

**TAYARA SOARES DE LIMA**

**GLICOSE DE MILHO EM DIETAS PARA FRANGOS DE CORTE DE 1 A 7  
DIAS DE IDADE**

**RECIFE  
PERNAMBUCO - BRASIL  
2012**

**TAYARA SOARES DE LIMA**

**GLICOSE DE MILHO EM DIETAS PARA FRANGOS DE CORTE DE 1 A 7  
DIAS DE IDADE**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia – Área de concentração: Produção Animal, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre.

**Orientador:** Prof<sup>o</sup>. Dr. Carlos Bôa-Viagem Rabello (UFRPE)

**Conselheiros:** Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Maria do Carmo Mohaupt Marques Ludke (UFRPE)

Prof<sup>o</sup>. Dr. Manoel Adrião Gomes Filho (UFRPE)

**RECIFE  
PERNAMBUCO - BRASIL**

**2012**

Ficha catalográfica

L732g Lima, Tayara Soares de  
Glicose de milho em dietas para frangos de corte de 1 a 7 dias de idade / Tayara Soares de Lima. -- Recife, 2012.  
76 f. : il.

Orientador: Carlos Bôa-Viagem Rabello.  
Dissertação (Mestrado em Zootecnia) –  
Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Zootecnia, Recife, 2012.  
Referências.

1. Digestibilidade 2. Desempenho 3. Pintos I. Rabello, Carlos Bôa-Viagem, orientador II. Título

CDD 636

**GLICOSE DE MILHO EM DIETAS PARA FRANGOS DE CORTE DE 1 A 7  
DIAS DE IDADE**

**TAYARA SOARES DE LIMA**

Dissertação defendida e aprovada pela banca examinadora em 20 de julho de 2012.

Orientador:

---

Prof. Dr. Carlos Bôa-Viagem Rabello  
Universidade Federal Rural de Pernambuco  
Departamento de Zootecnia

Examinadores:

---

Prof. Dra. Sandra Roseli Valério Lana  
Universidade Federal de Alagoas  
Departamento de Zootecnia

---

Prof<sup>a</sup>. Dra. Maria do Carmo Mohaupt Marques Ludke  
Universidade Federal Rural de Pernambuco  
Departamento de Zootecnia

---

Prof. Dr. Wilson Moreira Dutra Junior  
Universidade Federal Rural de Pernambuco  
Departamento de Zootecnia

**RECIFE  
PERNAMBUCO - BRASIL  
2012**

## **Biografia do autor**

Tayara Soares de Lima, filha de Edilson Soares de Lima e Maria Raimunda Salgado, nasceu em São Paulo - SP, no dia 13 de Março de 1986. Coursou o ensino médio na Escola Conde Pereira Carneiro, concluindo-o em dezembro de 2003. É formada em Técnico em Agropecuária pelo Colégio Agrícola Dom Agostinho Ikas – CODAI/UFRPE. Iniciou a Graduação em Zootecnia na Universidade Federal Rural de Pernambuco em março de 2005, onde foi Bolsista PET de 2006 a 2010. Recebeu o título de Bacharel em Zootecnia em Agosto de 2010. A partir de agosto de 2010, iniciou as atividades no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco na área de Produção de Não Ruminantes. Em 20 de julho de 2012 submeteu-se à defesa de dissertação para obtenção do título de “Mestre”.

**Ofereço,**

A Deus,

Por toda força e sabedoria que tem me dado e por sua misericórdia em minha vida.

**Dedico,**

Aos meus pais Edilson Soares e Maria Raimunda,  
por toda dedicação e apoio que me deram durante minha vida

*“Cada Segundo é tempo para mudar tudo pra sempre”*

*Charles Chaplin*

## AGRADECIMENTOS

A Deus por todas as bênçãos alcançadas até aqui.

Aos meus pais Edilson Soares e Maria Raimunda, por serem meu alicerce e por toda dedicação, amor e educação que me deram.

Aos meus irmãos Edson Soares e Tayna Soares, por toda a alegria que desfrutamos juntos.

Ao meu orientador-professor Carlos Bôa-Viagem Rabello, pela paciência, compreensão, dedicação, pelos ensinamentos, conselhos e oportunidades que contribuíram de forma gratificante para o meu crescimento pessoal e profissional.

A todos os professores que contribuíram de forma direta e indireta para o meu crescimento pessoal e profissional.

Aos meus amigos Camilla Roana, Elainy Cristina, Almir Ferreira, César Antunes, Thaysa Torres, Cláudia Costa que sempre estiveram presentes durante os momentos de dificuldades me ajudando muito durante os meus experimentos, seja com uma palavra de conforto ou com mão-de-obra mesmo, fazendo com que os dias fossem mais divertidos.

As minhas amigas contemporâneas Dênea Araújo, Emmanuele Cordeiro, Janete, Michele Bernardino, Janaína Arandas e Maria Patrícia, pela força e pelas experiências que tivemos: a oportunidade de conviver, o que me fez crescer ainda mais como ser humano.

Ao grupo de avicultura representado por Yasmim Meira, Elayne Soares, Emmanuelle Arruda, Jaqueline de Cássia, Mônica Brainer, Waleska Medeiros, Rogério Junior, Cláudio Parro e Luiz que me deram muita força na parte de campo, laboratório e sugestões na parte escrita. E, ao seu Biu pelo apoio durante a condução dos experimentos.

A Universidade Federal Rural de Pernambuco pela oportunidade de concluir meus cursos de graduação e pós-graduação.

A Corn Products do Brasil pela doação da glicose utilizada neste trabalho.

A CAPES pela concessão da bolsa

## SUMÁRIO

Lista de tabelas.....	10
Considerações iniciais.....	12
Capítulo 1 – Referencial teórico.....	14
1.0 Desenvolvimento do trato gastrintestinal.....	15
2.0 Importância do fornecimento de alimento logo após o nascimento.....	17
3.0 Saco vitelino.....	18
4.0 Carboidratos na alimentação de aves.....	20
4.1 Glicose como fonte de energia.....	20
4.2 Digestão e absorção dos carboidratos.....	22
5.0 Sistemas de energia para frangos de corte.....	24
6.0 Considerações Finais.....	28
Referências.....	29
Capítulo 2 - Efeito dos níveis de substituição sobre a determinação dos valores energéticos da glicose de milho para frangos de corte de 1 a 7 dias de idade.....	34
Resumo.....	35
Abstract.....	36
Introdução.....	37
Material e métodos .....	38
Resultados e discussão.....	41
Conclusões.....	46
Referências.....	47
Capítulo 3 - Utilização da glicose de milho em rações para frangos de corte na fase pré-inicial.....	49
Resumo.....	50
Abstract.....	51
Introdução.....	52
Material e métodos.....	53
Resultados e discussão.....	59
Conclusões.....	73
Referências.....	74

## LISTA DE TABELAS

Capítulo 2 - Determinação dos valores de energia metabolizável da glicose de milho para pintos de corte na fase pré-inicial.

Tabela 1. Composição centesimal da dieta referência para frangos de corte de 1 a 7 dias de idade.....39

Tabela 2. Médias dos valores de energia metabolizável aparente (EMA) e aparente corrigida para o balanço de nitrogênio (EMAn) e dos coeficientes de metabolizabilidade aparente da matéria seca (CMAMS) e energia bruta (CMAEB) das rações experimentais dos pintos de corte de 4 a 7 dias de idade.....42

Tabela 3. Médias dos valores da energia metabolizável aparente (EMA), aparente corrigida para o balanço de nitrogênio (EMAn) e coeficiente de metabolizabilidade aparente da energia bruta (CMAEB) da glicose de milho para frangos de corte de 4 a 7 dias de idade.....42

Capítulo 3 - Efeito da utilização de glicose de milho sobre o desempenho de frangos de corte na fase pré-inicial

Tabela1. Composição centesimal das rações para frangos de corte contendo diferentes níveis de inclusão de glicose de milho.....55

Tabela 2. Médias dos valores de peso vivo (PV), ganho de peso (GP), consumo de ração (CR) e conversão alimentar (CA) de frangos de corte alimentados com rações contendo glicose de milho.....60

Tabela 3. Médias dos valores de energia metabolizável aparente (EMA), aparente corrigida para o balanço de nitrogênio (EMAn) e coeficiente de metabolizabilidade aparente da matéria seca (CMAMS) e da energia bruta (CMAEB) das rações contendo glicose de milho para frangos de corte de 1 a 7 dias de idade.....64

Tabela 4. Médias dos valores do comprimento do intestino (CI) e do peso relativo do intestino (PI), proventrículo (PP), moela (PM), fígado (PF) e pâncreas (PPC) de frangos de corte aos 7 dias de idade alimentados com rações contendo níveis de inclusão de glicose de milho.....66

Tabela 5. Médias dos valores de altura da vilosidade, profundidade de cripta e relação vilosidade: cripta do duodeno e jejuno de frangos de corte aos 7 dias de idade alimentados

com rações contendo níveis de inclusão de glicose de milho.....69

Tabela 6. Médias dos valores da composição centesimal e da deposição de nutrientes na carcaça de frangos de corte aos 8 dias de idade alimentados com ração contendo glicose de milho.....70

## CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Nas últimas décadas, a avicultura de corte no Brasil e no mundo vem experimentando avanços significativos em produtividade impulsionada, principalmente pelo melhoramento genético das aves, por alterações no manejo ambiental e sanitário, com melhores construções e equipamentos e produtos de desinfecção e limpeza mais modernos e eficientes, além dos avanços nutricionais.

Frangos de corte ajustam seu consumo diário de alimentos de maneira a manter constante a ingestão de energia. Desta forma, o estabelecimento do conteúdo energético dos alimentos (e das dietas) são extremamente importantes durante a formulação, pois disto depende a ingestão dos alimentos e conseqüentemente de todos os nutrientes, com conseqüências diretas sobre o desempenho e qualidade de carcaça (Bertechini, 2006).

No entanto, as dietas para frangos de corte, independentemente da idade do animal, são elaboradas levando em consideração a energia metabolizável (EM) dos alimentos apresentados em tabelas de composição de alimentos (estrangeiras ou publicadas no Brasil), as quais foram determinadas com galos adultos ou frangos de corte na fase de crescimento (Soares, 2005). Isso pode interferir no aproveitamento dos alimentos pelas aves mais jovens ao utilizar essa EM na formulação de sua dieta, pois a capacidade digestiva varia de acordo com a idade.

Na eclosão, o sistema digestório da ave está anatomicamente completo, entretanto sua capacidade funcional para digestão e absorção ainda está imatura, se comparado com aves adultas (Maiorka et al., 2002). Longo et al. (2005) afirmaram que a imaturidade do trato gastrintestinal de frangos na fase pré-inicial reduz a capacidade de utilização dos nutrientes, o que parece acarretar decréscimo na metabolizabilidade do alimento.

Considerando que a alimentação animal corresponde por cerca de 70% dos custos de produção, a utilização de alimentos que apresentam alta digestibilidade, sejam facilmente assimilados pelo organismo e apresentem boa relação custo-benefício tem como objetivo primário melhorar o desempenho animal, principalmente nos primeiros dias de vida, quando o sistema gastrointestinal da ave está, ainda, em desenvolvimento.

A glicose de milho é um alimento que apresenta energia de fácil assimilação pelo organismo animal e tem sido adicionada em rações de frangos, principalmente na fase pré-inicial. Existe no mercado a glicose na forma desidratada e a hidratada. A mais comumente utilizada é na forma desidratada pela facilidade de ser aplicada em dietas fareladas. Contudo, a glicose hidratada também está sendo utilizada em rações, principalmente nas peletizadas, pois além de servir como fonte de energia este alimento atua, também, como aglutinante melhorando a qualidade do pelete, tornando-se desta forma, um ingrediente bastante atrativo para ser utilizado na alimentação de frango de corte. Entretanto, o conhecimento do seu real valor energético para aves jovens ainda não está bem estabelecido.

A determinação dos valores de energia metabolizável dos alimentos para aves jovens permite que as dietas sejam elaboradas levando em consideração o real aproveitamento do alimento pelo animal e, assim, proporcione melhor atendimento das suas exigências nutricionais.

Desta forma, o objetivo deste trabalho foi determinar os valores energéticos da glicose de milho hidratada usando diferentes níveis de substituição e o efeito de sua inclusão em dietas para frangos de corte de 1 a 7 dias de idade sobre o desempenho.

# **Capítulo 1**

Referencial Teórico

## **1.0 Desenvolvimento do trato gastrintestinal**

O intestino delgado é a porção mais longa do sistema digestório, responsável pela digestão final do alimento e absorção dos nutrientes (Boleli et al., 2002).

Em aves, o sistema digestório, logo após o nascimento, encontra-se anatomicamente completo, porém sua capacidade funcional de digestão e absorção ainda está imatura, quando comparado ao de aves adultas (Overton & Shoup 1964). No entanto, com o avanço da idade, ocorre um processo de maturação do trato gastrintestinal que envolve adaptações morfofisiológicas.

As alterações marcantes na morfologia da mucosa do intestino delgado, em pintos, ocorrem momentos antes e após a eclosão, e incluem a maturação de enterócitos, criptogênese intensiva, e crescimento das vilosidades (Geyra et al., 2001).

Nitsan et al. (1991), afirmaram que a maturidade da mucosa intestinal é representada pelo aumento na produção e atividade das enzimas digestivas dos transportadores de membrana e pelo desenvolvimento dos enterócitos das criptas.

Essa maturidade leva ao aumento do peso do intestino que ocorre em uma velocidade maior do que o peso da musculatura corporal e, isto é verificado desde o terço final da incubação (Maiorka et al. 2000). O peso e o comprimento do intestino delgado aumentam em taxas diferentes no duodeno, jejuno e íleo e o peso aumenta mais do que o comprimento (Noy & Skan, 1999).

O máximo desenvolvimento do intestino em relação ao peso vivo é alcançando do 6º ao 8º dia em perus e do 4º ao 8º dia em frangos (Noy & Sklan, 1998). Entretanto, o desenvolvimento da mucosa é mais lento que o aumento do diâmetro intestinal até 14 dias de idade (Noy & Sklan, 1997).

Uni et al. (1999) avaliando a morfologia intestinal de pintos constatou que as taxas de crescimento relativo são diferentes nos segmentos intestinais, onde o crescimento relativo do duodeno e jejuno é maior que do íleo.

Há também uma maior precocidade de desenvolvimento para o duodeno em relação aos demais segmentos, pois há uma maior velocidade de crescimento relativo da área e altura das vilosidades intestinais atingindo um platô com 6 a 8 dias na porção do duodeno e com 10 dias nas porções do jejuno e do íleo (Noy & Sklan, 1998).

A parede do intestino delgado apresenta uma estrutura especializada chamada de epitélio pelo qual ocorrem absorção e parte da digestão dos nutrientes. Ele é formado por muitos tipos celulares, entre os quais se destacam as células caliciformes que secretam muco, as células endócrinas que secretam diferentes hormônios e os enterócitos.

Ao nascimento, os enterócitos e as vilosidades encontram-se mal desenvolvidas e poucas criptas são observadas. As criptas aumentam em número e tamanho e proliferam rapidamente nos primeiros dias após o nascimento (Geyra et al., 2001).

Os enterócitos são as células responsáveis pelos processos de digestão e absorção de nutrientes (Maiorka et al., 2002). São células colunares polarizadas, no qual, pode ser observada uma membrana apical e uma membrana basolateral.

