunidades que tive para chegar aqui e cumprir mais essa etapa de minha vida.

Dedico

Aos meus pais, LUIZ AUGUSTO e CONCEIÇÃO que sempre confiaram em mim e com amor, carinho e auxílio me possibilitaram alcançar mais esse objetivo.

Ao meu namorado, YURI KARACCAS, pelo amor, carinho, respeito, companheirismo e cumplicidade neste tempo em que convivemos.

Homenagem Especial

Meu eterno agradecimento ao Prof. Dr. José Roberto Sartori, pelos ensinamentos e orientação, paciência e dedicação.

Agradecimentos

Ao Programa de **Pós – graduação** em Zootecnia da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia – UNESP/Botucatu, pela oportunidade de realização deste curso.

Ao Departamento de **Melhoramento e Nutrição Animal** da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da UNESP/Botucatu.

À **Vanessa Cristina Pelícia** pela amizade, carinho e imensa colaboração, não só no mestrado, mas em momentos importantes de minha vida.

Às colegas **Luciene Aparecida Madeira, Valquíria Cação da Cruz, Priscila Cavalcá Araújo e Mariela Akie Okino Mituo** pela amizade, apoio e ajuda na condução do experimento.

Ao “Seu” **Arlindo Braga** pelo auxílio na parte experimental e dedicação ao Laboratório de Nutrição de Aves.

Prof. Dr. **Henrique Nunes de Oliveira** por dispor de tempo para orientar e realizar as análises estatísticas.

Às amigas, **Andréa Vanessa Pinto, Amanda Panichi e Lia Marchi** por terem me aturado em casa durante esses anos de mestrado.

Aos estagiários do Laboratório de Nutrição de Aves, principalmente **Ana Cristina Stradiotti, Gecelina Souza e João Guilherme Ferreira** pela ajuda durante e após a realização do experimento.

Aos colegas **Fabyola Barros de Carvalho, Érica Sernagiotto e Marcos Paulo Benedetti** que chegaram mais tarde, mas que fizeram parte da equipe.

Aos **funcionários** da Fábrica de Ração e Supervisão de Fazendas de Ensino e Pesquisa e Produção da FMVZ/UNESP/Botucatu pela prestação de serviços nos momentos requeridos.

À **Sueli Cruz Michelin** pelo apoio e ensinamento na elaboração das lâminas para as análises morfológicas, e à Profa. Dra. **Maeli Dal Pai Silva** que permitiu a realização deste trabalho no Departamento de Morfologia/IBB/UNESP/Botucatu.

Aos **professores** do Departamento de Melhoramento e Nutrição Animal que sempre me apoiaram, mesmo que fosse apenas naquele usual... “Bom dia”.

À **FAPESP** - Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo pela concessão da bolsa de estudos e reserva técnica (Processo 05/58064-8) para a realização do experimento e análises que fizeram parte desta pesquisa.

Às empresas **Ajinomoto Nutrição Animal** e **Formil Vet** pela doação dos produtos utilizados durante o experimento.

Seila Cristina Cassineli e **Danilo Juarez Teodoro Dias** funcionários da Seção de Pós-graduação FMVZ/UNESP/Botucatu, pela atenção e auxílio prestados.

À **minha família**, pelo apoio, amor, e por compreenderem minha ausência.

À **Frank, Aila, Lune, Mel, Frajola e Pinga, a “bicharada”**, por proporcionaram momentos de alegria nas horas mais difíceis.

Aos **amigos e colegas**, pela amizade, apoio, companheirismo e convivência em todos os momentos.

E a todos que de alguma forma contribuíram para a execução deste trabalho.

Muito Obrigada!!!

SUMÁRIO

	Página
CAPÍTULO 1.....	01
CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....	02
1. CRIAÇÃO ALTERNATIVA.....	02
2. MORFOLOGIA INTESTINAL.....	04
3. GLUTAMINA.....	07
3.1. INTERAÇÃO GLUTAMINA E MUCOSA INTESTINAL.....	08
4. NUCLEOTÍDEOS.....	09
4.1. INTERAÇÃO NUCLEOTÍDEOS E MUCOSA INTESTINAL.....	12
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	14
CAPÍTULO 2.....	20
GLUTAMINA E NUCLEOTÍDEOS NA DIETA DE FRANGOS DE CORTE CRIADOS NO SISTEMA ALTERNATIVO.	
RESUMO.....	21
ABSTRACT.....	22
INTRODUÇÃO.....	23
MATERIAL E MÉTODOS.....	24
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	30
CONCLUSÕES.....	36
REFERÊNCIAS.....	36
CAPÍTULO 3.....	39
IMPLICAÇÕES.....	40

ÍNDICE DE TABELAS

(CAPÍTULO 2)

	Página
Tabela 1 Composição e valores calculados das rações pré-iniciais (7 a 21 dias).....	25
Tabela 2. Composição e valores calculados das rações iniciais (8 a 21 dias).....	26
Tabela 3 Composição e valores calculados das rações de crescimento (22 a 35 dias).....	27
Tabela 4. Composição e valores calculados das rações finais (36 a 42 dias).....	28
Tabela 5. Peso inicial (PI), peso final (PF), ganho de peso médio (GPM), consumo de ração (CR), conversão alimentar (CA), mortalidade (MO) e fator de produção (FP) de frangos de corte nos períodos acumulados de 1-7, 1-21 e 1-42 dias de idade, submetidos a dietas com diferentes níveis de glutamina e nucleotídeos.....	31
Tabela 6. Desdobramento da interação entre inclusão de glutamina e nucleotídeos para mortalidade aos 42 dias.....	32
Tabela 7. Morfometria do intestino delgado de frangos de corte aos 42 dias de idade submetidos a dietas com diferentes níveis de glutamina e nucleotídeos.....	33
Tabela 8. Valores médios de rendimento de carcaça, partes e gordura abdominal de frangos de corte aos 42 dias submetidos a dietas com diferentes níveis de glutamina e nucleotídeos.....	35
Tabela 9. Peso vivo (g) e peso relativo dos órgãos* (g) aos 42 dias de idade submetidos a dietas com diferentes níveis de glutamina e nucleotídeos.....	35
Tabela 10. Comprimento (cm) do intestino delgado e intestino grosso de frangos aos 42 dias de idade submetidos a dietas com diferentes níveis de glutamina e nucleotídeos.....	36

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ilustração esquemática da anatomia seccional transversa da parede intestinal.....	05
Figura 2. Estrutura da glutamina.....	07
Figura 3. Estrutura básica de um nucleotídeo.....	09
Figura 4. Fórmula estrutural das bases nitrogenadas.....	10

Capítulo 1

CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Dentre as cadeias de produção pertencentes ao agronegócio brasileiro, a de produção de aves se configura dentre as que mais incorporaram progresso tecnológico nas últimas décadas, pois além de ser a segunda fonte de proteína animal mais consumida no país, a carne de frango tornou-se um dos principais itens da balança comercial agrícola brasileira. Com o crescimento da produção animal, observa-se o crescimento proporcional no consumo de matérias-primas para sua alimentação.

A melhoria na eficiência utilização das dietas é de grande importância para o sucesso da produção, uma vez que os custos com a alimentação são responsáveis pela maior parte dos custos totais da produção.

A necessidade de métodos alternativos para melhorar o crescimento, eficiência na produção e imunidade animal tem estimulado o desenvolvimento de pesquisas com nutrientes de rações e suas propriedades de alterar positivamente as funções imune e digestiva. Dentro deste contexto, os nutrientes podem exercer funções nas células do epitélio intestinal e funções metabólicas de grande interesse, como é o caso da glutamina e dos nucleotídeos, que vem sendo estudados na tentativa de manter o desempenho sem uso de produtos de origem animal, antibióticos, anticoccidianos e promotores de crescimento.

1. CRIAÇÃO ALTERNATIVA

A modernização da indústria avícola pelo desenvolvimento de novas técnicas de manejo, controle sanitário e constante melhoramento genético levaram ao crescimento na produção de carne de boa qualidade, com redução de custos, possibilitando melhores índices zootécnicos e econômicos (LODDI, 1998). Embora, ainda não padronizado pela carência de regulamentação, o manejo diferenciado utilizado como alternativa aos procedimentos convencionais de criação e, que exclui a administração produtos de origem animal, antibióticos, anticoccidianos e promotores de crescimento para aumentar os índices de produtividade, ganha cada vez mais espaço na cadeia industrial, à medida

que surgem consumidores preocupados com o bem-estar das aves e com os ingredientes utilizados em suas rações.

Para a criação alternativa, não há restrições quanto à linhagem, porém a dieta não é composta de antibióticos, anticoccidianos, promotores de crescimento, quimioterápicos e ingredientes de origem animal, sendo permitida homeopatia e uso de fitoterápicos. Como substitutos a estes produtos químicos, podem ser incluídos à ração ácidos orgânicos e seus sais, prebióticos, probióticos, simbióticos, produtos de exclusão competitiva, adsorventes de micotoxinas, enzimas, extrato de plantas, pigmentantes e imunostimulantes naturais (DEMATTE FILHO e MENDES, 2001).

O sistema alternativo de produção de frangos de corte vem sendo adotado por integradoras de pequeno e médio porte, e sua relevância não escapa às grandes empresas do setor. Em relação aos frangos convencionais, que é um dos alimentos mais populares e acessíveis, a avicultura alternativa é a evolução desse modelo de criação. Este trabalha voltada ao manejo mais natural, preservando o caráter industrial da produção e utilizando forma criteriosa os avanços tecnológicos conquistados pela avicultura brasileira ao longo dos anos. As aves são criadas em galpões devidamente equipados, alojadas em densidades menores (10 aves/m^2) que as empregadas no sistema convencional, objetivando-se, com isso, atender as exigências de bem-estar animal.

O frango alternativo é muitas vezes confundido com o frango verde, caipira e orgânico. Estes sistemas de criações não são todos iguais, apesar das aparências, destacando-se suas principais diferenças (ALTERNATIVA, 2001; BUTOLO, 2003):

- *Frango industrial ou convencional* - ave de exploração intensiva, criada em granjas comerciais por meio de modelo consagrado de manejo, cuja alimentação é constituída de ingredientes de origem vegetal e/ou animal, sem restrições ao uso de antibióticos e promotores de crescimento, observando-se os períodos de retirada seguros aos animais, homem e meio ambiente. O abate desses frangos tipo ocorre entre 42 e 45 dias de idade;
- *Frango verde* - recebe alimentação exclusivamente à base de ingredientes vegetais, descartando-se o uso de ingredientes de origem animal no arraçoamento;
- *Frango caipira ou colonial* - provém de linhagens específicas, como a *Label rouge*, produzido em áreas mais extensas, após 25 dias de idade, além de receber

ração constituída por ingredientes exclusivamente vegetal, sendo proibido o uso de aditivos, promotores de crescimento e/ou de eficiência alimentar; a ave pode ciscar pelo terreiro. As aves são abatidas entre 80 e 90 dias de idade e este tipo de criação já está regulamentada;

- *Frango orgânico* - frango de exploração comercial extensiva. Em sua produção são proibidos antibióticos e promotores de crescimento e sua dieta, além de não apresentar ingredientes de origem animal, é composta unicamente de ingredientes de origem vegetal cultivados em sistema orgânico, ou seja, produzidos sem defensivos e fertilizantes químicos. As aves são alojadas em ambiente fechados na densidade de 10 aves/m² e precisam ter uma área de pastagem. Os pintos de um dia devem ser provenientes de criações orgânicas e este tipo de criação já está regulamentada.

