



UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS
CAMPUS DE ARAGUAÍNA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL
TROPICAL

VENUCIA DE DINIELLA DOS SANTOS BOURDON

EFEITO DE DIFERENTES DENSIDADES DE ALOJAMENTO
SOBRE OS PARÂMETROS PRODUTIVOS E SANGUÍNEOS DE
CODORNAS JAPONESAS EM POSTURA

ARAGUAÍNA

2020

VENUCIA DE DINIELLA DOS SANTOS BOURDON

**EFEITO DE DIFERENTES DENSIDADES DE ALOJAMENTO
SOBRE OS PARÂMETROS PRODUTIVOS E SANGUÍNEOS DE
CODORNAS JAPONESAS EM POSTURA**

Dissertação apresentada à banca examinadora como requisito final para obtenção do título de Mestre, junto ao Programa de Pós-graduação em Ciência Animal Tropical da Universidade Federal do Tocantins.

Área de concentração: Produção animal

Orientador: Prof. Dr. Danilo Vargas Gonçalves Vieira.
Co-orientadores: Prof^ª. Dr^ª. Kênia Ferreira Rodrigues;
Prof^ª. Dr^ª. Roberta Gomes Marçal Vieira Vaz.

ARAGUAÍNA

2020

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Tocantins

- B769e Bourdon, Venucia de Diniella dos Santos.
Efeito de diferentes densidades de alojamento sobre os parâmetros produtivos e sanguíneos de codornas japonesas em postura. / Venucia de Diniella dos Santos Bourdon. – Araguaína, TO, 2020.
55 f.
- Dissertação (Mestrado Acadêmico) - Universidade Federal do Tocantins – Câmpus Universitário de Araguaína - Curso de Pós-Graduação (Mestrado) em Ciência Animal Tropical, 2020.
Orientador: Danilo Vargas Gonçalves Vieira
Coorientadora : Roberta Gomes Maçal Vieira
1. Desempenho. 2. Qualidade da casca do ovo. 3. Hematologia de codorna japonesa. 4. Densidade de alojamento. I. Título

CDD 636.089

TODOS OS DIREITOS RESERVADOS – A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio deste documento é autorizado desde que citada a fonte. A violação dos direitos do autor (Lei nº 9.610/98) é crime estabelecido pelo artigo 184 do Código Penal.

Elaborado pelo sistema de geração automática de ficha catalográfica da UFT com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

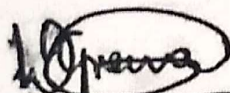
VENUCIA DE DINIELLA DOS SANTOS BOURDON

**EFEITO DE DIFERENTES DENSIDADES DE ALOJAMENTO
SOBRE OS PARÂMETROS PRODUTIVOS E SANGUÍNEOS DE
CODORNAS JAPONESAS EM POSTURA**

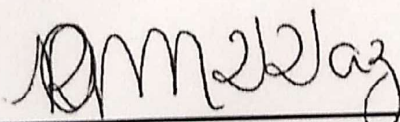
Dissertação apresentada ao programa de Pós-graduação em Ciência Animal Tropical, foi avaliada para obtenção do título de Mestra em Ciência Animal Tropical, e aprovada em sua forma final pelo Orientador e pela banca examinadora.

Data de Aprovação: 06/02/2020

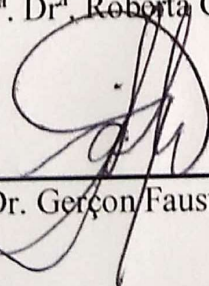
Banca examinadora:



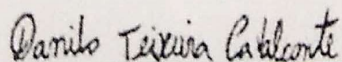
Orientador: Prof. Dr. Danilo Vargas Gonçalves Vieira



Co-orientadora: Prof^a. Dr^a. Roberta Gomes Maçal Vieira Vaz



Prof. Dr. Gerçon Fausto da Silva



Prof. Dr. Danilo Teixeira Cavalcante

“Para Deus que até aqui me manteve firme e sã”

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais **Anésia dos Santos Bourdon** e **Rodolphe Pierre Bourdon** por sempre acreditar e me incentivar durante esta jornada acadêmica.

A minha **vovó Maria Apolinária**, a qual faleceu no ano de 2018, que sempre torcia por mim. Apesar de não gostar que eu estivesse longe da família.

A todos os meus familiares que torceram por mim, principalmente a minha irmã **Daniela Lopes dos Santos**, a qual me mandava mensagens de incentivo e força.

Ao meu orientador professor **Drº Danilo Gonçalves Vieira Vargas** por fazer seu papel de forma íntegra e agindo conforme o real significado de orientar.

Aos amigos que fiz por todas as cidades que estive durante o meu mestrado. Assim como aqueles que já estavam em minha vida.

Ao Grupo de Estudos e Pesquisas em Avicultura (GEPA) da UFT.

Aos professores que eu conheci e me ensinaram como devo e não devo agir profissionalmente.

Aos técnicos dos laboratórios de nutrição, piscicultura e de solos da Universidade Federal do Tocantins (UFT), campus Araguaína, que nunca mediram esforços para me ajudar. Assim como do laboratório de histologia da Universidade Federal da Paraíba campus Areia.

Aos funcionários da UFT da manutenção que por solidariedade ajudavam a carregar os baldes de água até na entrada do galpão para poder abastecer os bebedouros dos animais.

As empresas Matrizeiro Vicani a qual forneceu as codornas japonesas e a fábrica Granforte a qual forneceu parte da ração de postura.