A membrana apical, em contato com o lúmen intestinal, apresenta projeções digitiformes chamadas de microvilosidades que aumentam em 14 a 40 vezes a superfície absorptiva (Duarte, 2009). Esta membrana contém enzimas, chamadas de membrana ou de parede que são importantes na digestão dos nutrientes presentes na luz intestinal. É por ela que os nutrientes passam do lúmen para o interior da célula através do transporte dependente de sódio.

Na membrana basolateral ocorre um sistema diferente do sistema de transporte da membrana da borda em escova, pois a membrana basolateral apresenta outros transportadores que também dependem ou não de  $\text{Na}^+$ . Porém, o principal mecanismo de transporte ocorre passivamente por difusão facilitada.

Assim como o intestino delgado, o pâncreas, o fígado e a moela desenvolvem-se rapidamente após a eclosão, porém em uma proporção menor (Uni et al., 1999). Este crescimento dos órgãos do sistema digestório atinge um pico entre três e sete dias de idade e declina em seguida (Iji, et al., 2001). Durante a primeira semana de vida dos pintos de corte, o pâncreas e o intestino delgado aumentam quatro vezes e o fígado duas vezes mais que o peso do corpo (Nitsan, 1995).

## **2.0 Importância do fornecimento de alimento logo após o nascimento**

A entrada de nutrientes, provenientes do saco vitelino e da dieta exógena, no intestino delgado serve como um estímulo ao crescimento e desenvolvimento do sistema digestório e, conseqüentemente, das funções de digestão e absorção (Noy & Sklan, 1997), embora, o intestino se ajuste rapidamente ao estresse nutricional (Francis & Schleiffer, 1996).

O fornecimento de alimento logo após o nascimento pode promover um melhor desempenho e acelerar o desenvolvimento do trato digestório. Isso pode ser confirmado por Noy & Sklan (1998) quando observaram que fornecimento antecipado de alimentos para pintos e perus tem mostrado aumentar o seu crescimento.

Animais alimentados imediatamente após o nascimento, apresentam desenvolvimento do trato gastrintestinal superior aos animais que sofrem restrição alimentar. Geyra et al. (2001) confirmaram que o rápido acesso do pinto ao alimento

pode melhorar o desempenho por estimular as enzimas digestivas e o maior desenvolvimento das vilosidades intestinais do pinto logo após o nascimento.

As vilosidades intestinais parecem ter seu crescimento estimulado pela presença do alimento no lúmen intestinal. Pois, aves sem acesso à alimentação apresentam uma menor altura e área de vilosidades do intestino delgado do que aves que tiveram imediato acesso à alimentação (Uni et al., 2000; Gonzalez et al., 2003).

O intestino bem desenvolvido proporciona maior área de absorção e, conseqüentemente, permite melhor aproveitamento dos nutrientes pelos animais. Neste sentido, o fornecimento da alimentação exógena logo após a eclosão é de extrema importância para o desenvolvimento da mucosa intestinal de pintos de corte tendo em vista que a ausência de alimentos no intestino após o nascimento pode prejudicar o desenvolvimento intestinal e, desse modo, comprometer o desempenho final da ave.

### **3.0 Saco vitelino**

O conteúdo vitelino no momento da eclosão é oriundo de porções remanescentes da gema e do albúmen. No final da incubação, a gema residual é internalizada para dentro da cavidade abdominal que é a única fonte de nutriente até o momento do alojamento da ave.

O albúmen remanescente flui para o saco vitelino no final da segunda semana de incubação, quando ocorre rompimento da conexão sero-amniótica, sendo, então, quase que totalmente absorvido pelo embrião, ou seja, somente uma parte do albúmen migra para dentro do saco vitelino aumentando o seu conteúdo protéico (Vieira, 2004).

A gema residual após a eclosão compõe 20 a 25% do peso corporal e chegando a corresponder de 10 a 12% do peso da ave na hora do alojamento (Noy e Sklan, 1998).

O saco vitelino é constituído de aproximadamente 46% de água, 20% de proteína e 34% de lipídios (Sklan & Noy, 2000a). Na gema, os carboidratos estão presentes de forma incipiente, ou seja, em não mais de 1%, sendo que apenas 0,3% deste total é glicose livre e os carboidratos não livres estão majoritariamente ligados a proteínas e lipídios. O teor de cinzas não passa de um pouco mais de 1%, sendo os elementos de maior concentração o fósforo, cálcio e o potássio (Romanoff & Romanoff, 1949).

Em pintos, o saco vitelino serve como uma reserva de pronta utilização com alta composição em gordura e proteína após o nascimento. A principal função do saco vitelino é participar da síntese de membrana e manutenção da imunidade passiva, e em condições de restrição alimentar atua com fornecimento energético para atendimento imediato das suas necessidades nutricionais, mantendo o nível constante de glicose circulante (Dibner et al., 1998).

Edwards et al. (1962) para avaliarem a importância do saco vitelino submeteram dois grupos de aves ao processo cirúrgico, onde um grupo foi submetido à incisão abdominal e remoção o saco vitelino e o outro grupo submetido a incisão abdominal sem remoção do saco vitelino (chamado de grupo controle). As aves, com o saco vitelino cirurgicamente removido, apresentaram desempenho inferior quando comparado com o grupo controle também operado, mas com saco vitelino mantido, demonstrando a importância dessa reserva para aves no período pós-eclosão

A reserva de energia oriunda o saco vitelino é limitada, não sendo suficiente para atender as exigências do animal durante o jejum prolongado, exigindo assim, que o animal receba uma fonte de energia exógena. Isto foi verificado por Noy & Sklan (1999), que avaliando desempenho de pintos de corte submetidos ao jejum observaram que animais sem acesso a alimentação por 48h após o nascimento apresentaram perda de peso corporal em torno de 7,8% em comparação as aves que receberam alimentação.

#### **4.0 Carboidratos na alimentação das aves**

Dentre os alimentos utilizados na alimentação dos animais os carboidratos são a principal fonte de energia. Os carboidratos podem ser divididos em monossacarídeos, oligossacarídeos e polissacarídeos, sendo os monossacarídeos a unidade básica dos carboidratos que fornece grande parte de energia utilizada pelo organismo animal (Vieira, 2008). O amido, um polissacarídeo, é o carboidrato mais abundante e amplamente utilizado na alimentação animal, tendo em vista a facilidade de encontrá-lo disponível no mercado.

Juntamente com a gordura, os carboidratos são as maiores fontes de energia para os animais. Entretanto, a importância dos carboidratos como fonte de energia é muito maior, pois quantitativamente a sua presença é maior nos grãos e, portanto, nas dietas.

Mesmo sendo os carboidratos os componentes mais abundantes das dietas dos animais domésticos, não existe exigência nutricional específica de carboidratos determinada. Isso pode ser explicado pelo fato de que a fonte de energia mais importante ao nível celular é a glicose, sendo então possível obtê-la de vários tipos diferentes de carboidratos e outros nutrientes.

#### **4.1 Glicose como fonte de energia**

A glicose é o monossacarídeo de maior importância na nutrição e no metabolismo das aves visto que é o açúcar da circulação sanguínea (Vieira, 2004). Além disso, quando utilizada na alimentação apresenta-se na forma prontamente absorvível, fazendo com que o animal minimize seu custo energético ao utilizá-la como fonte de energia.

Após o nascimento, o fornecimento de glicose pode ser possível por adição de açúcares na ração (Waldroup et.al., 1974). Entretanto, em aves recém eclodidas tem sido descrito um problema de baixa absorção de glicose (Noy & Sklan, 2001). A

reduzida absorção de glicose nesta fase é atribuída tanto a uma insuficiente concentração de sódio para eficiente funcionamento dos co-transportadores intestinais de glicose (Na-glicose), como a inibição por competição de absorção de compostos hidrofílicos (glicose) pelos compostos hidrofóbicos do saco vitelino presentes na eclosão (Sklan, 2003).

Noy & Sklan (2000b) afirmaram que a utilização de níveis adequados de sódio, em dietas para frangos de corte, é essencial para os mecanismos de absorção de nutrientes pela mucosa intestinal, em especial glicose e aminoácidos, que tem como mecanismo de absorção, transportadores dependentes de sódio.

Moran Jr. (1988) administrando glicose via oral e via subcutânea afirmou que o glicogênio hepático e glicose no sangue foram maiores a partir da via subcutânea do que a partir de glicose por via oral, justificando isso pelo fato do sistema digestório da ave na primeira semana ainda encontrar-se imaturo.

Trabalhando com diversas fontes de carboidratos para frangos de corte Batal & Pearson (2004) verificaram que os animais que receberam dextrose (intermediário da glicose) como fonte de energia apresentaram desempenho superior quando comparado aos animais que receberam outras fontes de carboidratos. Esses autores afirmaram que a glicose foi bem utilizada por frangos de corte jovens.

Contudo, excesso de glicose em dietas de aves jovens deve ser evitado, pois pode provocar problemas intestinais. Moran Jr. (1988) afirmou que se a glicose for aplicada em concentrações excessivas pode levar a um processo de diarreia, comprometendo o desenvolvimento inicial da ave.

A regulação do metabolismo da glicose das aves é similar à dos mamíferos, mas tem diferenças quantitativas; enquanto que a concentração de glicose em uma vaca é de 40 a 80 mg/dL, uma galinha pode ter 130 a 270 mg/dL (Swenson & O'Reece, 1996).

## 4.2 Digestão e absorção dos carboidratos

A utilização dos carboidratos pelos animais é dependente de três fatores básicos: digestibilidade, absorção dos produtos finais da digestão e metabolismo dos produtos da absorção.

A digestão dos carboidratos em aves inicia-se propriamente no intestino delgado quando ocorre à ação de enzimas digestivas que transformam os polissacarídeos e dissacarídeos em moléculas passíveis de serem absorvidas, monossacarídeos.

Di e trissacarídeos, normalmente, não são absorvidos, principalmente, devido à presença de dissacaridases na bordadura em escova que promovem a degradação desses em monossacarídeos. Neste sentido, a absorção de dissacarídeos pode ser considerada como um possível indicador de injúria da mucosa intestinal. Os monossacarídeos são absorvidos por processo de transporte ativo dependente de sódio, como é o caso da glicose e da galactose, ou então por difusão facilitada, nos casos da frutose e pentose (Macari et al., 2008).

A absorção de monossacarídeos através do epitélio intestinal pode ser realizada por via paracelular, através das uniões intercelulares ou, principalmente, por via transcelular, através dos enterócitos. A absorção transcelular de monossacarídeos pode ocorrer por difusão simples ou por transporte ativo dependente da bomba Na/K com a interação do substrato com proteínas específicas da membrana do enterócito como ocorre com a glicose.

Existem duas classes de proteínas carreadoras de glicose: um sistema de transporte acoplado ao sódio (SGLT – Sodium Glucose Cotransporters) e outro facilitador do transporte de glicose (GLUT – Glucose Transporters). Ambos os tipos de transportadores pertencem a uma família de genes carreadores de soluto (SLC – Solute Carriers) (Machado et al., 2006).

Na membrana apical do enterócito ocorre um mecanismo de transporte ativo, capaz de acumular monossacarídeos dentro da célula contra o seu gradiente de concentração. Trata-se de um mecanismo de co-transporte pela proteína SGLT1 (gene SLC5A), no qual as proteínas realizam a captação do monossacarídeo para o meio intracelular contra seu gradiente de concentração, mas a favor de um gradiente eletroquímico de sódio por um mecanismo ativo, onde há transporte simultâneo de íons de sódio e moléculas de glicose (Wright et al., 2004), denominado de transporte Na<sup>+</sup>-dependente D-glicose (SGLT1) localizado na borda da escova da membrana e nos túbulos renais, sendo importante para a absorção e reabsorção de glicose, respectivamente.

Já na membrana basolateral o transporte de glicose para o interstício ocorre por difusão facilitada pela proteína transportadora GLUT2 (Bird et al., 1996; Ferraris, 2001).

Nos primeiros dias após a eclosão a absorção de monossacarídeos, assim como a densidade de transportadores SGLT1, na membrana apical dos enterócitos é aumentada (Vázquez et al., 1997; Barfull et al., 2002).

Após a refeição, os produtos decorrentes da digestão de carboidratos, sobretudo dissacarídeos, atingem a membrana apical do jejuno, 30 minutos após sua ingestão. Nessa altura, atingem concentrações fisiológicas à superfície da membrana apical entre os 50-300 mM de glicose.

De acordo com a hipótese do GLUT2 apical, alguns minutos após a glicose ser transportada pelo SGLT1, ocorre um rápido recrutamento e inserção de transportadores GLUT2, provenientes de vesículas intracelulares localizadas nas imediações da membrana, na membrana apical, e um aumento da atividade intrínseca (quantidade de substrato transportado por unidade de proteínas transportadoras) dos GLUT2 já

existentes na membrana (Miyamoto et al., 1993; Drozdowski & Thomson, 2006; Araujo et al., 2009).

Santer et al. (2003) afirmaram que não existe uma relação linear entre os níveis protéicos de SGLT1 membranar e a concentração de glicose luminal, ao passo que a atividade do GLUT2 e os seus níveis na membrana apical aumentam proporcionalmente a essa concentração.

O SGLT1 e o GLUT2 parecem ser modulados pela ingestão de carboidratos sendo ativado por dietas ricas em carboidratos simples. No jejum, O SGLT1 parece ser ativado, enquanto que o GLUT2 é diminuído nessa situação (Ferraris, 2001; Kellett, 2005).

Em suma, o GLUT2 e o SGLT1 atuam em conjunto no processo de absorção intestinal de glicose, regulando os níveis de glicose no enterócito e possivelmente no plasma (Araujo et al., 2009).

## **5.0 Sistemas de Energia para frangos de corte**

Existem várias formas de expressar a energia dos alimentos. Dentre elas, temos: a energia bruta, digestível, metabolizável e energia líquida. A energia bruta (EB) é representada por aquela que é produzida pela oxidação total da matéria orgânica dos alimentos e medida em bomba calorimétrica. A energia digestível representa a energia do alimento que é absorvida após o processo de digestão nos animais e é determinada pela diferença entre a EB do alimento consumido e a energia bruta das fezes.

A energia metabolizável é obtida pela diferença entre a EB do alimento consumido e a EB das excretas (fezes e urina) e dos gases oriundos da digestão (Hill & Anderson, 1958), tanto pode ser expressa como energia metabolizável aparente (EMA) ou energia metabolizável verdadeira (EMV). A EMV é obtida pela diferença entre a EB

do alimento consumido e a EB da excreta (fezes e urina), corrigida pelas perdas de energia fecal metabólica e urinária endógena. A energia líquida é obtida da EM menos a energia perdida como incremento calórico. Contudo, a EM é a forma mais utilizada para a formulação das dietas para aves.

Vários são os fatores que interferem na determinação dos valores energéticos para aves. Longo et al. (2005) afirmaram que a imaturidade do TGI na fase pré-inicial pode reduzir a capacidade de utilização dos nutrientes, o que parece acarretar decréscimo dos valores de energia metabolizável (EM) do alimento.

Wolynetz & Sibbald (1984) verificaram que a precisão nos valores de EM são afetados pelo consumo de alimento e pela retenção de nitrogênio e que o aumento do consumo proporciona menor variação nesses valores. Isso pode ser comprovado por Borges et al. (2004), que avaliaram a quantidade de alimento consumido 25 ou 50g, utilizando o método de alimentação forçada com galos sobre os valores de energia do trigo e alguns de seus subprodutos e, observaram que os valores de EMA e EMAN foram afetados em função dos níveis de ingestão.