A matéria-prima para a produção de frango alternativo deve ser de excelente qualidade, havendo maior rigor no processo de pré-limpeza, principalmente do milho, onde há maior separação de grãos quebrados e impurezas, diminuindo a possibilidade de contaminação por micotoxinas no processo de armazenamento.

O objetivo da produção do frango alternativo é a obtenção de produtos com atributos diferenciados e de qualidade certificada, utilizando-se tecnologias adequadas, respeitando o bem-estar animal, a saúde do homem, o meio ambiente e oferecendo produtos com segurança alimentar, garantindo rastreabilidade, satisfação e confiança dos consumidores (BUTOLO, 2003).

2. MORFOLOGIA INTESTINAL

O desenvolvimento do trato gastrointestinal é afetado por fatores relacionados às características físicas e químicas dos nutrientes presentes no lúmen intestinal. Os efeitos tróficos dos nutrientes podem ser diretos ou indiretos. O efeito direto está relacionado com descamação, nutrição local e estimulação do crescimento por nutrientes específicos (MAIORKA et al., 2002).

Assim, considerando-se que o número de enterócitos, altura e densidade das microvilosidades (FERRER et al., 1995) e estrutura da membrana determinam à

dimensão da superfície de digestão e absorção intestinal, quanto maior os vilos, maior deve ser o desempenho da ave.

A mucosa intestinal das aves é formada por vilosidades e criptas mantidas por pequenos vasos sanguíneos e linfáticos e sustentada por tecido conjuntivo da lâmina própria e da submucosa (MACARI et al., 1994). A maioria dos fenômenos da digestão e absorção ocorre no intestino delgado, que aumenta em peso mais rapidamente que a musculatura corporal, sendo este processo de rápido crescimento em relação ao peso corpóreo verificado desde o terço final da incubação, alcançando máximo desenvolvimento relativo do 4º ao 8º dias de idade em frangos de corte (NOY e SKLAN, 1998). Especula-se que, logo ao nascimento, a maior parte da energia e proteína é direcionada para o desenvolvimento do intestino, tanto na presença quanto na ausência do alimento (NOY e SKLAN, 1998; MAIORKA et al., 2000).

O desenvolvimento da mucosa intestinal consiste no aumento da altura e densidade dos vilos intestinais, o que corresponde ao aumento em número de suas células epiteliais (enterócitos, células caliciformes e enteroendócrinas) (CUNNINGHAM, 1993). Esse desenvolvimento é continuamente renovado pela produção de novas células nas criptas, estruturas que se estendem da base das vilosidades em direção à lâmina própria (Figura 1).

Os dois eventos citológicos envolvidos no aumento da altura e densidade dos vilos ocorrem associados: renovação celular (proliferação e diferenciação das células localizadas na cripta e ao longo dos vilos) e perda celular (extrusão que ocorre normalmente no ápice dos vilos). O equilíbrio entre os dois processos determina o *turnover* (proliferação; migração; extrusão) constante, ou seja, a manutenção do tamanho dos vilos. Quando o intestino responde a algum agente que causa desequilíbrio neste *turnover*, ocorre modificação na altura dos vilos (MAIORKA et al., 2002). Se o estímulo levar a manutenção ou diminuição da taxa de proliferação celular, ocorre redução na altura dos vilos e, conseqüentemente, diminuição na taxa de digestão e de absorção dos alimentos (MACARI et al., 1998).

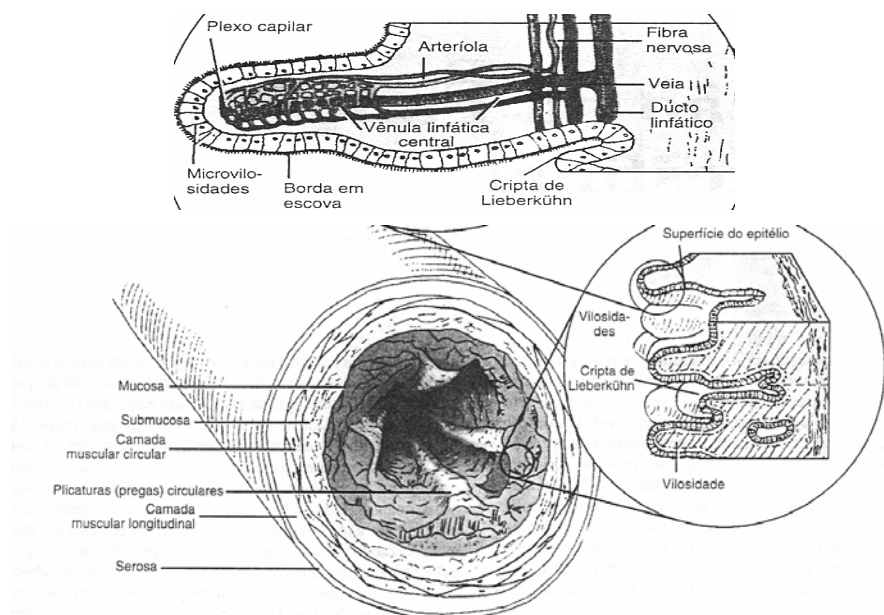


Figura 1. Ilustração esquemática da anatomia seccional transversa da parede intestinal (CUNNINGHAM, 1993).

A parede do lúmen intestinal é revestida por densa camada de vilos composta de enterócitos, células caliciformes e enteroendócrinas. Os enterócitos são células responsáveis por grande parte da absorção dos nutrientes ingeridos. As células caliciformes são células epiteliais especializadas na secreção de mucina, tendo capacidade de interagir entre si, criando a camada viscoelástica na parede intestinal que restringe a difusão de compostos de peso molecular elevado. O objetivo principal da mucina é aproximar os nutrientes da superfície de absorção e proteger as enzimas associadas à mucosa da degradação pelas enzimas pancreáticas do lúmen. As células enteroendócrinas, também denominadas de células argentafins, são produtoras de hormônios peptídicos como gastrina, colecistoquinina, secretina, polipeptídeo inibidor gástrico e monoaminas biogênicas, substâncias que participam na regulação da digestão, absorção e utilização de nutrientes (MAIORKA et al., 2002).

3. GLUTAMINA

A glutamina é o aminoácido livre mais abundante no fluido extracelular (aproximadamente 25% do total dos aminoácidos) e no *pool* de aminoácidos livres no corpo (mais de 60% do total de aminoácidos livres no músculo esquelético) (PIVA et

al., 2001). Tem grande importância nos processos metabólicos das células, sendo indispensável para o crescimento da maioria das células e tecidos (PIERZYNOWSKI et al., 2001) e, por ser sintetizada por vários tecidos corporais é classificada como não essencial (LACEY e WILLMORE, 1990).

Os principais tecidos corporais produtores de glutamina são os músculos esqueléticos, responsáveis pela manutenção dos níveis plasmáticos e por prover outros tecidos com glutamina (PIVA et al., 2001).

Por ter em sua estrutura dois grupos nitrogenados facilmente mobilizáveis (Figura 2), a glutamina pode funcionar como veículo para intercâmbio tissular de nitrogênio e amônia da periferia para os órgãos viscerais (DARMAUN e HUMBERT, 2000). Em condições basais, o músculo esquelético libera glutamina continuamente para o plasma.

A desaminação do grupo amina ocorre pela ação da enzima glutaminase e leva à formação de glutamato e amônia. O glutamato pode ser utilizado na síntese protéica ou convertido em α -cetoglutarato, ou reagir com o piruvato, originando α -cetoglutarato e alanina (HALL et al., 1996). A energia gerada pela oxidação do α -cetoglutarato no ciclo de Krebs leva à produção de 30 moles de ATP, o que torna a glutamina substrato energético tão importante quanto a glicose, a qual, por oxidação, libera energia suficiente para síntese de 36 moles de ATP (MINAMI et al., 1992). O outro subproduto, a alanina, é um aminoácido que desempenha importante papel na neoglicogênese (HALL et al., 1996).

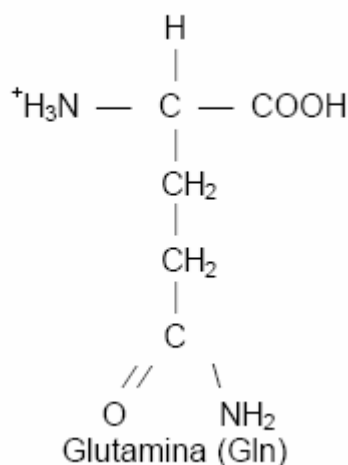


Figura 2. Estrutura da glutamina (MURRAY et al., 1998).

Além de participar na estrutura de proteínas e peptídeos, a glutamina é precursora da gliconeogênese, da aminogênese renal e neurotransmissores como o ácido α -aminobutírico e o glutamato. Além disso, é doadora de nitrogênio para síntese de purinas e pirimidinas, elementos básicos dos nucleotídeos, que por sua vez são essenciais para o reparo da mucosa intestinal (STRYER, 1992), sendo ainda considerado o principal substrato energético de células de proliferação rápida, como enterócitos e linfócitos ativos (CYNOBER, 1999).

A glutamina é responsável por regular os níveis de amônia nos tecidos, o qual pode ser tóxico para as células corporais. A amônia é usada para produzir glutamina, que então é transferida para outros tecidos para ser usada como combustível, especialmente para células do sistema imune e enterócitos (PIVA et al., 2001).

A glutamina é substrato energético para os enterócitos e sua oxidação contribui de forma substancial para o fornecimento de energia necessária ao desempenho das atividades metabólicas normais desse grupo de células. Além disso, o epitélio intestinal apresenta altas taxas de síntese protéica e de renovação celular, podendo, este aminoácido, ser importante para estes processos (SCHMIDL, 1992).

3.1. INTERAÇÃO GLUTAMINA E MUCOSA INTESTINAL

O efeito da glutamina sobre a reconstituição da mucosa intestinal tem sido investigado, devido ao fato desse aminoácido ser o principal metabólito que nutre os enterócitos (VASCONCELOS e TIRAPEGUI, 1998; PADOVESE, 2000; FISCHER DA SILVA, 2001).

O mecanismo pelo qual a glutamina estimula a proliferação de células intestinais não é bem conhecido. RHOADS et al. (1997) trabalhando com jejuno de suínos, sugeriram que existem dois eventos associados com a oxidação da glutamina e proliferação de células intestinais: estimulação das trocas sódio/hidrogênio (Na^+/H^+) na membrana do enterócito e aumento da atividade específica da enzima ornitina descarboxilase (ODC), a qual aumenta a produção de poliaminas que atuam na maturação e regeneração da mucosa intestinal (WANG et al., 1998).

A suplementação com glutamina na dieta de leitões desmamados mostra resultados satisfatórios. WU et al. (1996) verificaram que uma dieta para suínos desmamados suplementada com 1,0% de glutamina preveniu atrofia das vilosidades do jejuno, mas não do duodeno, aos sete dias após o desmame, e melhorou a conversão alimentar durante a segunda semana pós-desmame. KITT et al. (2001) relataram que essa mesma suplementação melhorou o desempenho zootécnico de leitões desmamados, mas não influenciou a altura das vilosidades nos primeiros quatro dias após o desmame. Ratos suplementados via parenteral com solução de alanil-glutamina tiveram aumento na síntese de proteína no fígado e músculo esquelético e proteção da mucosa intestinal (NAKA et al., 1996).

