

UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL

**EFEITO DO AMBIENTE SOBRE AS CARACTERÍSTICAS DE
DESEMPENHO, CARÇAÇA, ÓRGÃOS E TEMPERATURAS
CORPORAIS DE CODORNAS EUROPEIAS**

DIHEGO SILVA BONFIM

Chapadinha

2015

DIHEGO SILVA BONFIM

**EFEITO DO AMBIENTE SOBRE AS CARACTERÍSTICAS DE
DESEMPENHO, CARÇAÇA, ÓRGÃOS E TEMPERATURAS
CORPORAIS DE CODORNAS EUROPEIAS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal da Universidade Federal do Maranhão, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciência Animal.

Orientador: Prof. Dr. Jefferson Costa de Siqueira
Co-Orientador: Prof. Dr. Celso Yoji Kawabata

Chapadinha

2015

Bonfim, Dihego Silva

Efeito do ambiente sobre as características de desempenho, carcaça, órgãos e temperaturas corporais de codornas europeias / Dihego Silva Bonfim. – 2015.

42 f.

Impresso por computador (fotocópia).

Orientador: Prof. Dr. Jefferson Costa de Siqueira

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Maranhão, Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, 2015.

1. *Coturnix coturnix coturnix*. 2. ITGU 3. Características produtivas. I. Título

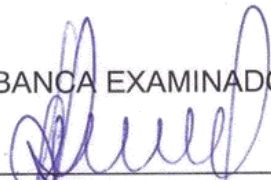
DIHEGO SILVA BONFIM

**EFEITO DO AMBIENTE SOBRE AS CARACTERÍSTICAS DE
DESEMPENHO, CARÇAÇA, ÓRGÃOS E TEMPERATURAS
CORPORAIS DE CODORNAS EUROPEIAS**

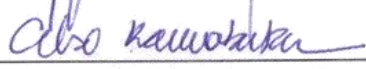
Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal da Universidade Federal do Maranhão, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciência Animal.

Aprovada em 27/04/2015


BANCA EXAMINADORA



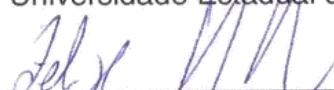
Prof. Dr. Jefferson Costa de Siqueira (Orientador)
Universidade Federal do Maranhão



Prof. Dr. Celso Yoji Kawabata (Co-orientador)
Universidade Federal do Maranhão



Prof.^a. Dr.^a. Maria Inez Fernandes Carneiro (1^a examinadora)
Universidade Estadual do Maranhão



Prof. Dr. Felipe Barbosa Ribeiro (2^o examinador)
Universidade Federal do Maranhão

Dedico primeiramente a Deus,

O pai de todos os pais.

Meus pais José Bonfim e Marli Bonfim

A minha irmã Deilane Bonfim

Meu filho Breno Bonfim, a razão maior desta conquista.

A minha companheira Solange Melo.

Meu grande orientador e amigo Jefferson Costa de Siqueira.

AGRADECIMENTOS

A Universidade Federal do Maranhão por proporcionar o Programa de Pós Graduação em Ciência Animal que é de fundamental importância para o desenvolvimento científico. A CAPES pela concessão da bolsa de estudos e a FAPEMA pelo financiamento do projeto.

Ao meu orientador e amigo Jefferson Costa de Siqueira, pelos ensinamentos e por sempre estar ao meu lado nos momentos que mais precisei. Muito Obrigado, professor!

Ao meu co-orientador Celso Yoji Kawabata, pela parceria e disponibilidade dos seus orientados (GEAC) em ajudar neste meu trabalho.

A todos os professores que participaram da minha formação no Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal da UFMA, em especial a Jefferson Costa de Siqueira, Celso Yoji Kawabata, Marcos A. D. Bonfim e Felipe Barbosa Ribeiro.

A professora Maria Inez Fernandes Carneiro pela participação na banca examinadora e pela contribuição no meu trabalho.

Aos meus pais José Bonfim e Marli Bonfim pelo apoio e incentivo em todas as minhas lutas. A minha irmã Deilane Bonfim e meu filho amado Breno Bonfim, a inspiração da minha vida.

A minha companheira Solange Melo, pelo apoio nesta trajetória.

Aos meus companheiros da turma do mestrado, principalmente aqueles que fizeram parte mais próxima da minha vida Osman Gerude, Gabriel Neves e Celso Barros.

Ao Francisco Loyola, Wellington Gomes, Augusto Esposito, Humberto Diniz, grupo GEAC e aos demais que me ajudaram na execução do experimento.

Obrigado.

RESUMO

Objetivou-se avaliar os efeitos da temperatura ambiente/consumo sobre o desempenho, rendimentos de carcaça, cortes e órgãos e temperaturas corporais de codornas europeias dos 14 aos 42 dias de idade. 450 codornas (*Coturnix coturnix coturnix*) foram distribuídas em baterias, acondicionadas em duas salas de alvenaria, com uma delas contendo um condicionador de ar para climatizar o ambiente. O delineamento foi o inteiramente casualizado, com três tratamentos e seis repetições de 25 aves, totalizando 18 unidades experimentais. Os tratamentos consistiram em: 26AL (26°C alimentação *Ad libitum*); 32AL (32°C alimentação *Ad libitum*) e 26PF (26°C alimentação controlada para manter o mesmo consumo das aves mantidas a 32°C). Foi avaliado o consumo de ração (CR), ganho de peso (GP), conversão alimentar (CA), peso vivo (P28d, P42d) e eficiência energética para ganho de peso (EEGP) no período inicial (14 a 28 dias) e acumulado (14 a 42 dias). Aos 28 e aos 42 dias, o peso de carcaça (PC), rendimentos (%) de carcaça (RC), peito (RP), coxa (RCX), sobrecoxa (RSCX) e asa (RASA); os pesos relativos (%) do trato digestório (PRTD), coração (PRCOR), fígado (PRFIG), moela (PRMOE) e intestino (PRINT). Também foram avaliadas as temperaturas (°C) cloacais (TC) e superficiais (cabeça, TCA; peito, TP; dorso, TD; asa, TA; e perna, TPE) e as temperaturas (°C) superficial média (TSM) e corporal média (TCM), aos 28 e 42 dias, em três horários (07:00; 13:00 e 19:00h). As médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste SNK considerando o nível de 5% de significância. As codornas do grupo 32AL apresentaram redução ($P < 0,05$) do CR, GP, P28d, P42d em relação àquelas do grupo 26AL, não havendo diferença ($P > 0,05$) na CA e na EEGP. Já àquelas do grupo 26PF pioraram ($P < 0,05$) o CR, GP, CA, P28d, P42d e a EEGP em relação àquelas do grupo 26AL. Houve piora ($P < 0,05$) no GP, CA, P28d e na EEGP das aves do grupo 26PF em relação àquelas do grupo 32AL no período inicial, não havendo diferença ($P > 0,05$) entre essas variáveis no período acumulado. Observou-se redução ($P < 0,05$) no PC das codornas dos grupos 32AL e 26PF em relação àquelas do grupo 26AL, não havendo efeito ($P > 0,05$) sobre o RC e cortes. Observou-se efeito ($P < 0,05$) do ambiente/consumo sobre o PRCOR (28 dias) e sobre o PRMOE (42 dias) não havendo efeito ($P > 0,05$) sobre o PRTD, PRFIG e PRINT. As TC, TA aos 28 dias (07:00 e 13:00h) e a TPE aos 42 dias (7:00h), não foram influenciadas ($P > 0,05$) pelo ambiente/consumo. As codornas do grupo 32AL apresentaram TCA, TP, TD e TSM superiores ($P < 0,05$) àquelas dos grupos mantidos a 26°C, em todos os horários. A TCM das aves do grupo 32AL foi superior ($P < 0,05$) em relação às aves mantidas a 26°C, aos 28 (13:00h) e 42 dias (07:00, 13:00 e 19:00h). O ambiente de 32°C favorece o desempenho das codornas até os 28 dias, prejudicando a partir dessa idade em relação ao ambiente de 26°C. Os rendimentos de carcaça, órgãos e a temperatura interna das codornas mantidas a 26 e 32°C não são influenciadas.

Palavras-chave: *Coturnix coturnix coturnix*, ITGU, características produtivas.

ABSTRACT

The objective was to evaluate the effects of environmental/consumption temperature on performance, carcass yield, sections and organs and body temperatures of quails of 14 to 42 days old. 450 quails (*Coturnix coturnix coturnix*) were distributed in batteries, packed in two masonry rooms, with one their containing an air conditioner for chill the environment. The design was completely randomized with three treatments and six replicates of 25 birds, totaling 18 experimental units. The treatments consisted in: 26AL (26°C *Ad libitum* feeding); 32AL (32°C feeding *Ad libitum*) and 26PF (26°C feeding controlled to maintain the same consumption of quails kept at 32°C). Were evaluated the intake of feed (FI), weight gain (WG), feed conversion (FC), body weight (W28d, W42d) and energy efficiency to weight gain (EEWG) in quails in the initial period (14 to 28 days) and cumulative (14 to 42 days). At 28 and at 42 days, the carcass weight (CW), the yields (%) carcass (CY), breast (BY), thigh (TY), drumstick (DY) and wing (WY); the relative weights (%) of the digestive tract (RWDT), heart (RWHEA), liver (RWLIV), gizzard (RWGIZ) and intestine (RWINT). Also were evaluated the temperatures (°C) cloacal (CT) and surface (head, HET; breast, BT; back, BAT, wing, WT, and leg, LET) and the temperatures (°C) average surface (AST) and body average (ABT), at 28 and 42 days, in three hours (7:00, 13:00 and 19:00h). The treatment means were compared by SNK test considering the 5% level of significance. The quails of the 32AL group present decreased ($P<0.05$) of the FI, WG, W28d, W42d in relation to those of the 26AL group, with no difference ($P>0.05$) in the FC and EEWG. Already to those of 26PF group worsened ($P<0.05$) the FI, WG, FC, W28d, W42d and EEWG in relation those of the 26AL group. Worsened ($P<0.05$) in the GP, CA, P28d and EEGP of the birds of 26PF group in relation to those of the 32AL group in the initial period, with no difference ($P>0.05$) between these variables in the accumulated period. It was observed reduction ($P<0.05$) in the CW of the quails of groups 32AL and 26PF in relation to those of the 26AL group, there not effects ($P>0.05$) on the CY and sections. It was observed effect ($P<0.05$) of the environment/consumption about the RWHEA (28 days) and about the RWGIZ (42 days), there was no effect ($P>0.05$) about the RWDT, RWINT and RWLIV. The CT, WT at 28 days (07:00 and 13:00h) and the LET at 42 days (7:00h), were not influenced ($P>0.05$) by the environment/consumption. The quails of the 32AL group presented HET, BT, BAT and higher AST ($P<0.05$) to those of the groups kept at 26°C, at all hours. The ABT of birds of 32AL group was higher ($P<0.05$) in relation to birds kept at 26°C, at 28 (13:00h) and 42 days (07:00, 13:00 and 19:00h). The environment 32°C favors the performance of quail to 28 days, hurting from that age compared to ambient 26°C. Carcass yield, organs and the internal temperature of the quail kept at 26 and 32°C are not influenced.

