**EFEITO DE SUPLEMENTONUTRITIVO ORAL EM PINTAINHOS SUBMETIDOS À OSCILAÇÃO TÉRMICA SOBRE O DESEMPENHO E A MORFOMETRIA INTESTINAL**

**Suplementação nutritiva pós-eclosão**

**RESUMO.** O objetivo do trabalho foi avaliar a eficácia de uma formulação nutricional a base de aminoácidos e vitaminas suplementada na água de bebida de pintainhos na primeira semana de vida submetidos à oscilação térmica sobre o desempenho produtivo, desenvolvimento de órgãos e morfometria intestinal de 1 a 21 dias. Foram utilizados 640 pintos de corte machos, distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 2x2 (com suplementação nutritiva oral ou não e em temperatura de conforto ou oscilação térmica). As aves submetidas à oscilação térmica apresentaram pior desempenho (p<0,05) em relação às aves do grupo conforto térmicode 1 a 7, 1 a 14 e 1 a 21 dias. A suplementação nutritiva não alterou o desempenho (p<0,05) das aves, mas resultou em maior peso dos órgãos (p<0,05) independente da condição térmica ambiental. Aos 7 dias, as aves em conforto térmico apresentaram parâmetros morfométricos intestinais melhores (p<0,05), em relação às aves submetidas à oscilação térmica. Em conclusão, as oscilações de temperatura ocasionaram consequências negativas ao desempenho produtivo e à morfologia intestinal das aves na qual a suplementação nutritiva não foi suficiente para amenizar os efeitos do desafio ambiental na primeira semana de vida das aves.

Palavras – chave: temperatura ambiente, pós-eclosão, frangos de corte, ganho de peso, mucosa intestinal

**INTRODUÇÃO**

O período logo após a eclosão é crucial para o desenvolvimento de pintainhos devido principalmente aos eventos morfofisiológicos do trato gastrointestinal (Boleli, Maiorka e Macari, 2008; Roto, Kwon e Ricke, 2016).

Uma das importantes adaptações para a maturação intestinal do pintainho é a fonte de nutrientes, que durante o período embrionário era constituída principalmente de proteína e lipídios da gema e que passa exógena e composta basicamente por carboidratos. A ingestão de alimentos exógenos é acompanhada por um rápido desenvolvimento do trato gastrointestinal e órgãos associados para garantir a máxima taxa de assimilação dos nutrientes ingeridos (Karasov e Douglas, 2013; Roto et al., 2016).

O trato gastrointestinal, mais especificamente a mucosa intestino é o principal local para múltiplos processos, tais como, a digestão, metabolismo dos nutrientes, absorção de nutrientes, reconhecimento imunológico e desenvolvimento de tolerância imunológica (Sommer e Backhed, 2013).

O elemento funcional do intestino delgado é a mucosa, que pode ser caracterizada como uma camada permeável a nutrientes (Oliveira, Marques, Gravena, e Moraes, 2008), composta por componentes físicos, químicos e microbiológicos e que atua como uma barreira seletiva entre os tecidos da ave e seu ambiente luminal (Yegani e Korver, 2008).

O desenvolvimento da mucosa intestinal ocorre por processos citológicos onde células totepotentes em constante renovação e proliferações se diferenciam e migram da cripta e de outras regiões ao longo do vilo e são extrusadas no ápice dos vilos, propiciando o aumento do volume de vilosidades, a profundidade das criptas e da atividade enzimática da mucosa (Uni, Ganot e Sklan, 1998).

De acordo com Noy e Sklan (1997), o aporte adequado de nutrientes nos primeiros dias de vida do pintainho está diretamente relacionado com a maturação funcional do intestino, que envolvem mudanças morfológicas e fisiológicas e proporcionam aumento na área de superfície de digestão e de absorção (Sklan, 2001; Tarachai e Yamauchi, 2000).

Além disso, durante os primeiros 10 dias da vida dos frangos de corte, a competência do intestino para utilização de nutrientes aumenta progressivamente. A absorção do conteúdo do saco vitelino aumenta o desenvolvimento da altura das vilosidades e a maturidade dos enterócitos (Geyra, Uni, e sklan, 2001), o que favorece ainda mais as características de desempenho, uma vez que o crescimento do frango depende da disponibilidade de nutrientes de órgãos de oferta como intestino delgado, pâncreas, fígado, coração e pulmões, para vias chaves como os tecidos de demanda, músculos e tecido adiposo.

O desenvolvimento do sistema imunológico tem início durante a fase embrionária e continua no período pós-eclosão. Durante a primeira semana de vida, há um rápido aumento nos leucócitos, juntamente com um aumento no tamanho dos órgãos linfóides (Panda, Raju, Rao, Sunder e Reddy, 2010). Entretanto, o aumento no número destas células e no tamanho dos órgãos linfóides é necessário para o desenvolvimento da imunidade adquirida. O saco vitelino é importante porque transfere imunidade passiva a partir da gema para o pintainho recém eclodido sob a forma de imunoglobulinas, entretanto, deve ter à disposição fontes adequadas de nutrientes exógenos.