Para frangos de corte, SAKAMOTO et al. (2005) trabalhando com glutamina e vitamina E na primeira semana de idade observaram melhor desenvolvimento da mucosa intestinal, mas sem efeito no consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar em nenhuma das fases analisadas. MAIORKA et al. (2000) mostraram que a adição de 1,0% de glutamina na dieta a base de milho e farelo de soja, foi capaz de aumentar o tamanho dos vilos no duodeno e íleo, quando avaliados nos primeiros sete dias de vida. E, concluíram que, a glutamina tem ação trófica sobre a mucosa intestinal, aumentando a capacidade funcional da mesma, podendo propiciar melhor desempenho das aves por meio da maior capacidade de digerir e absorver os nutrientes da dieta.

Entretanto, SARTORI et al. (2005) trabalhando com a suplementação de 1,0% de glutamina na dieta de poedeiras comerciais submetidas a diferentes temperaturas, não encontraram modificações morfológicas representativas na mucosa intestinal nas aves que não sofreram o estresse pelo calor.

4. NUCLEOTÍDEOS

Os nucleotídeos e seus respectivos produtos metabólicos exercem importante papel em muitos processos biológicos. Os nucleotídeos não são considerados nutrientes essenciais, pois podem ser sintetizados pela via *de novo* no organismo utilizando aminoácidos como precursores ou pela via *de salvamento* ou *recuperação* a partir da degradação de aminoácidos e nucleotídeos da dieta, sendo essa via mais simples e

menos dispendiosa em energia que as reações requeridas na via *de novo* (LEHNINGER et al., 1995).

No entanto, a suplementação com nucleotídeos na dieta proporciona efeitos benéficos ao sistema imune, crescimento e desenvolvimento do intestino delgado, metabolismo de lipídeos e funções hepáticas.

Os nucleotídeos são compostos por uma base nitrogenada, uma pentose e um ou mais grupos fosfatos (Figura 3). As bases nitrogenadas (Figura 4) pertencem a duas famílias de compostos: as purinas (adenina e guanina) e as pirimidinas (citosina, timina e uracila). A adição de um açúcar pentose a uma base produz um nucleosídeo (CHAMPE e HARVEY, 1996).

Os nucleotídeos participam de vários processos bioquímicos essenciais para o funcionamento do organismo, atuando como precursores dos ácidos nucléicos (DNA e RNA, reservatórios moleculares da informação genética), fonte de energia (ATP e GTP), coenzimas (FAD, NAD e CoA) e reguladores fisiológicos (AMPc, GMPc) (LERNER e SHAMIR, 2000). As moléculas dos ácidos nucléicos (DNA e RNA) são constituídas por cadeias de nucleotídeos, que se polimerizam por ligações fosfodiéster 5'-3' formadas entre unidades de ribose ou desoxirribose adjacentes. No DNA a pentose encontrada é uma desoxirribose e as bases são: adenina, guanina, citosina e timina. No RNA a pentose é a ribose e existe uracila em substituição a timina.

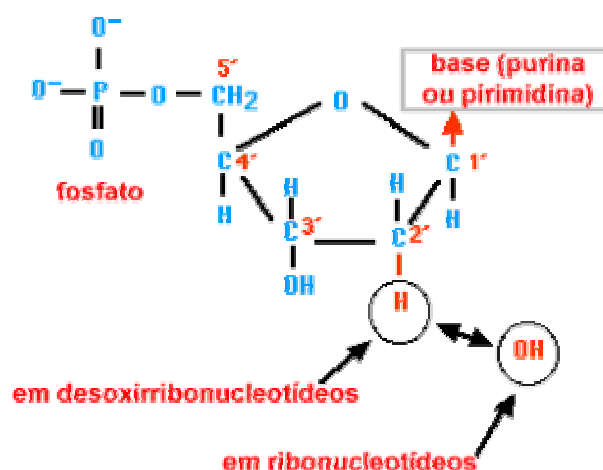


Figura 3. Estrutura básica de um nucleotídeo (Adaptado de LEHNINGER et al., 1995).

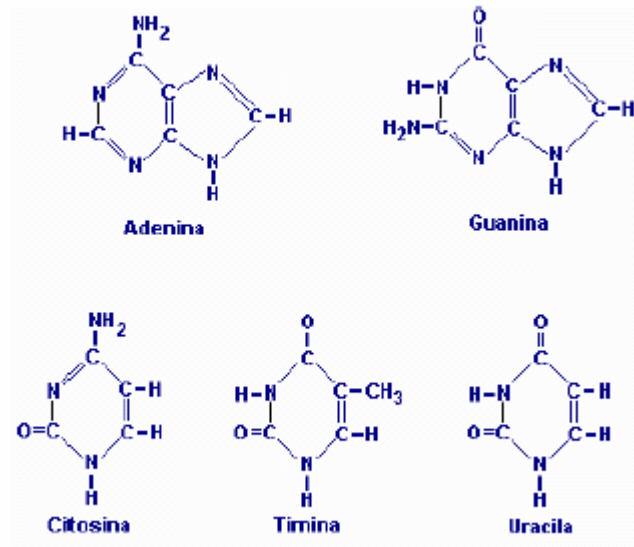


Figura 4. Fórmula estrutural das bases nitrogenadas (CHAMPE e HARVEY, 1996).

Alguns estudos mostram que os nucleotídeos da dieta são nutrientes importantes, pois são capazes de prevenir os efeitos negativos sobre a estrutura do intestino e melhorar a resposta imune, aumentando a resistência contra instalação de agentes patogênicos e, conseqüentemente, prevenir quedas de desempenho (ADJEI et al., 1996).

O termo “semi” essencial tem sido usado para descrever o papel de nucleotídeos da dieta na nutrição humana. Estes nutrientes podem se tornar essenciais quando a síntese endógena é insuficiente para atender as funções normais, embora a sua ausência na dieta não leve a sintomas clássicos de deficiência clínica. Condições em que podem se tornar essenciais incluem certos estados de doença, períodos de consumo limitado de nutrientes, crescimento rápido e presença de fatores regulatórios ou de desenvolvimento que interferem com a completa expressão da capacidade de síntese endógena. Sob estas condições, o consumo de nucleotídeos na dieta poupa o organismo de lançar mão da síntese *de novo*, e pode otimizar as funções dos tecidos (CARVER e WALKER, 1995).

A suplementação com nucleotídeos é especialmente importante no desenvolvimento de tecidos com rápido *turnover* celular, quando a capacidade de síntese endógena não é suficiente para responder às maiores exigências, como em períodos de rápido crescimento e após agressões ao organismo, tais como doenças ou traumas (BUENO et al., 1994). Portanto, segundo TANAKA et al. (1996) os

nucleotídeos dietéticos desempenham importante ação no controle do *turnover* celular e desenvolvimento do intestino, tornando disponíveis bases e nucleosídeos que podem ser utilizados imediatamente na síntese de nucleotídeos, pela via *de salvamento*.

Os nucleotídeos podem influenciar na expressão de genes do epitélio intestinal (LELEIKO et al., 1987; SANDERSON e HE, 1994), podendo acelerar a síntese de DNA nas células, auxiliando o crescimento e a recuperação de tecidos, principalmente em condições de estresse fisiológico (NUNEZ et al., 1990; CARVER e WALKER, 1995).

4.1. INTERAÇÃO NUCLEOTÍDEOS E MUCOSA INTESTINAL

Os nucleotídeos promovem o crescimento e maturação intestinal em ratos jovens (UAUY, 1989). Efeitos semelhantes no trato gastrointestinal foram demonstrados em suínos (LERNER e SHAMIR, 2000). QUAN e UAUY (1991) que utilizando microscopia eletrônica, observaram aumento da densidade das vilosidades e profundidade de cripta quando foram fornecidos nucleotídeos na dieta de ratos.

NORTON et al. (2001) suplementando 0,25% de nucleotídeos na dieta de ratos com diarreia induzida, por sobrecarga de lactose, obtiveram como resultado o efeito protetor contra injúrias hepáticas e a melhora na resposta inflamatória intestinal quando comparado com o grupo alimentado com dieta não suplementada.

YU et al. (2002) avaliaram a suplementação de nucleotídeos para leitões desmamados à quarta semana e observaram maior tamanho das vilosidades do duodeno e jejuno ao suplementarem com 100 ppm de nucleotídeos. DELL'ORTO et al. (2002) trabalhando com nucleotídeos e glutamina em suínos observaram aumento na altura das vilosidades e profundidade de cripta do íleo, enquanto no jejuno houve aumento da altura dos vilos.

CALSON et al. (2005) observaram melhora no desempenho suínos na fase de creche e terminação ao fornecerem extrato de levedura como fonte de nucleotídeos, e atribuíram isso à melhora na integridade do trato intestinal e, conseqüentemente, na digestão e absorção de nutrientes.

Com relação aos frangos de corte, WU et al. (2001) trabalhando com aves até 14 dias de idade, encontraram maior altura de vilosidades e maior conteúdo de RNA na

mucosa intestinal e no fígado de animais que receberam dieta livre de nucleotídeos quando comparados com os que receberam a mesma dieta, suplementada com 0,5% de nucleotídeos.

RUTZ et al. (2006) trabalhando com extrato de levedura para frangos de corte como fonte de nucleotídeos, observaram melhora no desempenho de frangos de corte, mas não encontraram efeito da suplementação sobre as características de carcaça, apenas um aumento numérico no rendimento de carcaça. De maneira semelhante, TIBBETTS (2002) observou somente uma tendência de aumento da área de lombo em suínos que receberam extrato de levedura.

PELÍCIA et al. (2007) trabalhando com níveis crescentes de nucleotídeos na dieta de frangos de corte, sem desafio sanitário, não encontraram efeito da suplementação com nucleotídeos no desempenho das aves aos 7, 21 e 42 dias de idades. YU et al. (2002) observaram melhor GPD e CR quando suplementaram 1,0% de glutamina e 1.000 ppm de nucleotídeos na dieta de suínos.

Em vista do exposto na revisão de literatura, indicando resultados controversos da influência de glutamina e nucleotídeos no desempenho das aves, o capítulo 2 denominado “**Glutamina e nucleotídeos na dieta de frangos de corte criados no sistema alternativo**” foi proposto com o objetivo de avaliar o efeito da suplementação com glutamina e nucleotídeos na dieta sobre o desempenho, rendimento de carcaça e partes e morfologia da mucosa intestinal de frangos de corte criados no sistema alternativo. Este trabalho se apresenta de acordo com as normas editoriais da revista *Pesquisa Agropecuária Brasileira*.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADJEI, A.A.; YAMAUCHI, K.; CHAN, Y.C.; KONISHI, M.; YAMAMOTO, S. Comparative effects of dietary nucleoside-nucleotide mixture and its components on endotoxin-induced bacterial translocation and small intestine injury in protein deficient mice. **Gut**, v.38, n.4, p.531-537, 1996.

ALTERNATIVA acertada. **Revista Globo Rural**, Rio de Janeiro, ano 16, n. 191, set., p. 47-51, 2001.

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

BUTOLO, J. E. Produção de frangos alternativos. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE AVES E SUÍNOS, 2003, Cascavel. **Anais...** Cascavel: CBNA, 2003. p. 75-82.

