

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais
Programa de Pós-Graduação em Zootecnia

Mariana Diniz Costa Vasconcelos

**ESTRESSE TÉRMICO POR FRIO EM FRANGOS DE CORTE E A NUTRIÇÃO
COMO MITIGADORA DE SEUS EFEITOS**

Belo Horizonte

2023

Mariana Diniz Costa Vasconcelos

**ESTRESSE TÉRMICO POR FRIO EM FRANGOS DE CORTE E A NUTRIÇÃO
COMO MITIGADORA DE SEUS EFEITOS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Zootecnia.

Área de concentração: Produção de Não-Ruminantes

Prof. Orientador: Dr. Itallo Conrado Sousa de Araújo

Belo Horizonte

2023

Vasconcelos, Mariana Diniz Costa, 1992 -

V331e Estresse térmico por frio em frangos de corte e a nutrição mitigadora desses efeitos/ Mariana Diniz Costa Vasconcelos. – 2023.

55f: il.

Orientador: Itallo Conrado Sousa de Araújo

Dissertação (Mestrado) apresentada à Faculdade de Medicina Veterinária da UFMG, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Zootecnia.

Área de Concentração: Produção de Não-Ruminantes

Bibliografia: f. 54 – 55.

1. Pinto – Alimentação e rações - Teses - 2. Zootecnia - Teses –

I. Araújo, Itallo Conrado Sousa de - II. Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Veterinária – III. Título

CDD – 639.085

Bibliotecária responsável Cristiane Patrícia Gomes CRB 2569
Biblioteca da Escola de Veterinária, UFMG.



ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE MARIANA DINIZ COSTA VASCONCELOS

Às 08:00 horas do dia 18 de abril de 2023, reuniu-se, a Comissão Examinadora de dissertação, aprovada por ad referendum no dia 11/04/2023, para julgar, em exame final, a defesa da dissertação intitulada: ESTRESSE TÉRMICO POR FRIO EM FRANGOS DE CORTE E A NUTRIÇÃO COMO MITIGAORA DE SEUS EFEITOS, como requisito final para a obtenção do Grau de **Mestre em Zootecnia, área de concentração Produção de Não Ruminantes**

Abrindo a sessão, o Presidente da Comissão, Prof. Itallo Conrado Sousa de Araújo, após dar a conhecer aos presentes o teor das Normas Regulamentares da Defesa de dissertação, passou a palavra ao (a) candidato (a), para apresentação de seu trabalho. Seguiu-se a arguição pelos examinadores, com a respectiva defesa do candidato (a). Logo após, a Comissão se reuniu, sem a presença do candidato e do público, para julgamento da dissertação, tendo sido atribuídas as seguintes indicações:

	Aprovada	Reprovada
Prof.(a)/Dr.(a) Itallo Conrado Sousa de Araujo	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Prof.(a)/Dr.(a) Leonardo José Camargos Lara	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Prof.(a)/Dr.(a) Julyana Machado da Silva Martins	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Prof.(a)/Dr.(a) _____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Prof.(a)/Dr.(a) _____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Pelas indicações, o (a) candidato (a) foi considerado (a): Aprovado (a)

Reprovado (a)

Para concluir o Mestrado, o(a) candidato(a) deverá entregar 03 volumes encadernados da versão final da dissertação acatando, se houver, as modificações sugeridas pela banca, e a comprovação de submissão de pelo menos um artigo científico em periódico recomendado pelo Colegiado dos Cursos. Para tanto terá o prazo máximo de 60 dias a contar da data defesa.

O resultado final, foi comunicado publicamente ao (a) candidato (a) pelo Presidente da Comissão. Nada mais havendo a tratar, o Presidente encerrou a reunião e lavrou a presente ata, que será assinada por todos os membros participantes da Comissão Examinadora e encaminhada juntamente com um exemplar da dissertação apresentada para defesa.

Assinatura dos membros da banca:



 JULYANA MACHADO DA SILVA MARTINS
Data: 18/04/2023 11:32:24-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

 LEONARDO JOSE CAMARGOS LARA
Data: 19/04/2023 17:08:27-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, o principal responsável por tudo que consegui fazer e conquistar em toda a minha vida.

Agradeço imensamente ao meu orientador, professor Itallo Conrado Sousa de Araújo, que me ajudou em todas as etapas do mestrado, com muita paciência, fazendo muito mais do que seu papel de orientar.

Ao professor Leonardo José Camargos Lara, minha eterna gratidão e admiração, por seu trabalho como mestre, sempre dando o melhor de si para ensinar e compartilhar conhecimento.

Agradeço aos responsáveis pelo LAMA, ao professor Ricardo Reis e Silva e à Avivar Alimentos por toda ajuda no experimento.

Agradeço à empresa que há 3 anos me permite adquirir experiência, crescer e me desenvolver: Vibra Agroindustrial S/A. Em especial, Sérgio Luiz Moraes, Josiane Griebeler e todos os meus colegas de trabalho, agradeço pelo incentivo e apoio em procurar conhecimento e especialização.

Aos amigos da UFMG, que foram essenciais no desenvolvimento do experimento e das análises, em especial: Lorena Salim de Sousa, Tainá Silva Brandão Lopes, César Andrés Guato e Ludmyla Martins Moreira.

Agradeço ao meu marido Lucas, que acompanhou de perto toda a dificuldade dessa empreitada e sempre me ajudou em tudo que precisei. Você é meu incentivo diário!

Aos meus pais e meu irmão Filipe, minha eterna gratidão e amor, vocês são minha base. Não sou nada sem vocês e sem todo o apoio que sempre me proporcionaram!

À Escola de Veterinária da UFMG por sua estrutura e por ter sido minha casa durante tantos anos me permitindo viver tantos bons momentos.

Ao colegiado de pós-graduação em Zootecnia da Escola de Veterinária da UFMG.

A todos aqueles que, de alguma forma, me incentivaram e ajudaram: de coração, muito obrigada! Enfim, conseguimos!

Epígrafe

"A persistência é o caminho do êxito." – Charles Chaplin

RESUMO

Objetivou-se avaliar os efeitos do estresse térmico por frio e o adensamento nutricional e energético da ração durante as duas primeiras semanas de idade de pintos de corte sobre o desempenho, o desenvolvimento dos órgãos e parâmetros de metabolismo e sensíveis às mudanças de temperatura. Foram utilizados 580 pintos de corte machos da linhagem comercial Cobb500®, criados de um a 35 dias de idade, oriundos de ovos de matrizes de 27 semanas, incubados no incubatório da Avivar Alimentos. Os pintos foram distribuídos em arranjo fatorial 2 x 2, totalizando quatro tratamentos com seis repetições cada. As aves criadas em conforto na primeira semana tiveram a temperatura de 32°C ($\pm 1^\circ\text{C}$), na segunda semana tiveram a temperatura de 30° ($\pm 1^\circ\text{C}$) e as do tratamento por frio foram submetidas a ciclos de 8 horas de frio 18°C ($\pm 1^\circ\text{C}$) e 16 horas de conforto nas duas primeiras semanas. Foram realizadas avaliações de desenvolvimento dos órgãos do sistema digestório e imunológico, coração, consumo do saco vitelino e desempenho. Pintos do grupo frio tiveram menor temperatura corporal nos dois primeiros dias de avaliação, apresentaram menor percentual de inglúvio cheio de água e ração e obtiveram maior peso relativo da moela aos quatro, cinco, seis e sete dias de idade. O tipo de ração pré-inicial não influenciou no peso relativo dos órgãos digestórios. Pintos do grupo frio tiveram maior concentração sanguínea de corticosterona aos sete dias de vida. Pintos que receberam ração adensada apresentaram menor consumo de ração aos sete dias. Pintos do grupo conforto tiveram maior peso médio e ganho de peso e ainda apresentaram menor consumo de ração aos sete dias. A ração não influenciou os resultados de desempenho aos 14 dias; 21 dias; 28 dias e 35 dias. Houve maior peso médio, ganho de peso, consumo de ração e pior conversão alimentar aos 14 dias para os pintos que foram submetidos ao estresse por frio. Houve maior consumo de ração e pior conversão alimentar até 21 dias, 28 dias e 35 dias para os pintos do grupo frio. O estresse por frio trouxe perdas ao desempenho piorando a conversão alimentar, o que resultou em prejuízo no Índice de Eficiência Produtiva. A ração adensada na primeira semana só influenciou os resultados de desempenho nessa mesma primeira semana. Nas semanas seguintes, o tipo de ração não influenciou nos resultados, o que demonstra que a manipulação na formulação da ração não foi capaz de reduzir as perdas ocasionadas pelo estresse térmico.

Palavras-chave: desempenho; hipotermia; manipulação nutricional.

ABSTRACT

The objective was to evaluate the effects of thermal stress due to cold and the nutritional and energy density of the diet during the first two weeks of age of broiler chicks on performance, organ development and parameters of metabolism and sensitive to temperature changes. A total of 580 male broiler chicks of the Cobb500® commercial strain were used, raised from one to 35 days old, from eggs of 27-week-old breeders, incubated at the Avivar Alimentos hatchery. The chicks were distributed in a 2 x 2 factorial arrangement, totaling four treatments with six replications each. The birds reared in comfort in the first week had a temperature of 32°C ($\pm 1^\circ\text{C}$), in the second week they had a temperature of 30° ($\pm 1^\circ\text{C}$) and those in the cold treatment were subjected to 8-hour cold cycles at 18°C ($\pm 1^\circ\text{C}$) and 16 hours of comfort in the first two weeks. Evaluations of the development of organs of the digestive and immune system, heart, yolk sac consumption and performance were carried out. Chicks from the cold group had lower body temperature on the first two days of evaluation, had a lower percentage of water and feed filled craw and had higher gizzard relative weight at four, five, six and seven days of age. The type of pre-starter diet did not influence the relative weight of the digestive organs. Chicks in the cold group had higher blood concentrations of corticosterone at seven days of age. Chicks that received denser feed showed lower feed intake at seven days. Chicks in the comfort group had higher average weight and weight gain and also had lower feed intake at seven days. The ration did not influence the performance results at 14 days; 21 days; 28 days and 35 days. There was a higher average weight, weight gain, feed intake and worse feed conversion at 14 days for the chicks that were submitted to cold stress. There was higher feed intake and worse feed conversion up to 21 days, 28 days and 35 days for chicks in the cold group. Cold stress brought losses to performance, worsening feed conversion, which resulted in damage to the Productive Efficiency Index. The dense feed in the first week only influenced the performance results in that same first week. In the following weeks, the type of feed did not influence the results, which demonstrates that manipulation in the feed formulation was not able to reduce the losses caused by thermal stress.

Key words: performance; hypothermia; nutritional manipulation

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Zona de termoneutralidade na produção de frangos de corte.....	13
Figura 2. Análise de papo em pintos após alojamento.....	32

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Composição nutricional das rações.....	30
Tabela 2. Valores nutricionais calculados das rações.....	31
Tabela 3. Temperatura da cloaca de frangos de corte de um a quatro dias de vida alimentados com rações contendo diferentes níveis proteicos e energéticos e submetidos a ciclo de 8 horas de estresse por frio (18° C) durante a primeira semana de vida.....	34
Tabela 4. Presença de ração no ingluvío de frangos de corte alimentados com rações c diferentes níveis proteicos e energéticos e submetidos a ciclo de 8 horas de estresse por frio (18° C) durante a primeira semana de vida.....	35
Tabela 5. Peso dos órgãos digestórios em relação ao peso na primeira semana de frangos de corte alimentados com rações contendo diferentes níveis proteicos e energéticos e submetidos a ciclo de 8 horas de estresse por frio (18° C) durante a primeira semana de vida.....	36
Tabela 6. Desdobramento da interação entre níveis da ração e temperatura para a peso relativo da moela no segundo dia de vida.....	39
Tabela 7. Desdobramento da interação entre níveis da ração e temperatura para a peso relativo da moela no quarto dia de vida.....	39
Tabela 8. Peso do baço e bolsa cloacal em relação ao peso do pinto na primeira semana de vida de frangos de corte alimentados com rações contendo diferentes níveis proteicos e energéticos e submetidos a ciclo de 8 horas de estresse por frio (18° C).....	39
Tabela 9. Peso do coração em relação ao peso da primeira semana de vida de frangos de corte alimentados com rações contendo diferentes níveis proteicos e energéticos e submetidos a ciclo de 8 horas de estresse por frio (18° C).....	40
Tabela 10. Desdobramento da Interação entre níveis da ração e temperatura para a peso relativo do coração no quinto dia de vida.....	41
Tabela 11. Consumo do saco da gema de frangos de corte de 1 a 5 dias após o alojamento e submetidos a ciclo de 8 horas de estresse por frio (18° C) durante a primeira semana de vida.....	41
Tabela 12. Concentração sorológica de amilase, lipase e corticosterona aos 7 dias de vida de frangos de corte alimentados com rações contendo diferentes níveis proteicos e energéticos e submetidos a ciclo de 8 horas de estresse por frio (18° C).....	43
Tabela 13. Contagem diferencial de heterófilo:linfócito aos 7 dias de vida de frangos de corte alimentados com rações contendo diferentes níveis proteicos e energéticos e submetidos a ciclo de 8 horas de estresse por frio (18° C).....	44
Tabela 14. Desempenho de frangos de corte de 1 a 7 dias alimentados com rações contendo diferentes níveis proteicos e energéticos e submetidos a ciclo de 8 horas de estresse por frio (18° C) durante a primeira semana de vida.....	44
Tabela 15. Interação entre níveis da ração e temperatura para a conversão alimentar dos pintos aos 7 dias de vida.....	45
Tabela 16. Desempenho de frangos de corte de 1 a 14 dias alimentados com rações contendo diferentes níveis proteicos e energéticos e submetidos a ciclo de 8 horas de estresse por frio (18° C) durante as duas primeiras semanas de vida.....	45
Tabela 17. Desempenho de frangos de corte de 1 a 21 dias alimentados com rações contendo diferentes níveis proteicos e energéticos e submetidos a ciclo de 8 horas de estresse por frio (18° C) durante as duas primeiras semanas de vida.....	46
Tabela 18. Desempenho de frangos de corte de 1 a 28 dias alimentados com rações contendo diferentes níveis proteicos e energéticos e submetidos a ciclo de 8 horas de estresse por frio (18° C) durante as duas primeiras semanas de vida.....	47

Tabela 19. Desempenho e Índice de Eficiência Produtiva (IEP) de frangos de corte de 1 a 35 dias alimentados com rações contendo diferentes níveis proteicos e energéticos e submetidos a ciclo de 8 horas de estresse por frio (18° C) durante as duas primeiras semanas de vida.....48

SUMÁRIO

1. REVISÃO DA LITERATURA	12
1.1. Termorregulação em Pintos Durante a Primeira Semana de Vida	12
1.2. Estresse por frio em frangos de corte	15
1.3. Nutrição na Fase Pré-inicial	17
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	22
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	28
2.1. Manejo, delineamento e tratamentos experimentais.....	28
2.2. Peso e desenvolvimento dos órgãos	31
2.3. Peso absoluto e relativo do saco vitelino.....	31
2.4. Avaliação fisiológica e metabólica durante tratamento térmico	31
2.5. Contagem diferencial leucocitária	32
2.6. Desempenho	33
2.7 Análise estatística	33
3. RESULTADOS.....	33
4. DISCUSSÃO.....	47
5. CONCLUSÃO	52
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	53

1. REVISÃO DA LITERATURA

1.1. Termorregulação em Pintos Durante a Primeira Semana de Vida

As aves são animais homeotérmicos, ou seja, são capazes de realizar sua termorregulação por meio do metabolismo corporal. No entanto, nos primeiros dias de vida o calor metabólico produzido é baixo, comprometendo a capacidade de termorregulação, além de não possuírem penas rígidas e baixo peso corporal. Portanto, nos primeiros dias após o nascimento, as aves são classificadas como animais poiquilótermos, isto é, animais que não conseguem manter a temperatura corporal e que precisam de uma fonte de aquecimento (Ferreira, 2017).