Assim como a quantidade de alimento, os tipos de nutrientes presentes na dieta também parecem interferir de forma significativa sobre a determinação da EM, pois Mateos & Sell (1980) trabalhando com diferentes níveis de suplementação de gordura na dieta (0, 3, 6 e 9%) encontraram diferentes valores de EM para glicose, sendo 3440 kcal/kg quando a dieta continha nível zero de suplementação de gordura e 3793 kcal/kg para o nível de 9% de suplementação.

A EM dos alimentos também pode ser afetada pelo processamento pelos quais os alimentos são submetidos. Gonzalez-Esquerria e Leeson (2000) observaram que quando a ração foi peletizada os valores de EMAN foram maiores do que quando a ração foi triturada (4578 e 4277 kcal/kg, respectivamente).

Nascif et al. (2004) trabalhando com alguns tipos de óleos e gorduras observaram que houve diferença da EM em função do sexo, pois encontraram valores de EMA e EMAn maiores para pinto de corte machos em ralação as fêmeas, sendo os valores apresentados pelas fêmeas 98% daqueles encontrados para os machos, mostrando que o sexo interfere na determinação dos valores de EM.

Além do sexo, os valores da digestibilidade da energia também sofrem influência da idade da ave. A EM tende a aumentar com o avanço da idade, tendo em vista que aves mais velhas apresentam seu trato digestivo fisiologicamente maduro quando comparadas as aves jovens. Lima (1988) utilizando o método de coleta total e excretas encontrou maiores valores de EMA, EMAn, EMV e EMVn para galos do que para pintos.

Entretanto, Batal & Parsons (2002) encontraram maiores valores de EMAn de milho e farelo de soja para os animais mais jovens onde a EMAn no período de zero a dois dias foi maior do que de três a quatro dias de idade. Por outro lado, Longo et al. (2005) verificaram que o valor de EMAn da glicose para frangos de 1 a 7 dias de idade foi superior ao relatado pelo NRC (1994) que trabalhou com aves adultas.

A determinação dos valores de EM nas diferentes idades é importante, pois permite ajustar as formulações das rações considerando o real aproveitamento dos alimentos pelas aves nas respectivas idades. Albino et al. (1992) ao avaliarem o uso dos sistemas de EMAn, EMVn (pintos) e EMVn (galos) na formulação de rações para frangos de corte, observaram que os sistemas EMAn e EMVn com pintos foram os que melhor se ajustaram ao desempenho na fase inicial (1 a 28 dias de idade).

A sanidade animal também influencia na determinação da EMAn de frangos de corte, pois Persia et al. (2006) observaram que frangos acometidos pela coccidiose,

apresentaram redução no valor de EMAn quando comparados aos animais que não portadores da doença.

O balanço de nitrogênio também deve ser levado em consideração na determinação dos valores de EM, pois o animal durante o ensaio experimental pode reter ou perder nitrogênio, e isso poderá afetar os valores de energia excretada. Se o nitrogênio retido como tecido for catabolizado, contribuirá para as perdas de energia urinária endógena, portanto, variações na retenção de nitrogênio contribuirão para variações nos valores de EMA (Nery, 2005).

Sibbald et al. (1956) afirmaram que o nível ótimo de energia metabolizável pode variar de acordo com a qualidade e viabilidade da fonte de nitrogênio e com a espécie e estágio de crescimento do animal consumindo alimento, mostrando a importância da determinação da EM dos alimentos nas diferentes fases de desenvolvimento do animal.

O método utilizado também influencia na determinação dos valores de EM, pois Borges et al. (2003) ao avaliarem os valores de EMA do trigo e seus subprodutos determinados pelos métodos de coleta total de excreta e pelo método de alimentação forçada usando galos não cececotomizados, observaram que a EMA foi maior quando determinada pelo método tradicional de coleta total de excretas do que pelo método de alimentação forçada. Isso é atribuído ao baixo consumo de alimento que afeta as perdas endógena e metabólica no método de alimentação forçada.

Coelho (1983) afirma que os valores de EM dos alimentos podem ser influenciados pela deficiência de aminoácidos e vitaminas, níveis de cálcio e fósforo, nível de inclusão do ingrediente, entre outros fatores.

Ávila et al. (2006) avaliaram a influência da correção das quantidades de cloreto de colina e dos premixes vitamínicos e minerais nas rações-teste e encontraram maiores

valores de EMA e EMAn das rações corrigidas, quando comparadas aos valores determinados com rações teste sem correção.

## **6.0 Considerações finais**

Os primeiros 7 dias de idade dos frangos de corte representam cerca de 16% do seu tempo de vida total. Entretanto, nesta fase as aves não apresentam seu trato digestivo completamente maduro para digestão e absorção dos nutrientes. Por isso, ingredientes que sejam facilmente assimilados pelo trato gastrintestinal de frangos de corte de 1 a 7 dias de idade podem ser utilizados em suas dietas visando viabilizar o seu desempenho, evitando assim, qualquer prejuízo que possa ser refletido no desempenho final.

## Referências

- ALBINO, L.F.T.; ROSTAGNO, H.S.; TAFURI, M.L.; SILVA, M.A. Determinação dos valores de energia metabolizável aparente e verdadeira de alguns alimentos para aves, usando diferentes métodos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.21, p.1047-1058, 1992.
- ARAÚJO, J. R.; MARTEL, F. Regulação da Absorção Intestinal de Glicose Uma Breve Revisão. **Arquivos de Medicina**, v.23, p.35-43, 2009.
- ÁVILA, V.S.; PAULA, A.; BRUM, P.A.R., et al. Uso da metodologia de coleta total de excretas na determinação de energia metabolizável em rações para frangos de corte ajustadas ou não quanto aos níveis de vitaminas e minerais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, p. 1691-1695, 2006. (suplemento)
- BARFULL, A.; GARRIGA C.; TAULER A.; AND PLANAS J. M.. Regulation of SGLT1 expression in reponse to Na<sup>+</sup> intake. **American Journal of Physiology**, v.282, p.738-743, 2002.
- BATAL, A. B AND PARSONS, C. M. Effects of age on nutrient digestibility in chickens fed different diets, **Poultry Science**, v. 81, p. 400 – 407, 2002.
- BATAL, A. B AND PARSONS, C. M. Utilization of various carbohydrates sources as affected by age in the chick, **Poultry Science**, v. 83, p. 1140 – 1147, 2004.
- BERTECHINI, A.G. **Nutrição de Monogástricos**. UFLA. Lavras. 2006, 301p.
- BIRD , A. R.; CROOM JR, W. J.; FAN, Y. K.; BLACK , B. L.; MCBRIDE, B. W.; TAYLOR, I. L. Peptide regulation of intestinal glucose absorption. **Journal of Animal Science**, v.74, p.2523 – 2540, 1996.
- BOLELI IC, MAIORKA A, MACARI M. Estrutura funcional do trato digestório. In: Macari M, Furlan RL, Gonzales E, editores. **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. Jaboticabal: Funep; 2002. P. 75-96.
- BORGES, F.M.O.; ROSTAGNO, H.S.; SAAD, C.E.P., et al. Comparação de métodos de avaliação dos valores energéticos do grão de trigo e seus subprodutos para frangos de corte. **Arquivo Brasileiro de Medicina veterinária e Zootecnia**, v.55, p.710-721, 2003.
- BORGES, F.M.O.; ROSTAGNO, H.S.; SAAD, C.E.P. Efeito do consumo de alimento sobre os valores energéticos do grão de trigo e seus subprodutos para frangos de corte, obtidos pela metodologia da alimentação forçada. **Ciências e Agrotecnologia**, v.28, p.1392-1399, 2004.
- COELHO, M.G.R. **Valores energéticos e de triptofano metabolizável de alimentos para aves, utilizando duas metodologias**. 1983, 77f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

- DIBNER, J. J.; KNIGHT, C. D.; KITCHELL, M. L. et al. Early feeding and development of immune system in neonatal poultry. **The Journal of Applied Poultry Research**, v. 7, p.425-439, 1998.
- DROZDOWSKI, L. A.; THOMSON, A. B. **Intestinal sugar transport**. **World Journal of Gastroenterology**, v.12, p.1657-1670, 2006.
- DUARTE, C. R. A.; **Flexibilidade Fenotípica do Trato Digestório: Efeitos da Restrição Alimentar e Realimentação em Frangos**. Botucatu, 2009. 104p. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual Paulista, Instituto de biociências, Campus de Botucatu, São Paulo.
- EDWARDS, H.M, MARION J.E, DRIGGERS J.C. Response of deutectomized chicks to dietary fat supplementation. **Poultry Science**, v.41, p. 1050-1052, 1962.
- FERRARIS, R. P. Dietary and developmental regulation of intestinal sugar transport. **The Journal of Biochemistry**, v.360, p.265-76, 2001.
- FRANCIS, R & SCHLEIFFER, R. Intestinal adaptation to nutritional stress. Proceedings of the **Nutrition Society**, v. 55, p. 279-289, 1996
- GEYRA, A.; UNI, Z.; SKLAN, D. Enterocyte dynamics and mucosal development in the posthatch chick. **Poultry Science**, v.80, p.776-782, 2001.
- GONZALEZ, E; KONDO, N; SALDANHA E.S.P. B; LODDY, M. M.; CAREGHI, C; DECUYPERE, E. Performance and physiological parameters of broiler chickens subjected to fasting on neonatal period. **Poultry Science**, v. 82, p.1250-1256, 2003.
- GONZALEZ-ESQUERRA, R.; LEESON, S. Studies on the Metabolizable Energy Content of Ground Full-Fat Flaxseed Fed in Mash, Pallet and Crumbled Diets Assayed with Birds of Different Ages. **Poultry Science**, v. 79, p.1603 – 1607, 2000.
- HILL, F.W.; ANDERSON, D.L. Comparison of metabolizable energy and productive energy determinations with growing chicks. **Journal of Nutrition**, v.64, p.587-603, 1958.
- IJI, P.A.; Saki, A.; Tivey, D.R. Body and intestinal growth of broiler chicks on a commercial starter diet. 2. Development and characteristics of intestinal enzymes. **British Poultry Science**, v.42, p. 514-522, 2001.
- KELLETT G. L.; BROT-LAROCHE, E. Apical GLUT2 a major pathway of intestinal sugar absorption. **Diabetes**, v.54, p.3056-62, 2005.
- LIMA, I.L. **Composição química e valores energéticos de alguns alimentos determinados com pintos e galos, utilizando duas metodologias**, 1988. 67f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

- LONGO, F. A.; MENTEN, J. F. M.; PEDROSO, A. A., et al. Carboidratos na dieta pré-inicial de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, p.123-133, 2005.
- MACARI, M., FURLAN, R.L., GONZALES, E. **Fisiologia Aviária Aplicada a Frangos de Corte**. 3 ed. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, 2008. 375p.
- MACHADO U.F.; SCHAAN, B.D.; SERAPHIM P.M. Transportadores de Glicose na Síndrome Metabólica. **Arquivo Brasileiro de Endocrinologia Metabologia**, v.50, p. 177 – 189, 2006.
- MAIORKA, A.; SANTIN, E.; SILVA, A.V.F et al. Desenvolvimento do Trato Gastrointestinal de Embriões Oriundos de Matrizes Pesadas de 30 e 60 Semanas de Idade. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v.2, p.141-148, 2000.
- MAIORKA, A., BOLELI, I. C., MACARI, M. Desenvolvimento e reparo da mucosa intestinal. In: MACARI, M.; FURLAN, R.L.; GONZALES, E. (ed.). **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. 2 ed. Jaboticabal: Funep, 2002. p.113-123.
- MATEOS, G.G.; SELL, J.L. Influence of carbohydrate and supplemental fat source on the metabolizable energy of the diet. **Poultry Science**, v.59, p.2129-2135, 1980.
- MIYAMOTO, K; HASE, K; TAKAGI, T, et al. Differential responses of intestinal glucose transporter mRNA transcripts to levels of dietary sugars. **Biochemistry Journal**, v. 295, p.211-215, 1993.
- MORAN JR, E.T. Subcutaneous glucose is more advantageous in establishing the posthatch poult than oral administration. **Poultry Science**, v. 67, p. 493-501, 1988.
- NASCIF, C.C.C.; GOMES, P.C.; ALBINO, L.F.T. Determinação dos valores energéticos de alguns óleos e gorduras para pintos de corte machos e fêmeas aos 21 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, p.375 – 385, 2004.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of poultry**, 9, ed. Washington, National Academy of Sciences, 1994. 155p.
- NERY, L.R. **Valores de energia metabolizável e de aminoácidos digestíveis de alguns alimentos para aves**, 2005. 100p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- NITSAN, Z., DUNNINGTON, E. A., SIEGEL, P. B. Organ growth and digestive enzyme levels to fifteen days of age in lines of chickens differing in body weight. **Poultry Science**, v.70, p. 2040-2048, 1991.
- NITSAN, Z. The development of digestive tract in posthatched chicks. In: European symposium on Poultry Nutrition, 10. 1995, Antalya. **Anais...** Antalya: Europ. Poultry Science Assoc. p.21-28.
- NOY, Y AND SKLAN, D. Posthatch development in poultry. **Journal of Applied Poultry Research**, v.6, p.344-354, 1997.

- NOY, Y.; SKLAN, D. Metabolic responses to early nutrition. **Journal of Applied Poultry Research**, v.7, p.437-451, 1998.
- NOY, Y; SKLAN, D. Energy utilization in newly hatched chicks. **Poultry Science**, v.78, p.1750-1756, 1999.
- NOY, Y.; SKLAN, D. Decreasing weight loss in the hatchery by feeding chickens and poults in hatching trays. **Journal of Applied Poultry Research**, v.9, p.142-148, 2000a.
- NOY, Y; SKLAN, D. Hydrolysis and absorption in the small intestines of posthatch chicks. **Poultry Science**, v.79, p.1306–1310, 2000b.
- NOY, Y AND SKLAN, D. Yolk and exogenous feed utilization in the posthatch chick, **Poultry Science**, v.80, p.1490–1495, 2001.
- OVERTON, J. & SHOUP, J. Fine structure of cell surface specializations in the maturing duodenal mucose of the chick. **The Journal of Cell Biology**, v. 21, p.75-85, 1964.
- PERSIA, M. E.; YOUNG, E. L; UTTERBACK, P. L AND C. M. PARSONS. Effects of dietary ingredients and Eimeria acervulina infection on chick performance, MEN and amino acid digestibility. *Poultry. Science*, v. 85, p.48-55, 2006.
- ROMANOFF, A.L. AND A.J. ROMANOFF. 1949. **The avian egg**. New York: Wiley and sons.
- SANTER, R.; KINNER, M.; LASSEN, C.L. et al. Molecular analysis of the SGLT2 gene in patients with renal glucosuria. **Journal of the American Society Nephrology**, v.14, p. 2873–2882, 2003.
- SIBBALD, I. R.; BERG, B. T.; BOWLAND, J. P. Digetible energy in relations to food intake e nitrogen retention in the weanling rat. **The Journal of Nutrition**, v.59, p.385 – 392, 1956.
- SKLAN, D. Fat and carbohydrate use in posthatch chicks. **Poultry Science**, v.82, p.117–122, 2003.
- SKLAN, D.; NOY, Y. Hydrolysis and absorption in the small intestines of posthatch chicks, **Poultry Science**, v.79, p. 1306-1310, 2000.
- SOARES, K. R., BERTECHINI; A.G., FASSANI, E.J.; RODRIGUES, P.B.; FIALHO, E.T.; GERALDO, A.; BRITO, J.A.G.; Valores de energia metabolizável de alimentos para pintos de corte na fase pré-inicial. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 29, p. 238-244, 2005.
- SWENSON, M.J. & REECE, W.O.D, **Fisiologia dos animais domésticos**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1996.