Keywords: *Coturnix coturnix coturnix*, BGHI, productive characteristics.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Efeitos isolados e avaliados pelas comparações entre os tratamentos....	12
Tabela 2 - Rações formuladas para atender as exigências nutricionais de codornas de corte nas fases de cria e recria	13
Tabela 3 – Consumo de ração (CR), ganho de peso (GP), conversão alimentar (CA), peso corporal (P28d, P42d) e eficiência energética para ganho de peso (EEGP) de codornas europeias mantidas em diferentes ambientes/consumo e em diferentes períodos de avaliação (14 a 28 e 14 a 42 dias).....	18
Tabela 4 - Peso de carcaça (PC) e rendimentos de carcaça (RC), peito (RP), coxa (RCX), sobrecoxa (RSCX) e asa (RASA) de codornas europeias em diferentes ambientes/consumo aos 28 e 42 dias de idade	21
Tabela 5 - Pesos relativos do trato digestório (PRTD), coração (PRCOR), fígado (PRFIG), moela (PRMOE) e intestino (PRINT) de codornas europeias em diferentes ambientes/consumo aos 28 e 42 dias de idade	24
Tabela 6 - Temperaturas (°C) cloacais (TC), da cabeça (TCA), peito (TP), dorso (TD), asa (TA), perna (TPE), superficial média (TSM) e corporal média (TCM) de codornas europeias (28 dias) em diferentes ambientes/consumo e em diferentes horários	26
Tabela 7 - Temperaturas (°C) cloacais (TC), da cabeça (TCA), peito (TP), dorso (TD), asa (TA), perna (TPE), superficial média (TSM) e corporal média (TCM) de codornas europeias (42 dias) em diferentes ambientes/consumo e em diferentes horários	27

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	1
2 REVISÃO DE LITERATURA	2
2.1 Panorama da coturnicultura de corte no Brasil	2
2.2 Caracterização do ambiente e zona de conforto térmico	3
2.3 Efeitos da temperatura ambiente sobre o desempenho	5
2.4 Efeitos da temperatura ambiente sobre as características de carcaça e órgãos	7
2.5 Efeitos fisiológicos e comportamentais em decorrência do estresse por calor	9
3 OBJETIVOS	11
4 MATERIAL E MÉTODOS	11
4.1 Aves, delineamento experimental e descrição dos tratamentos	11
4.2 Rações experimentais e manejo	12
4.3 Características avaliadas	14
4.4 Análises estatísticas	15
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	16
5.1 Ambiente	16
5.2 Desempenho	17
5.3 Carcaça e cortes	20
5.4 Órgãos	23
5.5 Temperaturas corporais	25
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	29
REFERÊNCIAS	29

1 INTRODUÇÃO

As aves, como todos os animais homeotérmicos, dependem de um ambiente adequado para poderem expressar seu potencial de produção. O estresse por calor é um dos principais fatores que exercem efeitos negativos sobre o consumo de ração, conseqüentemente, sobre as características produtivas das aves, resultando em prejuízos econômicos aos avicultores.

A redução do consumo de ração em função do aumento da temperatura ambiente está documentada para frangos de corte (ABU-DIEYEH, 2006; EL-DEEP et al., 2014), galinhas poedeiras (MASHALY et al., 2004; YOSHIDA et al., 2011; OLIVEIRA et al., 2014), perus (VELDKAMP et al., 2003; VELDKAMP et al., 2005) e codornas de postura (SAHIN; KUCUK, 2003; OZBEY; OZCELIK, 2004).

Estudos com frangos de corte mantidos em estresse por calor sugerem que aproximadamente 60% da redução do desempenho são atribuídos indiretamente à redução do consumo, sendo os outros 40% atribuídos aos efeitos diretos da temperatura (FARIA FILHO, 2006; BONNET et al., 1997; GERAERT et al., 1996). Nesse contexto, parte da redução do desempenho pode ser ocasionada pela deficiência de energia e nutrientes, sendo a outra parte associada ao aumento dos gastos energéticos para a dissipação de calor, necessária para a manutenção da homeotermia.

Estratégias nutricionais como a utilização de nutrientes altamente digestíveis, redução da proteína bruta com suplementação de aminoácidos industriais e substituição da energia de carboidratos por energia de óleos e gorduras na ração, foram propostas como um meio de reduzir a produção de calor das aves e aumentar o consumo de ração (energia e nutrientes). De acordo com Gous e Morris (2005), para frangos de corte, essas estratégias resultariam em benefícios equivalentes aos obtidos com a redução de aproximadamente 1°C na temperatura do aviário. Com base nisso, essas estratégias poderiam ser utilizadas para recuperar parcialmente a fração do desempenho perdida em função do baixo consumo de ração.

A criação de codornas de corte (*Coturnix coturnix coturnix*) é uma atividade com grande potencial de expansão no Brasil, tendo em vista a necessidade de pequenas áreas para implantação, reduzida necessidade de mão-de-obra, baixo

investimento inicial e rápido retorno de capital, além da favorável procura da carne pelo mercado consumidor. Adicionalmente, estudos indicam que as codornas de corte podem ser mais tolerantes a altas temperaturas ambientes que frangos de corte (SOUSA et al., 2014) em virtude da maior relação superfície: volume corporal, sugerindo uma maior capacidade de dissipação do calor gerado no metabolismo.

Diante disso, a coturnicultura de corte pode constituir uma atividade de grande importância socioeconômica, representando uma alternativa para os inúmeros produtores rurais da região nordeste, onde as temperaturas permanecem elevadas durante grande parte do ano.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Panorama da coturnicultura de corte no Brasil

A criação de codornas foi iniciada no Brasil por volta de 1960 pelos europeus e japoneses visando principalmente à produção e comercialização de ovos, utilizando a espécie *Coturnix coturnix japonica*, entretanto, a exploração de codornas para carne (*Coturnix coturnix coturnix*) vem se constituindo em nova alternativa para o setor avícola (CORRÊA et al., 2005).

Dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2013) apontaram um crescimento de 10,6% no rebanho efetivo de codornas nacional (carne e ovos) entre os anos de 2012 e 2013, sendo superior ao crescimento observado de 5,6% entre os anos de 2011 e 2012. A necessidade de pequenas áreas para implantação, reduzida necessidade de mão-de-obra, baixo investimento inicial e rápido retorno de capital, além da crescente demanda pela carne são as principais causas desse crescimento.

No ano de 2013 o efetivo de codornas (postura e corte) no Brasil foi de 18,172 milhões de cabeças, sendo a região Sudeste a responsável pela maior parcela (76,0%), com destaque para o Estado de São Paulo (54,10%). A região Nordeste registrou apenas 8,24% do efetivo nacional, sendo Pernambuco considerado o estado de maior efetivo (3,12%) em relação a esse percentual. O Estado do Maranhão assume a 19ª posição em relação ao efetivo nacional (0,14%), superando

os estados do Piauí (0,13%), Distrito Federal (0,12%), Amazonas (0,09%), Acre (0,07%) e Sergipe (0,045%) (IBGE, 2013).

Grande parte do efetivo de codornas no país é destinada à produção de ovos, sendo estes mais conhecidos e mais populares que a carne destas aves (PASTORE et al., 2012). Entretanto, com a utilização de linhagens específicas para corte, a produtividade e qualidade da carne têm melhorado significativamente, associando-se ao crescente aumento da demanda por este produto (ABREU et al., 2014). Codornas europeias destinadas à produção de carne (*Coturnix coturnix coturnix*) apresentam vantagens como crescimento mais acelerado e maior peso corporal à idade de abate (cerca de 200g) em relação às codornas de postura (*Coturnix coturnix japonica*) (SILVA et al., 2012).

As codornas europeias apresentam excelentes características em sua carne como o elevado valor nutritivo e proteína de alto valor biológico. Pesquisas indicam que a carne de codorna é uma excelente fonte de aminoácidos, vitaminas (B1, niacina, B2, ácido pantotênico, B6), minerais (ferro, fósforo, zinco e cobre) e ácidos graxos, sendo de coloração mais acentuada, macia e saborosa, apresentando boa aceitação sensorial (PASTORE et al., 2012).

Atualmente há grande incentivo do mercado brasileiro para o avanço da produção de carne de codorna devido ao desenvolvimento de pesquisas por universidades e empresas especializadas. Diante disso, a coturnicultura de corte pode constituir uma atividade de grande importância socioeconômica no Brasil, altamente competitiva no mercado de carnes, representando uma alternativa para os produtores rurais a fim de possibilitar carne de qualidade e a custo acessível para a maioria da população.

2.2 Caracterização do ambiente e zona de conforto térmico

O ambiente em que os animais se encontram submetidos compreende todos os elementos físicos, químicos, biológicos, sociais e climáticos (BAËTA; SOUZA, 2010). Dentre os fatores climáticos que influenciam a produção de codornas europeias são citadas a temperatura, umidade relativa, movimentação do ar e a radiação (SOUSA et al., 2014). Os elementos climáticos variam e nem sempre são

compatíveis com as necessidades fisiológicas das aves em um sistema de produção (MACARI, 2001).

As codornas europeias, como todas as aves, são animais homeotérmicos que possuem a capacidade de manter a temperatura corporal dentro de estreitos limites, sendo a faixa de temperatura ambiental que possibilita essa manutenção com mínimo esforço metabólico denominada zona de conforto térmico (ZCT) ou de termoneutralidade. Para este alcance, o calor produzido pelo metabolismo deve ser igual às perdas de calor corporal (MUJAHID, 2011).

A ZCT está relacionada a um ambiente térmico ideal, no qual as aves encontram condições perfeitas para expressar suas melhores características produtivas (NAZARENO et al., 2009). Grande parte da fração de energia do alimento consumido pelas aves em ambiente termoneutro é destinada à produção, uma vez que para a termogênese ou para a termólise as necessidades são mínimas (MUJAHID, 2011).

O processo de manutenção da homeotermia somente é eficiente quando a temperatura ambiental estiver dentro dos limites da termoneutralidade, sendo que as aves não se ajustam perfeitamente em extremos de temperatura, podendo, inclusive, ter a vida ameaçada (SILVA et al., 2012). Dessa forma, é importante que as aves sejam alojadas em ambientes onde seja possível o balanço térmico.

A ZCT é limitada em ambos os extremos pela Temperatura Crítica Inferior (TCI) e Temperatura Crítica Superior (TCS) que são capazes de influenciar na produção das aves, uma vez que mecanismos termorregulatórios são acionados quando a temperatura ambiente ultrapassa esses limites, demandando alto gasto energético (BAÊTA; SOUZA, 2010). Além do ambiente, a zona de conforto térmico depende de alguns fatores ligados ao animal, como peso, idade, estado fisiológico, tamanho do grupo, nível de alimentação e linhagem genética.

Em um estudo realizado para verificar as melhores condições de sobrevivência e peso corporal de codornas de postura, Wilson e Siopes (1969) concluíram que temperaturas de 35,0, 32,0, 26,7 e 21,1°C, durante as quatro primeiras semanas de idade, respectivamente, podem ser consideradas ideais. Estes autores sugeriram que a umidade relativa pode ser de 30 a 60% sem efeitos prejudiciais as aves.

Observou-se que, à medida que a ave cresce, a temperatura adequada diminui em virtude do aumento do peso corporal.

Embora as variáveis climáticas (temperatura, umidade relativa, movimento do ar e a radiação) influenciem no conforto térmico ambiental, a utilização isolada delas pode ser insuficiente para caracterizar adequadamente o ambiente no qual os animais são submetidos. Nesse contexto, vários autores têm proposto a utilização de índices bioclimáticos, dentre eles o índice de temperatura do globo e umidade (ITGU).