RESUMO

Foi conduzido experimento no Setor de Avicultura da Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal do Tocantins, este trabalho tem por objetivo caracterizar diferentes densidades de alojamento sobre as características do desempenho zootécnico de codornas japonesas em postura, a qualidade da casca do ovo e o perfil hematológico desses animais por meio de indicadores fisiológicos. Ao atingir o pico de postura as codornas foram pesadas e distribuídas pelo peso e postura nas unidades experimentais de acordo com o delineamento inteiramente casualizado, sendo quatro tratamentos e cinco repetições por tratamento. Sendo os tratamentos as quatro diferentes densidades de alojamentos: T1: 112,2 cm²/ave (10 aves por gaiola); T2: 102 cm²/ave (11 aves por gaiola); T3: 93,5 cm²/ave (12 aves por gaiola) e T4: 86,31 cm²/ave (13 aves por gaiola), totalizando 230 aves. As aves foram avaliadas durante o período de postura. Foram 125 dias experimentais divididos em cinco períodos de 25 dias, analisadas em esquema fatorial (Tempo x Densidade) para as análises sanguíneas. Foram avaliadas as seguintes variáveis: porcentagem de eritrócitos (Hct, %), hemoglobina (g/dL), contagem total de células brancas (CTL, μ L); relação heterófilos/linfócitos (H/L); índices hematimétricos: volume corpuscular médio (VCM, μ m³), hemoglobina corpuscular média (HCM, pg/cel) e concentração da hemoglobina corpuscular média (CHCM, g/dL); qualidade da casca do ovo: espessura de casca (EC, mm), gravidade específica (GE, g/cm³), peso da casca (PC, g); e o desempenho produtivo das aves: consumo de ração (CR, g/ave/dia), taxa de postura (TP, %), peso dos ovos (PO, g), massa de ovos (MO, g), conversão por dúzia (CDz, g) e massa de ovos (CMO, g). Para as variáveis: CR, CMO, CDz, MO, TP, não houve efeito entre os diferentes tratamentos ($p > 0,05$), assim como para as variáveis da qualidade da casca do ovo ($p > 0,05$) também não ocorreram efeitos entre os diferentes tratamentos, a variável PO houve efeito ($p = 0,023$). A relação heterófilo/linfócito houve efeito significativo ($p = 0,01$), portanto pode ser afetada conforme o tempo e a densidade de alojamento for aumentado. O volume corpuscular médio ocorreu efeito ($p = 0,0001$) obteve influência do tempo, assim como a contagem total leucocitária ($p = 0,001$) também aumentou até o terceiro período de coleta conforme o período de alojamento avançou, porém no último período de alojamento houve um decaimento. As densidades não interferem no desempenho e na qualidade da casca do ovo. A relação H/L pode ser afetada conforme o tempo e a densidade de alojamento for aumentado. O volume corpuscular médio obteve influência do tempo, assim como a contagem total leucocitária também aumentou conforme o período de alojamento avançou. O melhor tratamento foi de 102 cm² /ave por não diferir do tratamento controle nos parâmetros sanguíneos. Recomenda-se alojar codornas japonesas em postura em densidades de 86,31 cm²/ave quando trata-se de desempenho.

Palavras-Chave: bem-estar, desempenho, estresse, qualidade externa do ovo, sistema imune.

ABSTRACT

An experiment was conducted in the Poultry Sector of the School of Veterinary Medicine and Zootecnics of the Federal University of Tocantins, this work aims to characterize different densities of housing on the characteristics of the zootechnical performance of Japanese quails in laying, the quality of the egg shell and the hematological profile of these animals through physiological indicators. Upon reaching the peak of laying, the quails were weighed and distributed by weight and laying in the experimental units according to the completely randomized design, with four treatments and five repetitions per treatment. The treatments are the four different densities of accommodation: T1: 112.2 cm² / bird (10 birds per cage); T2: 102 cm² / bird (11 birds per cage); T3: 93.5 cm² / bird (12 birds per cage) and T4: 86.31 cm² / bird (13 birds per cage), totaling 230 birds. The birds were evaluated during the laying period. There were 125 experimental days divided into five periods of 25 days, analyzed in a factorial scheme (Time x Density). After the batch registers 5% of production total white percentage of erythrocytes (Hct,%), hemoglobin (g / dL), total white cell count (CTL, μ L); heterophil / lymphocyte ratio (H / L); hematimetric indices: mean corpuscular volume (MCV, μ m³), mean corpuscular hemoglobin (HCM, pg / cell) and concentration of mean corpuscular hemoglobin (CHCM, g / dL); egg shell quality: shell thickness (ST), specific gravity (SG), shell weight (SW); and the productive performance of birds: feed consumption (FC), laying rate (RL), egg weight (WE), egg mass (ME), conversion per dozen (CDz) and egg mass (CMO). The variables (CR, g / bird / donate), (CMO, g), and (CDz, g), (MO, g), (TP,%) there was no effect between the different treatments ($p > 0.05$), as well as the eggshell quality variables ($p > 0.05$) there was also no effect between the different treatments, the variable (PO, g) there was an effect ($p = 0.023$). The heterophile / lymphocyte relationship had a significant effect ($p = 0.01$), so it can be affected as time and density of accommodation are increased. The mean corpuscular volume effect ($p = 0.0001$) was influenced by time. Just as the total leukocyte count ($p = 0.001$) also increased until the third collection period as the accommodation period progressed, however in the last accommodation period there was a decay. The densities do not interfere with the performance and quality of the eggshell. The H / L ratio can be affected as time and housing density are increased. The mean corpuscular volume was influenced by time. Just as the total leukocyte count also increased as the accommodation period progressed. The best treatment was 102 cm² / bird because it did not differ from the control treatment. It is recommended to house Japanese quail laying at densities of 86.31 cm² / bird when it comes to performance.