O fornecimento de dietas pré-iniciais termicamente processadas e adequadas na composição nutricional é fundamental. Entretanto, suplementos nutricionais de aminoácidos com relevante participação na regulação da expressão de genes, sinalização celular, respostas antioxidantes, neurotransmissão, e imunidade podem contribuir diretamente com esses processos. Além disso, aminoácidos como glutamato, glutamina e aspartato são importantes combustíveis metabólicos para o intestino delgado manter a função digestiva e para manutenção da integridade da mucosa intestinal (Wu, 2014).

Outro fator relevente para o desenvolvimento intestinal e de órgãos, é a manutenção da temperatura ambiental principalmente na primeira semana de vida do pintainho. As aves não contam com mecanismos responsivos para regular a temperatura corporal (Boleli et al., 2008).

No período pós-eclosão, os pintainhos agem como animais poiquilotérmicos e tornam-se completamente homeotérmicos, em cerca de 10 dias de idade (Willemsen et al., 2010). Quando são submetidos à temperatura abaixo da zona de conforto térmico, os pintainhos destinam parte da energia ingerida para gerar calor e com isso eles mantêm a temperatura corporal, entretanto, com reflexos negativos sobre os índices produtivos (Yardimci, Sengor, Sahin, Bayram e Cetingiil, 2006), principalmente sobre a conversão alimentar. Assim, o gasto metabólico para fornecer energia extra para a manutenção da temperatura corporal é determinante nos custos de produção do frango de corte, visto o curto tempo de vida.

Segundo Van Den Brand, Molenaar, Van Der Star, Meijerhof (2010), o melhor desenvolvimento intestinal pode otimizar a utilização dos nutrientes e o metabolismo que pode contribuir com o aumento da produção de calor e da temperatura ambiental. Entretanto, a relação entre a suplementação nutritiva no período pós-eclosão e as alterações morfológicas e intestinais de pintos submetidos às variações de temperatura ambiental e as consequências sobre o desempenho produtivo na fase inicial de vida dos pintainhos de corte é pouco conhecida.

O objetivo do trabalho foi avaliar a eficácia de uma formulação nutricional a base de aminoácidos e vitaminas suplementada na água de bebida de pintainhos na primeira semana de vida, submetidos à oscilação térmica sobre o desempenho produtivo, desenvolvimento de órgãos e morfometria intestinal de 1 a 21 dias.

**MATERIAL E MÉTODOS**

O experimento foi conduzido no Aviário Experimental da Universidade Federal do Paraná, Setor Palotina. Todos os procedimentos de criação dos animais e de coleta de material biológico foram aprovados pelo Comitê de Conduta Ética no Uso de Animais em Experimentação, sob o protocolo número24/2016.

Foram utilizados 640 pintos de corte machos, da linhagem Cobb 500, provenientes de matrizes de 40 semanas de idade, distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 2x2 (com suplementação nutritiva oral ou não e em temperatura de conforto ou oscilação térmica) totalizando 4 tratamentos com 16 repetições de 10 aves cada.

No tratamento com suplementação nutritiva oral foi utilizada uma formulação comercial a base de aminoácidos e vitaminas (Promotor L®, Hertape Calier Saude Animal, S.A.), sendo adicionada 1ml/litro-1 de água de bebida, conforme recomendação do fabricante. Na tabela 01 é descrita a composição e os níveis nutricionais do produto.

Tabela 01. Composição e níveis de garantia por litro do produto (Promotor L®, Hertape Calier Saude Animal, S.A.)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Aminoácido | Concentração | Vitamina | Concentração |
| Acido glutâmicoAcido pantotênico Ácido aspárticoAlaninaArgininaBiotinaCistinaFenilalaninaGlicinaHistidinaInositolIsoleucinaLeucinaLisinaMetioninaNicotinamidaProlinaSerinaTirosinaTreoninaTriptofanoValina | 21,5g7,5g9,5g11,5g6,1g1,0mg2,1g5,5g9,6g4,7g2,5g6,0g12,5g9,5g2,2g16,25g9,5g7,0g5,3g5,0g2,0g6,2g | Vitamina B1Vitamina B12Vitamina B6Vitamina K3 | 1,75g1.250,00µg1,125g0,5g |

As aves tiveram acesso *ad libidum* à água de bebida e ração durante todo o período experimental. A oscilação de temperatura do ambiente foi obtida mantendo-se as aves, durante a primeira semana de vida, em conforto térmico durante o dia (31-32 ˚C) e sob estresse por frio durante a noite (24-25 °C). A qualidade do ar foi mantida por ventilação mínima. As aves receberam ração a base de milho e soja conforme recomendações nutricionais de Rostagno et al. (2011).

O desempenho produtivo (peso vivo, consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar) dos animais foi avaliado aos 7, 14 e 21 dias de idade através da pesagem das aves e das sobras de ração. A mortalidade foi observada e registrada diariamente, para a realização das correções no consumo de ração e conversão alimentar, segundo Sakomura e Rostagno (2007).