Para caracterizar o ambiente térmico em um único valor que represente o impacto das variáveis que interferem no equilíbrio térmico do animal, Buffington et al. (1981) propuseram o ITGU, que incorpora, dentre outras variáveis, a temperatura de bulbo seco, temperatura de globo negro e a umidade relativa do ar. Diante disso, o ITGU vem sendo amplamente utilizado, sendo expresso pela seguinte equação: $ITGU = T_{gn} + 0,36 T_{po} - 330,08$; em que T_{gn} = Temperatura de globo negro (K) e T_{po} = Temperatura do ponto de orvalho (K).

Sousa et al. (2014) estudaram os efeitos de diferentes ambientes térmicos sobre o desempenho de codornas europeias dos 22 aos 35 dias de idade, com o objetivo de determinar faixas de conforto térmico, expressas em termos de temperatura ambiente e ITGU. Os autores concluíram que temperaturas entre 25,6 e 26,7°C, correspondentes à valores de ITGU entre 75,3 e 75,8 caracterizam conforto térmico, enquanto temperaturas entre 30,4 a 33,2°C, correspondentes à valores de ITGU entre 79,7 e 82,2, caracterizam condição de calor moderado/severo.

Nesse sentido, os valores calculados de ITGU refletem no conforto ou desconforto térmico da ave, como de qualquer animal, sendo um parâmetro importante para a tomada de decisões na implantação de criações, adequadamente ajustadas às necessidades dos animais.

2.3 Efeitos da temperatura ambiente sobre o desempenho

Estudos de Veldkamp et al. (2005), com perus submetidos a estresse por calor (28°C) dos 29 aos 140 dias de idade, revelaram redução de 22,8% no consumo de ração em relação aos perus mantidos em termoneutralidade (18°C), resultando em

uma redução de 19,7% no ganho de peso. Esses autores enfatizaram que os efeitos da temperatura foram mais pronunciados com o avançar da idade das aves.

Oliveira et al. (2014) verificaram que galinhas poedeiras com 27 semanas de idade expostas ao estresse por calor (32°C) apresentaram redução no consumo de ração (12,7%) em relação àquelas mantidas em termoneutralidade (26°C), resultando em efeito negativo sobre o desempenho e parâmetros de qualidade dos ovos.

Sahin e Kucuk (2003) verificaram piora no consumo de ração (5,71%) em codornas japonesas (42 dias) expostas a 34°C quando comparadas àquelas mantidas a 22°C, resultando em piora de 5,95 e 5,68% na conversão alimentar e no peso final das aves, respectivamente.

Frangos de corte criados a 35°C apresentaram menor consumo de ração (24,67%) em relação aos frangos mantidos a 25°C entre os 28 e 56 dias de idade, resultando em piora na conversão alimentar (26,44%) e conseqüentemente redução no peso vivo (28,96%) (AL-FATAFTAH; ABU-DIEYEH, 2007).

Com o objetivo de avaliar os efeitos de diferentes temperaturas sobre o desempenho de codornas europeias, Sousa (2013) verificou redução no consumo de ração de 12,3 e 28,7% das aves (1 a 21 dias) mantidas a 36 e 39°C, respectivamente, em comparação àquelas mantidas a 33°C, não havendo influência sobre o ganho de peso. Já entre os 22 e 28 dias, apesar do consumo e da conversão alimentar das codornas mantidas a 33°C serem iguais àquelas mantidas a 26,7°C houve piora no ganho de peso (41,6%).

Em estudos com frangos de corte (21 a 42 dias) mantidos em ambiente termoneuro (22°C) e de estresse por calor (32°C), foram conduzidos visando isolar o efeito direto da temperatura do efeito indireto da redução do consumo de ração provocado pela exposição ao calor (FARIA FILHO, 2006; BONNET et al., 1997; GERAERT et al., 1996). Os resultados evidenciaram que aproximadamente 60% da redução do desempenho são atribuídos indiretamente à redução do consumo, sendo os outros 40% atribuídos aos efeitos diretos da alta temperatura. Nesse contexto, parte da redução do desempenho pode ser ocasionada pela deficiência de energia e nutrientes, sendo a outra parte associada ao aumento dos gastos energéticos para a dissipação de calor, necessária para a manutenção homeotérmica.

Diversos estudos (OBA et al., 2012; ROSA et al., 2007; AIN BAZIZ et al., 1996) demonstraram que não apenas o desempenho das aves é prejudicado pelas elevadas temperaturas ambientais, mas também as características de carcaça e órgãos, o que resulta na alteração da relação peso carcaça/peso corporal.

2.4 Efeitos da temperatura ambiente sobre as características de carcaça e órgãos

Estudos indicam que temperaturas elevadas (32°C) provocam redução no tamanho das vísceras metabolicamente mais ativas (coração, fígado, moela e intestino) em frangos de corte, resultando em modificações dos rendimentos de carcaça e cortes (OBA et al., 2012; ROSA et al., 2007; OLIVEIRA et al., 2006; AIN BAZIZ et al., 1996). De acordo com Oliveira et al. (2006), a redução do peso relativo dos órgãos das aves submetidas em elevadas temperaturas corresponde à tentativa de reduzir a produção de calor interno, constituindo um ajuste fisiológico.

Avaliando o efeito do ambiente sobre características de carcaça de frangos de corte aos 49 dias de idade, Ain Baziz et al. (1996) observaram que o ambiente com 32°C proporcionou aumento nos rendimentos de carcaça (1,48%) e de coxa+sobrecoxa (5,71%), havendo um menor rendimento de peito (11,19%) em relação aos mantidos a 22°C.

De maneira semelhante, Oliveira et al. (2006) constataram aumento dos rendimentos de carcaça (3,62%), coxa (8,15%) e sobrecoxa (10,07%) e redução do rendimento de peito (4,21%) em frangos de corte aos 49 dias mantidos a 32°C em comparação aos mantidos a 22°C.

Rosa et al. (2007) também observaram aumento dos rendimentos de carcaça (2,58%) e coxa+sobrecoxa (2,61%) e redução do rendimento de peito (9,05%) em frangos de corte aos 42 dias de idade mantidos a 32°C, em relação aos mantidos a 23°C.

Confirmando estes resultados, Oba et al. (2012) verificaram que frangos de corte aos 47 dias de idade mantidos sob estresse por calor (32°C) apresentaram maior rendimento de coxa+sobrecoxa (34,65%) e de asa (11,89%), e o menor rendimento de peito (31,98%) quando comparados às aves sob condições termoneutras (22°C).

Estes resultados podem estar associados ao fato da musculatura do peito dos frangos de corte apresentar metabolismo glicolítico (fibras brancas), enquanto a musculatura das pernas apresenta metabolismo oxidativo (fibras vermelhas). Com isso, devido à ofegação dos frangos durante o estresse por calor, ocorre maior atividade da musculatura do peito, demandando parte das reservas de glicogênio e prejudicando o desenvolvimento muscular. Já o maior rendimento de coxa+sobrecoxa decorre da constituição de grande quantidade de fibras vermelhas, podendo apresentar considerável reserva de gordura, que é utilizada como fonte energética (OBA et al., 2012).

Rosa et al. (2007) observaram redução dos pesos relativos do coração (20,75%) e fígado (9,60%) de frangos de corte (42 dias) mantidos em estresse por calor (32°C) em relação àqueles mantidos em condições termoneutras (23°C). Estes autores associaram a redução da exigência de manutenção à diminuição da massa dos órgãos internos e à menor atividade metabólica desses órgãos nas aves mantidas em 32°C.

Oliveira Neto et al. (2000) também verificaram redução dos pesos relativos do coração (15,79%), fígado (12,66%), moela (24,82%) e intestino (23,07%) em frangos de corte (22 aos 42 dias) mantidos em 32°C em relação àqueles mantidos em 23°C. Segundo estes autores, as temperaturas ambientais elevadas podem causar várias mudanças fisiológicas adaptativas, dentre elas o aumento da concentração plasmática de corticosterona e a redução dos níveis séricos dos hormônios triiodotironina (T3) e tiroxina (T4), resultando em modificação do tamanho dos órgãos.

Com base nessas informações evidencia-se que temperaturas elevadas comprometem o desempenho, características de carcaça, cortes e órgãos das aves, podendo ocasionar prejuízos econômicos aos avicultores. Nesse sentido, estudos conduzidos para avaliar as características produtivas das aves mantidas sob diferentes temperaturas ambientes são de fundamental importância para o desenvolvimento de estratégias nutricionais e de manejo capazes de reduzir os prejuízos ocasionados pelo estresse por calor, especialmente em regiões onde a temperatura ambiente permanece elevada durante a maior parte do ano, como na região nordeste do Brasil.

2.5 Efeitos fisiológicos e comportamentais em decorrência do estresse por calor

As aves, como todos os animais homeotérmicos, dispõem de um centro termorregulador, localizado no hipotálamo, capaz de controlar a temperatura corporal através de mecanismos fisiológicos e respostas comportamentais, mediante a produção e liberação de calor, determinando assim a manutenção da temperatura corporal normal (ABU-DIEYEH, 2006).

Entre as respostas fisiológicas de aves mantidas em ambientes com temperatura elevada inclui-se a vasodilatação periférica, visando maximizar a perda de calor não evaporativo (BORGES et al., 2003). Simultaneamente, na tentativa de aumentar a dissipação do calor, as aves modificam seu comportamento, abrindo as asas e deixando-as afastadas do corpo, eriçando as penas e intensificando a circulação periférica (FURLAN; MACARI, 2002).

Outra resposta fisiológica é o aumento da frequência respiratória, resultando em perdas excessivas de dióxido de carbono (CO_2) no sangue. Assim, a pressão parcial de CO_2 (pCO_2) arterial diminui, levando à redução na concentração de ácido carbônico (H_2CO_3) e hidrogênio (H^+) no sangue. Em resposta, os rins aumentam a excreção de HCO_3^- e reduzem a excreção de H^+ na tentativa de manter o equilíbrio ácido-base. Portanto, em condições de estresse por calor, o aumento da frequência respiratória provoca um desequilíbrio ácido-base conhecido como alcalose respiratória. Como consequência, a maioria das atividades metabólicas fica comprometida e enquanto não houver o retorno do equilíbrio homeostático, o desempenho será prejudicado, podendo resultar na morte da ave (BORGES et al., 2003).

Quando o organismo precisa aumentar a produção de calor, o hipotálamo estimula a atividade da hipófise, sendo esta, responsável pela secreção do hormônio tireotrófico (TSH), estimulando a tireoide a secretar tiroxina (T4). A tiroxina estimula o metabolismo celular, através da formação de triiodotironina (T3), sua forma ativa, que aumenta a taxa metabólica. Esses hormônios tireoideanos (T3 e T4) são considerados os mais importantes no controle dos processos metabólicos das aves, influenciando o crescimento, a eficiência alimentar, a termogênese e a composição corporal (ABU-DIEYEH, 2006). Dessa forma, aves estressadas por calor apresentam

os níveis plasmáticos de T3 e T4 reduzidos, resultando na diminuição da taxa metabólica (CHEN et al., 1994).

Tendo em vista que a taxa de produção do calor metabólico é diminuída em aves mantidas em estresse por calor (GERAERT et al., 1996), a taxa de *turnover* proteico, que representa a síntese e a degradação de proteína, também é influenciada pela temperatura ambiente. De acordo com Yunianto et al. (1997) essas alterações podem estar associadas à modificações nas funções do sistema endócrino, dentre elas a elevação da concentração plasmática de corticosterona, resultando no aumento da taxa de degradação da proteína muscular em frangos de corte submetidos ao estresse por calor (30 e 34°C).