As aves possuem no sistema nervoso central um centro de termorregulação, o hipotálamo, que trabalha como termostato fisiológico controlando a produção e dissipação de calor corporal. Células especializadas funcionam como termorreceptores periféricos, quando reconhecem a sensação de frio, um sinal é levado pelo sistema nervoso para a parte posterior do hipotálamo, controlando a conservação e produção de calor através da vasoconstrição. Este processo diminui o gradiente de temperatura entre a pele e o ambiente, e assim, reduz a dissipação de calor pela convecção e irradiação, redução no fluxo sanguíneo cutâneo, alterações comportamentais e aumento da camada de ar que proporciona isolamento maior da superfície da pele, além de elevar a produção metabólica de calor por termogênese (Funck e Fonseca, 2008).

As penas são muito importantes na homeotermia das aves, funcionando como isolantes térmicos. Ao contrário dos adultos, nos frangos de corte jovens os ramos das penas incluem apenas as regiões do ramo e da bábula e, após o nascimento, as penas felpudas transformam-se em penas plumáceas juvenis na primeira semana. Nas espécies com penas, a morfologia e as funções adaptativas permitem isolar o calor entre a pele e as penas (Mota-Rojas et al., 2021).

Para que haja equilíbrio na temperatura corporal, as atividades dos neurônios responsivos ao calor e ao frio precisam ser igualadas, ou seja, a produção e a perda de calor devem ser iguais. Essa estabilidade da temperatura, para aves jovens, está em torno de 39-40°C. Assim, à medida que a temperatura corporal diminui durante o estresse por frio, processos fisiológicos são ativados para reduzir a dissipação de calor e aumentar a produção e a conservação de calor metabólico (Macari et al., 2002).

A temperatura corporal de um pinto de um dia é cerca de 2°C menor que a temperatura dos frangos adultos, mas aos 15 dias de idade eles atingem temperaturas corporais semelhantes às dos frangos adultos. O fato da temperatura retal do pinto no primeiro dia de vida (38°C) ser

quase a mesma da incubadora ($37,5^{\circ}\text{C}$) demonstra a inabilidade termorreguladora destes animais nos primeiros dias de vida (Veste, 1997).

Todos esses fatores determinam a estreita zona de termoneutralidade desses animais, como é demonstrado na Figura 1. Fora da zona de conforto térmico, as aves passam por mudanças fisiológicas e comportamentais para tentar controlar sua temperatura corporal, essas mudanças demandam utilização de energia para a termorregulação do animal, o que está demonstrado pela linha pontilhada (Randall et al., 2000).



Figura 1. Zona de termoneutralidade na produção de frangos de corte

Fonte: Adaptado de Baccari Junior (1998).

Na fase inicial de criação de frangos de corte, a escolha do melhor tipo de aquecimento é muito importante, este pode ser realizados através de fornos ou campânulas que podem ser movidas à lenha, a gás, com energia elétrica ou à diesel. O que vai determinar o melhor aquecimento é o poder de investimento de cada produtor e a estrutura de aviário que ele tem disponível (Abreu, 2003).

Os principais aquecedores utilizados são as fornhalhas que utilizam lenha, cavaco e pellets de madeira como combustível, podendo esta estar localizada no interior ou parte externa

dos aviários, nesse sistema a lenha é queimada e o calor transmitido por condução, convecção e irradiação. Sua desvantagem está na mão de obra para abastecer manualmente os aquecedores durante todo o período de aquecimento, que pode variar, conforme necessidade do clima local, de 14 a 21 dias, além dos custos com manutenção e estrutura do equipamento. A manutenção que não for realizada corretamente pode aumentar as chances de presença de fumaça e fuligem dentro do aviário, que pode causar prejuízos à saúde e desenvolvimento das aves (Ferreira, 2004). Outra desvantagem são as variações de temperatura que esse sistema fica exposto, uma vez que, é necessário que de tempos em tempos alguém o abasteça com lenha no intuito de manter a temperatura de conforto das aves. Além disso, as fornalhas devem ser aquecidas com lenhas de qualidade para que o aquecimento seja mais efetivo e preservar seu tempo de vida útil. Os custos com o combustível são variáveis, o metro cúbico (m³) de lenha gira em torno de R\$ 116,00 e de cavaco por volta de R\$115,00 (Embrapa, 2019). A quantidade de combustível utilizada é variável de acordo com o equipamento e estrutura de cada aviário.

Já os aquecedores a gás podem utilizar como combustível tanto o gás natural quanto o liquefeito de petróleo (GLP). Há uma grande variedade de campânulas a gás, variando o material e tamanho das campânulas. Possuem um queimador de gás convencional, onde o calor é transmitido às aves convecção e irradiação. O aquecimento a gás tem baixo custo com manutenção e mão de obra, porém o custo de manutenção e instalação é maior quando comparado aos aquecedores à lenha e gás (Vigoderis, 2006). O kg do gás nos dias de hoje tem custo médio em torno de R\$ 3,85. São gastos em torno de 800 kg no aquecimento de um aviário de 35.000 aves. (Biodieselbr, 2006; Govbr, 2022). Os aquecedores elétricos gastam cerca de 10.000 kWh durante toda a fase de aquecimento de um galpão de 35.000 aves, sendo que o preço de cada kWh é em torno de R\$1,25. (Cemig, 2023; Biodieselbr, 2006). A escolha do sistema de aquecimento é dependente de cada realidade, no entanto, este deve ser eficiente para que seja possível manter as aves o mais próximo possível de sua temperatura de conforto térmico.

O custo com aquecimento é grande parte do custo de produção e, devido isso, muitos produtores optam por aquecer por menos tempo do que o necessário ou perdem eficiência de aquecimento para obter menor custo, o que pode prejudicar a ambiência do aviário. Manter a temperatura de conforto é parte importante do processo porque vai permitir que as aves expressem seu comportamento em bem-estar e possam alcançar melhores desempenhos.

Cordeiro et al. (2011) avaliaram os efeitos de três tipos de aquecimento (fornalha a lenha, campânula infravermelha e tambores de aquecimento associados à campanulas infravermelhas) nas quatro primeiras semanas de vida de frangos de corte em uma região fria (temperaturas médias de 16-17°C). Já na primeira semana, a pior conversão alimentar foi

observada no sistema de fornalha a lenha, onde a temperatura máxima chegou apenas a 27°C. Alcançando temperatura máxima de 31°C na primeira semana, o sistema de tambor mais campânula foi o mais eficiente, com maior ganho de peso e melhor conversão alimentar.

1.2. Estresse por frio em frangos de corte

A exposição de pintos de corte a curtos períodos de baixas temperaturas, fora de sua zona de conforto térmico, pode causar vários problemas que influenciam diretamente em seu desempenho. A temperatura ideal para manter uma boa ambiência na primeira semana de idade encontra-se entre 32 e 35°C (Vieira, et al., 2016). Temperaturas inferiores podem causar redução de consumo, utilização de reserva corporal para termogênese, imunossupressão, e conseqüentemente, mortalidade, queda de e prejuízos financeiros. Além disso, existem estudos que apontam relação entre problemas no metabolismo energético intestinal e estresse pelo frio (Mujahid e Furuse, 2009a).

O estresse por frio nas primeiras semanas de criação de pintos de corte pode comprometer o consumo de ração e sobretudo o desenvolvimento de todo o lote, pois é na fase inicial que ocorre o maior crescimento e desenvolvimento do sistema digestivo, órgãos indispensáveis para o desenvolvimento dos demais sistemas (Randall et al., 2000). Além disso, o desenvolvimento muscular, esquelético e imune, também tem seu crescimento acelerado nas primeiras semanas, sobretudo nos primeiros dias de idade (Kornasio et al., 2011).

A eficiência da ambiência na fase inicial de criação de frangos de corte parece estar diretamente ligada ao bom desempenho até a idade de abate. Ou seja, o ambiente térmico inicial modula o desenvolvimento dos mecanismos fisiológicos de controle térmico para todas as fases posteriores de desenvolvimento das aves (Vieira et al., 2011).

Malheiros et. al (2000) objetivaram investigar até que ponto as temperaturas ambientais afetam o peso corporal e as temperaturas da cloaca e da superfície das aves (dorso, cabeça, asa e perna). O estudo também investigou a perda de calor sensível por radiação de pintos de corte criados em três temperaturas ambientais (35; 25 e 20°C) até sete dias de idade. Os resultados mostraram que pintos criados em temperatura baixa obtiveram menor peso corporal aos sete dias de idade, menores temperaturas cloacal e de superfície. Sendo que a perda de calor por convecção foi nove vezes maior do que nas aves mantidas a 35°C.

Moraes et. al (2002) desenvolveram um estudo para avaliar o efeito da temperatura durante a primeira semana de vida de frangos de corte sobre o peso vivo, desenvolvimento de vísceras e crescimento ósseo. Foram testados três diferentes grupos com temperaturas

constantes de 20; 25 e 35°C do primeiro ao sétimo dia de vida. Aqueles frangos criados à 20°C ganharam menos peso e consumiram menos ração do que aqueles mantidos a 25°C e menos água do que os mantidos a 35°C. O peso relativo do fígado, coração e moela dos frangos mantidos em ambiente termoneutro foram menores quando comparados aos criados em 20°C. Entretanto, não foi observado efeito da temperatura de criação sobre o peso do saco vitelino e da bolsa cloacal. Os resultados desse experimento mostraram que o estresse por frio (20°C) reduziu o crescimento ósseo bem como o peso vivo, durante os primeiros sete dias após a eclosão.

Ipek (2006) conduziu um estudo a respeito do impacto do estresse por frio no desempenho e na susceptibilidade à ascite. Foram criados frangos de corte desde o primeiro dia de idade em dois tratamentos experimentais: o grupo controle foi criado na temperatura de 33,3°C na 1ª semana, 30,2°C na 2ª semana e 27,5°C na 3ª semana. O grupo de estresse frio, foi criado na temperatura de 29,0°C na 1ª semana, 26,4°C na 2ª semana e 23,1°C na 3ª semana. Da 3ª a 6ª semana os dois grupos foram mantidos em ambiente termoneutro. Até as 3 semanas, o ganho de peso foi menor no grupo submetido à estresse por frio e da 3ª a 6ª semanas esse grupo teve maior ganho de peso se igualando ao peso médio do grupo controle. O grupo do frio teve maior mortalidade por ascite e teve mudanças significativas no coração das aves, a razão ventrículo direito/ventrículo total no grupo de estresse frio foi maior (0,25) do que a do grupo controle (0,20). Os autores concluíram que o crescimento rápido determinado pela genética e a criação em temperaturas abaixo da zona de conforto térmico são os principais fatores para o desenvolvimento da ascite.

Mujahid e Furuse (2009a) estudaram o estresse por frio utilizando 20° C durante três horas para pintos de dois dias de vida e compararam com um grupo controle mantidos a 30° C. Os autores encontraram que os pintos submetidos ao curto período de frio modificaram seu comportamento, tornando-se mais sonolentos, menos ativos, com vocalização de estresse e com menos produção de calor corporal.

Mujahid e Furuse (2009b), os autores estudaram o estresse térmico por frio utilizando pintos de dois dias que foram submetidos a 12 horas de frio (20°C) comparando-os ao grupo controle em temperatura termoneutra (30°C). No estudo, encontraram evidências de aumento da peroxidação lipídica no cérebro e no coração de pintos neonatos expostos a baixas temperaturas. Concluiu-se que o dano oxidativo no cérebro e no coração pode provocar prejuízos nas respostas fisiológicas, comportamentais e termorregulatórias que potencializam a sensibilidade à exposição ao frio.

Patael et al. (2019) realizaram um experimento com exposição de várias temperaturas com pintos de corte durante os primeiros 13 dias de vida sendo divididos em 4 grupos: frio (29°C), controle (33°C), calor intenso (39°C) e calor ameno (35°C). O estresse crônico por calor em oposição ao estresse por frio resultou em maior crescimento muscular, no entanto acompanhado por gordura e deposição do gen de colágeno no músculo. Os resultados enfatizaram a alta sensibilidade das células progenitoras musculares quando eles são altamente ativos, e, portanto, a importância da criação de pintos de corte sob temperaturas ambientes dentro do ideal para a idade, particularmente durante este período inicial.

Particularmente, o sistema sanguíneo das aves é bastante sensível às mudanças de temperaturas e alterações quantitativas e morfológicas nas células sanguíneas que podem estar associadas ao estresse térmico. A relação normal de heterófilo:linfócito está entre 1:2, porém, quando pintos de corte são submetidos à temperaturas fora de sua zona de conforto esta relação tende a aumentar já que há aumento da quantidade de heterófilos na circulação. A alteração na relação heterófilo:linfócito consequente do aumento de heterófilos e redução de linfócitos, propõe um parâmetro sensível de estresse crônico em pintos de corte criados sob baixas temperaturas (Morgulis, 2002).

Aksit et al. (2008) compararam diferentes temperaturas de criação de frangos de corte e encontraram ganho de peso semelhante até as três primeiras semanas para todos os tratamentos, porém observaram maior consumo de ração e pior conversão alimentar para as aves criadas em baixas temperaturas. Resultados semelhantes foram obtidos por Ipek e Sahan (2006), em um estudo semelhante, onde o grupo que passou por estresse por frio obteve um ganho compensatório de peso, mas obteve uma conversão alimentar pior do que o grupo criado em conforto térmico.

1.3. Nutrição na Fase Pré-inicial

Durante a primeira semana de vida, o frango de corte passa por mudanças fisiológicas como a maturação do trato gastrointestinal (TGI) e do sistema imunológico, além do desenvolvimento do sistema termorregulador (Christensen, 2009; Lamot, 2017). Também nessa fase, a gema residual é metabolizada sendo absorvida em 3-4 dias, período no qual a ração exógena oferecida como fonte de nutrientes e o TGI assumem a responsabilidade pela nutrição da ave (Jin et al., 1998; Barekatin; Swick, 2016). O animal recém-eclodido nasce com o trato gastrointestinal completamente formado, porém imaturo. Caso seu desenvolvimento não ocorra rápido, o desempenho pode ser prejudicado (Scottá et al., 2014).