Aos 7 e 21 dias de idade, 16 aves de cada tratamento foram previamente pesadas e submetidas a eutanásia pelo método de deslocamento cervical, previsto na Normativa 1000 do CFMV (Conselho Federal de Medicina Veterinária). Aos 7 dias de idade, o peso do peito, resíduo da gema, fígado, pâncreas, moela + proventrículo e intestino delgado foi obtido imediatamente após a dissecação e remoção dos tecidos exógenos para cálculo do peso relativo pela fórmula: peso relativo = (peso órgão/peso vivo) x 100.

Aos 7 e 21 dias de idade foram coletados fragmentos de aproximadamente 5 cm do jejuno (na região do divertículo de Meckel), os quais foram presos abertos longitudinalmente em placas de isopor, e lavados com soro fisiológico. As amostras foram fixadas em solução de formol tamponado e após enrijecimento, foram emblocadas em parafina. Cada fragmento foi submetido a cortes semi-seriados de 5 μm de espessura e corados por hematoxilina-eosina.

Para o estudo morfométrico, as imagens foram capturadas por meio da microscopia de luz (Olympus BX 50), utilizando-se o sistema analisador de imagens computadorizado (Image Pro-Plus - Versão 5.2 – Média Cibernética). Foram mensurados o comprimento e largura de 20 vilos e a profundidade e largura de 20 criptas de cada lâmina. Esta medidas morfométricas foram utilizadas para o cálculo da área da superfície de absorção da mucosa intestinal, através da fórmula proposta por Kisielinski et al (2002):

Área de absorção: ((LV x AV)+(LV/2 + LC/2)2 - (LV/2)2)

((LV/2 + LC/2)2)

Onde: LV -largura de vilo; AV - altura de vilo; LC - largura de cripta.

A análise dos dados foi realizada pela análise de variância (ANOVA) do procedimento General Lineal Model (GLM) com auxílio do programa estatístico SAS (2002, SAS Institute Inc., Cary, NC).

**RESULTADOS E DISCUSSÃO**

No período de 1 a 7 dias de idade, as aves submetidas ao conforto térmico apresentaram maior peso vivo e maior ganho de peso (p<0,05) em relação às aves submetidas à oscilação térmica. Não houve diferença significativa (p>0,05) dos tratamentos para o consumo de ração e conversão alimentar (Tabela 2).

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Peso vivo, g | Ganho de peso, g | Consumo de ração, g | Conversão Alimentar |
|  | 1 – 7 dias |
| Suplementação |  |  |  |  |
| Suplementado | 158,91 | 111,90 | 157,43 | 1,413 |
| Controle | 157,33 | 110,70 | 143,94 | 1,298 |
| Temperatura |  |  |  |  |
| Conforto térmico | 160,26a | 114,85a | 156,96 | 1,367 |
| Oscilação térmica | 155,88b | 107,75b | 144,82 | 1,346 |
| CV, % | 4,45 | 6,89 | 19,18 | 19,14 |
| Suplementação (S) | 0,3999 | 0,5356 | 0,0707 | 0,0846 |
| Temperatura (T) | 0,0171 | 0,0005 | 0,1109 | 0,7751 |
| S x T | 0,9362 | 0,7054 | 0,3210 | 0,4601 |
|  | 1 – 14 dias |
| Suplementação |  |  |  |  |
| Suplementado | 412,00 | 371,09 | 567,72 | 1,545 |
| Controle | 410,79 | 366,69 | 551,99 | 1,478 |
| Temperatura |  |  |  |  |
| Conforto térmico | 420,43a | 372,56 | 563,02 | 1,510 |
| Oscilação térmica | 402,35b | 635,03 | 556,68 | 1,514 |
| CV, % | 5,72 | 5,28 | 16,18 | 14,05 |
| Suplementação (S) | 0,8379 | 0,3983 | 0,4900 | 0,2210 |
| Temperatura (T) | 0,0032 | 0,1293 | 0,7807 | 0,9513 |
| S x T | 0,1491 | 0,2236 | 0,2905 | 0,9875 |
|  | 1 – 21 dias |
| Suplementação |  |  |  |  |
| Suplementado | 826,24 | 1265,61 | 1269,52 | 1,615 |
| Controle | 808,12 | 1245,39 | 1241,48 | 1,612 |
| Temperatura |  |  |  |  |
| Conforto térmico | 834,18a | 786,31 | 769,80 | 1,583 |
| Oscilação térmica | 800,18b | 770,28 | 786,79 | 1,644 |
| CV, % | 5,58 | 5,32 | 11,08 | 10,14 |
| Suplementação (S) | 0,8379 | 0,1063 | 0,4235 | 0,9267 |
| Temperatura (T) | 0,0032 | 0,1273 | 0,5634 | 0,1394 |
| S x T | 0,1491 | 0,2015 | 0,2730 | 0,5863 |

Tabela 02. Desempenho de frangos de corte de 1 a 7, 1 a 14 e 1 a 21 dias de idade suplementados ou não com solução nutritiva oral a base de aminoácidos e vitaminas e mantidos em conforto térmico ou submetidos à oscilação térmica.