Elevadas temperaturas ambientais influenciam negativamente a temperatura corporal das aves modificando as variáveis fisiológicas. Dalke et al. (2005) observaram um aumento na temperatura cloacal, de superfície (asa, dorso, cabeça, peito, perna) e superficial média em frangos de corte aos 42 dias de idade mantidos a 32°C em relação aos mantidos a 22°C (termoneutro). Estes autores afirmaram que as variações de temperatura na superfície externa das aves (cabeça, asa, dorso, peito e perna) são mecanismos para manter a constância da temperatura interna, sugerindo o aumento do fluxo de calor no sentido do núcleo corporal para a superfície externa do corpo.

Dentre as medidas utilizadas para indicar condições de conforto ou estresse por calor das aves tem-se a temperatura cloacal, considerada como representação da temperatura do núcleo corporal. Além disso, pode servir na avaliação do grau de adaptabilidade de animais mantidos em um determinado ambiente ou condição. A temperatura cloacal normal das aves, de um modo geral, varia de 40 a 42°C (BROWN-BRANDTL, 2003).

Outras medidas utilizadas para avaliar as condições das aves são a temperatura superficial média (TSM) e corporal média (TCM), sendo expressas pelas equações: $TSM = (0,12*TA) + (0,03*TCA) + (0,15*TP) + (0,70*TD)$ e $TCM = (0,3*TSM) + (0,7*TC)$; em que, TA, TCA, TP, TD e TC são as temperaturas (°C) de asa, cabeça, perna, dorso e cloacal, respectivamente (RICHARDS, 1971). Deste modo, em situações onde as temperaturas superficial e corporal média aumentam,

existe um indicativo de que a ave está com dificuldade de perder calor e provavelmente apresentará estresse.

Dessa forma, o estudo do ambiente e sua correta manipulação podem favorecer os ajustes fisiológicos das aves, minimizando os efeitos deletérios da temperatura sobre as características produtivas, principalmente em regiões tropicais, como o nordeste brasileiro.

3 OBJETIVOS

Avaliar os efeitos da temperatura ambiente/consumo sobre o desempenho, rendimentos de carcaça e cortes, órgãos e temperaturas corporais de codornas europeias dos 14 aos 42 dias de idade.

4 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no período de 25 de setembro a 23 de outubro de 2013, no Centro de Ciências Agrárias e Ambientais da Universidade Federal do Maranhão, localizado no município de Chapadinha, situada a 03° 44' 30" Sul de latitude e 43° 21' 33" Oeste de longitude, com altitude de 105m, de acordo com o *software* SPRING 4.3.3 ® (INPE, 2010). Conforme a classificação climática de Köppen o clima da região enquadra-se no tipo Aw, considerado zona tropical com inverno seco (ALVARES et al., 2013).

4.1 Aves, delineamento experimental e descrição dos tratamentos

Durante o período pré-experimental (1 a 13 dias de idade) as codornas foram mantidas em galpão de alvenaria e alojadas em gaiolas providas com lâmpadas incandescentes de 60W, visando manter a temperatura ambiental entre 32 e 35°C.

No 14º dia de vida, 450 codornas europeias (*Coturnix coturnix coturnix*), não sexadas, com o peso inicial médio de 90,4 ± 12,9g, foram aleatoriamente distribuídas em baterias contendo gaiolas com 0,72m² (0,85x 0,85m), acondicionadas em duas salas de alvenaria com 38,5m² (5,0x 7,7m), providas de

janelas laterais, com uma delas contendo um condicionador de ar com capacidade de 24.000 BTU/h (British Thermal Unit = 252,2 cal) para climatizar o ambiente, e a outra sem climatização, a fim de manter a condição natural do ambiente.

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com três tratamentos e seis repetições de 25 aves, totalizando 18 unidades experimentais (gaiolas).

Os tratamentos consistiram em:

26AL: Ambiente com temperatura de 26°C e alimentação *Ad libitum*.

32AL: Ambiente com temperatura de 32°C e alimentação *Ad libitum*.

26PF: Ambiente com temperatura de 26°C *Pair-feeding* (alimentação controlada para manter o mesmo consumo das aves mantidas no ambiente de 32°C (32AL)).

A implementação do 26PF visou isolar o efeito dos diferentes ambientes sobre o consumo de ração das aves (Tabela 1).

Tabela 1. Efeitos isolados e avaliados pelas comparações entre os tratamentos.

Comparação	Efeito isolado	Efeito avaliado
32AL vs 26AL	-----	Efeito total do ambiente
26PF vs 26AL	Efeito do ambiente	Efeito do consumo de ração
26PF vs 32AL	Efeito do consumo de ração	Efeito direto do ambiente

As temperaturas média, máxima, mínima e de globo negro, assim como a umidade relativa no interior das instalações foram monitoradas e registradas diariamente ao longo de todo período experimental nos ambientes 26 e 32°C (7:00; 13:00 e 19:00h), por meio de termohigrômetros (MINIPA MT-342), localizados nos centros geométricos das salas. Para caracterizar os diferentes ambientes, foi calculado o Índice de Temperatura de Globo e Umidade (ITGU), conforme proposto por Buffington et al. (1981): $ITGU = T_{gn} + 0,36 T_{po} - 330,08$; em que T_{gn} = Temperatura de globo negro (K) e T_{po} = Temperatura do ponto de orvalho (K).

O programa de luz utilizado durante todo período experimental foi contínuo (24 horas de luz artificial), obtido por meio de lâmpadas fluorescentes de 40W.

4.2 Rações experimentais e manejo

As aves foram alimentadas com rações à base de milho e farelo de soja, formuladas para atender as exigências nutricionais de codornas europeias nas fases de cria (1 a 21 dias) e recria (22 a 42 dias), conforme recomendações das Tabelas para Codornas Japonesas e Europeias (SILVA; COSTA, 2009) (Tabela 2).

Tabela 2. Rações formuladas para atender as exigências nutricionais de codornas de corte nas fases de cria e recria¹.

Ingredientes (%)	Cria (1 a 21 dias)	Recria (22 a 42 dias)
Milho	52,005	60,577
Farelo de Soja	43,466	36,019
Óleo de Soja	0,000	0,920
Fosfato Bicálcico	1,185	0,952
Calcário	1,009	0,826
Sal Comum	0,376	0,325
DL- Metionina (98%)	0,344	0,161
L-Treonina (98%)	0,193	0,010
L-Lisina HCl (78,5%)	0,025	0,000
Mistura Vitamínica ²	0,100	0,100
Mistura Mineral ³	0,050	0,050
Cloreto de Colina (60%)	0,060	0,060
Inerte (areia lavada)	1,187	0,000
Total	100,00	100,00
Composição Nutricional Calculada		
Energia metabolizável (kcal/kg)	2.950	3.100
Proteína bruta (%)	25,00	22,00
Cálcio (%)	0,850	0,700
Fósforo disponível (%)	0,320	0,270
Sódio (%)	0,170	0,150
Cloro (%)	0,269	0,239
Potássio (%)	1,091	0,959
Metionina + Cistina digestível (%)	1,040	0,800
Metionina digestível (%)	0,686	0,477
Lisina digestível (%)	1,370	1,178
Treonina digestível (%)	1,040	0,780
Valina digestível (%)	1,143	1,017
Isoleucina digestível (%)	1,048	0,914
Triptofano digestível (%)	0,243	0,210
Fibra bruta (%)	3,255	3,061
Fibra em detergente neutro (%)	9,222	9,320
Fibra em detergente ácido (%)	3,803	3,641

¹Rações formuladas com base nos dados de composição dos alimentos e exigências nutricionais de codornas pesadas apresentados nas Tabelas para codornas japonesas e europeias (SILVA; COSTA, 2009). ²Composição/kg de produto: vit. A = 12.000.000 U.I.; vit. D3 = 3.600.000 U.I.; vit. E = 3.500 U.I.; vit B1 = 2.500 mg; vit. B2 = 8.000 mg; vit. B6 = 5.000 mg; Ácido pantotênico = 12.000 mg; Biotina = 200 mg; vit. K = 3.000 mg; Ácido fólico = 1.500 mg; Ácido nicotínico = 40.000 mg; vit. B12 = 20.000 mg; Se = 150 mg; veículo q.s.p. ³Composição/kg de produto: Mn = 160 g; Fe = 100 g; Zn = 100 g; Cu = 20 g; Co = 2 g; I = 2 g; veículo q.s.p.

As codornas de todos os grupos experimentais tiveram livre acesso à água e a ração, exceto aquelas do grupo 26PF que tiveram sua alimentação controlada para consumirem a mesma quantidade de ração das codornas criadas em 32AL (quantidade do dia anterior). Para isso, o consumo de ração das aves criadas em 32AL foi registrado diariamente e essa quantidade foi fornecida para as aves do grupo 26PF conforme proposto por Geraert et al. (1996).

A limpeza dos bebedouros e o reabastecimento dos comedouros foram realizados três vezes por dia durante todo o período experimental (14 a 42 dias de idade), sendo a limpeza das instalações realizada diariamente pela manhã.

4.3 Características avaliadas

Foram quantificados o consumo de ração (CR; g), peso vivo (PV; g), ganho de peso (GP; g), conversão alimentar (CA; g/g) e a eficiência energética (EEGP; g/Mcal) das codornas dos 14 aos 28 dias e no período acumulado de 14 aos 42 dias de idade. O CR foi obtido pela diferença entre a ração fornecida e as sobras em cada período, dividida pelo número de aves corrigido de acordo com a mortalidade (SAKOMURA; ROSTAGNO, 2007). O PV e o GP, em cada período, foram obtidos pela pesagem das aves de cada parcela aos 28 e aos 42 dias de idade. A CA foi calculada pela razão entre o CR e o GP. A eficiência energética (EEGP; g/Mcal) foi calculada pela razão entre o GP (g) e o consumo de energia metabolizável (Mcal), sendo este último obtido pelo produto entre CR (kg) e a energia metabolizável da ração (Mcal/kg).

No 28^o e 42^o dias, foram retiradas duas codornas com peso próximo ao peso médio de cada unidade experimental ($\pm 5\%$), totalizando 36 aves em cada idade, que foram identificadas e mantidas em jejum alimentar por 6 horas, para redução do conteúdo do trato digestório. Após o jejum alimentar, as codornas foram abatidas por deslocamento cervical, depenadas e evisceradas para a obtenção do peso da carcaça e das vísceras. Em seguida, foram realizados os cortes da carcaça (peito, coxa, sobrecoxa e asa) e a separação dos órgãos internos (coração, fígado, moela e intestino), sendo cada parte e órgão pesados individualmente.

O rendimento (%) de carcaça (RC) foi determinado pela relação entre o peso da carcaça eviscerada (PC) e o peso em jejum. Os rendimentos de peito, (RP); coxa, (RCX); sobrecoxa (RSCX) e asa (RASA), o peso relativo do trato digestório (PRTD) e dos órgãos (coração, (PRCOR); fígado, (PRFIG); moela (PRMOE) e intestino (PRINT)) foram determinados em relação ao peso da carcaça eviscerada.

Para verificar o efeito do ambiente sobre as temperaturas corporais das codornas aos 28 e aos 42 dias de idade foram mensuradas, em duas aves amostradas aleatoriamente em cada parcela, as temperaturas cloacais (TC) e superficiais (cabeça, TCA; peito, TP; dorso, TD; asa, TA; e pernas, TPE), em três horários (7:00; 13:00 e 19:00h), por meio de termômetro clínico digital (TERMOMED 1.0) e de infravermelho (INSTRUTEMP ITTI-550), respectivamente.