Keywords: well-being, performance, stress, external egg quality, immune system.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Capítulo 2

Figura 1 – Bateria experimental.....	33
Figura 2 – Vista da bateria de gaiolas.....	34
Figura 3 – Balança digital com precisão 0,001g.....	35
Figura 4 – Soluções salinas para Gravidade específica.....	36
Figura 5 – Micrômetro digital.....	36
Quadro 1 – Valores médios de temperatura mínima e máxima, e umidade e temperatura média durante o período experimental.....	34

Capítulo 3

Figura 1 – Fotomicrografia do esfregaço sanguíneo de codornas japonesas: Heterófilos (seta preta), linfócito (cabeça de seta) e eritrócito (seta pontilhada). Panótico Rápido100x.....	46
Figura 2 - Fotomicrografia de distansão sanguínea de codorna japonesa apresentou heterofilo na forma tóxica (seta). Panótico Rápido 100x.....	51
Quadro 1- Temperaturas máxima e mínima, variação de amplitude e índice de temperatura e umidade durante o período experimental.....	45

LISTA DE TABELAS

Capítulo 2

Tabela 1 – Composição da dieta experimental para codornas em fase de produção.....	34
Tabela 2 - Valores médios de consumo de ração (CR, g/ave/dia), peso do ovo (PO, g), conversão por massa (CMO, g), e dúzia de ovos (CDz, g), massa de ovo (MO, g), Taxa de postura (TP, %)	37
Tabela 3 - Efeito da densidade de alojamento sobre a espessura de casca (EC), gravidade específica (GE) e peso da casca (PC).....	39

Capítulo 3

Tabela 1- Valores de hematócrito (HCT%), hemoglobina (HEM g/dL), hemoglobina corpuscular média (HCM pg/cel) e concentração da hemoglobina corpuscular média (CHCM g/dL) em codornas japonesas submetidas a diferentes densidades de alojamento.....	48
Tabela 2- Valores da relação heterófilo/linfócito (H/L), contagem total de leucócitos (CTL μL) e volume corpuscular médio (VCM μm^3).....	50

SUMÁRIO

RESUMO	6
ABSTRACT	7
CAPÍTULO 1	12
1.1 INTRODUÇÃO	12
1.2.2 Fisiologia do estresse em aves	14
1.2.3 Estresse x sistema imune	16
1.2.4 Estresse x desempenho produtivo	19
1.2.5 Estresse x sistema reprodutor	20
1.2.5.1 Estresse x qualidade da casca dos ovos	21
2 REFERÊNCIAS	24
CAPÍTULO 2. Desempenho e qualidade da casca de ovos de codornas japonesas alojadas em diferentes densidades (cm²/ave)	30
RESUMO	30
CHAPTER 2. Performance and shell quality of Japanese quail eggs housed at different densities (cm² / bird)	31
ABSTRACT	31
1 INTRODUÇÃO	32
1.2 Material e métodos	32
1.3 Resultados e discussões	37
1.4 Conclusão	39
2 REFERÊNCIAS	40
CAPÍTULO 3. Sistema imune e parâmetros sanguíneos de codornas japonesa alojadas em diferentes densidades (cm²/ave)	42
RESUMO	42
CHAPTER 3. Immune system and blood parameters of Japanese quail housed at different densities (cm² / bird)	43
ABSTRACT	43

1 INTRODUÇÃO	44
1.2 Material e métodos	44
1.3 Resultados e discussões	47
1.4 Conclusão	52
2 REFERÊNCIAS	53
CONSIDERAÇÕES FINAIS	55

CAPÍTULO 1

1.1 INTRODUÇÃO

Um dos motivos da crescente produção nacional de codornas japonesas é o curto ciclo reprodutivo. De acordo com Albino e Neme (1998), as codornas iniciam a postura por volta de seis a sete semanas, seguindo até que as aves atinjam cerca de 60 semanas.

Para efetivar o aumento em produtividade, as técnicas de produção de codornas devem ser melhoradas, as quais incluem o melhoramento genético das aves que atualmente está levemente defasado, principalmente quando comparado aos de outras aves como frangos de corte e poedeiras. Segundo os autores Teixeira et al. (2013), faltam estudos dos potenciais produtivos sobre os principais grupos genéticos disponíveis no mercado nacional.

Apesar dos avanços tecnológicos na produção animal, o ambiente de sistema de criação tem influência de forma direta ou indireta no conforto e bem-estar desses animais (PANDORFI; SILVA; PIEDADE, 2008). Inúmeras variáveis interferem no conforto das aves dentro das instalações, principalmente aquelas ligadas ao ambiente climático, e ainda, as que envolvem o manejo de criação (MACARI; LUQUETTI, 2002).

O estado do Tocantins registrou em 2019 temperaturas médias máximas de 34°C, e valores de índice de temperatura e umidade (ITU) mínimo de 70,7 e máximo de 80,6 em valores absolutos (INMET, 2019).

O ITU auxilia na indicação de conforto e desconforto térmico em que as codornas estão submetidas. Castro (2014) afirma que os valores máximos e mínimos de ITU como ideais para codornas japonesas em postura são respectivamente, 76 e 66,6. Portanto, confirma que no Estado supracitado o ITU é um desafio a ser contornado para máximo desempenho dos animais.