Letras minúsculas na coluna diferem significativamente (p<0,05)

Em relação aos períodos de 1 a 14 e 1 a 21 dias de idade, as aves submetidas ao conforto térmico, apresentaram maior peso vivo (p<0,05) em relação às aves submetidas à oscilação térmica. No entanto, para as demais variáveis não foram observadas diferenças significativas (p>0,05).

Estudos pioneiros de [Renwick,](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/?term=Renwick%20GM%5BAuthor%5D&cauthor=true&cauthor_uid=4001065) [Washburn](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/?term=Washburn%20KW%5BAuthor%5D&cauthor=true&cauthor_uid=4001065) e [Lanza](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/?term=Lanza%20GM%5BAuthor%5D&cauthor=true&cauthor_uid=4001065) (1985) relatam o efeito negativo da oscilação térmica no desenvolvimento de linhagens de frangos de corte de diferentes origens genéticas. O mesmo foi observado por Nguyen et al. (2015), relatando diversas alterações metabólicas induzidas por oscilação de temperatura. Esses autores concluem que a ação prolongada do frio provoca modificações celulares, readaptação neuroendócrina, fisiológica e imunológica e que o conjunto desses transtornos causa severos danos na homeostase energética do pintainho.

No período de 7 a 14 dias de idade, as aves submetidas ao conforto térmico, apresentaram maior peso vivo (p<0,05) em relação às aves submetidas à oscilação térmica. As demais variáveis analisadas não apresentaram diferença (p>0,05) (Tabela 03).

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Peso vivo, g | Ganho de peso, g | Consumo de ração, g | Conversão alimentar |
|  | 7 – 14 dias |
| Suplementação |  |  |  |  |
| Suplementado | 412,00 | 214,41 | 410,28 | 1,920 |
| Controle | 410,79 | 213,81 | 396,14 | 1,857 |
| Temperatura |  |  |  |  |
| Conforto térmico | 420,43a | 215,91 | 402,47 | 1,867 |
| Oscilação térmica | 402,35b | 212,30 | 404,21 | 1,912 |
| CV, % | 5,72 | 8,16 | 15,76 | 15,21 |
| Suplementação (S) | 0,8379 | 0,8921 | 0,3893 | 0,3886 |
| Temperatura (T) | 0,0032 | 0,4117 | 0,9147 | 0,5419 |
| S x T | 0,1491 | 0,1280 | 0,4164 | 0,9704 |
|  | 14 – 21 dias |
| Suplementação |  |  |  |  |
| Suplementado | 826,24 | 414,23a | 694,31 | 1,678 |
| Controle | 808,12 | 397,32b | 679,47 | 1,695 |
| Temperatura |  |  |  |  |
| Conforto térmico | 834,18a | 413,73a | 691,41 | 1,649b |
| Oscilação térmica | 800,18b | 397,82b | 682,37 | 1,725a |
| CV, % | 5,58 | 6,90 | 10,60 | 8,61 |
| Suplementação (S) | 0,1174 | 0,0189 | 0,4181 | 0,6173 |
| Temperatura (T) | 0,0042 | 0,0268 | 0,6211 | 0,0419 |
| S x T | 0,3032 | 0,6458 | 0,5183 | 0,8738 |

Tabela 03. Desempenho de frangos de corte de 7 a 14 e 14 a 21 dias de idade suplementados ou não com solução nutritiva oral a base de aminoácidos e vitaminas e mantidos em conforto térmico ou submetidos à oscilação térmica.

 Letras minúsculas na coluna diferem significativamente (p<0,05)

Do mesmo modo, no período de 14 a 21 dias de idade, as aves submetidas ao conforto térmico também apresentaram maior peso vivo (p<0,05) em relação às aves em desconforto térmico. Aliado a isso, o ganho de peso foi superior nas aves suplementadas com o suplemento nutritivo, bem como nas aves submetidas ao conforto térmico (p<0,05). As aves submetidas ao conforto térmico apresentaram melhor conversão alimentar (p<0,05) em relação às aves submetidas à oscilação térmica.

Segundo Cassuce et al. (2013), oscilações térmicas no período inicial de vida dos pintainhos são marcadas por distúrbios fisiológicos que comprometem toda a vida dos animais. Além do desvio de energia para a regulação corpórea, a oscilação térmica promove alteração nos processos de hiperplasia e hipertrofia celular, maturação do sistema termorregulador e diferenciação da mucosa gastrointestinal, influenciando de maneira negativa o ganho de peso e a conversão alimentar das aves, que dificilmente serão recuperados nas fases de crescimento e até a fase de abate (Shiassi et al. (2015).

Alguns autores (Geyra et al., 2001; Wu, 2014), já avaliaram a suplementação nutricional oral em aves jovens e observaram aumento no ganho de peso apenas na terceira semana de vida das aves que foram mantidas em conforto térmico na primeira semana de vida. Eles concluíram que o os aminoácidos fornecidos estavam envolvidos diretamente nos processos de ontogenia intestinal

Inegavelmente, o efeito da oscilação térmica na primeira semana é o fator de maior impacto no crescimento de frangos de corte. Desta forma, a suplementação de aditivos pode não ser o suficiente para amenizar os reflexos negativos do desconforto ambiental.