CARLSON, M.S.; VEUM, T.L.; TURK, J.R. Effects of yeast extract versus animal plasma in weanling pig diets on growth performance and intestinal morphology. **Journal of Swine Health and Production**, v.13, p.204-209, 2005.

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

CHAMPE, P.C.; HARVEY, R.A. **Bioquímica Ilustrada**. 2ª. Ed. Porto Alegre: Artes médicas. 1996. 446p.

CYNOBER, L.A. Glutamine metabolism in stressed patients. In: INTERNATIONAL CONGRESS ON AMINO ACIDS, Germany, 1999. **Proceedings...** Germany: 1999. p.5 (abstract).

CUNNINGHAM, J.G. **Tratado de Fisiologia Veterinária**. Rio de Janeiro. Guanabara Koogan, 2004, 596p.

DARMAUN, D.; HUMBERT, B. Does the fate of enterally administered glutamine depend on its molecular form? Bound versus free amino acid. **Nutrition**, v. 16, n. 11-12, p.1101-1102, 2000.

DELL'ORTO, V.; DI GIANCAMILLO, A.; SAVOINI, G. Influence of nucleotides and glutamine dietary supplementation on gut health of weanling piglets. **Journal of Animal Science**, v.80, Suppl.1, p.220, 2002.

DEMATTE FILHO, L.C.; MENDES, C.M.I. Viabilidade técnica e econômica na criação alternativa de frangos. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 2001, Campinas. **Anais...** Campinas: FACTA, 2001. p.255-266.

FERRER, R.; PLANAS, J.M.; MORETO, M. Cell apical surface area in enterocytes from chicken small and large intestine during development. **Poultry Science**, v.74, p.1995-2002, 1995.

FISCHER DA SILVA, A.V. **Efeitos da restrição alimentar precoce e da glutamina no desempenho e na mucosa intestinal em frangos. Dissertação** (Mestrado em Zootecnia). Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2001.

HALL, J.C., HEEL, K., McCAULEY, R. Glutamine. **British Journal of Surgery**, v.83, p.305-312, 1996.

KITT, S.J.; MILLER, P.S.; LEWIS, A.J.; FISCHER, R.L. Effects of diet and crystalline glutamine supplementation of growth performance and small intestine morphology of weanling pigs. **Journal of Animal Science**, v.79, suppl 1 (Abstract), 2001.

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

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

LERNER, A.; SHAMIR, R. Nucleotides in infant nutrition: a must or an option. **IMAJ**, Haifa, v.2, n.10, p.772-774, 2000.

LODDI, M.M. **Aspectos produtivos e qualitativos do uso de probiótico para frangos de corte**. 1998. 60 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia – Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1998.

MACARI, M. Aspectos fisiológicos do sistema digestivo das aves. In: SACAVET – SEMANA ACADÊMICA VETERINÁRIA, 7, São Paulo, 1998. **Anais...** São Paulo: USP, 1998. p.4-18.

MACARI, M; FURLAN, R.L.; GONZALES, E. **Fisiologia Aplicada a frango de corte**. Jaboticabal: Funep/Unesp, 1994. 296 p

MAIORKA, A.; BOLELI, I.C.; MACARI, M. Desenvolvimento e reparo da mucosa intestinal. In: MACARI, M.; FURLAN, R.L.; GONZALES, E. **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, 2002. p.113-123.

MAIORKA, A.; FISCHER DA SILVA, A.V.; SANTIN, E.; BORGES, S.A.; BOLELI, I.C.; MACARI, M. Influência da suplementação de glutamina sobre o desempenho e o desenvolvimento dos vilos e criptas do intestino delgado de frangos. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.52, n.5, p.487-490, 2000.

MINAMI, H.; MORSE, E.L.; ADIBI, S.A. Characteristics and mechanism of glutamine-dipeptide absorption in human intestine. **Gastroenterology**, v.103, n.1, p.3-11, 1992.

MURRAY, R. K., GRANNER, D.K.; MAYES, P.A.; RODWELL, V.W. **Harper: Bioquímica**. São Paulo: Editora Atheneu, 2002. 860 p.

NAKA, S.; SAITO, H.; HASHIGUCHI, Y.; FURUKAWA, S.; INABA, T.; FUKUSHIMA, R.; WADA, N.; MUTO, T. Alanyl-glutamine-supplemented total parenteral nutrition improves survival and protein metabolism in rat protracted bacterial peritonitis model. **Journal of Parenteral and Enteral Nutrition**, v.20, n.6, p.417-423, 1996.

NORTON, R.; LEITE, J.; VIEIRA, E.; BAMBIRRA, E.; MOURA, C.; PENNA, G.; PENNA, F. Use of nucleotides in weanling rats with diarrhea induced by a lactose overload: effect on the evolution of diarrhea and weight and on the histopathology of intestine, liver and spleen. **Brazilian Journal of Medical and Biological Research**, v.34, p.195-202, 2001.

NOY, Y; SKLAN, D. Metabolic responses to early nutrition. **Journal of Applied Poultry Research**, v. 7, n. 4, p. 437-451, 1998.

NUNEZ, M.C.; AYUDARTE, M.V.; MORALES, D.; SUAREZ, M.D.; GIL, A. Effect of dietary nucleotides on intestinal repair in rats with experimental chronic diarrhea. **Journal Parenteral Enteral Nutrition**, v.14, p.598-604, 1990.

QUAN, R.; UAUY, R. Nucleotides and gastrointestinal development. **Acta Paediatrica**, Dallas, v.8, Supl.430, .83-88, 1991.

PADOVESE, R. Aplicações clínicas da glutamina. **Revista Brasileira de Ciência Farmacológica**, v.36, n.1, p.23-25, 2000.

PIERZYNOWSKI, S.G.; PIRDRA, V.J.L.; HOMMEL-HANSEN, T.; STUDZINSKI, T. Glutamine in gut metabolism. In: PIVA, A.; KNUDSEN, K.E.B.; LINDBERG, J.E. **Gut Environment of Pigs**. Nottingham: University Press, 2001. p.43-62.

PELÍCIA, V.C.; SARTORI, J.R.; ZAVARIZE, K.C.; MITUO, M.A.O.; PEZZATO, A.C.; MARTINS, B.A.B. Níveis de nucleotídeos na ração de frangos de corte como alternativa ao uso de antibióticos promotores de crescimento. In: Conferência APINCO de Ciência e Tecnologia Avícola, 2007, Santos - SP. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**. Campinas: FACTA, 2007. Supl.9. p. 54-54.

PIVA, A.; BACH KNUDSEN, K.E.; LINDBERG, J.E. Glutamine in gut metabolism. In: **Gut environment of pigs**, 2001. 260p.

RHOADS, J.M.; ARGENZIO, R.A.; CHEN, W. L-glutamine stimulates intestinal cell proliferation and activates mitogen-activated protein kinases. **American Journal Physiology**, v. 272, p.G943-G953. 1997.

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

SAKAMOTO, M.I.; MURAKAMI, A.E.; NATALI, R.M.; FERNANDES, J.M.; SOUZA, L.M.G. Influência da glutamina e vitamina E sobre o desempenho e morfometria intestinal

em frangos de corte. In: CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE NUTRIÇÃO ANIMAL, 2, São Paulo, 2005. **Anais...** São Paulo: ALANA/CBNA, 2005. 1 CD-ROOM.

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

SARTORI, J.R.; ZAVARIZE, K.C.; GARCIA, E.A.; PEZZATO, A.C.; MADEIRA, L.A. Morfometria do trato intestinal de poedeiras submetidas a diferentes temperaturas, com e sem suplementação de glutamina na dieta. In: Conferência APINCO de Ciência e Tecnologia Avícola, 2005, Santos - SP. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**. Campinas: FACTA, 2005. v.7. p.60.

SCHMIDL, M.K. Selective uptake of glutamine in the gastrointestinal tract. **British Journal Surgery**, v.79, n.1, p. 91, 1992.

STRYER, L. **Bioquímica**. Trad. João Paulo de Campos. 3ª edição. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1992. 881p.

TANAKA, M.; LEE, K.; MARTINES-AUGUSTIN, O.; HE, Y.; SANDERSON, I.R.; WALKER, W.A. Exogenous nucleotides alter the proliferation, differentiation and apoptosis in human small intestinal epithelium. **Journal of Nutrition**, v.126, n.2, p.424-433, 1996.

TIBBETTS, G.W. Nucleotides from yeast extract: potential to replace animal protein sources in food animal diets. In: LYONS, T.P.; JAQUES, K.A. In: ANNUAL SYMPOSIUM OF NUTRITIONAL BIOTECHNOLOGY IN THE FEED AND FOOD INDUSTRIES, 18, Nottingham, 2002. **Proceedings...** Nottingham, UK: Nottingham University Press, 2002. p.435-443.

UAUY, R. Dietary nucleotides and requirements in early life. In TEXTBOOK OF GASTROENTEROLOGY AND NUTRITION IN INFANCY. Lebenthal, E. (ed.). NewYork, USA: Raven Press, 1989. p.265-380

VASCONCELOS, M.I.L; TIRAPGUI, J. Importância nutricional da glutamina. **Arquivo Gastroenterologia**, v.35, n.3, p.207-215, 1998.

YU, I.T.; WU, J.F.; YANG, P.C.; LIU, C.Y.; LEE, D.N.; YEN, H.T. Role of glutamine and nucleotides in combination in growth, immune responses and FMD antibody titers of weaned pigs. **Animal Science**, v. 75, v.3, p.379-385, 2002.

WANG, J.Y.; LI, J.; PATEL, A.R. Synergistic induction of ornithine decarboxylase by asparagine and gut peptides in intestinal crypt cells. **American Journal of Physiology**, v.274, n.43, p.C1476-C1484, 1998.

WU, X.P.; YUE, G.W.; SHI, Y.H. A preliminary study on nutritive role of dietary exogenous nucleotides to young chicken. **Chinese Journal of Animal Science**, v.37, n.5, p.15-17, 2001.

WU, G.; MEIER, S.B.; KNABE, D.A. Dietary glutamine supplementation prevents jejunal atrophy in weaned pigs. **Journal of Nutrition**, v.126, p.2578-2584, 1996.

Capítulo 2

GLUTAMINA E NUCLEOTÍDEOS NA DIETA DE FRANGOS DE CORTE CRIADOS NO SISTEMA ALTERNATIVO.

RESUMO - Glutamina e nucleotídeos são importantes para estimular o crescimento e diferenciação das células intestinais e imunes, controlando a instalação de agentes antimicrobianos e prevenindo quedas no desempenho. A pesquisa teve por objetivo verificar o efeito do nível de inclusão de glutamina e nucleotídeos na dieta sobre o desempenho, rendimento de carcaça e partes, peso de órgãos e o desenvolvimento da mucosa intestinal de frangos de corte criados no sistema alternativo. Foram utilizados 600 pintos de corte machos distribuídos em um delineamento em blocos casualizados, no esquema fatorial 3x2 (três níveis de glutamina na dieta: 0,0; 0,5 e 1,0% e dois níveis de nucleotídeos purificados na dieta: 0,0 e 0,04%), totalizando seis tratamentos, com quatro repetições de 25 aves cada. Foram obtidos os dados de desempenho (peso corporal, ganho de peso, consumo de ração, conversão alimentar e mortalidade). Ao final do experimento foram abatidas 20 aves/tratamento para determinação do rendimento de carcaça e partes e 4 aves/tratamento para avaliação do peso de órgãos e morfologia intestinal. A suplementação da dieta com glutamina e nucleotídeos não afetou as características de desempenho, rendimento de carcaça e partes, peso de órgãos e o desenvolvimento da mucosa intestinal de frangos de corte criados no sistema alternativo. Porém, na fase pré-inicial, a suplementação da dieta com 1,0% glutamina favoreceu o desempenho destas aves, melhorando o ganho de peso.