As codornas apresentam maior tolerância ao calor que poedeiras, a temperatura ambiente ideal, zona termoneutra (ZTN), para codornas na fase de postura está entre 18 e 22°C e a umidade relativa do ar entre 65 e 70% (BAÊTA; SOUZA, 2010). A ZTN está relacionada com o ambiente térmico ideal no qual a amplitude deve ser bem restrita e nesta zona o animal consegue seu desempenho máximo e a temperatura corporal é estabelecida com mínima utilização de mecanismos termorreguladores (BAÊTA; SOUZA, 2010).

Várias são as medidas que podem ser adotadas dentro da avicultura, para proporcionar ambiente climático para que os animais possam expressar todo seu potencial genético. Aspectos construtivos como a direção do galpão (Leste-Oeste), beirais, pé direito, lanternim, e outras medidas secundárias como cortinas, paisagismo circundante, ventiladores amenizam o estresse

por calor, e proporcionam aos animais desempenho satisfatório (MENEZES et al., 2009; PEREIRA et al., 2013).

Todas essas medidas precisam estar associadas ao manejo animal, principalmente a densidade de alojamento, já que, alteram a relação animal/bebedouro e comedouro. Pois a densidade de criação e o tamanho dos grupos influenciam diretamente o comportamento e desempenho de poedeiras (GUO et al., 2012).

A fim de reduzir os custos com equipamentos e gaiolas, os produtores aumentam a densidade de alojamento para intensificar a produção. Esta prática é muito comum e pode ocasionar ao animal problemas de estresse causado pela competição por espaço e alimento (LEANDRO et al., 2005).

A densidade de alojamento é fator preponderante no sucesso da criação, ou seja, indicará a priori qual rendimento animal por área, contudo, alojamento em altas densidades, associados a desafios climáticos, como temperaturas elevadas, reduzem o desempenho das codornas e dos animais de forma geral (GUIMARÃES et al., 2014). Alguns autores sugerem que a densidade de alojamento varia entre 75 a 100 cm²/ave (LEANDRO et al., 2005; LOPES et al., 2006; LIMA et al., 2012).

Minimizar os efeitos adversos, oriundos do estresse por calor, é necessário para que os lotes alcancem máximo desempenho. Dentre os efeitos negativos aqueles ligados ao sistema fisiológico do animal como níveis elevados de corticosterona (FREEMAN; COGBURN 1983; NORDI et al., 2007) promove redução da produção de hormônios da tireoide, e dos hormônios folículo estimulante (FSH) e luteinizante (LH) (LUNDERG, 2005). É afetado negativamente a função do sistema imune (ROSA et al., 2011) e com isso há o aumento de infecções. Portanto, resulta a queda do desempenho de modo geral, agravada entre outros pela redução no consumo de ração, consequentemente há pior conversão alimentar por massa e por dúzia de ovos produzidos (OLIVEIRA et al., 2014).

Diante dos relatos acima, da adversidade climática do Estado do Tocantins, dos efeitos que o clima possui sobre o desempenho dos animais, e por ser a Coturnicultura uma atividade promissora no Tocantins, este trabalho tem por objetivo caracterizar diferentes densidades de alojamento sobre as características do desempenho zootécnico de codornas japonesas em postura, a qualidade externa do ovo e o perfil hematológico desses animais por meio de indicadores fisiológicos.

1.2 Revisão da literatura

1.2.1 Coturnicultura brasileira

A produção de codornas cresceu cerca de 16,8 milhões de animais até o ano de 2018, pesquisas concluíram que houve um aumento de 12,1 % à mais do que no ano anterior. Sendo que a região de maior concentração desse efetivo está no Sudeste com cerca de 62,5 %. Assim como esta região detém a maior produção de ovos de codorna no Brasil, 190,49 milhões de dúzias de ovos, 65,5% da produção nacional. Já na região tocantinense o efetivo de codornas no ano de 2018 chegou a 0,0006 % de animais (IBGE, 2018).

Os ovos de codornas japonesas têm um alto potencial para serem desenvolvidos como uma fonte de proteína, especialmente em países em desenvolvimento. São ricos em proteínas e fonte de folato, vitamina B12, ácido pantotênico, ferro, fósforo, riboflavina e selênio (KALSUN et al., 2012).

O maior consumo do ovo de codorna ocorre na forma *in natura* atingindo em torno de 71%; 28% são consumidos em conserva e apenas 1% são consumidos de outras formas. O mercado dos ovos de codorna encontra-se em expansão, uma vez que o ovo é um alimento saudável, de grande valor nutritivo e de preço acessível para todas as classes sociais (BERTECHINI, 2010).

Como as codornas japonesas são adequadas para a produção de ovos e carne, a codorna comercializada em regiões de baixa renda pode ser uma fonte de dinheiro e emprego (SANTHI; KALAIKANNAN, 2017).

No que diz respeito aos alojamentos, as aves de postura, na sua fase inicial de crescimento, devem ser protegidas de temperaturas muito reduzidas ou mesmo de variações bruscas de temperatura, fato que se constitui num grande problema para o caso de aviários abertos e sem ambiente controlado, como é o caso da quase totalidade das construções para aves de postura no Brasil. Assim, principalmente durante o período noturno e em condições de inverno, podem ocorrer grandes prejuízos financeiros, uma vez que um animal jovem (pintainha) estressado por frio dificilmente conseguirá recompor a uniformidade e o seu desempenho produtivo potencial ao longo de sua vida, o que reforça a importância de se atentar para a necessidade de mantê-lo sempre em condições de conforto térmico. Na 1ª semana de vida a ZTC deve estar entre 35 à 40° C (TEIXEIRA, 1996; ALBINO e NEME, 1998).