A suplementação com aditivo a base de aminoácidos e vitaminas, independente da condição ambiental na primeira semana de vida das aves, resultou em maior (p<0,05) peso absoluto do intestino delgado, peito, fígado, baço e bolsa cloacal. (Tabela 04). Não houve efeito significativo (p>0,05) da temperatura ambiental sobre o peso absoluto ou relativo dos órgãos.

Tabela 04. Peso absoluto e relativo de frangos de corte aos 7 dias de idade suplementados ou não com solução nutritiva oral a base de aminoácidos e vitaminas e mantidos em conforto térmico ou submetidos à oscilação térmica.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Intestino | Resíduo da gema | Peito | Fígado | MP\* | Baço | Timo | Bolsa |
|  | Pesos absolutos, G |
| Suplementação |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Suplementado | 22,65a | 0,16 | 22,50a | 6,62a | 14,91 | 0,19a | 0,12 | 0,31a |
| Controle | 21,05b | 0,09 | 20,69b | 6,11b | 14,05 | 0,16b | 0,12 | 0,27b |
| Temperatura |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Conforto térmico | 21,60 | 0,14 | 22,06 | 6,31 | 14,84 | 0,18 | 0,12 | 0,29 |
| Oscilação térmica | 22,09 | 0,10 | 21,14 | 6,43 | 14,11 | 0,17 | 0,11 | 0,29 |
| CV, % | 14,42 | 88,32 | 13,62 | 13,66 | 13,65 | 27,27 | 27,85 | 20,13 |
| Suplementação (S) | 0,0466 | 0,0280 | 0,0167 | 0,0217 | 0,0876 | 0,0265 | 0,7156 | 0,0074 |
| Temperatura | 0,5413 | 0,1952 | 0,2177 | 0,5829 | 0,1441 | 0,3940 | 0,2795 | 0,7005 |
| S x T | 0,1000 | 0,0594 | 0,9492 | 0,4175 | 0,5874 | 0,2575 | 0,3829 | 0,7284 |
|  | Pesos relativos, % |
| Suplementação |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Suplementado | 13,38 | 0,09 | 13,28 | 3,88 | 8,81 | 0,11 | 0,07 | 0,18 |
| Controle | 13,19 | 0,06 | 12,95 | 3,84 | 8,82 | 0,10 | 0,07 | 0,17 |
| Temperatura |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Conforto térmico | 12,91 | 0,08 | 13,14 | 3,77 | 8,86 | 0,10 | 0,07 | 0,17 |
| Oscilação térmica | 13,67 | 0,06 | 13,09 | 3,94 | 8,77 | 0,10 | 0,07 | 0,18 |
| CV, % | 10,84 | 90,50 | 9,56 | 11,26 | 12,09 | 27,83 | 26,27 | 20,94 |
| Suplementação (S) | 0,6072 | 0,0801 | 0,2921 | 0,6743 | 0,9674 | 0,1596 | 0,1686 | 0,3474 |
| Temperatura | 0,0391 | 0,2574 | 0,8803 | 0,1135 | 0,7282 | 0,8058 | 0,6418 | 0,5782 |
| S x T | 0,0424 | 0,0808 | 0,7785 | 0,4119 | 0,6267 | 0,1722 | 0,4058 | 0,7533 |

MP: Moela + proventrículo; Letras minúsculas na coluna diferem significativamente (p<0,05)

Para o peso da gema, observou-se interação significativa (p=0,0594) entre a suplementação oral e a temperatura. O desdobramento da interação mostra que aves em conforto térmico e suplementadas apresentaram maior peso do resíduo da gema (p<0,05) que aves não suplementadas. Aves que receberam o suplemento nutricional oral e foram mantidas em temperatura de conforto térmico apresentaram maior peso do resíduo da gema (p<0,05) em relação às submetidas à oscilação térmica (Tabela 05).

Para o peso relativo do intestino também foi observada interação significativa (p<0,05). No desdobramento da interação, observou-se que o peso relativo do intestino das aves que não receberam a suplementação nutritiva e foram submetidas à oscilação térmica, foi maior (p<0,05) em relação às aves mantidas em conforto térmico (Tabela 05).

Tabela 05. Desdobramento da interação suplementação x temperatura para o peso da gema e o peso relativo do intestino aos 7 dias de idade.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | Suplementado | Controle | Valor de P |
| Temperatura | Peso absoluto do resíduo da gema, g |
| Conforto térmico | 0,21aA | 0,08aB | 0,0215 |
| Oscilação térmica | 0,11bA | 0,10aA | 0,7606 |
| Valor de P | 0,0453 | 0,6404 |  |
| Temperatura | Peso relativo do intestino, % |
| Conforto térmico | 13,37 | 12,44b | 0,0641 |
| Oscilação térmica | 13,39 | 13,95a | 0,3004 |
| Valor de P | 0,9796 | 0,0076 |  |

Letras minúsculas na coluna e maiúsculas na linha diferem significativamente (p<0,05)

O saco da gema ou saco de vitelo é uma membrana vascularizada semelhante à placenta em mamíferos, que envolve a gema durante o desenvolvimento embrionário e é responsável pela transferência de nutrientes para o embrião. Na eclosão, o pinto possui em sua cavidade abdominal um saco de gema residual de aproximadamente 12% do seu peso (Fernandes et al., 2014). No saco de gema residual, concentram-se os nutrientes necessários para o desenvolvimento adequado do intestino e imunoglobulinas que efetuaram as primeiras defesas da ave pós-eclosão. A absorção total desse resíduo acontece entre o 6º e 7º dia de vida (Boleli et al., 2008).