Normalmente, a ração pré-inicial é composta por ingredientes utilizados nas formulações de rações na avicultura brasileira, como: milho, farelo de soja, farinha de carne e ossos, óleo, calcário e sal. Para as diversas fases de ração, uma formulação adequada é obtida com a combinação dos alimentos energéticos (milho, sorgo, milho ou outros) também fornecedores de proteína, com alimentos proteicos (farelo de soja ou outros) com alto teor de energia. Os alimentos proteicos com alto teor de minerais e os alimentos exclusivamente fornecedores de macrominerais irão complementar. Além disso, destes podem ser incluídos aminoácidos industriais, misturas comerciais para fornecimento de microminerais e vitaminas, e diversos tipos de aditivos. É importante que as matérias-primas sejam de qualidade e que as exigências nutricionais e energéticas sejam atendidas conforme a fase de desenvolvimento. Segundo recomendações do manual da Cobb (2021), são necessários para a fase pré-inicial (1-7 dias) 2.975 kcal de energia metabolizável e 21-22% de proteína bruta. Níveis nutricionais semelhantes são recomendados por Rostagno et. al (2017), sendo a energia metabolizável entre 2.975 e 3.000 kcal/kg e de proteína bruta entre 24,27 e 25,31% para machos e entre 22,28 a 25,01% para machos. Os níveis elevados de proteína bruta para a fase pré-inicial são necessários para proporcionar maior ganho de peso nos primeiros dias de vida, o que está diretamente correlacionado com o ganho de peso até o abate quando os animais são mantidos em condições adequadas.

A ração pré-inicial contribui para que seja possível obter um adequado desenvolvimento inicial do sistema muscular-esquelético, do sistema imunológico, do sistema cardiorrespiratório e do sistema digestório, com conseqüente uniformidade e viabilidade do lote. Essa fase tem grande influência no desenvolvimento das aves nas fases subsequentes, ela representa maior percentual de crescimento dos frangos de corte e é equivalente a 16% da vida da ave. Embora os custos com rações pré-iniciais sejam maiores, as mesmas são fornecidas apenas por um curto período de tempo (até os 7 a 10 dias de vida) (Lamot, 2017).

Os desenvolvimentos fisiológicos da primeira semana de vida são apoiados por meio da nutrição, no entanto o seu efeito também depende de outros fatores como: genética, condições de incubação, higiene do alojamento, temperatura do alojamento e momento de acesso à ração após o nascimento (Lamot, 2017).

Na primeira semana de vida, o ganho de peso do pinto é muito superior proporcionalmente às outras fases de criação, podendo chegar à 450% do seu peso ao alojamento (Kornasio et al., 2011). O estresse térmico por frio na fase inicial de criação de frangos de corte pode provocar grandes prejuízos no desempenho das aves, uma vez que temperaturas abaixo da zona de conforto afetam o metabolismo com o aumento da produção de

calor corporal e contribuem para a incidência de doenças metabólicas. (Furlan, 2006). Além disso, o estresse térmico também provoca interações neuroimunes, tanto para mudanças na atividade cerebral quanto no comportamento induzido por estímulos ou reações imunes periféricas, o que compromete a imunidade dos animais (Quinteiro Filho et al., 2010).

Em um experimento, Toledo (2002) testou maior e menor nível proteico na ração pré-inicial de frangos de corte criados em ambiente termoneutro. A ração com maior nível proteico proporcionou aos animais maior ganho de peso e melhor conversão alimentar aos 21 e aos 40 dias. Em seu estudo, essa estratégia foi vista como uma alternativa viável para melhorar o desempenho de frangos de corte.

Olmos (2008) avaliou a formulação de rações com diferentes perfis proteicos ideais para frangos de corte fêmeas das linhagens Cobb 500 e Ross 308. Até os 21 dias de idade, as aves receberam rações com perfis proteicos altos (A), médios (M) e baixos (B). Dos 21 dias em diante metade das aves que estavam recebendo ração A passou a receber a ração B e metade das que estavam recebendo ração B passou a receber a ração A, e concluiu que o fornecimento de perfis proteicos médios foi suficiente para maximizar o desempenho das duas linhagens estudadas.

Leandro et al. (2007) avaliaram o efeito do peso do pinto e da suplementação de metionina na ração pré-inicial. Foram utilizados 1.984 pintos machos, com dois pesos iniciais de 40 e 45 g. As rações experimentais eram fareladas e isocalóricas e isoprotéicas, variando os níveis de metionina apenas na ração pré-inicial (0,455 %; 0,507 %; 0,559 % e 0,611%). A metionina não influenciou o desempenho nem rendimento de carcaça e de cortes. Pintos com pesos de 40 e 45g foram semelhantes com relação ao desempenho e rendimento de carcaça ou partes, aos 47 dias, e os níveis diferentes de metionina na ração pré-inicial não interferiram no desempenho.

Em um estudo para avaliar níveis de energia metabolizável em rações para frangos de corte na fase pré-inicial, realizado por Xavier et al. (2008), utilizaram pintos Cobb500 com cinco tratamentos: 2.850, 2.950, 3.000, 3.050, 3.150 kcal/kg de EM na ração pré-inicial (um a sete dias). Concluiu-se que o aumento do nível de energia metabolizável em rações pré-iniciais piorou o ganho de peso das aves no período de um a 21 dias de idade e aumentou a digestibilidade da matéria seca no período pré-inicial. Os níveis energéticos avaliados também não influenciaram o peso e o tamanho dos órgãos avaliados (intestinos, pâncreas, fígado e coração). O nível de energia metabolizável de 2.850 kcal/kg permitiu melhor desempenho de frangos de corte e o nível de 3.115 kcal/kg, melhor aproveitamento de matéria seca.

Rocha et al. (2003) realizaram um experimento para avaliar o desempenho e a digestibilidade do nitrogênio e da matéria seca e medidas morfométricas para pintos de corte alimentados com rações contendo diferentes níveis de proteína e energia na fase pré-inicial. Foram utilizados dois níveis de energia (2.850 e 3.000 kcal/kg) e três níveis de proteína (20, 23 e 26%). Os resultados indicaram diferenças para o consumo de ração e conversão alimentar de um a sete dias e diferenças no consumo de ração de um a 21 dias. Os níveis de proteína bruta mais altos (23 e 26%) na fase pré-inicial foram os que permitiram menor consumo de ração para frangos de corte na primeira semana e no período de um a 21 dias de idade e piora na digestibilidade da matéria seca na primeira semana. Entretanto, nenhum efeito dos níveis energéticos foi observado tanto para desempenho, como para os valores de digestibilidade de matéria seca e de nitrogênio obtidos.

A manipulação nutricional de aminoácidos demonstra ter um efeito profundo no desempenho de frangos de corte nas primeiras duas semanas de vida, com possíveis efeitos no decorrer do lote (Barekatin e Swick, 2016). Portanto, existe a necessidade de maiores estudos sobre as necessidades de aminoácidos para otimizar o desempenho dos frangos de corte.

A alimentação representa aproximadamente 70% dos custos totais de produção avícola e possui papel fundamental no desempenho dos animais, sendo assim é importante avaliar até que ponto pode-se intervir nos prejuízos causados pelo frio na fase inicial das aves utilizando rações mais adensadas em nutrientes, no intuito de compensar as perdas ocasionadas pelo frio. Há a necessidade de se estudar se o incremento na ração pode trazer melhores desempenhos das aves, mesmo quando submetidas ao estresse térmico por frio. Além disso, certamente isso provocará um aumento do custo da ração da fase inicial de vida das aves. Por isso, se faz necessário comparar os custos com alimentação aos ganhos e perdas acarretados pelo desempenho dos animais.

Em situações de estresse por frio, ocorre redução de consumo das aves e isso pode fazer com que as exigências nutricionais das aves não sejam atingidas. Muito se estuda a respeito de mecanismos utilizados na nutrição para minimizar os efeitos do estresse térmico por calor, no entanto, pouco se sabe a respeito do balanceamento nutricional como aliado em condições de estresse térmico por frio.

Diante do exposto, pode-se observar efeitos do frio sobre a criação, atuando em vários parâmetros de desenvolvimento e desempenho das aves. Assim, é necessário propor alternativas para minimizar os efeitos negativos do estresse térmico. A manipulação nutricional por meio do uso de níveis altos de energia e proteína podem ser alternativas interessantes durante o estresse por frio na fase inicial de criação, pois pode proporcionar melhor desempenho, no

entanto não há muitos estudos a respeito. Dessa forma, existe a necessidade de comparar, do âmbito econômico, o fornecimento de uma ração que tenha na formulação níveis acima do preconizado para frangos de corte no intuito de minimizar o estresse térmico por frio na fase pré-inicial. É importante avaliar se de fato ocorre melhora no desempenho e se compensa o aumento do custo da ração com níveis mais altos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU, P. G. Modelos de Aquecimento. In: **SIMPÓSIO BRASIL SUL DE AVICULTURA**, 4p., 08 A 10 de Abril de 2003. Chapecó, SC, Brasil, 2003.
- AKSITI, M., et al. Effects of cold temperature and vitamin E supplementation on oxidative stress, Troponin-T level, and other ascites-related traits in broilers. **Arch.Geflügelk**, v.72-5, p. 221–230, 2008.
- BACCARI, F. Jr. Adaptação de Sistemas de Manejo na Produção de Leite em Clima Quente. In: SILVA, I.J.O. *Ambiência na Produção de Leite*. Piracicaba: FEALQ, p. 24-65, 1998.
- BAREKATAIN, M. R., SWICK, R.A. Composition of more specialised pre-starter and starter diets for young broiler chickens: a review. **Animal Production Science**, v.56, p. 1239-1247, 2016. doi: 10.1071/AN15333
- BIODISELBR. Biogás – **Geração de energia elétrica**. 02 fev 2006. Disponível em: <https://www.biodieselbr.com/energia/biogas/energia-eletrica-biogas>. Acesso em: 01 abril. 2023.
- CEMIG. **Valores de tarifas e serviços**. Minas Gerais; 2023. Disponível em: <https://www.cemig.com.br/atendimento/valores-de-tarifas-e-servicos/>. Acesso em: 03 mar. 2023.
- CHRISTENSEN, V. L. Development during the first seven days post-hatching. **Avian Biol. Res.**, v. 2, p. 27-33, 2009. doi:10.3184/175815509X430417
- COBB-VANTRESS. **Cobb Broiler Management Guide 2021**. 2021. Disponível em: <https://cobbstorage.blob.core.windows.net/guides/231/Cobb-Broiler-Management-Guide-2021.pdf>. Acesso em: 28 fev. 2023.
- CORDEIRO, M. B.; TINÔCO, I. de F. F.; MESQUITA FILHO, R. M. de; SOUSA, F. C. Análise de imagens digitais para a avaliação do comportamento de pintainhos de corte. **Engenharia Agrícola**, v. 31, p. 418-426, 2011.
- EMBRAPA. Análise de viabilidade econômica da produção de eucalipto para energia em Rio Verde, GO. **Colombo**: Embrapa Florestas, p. 27, 2019
- FERREIRA, C. B. Efeitos do estresse por frio em frangos de corte na fase inicial de criação, 2017. Belo Horizonte: **Universidade Federal de Minas Gerais**. Disponível em: https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/BUOSARCJVU/1/tese___c_tia_borges_ferreira.pdf. Acesso em: 01 jan. 2023
- FUNCK, S. R.; FONSECA, R. A. Avaliação energética e de desempenho de frangos com aquecimento automático a gás e a lenha. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 12, p. 91–97, 2008. Departamento de Engenharia Agrícola - UFCG.
- FURLAN, R. L. Influência da temperatura na produção de frangos de corte. In: **SIMPÓSIO BRASIL SUL DE AVICULTURA**, 7. 2006, Chapecó. Anais. Chapecó: SBA, 2006. p. 104- 135.
- GOVBR. Preço médio de venda do gás de cozinha para as distribuidoras passa por nova redução. 23 set. 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/pt-br/noticias/financas-impostos-e-gestao-publica/2022/09/preco-medio-de-venda-do-gas-de-cozinha-para-as-distribuidoras-passa-por-nova-reducao>. Acesso em: 07 mar. 2023.

- JIN, S.H. et al. Digestive system development in post-hatch poultry. **World's Poultry Science Journal**, v. 54, p. 335–345, 1998. Cambridge University. doi:10.1079/WPS19980023
- IPEK, A., SAHAN, U. Effects of cold on broiler Performance and Ascites Susceptibility. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**. v. 19, p. 734-738, 2006. Uludag University.
- KORNASIO, R., HALEVY, O., KEDAR, O. e UNI, Z. Effect of in ovo feeding and its interaction with timing of first feed on glycogen reserves, muscle growth, and body weight. **Poultry Science**, v. 90, p. 1467–1477, 2011. The Hebrew University of Jerusalem.
- LEANDRO, N. S. M. et al. Desempenho de frangos com diferentes pesos iniciais alimentados com ração pré-inicial suplementada com metionina. **Ciência Animal Brasileira**, v. 8, p. 373-383, 2007.
- MACARI, M.; FURLAN, R.L.; GONZALES, E. Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte. V. 2, p. 375. **Jaboticabal: FUNEP/UNESP**, 2002.
- MALHEIROS, R.D. et al, Environmental temperature and cloacal and surface temperatures of broiler chicks in first week post-hatch, **Journal of Applied Poultry Research**, v. 9, p. 111-117, 2000.
- MOTA-ROJAS, D., TITTO, C. G., MARTINEZ-BURNES, J., GÓMEZ, J., HERNANDÉZ-AVALOS et al. Efficacy and function of feathers, hair, and glabrous skin in the thermoregulation strategies of domestic animals. **Animals**, v. 11, p 34-72, 2021.
- MORAES, V. M. B. et al., Efeito da temperatura ambiente durante a primeira semana de vida de frangos sobre o peso vivo, desenvolvimento de vísceras e crescimento ósseo. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v. 4, p.1, 2002.
- MUJAHID, A., FURUSE, M. Behavioral responses of neonatal chicks exposed to low environmental temperature. **Poultry Science**, v. 88, p 917-922, 2009.
- MUJAHID, A., FURUSE, M. Oxidative damage in different tissues of neonatal chicks exposed to low environmental temperature. **Comparative Biochemistry and Physiology**, v. 152, p 604-608, 2009.
- MORGULIS, M.S. Imunologia aplicada. In: Macari, M., Furlan, R.I., Gonzales, E. (Eds.). Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte. **FUNEP/ UNESP**. Jaboticabal, p. 231:243, 2002.
- OLMOS, A.R. Respostas de frangos de corte fêmeas de duas linhagens a dietas com diferentes perfis protéicos ideais. Rio Grande do Sul: **Universidade Federal do Rio Grande do Sul**, 2008.
- PATAEL, T. et al. Early posthatch thermal stress causes long-term adverse effects on pectoralis muscle development in broilers. **Poultry Science**, v. 98, p. 3268-3277, 2019.
- QUINTEIRO-FILHO W.M. et al. Heat stress impairs performance parameters, induces intestinal injury, and decreases macrophage activity in broiler chickens. **Poultry Science**, v. 89, p. 1905-1914, 2010.
- RANDALL, D., BURGGREN, W., FRENCH, K. Fisiologia Animal. Mecanismos e Adaptações. 4ª ed. Rio de Janeiro: **Guanabara-Koogan**. p. 729, 2000.
- ROCHA, P.T. et al. Desempenho de frangos de corte alimentados com rações pré-iniciais contendo diferentes níveis de proteína bruta e energia metabolizável. **R. Bras. Zootec**, v. 32, 2003.
- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L, et al. Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais. Departamento de Zootecnia. Viçosa:UFV, p. 252, 2017.