- UNI, Z.; NOY, Y.; SKLAN, D. Posthatch development of small intestinal function in the poult. **Poultry Science**, v.78, p.215–222, 1999.
- UNI, Z., A. GEYRA, H. BEN-HUR, AND D. SKLAN. Small intestinal development in the young chick: crypt formation and enterocyte proliferation and migration. **British Poultry Science**, v.41, p.544–551, 2000.
- VÁZQUEZ, C.M.; ROVIRA, N.; RUIZGUTIERREZ, V., et al. Developmental changes in glucose transport, lipid composition, and fluidity of jejunal BBM. **American Journal of Physiology**, v.273, p.1086-1093, 1997.
- VIEIRA, S.L. Digestão e utilização de nutrientes após a eclosão de frangos de corte. In: **V Simpósio Brasil Sul de Avicultura**. p.26-41. Chapecó – SC. 2004.
- VIEIRA, S.L. Carboidratos: digestão e absorção. In: Macari, M.; Furlan. R.L.; Gonzales, E. (Ed.). **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. Jaboticabal: Funep/ Unesp, 2008. p.125-133. 375p.
- WALDROUP, P.W.; HILIARD, C.M.; CRIGG, J.E., et al. The effectiveness of drinking solutions give to young turkey poults in drinking water or by oral and parenteral dosage. **Poultry Science**, v. 53, p. 1056-1060, 1974.
- WOLYNETZ, M.N.; SIBBALD, I.R. Relationships between apparent and true metabolizable energy and the effects of a nitrogen correction. **Poultry Science**, v.63, p.1386 - 1399,1984.
- WRIGHT, E.M.; LOO, D.D.; HIRAYAMA, B.A.;TURK, E. Surprising versatility of  $Na^+$  - Glucose co-transporters: SCL5. **Physiology**, v.19, p.370-376, 2004.

## **Capítulo 2**

Efeito dos níveis de substituição sobre determinação dos valores energéticos da glicose de milho para frangos de corte de 1 a 7 dias de idade.

\*Capítulo elaborado de acordo com as normas da Revista Brasileira de Zootecnia

## **Efeito dos níveis de substituição sobre a determinação dos valores energéticos da glicose de milho para frangos de corte de 1 a 7 dias de idade**

**RESUMO** – O objetivo desta pesquisa foi determinar os valores de energia metabolizável aparente (EMA) e aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMAn) assim como o coeficiente de metabolizabilidade aparente da energia bruta (CMAEB) da glicose de milho para frangos de corte de 1 a 7 dias de idade utilizando 4 níveis de substituição da ração referência pelo ingrediente teste (glicose de milho). Para tanto, foi realizado um ensaio de metabolismo, utilizando 360 pintos de corte machos da linhagem Cobb500 de 1 a 7 dias de idade, alojados em gaiolas metabólicas em delineamento inteiramente casualizado com cinco tratamentos e seis repetições de 12 aves. Os tratamentos consistiram em uma ração referência e quatro rações testes com diferentes níveis de substituição da ração referência pela glicose de milho (5, 10, 15 e 20%). A glicose de milho utilizada foi produzida pela Corn Products do Brasil e continha em sua composição 81,39% de matéria seca e 3824 kcal/kg de energia bruta. Foi utilizado o método de coleta total de excretas. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e de regressão a 5% de probabilidade. A glicose de milho apresentou os maiores valores energéticos quando foi utilizado 20% de substituição da ração pela de glicose, sendo 3550 kcal/kg MS, 3648 kcal/kg MS e 95,38% para EMA, EMAn e CMAEB, respectivamente. Recomenda-se o nível de 20% de substituição da glicose para determinação dos seus valores energéticos para frangos de corte de 1 a 7 dias de idade.

**Palavras Chaves:** ave, carboidrato, energia, metabolizabilidade

## **Effect of levels on the determination of glucose energy values of corn for broilers from 1 to 7 days old**

**ABSTRACT** – The objective of this study was to determine the values of apparent metabolizable energy (AME) and apparent corrected by nitrogen balance (AME) and the coefficient of apparent metabolizable crude energy (CMAEB) of the corn glucose for broilers from 1 to 7 days of age using four levels of substitution of the reference diet by the ingredient tested. Was conducted a metabolism trial, using 360 male broiler chicks of the lineage Cobb500 1-7 days old, allocated in metabolic cages in a completely randomized design with five treatments and six replicates of 12 birds. The treatments consisted of a basal diet and four test diets with different levels of basal diet by replacing corn glucose (5, 10, 15 and 20%). Glucose corn used was produced by Corn Products Brazil and in its composition contained 81.39% dry matter and 3824 kcal / kg gross energy. Was used method of total excreta collection. The data were subjected to analysis of variance and regression at 5% probability. The corn glucose showed the highest energy when it was used 20% of the diet by replacing glucose, with 3550 kcal / kg DM, 3648 kcal / kg DM and 95.38% for AME, AME n and CMAEB respectively. Recommended the level of substitution of 20% glucose for the determination of their energy values for broilers 1 to 7 days.

**Key words:** chicken, carbohydrate, metabolism, metabolizable

## Introdução

Dietas para frangos de corte, independentemente da idade do animal, ainda têm sido elaboradas levando em consideração a energia metabolizável (EM) dos alimentos apresentados em tabelas de composição de alimentos, as quais foram determinadas com galos adultos ou frangos de corte na fase de crescimento (Soares, 2005).

A Utilização desta EM, determinada com aves de idade mais avançada, pode interferir no aproveitamento dos alimentos pelas aves mais jovens quando utilizada na formulação de sua dieta, pois as aves apresentam capacidade digestiva diferente de acordo com a idade.

Logo após o nascimento, a capacidade de digestão e absorção de nutrientes pelas aves ainda é limitada, se comparado com aves adultas (Maiorka et al., 2002). A imaturidade do TGI nos primeiros dias de vida dos frangos de corte pode reduzir a capacidade de utilização dos nutrientes, o que parece acarretar decréscimo dos valores de energia metabolizável (EM) do alimento. Longo et al. (2005)

A alimentação animal corresponde por aproximadamente 70% dos custos de produção. Sendo assim, a utilização de ingredientes que apresentem alta digestibilidade devem ser adicionados à dieta com o objetivo de melhorar o desempenho animal, principalmente, nos primeiros dias de vida, quando seu sistema gastrointestinal ainda está se adaptando a utilização de nutrientes extra-saco vitelino.

A glicose de milho é um alimento energético que tem sido aplicado a dietas de frangos na fase pré-inicial. Entretanto, a forma comercialmente mais difundida é a desidratada que tem apresentado resultados satisfatórios em campo. Todavia, também existe a glicose na forma hidratada, que além de servir como fonte de energia, atua também como aglutinante quando adicionado em rações peletizadas, tornando-se, desta forma, ainda mais atrativa para ser utilizada na alimentação de frangos de corte. Porém,

o conhecimento do seu real valor de EM para aves jovens ainda não está bem estabelecido.

Nesse contexto, o objetivo deste trabalho foi determinar a energia metabolizável aparente (EMA) e aparente corrigida para o balanço de nitrogênio (EMAn), assim como, o coeficiente de metabolizabilidade da energia bruta (CMAEB) da glicose de milho hidratada para frangos de corte na fase pré-inicial, utilizando diferentes níveis de substituição do ingrediente teste.

### **Material e métodos**

O ensaio de metabolismo foi conduzido no Laboratório de Digestibilidade de Não Ruminantes, do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco, utilizando-se o método tradicional de coleta total de excretas.

Foram utilizados 360 pintos de corte de um dia de idade, machos da linhagem Cobb 500, com peso médio 48g, distribuídos em delineamento inteiramente casualizado com cinco tratamentos e seis repetições, contendo 12 aves por unidade experimental, alojados em gaiolas metabólicas com dimensões (1,00 x 0,50 x 0,50m), equipadas com bandejas forradas com plástico para realização das coletas das excretas, com bebedouro tipo copinho e comedouro tipo calha e lâmpadas de 60 watts para aquecimento artificial no interior das gaiolas. O monitoramento das temperaturas máxima e mínima foi realizado diariamente através de termohigrômetro digital instalado no interior da sala e da gaiola. A água e a ração foram fornecidas à vontade, entretanto o consumo de ração registrado.

Os tratamentos consistiram de uma ração referência na forma farelada à base de milho e farelo de soja, formulada para atender às exigências nutricionais de frangos de corte de acordo com as recomendações de Rostagno et al. (2011) e quatro rações com

diferentes níveis de substituição da ração referência pela glicose de milho hidratada (5, 10, 15 e 20%). A composição centesimal da ração referência está apresentada na Tabela 1.

Tabela 1. Composição centesimal da dieta referência para frangos de corte de 1 a 7 dias de idade

Ingredientes	Quantidade (%)
Milho grão	54,72
Farelo de Soja	38,68
Óleo de soja	2,34
Fosfato Bicálcico	1,90
Calcário Calcítico	0,91
Sal Comum	0,51
DL-Metionina 99%	0,36
L-Lisina 78,8%	0,29
L-Treonina 98%	0,12
Suplemento Vitaminico <sup>1</sup>	0,12
Suplemento Mineral <sup>2</sup>	0,05
Composição calculada	
Energia metabolizável (kcal/kg)	2960
Proteína Bruta (%)	22,40
Fosforo Disponível (%)	0,47
Cálcio (%)	0,92
Sódio (%)	0,22
Gordura (%)	4,96
Aminoácidos digestíveis (%)	
Metionina	0,65
Metionina + Cistina	0,95
Lisina	1,32
Treonina	0,86
Triptofano	0,24

Em base da matéria natural. 1 - Concentração por kg do produto: Vitamina A 7.500.000UI, Vitamina D3 2.500.000UI, Vitamina E 18.000 UI, Vitamina K3 1.200mg, Tiamina 1.500mg, Riboflavina 5.500 mg, Piridoxina 2.000mg, Vitamina B12 12.500mcg, Niacina 35g, Pantotenato de Cálcio 10g, Biotina 67mg. 2 - Concentração por kg do produto: Ferro 60g, Cobre 13g, Manganês 120g, Zinco 100g, Iodo 2.500mg, Selênio 500mg.

A glicose de milho apresentou em sua composição 81,39% de matéria seca e 3824 kcal/kg de energia bruta em base da matéria seca. A glicose utilizada apresentava consistência semelhante ao mel, devido ao seu alto teor de umidade. Por isso, após a adição da glicose, as rações tiveram seu teor em umidade elevado, sendo necessária à permanência das mesmas por um período de 24h em estufa de circulação forçada à 55°C para que perdesse umidade. Após a secagem, as rações tiveram que ser moídas para promover melhor homogeneização do material, com exceção da ração referência, pois não continha glicose de milho.

A duração do período experimental foi de sete dias, sendo os três primeiros dias somente para a adaptação dos animais às dietas e instalações e os outros quatro dias subsequentes para realização da coleta de excretas. Utilizou-se como marcador o óxido férrico na proporção de 1% nas rações para identificar o início e o final da coleta.

As excretas coletadas foram acondicionadas em sacos plásticos identificados e foram armazenadas em freezer a -20°C. Ao final do experimento, as excretas foram descongeladas, homogeneizadas e pré-secas em estufa de ventilação forçada a 55°C durante 72 horas.

Posteriormente, as amostras foram moídas e encaminhadas ao Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da UFRPE. Das amostras dos ingredientes, dietas experimentais e excretas foram determinadas à matéria seca e nitrogênio de acordo com as metodologias descritas pela AOAC (2005) e energia bruta determinada em bomba calorimétrica (calorímetro modelo IKA 200).

Com base nos resultados obtidos, foi determinada a EMA e EMAn da glicose de milho para frangos de corte na de 1 a 7 dias de idade de acordo com equações propostas por Matterson et al., (1965). A partir dos valores de EMA e EMAn determinados para

as dietas experimentais, foi possível calcular os valores de EMA e EMAn do ingrediente-teste:

$$\text{EMA da (RT) ou (RR) (kcal/kg MS)} = \frac{\text{EB}_{\text{ing}} - \text{EB}_{\text{exc}}}{\text{MS ingerida}}$$

$$\text{EMA do alimento (kcal/kg MS)} = \text{EMA}_{\text{RR}} + \frac{(\text{EMA}_{\text{RT}} - \text{EMA}_{\text{RR}})}{\text{g alimento/g ração}}$$

$$\text{EMAn da RT ou RR (kcal/kg MS)} = \frac{\text{EB}_{\text{ing}} - (\text{EB}_{\text{exc}} \pm 8,22 * \text{BN})}{\text{MS ingerida}}$$

$$\text{EMAn do alimento (kcal/kg MS)} = \text{EMAn}_{\text{RR}} + \frac{(\text{EMAn}_{\text{RT}} - \text{EMAn}_{\text{RR}})}{\text{g alimento/g ração}}$$

Também foi calculado o coeficiente de metabolizabilidade aparente da matéria seca (CMAMS) e da energia bruta (CMAEB) a partir das seguintes fórmulas:

$$\text{CMAMS}_{(\text{ração})} = [ \text{MS}_{\text{ing}} - \text{MS}_{\text{exc}} ] / \text{MS}_{\text{ing}} * 100$$

$$\text{CMAEB}_{(\text{ração e alimento})} = [ \text{EMAn} / \text{EB} ] * 100$$

Onde: EB - Energia bruta; EB<sub>ing</sub> - Energia bruta ingerida; EB<sub>exc</sub> - Energia bruta excretada; BN - Balanço de nitrogênio = N<sub>ingerido</sub> - N<sub>excretado</sub>; RT - Ração teste e RR - Ração referência; MS<sub>ing</sub> = Matéria seca ingerida; MS<sub>exc</sub> = Matéria seca excretada; g alimento/g ração = nível de substituição da dieta basal pelo ingrediente teste.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias submetidas ao teste de Dunnett para comparar o tratamento controle com os demais. Também foi realizada a análise de regressão utilizando apenas os dados dos tratamentos que continham os níveis de substituição da glicose de milho. O teste de Dunnett e a análise de regressão foram realizados ao nível de 5% de probabilidade. Utilizou-se o pacote estatístico Assisat 6.2.

## **Resultados e discussão**

Na Tabela 2, são apresentados os valores de energia metabolizável aparente, aparente corrigida para o balanço de nitrogênio e os coeficientes de metabolizabilidade da matéria seca e energia bruta das rações.