Termos para indexação: criação alternativa, desempenho, frangos de corte, glutamina, morfologia intestinal, nucleotídeos

GLUTAMINE AND NUCLEOTIDES SUPPLEMENTATION IN BROILER DIETS IN ALTERNATIVE BREEDING SYSTEM

ABSTRACT - Glutamine and nucleotides play roles in stimulating growth and differentiating intestinal and immune cells, thereby controlling antimicrobial resistance and preventing growth impairment. The experiment was conducted to evaluate the effect of supplementing glutamine and nucleotides on growth performance, carcass yield, parts, abdominal fat, organs weight and intestinal morphological in broiler chicks. Six-hundred 1-day old chicks were randomly assigned to one of six treatments. The diets were created on a 3x2 factorial, for a total of 6 treatments, consisting of a uniform basal diet supplemented with: 0.0, 0.5 or 1.0% glutamine, and 0.0 or 0.04% nucleotides. The collected data were submitted to analysis of variance and comparison between pairs of means through the Tukey test. The effect of these treatments, when significant, was displayed. It was demonstrated that feeding 1.0% glutamine improved growth performance of broiler birds at seven days of age. However, glutamine and nucleotides supplementation did not affect growth performance in broiler chicks in the period one to 21 and one to 42 days old of age. Carcass yield, parts, abdominal fat, organs weight and intestinal morphological did not affect in broiler chicks at 42 days old of age.

Index terms: alternative rearing, performance, broiler, glutamine, intestinal morphology, nucleotides

INTRODUÇÃO

No Brasil, como em outros países, tem-se observado crescente preocupação dos consumidores com a origem e qualidade dos produtos, exigindo alimentos saudáveis e ausência de resíduos. Com isso, as empresas avícolas estão se voltando para produção do *frango alternativo*, procedente de exploração intensiva, criado com rações sem antibióticos, anticoccidianos, promotores de crescimento, quimioterápicos e ingredientes de origem animal na sua composição, além de uma série de outros requisitos e normas aprovadas e oficializadas no âmbito da Associação da Avicultura Alternativa, AVAL (DEMATTE FILHO e MENDES, 2001). O sistema alternativo da produção de frangos de corte tem como objetivo a obtenção de produtos com atributos diferenciados e de qualidade certificada, utilizando-se tecnologias adequadas, respeitando o bem-estar animal, a saúde do homem, o meio ambiente e oferecendo produtos com segurança alimentar, garantindo rastreabilidade, satisfação e confiança dos consumidores (BUTOLO, 2003).

Existem vários produtos que podem ser utilizados para substituir os promotores de crescimento e/ou eficiência alimentar nas dietas de frangos de corte e poedeiras, tais como probióticos, prebióticos, enzimas, extratos vegetais, entre outros. Estudos demonstram que os nucleotídeos da dieta são capazes de prevenir os efeitos negativos sobre a estrutura do intestino e melhorar a resposta imune, aumentando a resistência contra instalação de patógenos e, conseqüentemente, prevenir quedas de desempenho. A suplementação de glutamina na dieta estimula a proliferação das células intestinais, o que poderia resultar no aumento da superfície absorviva da mucosa gastrintestinal (MAIORKA, 2002). Assim, a suplementação com glutamina e nucleotídeos na dieta para frangos de corte pode desempenhar papel importante durante períodos de grandes desafios e para animais criados no sistema alternativo de produção.

Estudos têm mostrado que os nucleotídeos são nutrientes importantes, capazes de prevenir os efeitos negativos sobre a estrutura do intestino e melhorar a resposta imune, aumentando a resistência contra instalação de agentes patogênicos e, conseqüentemente, prevenindo quedas de desempenho (ADJEI et al., 1996).

A glutamina tem grande importância nos processos metabólicos celulares, sendo indispensável para o crescimento da maioria das células e tecidos (PIERZYNOWSKI et

al., 2001) e é considerada o principal substrato energético para células de proliferação rápida, tais como enterócitos e linfócitos ativos (CYNOBER, 1999).

O presente trabalho teve por objetivo avaliar o efeito da suplementação com glutamina e nucleotídeos na dieta sobre o desempenho, rendimento de carcaça e partes, peso de órgãos e morfologia da mucosa intestinal de frangos de corte criados no sistema alternativo.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Universidade Estadual Paulista - UNESP, Câmpus de Botucatu, no Laboratório de Nutrição de Aves da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia. Foram utilizados 600 pintainhos de corte machos, da linhagem *Hybro*, com um dia de idade, vacinados no incubatório contra doenças de *Gumboro*, *Marek* e *Bouba aviária*. Foram distribuídas 25 aves/boxe, na densidade de 10 aves/m², conforme recomendação para criação alternativa de frangos de corte (DEMATTE FILHO e MENDES, 2001).

Aos três dias de idade, as aves foram vacinadas contra coccidiose (*Paracox*[®]-5 da Schering Plough Coopers), via água de bebida, conforme recomendações do fabricante. Aos 8 e 14 dias de idade, foram vacinadas contra a doença de *Gumboro*, com a vacina viva liofilizada *CEVAC GUMBO L*[®] e *CEVAC IBD L*[®] da Ceva Santé Animale, respectivamente, seguindo-se o mesmo procedimento.

O fornecimento de água e ração foi *ad libitum*, utilizando bebedouro e comedouro inicial, substituídos gradativamente por bebedouro pendular e comedouro tubular definitivos. Para o aquecimento inicial dos pintos, cada boxe possuía uma lâmpada infravermelha de 250w, retirada no sétimo dia de idade. Temperatura e ventilação foram controladas manualmente, manejando as cortinas laterais do galpão, sendo as temperaturas máximas e mínimas anotadas diariamente. O programa de luz foi natural, sem uso de iluminação durante a noite, a partir do 7º dia de idade, quando foram retiradas as campânulas.

As aves foram distribuídas em um delineamento em blocos casualizados no esquema fatorial 3x2 (três níveis de glutamina na dieta: 0,0; 0,5 e 1,0% e dois níveis de

nucleotídeos purificados na dieta: 0,0 e 0,04%), com quatro repetições de 25 aves cada, totalizando 100 aves por tratamento.

O programa de arraçãoamento foi dividido em quatro fases: pré-inicial – 1 a 7 dias (Tabela 1), inicial – 8 a 21 dias (Tabela 2), crescimento – 22 a 35 dias (Tabela 3) e final – 36 a 42 dias (Tabela 4) adaptados de ROSTAGNO et al. (2005), com rações isoprotéicas e isoenergéticas. Na composição das rações não foram utilizados ingredientes de origem animal, conforme recomendação para criação alternativa de frangos de corte (DEMATTE FILHO e MENDES, 2001).

Tabela 1. Composição e valores calculados das rações pré-iniciais (1 a 7 dias).

Alimentos/Tratamentos¹	0G/0N	0,5G/0N	1G/0N	0G/0,04N	0,5G/0,04N	1G/0,04N
Milho moído	54,760	54,760	54,760	54,760	54,760	54,760
Farelo de soja	37,450	37,450	37,450	37,450	37,450	37,450
Óleo de soja	2,106	2,106	2,106	2,106	2,106	2,106
Fosfato bicálcico	1,950	1,950	1,950	1,950	1,950	1,950
Calcário calcítico	0,910	0,910	0,910	0,910	0,910	0,910
DL-Metionina	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250
L-Lisina	0,380	0,380	0,380	0,380	0,380	0,380
L-Treonina	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150
Suplemento vitamínico*	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025
Suplemento mineral**	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
Sal (NaCl)	0,520	0,520	0,520	0,520	0,520	0,520
Cloreto de colina 60%	0,060	0,060	0,060	0,060	0,060	0,060
Casca de arroz	0,389	0,389	0,389	0,189	0,189	0,189
Amido de milho	1,000	0,500	0,000	1,000	0,500	0,000
AccelerAid***	0,000	0,000	0,000	0,200	0,200	0,200
Glutamina	0,000	0,500	1,000	0,000	0,500	1,000
Valores calculados						
Energia metab.(kcal/kg)	2.950	2.950	2.950	2.950	2.950	2.950
Proteína bruta, %	22,05	22,35	22,65	22,05	22,35	22,65
Cálcio, %	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94
Fósforo disponível, %	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47
Fibra bruta, %	3,11	3,11	3,11	3,11	3,11	3,11
Metionina, %	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58
Lisina, %	1,47	1,47	1,47	1,47	1,47	1,47
Treonina, %	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99
Aminoácidos sulfurados,%	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92

¹0G/0N = controle; 0,5G/0N = 0,5% glutamina + 0,0% nucleotídeos; 1G/0N = 1,0% glutamina + 0,0% nucleotídeos; 0G/0,04N = 0,0% glutamina + 0,04% nucleotídeos; 0,5G/0,04N = 0,5% glutamina + 0,04% nucleotídeos; 1G/0,04N = 1,0% glutamina + 0,04% nucleotídeos.

*Nutron Nutrição Animal. Suplemento vitamínico (por kg de ração): vit. A, 8.000 UI; vit. D3, 2.000 UI; vit. E, 15 mg; vit. K, 1,8 mg; vit. B₁, 1,8 mg; vit. B₂, 6 mg; vit. B₆, 2,8 mg; vit. B₁₂, 12 mcg; niacina, 40 mg; ác. pantotênico, 15 mg; biotina, 0,06 mg; ac. fólico, 1 mg; Selênio, 0,3 ppm; BHT, 0,002 g

** Nutron Nutrição Animal. Suplemento mineral (por kg de ração): iodo, 0,75 ppm; ferro, 50 ppm; cobre, 8 ppm; manganês, 75 ppm; zinco, 70 ppm.

*** AccelerAid Formil Vet - Bixina (Mín/Max): 0,72% / 0,90%; Dióxido de Silício (Mín): 1,192%; Nucleotídeos totais (Mín): 22,50%; Óxido de alumínio (Mín): 8,5320%

Tabela 2. Composição e valores calculados das rações iniciais (8 a 21 dias).

Alimentos/Tratamentos¹	0G/0N	0,5G/0N	1G/0N	0G/0,04N	0,5G/0,04N	1G/0,04N
Milho moído	57,993	57,993	57,993	57,993	57,993	57,993
Farelo de soja	34,600	34,600	34,600	34,600	34,600	34,600
Óleo de soja	2,300	2,300	2,300	2,300	2,300	2,300
Fosfato bicálcico	1,805	1,805	1,805	1,805	1,805	1,805
Calcário calcítico	0,880	0,880	0,880	0,880	0,880	0,880
DL-Metionina	0,175	0,175	0,175	0,175	0,175	0,175
L-Lisina	0,210	0,210	0,210	0,210	0,210	0,210
L-Treonina	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Suplemento vitamínico*	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025
Suplemento mineral**	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
Sal (NaCl)	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500
Cloreto de colina 60%	0,060	0,060	0,060	0,060	0,060	0,060
Casca de arroz	0,302	0,302	0,302	0,102	0,102	0,102
Amido de milho	1,000	0,500	0,000	1,000	0,500	0,000
AccelerAid***	0,000	0,000	0,000	0,200	0,200	0,200
Glutamina	0,000	0,500	1,000	0,000	0,500	1,000
Valores calculados						
Energia metab.(kcal/kg)	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000
Proteína bruta, %	20,81	21,11	21,41	20,81	21,11	21,41
Cálcio, %	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89
Fósforo disponível, %	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44
Fibra bruta, %	2,98	2,98	2,98	2,98	2,98	2,98
Metionina, %	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49
Lisina, %	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26
Treonina, %	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90
Aminoácidos sulfurados,%	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82

¹0G/0N = controle; 0,5G/0N = 0,5% glutamina + 0,0% nucleotídeos; 1G/0N = 1,0% glutamina + 0,0% nucleotídeos; 0G/0,04N = 0,0% glutamina + 0,04% nucleotídeos; 0,5G/0,04N = 0,5% glutamina + 0,04% nucleotídeos; 1G/0,04N = 1,0% glutamina + 0,04% nucleotídeos.