SALAH, A. et al. Effects of cold stress during transportation on hatchability and chick quality of broiler breeder eggs. **Turkish Journal of Veterinary e Animal Sciences**, v. 36, p. 2, 2012.

SCOTTÁ, B. A. et al. Nutrição pré e pós-eclosão em aves. **Pubvet**, v. 8, n. 8, 2014.

TOLEDO, R. S. Níveis nutricionais e forma física da ração pré-inicial para frangos de corte, 2002. Viçosa: **Universidade Federal de Viçosa**. <Disponível em: <https://www.locus.ufv.br/handle/123456789/11417>>.

VESTE, L. R. Environmental factors to consider when brooding chicks. Athens Cooperative Extension Service, College of Agricultural and Environmental Science, **University of Georgia**, 1997. Bulletin, 855.

VIEIRA, A.M.C., VIEIRA, F.M.C., SILVA, J.O., BARBOSA FILHO, J.A.D. The influence of thermal conditions from an environmentally controlled preslaughter lairage on mortality of broiler chickens. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootecia**, v.68, 2016. doi: 10.1590/1678-4162-7872.

VIEIRA, F.M.C. et al. Estresse térmico relacionado com taxas de mortalidade durante as operações pré-abate de frangos de corte: um estudo sobre os efeitos do tempo de espera. **Ciência Rural**, v. 41, p.1639-1644, 2011. doi:10.1590/S0103-84782011005000111

VIGODERIS, R.B. Sistemas de aquecimento de aviários e seus efeitos no conforto térmico ambiental, qualidade do ar e performance animal, em condições de inverno, na região sul do Brasil. **UFV-MG**, 2006.

XAVIER, S.A.G. et al. Níveis de energia metabolizável em rações pré-iniciais para frangos de corte. **R. Bras. Zootec**, v. 37, 2008.

Artigo elaborado de acordo com as normas da Journal of Thermal Biology (A1 – Qualis Capes – Zootecnia e Recursos Pesqueiros); JCR (2021): 3,189

Estresse térmico por frio em frangos de corte e a nutrição como mitigadora de seus efeitos

Resumo

Objetivou-se avaliar os efeitos do estresse térmico por frio e o adensamento nutricional e energético da ração durante as duas primeiras semanas de idade de pintos de corte sobre o desempenho, o desenvolvimento dos órgãos e parâmetros de metabolismo e sensíveis às mudanças de temperatura. Foram utilizados 580 pintos de corte machos da linhagem comercial Cobb500®, criados de um a 35 dias de idade, oriundos de ovos de matrizes de 27 semanas, incubados no incubatório da Avivar Alimentos. Os pintos foram distribuídos em arranjo fatorial 2 x 2, totalizando quatro tratamentos com seis repetições cada. As aves criadas em conforto na primeira semana tiveram a temperatura de 32°C ($\pm 1^\circ\text{C}$), na segunda semana tiveram a temperatura de 30° ($\pm 1^\circ\text{C}$) e as do tratamento por frio foram submetidas a ciclos de 8 horas de frio 18°C ($\pm 1^\circ\text{C}$) e 16 horas de conforto nas duas primeiras semanas. Foram realizadas avaliações de desenvolvimento dos órgãos do sistema digestório e imunológico, coração, consumo do saco vitelino e desempenho. Pintos do grupo frio tiveram menor temperatura corporal nos dois primeiros dias de avaliação, apresentaram menor percentual de inglúvio cheio de água e ração e obtiveram maior peso relativo da moela aos quatro, cinco, seis e sete dias de idade. O tipo de ração pré-inicial não influenciou no peso relativo dos órgãos digestórios. Pintos do grupo frio tiveram maior concentração sanguínea de corticosterona aos sete dias de vida. Pintos que receberam ração adensada apresentaram menor consumo de ração aos sete dias. Pintos do grupo conforto tiveram maior peso médio e ganho de peso e ainda apresentaram menor consumo de ração aos sete dias. A ração não influenciou os resultados de desempenho aos 14 dias; 21 dias; 28 dias e 35 dias. Houve maior peso médio, ganho de peso, consumo de ração e pior conversão alimentar aos 14 dias para os pintos que foram submetidos ao estresse por frio. Houve maior consumo de ração e pior conversão alimentar até 21 dias, 28 dias e 35 dias para os pintos do grupo frio. O estresse por frio trouxe perdas ao desempenho piorando a conversão alimentar, o que resultou em prejuízo no Índice de Eficiência Produtiva. A ração adensada na primeira semana só influenciou os resultados de desempenho nessa mesma primeira semana. Nas semanas seguintes, o tipo de ração não influenciou nos resultados, o que

demonstra que a manipulação na formulação da ração não foi capaz de reduzir as perdas ocasionadas pelo estresse térmico.

Palavras-chave: desempenho, hipotermia, manipulação nutricional.

1. Introdução

A Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) tem alertado sobre a necessidade de aumento da produção global de alimentos em cerca de 70% a fim de suprir a população mundial crescente, estimada em 10 bilhões de pessoas em 2050 (Bastos, 2023). Juntamente a esse cenário, a avicultura global tem enfrentado nos últimos anos grandes desafios com relação aos altos custos de produção de alimentos e um quadro complexo de Influenza Aviária em diversas regiões do planeta. Dessa forma, é necessário atuar em todos os pontos críticos que podem auxiliar em uma produção mais sustentável e efetiva.

Os problemas provenientes do aquecimento ineficaz nas primeiras semanas em galpões de criação de frangos de corte ocasionam perdas significativas durante todo o processo de criação. Temperaturas adequadas para pintos de corte na primeira semana, entre 32 e 35°C, minimizam o desvio de energia ingerida para manutenção do sistema termorregulador, otimizando o desempenho e a lucratividade (Souza et al., 2011). Com o amontoamento das aves para evitar a dissipação de calor, a cama fica aquecida em determinado ponto onde ocorre a aglomeração, o que restringe as idas dos pintos aos comedouros e aos bebedouros na tentativa de não alterarem sua temperatura corporal (Macari, 1994), o que pode comprometer o consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar. Esse comportamento típico das aves de se aglomerarem sob estresse térmico por frio pioram a qualidade da cama, do ar do galpão, queda no consumo de ração e também pode causar queda na resposta imunológica, no aproveitamento dos nutrientes e aumento de mortalidade.

Os efeitos do estresse por frio nas primeiras semanas de idade de pintos de corte vão desde a redução no consumo de alimento à utilização de reservas para a termogênese, que influenciam diretamente no desenvolvimento anatômico-fisiológico dessas aves. A má formação, ou o atraso do desenvolvimento nessa fase, resultam em queda de produtividade, lotes desuniformes, sensibilidade a doenças e, conseqüentemente, menor lucratividade. Controlar a temperatura e qualidade do ar no interior dos galpões é importante para o bem-estar de pintos de corte, uma vez que esses necessitam de temperaturas mais elevadas durante as primeiras semanas de idade, diminuindo assim sua taxa metabólica e mantendo a homeotermia com menor gasto energético (Randall et al., 2000).

Dos fatores ambientais, as condições térmicas (temperatura, umidade e movimentação do ar) podem ser consideradas como principais responsáveis na queda do desempenho de frangos de corte, já que afetam a manutenção da homeotermia (Macari et al., 2002).

Com a transição de uma alimentação baseada nas reservas lipídicas do saco vitelino na fase embrionária, para uma alimentação exógena, composta de carboidratos e proteínas na fase pós-eclosão, ocorre um aumento não só na produção enzimática, mas também na variabilidade dessas enzimas digestivas, devido principalmente à quantidade de substrato (Uni et al., 1995). Portanto, garantir condições ideais para produção e ação dessas enzimas é essencial no aporte e absorção de nutrientes que serão destinados a processos metabólicos relacionados ao crescimento e maturação dos órgãos (Tarachai e Yamauchi, 2000).

A alimentação representa aproximadamente 70% dos custos totais de produção avícola e possui papel fundamental no desempenho animal, sendo assim é importante avaliar até que ponto pode-se intervir nos prejuízos causados pelo frio na fase inicial utilizando rações mais adensadas em nutrientes, no intuito de compensar as perdas ocasionadas pelo frio. Toledo (2002) realizou um experimento no qual testou maior e menor nível proteico na ração pré-inicial de frangos de corte criados em ambiente termoneutro. A ração com maior nível proteico proporcionou aos animais maior ganho de peso e melhor conversão alimentar aos 21 e aos 40 dias.

Em situações de estresse por frio, ocorre redução de consumo e isso pode fazer com que as exigências nutricionais e energéticas das aves não sejam atingidas. Muito se estuda a respeito de mecanismos utilizados na nutrição para minimizar os efeitos do estresse térmico por calor, no entanto, pouco se sabe a respeito do balanceamento nutricional como aliado em condições de estresse térmico por frio. Dessa forma, objetivou-se avaliar os efeitos do estresse por frio e do adensamento nutricional e energético da ração nas duas primeiras semanas de idade de pintos de corte sobre o desempenho, o desenvolvimento dos órgãos e parâmetros sensíveis às mudanças de temperatura.

2. Material e Métodos

O experimento foi aprovado pelo comitê de ética em uso de animais (CEUA) da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), sobre o protocolo de número 04/2022 e foi conduzido no laboratório de Metabolismo Animal da Escola de Veterinária no departamento de Zootecnia na cidade de Belo Horizonte, região sudeste do Brasil.

2.1. Manejo, delineamento e tratamentos experimentais

Foram utilizados 580 pintos de corte machos da linhagem comercial Cobb500[®], criados de um a 35 dias de idade, oriundos de ovos de matrizes de 27 semanas, incubados em incubatório comercial.

Os pintos foram alojados em número de 24 por gaiola e tiveram acesso *ad libitum* a ração e a água durante todo o experimento (1 a 35 dias de idade). Cada gaiola possuía 1 m² e bebedouros do tipo infantil até os 14 dias e bebedouro do tipo *nipple* a partir dos 15 dias. Do alojamento aos sete dias de idade foi utilizado um comedouro tubular tipo infantil para cada gaiola e, posteriormente, um comedouro do tipo calha. O programa de iluminação diária foi somente com luz artificial, e o período de iluminação foi 24h nos primeiros sete dias, o restante do experimento foi feito em um programa de 16 horas de luz e 8 horas de escuro. As leituras de temperatura (máxima e mínima) e umidade foram registradas diariamente utilizando termo-higrômetro digital (Ellitech).

Foram distribuídas 12 gaiolas em sala de alvenaria sem climatização (grupo conforto térmico) e 12 gaiolas em sala de alvenaria climatizada (grupo estresse por frio). Os pintos foram alojados após 24 horas da expedição do incubatório, visando simular as condições de campo, onde durante o período de espera os pintos ficaram em sala climatizada em 26° C. Antes do alojamento os pintos foram pesados para obtenção do peso inicial ao alojamento.

Na sala de temperatura de conforto (32° C) o aquecimento foi feito por lâmpadas incandescentes. Na sala de estresse por frio os pintos foram submetidos a ciclos de estresse térmico de 18 °C por 8 horas diárias durante as duas primeiras semanas de vida das aves, nas outras 16 horas do dia a sala foi ajustada para manter a temperatura de conforto (32° C na primeira semana e 30°C na segunda semana), o estresse por frio foi empregado entre os horários de 7h00min-15h00min. O alojamento foi realizado às 7h00min, já iniciando o tratamento do estresse por frio no mesmo momento.

Ao final das duas primeiras semanas de criação os pintos de ambas as salas foram transferidos para uma única sala. A climatização da sala foi ajustada constantemente para manter a temperatura e umidade adequadas para atender às recomendações de conforto térmico de acordo com a idade dos frangos (Cobb, 2021) até os 35 dias de idade. Ressalva-se que a sala climatizada possuía sistema de renovação do ar constante.

O delineamento do experimento foi em esquema fatorial 2x2 (estresse térmico por frio ou conforto térmico x adensamento em energia, proteína e aminoácidos da ração pré-inicial ou ração pré-inicial de acordo com recomendação comercial), totalizando 4 tratamentos com seis repetições. Os tratamentos do experimento foram assim distribuídos: 1) pintos que receberam ração com níveis Cobb de energia, proteína e aminoácidos na primeira semana de vida e foram

criados sob temperaturas dentro dos padrões ideais; 2) pintos que receberam ração com níveis Cobb de energia, proteína e aminoácidos na primeira semana de vida e passaram por estresse térmico por frio (18°C) durante as duas primeiras semanas de vida; 3) pintos que receberam ração mais adensada em energia, proteína e aminoácidos na primeira semana de vida e foram criados sob temperaturas de conforto; 4) pintos que receberam ração mais adensada em energia, proteína e aminoácidos na primeira semana de vida e passaram por estresse térmico por frio (18 °C) durante as duas primeiras semanas de vida.

Para a formulação das rações foram utilizados os valores nutricionais dos ingredientes encontrados nas tabelas brasileiras de aves e suínos (Rostagno et al. 2017). Os níveis nutricionais das rações foram estabelecidos de acordo com recomendações do manual da Cobb (2021) conforme Tabela 1. A forma física da ração utilizada foi farelada. A ração utilizada do primeiro aos 7 dias de vida foi pré-inicial, divergindo a formulação entre os tratamentos. Dos 8 aos 21 dias foi fornecida ração inicial idêntica em todos os tratamentos. Dos 22 dias aos 35 dias, contemplando a finalização do experimento, foi fornecida ração crescimento, também idêntica em todos os tratamentos.

Tabela 1. Composição Nutricional das rações

Tipo de ração	Pre-inicial	Pré-inicial	Inicial	Crescimento
	Adensada	usual		
Alimentos	Quantidade (%)	Quantidade (%)	Quantidade (%)	Quantidade (%)
Milho 10% PB	57,50	62,50	65,30	69,00
Soja 46% PB	31,70	28,50	26,30	23,00
Farinha de carne e ossos 48% PB	5,00	5,10	5,00	4,50
Óleo de Soja	3,20	1,30	1,60	2,00
Fosfato Bicálcico	0,80	0,80	0,00	0,00
Suplemento Vitamínico Inicial ¹	0,40	0,40	0,40	0,00
Suplemento Vitamínico				
Crescimento ²	0,00	0,00	0,00	0,40
Metionina	0,40	0,38	0,34	0,30
Sal Comum	0,40	0,40	0,40	0,30
Lisina	0,35	0,36	0,30	0,28
Calcário	0,04	0,05	0,21	0,11
Treonina	0,20	0,19	0,14	0,10
Cloreto de Colina 60%	0,02	0,02	0,02	0,01
	100	100	100	100

¹ Suplemento vitamínico/mineral (Fase inicial). Cada 1,0 kg contém: Ácido fólico 142 mg, ácido pantotênico 2.610 mg, cobre 24 g, ferro 12,5 g, iodo 250 mg, manganês 18g, selênio 82,5 mg, vit. A 2.500.000 UI, vit. B1 371 mg, vit. B12 3.000 mcg, vit. B2 1.280

mg, vi.t B6 410 mg, vit. D3 500.000 UI, vit. E 3.750 UI, vit. K3 625 mg, zinco 17 g, Biotina 13 mg, Colina 75g, Niacina 8.750mg, Fitase 125.000 UI, Enramicina 2.500mg, Nicarbazina 27,5g/kg.