Tabela 2. Médias dos valores de energia metabolizável aparente (EMA) e aparente corrigida para o balanço de nitrogênio (EMAn) e dos coeficientes de metabolizabilidade aparente da matéria seca (CMAMS) e energia bruta (CMAEB) das rações experimentais dos pintos de corte de 4 a 7 dias de idade

Variável	Nível de substituição (%)					Média	CV(%)	P	ER	R <sup>2</sup>
	0	5	10	15	20					
EMA (kcal/kg)	3548	3518	3521	3505	3548	3528	1,25	0,071	-	-
EMAn (kcal/kg)	3307	3304	3306	3314	3369	3320	1,11	0,019	L1	0,78
CMAMS (%)	73,92b	75,12 b	75,91 <sup>a</sup>	75,70a	76,98a	75,52	1,21	0,003	L2	0,79
CMAEB (%)	71,54b	73,08 <sup>a</sup>	73,47 <sup>a</sup>	73,67a	74,84a	73,32	1,18	0,002	L3	0,87

Em base da matéria seca. Médias seguidas de letras diferentes na mesma linha diferem significativamente pelo teste de Dunnett. (<0,05). CV- Coeficiente de variação; R<sup>2</sup> – Coeficiente de determinação; ER – Equação de regressão; L1 – Y= 3292+3,36x; L2 - Y= 74,59+ 0,106x; L3=72,39+0,109x; P – probabilidade; ns – não significativo (p>0,05)

Tabela 3. Médias dos valores da energia metabolizável aparente (EMA), aparente corrigida para o balanço de nitrogênio (EMAn) e coeficiente de metabolizabilidade aparente da energia bruta (CMAEB) da glicose de milho para frangos de corte de 4 a 7 dias de idade.

Variável	Nível de substituição (%)				Média	CV%	P	ER	R <sup>2</sup>
	5	10	15	20					
EMA (kcal/kg)	2635	3435	3306	3550	3231	6,32	0,012	Q1	0,83
EMAn (kcal/kg)	2989	3470	3433	3648	3385	5,83	0,000	L2	0,80
CMAEB (%)	78,15	90,72	89,75	95,38	88,5	5,82	0,000	L3	0,80

Em base da matéria seca. CV- Coeficiente de variação; r<sup>2</sup> – Coeficiente de determinação; ER – Equação de regressão; Q1 - Y = 1882 + 191,3x - 5,56x<sup>2</sup>; L1 - Y = 2900 +38,78x; L2 – Y = 75,82 + 1,014x; P – probabilidade

Os valores de EMA da ração não apresentaram diferenças significativas em função do nível de substituição da glicose de milho.

Houve efeito linear crescente dos níveis de substituição da glicose de milho sobre os valores de EMAn, evidenciando que a ração contendo 20% de substituição apresentou maior metabolizabilidade. Isto pode ser atribuído a maior quantidade de glicose de milho nesta ração, tendo em vista que este ingrediente apresenta elevada digestibilidade, maior que 95%, conforme a tabela 3. Por outro lado, não foi observado diferença significativa entre os valores de EMAn da ração referência comparados com os demais tratamentos avaliados.

O CMAMS das rações foi influenciado de forma linear crescente à medida que aumentaram os níveis de substituição de glicose de milho as rações. Pode-se observar ainda que as rações contendo níveis de substituição de 10, 15 e 20% de glicose de milho apresentaram melhores coeficientes quando comparadas à ração referência.

Houve efeito linear significativo dos tratamentos sobre o CMAEB das rações conforme os níveis de substituição das rações pela glicose de milho foram aumentando, podendo ser observado que todas as rações, independente do nível de substituição de glicose de milho, apresentaram maior metabolizabilidade da energia bruta que a ração referência.

Os valores de energia metabolizável aparente (EMA), aparente corrigida para o balanço de nitrogênio (EMAn) e coeficiente de metabolizabilidade aparente da energia bruta (CMAEB) da glicose de milho para frangos de corte na fase pré-inicial estão apresentados na Tabela 3.

A EMA da glicose foi afetada em função do nível de substituição da glicose de milho apresentando efeito quadrático ( $Y = 1882 + 191,3x - 5,56x^2$ ) sendo o menor valor

encontrado para o nível de 5,81% de substituição e o maior para o nível de 20% de substituição.

Houve efeito linear significativo para os valores de EMAn em função dos níveis de substituição da glicose de milho ( $Y = 2900 + 38,78x$ ). Foi observado maior valor de EMAn para o nível de 20% (3648 kcal/kg MS) mostrando que ao utilizar níveis muito baixos de substituição deste ingrediente para determinar seu valor energético em ensaios de metabolismo para frangos de corte de 1 a 7 dias de idade, pode ocorrer subestimação do seu valor. Este valor foi semelhante ao encontrado por Anderson et al. (1958) (3640 kcal/kg MS) e por Longo et al. (2005) (3674 kcal/kg MS) que também trabalharam com glicose para frangos de corte na fase juvem com 20% de substituição. Rostagno et al. (2011) e D'Agostini et al. (2004), encontraram valores de EMAn 3754 e 3196 kcal/kg MS para glicose, respectivamente. Contudo, estes valores foram determinados utilizando-se animais na fase de crescimento e glicose desidratada (pó).

Moran Jr. (1985) afirmou que a digestão e a absorção de carboidratos em aves não são fixas, mas são altamente adaptáveis de acordo com sua presença na dieta. Como o aumento linear da substituição implicou em maior metabolização da energia, pode-se inferir que a maior quantidade da glicose na dieta pode ter potencializado a sua absorção utilização pela ave.

Os valores de energia metabolizável da glicose para frangos de corte relatados na literatura apresentam divergências. Estas, podem estar relacionadas a diversos fatores, dentre os quais podemos destacar a quantidade de alimento ingerida, a característica físico-química do alimento, processamento sofrido pelo alimento, ingredientes presentes na dieta, espécie animal, sexo, idade, sanidade, clima, balanço de nitrogênio, além do próprio método utilizado para determinação (NRC, 1994; Albino, 1991; Borges et al., 1998).

Sibbald & Price (1975) verificaram a variação dos valores de EM determinados conforme o número de aves por repetição, o número de dias de coleta e a porcentagem de substituição do alimento na dieta-referência.

Borges et al. (2004), avaliaram o efeito da quantidade de alimento consumido (25 ou 50g) utilizando o método de alimentação forçada em galos, sobre os valores de energia do trigo e alguns de seus subprodutos e observaram que os valores de EMA e EMAn foram afetados em função dos níveis de ingestão. Isso pode justificar o maior valor de EMAn da glicose quando os animais receberam ração com 20% de glicose.

A interação entre os nutrientes presentes na dieta também parece interferir de forma significativa sobre a determinação da EM, pois um nutriente nunca é metabolizado sozinho porque há uma dinâmica entre os diferentes nutrientes presentes na dieta. Forbes et al. (1939) relatam que o gasto energético de utilização aparente, ou incremento de calor, ou o efeito dinâmico de um nutriente são muito afetados pela combinação de nutrientes que estão sendo metabolizados.

Esse sinergismo foi verificado por Mateos & Sell (1980) ao determinarem a EMAn da glicose utilizando diferentes níveis de suplementação de gordura na dieta (0, 3, 6 e 9%) encontraram diferentes valores de EMAn para glicose (3440 e 3793 kcal/kg para suplementação de 0 e 9%, respectivamente).

No presente a substituição da ração referência pela glicose levou a uma diluição dos teores de nutriente da dieta, inclusive da gordura que, conseqüentemente, promoveu um desbalanceamento da ração. Talvez essa diluição da gordura e a maior quantidade de glicose de milho na ração podem ter levado a potencialização do uso da glicose de milho como fonte de energia.

Quanto ao CMAEB, este apresentou efeito linear crescente em função do nível de substituição da glicose ( $Y = 75,82 + 1,014x$ ), sendo 95,38% o maior valor encontrado

quando a substituição foi de 20%, mostrando que o nível de substituição do ingrediente-teste para determinação dos valores energéticos dos alimentos é muito importante.

O CMAEB encontrado no presente trabalho foi intermediário ao relatado na literatura, sendo superior ao encontrado por D'Agostini et al. (2004) e Rostagno et al. (2011) encontraram 84,47% e 90,18%, respectivamente, e inferior ao valor encontrado por Anderson et al. (1958) e Forbes & Swift (1944) que avaliando a energia metabolizável da glicose para aves em crescimento encontraram digestibilidade de 97% e 97,6%, respectivamente.

Todavia, ainda se faz necessário o desenvolvimento de pesquisas que estudem melhor a utilização da glicose hidratada pelos frangos de corte para possibilitar sua inclusão na dieta de forma adequada, visando um melhor desempenho desses animais.

### **Conclusões**

Os valores energéticos da glicose de milho foram influenciados pelos níveis de substituição na ração, apresentando maiores valores de EMA (3550 kcal/kg MS) EMAn (3648 kcal/kg MS) e CMAEB (95,38%) quando se utilizou o nível de 20% de substituição, sendo este nível recomendado para este tipo de avaliação.

## Referências

- ALBINO, L. F. T. **Sistemas de avaliação nutricional de alimentos e suas aplicações na formulação de rações para frangos de corte.** 1991. 141f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- ANDERSON, D. L.; HILL, F. W. AND RENNER, R. Studies of metabolizable and production energy of glucose for the growing chick. **The Journal of Nutrition**, v. 65, p.561-574, 1958.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY - AOAC. **Official methods of analysis of the association analytical chemists.** 18.ed. Gaithersburg: Maryland, 2005.
- BORGES, F.M.O.; ROSTAGNO, H.S.; RODRIGUEZ, N.M. et al. Metodologia de alimentação forçada em aves – I – Efeito dos níveis de consumo de alimento na avaliação da energia metabolizável. In: REUNIAO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35°, 1998, Botucatu. **Anais...** Botucatu: FMVZ-UNESP, 1998, p.389-391.
- BORGES, F.M.O.; ROSTAGNO, H.S.; SAAD, C.E.P. Efeito do consumo de alimento sobre os valores energéticos do grão de trigo e seus subprodutos para frangos de corte, obtidos pela metodologia da alimentação forçada. **Ciências e Agrotecnologia**, v.28, p.1392-1399, 2004.
- D' AGOSTINI, P.; GOMES P. C.; ALBINO, L.F.T., et al. Valores de Composição Química e Energética de Alguns Alimentos para aves. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, p.128-234, 2004.
- FORBES, E.B.; BRATZLER, J.W.; THACKER, E.J. et al. Dynamic effects and net energy values of protein, carbohydrate and fat. **The Journal of Nutrition**, v.18, p.57, 1939.
- GONZALEZ-ESQUERRA, R.; LEESON, S. Studies on the Metabolizable Energy Content of Ground Full-Fat Flaxseed Fed in Mash, Pallet and Crumbled Diets Assayed with Birds of Different Ages. **Poultry Science**, v. 79, p.1603 – 1607, 2000.
- LONGO, F. A.; MENTEN, J. F. M.; PEDROSO, A. A., et al. Carboidratos na dieta pré-inicial de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, p.123-133, 2005.
- MAIORKA, A.; BOLELI, I. C.; MACARI, M. Desenvolvimento e reparo da mucosa intestinal. In: MACARI, M.; FURLAN, R.L.; GONZALES, E. (ed.). **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte.** 2 ed. Jaboticabal: Funep, 2002. p. 113-123. 2002.
- MATEOS, G.G.; SELL, J.L. Influence of carbohydrate and supplemental fat source on the metabolizable energy of the diet. **Poultry Science**, v.59, p.2129-2135, 1980.

- MATTERSON, L.D.; POTTER, L.M.; STUTZ, M.W. The metabolizable energy of feed ingredients for chickens. **Agricultural Experimental Station Research Report**, v.7, p.3-11, 1965.
- MORAN JR, R.T. Digestion and absorptions of carbohydrates in fowl and events through perinatal development. **Journal of Nutrition**, v. 115, p. 665-674, 1985.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requeriments of poultry**, 9, ed. Washington, National Academy is Sciences, 1994. 155p.
- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L.; et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais** - 3.ed.- Viçosa: UFV, Departamento de Zootecnia, 2011.
- SIBBALD, I.R.; PRICE, K. Variation in the metabolizable energy values of diets and dietary components feed to adult roosters. **Poultry Science**, v.55, p.448-456, 1975.
- SOARES, K. R.; BERTECHINI, A.G.; FASSANI, E.J., et al. Valores de energia metabolizável de alimentos para pintos de corte na fase pré-inicial. **Ciência e Agrotecnologia**, v.29, p. 238-244, 2005.

## **Capítulo 3**

Utilização da glicose de milho em rações para frangos de corte na fase pré-inicial

\*Capítulo elaborado de acordo com as normas da Revista Brasileira de Zootecnia

## **Utilização da glicose de milho em rações para frangos de corte na fase pré-inicial**

**RESUMO** - O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de diferentes níveis de inclusão da glicose de milho hidratada (GM) na dieta de frangos na fase pré-inicial sobre o desempenho, glicemia, morfologia intestinal, metabolizabilidade das rações e desenvolvimento dos órgãos até os sete dias de idade, composição corporal e deposição de nutrientes na carcaça até os oito dias de idade. Foram utilizados 300 pintos de corte machos, Cobb500, distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado, com cinco tratamentos e seis repetições de 10 aves cada. Os tratamentos consistiram de uma dieta referência à base de milho e farelo de soja e 4 dietas com os seguintes níveis de inclusão de GM: 2, 4, 6 e 8%. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias foram submetidas a teste de Dunnett a 5% de probabilidade e análise de regressão. Os níveis de inclusão de GM afetaram o consumo de ração (kg), ganho de peso (kg) e a conversão alimentar(g/g). Não houve diferença significativa sobre a glicemia, metabolizabilidade das rações e peso relativo dos órgãos, exceto para a moela que diminuiu com o aumento do nível de glicose. Não houve diferença significativa para a altura de vilosidade, profundidade de cripta e relação vilo:cripta para os segmentos de duodeno e jejuno aos sete dias de idade. Houve diferença significativa para o teor de cinza e para a deposição de matéria seca, proteína bruta e cinzas na carcaça aos oito dias de idade.

**PALAVRAS CHAVES:** ganho de peso, carcaça, morfometria, desenvolvimento, órgãos, metabolizabilidade.

## **Utilization of corn glucose in diets for newly hatched chicks**

**ABSTRACT** - The objective of this study was to evaluate the effect of different inclusion levels of corn glucose hydrated (CG) in the diet of chickens in the pre-starter on performance, blood glucose, intestinal morphology, metabolization of rations and organ development until the seven days old, body composition and deposition of nutrients the carcass until the eight days old. Were used 300 male broiler chicks, Cobb500 distributed in a completely randomized design with five treatments and six replicates of 10 birds each. The treatments consisted in a reference diet based on corn and soybean meal and four diets with the following inclusion levels of CG 2, 4, 6 and 8%. The data were submitted to ANOVA and means were subjected to Dunnett's test at 5% probability and regression analysis was used to determine the effect of inclusion level for both variables. The inclusion levels of GM affected feed intake (kg) weight gain (kg) and feed conversion (g / g). No significant differences on blood glucose, metabolizable rations, and organ weights, except for the gizzard decreased with the increase in glucose level. There was no significant difference in villus height, crypt depth and villous: crypt to the segments of duodenum and jejunum at seven days old. There was significant difference in the ash content and the deposition of dry matter, crude protein and ash the carcass at eight days old.

**PALAVRAS CHAVES:** carcass, development organs, metabolizable, morphometry, weight gain

## **Introdução**

Logo após a eclosão, os frangos de corte sofrem um estresse metabólico devido à mudança na composição do alimento disponível para sua nutrição, pois passam de um alimento extremamente lipídico e protéico proveniente do saco vitelínico para alimentos ricos em carboidratos. Essa mudança na composição do alimento pode dificultar a utilização dos nutrientes pelos animais na fase pré-inicial, tendo em vista que seu trato digestório ainda encontra-se imaturo.

Visando melhorar o aproveitamento dos nutrientes pelos animais jovens, diversas alternativas têm sido utilizadas, tais como: a adição de enzimas, melhoradores da flora intestinal, promotores de crescimento e a inclusão de ingredientes que sejam mais digestíveis para os animais na fase inicial.