Com base nesses dados, foi calculada a temperatura superficial média ($TSM = 0,12 \cdot TA + 0,03 \cdot TCA + 0,15 \cdot TPE + 0,70 \cdot TD$) e, posteriormente, a temperatura corporal média ($TCM = 0,3 \cdot TSM + 0,7 \cdot TC$) (RICHARDS, 1971).

4.4 Análises estatísticas

Inicialmente os dados de todas as variáveis avaliadas foram submetidos a teste de normalidade (Cramer-Von Mises) e de homocedasticidade (Levene), sendo estas pressuposições atendidas para todas as variáveis, com exceção do CR. Para esta variável a pressuposição de homocedasticidade foi violada, uma vez que o grupo 26PF recebeu alimentação controlada em relação ao grupo 32AL, não apresentando variabilidade entre as repetições. Em razão disso, a análise da variância do CR foi realizada considerando os grupos 26AL e 32AL.

Os dados de cada variável foram submetidos à análise de variância de acordo com o modelo estatístico:

- $Y_{ij} = \mu + A_i + e_{ij}$; com $i = 1, 2, 3$ e $j = 1, 2, 3, 4, 5, 6$.

Em que: Y_{ij} = CR, PV, GP, CA, EEGP, PC, RC, RP, RCX, RSCX, RASA, PRTD, PRCOR, PRFIG, PRMOE, PRINT, TC, TCA, TP, TD, TA, TPE, TSM ou TCM das aves mantidas no i -ésimo grupo experimental; μ = efeito da média geral; A_i = efeito do i -ésimo grupo experimental e e_{ij} = erro experimental.

Posteriormente as médias de cada variável, em cada período de criação (14 aos 28 e 14 aos 42 dias), foram comparadas pelo teste Student Newman Keuls (SNK) considerando-se um nível de significância de até 5% de probabilidade. As análises estatísticas foram realizadas por meio do procedimento GLM do *Software* SAS 9.0 (2002).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Ambiente

Durante o período experimental, as temperaturas média, máxima, mínima e de globo negro (°C) registradas no interior do ambiente climatizado foram de $26,1 \pm 0,62$; $27,2 \pm 0,64$; $24,8 \pm 0,80$ e $27,4 \pm 0,64$ °C, respectivamente, com a umidade relativa do ar média de $69,5 \pm 9,25\%$. No ambiente sem climatização essas temperaturas foram $32,2 \pm 0,32$; $34,5 \pm 0,61$; $29,9 \pm 0,54$ e $33,7 \pm 0,33$ °C, respectivamente, com a umidade relativa de $56,8 \pm 2,26\%$.

Para caracterizar o ambiente térmico em um único valor que represente o impacto das variáveis que interferem no equilíbrio térmico do animal, Buffington et al. (1981) propuseram o Índice de Temperatura de Globo e Umidade (ITGU), que tem sido amplamente utilizado, por incorporar, dentre outras variáveis, a temperatura de bulbo seco, temperatura de globo negro e a umidade relativa do ar. Diante disso, foram calculados os valores de ITGU ao longo do período experimental (Figura 1), sendo os valores médios correspondentes a $75,8 \pm 1,36$ e $83,0 \pm 0,46$, nos ambientes de 26 e 32°C, respectivamente.

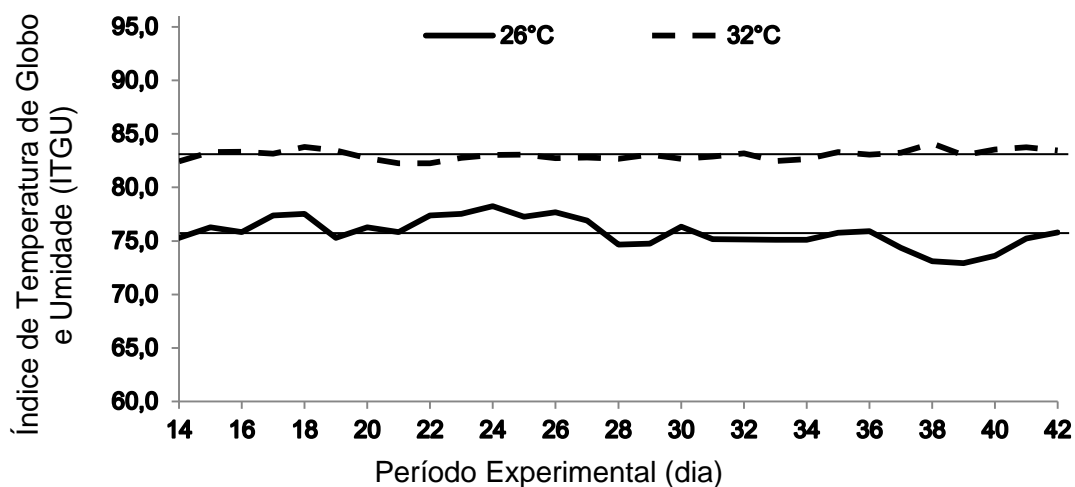


Figura 1. Índices de Temperatura de Globo e Umidade (ITGU) observados ao longo do período experimental nos ambientes de 26 e 32°C.

Recentemente, Sousa et al. (2014) estudaram os efeitos de diferentes ambientes térmicos sobre o desempenho de codornas de corte dos 22 aos 35 dias de idade, com o objetivo de determinar faixas de conforto térmico, expressas em termos de temperatura ambiente (°C) e ITGU. Os autores concluíram que temperaturas entre 25,6 e 26,7°C, correspondentes à valores de ITGU entre 75,3 e 75,8 caracterizam conforto térmico, enquanto temperaturas entre 30,4 a 33,2°C, correspondentes à valores de ITGU entre 79,7 e 82,2, caracterizam condição de calor moderado/severo.

Com base nos resultados de Sousa et al. (2014), as temperaturas médias de 26,1 e 32,2°C, correspondentes aos ITGU's de 75,8 e 83,0, observados no presente estudo poderiam caracterizar os ambientes como conforto e calor moderado/severo, respectivamente.

5.2 Desempenho

O consumo de ração (CR; g), ganho de peso (GP; g), conversão alimentar (CA; g/g), peso corporal (P28d e P42d; g) e a eficiência energética para ganho de peso (EEGP; g/Mcal) das codornas sofreram efeitos do ambiente/consumo ($P < 0,05$) independente do período de avaliação (14 a 28 e 14 a 42 dias) (Tabela 3).

Tabela 3. Consumo de ração (CR), ganho de peso (GP), conversão alimentar (CA), peso corporal (P28d, P42d) e eficiência energética para ganho de peso (EEGP) de codornas europeias mantidas em diferentes ambientes/consumo e em diferentes períodos de avaliação (14 a 28 e 14 a 42 dias).

Variável	Tratamentos			CV ¹	P>F ²
	26AL	32AL	26PF		
14 a 28 dias					
CR ³ (g)	346,37 ^a	330,50 ^b	331,40	2,31	0,0056
GP (g)	126,71 ^a	120,99 ^b	106,96 ^c	2,37	<0,0001
CA (g/g)	2,73 ^b	2,73 ^b	3,09 ^a	2,42	<0,0001
P28d (g)	215,33 ^a	209,78 ^b	195,25 ^c	1,46	<0,0001
EEGP (g/Mcal)	124,0 ^a	124,2 ^a	109,4 ^b	2,41	<0,0001
14 a 42 dias					
CR ³ (g)	802,06 ^a	761,10 ^b	761,56	2,13	0,0017
GP (g)	201,39 ^a	184,89 ^b	181,70 ^b	2,99	<0,0001
CA (g/g)	3,99 ^b	4,12 ^{ab}	4,19 ^a	2,82	0,0220
P42d (g)	290,02 ^a	273,68 ^b	270,18 ^b	2,00	<0,0001
EEGP (g/Mcal)	81,05 ^a	78,37 ^{ab}	76,97 ^b	2,94	0,0243

Médias seguidas de letras iguais na mesma linha não diferem pelo teste SNK (P>0,05).

¹Coeficiente de variação (%).

²Significância do Teste "F" da análise de variância.

³Para a variável CR a análise de variância foi realizada com os tratamentos 26AL e 32AL.

No período inicial (14 a 28 dias) observou-se que as codornas do grupo 32AL reduziram (P<0,05) o CR em 4,58% em relação àquelas do grupo 26AL, resultando em diminuição (P<0,05) de 4,51% no GP e 2,58% no P28d. Em razão da redução do GP ter sido proporcional a redução do CR, a CA e a EEGP foram semelhantes (P>0,05) entre esses grupos.

Considerando o ambiente de 26°C, observou-se que as codornas do grupo 26PF apresentaram CR 4,32% menor que aquelas do grupo 26AL, resultando em piora (P<0,05) de 15,59% no GP, 13,18% na CA, 9,32% no P28d e 11,77% na EEGP. Tendo em vista que a piora observada nas variáveis de desempenho das aves do grupo 26PF foi de magnitude superior à redução do CR, pode ser que o ambiente de 26°C tenha exercido efeito negativo sobre as variáveis de desempenho avaliadas no período de 14 a 28 dias de idade.

Partindo do pressuposto que temperaturas entre 25,6 e 26,7°C caracterizam conforto térmico, e que temperaturas entre 30,4 e 33,2°C caracterizam calor moderado/severo (SOUSA et al., 2014), esperava-se que as codornas do grupo 26PF apresentassem desempenho superior àquelas do grupo 32AL, conforme

observado em frangos de corte (FARIA FILHO, 2006; BONNET et al., 1997; GERAERT et al., 1996), entretanto observou-se o inverso.

As codornas do grupo 26PF, apesar de consumirem a mesma quantidade de ração daquelas do grupo 32AL, apresentaram piora ($P < 0,05$) de 11,60% no GP, 13,18% na CA, 6,92% no P28d e 11,91% na EEGP, confirmando que a temperatura de 26°C prejudicou o desempenho das codornas até os 28 dias de idade.

A redução do desempenho do grupo 26PF em relação ao grupo 32AL provavelmente está associada ao aumento da atividade metabólica, com o propósito de aumentar a produção de calor visando à manutenção da homeostase térmica, ocasionando o aumento das exigências de energia líquida para a manutenção, reduzindo, conseqüentemente, a energia líquida disponível para o ganho (JORDÃO FILHO et al., 2011), se justificando pela piora na EEGP. Esses resultados sugerem que a faixa de conforto térmico para codornas europeias dos 14 aos 28 dias situa-se acima de 26°C, divergindo das recomendações de Sousa et al. (2014) (25,6 a 26,7°C).

Considerando o período acumulado (14 a 42 dias), observou-se redução ($P < 0,05$) de 5,11% no CR das codornas do grupo 32AL, em relação àquelas do grupo 26AL, o que resultou em redução ($P < 0,05$) de 8,19% no GP e 5,63% no P42d, não havendo efeitos ($P > 0,05$) sobre a CA e a EEGP.

No ambiente de 26°C as codornas do grupo 26PF apresentaram CR 5,04% inferior ($P < 0,05$) àquelas do grupo 26AL, resultando em piora de 9,77% no GP, 5,01% na CA, 6,84% no P42d e 5,03% na EEGP.

A redução do GP (9,77%) atribuída ao CR no período acumulado (14 a 42 dias) foi inferior à redução no GP (15,59%), observada no período inicial (14 a 28 dias), o que indica que a partir dos 28 dias o ambiente de 26°C favoreceu o desempenho das codornas em relação ao ambiente de 32°C. A comparação entre os grupos 26PF e 32AL podem reforçar essa hipótese, uma vez que as codornas do grupo 26PF apresentaram CR, GP, CA, P42 e EEGP semelhantes ($P > 0,05$) aos observados naquelas do grupo 32AL no período acumulado.