A questão da maior retenção do saco da gema é bastante controversa. Ulmer-Franco, Fasenko e Christopher (2012) ponderam que aves com maior retenção de saco da gema tem maior deposição de imunoglobulinas. Por outro lado, alguns estudos comprovam que essa retenção pode afetar o crescimento muscular (Noy e Uni., 2010; Panda et al, 2010).

Nas primeiras três semanas de vida da ave ocorre o máximo desenvolvimento do intestino, período relacionado com a completa absorção do conteúdo do saco vitelino e adequação do intestino à dieta exógena (Uni et al., 1998). O crescimento do intestino é proporcional ao aumento da taxa metabólica (Noy e Uni, 2010), o que pode explicar o maior peso relativo do intestino que pode se constituir numa tentativa de aumentar a taxa de absorção pelas aves submetidas às condições desfavoráveis de temperatura. Entretanto, esse mecanismo compensatório resultou em pior ganho de peso dessas aves.

Controversamente, Roto et al. (2016) enfatizam que em situações de elevadas temperaturas, o que se observa é o oposto, ou seja, há redução no peso do intestino, como consequência de um juste fisiológico na tentativa de reduzir a produção de calor corporal.

A avaliação da morfometria intestinal ao final do período de oscilação de temperatura mostrou que as aves submetidas a essa condição apresentaram menor (p<0,05) profundidade de cripta e menor área de absorção (p<0,05) em relação as aves mantidas em conforto térmico, conforme apresentado na (Tabela 06). Em consequência desse resultado, observou-se uma maior (p<0,05) relação vilo: cripta e largura do vilo, que contribuíram no maior peso relativo do intestino delgado.

Tabela 06. Morfometria da mucosa do jejuno aos 7 e 21 dias de idade de frangos de corte suplementados ou não com solução nutritiva oral a base de aminoácidos e vitaminas e mantidos em conforto térmico ou submetidos à oscilação térmica.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Vilo, µm | Cripta, µm | RelaçãoV:C | Área, µm2 |
|  | Comprimento | Largura | Profundidade | Largura |
|  | 7 dias de idade |
| Suplementação |  |  |  |  |  |  |
| Suplementado | 497,82 | 130,68 | 124,00 | 50,72 | 4,77 | 8,23 |
| Controle | 507,28 | 127,45 | 119,33 | 51,74 | 4,62 | 8,81 |
| Temperatura |  |  |  |  |  |  |
| Conforto térmico | 515,21 | 126,42 | 151,03a | 49,44b | 3,51b | 8,99a |
| Oscilação térmica | 488,65 | 131,75 | 90,37b | 53,11a | 5,98a | 7,96b |
| CV, % | 14,91 | 11,12 | 20,39 | 10,90 | 46,69 | 20,03 |
| Análise de variância |
| Suplementação (S) | 0,6127 | 0,4020 | 0,6669 | 0,5918 | 0,6735 | 0,1921 |
| Temperatura | 0,1728 | 0,1734 | <,0001 | 0,0178 | <,0001 | 0,0259 |
| S x T | 0,6235 | 0,4988 | 0,4230 | 0,3383 | 0,5340 | 0,9178 |
|  | 21 dias de idade |
| Suplementação |  |  |  |  |  |  |
| Suplementado | 623,59 | 113,19b | 76,15 | 53,15 | 8,26 | 10,93 |
| Controle | 620,04 | 129,38a | 75,09 | 55,04 | 9,06 | 10,46 |
| Temperatura |  |  |  |  |  |  |
| Conforto térmico | 611,26 | 122,74 | 78,27 | 54,87 | 8,02b | 10,24 |
| Oscilação térmica | 634,32 | 118,95 | 72,94 | 53,21 | 9,31a | 11,20 |
| CV, % | 16,39 | 21,01 | 20,05 | 14,72 | 21,19 | 23,02 |
| Análise de variância |
| Suplementação (S) | 0,9560 | 0,0167 | 0,7807 | 0,3626 | 0,0885 | 0,5214 |
| Temperatura | 0,3938 | 0,5816 | 0,1885 | 0,4337 | 0,0080 | 0,1279 |
| S x T | 0,9058 | 0,6806 | 0,3720 | 0,8678 | 0,4593 | 0,3683 |

Letras minúsculas na coluna diferem significativamente (p<0,05)

 Não houve efeito significativo do suplemento nutritivo sobre a morfometria da mucosa do jejuno (p>0,05). Já, aos 21 dias, portanto duas semanas após o desafio ambiental, observa-se menor (p<0,05) largura do vilo do jejuno das aves suplementadas em relação às aves controle. A relação vilo: cripta do jejuno das aves submetidas à oscilação térmica se manteve maior em relação às aves mantidas em temperatura termoneutra.