Considerando que a primeira semana de vida do frango de corte corresponde por cerca de 16% do seu tempo de vida total, a alimentação durante essa fase, torna-se cada vez mais importante, sendo um dos fatores determinantes do desempenho produtivo.

A glicose de milho é um alimento energético proveniente da industrialização do milho e sua utilização na dieta animal, melhora a digestibilidade da ração pelas aves e, conseqüentemente, o seu desempenho. Longo (2003) trabalhando com diferentes fontes de carboidratos para frangos de corte na fase inicial encontrou uma superioridade de 11% no ganho de peso entre animais que receberam ração contendo glicose e ração testemunha.

A glicose, na forma desidratada, tem sido utilizada em rações iniciais de frangos de corte e que tem apresentado resultados satisfatórios em campo. Entretanto, também existe a glicose na forma hidratada, que além de fornecer energia e atua como aglutinante quando adicionado em rações que serão peletizadas, tornando, desta forma, ingrediente atrativo para ser utilizado na alimentação de frangos de corte.

Nesse contexto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a utilização de diferentes níveis de inclusão de glicose de milho na ração farelada sobre o desempenho, glicemia, morfologia intestinal, metabolizabilidade das rações e desenvolvimento dos órgãos até os sete dias de idade e composição corporal e deposição de nutrientes na carcaça até os oito dias de idade de frangos de corte.

### **Material e métodos**

A pesquisa foi desenvolvida no Laboratório de Digestibilidade de Não ruminantes do Departamento de Zootecnia da UFRPE. As aves foram alojadas em gaiolas metabólicas com dimensões (1,00 x 0,50 x 0,50m), cujo piso telado continha sob ele bandeja forrada com plástico para realização das coletas das excretas. Os animais foram aquecidos utilizando-se lâmpadas de 60 watts. A temperatura média dentro das gaiolas durante o período experimental foi de 32,3°C. As gaiolas eram equipadas com bebedouro tipo copinho e comedouro tipo calha.

Em cada extremidade da instalação foi instalado um termohigrômetro a 1,0 cm das aves para que fossem efetuadas leituras diárias (temperatura máxima, mínima e umidade relativa do ar) para ajudar no controle da temperatura interna da sala. A temperatura máxima, mínima e a umidade relativa durante o experimento foram 35,5°C, 29,1°C e 57,1%, respectivamente.

Foram utilizados 300 pintos de corte de um dia, machos da linhagem Cobb500 com peso médio inicial de 46g, distribuídos em delineamento inteiramente casualizado com cinco tratamentos, seis repetições com 10 animais por unidade experimental.

O período experimental foi de oito dias. Os parâmetros de desempenho, glicemia, histologia, energia metabolizável, crescimento dos órgãos foram avaliados aos sete dias

de idade. A composição corporal e a deposição de nutrientes na carcaça foram avaliadas no período de um a oito dias de idade.

Os tratamentos consistiram em uma ração referência e quatro rações com níveis crescentes de inclusão da glicose de milho hidratada (2, 4, 6 e 8%). As rações foram formuladas à base de milho e farelo de soja, sendo isoenergéticas (2960 kcal/kg EM) e isonutritivas para os principais nutrientes e atendendo às exigências nutricionais das aves de acordo com as tabelas de Rostagno et al. (2011). Utilizou-se o valor energético da glicose de milho determinado no experimento anterior para a formulação das rações experimentais (Tabela 1).

Para a análise de desempenho foram considerados três períodos (1 a 3, 4 a 7 e de 1 a 7 dias de idade). As variáveis avaliadas foram: peso vivo, ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar.

A variável de ganho de peso foi obtida pela diferença entre o peso médio final e o peso inicial das aves. O consumo de ração foi obtido através da diferença entre a ração ofertada e a sobra de ração. Para efeito de correção do consumo de ração, os dados obtidos foram corrigidos de acordo com a mortalidade dentro da unidade experimental. Para calcular a conversão alimentar fez-se a razão entre o consumo de ração e o ganho de peso (g/g).

Para avaliar a glicemia aos sete dias de idade foram selecionadas duas aves por parcela com o peso médio da parcela. A glicemia foi determinada individualmente, sem a formação de pool de sangue de diferentes animais. A alíquota de sangue foi obtida pela punção da veia braquial, após assepsia.

Tabela1. Composição centesimal das rações para frangos de corte contendo diferentes níveis de inclusão de glicose.

Ingrediente	Nível de Inclusão (%)				
	Referência	2	4	6	8
Milho	51,700	49,400	47,100	44,800	42,500
Farelo de Soja	39,070	39,344	39,617	39,891	40,164
Óleo de soja	2,780	2,886	2,993	3,099	3,205
Protenose	1,450	1,538	1,625	1,713	1,800
Glicose de milho	0,000	2,000	4,000	6,000	8,000
DL-metionina 99%	0,354	0,355	0,357	0,358	0,359
L-lisina 78%	0,296	0,292	0,287	0,283	0,278
L-treonina 98%	0,114	0,114	0,114	0,113	0,113
Calcário calcítico	0,910	0,909	0,907	0,906	0,904
Fosfato bicálcico	1,906	1,909	1,912	1,914	1,917
Sal comum	0,508	0,509	0,510	0,511	0,512
Suplemento vitamínico <sup>1</sup>	0,120	0,120	0,120	0,120	0,120
Suplemento mineral <sup>2</sup>	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
Inerte	0,740	0,574	0,408	0,241	0,075
<b>Total</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>
<b>Composição calculada</b>					
EM (kcal/kg)	2960	2960	2960	2960	2960
Proteína bruta (%)	22,40	22,40	22,40	22,40	22,40
Fósforo disponível (%)	0,470	0,470	0,470	0,470	0,470
Cálcio (%)	0,920	0,920	0,920	0,920	0,920
Sódio (%)	0,220	0,220	0,220	0,220	0,220
Cloro (%)	0,354	0,354	0,353	0,352	0,352
Potássio (%)	0,867	0,865	0,864	0,862	0,861
Gordura (%)	5,350	5,378	5,407	5,435	5,464
Fibra Bruta (%)	2,981	2,957	2,933	2,908	2,884
<b>Aminoácidos digestíveis (%)</b>					
Metionina	0,653	0,654	0,655	0,655	0,656
met+cist	0,953	0,953	0,953	0,953	0,953
Lisina	1,324	1,324	1,324	1,324	1,324
Treonina	0,861	0,861	0,861	0,861	0,861
Triptofano	0,253	0,253	0,254	0,255	0,255

Em base da matéria natural. 1 - Concentração por kg do produto: Vitamina A 7.500.000UI, Vitamina D3 2.500.000UI, Vitamina E 18.000 UI, Vitamina K3 1.200mg, Tiamina 1.500mg, Riboflavina 5.500 mg, Piridoxina 2.000mg, Vitamina B12 12.500mcg, Niacina 35g, Pantotenato de Cálcio 10g, Biotina 67mg. 2 - Concentração por kg do produto: Ferro 60g, Cobre 13g, Manganês 120g, Zinco 100g, Iodo 2.500mg, Selênio 500mg.

O monitor glicêmico utilizado foi o aparelho Accu-Check® Performa da empresa Roche®, com tiras reativas de teste Accu-Check® Performa.

Durante o período de um a sete dias foi realizada coleta total de excreta para determinar a energia metabolizável e os coeficientes de metabolizabilidade da matéria seca e da energia bruta das rações. Utilizou-se o método tradicional de coleta total de excretas. O óxido de ferro foi utilizado como marcador na proporção de 1% nas rações para identificar o início e o final das coletas.

As coletas foram divididas em dois períodos: do primeiro ao terceiro dia e do quarto ao sétimo dia de idade das aves. As excretas eram coletadas diariamente, acondicionadas em sacos plásticos devidamente identificados e congeladas em freezer (-20°C). Ao final do experimento, as excretas foram descongeladas, homogeneizadas e pré-secas em estufa de ventilação forçada a 55°C durante 72 horas.

Posteriormente, as amostras foram moídas em moinho tipo bola e encaminhadas ao Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da UFRPE para serem submetidas a análises. As amostras dos ingredientes, dietas experimentais e excretas foram analisadas quanto à composição em matéria seca, nitrogênio de acordo com as metodologias descritas em AOAC (2005) e a energia bruta foi determinada através de bomba calorimétrica (Calorímetro adiabático - modelo IKA 200).

Com base nos resultados obtidos, foram determinadas as energias metabolizável aparente (EMA) e aparente corrigida para o balanço de nitrogênio (EMAn) das rações para frangos de corte na fase pré-inicial, de acordo com equações propostas por Matterson et al. (1965):

$$\text{EMA da (RT) ou (RR) (kcal/kg MS)} = \frac{\text{EB}_{\text{ing}} - \text{EB}_{\text{exc}}}{\text{MS}_{\text{ing}}}$$

$$\text{EMAn da RT ou RR (kcal/kg MS)} = \frac{\text{EB}_{\text{ing}} - (\text{EB}_{\text{exc}} \pm 8,22 * \text{BN})}{\text{MS}_{\text{ing}}}$$

Também foi calculado o coeficiente de metabolizabilidade aparente da matéria seca (CMAMS) e da energia bruta (CMAEB) das rações a partir das seguintes formulas:

$$\text{CMAMS} = [ (\text{MS}_{\text{ing}} - \text{MS}_{\text{exc}}) / \text{MS}_{\text{ing}} ] * 100$$

$$\text{CMAEB} = [\text{EMAn} / \text{EB}] * 100$$

Onde: EB - Energia bruta,  $\text{EB}_{\text{ing}}$  - Energia bruta ingerida,  $\text{EB}_{\text{exc}}$  - Energia bruta excretada, BN - Balanço de nitrogênio =  $\text{N}_{\text{ingerido}} - \text{N}_{\text{excretado}}$ , RT - Ração teste e RR - Ração referência,  $\text{MS}_{\text{ing}}$  = Matéria seca ingerida;  $\text{MS}_{\text{exc}}$  = Matéria seca excretada

Também foi avaliado o crescimento dos órgãos. Para tanto, no primeiro dia do experimento, foram escolhidos aleatoriamente 10 animais ainda em jejum (pintinhos de um dia), e aos sete dias de idade foram selecionadas 2 aves por parcela com o peso médio da unidade experimental. Essas aves foram sacrificadas por deslocamento cervical e procedeu-se a pesagem dos órgãos do sistema digestório, tais como: proventrículo, moela, fígado, intestino, pâncreas e o comprimento do intestino completo (delgado e grosso) com o auxílio de uma fita métrica. Através da diferença entre o peso final e o inicial dos órgãos foi possível calcular o crescimento dos órgãos das aves até os sete dias de idade.

Para analisar a morfologia e histologia intestinal, foram selecionados dois animais por parcela aos sete dias de idade com peso médio compatível ao da unidade experimental. Os animais foram sacrificados por deslocamento cervical, sendo coletados cuidadosamente os segmentos intestinais do duodeno e do jejuno, os quais foram abertos longitudinalmente e cortados em fragmentos de aproximadamente 2,0cm de comprimento, lavados em água destilada, estendidos pela túnica serosa, fixados em solução fixadora (formol 10%) e armazenados em refrigerador.

Posteriormente, os tecidos foram desidratados em solução crescente de álcool, diafanizadas em xilol e incluídas em parafina formando blocos. Após emblocados, os tecidos foram cortados em micrótomo com 5 $\mu\text{m}$ . De cada animal foram confeccionadas

duas lâminas de cada segmento que posteriormente foram coradas com hematoxilina-eosina (Propeht et al., 1992).

Depois de confeccionadas, as lâminas foram fotografadas e analisadas em um analisador de imagem Motic Images Plus 2.0 do Departamento de Morfologia e Fisiologia Animal da UFRPE. Das Fotos foram mensuradas as alturas de vilosidades, profundidade de criptas e calculadas as relações vilo:cripta.

As medidas de altura de vilosidade e profundidade de cripta foram realizadas por um único avaliador. A altura de vilosidade foi medida a partir da base superior da cripta até o ápice da vilosidade e as criptas foram medidas entre as vilosidades, da base inferior até a base superior da cripta. Foram selecionados e medidos os comprimentos em linha reta de 15 vilosidades e 15 criptas bem orientadas de cada região intestinal, por animal, para obtenção de uma média.

Determinou-se a composição corporal e retenção de nutrientes na carcaça através do método de abate comparativo (Farrell et al., 1974). No primeiro dia do experimento, 10 animais ainda em jejum (pintinhos de um dia), escolhidos aleatoriamente, foram sacrificados por deslocamento cervical e acondicionados em sacos plásticos devidamente identificados e armazenados em freezer (-20°C). Aos oito dias de idade 2 aves por parcela com o peso médio da unidade experimental foram selecionadas, submetidas a jejum de 6 horas e posteriormente sacrificadas por deslocamento cervical. Essas aves também foram acondicionadas em sacos plásticos devidamente identificados e armazenadas em freezer (-20°C).

Posteriormente, essas aves foram encaminhadas ao Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da UFRPE para a determinação da composição química corporal. Depois de descongeladas as aves foram autoclavadas a 127°C com 1,5 atm de pressão durante 1 hora, liquidificadas e pré-secas em estufa a 55°C por 72

horas. Após pré-secas, as carcaças foram moídas em moinho de bola e encaminhadas ao laboratório para determinação da matéria seca, proteína bruta, extrato etéreo e cinzas. Segundo metodologia descrita em AOAC (2005) e a energia bruta foram determinadas através de bomba calorimétrica. A deposição de nutrientes foi calculada através da diferença entre a composição química final e inicial da carcaça.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias submetidas ao teste de Dunnett ao nível de 5% de probabilidade para comparar o tratamento controle com os demais tratamentos. Realizou-se análise de regressão também ao nível de 5% de probabilidade utilizando apenas os dados dos tratamentos que continham os níveis de inclusão da glicose de milho. Utilizou-se o pacote estatístico Assistat 6.2. Os dados histológicos tiveram que sofrer transformação logarítmica após aplicação do teste de Bartlett.

### **Resultados e discussão**

Os valores médios do desempenho dos frangos de corte, alimentados com rações, contendo níveis crescentes de glicose de milho estão apresentados na Tabela 2. Os níveis de inclusão de glicose de milho não influenciaram o peso vivo das aves aos três e sete dias de idade. Pode-se observar que as aves alimentadas com ração contendo 8% de glicose de milho apresentaram maiores pesos aos três e sete dias de idade em relação aquelas submetidas que consumiram ração referência.

Não houve efeito significativo dos níveis de inclusão de glicose de milho sobre o ganho de peso dos frangos. No entanto, foi constatado no período de um a três dias e de um a sete dias de idade melhora significativa para o ganho de peso das aves que receberam a ração com 8% de glicose de milho.

Tabela 2. Médias dos valores de peso vivo (PV), ganho de peso (GP), consumo de ração (CR) e conversão alimentar (CA) de frangos de corte alimentados com rações contendo glicose de milho.