*Nutron Nutrição Animal. Suplemento vitamínico (por kg de ração): vit. A, 8.000 UI; vit. D3, 2.000 UI; vit. E, 15 mg; vit. K, 1,8 mg; vit. B₁, 1,8 mg; vit. B₂, 6 mg; vit. B₆, 2,8 mg; vit. B₁₂, 12 mcg; niacina, 40 mg; ác. pantotênico, 15 mg; biotina, 0,06 mg; ac. fólico, 1 mg; Selênio, 0,3 ppm; BHT, 0,002 g

** Nutron Nutrição Animal. Suplemento mineral (por kg de ração): iodo, 0,75 ppm; ferro, 50 ppm; cobre, 8 ppm; manganês, 75 ppm; zinco, 70 ppm.

*** AccelerAid Formil Vet - Bixina (Mín/Max): 0,72% / 0,90%; Dióxido de Silício (Mín): 1,192%; Nucleotídeos totais (Mín): 22,50%; Óxido de alumínio (Mín): 8,5320%

Tabela 3. Composição e valores calculados das rações crescimento (22 a 35 dias).

Alimentos/Tratamentos ¹	0G/0N	0,5G/0N	1G/0N	0G/0,04N	0,5G/0,04N	1G/0,04N
Milho moído	61,042	61,042	61,042	61,042	61,042	61,042
Farelo de soja	30,910	30,910	30,910	30,910	30,910	30,910
Óleo de soja	3,201	3,201	3,201	3,201	3,201	3,201
Fosfato bicálcico	1,665	1,665	1,665	1,665	1,665	1,665
Calcário calcítico	0,840	0,840	0,840	0,840	0,840	0,840
DL-Metionina	0,175	0,175	0,175	0,175	0,175	0,175
L-Lisina	0,235	0,235	0,235	0,235	0,235	0,235
L-Treonina	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Suplemento vitamínico*	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025
Suplemento mineral**	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
Sal (NaCl)	0,450	0,450	0,450	0,450	0,450	0,450
Cloreto de colina 60%	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
Casca de arroz	0,257	0,257	0,257	0,057	0,057	0,057
Amido de milho	1,000	0,500	0,000	1,000	0,500	0,000
AccelerAid***	0,000	0,000	0,000	0,200	0,200	0,200
Glutamina	0,000	0,500	1,000	0,000	0,500	1,000
Valores calculados						
Energia metab.(kcal/kg)	3.100	3.100	3.100	3.100	3.100	3.100
Proteína bruta, %	19,41	19,71	20,01	19,41	19,71	20,01
Cálcio, %	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83
Fósforo disponível, %	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41
Fibra bruta, %	2,82	2,82	2,82	2,82	2,82	2,82
Metionina, %	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47
Lisina, %	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19
Treonina, %	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84
Aminoácidos sulfurados, %	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79

¹0G/0N = controle; 0,5G/0N = 0,5% glutamina + 0,0% nucleotídeos; 1G/0N = 1,0% glutamina + 0,0% nucleotídeos; 0G/0,04N = 0,0% glutamina + 0,04% nucleotídeos; 0,5G/0,04N = 0,5% glutamina + 0,04% nucleotídeos; 1G/0,04N = 1,0% glutamina + 0,04% nucleotídeos.

*Nutron *Nutrição Animal*. Suplemento vitamínico (por kg de ração): vit. A, 8.000 UI; vit. D3, 2.000 UI; vit. E, 15 mg; vit. K, 1,8 mg; vit. B₁, 1,8 mg; vit. B₂, 6 mg; vit. B₆, 2,8 mg; vit. B₁₂, 12 mcg; niacina, 40 mg; ác. pantotênico, 15 mg; biotina, 0,06 mg; ac. fólico, 1 mg; Selênio, 0,3 ppm; BHT, 0,002 g

** Nutron *Nutrição Animal*. Suplemento mineral (por kg de ração): iodo, 0,75 ppm; ferro, 50 ppm; cobre, 8 ppm; manganês, 75 ppm; zinco, 70 ppm.

*** AccelerAid *Formil Vet* - Bixina (Mín/Max): 0,72% / 0,90%; Dióxido de Silício (Mín): 1,192%; Nucleotídeos totais (Mín): 22,50%; Óxido de alumínio (Mín): 8,5320%

Tabela 4. Composição e valores calculados das rações finais (36 a 42 dias).

Alimentos/Tratamentos¹	0G/0N	0,5G/0N	1G/0N	0G/0,04N	0,5G/0,04N	1G/0,04N
Milho moído	65,120	65,120	65,120	65,120	65,120	65,120
Farelo de soja	27,100	27,100	27,100	27,100	27,100	27,100
Óleo de soja	3,165	3,165	3,165	3,165	3,165	3,165
Fosfato bicálcico	1,520	1,520	1,520	1,520	1,520	1,520
Calcário calcítico	0,790	0,790	0,790	0,790	0,790	0,790
DL-Metionina	0,170	0,170	0,170	0,170	0,170	0,170
L-Lisina	0,275	0,275	0,275	0,275	0,275	0,275
L-Treonina	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Suplemento vitamínico*	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025
Suplemento mineral**	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
Sal (NaCl)	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400
Cloreto de colina 60%	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040
Casca de arroz	0,245	0,245	0,245	0,045	0,045	0,045
Amido de milho	1,000	0,500	0,000	1,000	0,500	0,000
AccelerAid***	0,000	0,000	0,000	0,200	0,200	0,200
Glutamina	0,000	0,500	1,000	0,000	0,500	1,000
Valores calculados						
Energia metab.(kcal/kg)	3.150	3.150	3.150	3.150	3.150	3.150
Proteína bruta, %	18,05	18,35	18,65	18,05	18,35	18,65
Cálcio, %	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76
Fósforo disponível, %	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38
Fibra bruta, %	2,68	2,68	2,68	2,68	2,68	2,68
Metionina, %	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45
Lisina, %	1,12	1,12	1,12	1,12	1,12	1,12
Treonina, %	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79
Aminoácidos sulfurados, %	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75

¹0G/0N = controle; 0,5G/0N = 0,5% glutamina + 0,0% nucleotídeos; 1G/0N = 1,0% glutamina + 0,0% nucleotídeos; 0G/0,04N = 0,0% glutamina + 0,04% nucleotídeos; 0,5G/0,04N = 0,5% glutamina + 0,04% nucleotídeos; 1G/0,04N = 1,0% glutamina + 0,04% nucleotídeos.

*Nutron Nutrição Animal. Suplemento vitamínico (por kg de ração): vit. A, 8.000 UI; vit. D3, 2.000 UI; vit. E, 15 mg; vit. K, 1,8 mg; vit. B₁, 1,8 mg; vit. B₂, 6 mg; vit. B₆, 2,8 mg; vit. B₁₂, 12 mcg; niacina, 40 mg; ác. pantotênico, 15 mg; biotina, 0,06 mg; ac. fólico, 1 mg; Selênio, 0,3 ppm; BHT, 0,002 g

** Nutron Nutrição Animal. Suplemento mineral (por kg de ração): iodo, 0,75 ppm; ferro, 50 ppm; cobre, 8 ppm; manganês, 75 ppm; zinco, 70 ppm.

*** AccelerAid Formul Vet - Bixina (Mín/Max): 0,72% / 0,90%; Dióxido de Silício (Mín): 1,192%; Nucleotídeos totais (Mín): 22,50%; Óxido de alumínio (Mín): 8,5320%

Os dados de desempenho foram obtidos para os períodos acumulados de 1 a 7; 1 a 21 e 1 a 42 dias de idade, sendo: peso final (peso das aves de cada boxe no alojamento, aos 7, 21 e 42 dias de idade); ganho de peso (diferença entre o peso ao final de cada período e o peso inicial no alojamento); consumo de ração (diferença entre o total de ração fornecida e as sobras colhidas no final de cada período, com base no número médio de aves); conversão alimentar (razão entre o total de ração consumida e o

ganho de peso, corrigida pelo peso das aves mortas), mortalidade (anotada diariamente e expressa em percentual, pela relação entre o número de aves mortas no período e o número inicial de aves); e fator de produção (calculado pela multiplicação entre o ganho de peso diário e a viabilidade, divididos pela conversão alimentar, e então multiplicados por 100).

O rendimento de carcaça foi obtido aos 42 dias de idade, retirando-se ao acaso cinco aves/boxe, sendo 20 aves/tratamento, totalizando 120 aves, as quais foram identificadas por anilhas em uma das patas e passaram por período de oito horas de jejum para esvaziamento do trato gastrintestinal. O abate foi realizado no abatedouro da FMVZ, UNESP - Botucatu, por meio de sangria, após as aves serem aturridas por choque elétrico.

Para o cálculo de rendimento de carcaça, foi tomado como base o peso vivo na plataforma, imediatamente antes do abate, e o peso da carcaça eviscerada, sem cabeça, pescoço e pés; ainda foram obtidos os seguintes dados de rendimento em relação ao peso vivo: pés, cabeça + pescoço e gordura abdominal. Os rendimentos de peito, pernas (coxa e sobrecoxa), dorso e asas foram obtidos em relação ao peso da carcaça eviscerada.

Aos 42 dias de idade, após jejum de 12 horas, retirou-se uma ave por boxe, totalizando quatro aves/tratamento, as quais foram pesadas e sacrificadas por deslocamento da articulação crânio-cervical, para colheita dos seguintes órgãos: fígado, pró-ventrículo, moela, pâncreas, intestino delgado e intestino grosso. O fígado foi pesado imediatamente após ter sido retirado. O pró-ventrículo e moela foram abertos e pesados após remoção do conteúdo. Os intestinos delgado e grosso foram separados por secções no local onde o duodeno emerge da moela e no início dos cecos, sendo posteriormente pesados e medidos. O comprimento do intestino grosso foi considerado como o comprimento do cólon e reto somado ao comprimento dos cecos. O pâncreas foi pesado após ser removido do intestino delgado.

Para análises histológicas foram colhidos dois segmentos de 3 cm do duodeno, do jejuno e do íleo, cortados transversalmente e longitudinalmente, abertos pela borda mesentérica, lavados e estendidos pela túnica serosa, os quais foram fixados em solução de formalina a 10,0% por 24 horas. Posteriormente, foram lavados em água corrente e armazenados em álcool 70,0%, e, em seguida, desidratados em uma série crescente de

álcoois, diafanizados em xilol e incluídos em *Paraplast Plus*[®]. Foram preparadas lâminas de cada segmento com cortes de sete µm de espessura, os quais foram corados com ácido periódico de Schiff (PAS).