As avaliações neste estudo foram realizadas nas mesmas aves sequencialmente aos 28 e aos 42 dias de idade, portanto, comparações envolvendo o período final (28 a 42 dias) são questionáveis do ponto de vista estatístico, em

virtude do efeito residual da fase inicial (14 aos 28 dias). Por outro lado, podem ilustrar que as codornas do grupo 26PF apresentaram GP superior àquelas do grupo 32AL após os 28 dias, uma vez que, aos 28 dias de idade as codornas do grupo 26PF apresentaram P28d (195,25 g) inferior ($P < 0,05$) àquelas do grupo 32AL (209,78 g), contudo, aos 42 dias o P42d foi semelhante ($P > 0,05$) entre esses grupos (270,18 vs 273,68 g). Esses resultados confirmam que o ambiente de 26°C foi mais adequado que o ambiente de 32°C para as codornas europeias dos 28 aos 42 dias de idade.

Estudos com frangos de corte mantidos em ambiente termoneutro (22°C) e de estresse (32°C) evidenciaram que aproximadamente 60% da redução do desempenho são atribuídos indiretamente à redução do consumo, sendo os outros 40% atribuídos aos efeitos diretos da alta temperatura (FARIA FILHO, 2006; BONNET et al., 1997; GERAERT et al., 1996). No presente estudo, o fracionamento dos efeitos diretos e indiretos da temperatura ambiente para codornas europeias foi inviabilizado, em virtude da temperatura de 26°C, preconizada como conforto térmico (SOUSA et al., 2014), ter prejudicado o desempenho das aves do grupo 26PF em relação àquelas do grupo 32AL até os 28 dias de idade, tendo favorecido o desempenho à partir dessa idade.

5.3 Carcaça e cortes

O peso da carcaça (PC; g) das codornas foi influenciado ($P < 0,05$) pelo ambiente/consumo aos 28 e aos 42 dias de idade, entretanto, os rendimentos de carcaça (RC; %), peito (RP; %), coxa (RCX; %), sobrecoxa (RSCX; %) e asa (RASA; %) foram semelhantes ($P > 0,05$) entre os grupos experimentais em ambas as idades (Tabela 4).

Aos 28 dias de idade observou-se decréscimo no PC de 5,12% ($P < 0,05$) nas codornas do grupo 32AL e de 7,78% naquelas do grupo 26PF, em relação àquelas do grupo 26AL. Embora o PC das codornas do grupo 26AL (172,96g) tenha sido superior ($P < 0,05$) ao daquelas dos grupos 32AL (164,11g) e 26PF (159,50g), observou-se que o RC foi semelhante ($P > 0,05$) entre os grupos.

Tabela 4. Peso de carcaça (PC) e rendimentos de carcaça (RC), peito (RP), coxa (RCX), sobrecoxa (RSCX) e asa (RASA) de codornas europeias em diferentes ambientes/consumo aos 28 e 42 dias de idade.

Variável	Tratamentos			CV ¹	P>F ²
	26AL	32AL	26PF		
28 dias					
PC (g)	172,96 ^a	164,11 ^b	159,50 ^b	3,57	0,0042
RC (%)	80,33	78,21	80,95	3,62	0,2612
RP (%)	33,31	32,75	33,95	2,49	0,0891
RCX (%)	8,75	8,95	8,67	3,19	0,2592
RSCX (%)	12,11	12,12	12,09	3,56	0,9942
RASA (%)	8,16	8,48	8,37	4,41	0,3406
42 dias					
PC (g)	227,25 ^a	217,31 ^b	216,51 ^b	2,92	0,0225
RC (%)	78,38	79,45	80,13	3,16	0,4936
RP (%)	32,41	33,56	32,29	5,32	0,4434
RCX (%)	8,02	7,95	8,32	5,16	0,2882
RSCX (%)	12,62	12,28	12,41	5,05	0,6495
RASA (%)	7,23	7,40	7,32	4,44	0,7105

Médias seguidas de letras iguais na mesma linha não diferem pelo teste SNK (P>0,05).

¹Coefficiente de variação (%).

²Significância do Teste "F" da análise de variância.

De maneira similar, aos 42 dias as codornas do grupo 32AL e 26PF apresentaram redução (P<0,05) de 4,37% e 4,73%, respectivamente, no PC em comparação àquelas do grupo 26AL, não havendo efeito (P>0,05) sobre o RC.

Estudos com frangos de corte demonstraram que temperaturas elevadas (32°C) induzem a redução do tamanho das vísceras metabolicamente mais ativas, com o propósito de diminuir a produção de calor corporal, o que resulta no aumento da relação carcaça: peso em jejum, e conseqüentemente no aumento do rendimento de carcaça (OBA et al., 2012; ROSA et al., 2007; OLIVEIRA et al., 2006; AIN BAZIZ et al., 1996), entretanto, essas modificações não foram evidentes em codornas europeias aos 28 ou aos 42 dias.

Avaliando o efeito do ambiente sobre características de carcaça de frangos de corte aos 49 dias de idade, Ain Baziz et al. (1996) observaram que o ambiente com 32°C proporcionou aumento nos rendimentos de carcaça (1,48%) e de coxa+sobrecoxa (5,71%), havendo menor rendimento de peito (11,19%) em relação aos mantidos a 22°C.

De maneira semelhante, Oliveira et al. (2006) constataram aumento dos rendimentos de carcaça (3,62%), coxa (8,15%) e sobrecoxa (10,07%) e redução do

rendimento de peito (4,21%) em frangos de corte aos 49 dias mantidos a 32°C em comparação aos mantidos a 22°C. Rosa et al. (2007) também observaram aumento dos rendimentos de carcaça (2,58%) e coxa+sobrecoxa (2,61%) e redução do rendimento de peito (9,05%) em frangos de corte aos 42 dias de idade mantidos a 32°C, em relação aos mantidos a 23°C.

Confirmando estes resultados, Oba et al. (2012) verificaram que frangos de corte aos 47 dias de idade mantidos sob estresse por calor (32°C) apresentaram maior rendimento de coxa+sobrecoxa (34,65%) e de asa (11,89%), e o menor rendimento de peito (31,98%) quando comparados às aves sob condições termoneutras (22°C).

Estes resultados podem estar associados ao fato da musculatura do peito dos frangos de corte apresentar metabolismo glicolítico (fibras brancas), enquanto a musculatura das pernas apresenta metabolismo oxidativo (fibras vermelhas). Com isso, devido à ofegação dos frangos durante o estresse por calor, ocorre maior atividade da musculatura do peito, demandando parte das reservas de glicogênio e prejudicando o desenvolvimento muscular. Já o maior rendimento de coxa+sobrecoxa decorre da constituição de grande quantidade de fibras vermelhas, podendo apresentar considerável reserva de gordura, que é utilizada como fonte energética (OBA et al., 2012).

Choi et al. (2014) relataram que o músculo do peito de aves voadoras, incluindo codornas, apresenta maior proporção de fibras oxidativas (Tipo IIA) em relação às glicolíticas (Tipo IIB), enquanto que em frangos de corte esse músculo apresenta predominantemente fibras glicolíticas (Tipo IIB). Esses autores atribuíram a menor proporção de fibras brancas (glicolíticas) no peito das codornas à maior frequência do exercício de voo, demandando alto gasto energético pelas vias glicolíticas, resultando em maior proporção das fibras vermelhas (oxidativas) em relação aos frangos de corte.

Yunianto et al. (1997) associaram as alterações no “turnover” proteico muscular de frangos de corte submetidos à altas temperaturas à modificações nas funções do sistema endócrino, dentre elas a elevação da concentração plasmática de corticosterona, e de acordo com os resultados de Silva et al. (2005) em estudos com

mamíferos, os efeitos catabólicos dos hormônios esteroides (corticosterona e cortisol) são mais pronunciados nas fibras glicolíticas do que nas oxidativas.

Considerando que as codornas possuem maior relação superfície: volume corporal quando comparadas com frangos de corte, e conseqüentemente possuem maior capacidade de dissipação do calor metabólico por meios sensíveis, pode ser que as codornas sejam menos susceptíveis às modificações do sistema endócrino, possibilitando que os níveis plasmáticos de corticosterona não sofram grandes oscilações, mesmo quando mantidas em temperaturas consideradas elevadas para frangos de corte.

Além disso, tendo em vista que os efeitos catabólicos dos hormônios esteroides são mais pronunciados nas fibras glicolíticas do que nas oxidativas (SILVA et al., 2005), e considerando que as codornas possuem maior proporção de fibras oxidativas quando comparadas aos frangos de corte (CHOI et al., 2014), a ausência de efeitos da temperatura sobre os rendimentos de carcaça e cortes observados no presente estudo pode ser justificada.

5.4 Órgãos

Aos 28 dias não foram observados efeitos ($P>0,05$) do ambiente/consumo sobre o peso relativo do trato digestório (PRTD; %), do fígado (PRFIG; %), da moela (PRMOE; %) e do intestino (PRINT; %), havendo efeito sobre ($P<0,05$) o peso relativo do coração (PRCOR; %) das codornas. Aos 42 dias, foram observados resultados semelhantes ($P>0,05$) no PRTD, no PRCOR, no PRFIG e no PRINT, sendo exceção o PRMOE, em que o efeito ($P<0,05$) do ambiente/consumo foi evidente (Tabela 5).

Não observou-se efeito direto do ambiente sobre o PRCOR nas codornas aos 28 dias, uma vez que o grupo 32AL não diferiu ($P>0,05$) do grupo 26PF, contudo, constatou-se inferioridade ($P<0,05$) dessa variável nas aves dos grupos 32AL e 26PF em relação àquelas do grupo 26AL. Essa superioridade do PRCOR das codornas do grupo 26AL pode ser atribuída ao efeito indireto do consumo de ração (CR), uma vez que as aves deste grupo apresentaram maior CR (346,37g), quando comparadas àquelas dos grupos 32AL (330,50g) e 26PF (331,40g).

Tabela 5. Pesos relativos do trato digestório (PRTD), coração (PRCOR), fígado (PRFIG), moela (PRMOE) e intestino (PRINT) de codornas europeias em diferentes ambientes/consumo aos 28 e 42 dias de idade.

Variável	Tratamentos			CV ¹	P>F ²
	26AL	32AL	26PF		
28 dias					
PRTD (%)	9,83	9,40	9,49	5,53	0,4617
PRCOR (%)	1,09 ^a	0,97 ^b	0,95 ^b	4,66	0,0011
PRFIG (%)	3,10	3,14	2,92	7,31	0,2503
PRMOE (%)	2,88	2,76	2,93	10,81	0,6402
PRINT (%)	2,92	2,80	2,99	10,82	0,6193
42 dias					
PRTD (%)	8,94	8,00	9,14	11,27	0,1350
PRCOR (%)	1,02	0,96	1,05	8,70	0,2752
PRFIG (%)	3,13	2,53	2,90	14,00	0,0730
PRMOE (%)	2,40 ^a	1,99 ^b	2,49 ^a	6,34	0,0002
PRINT (%)	3,16	2,97	2,80	14,49	0,3733

Médias seguidas de letras iguais na mesma linha não diferem pelo teste SNK (P>0,05).

¹Coefficiente de variação (%).

²Significância do Teste "F" da análise de variância.

De modo geral, o maior CR pode estar relacionado à maior atividade cardíaca para atender à demanda de oxigênio (WIDEMAN; TACKETT, 2000), principalmente, em aves que apresentam maior peso corporal (OLIVEIRA NETO et al., 2005), conforme observado nas codornas do grupo 26AL no presente estudo.