 Segundo Marchini et al. (2009), a digestibilidade dos alimentos e a integridade da mucosa intestinal estão fortemente relacionadas às variações da temperatura ambiental. Esses autores reportaram efeito negativo de altas temperaturas até a quarta semana de idade sobre a mucosa duodenal das aves.

Nas criptas intestinais, estruturas localizadas entre as vilosidades, se encontram as células basais responsáveis pela renovação celular (Potten e Loeffler, 1987; Geyra et al., 2001). De acordo com Xia, Hu e Xia et al. (2004) a maior profundidade da cripta representa um fator importante que determina a capacidade da cripta em sustentar o aumento da altura, bem como a estrutura do vilo. A altura dos vilos e a profundidade das criptas são consideradas indicadores do bom desenvolvimento do intestino, sendo que em condições normais apresentam maior relação vilo/cripta. No entanto, neste trabalho a melhor relação vilo :cripta foi observada em aves submetidas à oscilação térmica.

Segundo Quintero Filho et al. (2010) isto pode ser consequência da rápida reepitelização da mucosa intestinal. Por outro lado, o estresse em reposta ao frio induz muitas alterações celulares que podem levar há adaptações fisiológicas (através da modulação de genes-chave relacionados com o metabolismo, entretanto ainda pouco conhecidos ([Nguyen](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/?term=Nguyen%20P%5BAuthor%5D&cauthor=true&cauthor_uid=26569484) et al., 2015).

 **CONCLUSÃO**

 Oscilações de temperatura na primeira semana de vida influenciaram negativamente o desempenho produtivo e à morfologia intestinal até o final da fase inicial.

 A suplementação nutritiva a base de aminoácidos e vitaminas, apesar de elevar o ganho de peso das aves apenas no final da fase inicial não ofereceu o suporte nutricional esperado para amenizar os efeitos do desafio ambiental na primeira semana de vida.

**REFERÊNCIAS**

Boleli, I. C., Maiorka, A., Macari, M. (2002). Desenvolvimento e reparo da mucosa intestinal. In M. Macari, R. L. Furlan, & E. Gonzales (Orgs.). *Fisiología Aviária aplicada a frangos de corte* (p. 75-95). Jaboticabal: Funep/Unesp.

Cassuce, D. C., Tinôco, I. F. F., Baêta, F. C. (2013). Thermal comfort temperature update for broiler chickens up to 21 days of age. *Engenharia Agrícola Jaboticabal*, 33(1), 28-36.

# Fernandes, J. I. M., Contini, J. P., Boareto, S. L., Gurski, T. J., Gonçalves, E. A. F. & Leseur, A. (2014). Influence of breeder age on biometrics organ and morphology of the mucosa of the small intestine of chicks hatching Semina: *Ciências Agrárias,* 35(2), 1083-1090.

Geyra, A., Uni, Z. & Sklan, D. (2001). The effect of fasting at different ages on growth and tissue dynamics in the small intestine of the young chick. *British Journal of Nutrition,* 86(1), 53–61.

Kisielinski, K., Willis, S. & Prescher, A. (2002). A simple new method to calculate small intestine absorptive surface in the rat. *Clinical and Experimental Medicine,* 2(3), 131-135.

Marchini, C. F. P., Silva, P. L., Nascimento, M. R. B. M., Beletti, M. E., Guimarães, E. C. & Soares, H. L. (2009). Intestinal morphometry of the duodenal mucosa in broiler chickens underwent to high cyclic environment temperature*.* ***Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia,*** 61(2), 491-497.

Nguyen, P., Greene, E., Ishola, P., Huff, G., Donoghue, A., Bottje, W., & Dridi, S. (2015). Chronic mild cold conditioning modulates the expression of hypothalamic neuropeptide and intermediary metabolic-related genes and improves growth performances in young chicks. *PLoS ONE*, 10(11), e0142319.

Noy, Y & Uni, Z. (2010). Early nutritional strategies. *World's Poultry Science Journal*, 66(4), 639-646.

Noy, Y & Sklan, D. (1997). Posthatch development in poultry. *Journal Applied Poultry Research,*  6(3), 344-354.

# Oliveira, G. A., Oliveira, R. F. M., Donzele, J. L., Cecon, P. R., Vaz, R. G. M. V. & Orlando, U. A. D. (2006). Efeito da temperatura ambiente sobre o desempenho e as características de carcaça de frangos de corte dos 22 aos 42 dias. *Revista Brasileira de Zootecnia Viçosa,* 35(4), 1398-1405.

# Oliveira Neto, A. R., Oliveira, R. F. M. & Donzele, J. L.(2000). Efeito da temperatura ambiente sobre o desempenho e características de carcaça de frangos de corte alimentados com dietas controladas e dois níveis de energia metabolizável. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 29(1), 183-190.