1.2.2 Fisiologia do estresse em aves

A fisiologia descreve o funcionamento do organismo do animal. Embora o corpo normalmente tente manter um estado de equilíbrio (homeostase), ele possui mecanismos que

permitem a quebra deste equilíbrio como resposta a estímulos variados. Fatores de estresse como o clima, mudança de ambiente, ruído, elevada densidade de animais levam à liberação de hormônios que podem identificar o nível de estresse do animal. Quando sob condições de estresse, as aves respondem com alterações fisiológicas que podem estar relacionadas às mudanças no eixo do estresse. Os resultados são: elevada frequência cardíaca, aumento da corticosterona plasmática e níveis de catecolaminas, hipertrofia e atrofia da adrenal, imunossupressão, mudanças nos hormônios reprodutivos e do crescimento e mudanças neuroquímicas (FREEMAN, 1988).

Em situações de estresse por calor, por exemplo, o hipotálamo diminui o estímulo a atividade da hipófise, conseqüentemente ocorre a diminuição do hormônio tireotrófico (TSH), estimulando a tireóide a secretar menos tiroxina (T4) (YAHAV, 2007).

As grandes amplitudes são mais prejudiciais do que o estresse contínuo. As oscilações de temperatura do ambiente impõem os animais a utilizar de mecanismos para manter sua temperatura corporal dentro da faixa de conforto ou considerada normal. Esses ajustes podem ser comportamentais ou fisiológicos de adaptação que podem ocorrer em curto, médio ou longo prazo. Em curto prazo os animais podem mudar de posição para se expor mais ao vento e evitarão de se agrupar, mas isso pode ser prejudicado pela densidade de alojamento se for elevada. Em médio e longo prazo, as aves podem diminuir a quantidade de penas. Portanto, esse ajuste permitirá melhor desempenho produtivo. Foi observado durante este estudo a diminuição da quantidade de penas, porém não participava dos parâmetros que foram avaliados, portanto não foi feita análise estatística do mesmo.

Na fase adulta de codornas, a faixa de conforto térmico desses animais segundo Albino e Barreto (2012) recomendam a temperatura de 22°C para codornas em fase de postura, enquanto que Araújo et al. (2007) avaliaram níveis de cromo orgânico na dieta de codornas mantidas em estresse por calor na fase de postura, e observaram que a conversão alimentar por massa de ovos e por dúzia de ovos não foi influenciada ($P > 0,05$) pela alta temperatura ambiente (32 °C) com umidade relativa do ar de 70%. Castro (2014), avaliou diferentes temperaturas (20 °C, 28 °C, 30°C, 32 °C) sobre o desempenho de codornas japonesas, destaca que as mesmas são capazes, dentro de certos limites, de se adaptarem a condições de estresse contínuo.

O estresse pode ser usado para citar uma condição que provoque uma resposta a uma coação que se refere a tensão interna provocada por uma condição externa (resposta ao estresse). Essa coação (comportamental, ambiental ou da densidade de alojamento) é qualquer estímulo que instigue respostas primárias do estresse, ou seja, um aumento na atividade do eixo

hipotálamo-hipófise-adrenal (HPA), devido a este processo ocorre um aumento nas concentrações de glicocorticoides adrenais circulantes (CREEL, 2001).

Assim, no estresse crônico vários autores observaram o aumento da concentração de corticosterona no sangue de aves (SAHIN et al., 2002). Concentrações altas deste hormônio catabólico, resulta em alterações metabólicas. Malheiros et al. (2003) verificaram involução do baço e da bursa de Fabricius quando frangos de corte foram alimentados com dieta suplementada com corticosterona.

Nas aves, o principal glicocorticoide adrenal é a corticosterona. Algum cortisol é produzido embora em nível muito baixo (CARSIA, 2015). As concentrações plasmáticas de cortisol são elevadas por estressores como: biológicos e/ou de produção, como calor, frio, densidade de estocagem, coibição e imobilização, devido ao aumento da secreção do hormônio adrenocorticotrófico (ACTH) e do hormônio liberador de corticotropina (SCANNES, 2016).

Em aves e répteis, as mudanças nas concentrações glicocorticoides podem ter efeitos rápidos (em segundos ou minutos), e com isso promove inibição da fisiologia reprodutiva e do comportamento. Apesar de não ser claro, sugere-se que a resposta rápida se deve a receptores mediadores de membrana que anulam a reprodução em resposta ao glicocorticoide. Na forma de redução da receptividade sexual e aceitação em ambos os sexos, além da inibição do comportamento sexual e estímulo de fuga, característicos da resposta ao estresse (SAPOLSKY et al., 2000).

Os indicadores fisiológicos e comportamentais de estresse são muito úteis, pois podem ser quantificados e amplamente ajustados a visões preconcebidas de bem-estar (SCANES, 2016). Castilho et al. (2015) avaliaram parâmetros fisiológicos e produtivos (produção de ovos) sob diferentes densidades de alojamento e verificaram que não houve efeito sobre as variáveis estudadas, pois as aves se adaptaram aquela condição.

Albino et al. (2014), mencionaram que a capacidade das aves em direcionar a energia consumida para manutenção, peso e número de ovos está diretamente ligada às condições ambientais em que elas estão submetidas. Portanto, em situações de estresse, seja ambiental, patogênico ou espacial essa habilidade pode ser afetada.