Aos 42 dias de idade, observou-se redução (P<0,05) no PRMOE (%) das codornas do grupo 32AL em relação àquelas dos grupos 26AL e 26PF, respectivamente, não havendo evidências capazes de justificar tal resultado.

Com base em resultados observados em frangos de corte, esperava-se que as codornas mantidas a 32°C apresentassem peso relativo dos órgãos inferiores em relação àquelas mantidas a 26°C. Entretanto, isso não ocorreu, sugerindo que para o ajuste fisiológico, não houve necessidade de diminuir o peso relativo desses órgãos, divergindo dos resultados com frangos de corte (ROSA et al., 2007; OLIVEIRA NETO et al., 2000).

Rosa et al. (2007) observaram redução dos pesos relativos do coração e fígado de frangos de corte (42 dias) mantidos em estresse por calor (32°C) em relação àquelas mantidos em condições termoneutras (23°C). Estes autores associaram a redução da exigência de manutenção à diminuição da massa dos órgãos internos e à menor atividade metabólica desses órgãos nas aves mantidas em 32°C.

Oliveira Neto et al. (2000) também verificaram redução dos pesos relativos do coração, fígado, moela e intestino em frangos de corte (22 aos 42 dias) mantidos em 32°C em relação àqueles mantidos em 23°C. Segundo estes autores, as temperaturas ambientais elevadas podem causar várias mudanças fisiológicas adaptativas, resultando em modificação do tamanho dos órgãos.

De um modo geral, a taxa de produção de calor metabólico é reduzida quando as aves são expostas a temperaturas elevadas (GERAERT et al., 1996), aumentando a concentração plasmática de corticosterona e reduzindo os níveis séricos dos hormônios triiodotironina (T3) e tiroxina (T4) (SAHIN et al., 2002), modificando assim, o peso relativo do trato digestório e dos órgãos. Com base nisso, as alterações fisiológicas e hormonais das codornas (aos 42 dias) mantidas a 32°C, podem não ter atingido magnitude suficiente para alterar os pesos relativos (PRTD; %, PRCOR; %, PRFIG;% e PRINT; %), confirmando a maior resistência dessas aves em ambientes quentes em relação a frangos de corte, como consequência da maior eficiência na dissipação do calor metabólico para o meio.

5.5 Temperaturas corporais

Aos 28 e 42 dias, foi observado que a temperatura cloacal (TC, °C) das codornas não foi influenciada ($P>0,05$) pelo ambiente/consumo em nenhum dos horários de avaliação. As temperaturas (°C) da asa (TA) aos 28 dias (07:00 e 13:00h) e da perna (TPE) aos 42 dias (7:00h), também não foram influenciadas ($P>0,05$) pelo ambiente/consumo (Tabelas 6 e 7).

O fato de não ter sido verificada diferença ($P>0,05$) entre as TC das codornas (28 e 42 dias) dos grupos experimentais (26AL, 32AL e 26PF), pode ser um indicativo que, mesmo acondicionadas em temperatura elevada, as codornas do grupo 32AL dissiparam eficientemente o calor corporal possibilitando a manutenção da homeotermia. A exposição à temperatura ambiente elevada fez com que as codornas do grupo 32AL (28 e 42 dias) apresentassem temperaturas (°C) da cabeça (CA), peito (TP), dorso (TD) e superficial média (TSM) superiores ($P<0,05$) àquelas dos grupos mantidos a 26°C, em todos os horários.

Esses resultados são semelhantes aos encontrados por Dalke et al. (2005), que observaram um aumento na temperatura superficial da cabeça, peito, dorso e

da temperatura superficial média em frangos de corte aos 42 dias de idade mantidos a 32°C em relação aos mantidos a 22°C.

Tabela 6. Temperaturas (°C) cloacais (TC), da cabeça (TCA), peito (TP), dorso (TD), asa (TA), perna (TPE), superficial média (TSM) e corporal média (TCM) de codornas europeias (28 dias) em diferentes ambientes/consumo e em diferentes horários.

Variável	Tratamentos			CV ¹	P>F ²
	26AL	32AL	26PF		
	7:00h				
TC	40,70	40,47	40,78	0,83	0,2948
TCA	34,10 ^c	37,20 ^a	35,22 ^b	1,38	<0,0001
TP	36,18 ^b	37,66 ^a	35,98 ^b	1,89	0,0014
TD	35,40 ^b	37,97 ^a	36,09 ^b	3,60	0,0112
TA	37,16	38,04	37,00	1,90	0,0478
TPE	33,71 ^c	36,38 ^a	34,81 ^b	2,15	0,0005
TSM ³	35,49 ^b	37,72 ^a	35,87 ^b	2,55	0,0049
TCM ⁴	39,22	39,66	39,30	0,94	0,1849
	13:00h				
TC	40,46	40,74	40,35	1,03	0,2726
TCA	33,87 ^c	37,18 ^a	35,19 ^b	2,05	0,0001
TP	35,08 ^b	37,87 ^a	37,87 ^a	3,28	0,0075
TD	33,85 ^b	37,79 ^a	35,19 ^b	3,13	<0,0001
TA	36,86	38,12	37,62	3,08	0,1986
TPE	33,33 ^b	37,45 ^a	33,16 ^b	2,27	<0,0001
TSM ³	33,92 ^c	37,76 ^a	35,20 ^b	2,32	<0,0001
TCM ⁴	38,41 ^c	39,85 ^a	38,88 ^b	0,85	<0,0001
	19:00h				
TC	39,48	40,15	40,18	2,91	0,5193
TCA	32,93 ^b	37,78 ^a	32,32 ^b	3,43	<0,0001
TP	35,69 ^b	39,02 ^a	35,39 ^b	2,46	<0,0001
TD	35,84 ^b	38,18 ^a	36,31 ^b	2,52	0,0013
TA	36,56 ^b	39,03 ^a	36,88 ^b	2,82	<0,0020
TPE	34,39 ^b	38,65 ^a	34,60 ^b	3,21	<0,0001
TSM ³	35,62 ^b	38,34 ^a	36,00 ^b	1,77	<0,0001
TCM ⁴	38,33	39,61	38,92	2,31	0,0778

Médias seguidas de letras iguais na mesma linha não diferem pelo teste SNK (P>0,05).

¹Coeficiente de variação (%).

²Significância do Teste "F" da análise de variância.

³TSM = 0,12TA+ 0,03TCA+0,15TPE+ 0,70TD ; ⁴TCM= (0,3*TSM)+(0,7*TC) (RICHARDS, 1971).

Dalke et al. (2005) afirmam que as variações de temperatura na superfície externa dos frangos (cabeça, peito e dorso) são mecanismos que as aves dispõem para manter a constância da temperatura interna, sugerindo o aumento do fluxo de calor no sentido do núcleo corporal para a superfície externa do corpo. Com base

nisso, justifica-se a superioridade das temperaturas superficiais das codornas mantidas a 32°C em relação às mantidas a 26°C.

Tabela 7. Temperaturas (°C) cloacais (TC), da cabeça (TCA), peito (TP), dorso (TD), asa (TA), perna (TPE), superficial média (TSM) e corporal média (TCM) de codornas europeias (42 dias) em diferentes ambientes/consumo e em diferentes horários.

Variável	Tratamentos			CV ¹	P>F ²
	26AL	32AL	26PF		
	7:00h				
TC	40,42	41,00	41,10	1,23	0,0691
TCA	32,30 ^b	36,11 ^a	33,38 ^b	3,14	<0,0001
TP	34,37 ^b	36,88 ^a	35,63 ^{ab}	3,28	0,0073
TD	32,88 ^b	37,03 ^a	33,37 ^b	3,67	<0,0001
TA	36,79 ^a	37,55 ^a	34,63 ^b	4,63	0,0256
TPE	34,12	36,55	34,20	5,70	0,0873
TSM ³	33,59 ^b	36,99 ^a	33,65 ^b	3,16	0,0001
TCM ⁴	38,19 ^b	39,80 ^a	38,81 ^b	1,40	0,0010
	13:00h				
TC	40,20	41,01	40,10	2,16	0,1756
TCA	35,37 ^b	37,68 ^a	34,60 ^b	4,00	0,0056
TP	36,31 ^{ab}	37,58 ^a	35,38 ^b	3,09	0,0141
TD	36,46 ^{ab}	37,79 ^a	35,85 ^b	3,43	0,0484
TA	36,43 ^b	38,46 ^a	35,60 ^b	3,50	0,0048
TPE	34,03 ^b	36,41 ^a	32,57 ^c	2,99	<0,0001
TSM ³	36,06 ^b	37,66 ^a	35,29 ^b	2,78	0,0032
TCM ⁴	38,96 ^b	40,00 ^a	38,66 ^b	2,10	0,0306
	19:00h				
TC	40,10	40,98	40,45	1,52	0,0771
TCA	33,70 ^b	37,31 ^a	34,16 ^b	3,44	<0,0002
TP	36,19 ^c	38,66 ^a	37,34 ^b	1,43	<0,0001
TD	35,87 ^b	38,67 ^a	36,51 ^b	2,35	0,0001
TA	36,47 ^b	38,46 ^a	37,05 ^{ab}	3,11	0,0266
TPE	34,58 ^b	37,03 ^a	34,95 ^b	2,95	0,0022
TSM ³	35,68 ^b	38,36 ^a	36,27 ^b	1,91	<0,0001
TCM ⁴	38,35 ^b	40,09 ^a	37,88 ^b	1,84	0,0002

Médias seguidas de letras iguais na mesma linha não diferem pelo teste SNK (P>0,05).

¹Coeficiente de variação (%).

²Significância do Teste "F" da análise de variância.

³TSM = 0,12TA+ 0,03TCA+0,15TPE+ 0,70TD ; ⁴TCM= (0,3*TSM)+(0,7*TC) (RICHARDS, 1971).

A temperatura cloacal normal das aves, de um modo geral, varia de 40 a 42°C (BROWN-BRANDT et al., 2003), sendo que ultrapassando esse limite, é um indicativo de que há dificuldade no mecanismo de dissipação do calor corporal pelos meios sensíveis. Os resultados do presente estudo evidenciaram que temperaturas

ambientais de 26° ou 32°C viabilizaram a manutenção da temperatura do núcleo corporal constante, sugerindo que os mecanismos de perda de calor (sensível e latente) foram suficientes para impedir sua variação.

A TCM das codornas do grupo 32AL foi superior ($P < 0,05$) em relação às codornas mantidas a 26°C aos 28 (13:00h) e aos 42 dias de idade (07:00, 13:00 e 19:00h). Considerando a ausência de efeito ($P > 0,05$) da temperatura ambiente sobre a TC das codornas, a maior TCM observada no grupo 32AL pode ser atribuída ao aumento da TSM, tendo em vista que esta é responsável por 30% da TCM ($TCM = 0,3 * TSM + 0,7 * TC$; RICHARDS, 1971).

A troca sensível (condução, convecção e radiação) é de grande destaque no equilíbrio térmico, entretanto, esse mecanismo de fluxo de calor depende diretamente de um diferencial de temperatura (gradiente térmico) entre a temperatura superficial média da ave e a temperatura ambiente. Conforme Brown-Brandl et al. (1997), quanto maior for o diferencial de temperatura, mais eficientes serão as trocas de calor sensível.