Oliveira, M. C., Marques, R. H., Gravena, R. A. & Moraes, V. M. B.(2008). Morfometria do intestino delgado de frangos tratados com dietas adicionadas de mananoligossacarídeo e complexo enzimático. *Revista Biotemas*, 21(3), 135-142.

Panda, A.K., Raju, M., Rao, S.V., Sunder, G.S. & Reddy, M.R. (2010). Effect of post-hatch feed deprivation on growth, immune organ development and immune competence in broiler chickens. *Animal Nutrition and Feed Technology*, 10(1), 9-17.

Potten, C. S. & Loeffler, M. (1987). A comparative model of the crypts of the smallintestine of the mouse provides insight into the mechanisms of cell migration and the proliferation hierarchy. Journal of Theoretical Biology, 127(4), 381–391.

Quinteiro-Filho W.M., Ribeiro A., Ferraz-de-Paula V., Pinheiro M.L., Sakai M., Sa L.R.M.,… Palermo-Neto J. (2010). Heat stress impairs performance parameters, induces intestinal injury, and decreases macrophage activity in broiler chickens. *Poultry Science*, 89(9), 1905–1914.

# [Renwick, G. M](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/?term=Renwick%20GM%5BAuthor%5D&cauthor=true&cauthor_uid=4001065)., [Washburn k, W](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/?term=Washburn%20KW%5BAuthor%5D&cauthor=true&cauthor_uid=4001065). & [Lanza, G. M](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/?term=Lanza%20GM%5BAuthor%5D&cauthor=true&cauthor_uid=4001065). (1985). Genetic variability in growth response of chicks to cold brooding temperature. [*Poultry Science,*](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/4001065) 64(5), 785-788.

Rostagno, H. S., Albino, L. F. T., Donzele, J. L., Gomes, P. C., Oliveira, R. F., Lopes, D. C. & Euclides, R. F. (2011). *Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais de aves e suínos*. Viçosa, MG: UFV. 3ed, 252

Roto, S. M., Kwon, Y. M. & Ricke, S. C. (2016). Applications of *in ovo* technique for the optimal development of the gastrointestinal tract and the potential influence on the establishment of its microbiome in poultry. *Frontiers in Veterinary Science*, *3*, 63.

Sakomura, N. K. & Rostagno, H. S. (2007). *Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos*. Jaboticabal: Funep, 283.

Schiassi, L., Yanagi Junior, T., Ferraz, P. F., Campos, A. T., Silva, G. R. & Abreu, L. H. (2015). Broiler behavior under different thermal environments. *Engenharia Agrícola*, *35*(3), 390-396.

# Sklan D. (2001). Development of the digestive tract of poultry. World. *Poultry Science,* 57(4), 415-428.

Sommer, F & Backhed, F. (2013). The gut microbiota-masters of host development and physiology. *Nature Reviews Microbiology*, 11(4), 227-238.

Statistical Analysis System - SAS. User’s guide. (2002).Version 8.0., Cary: SAS Institute.

Tarachai, P & Yamauchi, K. (2000). Effects of luminal nutrient absorption, intraluminal physical stimulation, and intravenous perenteral alimentation on the recovery responses of duodenal villus morphology following feed withdrawal in chickens. *Poultry Science*, 79(11), 1578–1585.

Ulmer-Franco, A. M., Fasenko, G. M. & Christopher, E. E. O. (2010). Hatching egg characteristics, chick quality, and broiler performance at 2 breeder flock ages and from 3 egg weights. *Poultry Science*, 89(12), 2735–2742.

Uni, Z., Platin, R. & Sklan, D. (1998). Cell proliferation in chicken intestinal epithelium occurs both in the crypt and along the villus. *Comparative Physiology.* 168(4), 241-247.

Van den Brand, H., Molenaar, R., Van Der Star, I. & Meijerhof, R. (2010). **Early feeding affects resistance against cold exposure in young broiler chickens.** *Poultry Science*, 89(4), 716-720.

Willemsen, H., Kamers, B., Dahlke, F., Han, H., Song, Z., Pirsaraei, Z. A., Tona, K., Decuypere, E. & Everaert, N. (2010). High- and low- temperature manipulation during late incubation: Effects on embryonic development, the hatching process, and metabolism in broilers. *Poultry Science*, 89(12), 2678-2690.

Wu, G. (2014). Dietary requirements of synthesizable amino acids by animals: a paradigm shift in protein nutrition. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, 5, 34.

Xia, M. S., Hu, C. H. & Xu, Z. R. (2004). Effects of copper-bearing mont morillonite on growth performance, digestive enzyme activities, and intestinal microflora and morphology of male broilers. *Poultry Science*, 83(11), 1868–1875**.**

Yardimci, M., Sengor, E., Sahin, E. H., Bayram, I. & Cetingiil, I. S. (2006). The influence of cold conditioning on the performance of the broiler chicken. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 30(6), 583-588.

Yegani, M., Korver, D. R. (2008) Factors affecting intestinal health in poultry *Poultry. Science,* 87(10), 2052–2063