² Suplemento vitamínico/mineral (Fase crescimento). Cada 1,0 kg contém: Ácido fólico 95 mg, ácido pantotênico 2.295 mg, cobre 24 g, ferro 12,5 g, iodo 250 mg, manganês 16g, selênio 75 mg, vit. A 2.000.000 UI, vit. B1 275 mg, vit. B12 2.500 mcg, vit. B2 1.000 mg, vi.t B6 287 mg, vit. D3 450.000 UI, vit. E 3.000 UI, vit. K3 500 mg, zinco 15 g, Biotina 10 mg, Colina 64,5g, Niacina 7.000 mg, Fitase 125.000 UI, Enramicina 2.500mg, Salinomicina Sódica 16,5g/kg, Ácido 3- Nitro 10 g/kg.

Tabela 2. Valores nutricionais calculados das rações

Níveis nutricionais calculados	Pre-inicial Adensada	Pré-inicial usual	Inicial	Crescimento
PB%	22,51	21,47	20,49	19,94
EM (kcal/kg)	3046,7	2977,7	3046,3	3120,0
Cálcio (%)	0,9766	0,9877	0,8293	0,7400
Fósforo disponível (%)	0,5242	0,5780	0,4213	0,3851
Lisina digestível (%)	1,3230	1,2575	1,1604	1,0573
Met + Cis digestível (%)	0,9794	0,9407	0,8799	0,8166
Treonina digestível (%)	0,9014	0,8601	0,7821	0,6943
Triptofano digestível (%)	0,2110	0,2013	0,2150	0,1966
Sódio (%)	0,2093	0,2105	0,2102	0,1679

2.2. Peso e desenvolvimento dos órgãos

Uma ave por repetição (totalizando seis por tratamento) foi selecionada aleatoriamente, pesada e foi realizada eutanásia por meio de deslocamento cervical aos um, dois, três, quatro, cinco, seis e sete dias de vida. Foram realizadas coletas e pesagens dos órgãos digestivos (proventrículo, moela, fígado, intestino delgado, intestino grosso e pâncreas), coração, baço e bolsa cloacal e calculado o peso relativo ao peso da ave.

2.3. Peso absoluto e relativo do saco vitelino

Foram realizadas pesagens diárias do saco vitelino do primeiro ao sétimo dia. Foram pesados o pinto e o saco vitelino para mensuração do peso absoluto do saco vitelino, peso relativo do saco vitelino em relação ao peso do pinto e peso do pinto sem o saco vitelino. Nessa análise foi possível acompanhar o peso relativo do saco vitelino em relação ao peso da ave para acompanhar a sua absorção.

2.4. Avaliação fisiológica e metabólica durante tratamento térmico

Foram avaliados como parâmetros fisiológicos: temperatura cloacal, consistência do ingluvío e concentração sorológica de amilase, lipase e corticosterona.

A temperatura cloacal foi mensurada em uma ave por repetição, utilizando-se termômetro digital inserido na cloaca da ave por dois minutos. A avaliação da consistência do inglúvio foi realizada de acordo com metodologia proposta por Linhoss et al. (2021), no período de duas, oito, 12, 24 e 48 horas após alojamento. Para essa análise foram selecionados aleatoriamente 10 pintos em cada uma das gaiolas. As avaliações de duas, oito, 24 e 48 horas foram realizadas durante o tratamento por frio no grupo em questão.



Figura 2. Análise de papo em pintos após alojamento.

Aos sete dias de idade das aves, foram realizadas coletas de sangue para avaliação da concentração de amilase, lipase e corticosterona de uma ave por repetição. O sangue foi coletado após decapitação de uma ave por repetição. Foram coletados 3 mL de sangue em tubo por meio da decapitação e este foi acondicionado em tubos de ensaio contendo ativador de coágulo e centrifugado por baixa rotação durante 1 minuto em máxima rotação por 5 minutos. O soro foi transferido para dois microtubos, um de 500 μ l e 2.000 μ l. As dosagens sorológicas foram efetuadas em equipamento analisador de acesso randômico automático de bioquímica (Smart 200+ da Biotécnica Ltda.), utilizando kit específico para cada enzima e os resultados expressos em g/dL. Para as análises de amilase e lipase foram utilizados kits específicos de cada enzima, sendo o Alfa Amilase Vet e o Lipase 45 determinações, ambos da Biotécnica Ltda. As análises de corticosterona foram realizadas através da técnica de Elisa, utilizando o kit da empresa Elabscience.

2.5. Contagem diferencial leucocitária

Para contagem diferencial leucocitária, foi coletado 1 mL de sangue em tubo contendo EDTA (anticoagulante) de uma ave por repetição aos 7 dias de vida. Seguiu-se a metodologia

de Romanowsky citada em Gill (2011), foram feitos esfregaços sanguíneos em lâminas de vidro, conforme técnica de panótico rápido, eles foram fixados com álcool metílico (metanol) durante cinco minutos e posteriormente corados com hematoxilina-eosina (Gill, 2011). As lâminas foram lavadas com água destilada, secadas ao ar livre e os esfregaços observados ao microscópio ótico com objetiva de imersão. Nas lâminas, o objetivo foi a contagem leucocitária granular de heterófilos e não granular de linfócitos, posteriormente fazendo uma relação entre elas. Ao todo foram confeccionadas e lidas seis lâminas por tratamento (uma para cada repetição).

2.6. Desempenho

As variáveis de desempenho (peso médio, ganho de peso, consumo de ração, conversão alimentar e viabilidade) foram avaliadas semanalmente nos períodos de 1-7, 1-14, 1-21 e 1-35 dias. O ganho de peso foi calculado descontando-se o peso inicial dos pintos ao alojamento. O consumo de ração foi obtido a partir da quantidade de ração oferecida na semana subtraindo-se a sobra no final de cada semana e ao final de cada fase de criação. Para o cálculo do consumo de ração foi considerado o número de aves mortas na semana. O cálculo de conversão alimentar dos frangos foi feito com base no consumo médio de ração e o ganho médio de peso das aves ao final do experimento. As aves mortas foram consideradas para o cálculo da conversão alimentar. O número de aves mortas foi registrado diariamente e foi feito o cálculo da porcentagem de mortalidade, e a partir dessa taxa, calculada a porcentagem de viabilidade. Ao final do experimento foi calculado o índice de eficiência produtiva (IEP).

2.7 Análise estatística

A análise estatística foi realizada utilizando o Software R (2016). Foi aplicado teste de normalidade e de homocedasticidade usando Shapiro-Wilk e Ballet respectivamente. Os dados foram comparados utilizando análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas utilizando teste de Tukey ($P < 0,05$), média não paramétricas foram comparadas por teste de Kruskal-wallis ($P < 0,05$).

3. Resultados

Não houve interação entre a temperatura de criação e o tipo de ração na fase pré-inicial sobre a temperatura da cloaca dos pintos de um a 7 dias ($P>0,05$). Pintos que passaram por ciclo de frio de oito horas tiveram menor temperatura corporal nos dois primeiros dias de avaliação ($P<0,05$) em relação aos pintos criados em ambiente termoneutro (Tabela 3). Não houve efeito da temperatura de criação sobre a temperatura da cloaca dos pintos para os dias 3, 4, 5, 6 e 7 ($P>0,05$). O tipo de ração pré-inicial não influenciou a temperatura da cloaca dos pintos ($P>0,05$).

Tabela 3. Temperatura da cloaca de frangos de corte de um a 7 dias de idade alimentados com rações contendo diferentes níveis proteicos e energéticos e submetidos ou não a ciclo de oito horas de estresse por frio (18° C) durante a primeira semana de idade

	Dia 1 (C°)	Dia 2 (C°)	Dia 3 (C°)	Dia 4 (C°)	Dia 5 (C°)	Dia 6 (C°)	Dia 7 (C°)
Temperatura							
Conforto	39,85a	38,96a	39,84	39,89	40,01	40,25	40,26
Frio	37,29b	37,84b	39,66	39,54	40,13	39,60	40,47
Ração							
Adensada	38,43	38,61	39,53	39,70	39,95	40,10	40,51
Normal	38,71	38,19	39,97	39,73	40,19	39,76	40,22
Valor de P							
Temperatura	0,010	0,026	0,593	0,259	0,486	0,064	0,373
Ração	0,756	0,542	0,185	0,913	0,171	0,283	0,217
Temperatura*Ração	0,468	0,281	0,898	0,785	0,841	0,418	0,543
EPM	1,01	1,30	1,44	1,34	1,80	1,01	0,93

Médias seguidas por letras diferentes na mesma coluna apresentam diferença (Tukey 5%); EPM: erro padrão da média.

Não houve interação entre a temperatura de criação e o tipo de ração na fase pré-inicial ($P>0,05$) para a consistência do inglúvio (presença de ração) dos pintos às duas, oito, 12, 24 e 48 horas após o alojamento (Tabela 4). A ração fornecida influenciou a ingestão de ração dos pintos somente na observação 24 horas após o alojamento dos pintos ($P<0,05$), sendo que pintos que receberam a ração adensada apresentaram maior percentual de inglúvio cheio de ração. A temperatura de criação influenciou a avaliação do papo duas, oito, 12, 24 e 48 horas após o alojamento dos pintos ($P<0,05$). Foi possível observar que os pintos que passaram pelo estresse por frio apresentaram menor percentual de inglúvio cheio de água e ração em todas as avaliações ($P<0,05$).

Tabela 4. Presença de ração no ingluvío de frangos de corte alimentados com rações com diferentes níveis proteicos e energéticos e submetidos ou não a ciclo de oito horas de estresse por frio (18° C) durante a primeira semana de idade

2 horas após alojamento			
	Papo cheio (%)	Cheio somente ração (%)	Vazio (%)
Ração			
Adensada	33,33	19,17	47,50
Normal	40,83	9,17	50,00
Temperatura			
Conforto	61,67a	14,17	24,17b
Frio	12,50b	14,17	73,33a
Valor de P			
Ração	0,309	0,200	0,748
Temperatura	0,000	1,000	0,000
Ração*Temperatura	0,731	0,515	0,748
EPM	18,90	6,90	13,45
8 horas após alojamento			
	Papo cheio (%)	Cheio somente ração (%)	Vazio (%)
Ração			
Adensada	37,50	36,67	25,83
Normal	57,50	28,33	13,33
Temperatura			
Conforto	64,17a	34,17	1,66b
Frio	30,83b	30,83	37,5a
Valor de P			
Ração	0,061	0,412	0,197
Temperatura	0,002	0,741	0,001
Ração*Temperatura	0,611	0,195	0,339
EPM	17,51	8,90	9,5
12 horas após alojamento			
	Papo cheio (%)	Cheio somente ração (%)	Vazio (%)
Ração			
Adensada	60,83	30,00	9,17
Normal	61,67	30,83	6,66
Temperatura			
Conforto	82,50a	15,83b	1,67b
Frio	40,00b	45,00a	14,17a
Valor de P			
Ração	0,859	0,876	0,400
Temperatura	<0,001	<0,001	<0,001
Ração*Temperatura	0,595	0,612	0,588
EPM	12,45	10,34	7,9
24 horas após alojamento			
	Papo cheio (%)	Cheio somente ração (%)	Vazio (%)
Ração			
Adensada	42,50	45,83a	13,33
Normal	48,33	29,17b	23,33
Temperatura			
Conforto	59,16a	35,00	8,33b
Frio	31,67b	40,00	28,33a
Valor de P			

Ração	0,451	0,010	0,085
Temperatura	0,001	0,409	0,001
Ração*Temperatura	0,115	0,108	0,553
EPM	13,78	13,56	9,0
48 horas após alojamento			
	Papo cheio (%)	Cheio somente ração (%)	Vazio (%)
Ração			
Adensada	69,17	20,83	10,00
Normal	64,17	28,33	7,50
Temperatura			
Conforto	51,67b	33,33a	2,50b
Frio	81,67a	15,83b	15,00a
Valor de P			
Ração	0,406	0,179	0,499
Temperatura	<0,001	0,004	0,002
Ração*Temperatura	0,061	0,179	0,264
EPM	12,9	10,11	8,88

Médias seguidas por letras diferentes na mesma coluna apresentam diferença (Tukey 5%); EPM: erro padrão da média.

Houve interação entre a temperatura de criação e o tipo de ração na fase pré-inicial sobre o peso da moela aos dois e cinco dias de idade ($P < 0,05$). Pintos que passaram por ciclo de frio de oito horas tiveram menor peso relativo do intestino delgado e do pâncreas no primeiro dia após o alojamento ($P < 0,05$) em relação aos pintos criados em ambiente termoneutro (Tabela 5). Pintos que passaram por ciclo de frio de oito horas tiveram maior peso relativo da moela aos quatro, cinco, seis e sete dias de vida ($P < 0,05$) em relação aos pintos criados em ambiente termoneutro (Tabela 5). Não houve efeito da temperatura de criação sobre o peso relativo dos demais órgãos digestórios de um a sete dias de idade ($P > 0,05$). O tipo de ração pré-inicial não influenciou no peso relativo dos órgãos digestórios dos pintos ($P > 0,05$).