Nesse sentido, considerando o horário mais crítico do dia (13:00h), os gradientes térmicos (°C) calculados foram de 7,82 (26AL); 5,56 (32AL) e 9,10 (26PF) para as codornas aos 28 dias de idade, enquanto que aos 42 dias, os gradientes térmicos (°C) foram de 9,96 (26AL); 5,46 (32AL) e 9,19 (26PF). Esses resultados indicam que as codornas do grupo 32AL dissiparam o calor metabólico pelos meios sensíveis em menor proporção que as aves mantidas a 26°C (28 e 42 dias), utilizando como recurso o resfriamento evaporativo (mecanismo de troca latente). Este mecanismo resulta em maior gasto energético, resultando em piora do desempenho (YAHAV et al., 2004), conforme observado nas codornas do grupo 32AL (Tabela 3) durante o período acumulado (14 a 42 dias).

De um modo geral, os resultados do presente estudo evidenciaram que, apesar das codornas criadas a 32°C apresentarem menor CR, GP, P42 e PC em relação às mantidas a 26°C, a CA, a EEGP e os rendimentos de carcaças e cortes não foram influenciados, indicando ser uma atividade tecnicamente viável, especialmente em regiões onde as temperaturas são elevadas durante a maior parte do ano, como o nordeste brasileiro. Nesse contexto, surge uma alternativa para os produtores destas regiões, tendo em vista a necessidade de pequenas áreas para implantação,

reduzida necessidade de mão-de-obra, baixo investimento inicial e rápido retorno de capital, além da favorável procura da carne pelo mercado consumidor.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A criação de codornas europeias dos 14 aos 42 dias de idade é tecnicamente viável em ambientes de 26 e 32°C. O ambiente de 32°C favorece o desempenho das codornas até os 28 dias, prejudicando a partir dessa idade em relação ao ambiente de 26°C. Os rendimentos de carcaça, órgãos e a temperatura interna das codornas mantidas a 26 e 32°C não são influenciadas.

REFERÊNCIAS

ABREU, L. R. A.; BOARI, C. A.; PIRES, A. V.; Influência do sexo e idade de abate sobre rendimento de carcaça e qualidade da carne de codornas de corte. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v.15, n.1, p.131-140, 2014.

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

AIN BAZIZ, H. et al. Chronic heat exposure enhances fat deposition and modifies muscle and fat partition in broiler carcasses. **Poultry Science**, v.75, n.4, p.505-513, 1996.

AL-FATAFTAH, A. R. A; ABU-DIEYEH, Z. H. M. Effect of chronic heat stress on broiler performance in Jordan. **International Journal of Poultry Science**, v.6, n.1, p. 64-70, 2007.

ALVARES, C. A. et al. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v.22, n.6, p.711-728, 2013.

BAÊTA, F. C.; SOUZA, C.F. **Ambiência em edificações rurais – conforto animal**. Viçosa: UFV, 269p. 2010.

BONNET, S. et al. Effect of high ambient temperature on feed digestibility in broilers. **Poultry Science**, v.76, n.6, p.857-863, 1997.

BORGES, S. A. et al. Fisiologia do estresse calórico e a utilização de eletrólitos em frangos de corte. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.33, n.5, p.975-981, 2003.

BROWN-BRANDL, T.M. et al. Physiological responses of tom turkeys to temperature and humidity change with age. **Journal of Thermal Biology**, v.22, n.1, p.43-52, 1997.

BROWN-BRANDTL, T.M. et al. A new telemetry system for measuring core body temperature in livestock and poultry. **Applied Engineering in Agriculture**, St. Joseph, v. 19, n. 5, p. 583-589, 2003.

BUFFINGTON, D.E. et al. Black globe humidity index (BGHI) as a comfort equation for dairy cows. **Transaction of the ASAE**, St. Joseph, v.24, n. 3, p. 711-714, 1981.

CHEN, C.L. et al. Effects of heat stress on Na⁺ ,K⁺-ATPase, Mg⁺-activated ATPase, and Na⁺-ATPase activities of broiler chickens vital organs. **Journal Toxicology and Environmental Health**, London, v.41, n.3, p.345-356, 1994.

CHOI, Y. M. et al. Skeletal muscle characterization of Japanese quail line selectively bred for lower body weight as an avian model of delayed muscle growth with hypoplasia. **Plos One**, v.9, n.4, p. 1-14, 2014.

CORRÊA, G. S. S. et al. Efeito de diferentes níveis de proteína e energia sobre o rendimento de carcaça de codornas europeias. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.57, n.2, p.266-271, 2005.

DAHLKE, F. et al. Empenamento, níveis hormonais de triiodotironina e tiroxina e temperatura corporal de frangos de corte de diferentes genótipos criados em diferentes condições de temperatura. **Ciência Rural**, v.35, n.3, p.664-670, 2005.

EI-DEEP, M. H. et al. Effects of dietary supplementation with *Aspergillus Awamori* on growth performance and antioxidative status of broiler chickens exposed to high ambient temperature. **Journal Poultry Science**, v. 51, n.3, p. 281-288, 2014.

FARIA FILHO D. E. **Aspectos produtivos, metabólicos, econômicos e ambientais da nutrição proteica para frangos expostos ao calor**. 2006. 82p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Estadual de São Paulo, Jaboticabal, 2006.

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

GERAERT, P.A. et al. Metabolic and endocrine changes induced by chronic heat exposure in broiler chickens: Growth performance, body composition and energy retention. **British Journal of Nutrition**, Cambridge, v.75, n.2, p.195-204, 1996.

GOUS, R. M.; MORRIS, T.M. Nutritional interventions in alleviating the effects of high temperatures in broiler production. **World's Poultry Science Journal**, v. 61, n.3, p. 463-475, 2005.

IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção da Pecuária Municipal**, Rio de Janeiro, v. 41, p.1-100, 2013.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. **Manual do software SPRING** (Sistema de processamento de informações georreferenciadas). v.4.3.3, 2010.

JORDÃO FILHO, J. et al. Energy requirement for maintenance and gain for two genotypes of quails housed in different breeding rearing systems. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.11, p.2415-2422, 2011.

MACARI, M. Estresse de calor em aves. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 38, 2001, Piracicaba. **A produção animal na visão dos brasileiros**. Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários "Luiz de Queiróz": FEALQ, p.686-716. 2001.

MASHALY, M. M. et al. Effect of heat stress on production parameters and immune responses of commercial laying hens. **Poultry Science**, v. 83, n.6, p. 889-894, 2004.

MUJAHID, A. Nutritional strategies to maintain efficiency and production of chickens under high environmental temperature. **Japan Poultry Science**, v. 48, n.3, p. 145-154, 2011.

NAZARENO, A. C. et al. Avaliação do conforto térmico e desempenho de frangos de corte sob regime de criação diferenciado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.13, n.6, p.802–808, 2009.

OBA, A. et al. Características produtivas e imunológicas de frangos de corte submetidos a dietas suplementadas com cromo, criados sob diferentes condições de ambiente. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.41, n.5, p.1186-1192, 2012.

OLIVEIRA, D. L. et al. Desempenho e qualidade de ovos de galinhas poedeiras criadas em gaiolas enriquecidas e ambiente controlado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.18, n.11, p.1186-1191, 2014.

OLIVEIRA NETO, A.R. et al. Efeito da temperatura ambiente sobre o desempenho e características de carcaça de frangos de corte alimentados com dietas controladas e dois níveis de energia metabolizável. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.1, p.183-190, 2000.

OLIVEIRA NETO, A.R. et al. Níveis de metionina + cistina para pintos de corte mantidos em ambiente termoneutro. 1956 Níveis de metionina + cistina para pintos de corte mantidos em ambiente termoneutro. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.6, p.1956-1962, 2005.

OLIVEIRA R. F. M. et al. Efeitos da temperatura e da umidade relativa sobre o desempenho e o rendimento de cortes nobres de frangos de corte de 1 a 49 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.3, p.797-803, 2006.

OZBEY, O.; OZCELIK, M. The effect of high environmental temperature on growth performance of Japanese quails with different body weights. **Journal of Poultry Science**, v. 7, n. 3, p. 468-470, 2004.

PASTORE, S.M. et al. Panorama da coturnicultura no Brasil. **Revista Eletrônica Nutritime**. Artigo 180, v. 9, n. 06, p.2041–2049, 2012.

RICHARDS, S.A. The significance of changes in the temperature of the skin and body core of the chicken in the regulation of heat loss. **Journal of Physiology**, Cambridge, v. 216, n.1, p. 1-10, 1971.

ROSA, P.S. et al. Performance and Carcass Characteristics of Broiler Chickens with Different Growth Potential and Submitted to Heat Stress. **Brazilian Journal of Poultry Science**, v. 9, n.3, p. 181-186, 2007.

SAHIN, K. et al. Chromium supplementation can alleviate negative effects of heat stress on egg production, egg quality and some serum metabolites of laying Japanese quail. **The Journal of Nutrition**, v.132, n.6, p. 1265-1268, 2002.

SAHIN, K.; KUCUK, O. Dietary vitamin C and folic acid supplementation ameliorates the detrimental effects of heat stress in Japanese quail. **The Journal of Nutrition**, v. 133, n.6, p. 1882-1886, 2003.

SAKOMURA N. K., ROSTAGNO H. S. Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos. Jabotical: Funep, 283p. 2007.

SAS INSTITUTE. **Statistical Analysis System for Windows**. v. 9.0. Cary, 2002.

SILVA, E. C. et al. Efeitos da administração sistêmica de corticosteroide sobre propriedades mecânicas musculares. **Revista Brasileira de Fisioterapia**, v. 9, n. 2, 203-209, 2005.

SILVA, J. H. V. et al. Exigências nutricionais de codornas. **Revista Brasileira Saúde Produção Animal**, Salvador, v.13, n.3, p.775-790, 2012.

SILVA, J.H.V.; COSTA, F.G.P. **Tabela para codornas japonesas e europeias**. 2.ed. Jaboticabal, SP: FUNEP. 110p. 2009.

SOUSA, M. S. **Determinação das faixas de conforto térmico para codornas de corte de diferentes idades**. 2013. 76p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2013.

SOUSA, M. S. et al. Determinação de limites superiores da zona de conforto térmico para codornas de corte aclimatizadas no Brasil de 22 a 35 dias de idade. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v.15, n.2, p.350-360, 2014.

VELDKAMP, T. et al. Growth responses to dietary lysine at high and low ambient temperature in male turkeys. **Poultry Science**, v. 82, n.11, p. 1773-1746, 2003.

VELDKAMP, T. et al. Growth responses to dietary energy and lysine at high and low ambient temperature in male turkeys. **Poultry Science**, v. 84, n.2, p. 273-282, 2005.

WIDEMAN, R. F. J; TACKETT, C. D. Cardio-pulmonary function in broilers reared at warm or cool temperatures: Effect of acute inhalation of 100% oxygen. **Poultry Science**, v.79, n.72, p. 257- 264, 2000.

WILSON, W.O; SIOPEs, T. D. Brooding temperatures for coturnix. **Poultry Husbandry Department**, University of California, Davis, California, 1969.

YAHAV, S. et al. Ventilation, sensible heat loss, broiler energy, and water balance under harsh environmental conditions. **Poultry Science**, v.83, n.2, p.253-258, 2004.

YOSHIDA, N. et al. Effect of high environmental temperature on egg production, serum lipoproteins and follicle steroid hormones in laying hens. The **Journal of Poultry Science**, v. 48, n.3, p. 207-211, 2011.

YUNianto, D. et al. Effect of environmental temperature on muscle protein turnover and heat production in tube-fed broiler chickens. **British Journal of Nutrition**, v.77, n.6, p. 897-909, 1997.