Posteriormente, com o auxílio de microscópio ótico acoplado a sistema analisador de imagens *Leica* (*DMLB – Leica Qwin*) e computador, foram feitas as medidas de altura e área das vilosidades, profundidade das criptas e contagem de enterócitos e células caliciformes do duodeno, jejuno e íleo, para determinação da relação células caliciformes/enterócitos. As medidas de altura foram tomadas a partir da região basal vilosidades, coincidente com a porção superior das criptas, até ao seu ápice. A medida da área foi realizada contornando toda a borda da vilosidade na qual se encontram as microvilosidades (LODDI, 1998). As criptas foram medidas da sua base até a região de transição cripta:vilosidade. Para determinação do número de células caliciformes e estabelecer uma relação entre células caliciformes/enterócitos, foi efetuada a contagem de 500 enterócitos e todas as células caliciformes anexas, por lâmina, seqüencialmente.

As análises estatísticas dos dados de desempenho, mortalidade, rendimento de carcaça, partes, bem como peso de órgãos e morfologia intestinal foram feitos pelo método de análise de variância (ANOVA), com o auxílio do procedimento GLM do SAS (1996) e, quando necessário, foi utilizado o teste de Tukey ao nível de 5,0% de probabilidade, para verificar diferenças significativas entre as médias dos tratamentos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A inclusão de 1,0% glutamina aumentou ($P<0,05$) o ganho de peso (GP) e o consumo de ração (CR) das aves aos sete dias de idade e o CR aos 21 dias de idade. Não houve interação entre níveis de inclusão de glutamina e nucleotídeos para as variáveis de desempenho aos 7, 21 e 42 dias de idade, com exceção da mortalidade ($P<0,05$) aos 42 dias de idade (Tabela 5). Não houve efeito da inclusão de glutamina e nucleotídeos sobre o desempenho das aves nos períodos analisados, com exceção da inclusão de glutamina no período de um a sete dias de idade. A inclusão na dieta de glutamina e nucleotídeos não apresentaram efeito benéfico sobre o desempenho dos animais, provavelmente devido às rações se encontrarem bem balanceadas e à excelente

qualidade dos ingredientes utilizados além dos pintos terem sido adequadamente alojados e as práticas de higiene e sanidade atendidas.

Estes aditivos poderiam apresentar respostas superiores em condições desfavoráveis de higiene, instalações e desbalanço nutricional, o que não foi proporcionado em condições experimentais. Segundo MENTEN (2001), é fundamental a existência de um desafio sanitário suficiente para que os antibióticos promotores de crescimento ou seus substitutos possam produzir efeitos significativos sobre o desempenho de aves e suínos. Nas condições desta pesquisa, as aves foram vacinadas e alojadas em aviário devidamente desinfetado e com vazio sanitário adequado, atendendo as práticas de higiene e sanidade e, conseqüentemente, eliminando a possibilidade de desafio para as aves, o que dificultou a ação da glutamina e nucleotídeos como estimuladores de desempenho.

Tabela 5. Peso inicial (PI), peso final (PF), ganho de peso médio (GPM), consumo de ração (CR), conversão alimentar (CA), mortalidade (MO) e fator de produção (FP) de frangos de corte nos períodos acumulados de 1-7, 1-21 e 1-42 dias de idade, submetidos a dietas com diferentes níveis de glutamina e nucleotídeos.

Idade (dias)	Variáveis	Glutamina			Nucleotídeos		CV (%)
		0,0	0,5	1,0	0,0	0,04	
1-7	PI	43,5	43,4	43,4	43,5	43,4	1,38
	PF, g	157 ^b	161 ^{ab}	163 ^a	161	159	2,93
	GPM, g	112 ^b	117 ^{ab}	119 ^a	117	116	4,43
	CR, g	142 ^b	142 ^b	147 ^a	145	143	2,32
	CA	1,265	1,214	1,236	1,234	1,243	4,23
	MO, % ¹	0,50	0,50	0,50	0,34	0,67	55,30
1-21	PF, g	881	878	900	896	878	2,42
	GPM, g	838	835	857	852	834	2,62
	CR, g	1.165 ^{ab}	1.159 ^b	1.193 ^a	1.182	1.163	2,28
	CA	1,406	1,399	1,413	1,405	1,407	1,38
	MO, % ¹	4,50	6,00	5,50	5,00	5,67	18,33
1-42	PF, g	2.782	2.799	2.816	2.796	2.802	4,21
	GPM, g	2.738	2.756	2.773	2.753	2.759	4,27
	CR, g	4.751	4.654	4.802	4.751	4.720	2,66
	CA	1,760	1,718	1,762	1,756	1,737	2,70
	MO, % ¹ *	5,50	9,50	7,50	7,00	8,00	14,22
	FP ²	350	346	347	347	348	5,91

¹Dados de mortalidade foram submetidos à transformação $(x+0,5)^{1/2}$, antes da Anova.

² Fator de Produção = ((GPD x Viabilidade)/CA) x 100

* Interação (P<0,05) entre os níveis de glutamina e nucleotídeos.

Os resultados desta pesquisa estão em conformidade com os obtidos por Pelícia et al. (2007) que, trabalhando com níveis crescentes de nucleotídeos na dieta de frangos de corte, também não observaram efeito sobre o desempenho das aves aos 7, 21 e 42 dias de idade.

Para a suplementação com glutamina, os resultados encontrados aos sete dias de idade sugerem o efeito positivo deste aminoácido sobre maturação intestinal, que envolve mudanças morfológicas e fisiológicas, proporcionado aumento na área de superfície de digestão e de absorção, melhorando o desempenho durante o período inicial de desenvolvimento do trato digestivo. MAIORKA et al. (2002) observaram melhora na estrutura da mucosa intestinal de frangos aos sete dias de idade quando adicionaram 1,0% de glutamina na dieta, mostrando que esse aminoácido pode ter papel importante na maturação da mucosa intestinal dos pintos, que ocorre principalmente na primeira semana de idade das aves.

CARLSON et al. (2005) ao fornecerem extrato de levedura como fonte de nucleotídeos, WU et al. (1996) e TUCCI (2003), suplementando glutamina, observaram melhora no desempenho de suínos na fase de creche. Isso reforça a hipótese da ação benéfica dos nucleotídeos e da glutamina na integridade do trato intestinal, melhorando a digestão e a absorção de nutrientes na fase pós-desmame crítica no desenvolvimento de leitões, na qual a mucosa intestinal sofre alterações infecciosas, diminuindo a capacidade digestiva e absorptiva do intestino delgado (CERA et al., 1988).

Houve interação ($P < 0,05$) entre inclusão de glutamina e nucleotídeos para mortalidade aos 42 dias de idade (Tabela 6). As aves que receberam 0,5% glutamina e 0,04% de nucleotídeos apresentaram maior ($P < 0,05$) mortalidade (MO), o que diferiu de SAKAMOTO et al. (2005) que mostraram menor percentual de MO para frangos com dietas suplementadas com 1,0% de glutamina.

Tabela 6. Desdobramento da interação entre inclusão de glutamina e nucleotídeos para mortalidade aos 42 dias.

Nucleotídeos (%)	Glutamina (%)			Média
	0,0	0,5	1,0	
0,0	5,00 ^{Ab}	7,00 ^{Bab}	9,00 ^{Aa}	7,00
0,04	6,00 ^{Ab}	12,00 ^{Aa}	6,00 ^{Ab}	8,00
Média	5,50	9,50	7,50	

^{A,B} Médias, na coluna, seguidas de letras diferentes, diferem entre si, pelo teste F ($P < 0,05$).

^{a,b} Médias, na linha seguidas de letras diferentes, diferem entre si, pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

Tabela 7. Morfometria do intestino delgado de frangos de corte aos 42 dias de idade submetidos a dietas com diferentes níveis de glutamina e nucleotídeos.

Variáveis	Glutamina			Nucleotídeos		CV (%)
	0,0	0,5	1,0	0,0	0,04	
<i>Duodeno</i>						
Altura, μm	1.177	1.220	1.086	1.184	1.138	19,96
Área, μm ²	173.942	149.268	158.389	174.687	146.380	38,31
Prof. cripta, μm	118	120	115	122	113	16,26
Caliciforme/ enterocitos ¹	52,92	49,65	54,30	50,18	53,73	14,36
<i>Jejuno</i>						
Altura, μm	1.167	1.081	955	1.096	1.106	13,98
Área, μm ²	136.621	109.671	110.307	120.502	117.230	28,43
Prof. cripta, μm	114,54	117,02	107,06	117,95	107,80	15,87
Caliciforme/ enterocitos	52,97	54,20	55,65	54,07	54,46	12,00
<i>Íleo</i>						
Altura, μm	649	660	643	709	593	19,41
Área, μm ²	70.198	64.734	80.887	77.356	66.523	39,51
Prof. cripta, μm	96,09	106,94	95,37	101,48	97,46	22,43
Caliciforme/ enterocitos ¹	55,55	56,85	57,98	55,19	58,39	8,38

¹Porcentagem de células caliciformes a cada 500 enterócitos.

Com relação à morfologia intestinal, os resultados deste experimento estão apresentados na Tabela 7. Não houve interação entre níveis de inclusão de glutamina e nucleotídeos para características morfológicas do intestino aos 42 dias de idade. Não foram observados efeitos da inclusão de glutamina e nucleotídeos para nenhuma das variáveis morfológicas estudadas. Observa-se maior desenvolvimento do duodeno em relação às demais porções do intestino delgado (jejuno e íleo), que de acordo com MACARI (1998), pode ser atribuído ao fato de ter células de renovação rápida e ser o primeiro segmento do intestino delgado a receber estímulos físicos, químicos e hormonais proveniente da presença da dieta no lúmen.

Segundo UNI et al. (1998), o desenvolvimento completo dos vilos do duodeno dos frangos de corte ocorre até os sete dias de idade, entretanto o desenvolvimento dos vilos dos jejuno e íleo continua até 14 dias de idade. Ou seja, a maturação intestinal de frangos de corte ocorre nas duas primeiras semanas de vida. O que pode explicar porque não observamos efeito da glutamina e nucleotídeos na morfologia intestinal aos 42 dias de idade, pois as aves já apresentam a maturação intestinal.

Suplementando a ração de leitões com níveis crescentes de glutamina até 1,0%, WU et al. (1996) concluíram que o maior nível do aminoácido preveniu a atrofia dos vilos na primeira semana pós-desmame e melhorou o desempenho em 25,0 % na segunda semana pós-desmame. Isto pode ser atribuído ao fato da glutamina servir como substrato energético para os enterócitos, contribuindo assim para o fornecimento de energia necessária ao desempenho das atividades metabólicas normais desse grupo de células, melhorando a digestão e a absorção de nutrientes, pois o desmame é uma fase crítica do desenvolvimento de leitões.

SAKAMOTO et al. (2005) concluíram que a suplementação de vitamina E e glutamina na dieta nos primeiros sete dias de idade proporcionam melhor desenvolvimento da mucosa intestinal em frangos de corte aos 21 e 42 dias de idade; isto se deve ao efeito trófico da glutamina no intestino. Porém, estes resultados não foram verificados neste experimento, e uma das explicações pode ser a baixo desafio a que as aves estavam submetidas.