Tabela 5. Pesos relativos dos órgãos digestórios de frangos de corte alimentados com rações contendo diferentes níveis proteicos e energéticos e submetidos ou não a ciclo de oito horas de estresse por frio (18° C) durante a primeira semana de idade

	Dia 1					
	Proventriculo (%)	Moela (%)	Intestino delgado (%)	Intestino grosso (%)	Pâncreas (%)	Fígado (%)
Temperatura						
Conforto	1,11	9,98	7,01a	1,67	0,49a	3,69
Frio	1,07	9,73	5,92b	1,37	0,34b	3,56
Ração						
Adensada	1,12	9,82	6,56	1,57	0,43	3,64
Normal	1,06	9,90	6,37	1,47	0,40	3,61
Valor de P						
Temperatura	0,656	0,511	0,003	0,071	0,018	0,497
Ração	0,487	0,841	0,579	0,553	0,552	0,899

Temperatura*Ração	0,656	0,951	0,610	0,906	0,464	0,656
EPM	0,177	0,560	0,390	0,177	0,010	0,311
Dia 2						
	Proventriculo (%)	Moela (%)	Intestino delgado (%)	Intestino grosso (%)	Pâncreas (%)	Fígado (%)
Temperatura						
Conforto	1,33	8,01	9,64	1,61	0,40	3,28
Frio	1,28	10,67	9,15	1,64	0,35	3,44
Ração						
Adensada	1,34	9,12	9,43	1,66	0,33	3,50
Normal	1,27	9,79	9,36	1,60	0,43	3,67
Valor de P						
Temperatura	0,555	0,029	0,442	0,831	0,319	0,541
Ração	0,375	0,204	0,902	0,674	0,058	0,761
Temperatura*Ração	0,106	0,022	0,780	0,313	0,652	0,221
EPM	0,340	0,349	0,333	0,210	0,222	0,222
Dia 3						
	Proventriculo (%)	Moela (%)	Intestino delgado (%)	Intestino grosso (%)	Pâncreas (%)	Fígado (%)
Temperatura						
Conforto	1,43	8,63	10,51	1,44	0,58	4,21
Frio	1,52	8,65	10,32	1,64	0,60	3,80
Ração						
Adensada	1,50	8,64	10,28	1,54	0,59	3,90
Normal	1,45	8,64	10,55	1,53	0,58	4,10
Valor de P						
Temperatura	0,113	0,965	0,775	0,289	0,766	0,113
Ração	0,329	0,984	0,687	0,950	0,945	0,421
Temperatura*Ração	0,068	0,448	0,531	0,134	0,365	0,107
EPM	0,512	0,661	0,800	0,222	0,110	0,345
Dia 4						
	Proventriculo (%)	Moela (%)	Intestino delgado (%)	Intestino grosso (%)	Pâncreas (%)	Fígado (%)
Temperatura						
Conforto	1,58	7,57b	10,65	1,66	0,65	4,34
Frio	1,63	8,53a	10,71	1,70	0,57	5,82
Ração						
Adensada	1,50b	8,00	10,67	1,67	0,59	5,18
Normal	1,71 ^a	8,10	10,69	1,70	0,64	4,98
Valor de P						
Temperatura	0,649	0,008	0,902	0,908	0,462	0,053
Ração	0,043	0,766	0,963	0,913	0,625	0,786
Temperatura*Ração	0,755	0,193	0,485	0,821	0,931	0,827
EPM	0,091	0,455	0,450	0,302	0,330	0,180
Dia 5						
	Proventriculo (%)	Moela (%)	Intestino delgado (%)	Intestino grosso (%)	Pâncreas (%)	Fígado (%)
Temperatura						
Conforto	1,46	9,15	10,52	1,59	0,60	4,66
Frio	1,58	10,19	11,35	1,57	0,55	4,32
Ração						
Adensada	1,49	9,21	10,97	1,49	0,61	4,37
Normal	1,55	9,35	10,90	1,68	0,53	4,60
Valor de P						
Temperatura	0,305	0,042	0,174	0,896	0,407	0,160

Ração	0,642	0,585	0,907	0,252	0,209	0,338
Temperatura*Ração	0,572	0,005	0,971	0,387	0,656	0,432
EPM	0,901	0,011	0,555	0,128	0,090	0,730
Dia 6						
	Proventriculo (%)	Moela (%)	Intestino delgado (%)	Intestino grosso (%)	Pâncreas (%)	Fígado (%)
Temperatura						
Conforto	1,31	6,40b	10,41	1,26	0,49	4,92
Frio	1,54	7,69a	10,93	1,29	0,51	5,03
Ração						
Adensada	1,46	7,270	10,34	1,370	0,494	4,711b
Normal	1,40	7,228	11,00	1,187	0,515	5,238a
Valor de P						
Temperatura	0,057	0,036	0,287	0,799	0,741	0,664
Ração	0,616	0,932	0,184	0,123	0,592	0,042
Temperatura*Ração	0,062	0,291	0,591	0,416	0,836	0,368
EPM	0,690	0,590	0,340	0,145	0,051	0,220
Dia 7						
	Proventriculo (%)	Moela (%)	Intestino delgado (%)	Intestino grosso (%)	Pâncreas (%)	Fígado (%)
Temperatura						
Conforto	1,230	5,914b	9,290	1,305	0,365	4,128
Frio	1,329	6,528a	8,665	1,579	0,427	3,946
Ração						
Adensada	1,179	5,990	9,315	1,314	0,365	3,945
Normal	1,280	6,451	8,640	1,570	0,426	4,129
Valor de P						
Temperatura	0,055	0,014	0,326	0,901	0,265	0,426
Ração	0,190	0,058	0,289	0,112	0,278	0,422
Temperatura*Ração	0,965	0,974	0,938	0,454	0,463	0,390
EPM	0,812	0,490	0,401	0,129	0,033	0,201

Médias seguidas por letras diferentes na mesma coluna apresentam diferença (Tukey 5%); EPM: erro padrão da média.

Os pintos criados submetidos ao estresse por frio durante as duas primeiras semanas de criação e que receberam ração normal apresentaram menor peso relativo da moela em relação aos que receberam ração adensada ($P < 0,05$). Aqueles criados em conforto térmico não apresentaram diferença no peso relativo da moela com os diferentes tipos de ração (Tabela 6).

Tabela 6. Desdobramento da interação entre tipos de ração e temperatura para a peso relativo da moela no segundo dia de idade

Ração	Temperatura	
	Conforto	Frio
Adensada	9,365Aa	9,313Ba
Normal	8,908Ab	10,796Aa

Médias seguidas por letras diferentes na mesma linha ou coluna diferem entre si pelo teste de Tukey 5%.

O maior valor de peso relativo da moela aos cinco dias de idade foi dos pintos que receberam ração normal e criados em estresse por frio ($P < 0,05$) (Tabela 7). O peso relativo da moela foi semelhante para os pintos que receberam ração pré-inicial adensada independente da temperatura de criação.

Tabela 7. Desdobramento da interação entre tipos de ração e temperatura para a peso relativo da moela no quarto dia de idade

Ração	Temperatura	
	Conforto	Frio
Adensada	9,16Aa	9,66Aa
Normal	9,79Ab	9,90Aa

Médias seguidas por letras diferentes na mesma linha ou coluna diferem entre si pelo teste de Tukey 5%.

Não houve interação entre a temperatura de criação durante a primeira semana e o uso de ração adensada na fase pré-inicial sobre o peso relativo do baço e da bolsa cloacal de um a sete dias de idade ($P > 0,05$). O peso relativo do baço foi menor no primeiro dia após o alojamento dos pintos que passaram por ciclo de frio de oito horas ($P < 0,05$), não houve diferença para os outros dias avaliados ($P > 0,05$). O tipo de ração pré-inicial não influenciou o peso relativo do baço ($P > 0,05$). O peso relativo da bolsa cloacal não foi afetado pelos tratamentos estudados ($P > 0,05$).

Tabela 8. Pesos relativos do baço e da bolsa cloacal de frangos de corte de um a sete dias de idade alimentados com rações contendo diferentes níveis proteicos e energéticos e submetidos ou não a ciclo de oito horas de estresse por frio (18° C) durante a primeira semana de idade

	Peso relativo do baço (%)						
	Dia 1	Dia 2	Dia 3	Dia 4	Dia 5	Dia 6	Dia 7
Temperatura							
Conforto	0,086a	0,052	0,055	0,065	0,049	0,122	0,098
Frio	0,040b	0,051	0,053	0,067	0,061	0,109	0,186
Ração							
Adensada	0,068	0,051	0,049	0,063	0,052	0,116	0,175
Normal	0,059	0,053	0,060	0,069	0,050	0,115	0,109
Valor de P							
Temperatura	<0,001	0,908	0,745	0,780	0,120	0,328	0,240
Ração	0,398	0,730	0,170	0,517	0,883	0,901	0,372
Temperatura*Ração	0,151	0,908	0,242	0,235	0,383	0,804	0,267
SEM	1,01	1,30	1,44	1,34	1,80	1,01	0,93
	Peso relativo da bolsa cloacal (%)						
	Dia 1	Dia 2	Dia 3	Dia 4	Dia 5	Dia 6	Dia 7
Temperatura							
Conforto	0,049	0,122	0,098	0,121	0,122	1,400	0,144
Frio	0,061	0,109	0,186	0,148	0,134	1,408	0,129
Ração							

Adensada	0,052	0,116	0,175	0,130	0,129	0,151	0,130
Normal	0,050	0,115	0,109	0,139	0,127	0,129	0,143
Valor de P							
Temperatura	0,120	0,328	0,240	0,218	0,180	0,929	0,447
Ração	0,883	0,901	0,372	0,695	0,845	0,024	0,498
Temperatura*Ração	0,383	0,804	0,267	0,814	0,248	0,929	0,354
SEM	1,01	1,30	1,44	1,34	1,80	1,01	0,93

Médias seguidas por letras diferentes na mesma coluna apresentam diferença (Tukey 5%); SEM: erro padrão da média.

Houve interação entre a temperatura de criação e o tipo de ração pré-inicial sobre o peso do coração somente aos 5 dias de vida ($P < 0,05$). Pintos que passaram por ciclo de frio de oito horas tiveram maior peso relativo do coração no sexto e no sétimo dia de vida ($P < 0,05$) em relação aos pintos criados em ambiente termoneutro (Tabela 9). O tipo de ração pré-inicial influenciou no peso relativo do coração dos pintos ($P < 0,05$), aqueles que receberam a ração adensada tiveram menor peso relativo do coração aos seis e aos sete dias de idade (Tabela 9).

Tabela 9. Peso relativo do coração de frangos de corte de um a sete dias de idade alimentados com rações contendo diferentes níveis proteicos e energéticos e submetidos ou não a ciclo de oito horas de estresse por frio (18° C)

	Dia 1 (%)	Dia 2 (%)	Dia 3 (%)	Dia 4 (%)	Dia 5 (%)	Dia 6 (%)	Dia 7 (%)
Temperatura							
Conforto	0,863	0,742	0,846	0,833	0,883	0,868b	0,866b
Frio	0,814	0,818	0,838	0,845	0,866	0,978a	1,045a
Ração							
Adensada	0,859	0,774	0,803	0,828	0,836	0,899b	0,900b
Normal	0,818	0,786	0,881	0,850	0,955	0,987a	1,010a
Valor de P							
Temperatura	0,478	0,190	0,863	0,812	0,463	0,034	<0,001
Ração	0,555	0,825	0,118	0,660	0,067	0,046	0,011
Temperatura*Ração	0,837	0,492	0,656	0,660	0,018	0,791	0,223
EPM	0,29	0,15	0,15	0,16	0,05	0,09	0,08

Médias seguidas por letras diferentes na mesma coluna apresentam diferença (Tukey 5%); EPM: erro padrão da média.

O maior valor de peso relativo do coração aos cinco dias de idade foi obtido pelos pintos que receberam a ração adensada e que foram submetidos ao estresse por frio. Aves que consumiram ração adensada no ambiente de frio apresentaram maior peso relativo do coração quando comparadas com as aves criadas no frio (Tabela 10).

Tabela 10. Desdobramento da Interação entre níveis da ração e temperatura para a peso relativo do coração no quinto dia de vida

Ração	Temperatura	
	Conforto	Frio
Adensada	0,866Bb	0,955Aa
Normal	0,883Bb	0,836Bb

Médias seguidas por letras diferentes na mesma linha ou coluna diferem entre si pelo teste de Tukey 5%.

Não houve interação entre a temperatura de criação e o tipo de ração na fase pré-inicial sobre o peso do saco da gema e o peso do pinto sem o saco da gema ($P>0,05$). Pintos que passaram por ciclo de frio de oito horas tiveram uma pior absorção de gema aos 2 dias de vida ($P<0,05$) em relação aos pintos criados em ambiente termoneutro (Tabela 11). Não houve efeito da temperatura de criação sobre o peso do saco da gema dos pintos para os dias um, três, quatro e cinco ($P>0,05$). O tipo de ração pré-inicial não influenciou no peso do saco da gema ($P>0,05$).

Tabela 11. Consumo do saco da gema de frangos de corte de um a cinco dias de idade alimentados com rações contendo diferentes níveis proteicos e energéticos e submetidos ou não a ciclo de oito horas de estresse por frio (18° C) durante a primeira semana de idade

Dia 1			
	Peso do saco da gema (g)	Peso do saco da gema (%)	Peso do pinto sem o saco da gema (g)
Temperatura			
Conforto	2,746	5,735	40,90
Frio	2,598	5,413	41,00
Ração			
Adensada	2,459	5,345	42,66
Normal	2,885	5,838	39,07
Valor de P			
Temperatura	0,613	0,595	0,964
Ração	0,155	0,433	0,120
Temperatura*Ração	0,758	0,860	0,919
EPM	0,89	0,90	1,35
Dia 2			
	Peso do saco da gema (g)	Peso do saco da gema (%)	Peso do pinto sem o saco da gema (g)
Temperatura			
Conforto	1,240b	2,183b	54,56
Frio	1,849a	3,651a	52,17
Ração			
Adensada	1,625	2,836	55,70
Normal	1,465	2,938	50,92
Valor de P			
Temperatura	0,012	0,000	0,413
Ração	0,480	0,637	0,103
Temperatura*Ração	0,493	0,644	0,374
EPM	0,44	1,01	1,22
Dia 3			

	Peso do saco da gema (g)	Peso do saco da gema (%)	Peso do pinto sem o saco da gema (g)
Temperatura			
Conforto	0,802	1,075	73,86
Frio	0,898	1,283	71,09
Ração			
Adensada	0,956	1,274	72,22
Normal	0,744	1,066	72,88
Valor de P			
Temperatura	0,585	0,452	0,398
Ração	0,233	0,473	0,869
Temperatura*Ração	0,905	0,996	0,565
EPM	0,80	0,99	3,78
Dia 4			
	Peso do saco da gema (g)	Peso do saco da gema (%)	Peso do pinto sem o saco da gema (g)
Temperatura			
Conforto	0,519	0,567	88,52
Frio	0,669	0,796	82,78
Ração			
Adensada	0,401	0,471	86,72
Normal	0,786	0,901	84,75
Valor de P			
Temperatura	0,545	0,479	0,312
Ração	0,130	0,181	0,690
Temperatura*Ração	0,363	0,434	0,119
EPM	0,45	0,99	4,01
Dia 5			
	Peso do saco da gema (g)	Peso do saco da gema (%)	Peso do pinto sem o saco da gema (g)
Temperatura			
Conforto	0,217	0,176	117,66
Frio	0,158	0,164	106,70
Ração			
Adensada	0,206	0,176	113,89
Normal	0,169	0,164	110,81
Valor de P			
Temperatura	0,517	0,882	0,088
Ração	0,680	0,871	0,563
Temperatura*Ração	0,483	0,408	0,520
EPM	0,80	0,76	9,91

Médias seguidas por letras diferentes na mesma coluna apresentam diferença (Tukey 5%); EPM: erro padrão da média.