1.2.3 Estresse x sistema imune

O sistema imune atua impedindo a invasão e destruição dos tecidos por patógenos, sendo seu funcionamento controlado pelo próprio sistema imune, sistema neuroendócrino e pelo sistema nervoso autônomo. Esses sistemas trabalham em associação para modular a ativação e controlar a resposta do sistema imune ao agente agressor. Estudos realizados em codornas

(*Coturnix coturnix*) e frangos (*Gallus gallus*) sugerem que os fenótipos imune-neuroendócrinos encontrados nestas aves são semelhantes aos dos mamíferos, estes se mantêm preservados ao longo da reprodução seletiva no setor avícola (NAZAR et al., 2017).

A ativação do eixo hipotálamo-hipófise-adrenal em situações de estresse contínuo provoca, portanto, aumentos nos níveis circulantes de glicocorticóides, resultando em maior catabolismo proteico, hiperglicemia, depressão, imunossupressão e aumento da susceptibilidade a infecções (RAUW, 2012).

No entanto, as alterações neuroendócrinas que ocorrem nas aves em situação de estresse, promovem alterações no sistema imune que ainda não são bem compreendidas, pois em algumas situações em vez de imunossupressão, pode ocorrer imunoestimulação (SILVA et al., 2009).

Vários fatores podem ser responsáveis pelos possíveis efeitos que o sistema imune sofrerá quando submetido ao estresse, como a duração (aguda x crônica) do estresse, mudanças na distribuição de leucócitos dentro do corpo e nos compartimentos em que ocorre a resposta imune, a concentração (fisiológica versus farmacológica), e a natureza (endógena versus sintética) da exposição ao glicocorticoide. É necessária uma maior elucidação das interações entre os fatores acima mencionados e outros fatores nervosos, endócrinos e genéticos na mediação dos efeitos do estresse na função imune (DHABHAR, 2009).

Embora a principal fonte de ovos entre as espécies avícolas são das galinhas poedeiras, a produção de codornas japonesas está em desenvolvimento como fonte alternativa em numerosos países, devido ao seu rápido crescimento e precocidade. No entanto, questões de bem-estar nesta espécie não tem sido grande preocupação em comparação com poedeiras (LAURENCE et al., 2014). A menor tolerância das aves ao estresse térmico em clim _ ente é fator limitante e grande problema para as poedeiras nas regiões tropicais e subtropicais (FAISAL et al., 2008).

É bem reconhecido que o estresse evoca mudanças acentuadas na relação heterofilo/linfócito (H/L) em aves (DAVIS; MANEY; MAERZ, 2008). Aves criadas em espaço reduzido também apresentam aumentos na concentração sanguínea de hemoglobina (BEDÁNOVÁ et al., 2007). Assim como também são utilizados os parâmetros hematimétricos, ou os índices de Wintrobe (WINTROBE, 1933) denominados como concentração de hemoglobina corpuscular média (CHCM) e volume corpuscular médio (VCM) detectam a presença de anemia e avaliam a capacidade que a medula óssea tem de produzir hemácias de tamanho e capacidade metabólica normais, assim como o conteúdo de hemoglobina.

O estresse pode ter um efeito profundo na fisiologia geral, na saúde animal e na produtividade. O trato gastrointestinal é particularmente responsivo aos estressores, que podem causar uma variedade de alterações, incluindo a alteração da microbiota protetora normal (BAILEY; COE, 2004) e diminuição da integridade do epitélio intestinal (SODERHOLM, 2002).

O sistema imune das aves e seu funcionamento normal dependem da presença de células provenientes da medula óssea que crescem nos órgãos linfoides primários. Um deles é o timo, o qual há um microambiente ideal para o desenvolvimento de linfócitos T, gerando três subpopulações destas células, os quais são: linfócitos T auxiliares, linfócitos T citotóxicos e linfócitos T supressores, cada um com sua função nas respostas imune humoral e celular (SCOTT, 2004).

Codornas submetidas a condições ambientais de elevadas temperaturas (29, 34, 36 e 40°C) durante o período produtivo observou-se efeito adverso sobre os parâmetros hematológicos. A exposição de codornas japonesas ao estresse crônico diminuiu o número de leucócitos, hemácias, % de volume celular médio, concentração de hemoglobina (g/dl) e % de linfócitos. Assim como houve o aumento da % de células heterófilas, relação H/L, % eosinófilos, % de monócitos e basófilos. Por outro lado, 22 °C poderia ser considerado como o grau ótimo para a criação de codorna sem afetar de forma negativa os parâmetros hematológicos (MAHAMUD et al., 2013).

Foram monitorados os parâmetros hematológicos e de proteína plasmática total de codornas submetidas a diferentes ambientes, com temperaturas médias durante os ciclos de: 22,4°C (C1); 25,5°C (C2); 23,3°C (C3) e 21,5°C (C4), estabelecendo as proporções de heterófilo/linfócito para colaborar no estudo dos fatores de estresse em aves e melhorar a produção e manejo de codornas. Entre os ciclos, observam-se diferenças significativas entre o primeiro e todos os demais períodos para os valores de eritrócitos, leucócitos totais e basófilos. Os valores relativos e absolutos de eritrócitos, linfócitos, monócitos e relação heterófilo/linfócito foram significativamente distintos nos ciclos dois e quatro, com a maior e menor temperatura, respectivamente (ROSA et al., 2011). No presente estudo, os valores de heterófilos nos ciclos C2, C3 e C4 foram superiores de todos os ciclos e os valores de linfócitos foram inferiores.