DELL'ORTO et al. (2002) suplementando a dieta de suínos com 0,5% nucleotídeos e 0,5% glutamina observaram aumento na altura das vilosidades e profundidade de cripta do íleo, mostrando o efeito positivo sobre o crescimento e maturação da mucosa ileal. Da mesma maneira, YU et al. (2002) avaliando a suplementação de nucleotídeos e glutamina para leitões desmamados, observaram maior tamanho das vilosidades do duodeno e jejuno.

Em relação a rendimento de carcaça, partes e gordura abdominal (Tabela 8), não houve interação entre níveis de inclusão de glutamina e nucleotídeos para nenhuma das variáveis avaliadas. Não se observou efeito da inclusão de glutamina e nucleotídeos sobre rendimento de carcaça, partes e gordura abdominal. RUTZ et al. (2006) trabalhando com extrato de levedura para frangos de corte, não encontraram efeito da suplementação sobre as características de carcaça, apenas um aumento numérico no rendimento de carcaça. TIBBETTS (2002) observou somente uma tendência de aumento da área de lombo em suínos que receberam extrato de levedura. Isso pode ter sido ocasionado devido ao aumento do peso corporal dos animais.

Os dados de rendimento de carcaça, partes e gordura abdominal da presente pesquisa evidenciaram que a suplementação de glutamina e nucleotídeos em dietas

adequadamente balanceadas e sem presença de desafio, as aves acabam demonstrando seu próprio potencial genético, sem haver diferenças entre os tratamentos.

Tabela 8. Rendimento de carcaça, partes e gordura abdominal de frangos de corte aos 42 dias, submetidos a dietas com diferentes níveis de glutamina e nucleotídeos.

Variáveis	Glutamina			Nucleotídeos		CV (%)
	0,0	0,5	1,0	0,0	0,04	
Carcaça ¹	71,40	70,90	70,47	71,27	70,58	3,67
Cabeça e pescoço ¹	5,92	5,98	5,68	5,85	5,88	9,15
Pés ¹	3,96	3,93	3,87	3,94	3,91	7,52
Gordura abdominal ¹	1,79	1,76	1,59	1,73	1,70	27,80
Asas ²	11,36	11,87	11,35	11,59	11,46	21,92
Peito ²	35,70	33,54	35,16	34,45	35,15	15,17
Coxa e sobrecoxa ²	33,00	32,51	31,57	32,00	32,71	12,61
Dorso ²	21,35	20,37	20,87	20,74	20,96	18,63

¹ Rendimento de carcaça, cabeça + pescoço, pés ou gordura abdominal (%) = (peso da carcaça eviscerada, cabeça + pescoço, pés ou gordura abdominal, g/peso vivo, g)*100;

² Rendimento das partes (%) = (peso das partes, g/peso da carcaça, g)*100.

Não houve interação entre níveis de inclusão de glutamina e nucleotídeos para características de peso relativo dos órgãos (Tabela 9) e comprimento dos intestinos (Tabela 10) aos 42 dias de idade. Não foram observados efeitos da inclusão de glutamina e nucleotídeos para peso relativo dos órgãos e comprimento de intestinos aos 42 dias de idade. Segundo Rao e MoCracken (1992) citados por GARCIA (2007), os pesos dos órgãos variam com o consumo de energia e/ou proteína, sugerindo que mantidas as mesmas quantidades, os pesos serão semelhantes.

Tabela 9. Peso relativo dos órgãos* (%) aos 42 dias de idade submetidos a dietas com diferentes níveis de glutamina e nucleotídeos.

Variáveis	Glutamina			Nucleotídeos		CV (%)
	0,0	0,5	1,0	0,0	0,04	
Moela	1,24	1,25	1,29	1,25	1,27	12,66
Proventrículo	0,39	0,34	0,35	0,31	0,38	18,21
Fígado	1,78	1,74	1,72	1,74	1,76	10,41
Pâncreas	0,17	0,18	0,18	0,18	0,17	12,08
Intestino delgado	2,96	2,78	2,82	2,83	2,87	13,70
Intestino grosso	0,59	0,67	0,65	0,65	0,62	22,83

* Peso relativo de órgãos (%) = (peso do órgão, g/peso vivo, g)*100;

Tabela 10. Comprimento (cm) do intestino delgado e grosso aos 42 dias de idade submetidos a dietas com diferentes níveis de glutamina e nucleotídeos.

Variáveis	Glutamina			Nucleotídeos		CV (%)
	0,0	0,5	1,0	0,0	0,04	
Intestino delgado	146,37	140,50	144,00	140,67	146,58	7,35
Intestino grosso	40,00	41,38	41,75	40,08	42,00	9,29

CONCLUSÕES

A suplementação de glutamina e nucleotídeos em dietas de frangos de corte criados no sistema alternativo não influencia o desempenho, rendimento de carcaça e partes. Pode-se utilizar 1,0% de inclusão de glutamina na fase pré-inicial, pois favorece o desempenho das aves.

REFERÊNCIAS

ADJEI, A.A.; YAMAUCHI, K.; CHAN, Y.C.; KONISHI, M.; YAMAMOTO, S. Comparative effects of dietary nucleoside-nucleotide mixture and its components on endotoxin-induced bacterial translocation and small intestine injury in protein deficient mice. **Gut**, v.38, n.4, p.531-537, 1996.

CARLSON, M.S.; VEUM, T.L.; TURK, J.R. Effects of yeast extract versus animal plasma in weanling pig diets on growth performance and intestinal morphology. **Journal of Swine Health and Production**, v.13, p.204-209, 2005.

CERA, K.R.; MAHAN, D.C.; CROSS, R.F. Effect of age, weaning and post-weaning diet on small intestinal growth and jejunal morphology in young swine. **Journal of Animal Science**, v.66, n.2, p.574-584, 1988

CYNOBER, L.A. Glutamine metabolism in stressed patients. In: INTERNATIONAL CONGRESS ON AMINO ACIDS, Germany, 1999. **Proceedings...** Germany: 1999. p.5. (abstract).

DELL'ORTO, V.; DI GIANCAMILLO, A.; SAVOINI, G. Influence of nucleotides and glutamine dietary supplementation on gut health of weanling piglets. **Journal of Animal Science**, v.80, Suppl.1, p.220, 2002.

DEMATTE FILHO, L.C.; MENDES, C.M.I. Viabilidade técnica e econômica na criação alternativa de frangos. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 2001, Campinas. **Anais...** Campinas: FACTA, 2001. p.255-266.

GARCIA, A.N. **Nucleotídeos como potenciais promotores de crescimento de leitões recém desmamados**. 2007. 41 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagem). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007.

LODDI, M.M. **Aspectos produtivos e qualitativos do uso de probiótico para frangos de corte**. 1998. 60 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia – Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1998.

MENTEN, J.F.M. Aditivos alternativos na produção de aves: probióticos e prebióticos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECHNIA, 38, 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2001. p.141-157.

MACARI, M. Aspectos fisiológicos do sistema digestivo das aves. In: SACAVET - SEMANA ACADÊMICA DA MEDICINA VETERINÁRIA, 8, São Paulo, 1998. **Anais...** São Paulo: FMVZ-USP, 1998. 1CD-ROOM.

MAIORKA, A.; BOLELI, I.C.; MACARI, M. Desenvolvimento e reparo da mucosa intestinal. In: MACARI, M.; FURLAN, R.L.; GONZALES, E. **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, 2002. p.113-123.

PIERZYNOWSKI, S.G.; SJODIN, A. Perspectives of glutamine and its derivatives as feed additives for farm animals. **Journal of Animal and Feed Sciences**, v.7, p.79-91, 1998.

ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F. T.; DONZELE, J.L.; GOMES, P.C.; OLIVEIRA, R.F.; LOPES, D.C.; FERREIRA, A.S.; BARRETO, S.L.T. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. Viçosa: UFV, 2005. 186p.

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

SAKAMOTO, M.I.; MURAKAMI, A.E.; NATALI, R.M.; FERNANDES, J.M.; SOUZA, L.M.G. Influência da glutamina e vitamina E sobre o desempenho e morfometria intestinal em frangos de corte. In: CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE NUTRIÇÃO ANIMAL, 2, São Paulo, 2005. **Anais...** São Paulo: ALANA/CBNA, 2005. 1 CD-ROOM.

SAS Institute Inc., SAS/STAT. **User's guide**. Version 6.11. 4. ed, v. 2. Cary: SAS Institute Inc.: 1996. 842 p.

TIBBETTS, G.W. Nucleotides from yeast extract: potential to replace animal protein sources in food animal diets. In: LYONS, T.P.; JAQUES, K.A. In: ANNUAL SYMPOSIUM OF NUTRITIONAL BIOTECHNOLOGY IN THE FEED AND FOOD INDUSTRIES, 18, Nottingham, 2002. **Proceedings...** Nottingham, UK: Nottingham University Press, 2002. p.435-443.

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** (Tese de doutorado) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Universidade Estadual Paulista/Jaboticabal / SP

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

YU, I.T.; WU, J.F.; YANG, P.C.; LIU, C.Y.; LEE, D.N.; YEN, H.T. Role of glutamine and nucleotides in combination in growth, immune responses and FMD antibody titers of weaned pigs. **Animal Science**, v.75, n.3, p.379-385, 2002.

WU, G.; MEIER, S.B.; KNABE, D.A. Dietary glutamine supplementation prevents jejunal atrophy in weaned pigs. **Journal of Nutrition**, v.126, p.2578-2584, 1996.

CAPÍTULO 3

IMPLICAÇÕES

A suplementação com glutamina na dieta de frangos de corte tem-se mostrado efetiva na maioria das pesquisas publicadas, melhorando o desempenho e as características da mucosa intestinal, principalmente em condições de elevado desafio sanitário. O nível de 1,0% de inclusão de glutamina, praticado em inúmeras pesquisas é o que tem propiciado os melhores resultados. Porém, este nível de inclusão é inviável nas dietas práticas para aves, pois não é economicamente viável, em função do elevado custo deste aminoácido e da sua pouca disponibilidade no mercado, com produção e comercialização restritas à somente uma única empresa.

Os resultados com adição de nucleotídeos em dietas para aves são bem mais escassos e contraditórios e, muitas vezes, sua utilização não se faz na forma purificada e sim, como produtos baseados em extratos de leveduras, de composição variável e, muitas vezes desconhecida, no que se refere ao conteúdo de nucleotídeos no produto comercial. Resultados obtidos em outras espécies indicam que os nucleotídeos têm importante ação na recuperação da mucosa intestinal e no sistema imune dos animais, o que abre uma ampla gama de pesquisa com estes produtos envolvendo a nutrição e a saúde dos animais.

Mais pesquisas envolvendo a utilização de glutamina e nucleotídeos na dieta de frangos de corte serão necessárias para determinar os níveis de inclusão destes produtos em dietas de frangos de corte, matrizes, poedeiras comerciais e perus. A presença de desafios é de extrema importância para pesquisas futuras, pois somente dessa maneira será possível se determinar como funcionam esses aditivos em condições de campo, mais representativas dos interesses das empresas avícolas.

Com a retirada dos aditivos antibióticos das rações, a importância da utilização destes aditivos nas dietas de aves será crescente. Sua utilização passará a ser feita com maior frequência, o que sem dúvida levará a um maior interesse na sua produção e comercialização pelas empresas de insumos do setor avícola e a diminuição do seu custo, permitindo sua inclusão nas formulações de mínimo custo frequentemente utilizadas na avicultura comercial brasileira.