Variável	Nível de inclusão (%)					Média	CV	P	ER	R <sup>2</sup>
	0	2	4	6	8					
1 a 3 dias										
PV aos 3 dias(g/ave)	77,59 b	80,62 b	80,00 b	80,29 b	84,03 a	80,51	3,49	0,0627	-	-
GP (g/ave)	31,95 b	34,84 b	34,49 b	34,88 b	37,75 a	34,78	6,74	0,1521	-	-
CR (g/ave)	25,87	25,10	26,04	25,89	26,73	25,93	6,42	0,0579	-	-
C A (g/g)	0,81b	0,72 a	0,76 a	0,74 a	0,71a	0,75	3,91	0,0038	Q1	0,97
4 a 7 dias										
PV aos 7 dias (g/ave)	176,68 b	181,55 b	179,25 b	181,35 b	183,57 a	180,48	2,35	0,2352	-	-
GP (g/ave)	99,10	100,93	99,83	101,05	100,00	100,18	3,16	>0,05	-	-
CR (g/ave)	108,25 b	108,57 b	106,77 b	104,39 b	103,33 a	106,26	2,78	<0,001	L1	0,98
C A (g/g)	1,09 b	1,08 b	1,07 b	1,03 a	1,03 a	1,06	2,4	0,0026	L2	0,86
1 a 7 dias										
GP (g/ave)	130,50 b	135,33 b	133,17 b	135,18 b	137,28 a	134,29	3,16	0,2500	-	-
CR (g/ave)	134,12	133,66	132,81	130,29	130,06	132,19	2,93	0,0545	-	-
C A (g/g)	1,03 b	0,99 a	1,00 a	0,96 a	0,95 a	0,98	1,58	<0,0010	L3	0,77

Médias seguidas de letras diferentes na mesma linha diferem significativamente pelo teste de Dunnett. (<0,05); CV- Coeficiente de variação; ER – Equação de regressão; R<sup>2</sup>- Coeficiente de determinação; Q1 = 0,65 + 0,04x -0,004x<sup>2</sup>; L1 = 110,28-0,90x; L2= 1,09 - 0,008x; L3: 1,01 - 0,0077x; P – probabilidade; ns - não significativo (p>0,05).

No período de um a três e de um a sete dias foram observadas superioridades de 18,1% e 5,2%, respectivamente, no ganho de peso dos frangos que receberam tratamento com maior inclusão de glicose em relação ao tratamento controle.

Navarro (2004) avaliou o efeito do desempenho de frangos de corte até sete dias de idade e observou que o ganho de 10 g de peso aos sete dias de idade resultou em mais de 50 a 70g das aves no peso aos 42 dias de idade.

Alimentando aves neonatas, Moran Jr.(1990), observou que uma dieta contendo 20% de glicose promoveu um aumento de ganho de peso e consumo de ração. Entretanto, Moran Jr (1988) afirmou que se a glicose for aplicada em concentrações excessivas pode levar a um processo de diarreia, o que pode comprometer o desenvolvimento inicial da ave.

Sendo a glicose um monossacarídeo, o animal gasta menos energia ao utilizar esse ingrediente como fonte de nutriente e por isso tem um melhor aproveitamento de nutrientes, convertendo-os de forma mais eficiente em massa corporal. Desta forma, a maior disponibilidade de nutrientes para animais jovens possibilita seu melhor desenvolvimento. As taxas de crescimento e eficiência alimentar em aves depende basicamente da disponibilidade de nutrientes e de oxigênio para os tecidos (Longo, 2003).

O crescimento inicial da ave pode ser afetado pela quantidade de saco vitelino residual e pela qualidade e quantidade de alimento e água, nível de enzimas pancreáticas e intestinais, área de superfície do trato gastrointestinal (TGI), transportadores de nutrientes, assim como pela digestibilidade dos nutrientes (Dibner et al., 1998).

Quanto mais cedo for o estímulo da alimentação animal, 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).

O consumo de ração das aves foi influenciado de forma linear ( $Y = 110,28 - 0,90x$ ) apenas no período de quatro a sete dias de idade. Foi observado que o tratamento contendo 8% de inclusão de glicose de milho apresentou consumo de ração cerca de 4% menor, diferindo do tratamento controle. Isto pode ser atribuído a maior concentração de glicose sanguínea após a alimentação o que pode ter levado a saciedade do animal mais rapidamente. Por outro lado, Longo (2005) trabalhando com diferentes fontes de carboidratos para aves de 1 a 7 dias de idade, observou que as aves recebendo glicose apresentaram maior consumo de ração em relação àquelas que receberam ração testemunha e ração contendo amido.

A conversão alimentar apresentou efeito quadrático ( $Y = 0,65 + 0,04x - 0,004x^2$ ) para o período de um a três dias de idade e linear para o período de quatro a sete e, de um a sete dias. Observa-se que nos períodos de um a três e de um a sete dias, todos animais que receberam tratamentos contendo glicose de milho, independente do nível de inclusão apresentaram conversão superior aos que receberam ração referência. Entretanto, para o período de quatro a sete apenas os animais que receberam tratamento com 6 e 8% de inclusão apresentaram melhores conversões em relação à ração referência. Esta melhora na conversão alimentar com a adição de glicose na dieta mostra que a glicose é aproveitada de forma eficiente por aves jovens.

Isso é comprovado por Batal & Parsons (2004) que alimentando pintos com dietas contendo dextrose-SBM (intermediário da glicose) observaram melhor taxa de ganho de peso e conversão alimentar até a terceira semana de vida desses animais. A glicose apresenta-se na forma prontamente absorvível, fazendo com que o animal minimize seu custo energético ao utilizar esse alimento como fonte de energia. Por isso, esses mesmos autores afirmaram que a glicose é bem utilizada por aves jovens.

Quanto à glicemia, não foi observada diferença significativa em função dos diferentes níveis de inclusão de glicose à ração (189, 184, 191, 184 e 201 mg/dl), sendo o maior valor para as aves que receberam 8% de inclusão de glicose.

Os níveis de glicose plasmática parecem não sofrer alterações, pois mesmo em pintos em jejum, as concentrações de glicose no plasma se mantêm constantes devido à gliconeogênese (Noy & Sklan, 2001).

Entretanto, Donaldson & Christensen (1991) verificaram que dietas com alto teor de carboidrato, fornecidas logo após o nascimento, promoveram um aumento na concentração de glicose no sangue e queda na atividade da glicose-6-fosfatase, o que indica redução da gliconeogênese.

Dentre os alimentos utilizados na alimentação dos animais o carboidrato é a principal fonte de energia e o produto final da sua digestão é a glicose, que é o monossacarídeo de maior importância na nutrição e no metabolismo das aves visto que é o açúcar da circulação sanguínea (Vieira, 2004).

A Tabela 3 apresenta a média dos valores de energia metabolizável e coeficientes de metabolizabilidade das rações de frangos de corte contendo diferentes níveis de inclusão de glicose de 1 a 3 e de 4 a 7 dias de idade.

Não houve diferença significativa para EMA, EMAn, CMAMS e CMAEB das rações no período de 1 a 3 e de 4 a 7 dias de idade. Porém, ao comparar os dados nas diferentes idades, pode-se observar que houve diferença entre esses parâmetros em função da idade do animal, mostrando que os animais de um a três dias de idade tiveram melhor aproveitamento da ração em relação aos animais de quatro a sete dias.

Tabela 3. Médias dos valores de energia metabolizável aparente (EMA), aparente corrigida para o balanço de nitrogênio (EMAn) e coeficiente de metabolizabilidade aparente da matéria seca (CMAMS) e da energia bruta (CMAEB) das rações contendo glicose de milho para frangos de corte de 1 a 7 dias de idade

Variável	Nível de inclusão (%)					Média	CV	P	ER	R <sup>2</sup>
	0	2	4	6	8					
1 a 3 dias de idade										
EMA (kcal/kg)	3351	3371	3359	3399	3351	3366	1,40	0,1337	-	-
EMAn (kcal/kg)	3155	3166	3154	3202	3148	3165	1,47	0,0739	-	-
CMAMS (%)	75,90	76,42	76,08	76,24	75,64	76,06	2,42	0,2003	-	-
CMAEB (%)	84,31	83,46	83,56	84,04	83,37	83,75	1,40	>0,05	-	-
4 a 7 dias de idade										
EMA (kcal/kg)	3156	3165	3174	3169	3218	3176	1,86	0,1687	-	-
EMAn kcal/kg)	2958	2957	2967	2972	3005	2972	1,85	0,1481	-	-
CMAMS (%)	71,27	71,57	72,01	71,25	72,73	71,77	1,86	>0,05	-	-
CMAEB (%)	79,05	79,01	79,28	79,42	80,31	79,42	1,76	0,1481	-	-

Em base da matéria natural. CV- Coeficiente de variação; ER – Equação de regressão; R<sup>2</sup>- Coeficiente de determinação; P – probabilidade; ns – não significativo (p>0,05)

As dietas foram formuladas para apresentarem 2960 kcal/kg de EMAn durante todo período experimental, contudo quando determinada in vivo apresentaram em média 3165kcal/kg de EMAn para o período de 1 a 3 dias de idade. Isso pode ter sido devido ao baixo consumo de alimento nos primeiros dias de vida das aves e a presença do saco vitelino na cavidade abdominal que podem ter levado a uma superestimação dos valores energéticos dos alimentos nesta fase.

A utilização de alimento pelo animal no período de um a três dias de idade é diferente do período de quatro a sete dias, pois até que ocorra o alojamento, a única fonte de alimento após o nascimento é proveniente do saco vitelino, porém apenas essa

reserva não é suficiente para suprir a exigência do animal durante os primeiros dias onde a taxa de crescimento é muito acelerada.

Batal & Parsons (2002) também encontraram maiores valores de EMAn de milho e farelo de soja para os animais mais jovens, onde a EMAn de zero a dois dias foi maior do que de três a quatro dias de idade, resultado semelhante ao relatado por Zelenka (1968) que encontrou maiores valores de EMAn para pintos de zero a dois dias de idade do que de três a seis, sugerindo que essa diferença pode ser devido à mudança na utilização do saco vitelino e ingestão de alimentos durante esse período, porém este mesmo autor afirma que as reais razões para este fato ainda são desconhecidas.

Entretanto, Noy & Sklan (1999) encontraram uma baixa absorção de glicose logo após a incubação (43%), porém essa absorção foi aumentada para 52%, 76%, e 90% aos um, dois e quatro dias de idade, respectivamente. Essa baixa absorção logo após a eclosão, foi atribuída à baixa concentração de sódio duodenal que pode não ser suficiente para o cotransporte dos nutrientes.

Poucos trabalhos relatam a influência do saco vitelino sobre a digestibilidade dos nutrientes, porém muitos trabalhos relatam a influência do alimento na utilização do saco vitelino, os quais mostram que o saco vitelino é melhor utilizado pelo animal quando o animal recebe alimento do que quando em jejum (Noy & Sklan, 2000).

Neste contexto, a determinação dos valores energéticos dos alimentos para pintos deve ser determinada após o terceiro dia de idade devido à interferência do saco vitelino sobre o aproveitamento do alimento, o que pode levar a superestimação dos valores em aves mais jovens.

A Tabela 4 mostra as médias dos valores encontrados para o comprimento dos intestinos e peso relativo dos órgãos do sistema digestório das aves aos sete dias de idade.

Tabela 4. Médias dos valores do comprimento do intestino (CI) e do peso relativo do intestino (PI), proventrículo (PP), moela (PM), fígado (PF) e pâncreas (PPC) de frangos de corte aos 7 dias de idade alimentados com rações contendo níveis de inclusão de glicose de milho

Variável	Nível de inclusão (%)					Média	CV	P	ER	R <sup>2</sup>
	0	2	4	6	8					
CI (cm)	100,00	99,42	98,54	99,50	98,08	99,11	4,75	>0,05	-	-
PI (%)	11,09 a	10,88 a	9,96 b	10,43 a	10,23 b	10,52	5,6	0,1855	-	-
PP (%)	1,16	1,15	1,09	1,19	1,04	1,13	14,5	>0,05	-	-
PM (%)	4,32	4,39	4,28	4,36	3,92	4,25	7,3	0,032	L1	0,61
PF (%)	4,41 a	4,11 a	4,10 a	3,83 b	4,16 a	4,12	7,1	>0,05	-	-
PPC (%)	0,44	0,45	0,43	0,48	0,43	0,45	20,66	>0,05	-	-

Médias seguidas de letras diferentes na mesma linha diferem significativamente pelo teste de Dunnett. (<0,05). CV- Coeficiente de variação; ER – Equação de regressão; R<sup>2</sup>- Coeficiente de determinação; L1= 4,55-0,65x; P – probabilidade; ns – não significativo (p>0,05)

Para o comprimento do intestino não houve efeito significativo em função dos diferentes níveis de inclusão da glicose na ração. O intestino apresentava comprimento inicial de 44,3cm no dia do nascimento, passando para a média de 99,1cm aos sete dias de idade, mostrando que ele aumentou em 2,2 vezes o seu tamanho inicial. Segundo Sorbara (2003) a medida do comprimento do intestino delgado aos sete dias corresponde à cerca de 2/3 do comprimento aos 42 dias de idade, mostrando a importância do desenvolvimento inicial deste órgão.

Não foi observada diferença significativa dos tratamentos sobre o peso do intestino. Entretanto, observou-se que os animais que receberam ração contendo 4 e 8% de glicose de milho apresentaram peso relativo inferior aos animais que receberam ração referência. No alojamento, o peso do intestino das aves apresentava peso relativo de 4,32% ao peso vivo (2,15g) e aumentou essa ralação aos sete dias de idade para 10,52% do peso vivo (19,2g), um aumento de aproximadamente 9 vezes ao seu peso inicial, enquanto que o peso corporal aumentou em torno de 4 vezes. Isso mostra que o

intestino cresce numa velocidade maior do que a da carcaça. Noy et al. (2001) observaram que o peso do intestino delgado pode aumentar em até cerca de 600% durante os sete primeiros dias de idade com o estímulo do fornecimento de alimento.

A ingestão de alimento, bem como as propriedades químicas dos nutrientes presentes no lúmen intestinal, são consideradas como estímulo ao desenvolvimento da mucosa intestinal (Maiorka, 2001).

Noy & Sklan (1999) observaram que o peso e o comprimento do intestino aumentaram no período de 48 horas mesmo nos animais que permaneceram em jejum, porém a uma taxa menor do que em animais alimentados. Isto ocorre porque o animal utiliza a proteína e a energia proveniente do saco vitelino para manutenção e crescimento dos tecidos corporais durante o período de jejum.

Não houve efeito significativo dos tratamentos sobre o peso relativo do proventrículo. Quanto à moela, houve efeito linear dos tratamentos sobre o desenvolvimento deste órgão, onde os animais que receberam ração do tratamento com 8% de inclusão de glicose apresentaram peso da moela inferior (3,9% do peso vivo) àqueles que receberam ração referência (4,32% do peso vivo). A moela é considerada o estômago mecânico das aves, desta forma, espera-se pequena variação em função do tamanho das partículas das dietas (Krabbe, 2000).

Contudo, as rações apresentavam a mesma homogeneidade na sua forma física. A glicose de milho nas rações pode ter promovido uma taxa de passagem mais rápida, devido à própria característica física do alimento, levando a uma baixa estimulação para ações mecânicas promovidas pela sua presença neste órgão. O baixo desenvolvimento da moela pode ser prejudicial nas idades mais avançadas, onde é necessário um trabalho mais ativo deste órgão na digestão dos alimentos.

Longo (2003) avaliando diferentes fontes de carboidrato às rações, não observou diferença significativa para o peso da moela em função dos diferentes tratamentos aos quatro e sete dias de idade.

O peso do fígado em relação ao peso vivo passou de 2,82% no alojamento, para 4,12% aos sete dias de idade. Não foi observada diferença significativa para o peso do fígado. Entretanto, ao comparar o tratamento referência com os demais, observou-se diferença apenas do tratamento 6%, que apresentou peso relativo inferior. O peso do fígado parece estar relacionado à função de deposição de glicogênio hepático que pode levar a uma hipertrofia hepática (Guyton, 1992).