Foi avaliado o efeito da densidade populacional sobre o desempenho de postura, concentração de leucócitos, bioquímica sanguínea, concentração de corticosterona, densidade mineral óssea e emissão de gases nocivos de poedeiras, utilizando quatro taxas de lotação 5, 6, 7 e 10 aves/m². Observaram que não houve diferenças significativas no nível de leucócitos, no

entanto, os heterófilos e a razão heterófilo/linfócito foram maiores para 10 aves/m² do que a densidade de alojamento de 6 e 7 aves/m². Obtiveram a relação heterófilo/linfócito de 0,34; 0,37; 0,37 e 0,52 para os tratamentos 5, 6, 7 e 10 aves/m², respectivamente (KANG et al., 2016).

No entanto, um estudo feito para determinar os efeitos da seleção genética e da idade sobre as características físicas e a função imune das aves em resposta a um aumento simultâneo no tamanho e densidade do grupo, utilizando 4 (542 cm²/ave) ou 10 (434 cm²/ave) aves para criar ambientes extensivos e intensivos de gaiolas, respectivamente. Observou-se que sobre alterações nos parâmetros hematológicos e sub-populações de linfócitos T atribuíveis a mudanças simultâneas no tamanho do grupo e densidade da gaiola não houve alterações nas porcentagens de heterófilos e linfócitos, ou na razão heterófilo/linfócito nas aves entre as linhagens, tamanhos de grupo e suas interações (FAHEY; CHENG, 2008).

1.2.4 Estresse x desempenho produtivo

Análises de parâmetros produtivos e da qualidade dos ovos são exemplos de algumas medidas adotadas para determinação dos efeitos do ambiente de criação sobre o desempenho e o bem-estar das aves (ALVES et al., 2007). Neste contexto, a produção, a produtividade e a qualidade do produto são os principais interesses dos produtores e consumidores de ovos, uma vez que está diretamente relacionada a fatores como higiene, sanidade e, principalmente, à saúde e ao bem-estar dos animais (TRINDADE et al., 2007).

Alterações fisiológicas que estão associados com aumentos dos níveis de corticosterona no plasma, de glicose no sangue e de heterófilos e linfócitos resultante da diminuição do espaço de alojamento, pode levar alteração no peso dos ovos e comprometimento das penas (ON AŞILA; AKSOY, 2005).

Autores como KANG et al. (2016) estudaram os efeitos da densidade de alojamento sobre o desempenho, a qualidade dos ovos, a concentração de leucócitos, a bioquímica sanguínea, os níveis de corticosterona, a densidade mineral óssea e a emissão de gases nocivos das galinhas poedeiras. Ao longo de todo o experimento (34 a 41 semanas) a produção de ovos, a massa de ovos e o consumo de ração foram menores para densidade de 10 aves/m² do que outras densidades populacionais, este resultado corrobora com aqueles encontrados por Gomes et al. (2014), os quais apresentaram baixo ganho de peso corporal e consumo de ração devido ao estresse causado pela superlotação.

Este estudo foi realizado a fim de determinar os efeitos do estresse térmico e da umidade no desempenho de produção e nas respostas imunes de aves poedeiras. Verificou-se que a produção de ovos diminuiu significativamente durante todas as cinco semanas para as galinhas

expostas ao estresse constante em comparação com aquelas que não estavam sob sua influência (MASHALY et al., 2004).

Foi avaliado no experimento o efeito do estresse térmico a longo prazo em galinhas. Observou-se que nos parâmetros de desempenho houve redução do consumo da ração, assim como diminuição do ganho de peso corporal (QUINTEIRO-FILHO et al., 2010).

Oliveira et al. (2014) verificaram, em estudo realizado com poedeiras, que sob situação de estresse o desempenho produtivo é prejudicado, no que difere de poedeiras em situação de bem-estar ambiental e dimensional a qual favorece um melhor desempenho. Resultados semelhantes foram obtidos por Silva et al. (2012).

Foi realizado um estudo para avaliar parâmetros produtivos e econômicos de criação de poedeiras comerciais em diferentes densidades de alojamento e verificaram que a variável mais afetada foi o peso dos ovos, diferindo do grupo de menor densidade (MENEZES et al., 2009).

Diversos autores realizaram trabalhos com poedeiras e relataram o efeito direto da densidade de alojamento com o espaço de comedouro disponível, uma vez que em altas densidades há uma menor ingestão de alimento, não atendendo suas necessidades nutricionais, conseqüentemente, há queda na produção de ovos (LEANDRO et al., 2005; HAYIRLI et al., 2005; NAHASHON et al., 2006). Lopes et al. (2006) relataram que codornas japonesas na fase de postura podem ser alojadas em gaiolas com densidade de 94,9 cm²/ave e recebendo rações de 2.750 Kcal EM/kg, sem prejuízos à produção.

A eficiência produtiva das codornas, assim como o desenvolvimento e crescimento do aparelho reprodutivo, está diretamente relacionada com a densidade utilizada nas diversas fases de criação. O recomendável para ótimo desempenho durante a fase de postura, que as codornas permaneçam alojadas em gaiolas de até 107,64 cm²/ave (OLIVEIRA, 2002). Entretanto, Murakami e Arika (1998) recomendam o uso de 100 cm²/ave.

1.2.5 Estresse x sistema reprodutor

O aparelho reprodutivo da poedeira é composto por um ovário e um oviduto, que se localizam do lado esquerdo da cavidade abdominal da ave. Durante o período embrionário, o oviduto e o ovário do lado direito estão inicialmente presentes. Entretanto, a produção de substâncias inibidoras do ducto de Müller (origem do oviduto) pelo ovário resulta em regressão do ducto direito e do ovário direito. O esquerdo é aparentemente protegido por apresentar maior número de receptores para estrogênio, portanto, mais sensível a este que o ducto direito. Aparentemente o estrogênio impede a ação de substâncias inibidoras do ducto de Müller (BAHR; JOHNSON, 1991).