Não houve interação entre a temperatura de criação e o tipo de ração na fase pré-inicial sobre a concentração de amilase, lipase e corticosterona no soro dos pintos aos sete dias de idade ($P>0,05$). Pintos que passaram por ciclo de frio de oito horas tiveram maior concentração sanguínea de corticosterona aos sete dias de idade ($P<0,05$) em relação aos pintos criados em

ambiente termoneutro (Tabela 12). Pintos que receberam a ração adensada apresentaram maior concentração plasmática de lipase em relação aos pintos que receberam a ração normal ($P < 0,05$). O tipo de ração também influenciou a concentração sanguínea de corticosterona aos sete dias ($P < 0,05$), pintos que receberam a ração adensada apresentaram menor concentração sanguínea de corticosterona em relação aos pintos que receberam a ração normal (Tabela 12).

Tabela 12. Concentração sorológica de amilase, lipase e corticosterona aos sete dias de idade de frangos de corte alimentados com rações contendo diferentes níveis proteicos e energéticos e submetidos ou não a ciclo de oito horas de estresse por frio (18°C)

	Amilase	Lipase	Corticosterona
Temperatura			
Conforto	544,54	20,53	85,93b
Frio	545,69	17,43	90,96a
Ração			
Adensada	567,55	24,04a	87,01b
Normal	524,37	19,97b	89,05a
Valor de P			
Temperatura	0,992	0,083	0,012
Ração	0,053	0,025	0,047
Temperatura*Ração	0,276	0,147	0,648
EPM	36,89	2,98	2,10

Médias seguidas por letras diferentes na mesma coluna apresentam diferença (Tukey 5%); EPM: erro padrão da média.

Não houve interação entre a temperatura e o tipo de ração na fase pré-inicial sobre a contagem diferencial de heterófilo:linfócito de frangos de corte aos sete dias de idade ($P > 0,05$). A temperatura e o tipo de ração pré-inicial não influenciaram na contagem diferencial leucocitária (Tabela 13).

Tabela 13. Contagem diferencial de heterófilo:linfócito aos sete dias de idade de frangos de corte alimentados com rações contendo diferentes níveis proteicos e energéticos e submetidos ou não a ciclo de oito horas de estresse por frio (18°C)

	Heterófilo: Linfócito
Temperatura	
Conforto	0,47
Frio	0,59
Ração	
Adensada	0,54
Normal	0,52
Valor de P	
Temperatura	0,317
Ração	0,879
Temperatura*Ração	0,528

EPM	0,041
-----	-------

Médias seguidas por letras diferentes na mesma coluna apresentam diferença (Tukey 5%); EPM: erro padrão da média

Houve interação entre o tipo de ração e temperatura de criação para conversão alimentar dos pintos aos sete dias de idade ($P < 0,05$), para as outras variáveis de desempenho não houve interação entre os fatores estudados ($P > 0,05$). Não houve efeito do tipo de ração para o peso inicial, peso médio, ganho de peso e viabilidade dos pintos aos sete dias de idade ($P > 0,05$), por outro lado, pintos que receberam ração adensada apresentaram menor consumo de ração ($P < 0,05$) aos sete dias (Tabela 14). Não houve efeito do estresse por frio sobre o peso inicial e viabilidade dos pintos aos sete dias de idade. Os pintos que foram criados em conforto apresentaram maior peso médio e ganho de peso, e menor consumo de ração quando comparados aos que foram submetidos ao estresse por frio ($P < 0,05$) (Tabela 14).

Tabela 14. Desempenho de frangos de corte de um a sete dias de idade alimentados com rações contendo diferentes níveis proteicos e energéticos e submetidos ou não a ciclo de oito horas de estresse por frio (18° C) durante a primeira semana de idade

	Peso inicial (g)	Peso médio (g)	Consumo de ração (g)	Ganho de peso (g)	Conversão alimentar (g:g)	Viabilidade (%)
Ração						
Adensada	36,25	153,09	106,24b	116,89	0,910	97,68
Normal	36,20	153,61	111,77a	117,35	0,952	100,00
Temperatura						
Conforto	36,29	156,40a	103,65b	120,11a	0,909	97,68
Frio	36,16	150,30b	114,36a	114,13b	0,952	97,68
Valor de P						
Ração	0,814	0,821	0,006	0,843	0,043	0,568
Temperatura	0,608	0,014	<0,001	0,018	0,042	1,000
Ração*Temperatura	0,569	0,587	0,073	0,634	0,033	1,000
EPM	0,881	0,910	2,341	1,911	0,011	3,891

Médias seguidas por letras diferentes na mesma coluna apresentam diferença (Tukey 5%); EPM: erro padrão da média.

As aves que receberam ração normal mantidas em conforto apresentaram melhor conversão alimentar em comparação com as aves submetidas ao frio ($P < 0,05$). Independente da temperatura, aves que receberam ração adensada apresentaram melhor conversão alimentar. Aqueles submetidos ao estresse por frio e que receberam ração adensada apresentaram menor conversão alimentar em relação aos que receberam ração normal ($P < 0,05$) (Tabela 15).

Tabela 15. Interação entre tipos de ração e temperatura para a conversão alimentar dos pintos aos sete dias de idade

Ração	Temperatura	
Ração	Conforto	Frio
Adensada	0,909Bb	0,918Bb
Normal	0,945Ab	0,967Aa

Médias seguidas por letras diferentes na mesma coluna apresentam diferença (Tukey 5%); EPM: Erro padrão da média.

Não houve interação entre os fatores estudados para os resultados de desempenho de um a 14 dias ($P>0,05$). A ração adensada na primeira semana não influenciou os resultados de desempenho aos 14 dias ($P>0,05$). Houve maior peso médio, ganho de peso e consumo de ração e pior conversão alimentar aos 14 dias para os pintos que foram submetidos ao estresse por frio durante 14 dias de criação ($P<0,05$) (Tabela 16).

Tabela 16. Desempenho de frangos de corte de um a 14 dias alimentados com rações contendo diferentes níveis proteicos e energéticos e submetidos ou não a ciclo de oito horas de estresse por frio (18° C) durante as duas primeiras semanas de idade

	Peso médio (g)	Consumo de ração (g)	Ganho de peso (g)	Conversão alimentar (g:g)
Ração				
Adensada	436,73	547,97	400,53	1,070
Normal	433,38	553,50	397,13	1,099
Temperatura				
Conforto	424,38b	527,77b	388,09b	1,061b
Frio	445,73a	573,69a	409,57a	1,119a
Valor de P				
Ração	0,765	0,551	0,761	0,450
Temperatura	0,048	<0,001	0,045	0,047
Ração*Temperatura	0,954	0,819	0,964	0,775
EPM	13,45	16,81	10,01	0,44

Médias seguidas por letras diferentes na mesma coluna apresentam diferença (Tukey 5%); EPM: erro padrão da média.

Não houve interação entre os fatores estudados para os resultados de desempenho de um a 21 dias ($P>0,05$). A ração adensada na primeira semana não influenciou os resultados de desempenho ($P>0,05$). Houve maior consumo de ração e pior conversão alimentar até 21 dias para os pintos que foram submetidos ao estresse por frio ($P<0,05$) (Tabela 17).

Tabela 17. Desempenho de frangos de corte de um a 21 dias alimentados com rações contendo diferentes níveis proteicos e energéticos e submetidos ou não a ciclo de oito horas de estresse por frio (18° C) durante as duas primeiras semanas de idade

	Peso médio (g)	Consumo de ração (g)	Ganho de peso (g)	Conversão alimentar (g:g)
Ração				
Adensada	990,82	1.241,4	954,62	1,301
Normal	995,62	1.253,5	959,36	1,306
Temperatura				
Conforto	984,0	1.220,0b	947,67	1,270b
Frio	1.002,4	1.289,8a	966,31	1,360 ^a
Valor de P				
Ração	0,639	0,376	0,643	0,450
Temperatura	0,080	<0,001	0,079	0,032
Ração*Temperatura	0,673	0,974	0,663	0,775
EPM	39,11	30,12	19,89	0,01

Médias seguidas por letras diferentes na mesma coluna apresentam diferença (Tukey 5%); EPM: erro padrão da média

Não houve interação entre os fatores estudados para os resultados de desempenho de um a 28 dias ($P>0,05$). A ração adensada na primeira semana não influenciou os resultados de desempenho ($P>0,05$). Houve maior consumo de ração e pior conversão alimentar até 28 dias para os pintos que foram submetidos ao estresse por frio ($P<0,05$) (Tabela 18).

Tabela 18. Desempenho de frangos de corte de um a 28 dias alimentados com rações contendo diferentes níveis proteicos e energéticos e submetidos ou não a ciclo de oito horas de estresse por frio (18° C) durante as duas primeiras semanas de idade

	Peso médio (g)	Consumo de ração (g)	Ganho de peso (g)	Conversão alimentar (g:g)
Ração				
Adensada	1.546,04	2.072,1	1.509,84	1,329
Normal	1.529,87	2.095,4	1.493,61	1,355
Temperatura				
Conforto	1.530,44	2.045,0b	1.494,15	1,321b
Frio	1.545,47	2.122,5a	1.509,30	1,359a
Valor de P				
Ração	0,466	435,22	0,464	0,067
Temperatura	0,498	0,015	0,494	0,021
Ração*Temperatura	0,760	0,569	0,764	0,283
EPM	50,01	44,56	40,11	0,02

Médias seguidas por letras diferentes na mesma coluna apresentam diferença (Tukey 5%); EPM: erro padrão da média.

Não houve interação entre os fatores estudados para os resultados de desempenho de 1 a 35 dias ($P>0,05$). A ração adensada na primeira semana não influenciou os resultados de desempenho ($P>0,05$). Houve maior consumo de ração e pior conversão alimentar até 35 dias para os pintos que foram submetidos ao estresse por frio ($P<0,05$). O Índice de Eficiência Produtiva foi maior para os pintos que foram criados em temperatura de conforto, com relação ao tipo de ração pré-inicial não houve diferença entre o IEP dos grupos (Tabela 19).

Tabela 19. Desempenho e Índice de Eficiência Produtiva (IEP) de frangos de corte de um a 35 dias alimentados com rações contendo diferentes níveis proteicos e energéticos e submetidos ou não a ciclo de oito horas de estresse por frio (18°C) durante as duas primeiras semanas de idade

	Peso médio (g)	Consumo de ração (g)	Ganho de peso (g)	Conversão alimentar (g:g)	Viabilidade (%)	IEP (%)
Ração						
Adensada	2.276,59	3.225,56	2.240,39	1,442	93,75	466
Normal	2.246,52	3.253,28	2.210,27	1,423	95,83	460
Temperatura						
Conforto	2.262,24	3.197,30 ^b	2.225,95	1,400 ^b	95,31	471 ^a
Frio	2.260,87	3.381,54 ^a	2.224,70	1,599 ^a	92,27	455 ^b
Valor de P						
Ração	0,272	0,505	0,270	0,074	0,386	0,658
Temperatura	0,959	0,042	0,963	0,007	0,662	0,035
Ração*Temperatura	0,274	0,410	0,272	0,764	0,199	0,493
EPM	55,12	52,01	48,99	0,03	1,91	13,13

Médias seguidas por letras diferentes na mesma coluna apresentam diferença (Tukey 5%); EPM: erro padrão da média.

4. Discussão

Não foi possível encontrar trabalhos na literatura que fizessem avaliação do uso de ração adensada na fase pré-inicial como agente mitigador dos efeitos causados pelo estresse por frio. Os resultados encontrados reforçaram os efeitos negativos das baixas temperaturas na fase inicial na produção de frangos de corte. Dentre esses, pode-se citar a pior conversão alimentar a partir da segunda semana e aumento do consumo de ração sem aumentar o ganho de peso final, isso ocorreu porque a energia obtida da alimentação durante as duas primeiras semanas de vida teve que ser desviada para produção de calor corporal. Além disso, o aumento da concentração da corticosterona no soro dos frangos que passaram por estresse por frio é um indicador de estresse.

A temperatura ideal da cloaca do pinto de um dia deve ser entre 39,4°C a 40,5°C durante o período pós-eclosão (Aviagen, 2021). Nos primeiros dois dias de idade foi possível verificar uma diferença de temperatura corpórea onde, os pintos que sofreram estresse por frio apresentaram temperaturas menores quando comparados aos do conforto. Pode-se observar que, somente após o terceiro dia, os pintos do tratamento por frio ficaram com temperaturas dentro da faixa aconselhada. Com relação ao tipo de ração inicial fornecida, não houve diferença nas temperaturas cloacal. Pode-se inferir que após dois dias os pintos passaram a melhorar o ajuste de sua temperatura corporal, entretanto essa temperatura parece não ter influenciado a mortalidade das aves.

Na avaliação da consistência do inglúvio, devido à redução da atividade provocada pelo amontoamento das aves, em todos os períodos avaliados, pode-se observar que há um padrão de resultado. Nas avaliações que foram realizadas no período de frio, há maior percentual de aves com papo vazio e menor percentual com papo cheio de água e ração nos grupos submetidos ao frio. De acordo com o guia da linhagem Cobb (2015), após 24 horas de alojamento, 95% das aves deve estar com o inglúvio repleto de água e ração. Segundo Linhoss (2021), essa porcentagem não é possível ser alcançada nas criações comerciais e, em seu estudo, as aves que tiveram menores porcentagens de inglúvio cheio tiveram redução no peso aos sete dias de idade, no entanto isso não afetou o peso aos 14 dias.

Pode-se observar que, na avaliação deste trabalho, o peso médio dos frangos foi diferente aos sete e aos 14 dias, corroborando com os resultados encontrados por Linhoss (2021), uma vez que, os pintos que foram submetidas ao estresse por frio apresentaram os menores percentuais de inglúvio cheio e maiores percentuais de inglúvio vazio e, conseqüentemente, os menores pesos médios aos 7 e 14 dias. Isso ocorreu devido à maior parte das avaliações de inglúvio terem sido durante o tratamento por frio. Dos 21 dias em diante, não houve diferença dos pesos médios entre os tratamentos. Okuyama et al. (2017) demonstraram que a maior concentração sanguínea de corticosterona diminuiu o peso corporal e prejudicou o aproveitamento de nutrientes das aves.

Com relação às avaliações de desenvolvimento dos órgãos, o maior valor de peso relativo da moela aos dois, quatro, cinco, seis e sete dias de idade ocorreu nos pintos do grupo frio. Sendo que, aos dois dias de idade, o maior valor de peso relativo da moela foi obtido pelos pintos que receberam a ração normal e que foram submetidos ao estresse por frio durante as duas primeiras semanas de criação em relação aos pintos que receberam ração adensada. Isso pode ser ocasionado pelo maior consumo por parte desse grupo, nos períodos de conforto, para suprir as necessidades fisiológicas, o que pode ter provocado uma dilatação e hipertrofia da

moela. Segundo Gonzáles-Alvarado et al. (2007), a influência da alimentação nas características da moela está associada à estimulação mecânica deste órgão, que depende do nível, do tipo de ingrediente, do tamanho e das características das partículas da ração. Assim, quanto mais estimulada for a atividade mecânica, maior poderá ser a moela.