Não foi observado efeito significativo dos tratamentos sobre o peso relativo do pâncreas.

A Tabela 5 mostra as médias dos valores da altura de vilosidade, profundidade de cripta, e relação vilo: cripta do duodeno e jejuno de pintos de corte, alimentados com rações contendo diferentes níveis de inclusão de glicose de milho.

Não foi observada diferença significativa para a altura de vilosidade, profundidade de cripta e relação vilo: cripta do duodeno em função dos diferentes tratamentos.

De acordo com Nir et al. (1994), quando fornecidas rações com homogeneidade nas partículas, estas se dissolvem no proventrículo e chegam ao intestino totalmente dissolvidas, o que anula o efeito da forma física das rações na estrutura do duodeno. Essa hipótese pode justificar os resultados obtidos nesta pesquisa.

Também não foi observada diferença significativa para a altura de vilosidade, profundidade de cripta e relação vilo:cripta do jejuno em função dos diferentes tratamentos.

Tabela 5. Médias dos valores de altura da vilosidade, profundidade de cripta e relação vilo:cripta do duodeno e jejuno de frangos de corte aos 7 dias de idade alimentados com rações contendo níveis de inclusão de glicose de milho

Variável	Nível de inclusão (%)					CV%	P	ER	R <sup>2</sup>
	0	2	4	6	8				
Duodeno									
Vilo (µm)	829,04	829,42	853,72	824,24	875,54	1,92	>0,05	-	-
Cripta (µm)	207,53	180,48	203,73	173,53	168,23	2,5	0,10	-	-
Relação VC	4,35	4,62	4,26	4,78	5,43	13,23	0,18	-	-
Jejuno									
Vilo (µm)	552,02	506,70	532,42	470,56	565,42	2,21	>0,05	-	-
Cripta (µm)	142,26	168,69	157,03	145,08	157,85	3,96	>0,05	-	-
Relação VC	3,99	3,02	3,51	3,29	3,69	14,43	0,10	-	-

CV- Coeficiente de variação; ER – Equação de regressão; R<sup>2</sup>- Coeficiente de determinação; P – probabilidade; ns – não significativo (p>0,05)

Segundo Geyra et al. (2001), o aumento do número e do tamanho das criptas têm dois efeitos: fornecer enterócitos para o aumento da superfície absorptiva com o crescimento das vilosidades e aumentar a taxa de renovação celular. Portanto, segundo aqueles autores, o aumento das vilosidades seria uma consequência do aumento das criptas, fato que não ocorreu no presente experimento.

A glicose não alterou a mucosa intestinal, desta forma podemos inferir que sua utilização não é prejudicial ao desenvolvimento dos enterócitos, que são as células responsáveis pelos processos de digestão e absorção de nutrientes (Macari, 2008).

A composição corporal e deposição de nutrientes na carcaça das aves aos oito dias de idade estão apresentadas na Tabela 6.

Tabela 6. Médias dos valores da composição centesimal e da deposição de nutrientes na carcaça de frangos de corte aos 8 dias de idade alimentados com ração contendo glicose de milho.

Variável	Composição inicial (1 dia de idade)	Nível de inclusão (%)					Média	CV	P	ER	R <sup>2</sup>
		0	2	4	6	8					
Composição Centesimal											
Umidade (%)	75,63	74,78	74,36	75,08	74,12	72,88	74,24	2,12	>0,05	-	-
Matéria seca (%)	24,37	25,22	25,64	24,92	25,88	27,12	25,76	6,10	0,0671	-	-
Proteína bruta (%)	14,72	13,76	14,04	13,52	14,00	14,64	13,99	6,04	0,1599	-	-
Extrato etéreo (%)	5,34	6,82	6,98	7,19	7,20	7,66	7,17	8,07	0,0648	-	-
Cinza (%)	1,64	2,00 b	2,09 b	1,97 b	2,06 b	2,33 a	2,09	6,50	0,0029	Q1	0,99
Energia Bruta (cal/g)	1437,80	1503	1518	1505	1554	1610	1538	6,48	0,0791	-	-
Deposição dos nutrientes na carcaça/ave											
Umidade (g)	37,2	103,52	115,32	115,75	110,02	114,68	111,86	8,76	>0,05	-	-
Matéria seca (g)	12,0	35,28b	40,57a	38,64b	39,44b	44,45a	39,68	8,21	0,0267	Q2	0,99
Proteína bruta (g)	7,20	18,56b	21,55a	20,23b	20,56b	23,23a	20,83	8,32	0,0170	Q3	0,99
Extrato etéreo (g)	2,60	10,15b	11,69b	11,98a	11,66b	13,34a	11,76	10,31	0,0676	-	-
Cinzas (g)	0,80	2,95b	3,48a	3,20b	3,29b	4,05a	3,39	8,50	0,0010	Q4	0,99
Energia bruta (kcal)	707,40	210,77b	240,43b	234,98b	238,08b	264,43a	237,74	8,68	0,0822	-	-

Em base da matéria natural. Médias seguidas de letras diferentes na mesma linha diferem significativamente pelo teste de Dunnett. (<0,05). MS – Matéria seca; PB – Proteína bruta; EE – Extrato etéreo; CZ – Cinza; EB – Energia bruta; CV- Coeficiente de variação; ER – Equação de regressão; R<sup>2</sup>- Coeficiente de determinação; Q1= 2,39 - 0,20x +0,02x<sup>2</sup> ; Q2 = 46,33 - 3,71x + 0,43x<sup>2</sup> ; Q3 = 25,02 - 2,22x + 0,25x<sup>2</sup> ; Q4 = 4,34 - 0,55x + 0,06x<sup>2</sup>; P – probabilidade; ns – não significativo (p>0,05).

Não foi observada diferença significativa dos tratamentos sobre os teores de MS, PB e EE na carcaça.

Apesar de não significativa, o teor (%) de extrato etéreo da carcaça apresentou uma superioridade de cerca de 11% para o tratamento 8% em relação ao tratamento referência, mostrando que a maior concentração de glicose na dieta proporcionou um maior acúmulo de gordura na carcaça.

Essa maior quantidade de gordura na carcaça, mesmo as dietas sendo isoenergéticas, pode ser devido ao fato das rações com maior quantidade de glicose suprirem a exigência energética de forma mais rápida e eficiente já que a glicose dispensa ação de enzimas endógenas para sua digestão e absorção. Levando em consideração que o animal tem uma capacidade limitada para armazenar energia em forma de glicogênio, todo o excesso de energia proveniente da ração é transformado e armazenado em forma de gordura.

Para o teor de cinza da carcaça houve efeito quadrático em função tratamentos, sendo o menor valor encontrado para o nível de 5% de inclusão ( $Y = 2,39 - 0,20x + 0,02x^2$ ). Observa-se que as aves alimentadas com o tratamento contendo 8% de inclusão de glicose de milho apresentaram 16% a mais de composição de cinzas da carcaça que as aves do tratamento referência.

Não foi observada diferença significativa dos tratamentos sobre a energia da carcaça (cal/g) e sobre a deposição de umidade na carcaça.

Para deposição de MS na carcaça observou-se efeito quadrático ( $Y = 46,33 - 3,71x + 0,43x^2$ ) em função dos tratamentos, sendo a menor deposição encontrada no nível de 4,31%. Os animais dos tratamentos alimentados com rações contendo 2 e 8% de glicose de milhos apresentaram, respectivamente, 15 e 26% a mais de deposição de matéria seca que os animais do tratamento referência. Isso mostra que a utilização da

glicose nas rações melhorou a deposição de matéria seca e, conseqüentemente, nutriente na carcaça.

Quanto à deposição de proteína na carcaça, essa também foi afetada pelos tratamentos apresentando efeito quadrático ( $Y = 25,02 - 2,22x + 0,25x^2$ ) onde a menor deposição de PB na carcaça foi encontrada no nível de 4,44% de inclusão. Observa-se que a deposição de proteína nos animais dos tratamentos contendo 2 e 8% de inclusão de glicose foram respectivamente, 16 e 25% maiores que nos animais do tratamento referência, mostrando que a glicose contribuiu para aumentar a deposição de proteína na carcaça.

Segundo Emmans (1987), além do crescimento da ave, a alimentação pode modificar as exigências energéticas e a eficiência do aproveitamento da energia pelos frangos de corte, principalmente a deposição de proteína e gordura.

Em relação à deposição de extrato etéreo não houve diferença significativa do tratamento. Contudo, os animais dos tratamentos 4 e 8% de glicose de milho apresentaram, respectivamente, 17 e 31% a mais de gordura do que o tratamento referência.

Segundo Jensen (2001), quando a energia é consumida além das necessidades para manutenção e crescimento de tecido muscular das aves, o excesso é depositado como gordura corporal.

A deposição de cinzas apresentou efeito quadrático em função dos tratamentos ( $Y = 4,34 - 0,55x + 0,06x^2$ ), sendo a menor deposição encontrada para o nível de 4,58% de inclusão. Os animais alimentados com ração dos tratamentos 2 e 8% de glicose de milho apresentaram deposição de cinzas superior aos animais do tratamento referência, sendo essa superioridade de 18 e 37%, respectivamente.

Não foi observado efeito significativo do tratamento sobre a deposição de energia na carcaça. Contudo, observa-se que a deposição de energética na carcaça dos animais do tratamento contendo 8% de inclusão de glicose de milho foi 25% superior aos animais recebendo ração referência, mostrando uma maior eficiência na deposição de energia quando se utiliza glicose na ração.

### **Conclusões**

O nível de 8% de glicose de milho proporcionou melhor desempenho e deposição de nutrientes na carcaça dos frangos de corte durante a primeira semana de idade.

A glicose de milho pode ser adicionada até o nível de 8% em rações de frangos de corte sem prejudicar a metabolizabilidade da ração, o desenvolvimento dos órgãos e o desenvolvimento morfofisiológico do intestino de frangos de corte até sete dias de idade.

## Referências

- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY - AOAC. **Official methods of analysis of the association analytical chemists**. 18.ed. Gaithersburg: Maryland, 2005.
- BATAL, A. B AND PARSONS, C. M. Effects of age on nutrient digestibility in chickens fed different diets, **Poultry Science**, v. 81, p. 400 – 407, 2002.
- BATAL, A. B AND PARSONS, C. M. Utilization of various carbohydrates sources as affected by age in the chick, **Poultry Science**, v. 83, p. 1140 – 1147, 2004.
- DIBNER, J. J.; KNIGHT, C. D.; KITCHELL, M. L, et al. Early feeding and development of immune system in neonatal poultry. **The Journal of Applied Poultry Research**, v.7, p.425-439, 1998.
- DONALDSON, W.E.; CHRISTENSEN, V.L. Dietary carbohydrate level and glucose metabolism in turkey poult. **Comparative Biochemistry and Physiology**, v.98, p.347-350, 1991.
- EMMANS, G.C. Growth, body composition and feed intake. **World's Poultry Science Journal**, v.43, p.208-227, 1987.
- FARRELL, D.J. General principles and assumptions of calorimetry. In: MORRIS, T.R.; FREEMAN, B.M. (Eds.) **Energy requirements of poultry**. Edinburgh: British Poultry Science, 1974. p.1-23.
- GEYRA, A.; UNI, Z.; SKLAN, D. Enterocyte dynamics and mucosal development in the posthatch chick. **Poultry Science**, v.80, p.776-782, 2001.
- GUYTON, A. C. **Tratado de fisiologia médica**. 8ed. Rio de janeiro: Guanabara Koogan, 1992. 864p.
- JENSEN, L.S. Influência da peletização nas necessidades nutricionais das aves. In: Encontro técnico sobre avicultura de corte da região de descavado, 5, 2001, Descalvado. **Anais...** Descalvado: Associação dos Criadores de Frangos da Região de Descalvado, 2001. p.6-46.
- KRABBE, E.L. **Efeito do peso ao nascer, de níveis e formas físicas de administração de sódio e do diâmetro geométrico médio das partículas sobre o desempenho de frangos de corte até 21 dias de idade**. 2000. 252f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- LONGO, F. A. **Avaliação de carboidrato e proteína e sua utilização na dieta pré-inicial de frangos de corte**. Piracicaba, 2003. 90f. Tese (doutorado) – Escola superior de agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, São Paulo-SP.

- LONGO, F. A.; MENTEN, J. F. M.; PEDROSO, A. A., et al. Carboidratos na dieta pré-inicial de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, p.123-133, 2005.
- MACARI, M., FURLAN, R.L., GONZALES, E. **Fisiologia Aviária Aplicada a Frangos de Corte**. 3 ed. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, 2008. 375p.
- MAIORKA, A. Adaptações digestivas pós-eclosão. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 2, 2001. **Anais...**, Santos: FACTA, 2001. p. 141-151.
- MATTERSON, L.D.; POTTER, L.M.; STUTZ, M.W. The metabolizable energy of feed ingredients for chickens. **Agricultural Experimental Station Research Report**, v.7, p.3-11, 1965.
- MORAN JR, E.T. Subcutaneous glucose is more advantageous in establishing the posthatch poult than oral administration. **Poultry Science**, v. 67, p. 493-501, 1988.
- MORAN JR, E.T. Effects of egg weight, glucose administration at hatch, and delayed access to feed and water on poult at 2 weeks of age. **Poultry Science**, v. 69, p. 1718 – 1723, 1990.
- NAVARRO, M.P. Puntos críticos de incubación y primera semana de vida en pollos de engorde. **Avicultura Profesional**, v.22, p.12-13, 2004.
- NIR, I.; TWINA, Y.; GROSSMAN, E. et al. Quantitative effects of pelleting on performance, gastrointestinal tract and behavior of meat-type chickens. **British Poultry Science**, v.35, p.589-602, 1994.
- NOY, Y; SKLAN, D. Energy utilization in newly hatched chicks. **Poultry Science**, v.78: 1750-1756, 1999.
- NOY, Y.; SKLAN, D. Decreasing weight loss in the hatchery by feeding chickens and poults in hatching trays. **Journal of Applied Poultry Research**, v.9, p.142-148, 2000.
- NOY, Y AND SKLAN, D. Yolk and exogenous feed utilization in the posthatch chick, **Poultry Science**, v.80, p.1490–1495, 2001.
- PROPHET E.B.; MILLS B.; ARRINGTON J.B. & SOBIN L.H. **Laboratory Methods in Histotechnology**. Armed Forces Institute of Pathology, American Registry of Pathology, Washington, DC. 1992, 279p.
- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L.; et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais** - 3.ed.- Viçosa: UFV, Departamento de Zootecnia, 2011.
- SKLAN, D.; NOY, Y. Hydrolysis and absorption in the small intestines of posthatch chicks, **Poultry Science**, v.79, p. 1306-1310, 2000.

SORBARA, J.O.B. **Efeito de diferentes carboidratos na ração de frangos de corte sobre o desempenho e a alometria dos órgãos.** Piracicaba, 2003. 60f. Dissertação (mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, São Paulo.

VIEIRA, S.L. Digestão e utilização de nutrientes após a eclosão de frangos de corte. In : **V Simpósio Brasil Sul de Avicultura.** p.26-41. Chapecó – SC. 2004.

ZELANKA, J., Influence of the age of chickens on the metabolizable energy values of poultry diets. **British Poultry Science**, v. 9, p. 135 – 142, 1968.