Os pintos submetidos ao estresse por frio apresentaram no primeiro dia após o alojamento menor desenvolvimento do intestino delgado e do pâncreas. Aos 5 dias de idade, o maior valor de peso relativo do coração foi obtido pelos pintos alimentados com a ração adensada e do grupo frio, o que pode ser um indicativo de transtorno metabólico provocado por aumento da exigência cardíaca. O que fica mais evidente no sexto e sétimo dia de idade quando, novamente, as aves que foram submetidas ao estresse por frio tiveram maior peso relativo do coração. Esses resultados corroboram com os resultados encontrados por Ipek e Sahan (2006), em que aves submetidas ao estresse por frio apresentaram maior peso do coração, além de maior razão ventrículo direito sobre os ventrículos totais, que é um bom indicativo de futuro desenvolvimento de ascite nas aves. Moraes et al. (2002) também apresentou resultados semelhantes quando obteve maior peso relativo de coração e moela nas aves que foram submetidas ao estresse por frio.

Ipek e Sahan (2006) e Fathi et al. (2015) observaram maior valor para peso relativo do coração de pintos de corte criados sob estresse por frio na primeira semana, quando comparados aos pintos criados em temperaturas de conforto. Esse efeito pode ser relacionado à elevada exigência metabólica, com o aumento do débito cardíaco para abastecer a procura de oxigênio em situações de estresse por frio. Como o sistema imune não está completamente desenvolvido ao nascimento, a imunidade passiva é obtida por absorção das imunoglobulinas do saco vitelino na corrente sanguínea e transporte às superfícies mucosas onde os organismos são susceptíveis para entrar no corpo. Com o consumo de ração inferior as exigências mínimas para tais processos, as imunoglobulinas da gema são absorvidas e metabolizadas para produção de energia, prejudicando o sistema imunológico dessas aves e tornando-as mais suscetíveis a doenças e infecções (Dibner et al., 1998).

Pintos que foram submetidos ao estresse por frio tiveram uma pior absorção de gema aos dois dias de vida, demonstrando um atraso na metabolização do saco da gema. Não houve efeito da temperatura de criação sobre o peso do saco da gema dos pintos para os demais dias. Durante o final da incubação e nas primeiras horas de vida das aves, o fornecimento de nutrientes se dá pela absorção da gema, se logo após a eclosão algum fator prejudicar a absorção do saco vitelino, isso pode gerar deficiência nutricional e perda de produtividade por toda a vida da ave (Zocche, 2016). Segundo Noy et al. (1996), a velocidade de absorção do saco da

gema reflete diretamente na maturação digestiva, estando diretamente ligada ao fornecimento de alimento, assim as aves que têm acesso mais rápido ao alimento, apresentam maior velocidade de reabsorção do saco vitelino. Estudos indicam que além das reservas nutricionais contidas no saco, seu conteúdo está associado à imunidade passiva, tendo sua fração proteica, em grande parte constituída por anticorpos (Barbosa, 2012). Esse resultado pode estar ligado a pior conversão alimentar e aumento do consumo de ração sem aumentar o ganho de peso.

Com relação à concentração de amilase e lipase, não houve interação entre a temperatura de criação das aves durante a primeira semana e o tipo de ração pré-inicial sobre a sua concentração. No entanto, pintos que foram expostos ao frio tiveram maior concentração sanguínea de corticosterona aos sete dias de idade. Oba et al. (2012) avaliaram aves criadas em diferentes temperaturas, aquelas mantidas em ambiente frio apresentaram menor título referente à transferência da imunidade materna para doença de New Castle em relação às aves mantidas em ambiente termoneutro. Os autores concluíram que essa redução de anticorpos pode ser proveniente da elevação nos níveis de corticosterona provocado pelo estresse agudo da temperatura fria. Segundo Rosales et al. (1989), a liberação de corticosterona pode ocasionar a involução do tecido linfóide e a supressão da imunidade humoral e celular. Essa involução pôde ser vista no primeiro dia de idade das aves, quando o peso relativo do baço foi menor nas aves submetidas ao estresse por frio quando comparado ao das aves criadas em ambiente termoneutro.

Pintos que receberam a ração adensada apresentaram maior concentração plasmática de lipase. Essa alteração é benéfica porque promove melhor digestão de gorduras e pode ter sido relacionada à maior concentração lipídica da ração adensada. Tanto a síntese quanto os níveis de lipase pancreática são alterados em função de mudanças na dieta, as quais são induzidas pela presença de seus respectivos substratos no lúmen gastrointestinal (Brannon, 1990). As aves que receberam a ração adensada também apresentaram menor concentração sanguínea de corticosterona aos sete dias. Tal fato pode indicar que o incremento na ração reduziu o estresse, no entanto, não foi observado outro indicativo que justificasse essa manipulação nutricional. Assim como em Ferreira (2017), não foram observados efeitos da baixa temperatura de criação sobre a atividade das enzimas amilase e lipase. Não houve interação entre a temperatura de criação e o tipo de ração pré-inicial sobre a contagem diferencial de heterófilo:linfócito aos 7 dias. Diferente dos achados de Ferreira (2017), nos quais a relação heterófilo:linfócito aos 7 dias foi maior para as aves expostas ao frio moderado e intenso, nesse estudo a temperatura e o tipo de ração pré-inicial não influenciaram na contagem diferencial leucocitária.

Apenas na primeira semana, o grupo que recebeu a ração adensada teve um menor consumo médio de ração em relação ao grupo que recebeu a ração normal. Se tratando da temperatura, o grupo que passou pelo estresse por frio consumiu mais em relação ao controle em quase todas as semanas, sendo semelhante apenas na última. Esses resultados são semelhantes aos encontrados por Amaral (2014), nos quais aves que receberam a ração com menor teor de energia na fase de desenvolvimento apresentaram maior consumo de ração, menor ganho de peso, pior conversão alimentar e moela mais pesada em relação às aves que receberam a ração com maior teor de energia.

Os resultados zootécnicos obtidos na primeira semana de idade dos frangos indicam que aqueles que receberam a ração normal e os que sofreram com o estresse por frio tiveram consumo maior de ração em comparação aos outros grupos, no entanto, esse consumo não trouxe ganho zootécnico uma vez que a conversão alimentar foi pior. Essa diferença de consumo e conversão alimentar se repetiu no decorrer das semanas. Aos 35 dias, novamente o grupo que foi submetido ao estresse por frio apresentou pior conversão alimentar e maior consumo de ração. Esse maior consumo de ração pode ser devido ao comportamento com uma alimentação voraz quando retornava ao conforto térmico no intuito de adquirir reservas e suprir suas necessidades. Resultados semelhantes foram obtidos por Aksit et al. (2008), onde aves criadas em baixas temperaturas tiveram maior consumo de ração e pior conversão alimentar.

Os resultados de desempenho encontrados demonstram que, por mais que obtivessem maiores consumos de ração, os frangos submetidos ao estresse por frio não foram capazes de converter todo esse diferencial de consumo pois estavam desviando parte da energia metabolizada para manter sua homeotermia e porque tiveram seu aproveitamento de nutrientes prejudicado pela alta concentração de corticosterona. Por esse motivo, os frangos criados em ambiente frio tiveram piores conversões alimentares da segunda semana em diante. Apesar disso, na segunda semana de vida, os frangos foram capazes de obter um ganho compensatório de peso, obtendo maior ganho de peso e adquirindo pesos médios semelhantes aos criados em ambiente termoneutro até o final dos 35 dias.

Na primeira semana, os frangos que receberam a ração pré-inicial adensada tiveram menor consumo de ração e o melhor resultado de conversão alimentar aos sete dias foi obtido pelos frangos tratados com a ração adensada que foram mantidos em conforto térmico durante a primeira semana de criação. A conversão alimentar dos frangos que receberam a ração adensada foi melhor do que os que receberam a ração normal. Isso demonstra que a ração adensada trouxe bons resultados na primeira semana, podendo ter auxiliado os frangos a passar pelo desafio do estresse térmico por frio. No entanto, nas semanas seguintes, não houve

diferenças significativas nos resultados zootécnicos entre os frangos que receberam a ração adensada e os que receberam a ração normal. Tal fato demonstra que a ração adensada na primeira semana só influenciou os resultados de desempenho nessa mesma primeira semana. Nas semanas seguintes, o fator ração não interferiu nos resultados. O que demonstra que a manipulação na formulação da ração não foi capaz de reduzir as perdas ocasionadas pelo estresse térmico.

Com relação ao estresse térmico por frio, os frangos que passaram por esse tratamento tiveram pior conversão alimentar e menor peso médio e ganho de peso na primeira semana. A conversão alimentar se manteve sendo a pior em todas as próximas semanas, ao final dos 35 dias, as aves que foram submetidas ao estresse térmico por frio tiveram uma diferença de 199g a mais na conversão alimentar, o que significa que necessitariam comer essa quantidade a mais de ração para cada 1 kg de peso produzido.

No IEP foi possível observar o impacto dessa diferença na conversão alimentar, os frangos que foram submetidos ao estresse por frio apresentaram um IEP de 455 e os que foram criados em ambiente termoneutro obtiveram um IEP de 471. O IEP dos frangos que receberam a ração adensada e dos que receberam a ração normal na primeira semana foi semelhante, demonstrando mais uma vez que essa manipulação nutricional não trouxe ganhos no desempenho ao final dos 35 dias.

5. Conclusão

O estresse por frio durante as duas primeiras semanas de idade provocou um aumento no consumo de ração e piora da conversão alimentar, o que resultou em prejuízo no índice de eficiência produtiva e provocou aumentos no custo de produção. O adensamento energético e proteico na ração na fase pré-inicial só influenciou os resultados de desempenho na primeira semana de vida das aves, dessa forma, não se justifica essa manipulação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aksiti, M., et al., 2008. Effects of cold temperature and vitamin E supplementation on oxidative stress, Troponin-T level, and other ascites-related traits in broilers. *Arch.Geflügelk.* 725, 221–230.

Amaral, L.M.M., 2014. Teores de energia e fibra bruta para poedeiras nas fases de recria e produção. Departamento de Zootecnia, UFMG.

Aviagen., 2021. Manual de Frangos de Corte: Ross 308. Aviagen: Huntsville, Alabama, EUA.

Barbosa, H. Z., 2012. Efeito da restrição alimentar no desenvolvimento do trato gastrointestinal de frangos de corte. Curso de Zootecnia, UFG.

Bastos, A. P. A., 2023. Inovação no setor de carnes. In: SIMPÓSIO BRASIL SUL DE AVICULTURA, 23, Chapecó. Anais. Chapecó: SBA, pp. 10- 14.

Brannon, P. M., 1990. Adaptation of the exocrine pancreas to diet. *Annual Review of Nutrition*, Palo Alto. 10, 88-105.

Cobb Vantress. Cobb Broiler Management Guide, 2021 Disponível em: <https://cobbstorage.blob.core.windows.net/guides/231/Cobb-Broiler-Management-Guide-2021.pdf>. Acesso em: 28 fev. 2023.

Dibner, J.J., Knight, C.D., Kitchell, M.L., Atwell, C.A., Downs, A.C.; Ivey, F.J.Y., 1998. Early feeding and the development of the immune system. *Journal Applied Poultry Research*, 7, 425-436.

Fathi, M., Heidari, M., Ahmadisefat, A. A., Habibian, M., e Moeni, M. M., 2015. Influence of dietary glutamine supplementation on performance, biochemical indices and enzyme activities in broilers with cold-induced ascites. *Animal Production Science*. 56, 2047-2053.

Gill, G. W., 2012. Cytopreparation - Chapter Romanowsky Stains, 12, 217-225.

González-Alvarado, J.M.; Jiménez, M. E.; González-Sánchez, D.; Lazaro, R.; Mateos, G.G., 2010. Effect of inclusion of oat hulls and sugar beet pulp in the diet on productive performance and digestive traits of broilers from 1 to 42 days of age. *Animal Feed Science Technology*. 162,37-46.

Ipek, A.; Sahan, U., 2006. Effects of Cold Stress on Broiler Performance and Ascites Susceptibility. *Journal Animal Science*. 5, 734-738.

Kornasio, R.; Halevy, O.; Kedar, O., 2011. Effect of in ovo feeding and its interaction with timing of first feed on glycogen reserves, muscle growth, and body weight. *Poultry Science*, 90,1467–1477.

Lamot, D., 2017. First week nutrition for broiler chicken: effects on growth, metabolic status, organ development, and carcass composition. PhD Thesis. School of Wageningen Institute of Animal Sciences, Netherlands.

Lara, L.J.C et al., 2008. Influência da forma física da ração e da linhagem sobre o desempenho e rendimento de cortes de frangos de corte. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.* 60,970-978

Linhoss, J. J., Purswell, C., Magee, D., Chesser., 2021. Research Note: effect of stocking density on crop fill progression in broilers grown to 14d. *Poult. Science*. 100, 100-929.

Macari, M., Luquetti, B. C., 2002. Fisiologia cardiovascular. In: MACARI, M.; FURLAN, R.L.; GONZALES, E. (Eds.) Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte. 2.ed. Jaboticabal: Universidade Estadual Paulista. 17-36.

Macari, M.; Furlan, R. L.; Gonzales, E., 1994. Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte. Jaboticabal, SP. FUNEP/UNESP. Pp. 296.

Moraes, V. M. B. et al., 2002. Efeito da temperatura ambiente durante a primeira semana de vida de frangos sobre o peso vivo, desenvolvimento de vísceras e crescimento ósseo. Revista Brasileira de Ciência Avícola. 4:1.

Noy, Y.; Uni, Z.; Sklan, D., 1996. Routes of yolk utilization in the newly-hatched chick. British Poultry Science. 37, 987 – 995.

Oba, A. et al. 2012. Características produtivas e imunológicas de frangos de corte submetidos a dietas suplementadas com cromo, criados sob diferentes condições de ambiente. Revista Brasileira de Zootecnia.41, 1186-1192.

Okuyama, H. et al., 2017. Heat exposure alters the mRNA expression of growth and stress related genes in chicks. Livestock Science. 198, 07-103.

Rosales, A.G.; Villegas, P; Lukert, P.D., 1989. Isolation, identification and pathogenicity of two field strains of infectious Bursal virus. Avian Diseases, 33,35-41.

Rostagno, H.S.; Albino, L.F.T.; Donzele, J.L, et al., 2017. Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais. Departamento de Zootecnia. UFV. Viçosa, MG. 252.

Souza, M. G. et al., 2011. Utilização das vitaminas C e E em rações para frangos de corte mantidos em ambiente de alta temperatura. Revista Brasileira de Zootecnia. 40, 2192-2198.

Tarachai, P.; Yamauchi, K., 2000. Effects of luminal nutrient absorption, intraluminal physical stimulation and intravenous parenteral alimentation on the recovery responses of duodenal villus morphology following feed withdrawal in chickens. Poultry Science. 79, 1578- 1585.

Uni, Z., Noy, Y., Sklan, D., 1995. Post hatch changes in morphology and function of the small intestines in heavy and light strain chicks. Poultry Science.74, 1622-1629.

Zocche, A. T., 2016. Efeito da idade da matriz e da temperatura de alojamento sobre a absorção do saco vitelino e desempenho zootécnico de frangos de corte. Archives of Veterinary Science. 21, 52-63.