Uma das principais funções dos ovários é a produção de hormônios esteróides, essenciais para o crescimento e função do trato reprodutivo. Os estrogênios atuam na síntese da gema pelo fígado, mobilização de cálcio dos ossos medulares para a glândula da casca (BAHR; JOHNSON, 1991).

A função dos ovários e a baixa produção de ovos em resposta aos ambientes de temperaturas elevadas podem ser mediadas pela atividade inibitória do estresse térmico no eixo hipotálamo-hipófise-gonadal. A interferência com a função ovariana normal pode obstruir ou deprimir a secreção e a circulação de esteróides ovarianos (progesterona, estradiol) e gonadotrofinas (hormônio luteinizante, hormônio folículo-estimulante), conseqüentemente prejudica a regulação dos mecanismos fisiológicos fundamentais à esteroidogênese, recrutamento folicular, crescimento e ovulação, conjunto de intervenções que dificultam a produção de ovos (OGUNTUNJI; ALABI, 2010).

O oviduto e as partes que o compõe podem ser descritos da seguinte forma: O oviduto é separado anatomicamente em cinco partes. A primeira é o infundíbulo, que capta o óvulo logo após a sua liberação pelo ovário. No magno ocorre deposição das proteínas que compõe o albúmen, parte mais longa do oviduto, revestido por células secretoras e ciliadas. O istmo, região mais curta, formam as membranas da casca. O útero, ou glândula da casca, é um órgão muscular e secretório, no qual o fluido é adicionado ao ovo e formação de sua casca além da deposição da cutícula. A vagina serve de passagem do ovo do útero até a cloaca (RUTZ et al., 2007).

Sabe-se que a qualidade do ovo também está relacionada ao desenvolvimento epitelial do oviduto. Os componentes do albúmen, por exemplo, são provenientes de suas secreções, principalmente do magno e istmo (FERTUCK; NEWSTEAD, 1970). Mendez (2015) avaliou diferentes fontes luminosas :incandescente de 25 watts (400– 1.100 nm); fluorescente branca compacta (380-770nm) e lâmpadas de diodos emissores de luz (LED) nas cores branca (400-760 nm), azul (435-500 nm), vermelha (630-700nm) e verde (500-565nm), e observou que a fonte luminosa de cor vermelha estimulou mais as aves, provocando um aumento da altura da prega do magno, assim como a altura do epitélio do istmo.

1.2.5.1 Estresse x qualidade da casca dos ovos

A qualidade da casca pode ser influenciada pela idade, ambiente, manejo e nutrição da ave e por fatores relacionados ao próprio ovo, como estocagem inadequada (LEANDRO et al., 2005).

Assim como todo produto de origem animal, o ovo é um alimento perecível. Perde sua qualidade interna logo após a postura, ou seja, é um fenômeno inevitável, fato que pode ser

agravado por diversos fatores como, por exemplo, a ausência de métodos adequados de armazenamento (WARDY et al., 2010).

O conceito de qualidade apresenta diferentes enfoques para consumidores e produtores. Para os produtores a qualidade da produção se relaciona com peso do ovo, resistência da casca, e ausência de defeitos e sujidades. Para consumidores, o prazo de validade, características sensoriais e composição nutricional são mais valorizadas (FRANCO; SAKOMOTO, 2005).

A casca do ovo é composta de carbonato de cálcio (CaCO_3) e formada no oviduto da codorna, no útero conhecido também como câmara calcífera. Neste local, ocorre a união do cálcio, absorvido da ração, com o ácido carbônico (HCO_3), que provém da junção do CO_2 do processo respiratório com a água pela atuação da enzima anidrase carbônica (BAIÃO; LÚCIO, 2005). O distúrbio respiratório ocasionado por fatores externos podem ou não afetar diretamente na formação da casca, o qual foi observado neste estudo que os tratamentos não afetaram na qualidade da casca.

A qualidade da casca pode influenciar o desempenho econômico da atividade. É a “embalagem” natural do ovo e por isso, deve ter resistência suficiente para conservar-se firme a postura, colheita, classificação e transporte, chegando ao consumidor final sem avarias físicas que comprometem a qualidade do produto (KUSSAKAWA et al., 1998). O método mais eficaz para avaliar resistência da casca é a medida de sua espessura. Estima-se que ovos com menos de 0,33 mm de espessura de casca possuam mais de 50 % de chances de sofrer danos físicos durante a distribuição (STADELMAN; COTTERILL, 1995).

Dentre os métodos para se avaliar a qualidade externa da casca, é a gravidade específica, guarda a relação direta com a espessura e a percentagem de casca em relação ao peso do ovo (HAMMERLE, 1969).

A idade da ave é um dos fatores que mais influenciam no tamanho e no peso do ovos. À medida que a ave envelhece, ocorre incremento do tamanho do ovo, porém a deposição de carbonato de cálcio no útero para a formação da casca, é constante durante todo o período de postura. Nesse sentido ovos de poedeiras mais velhas possuem cascas mais finas quando comparados àqueles produzidos por aves mais jovens (RUTZ et al., 2007).

Os efeitos das temperaturas cíclicas no desempenho e qualidade de ovos de codornas japonesas alojadas em câmara bioclimática (24, 27, 30, 33 ou 36°C) foram avaliados por Vercese et al. (2012) observaram que houve piora na gravidade específica a partir de 30°C e que esta estava intimamente relacionada à qualidade da casca dos ovos. Os autores concluíram que temperaturas acima de 21°C diminuem a resistência da casca à quebra e, a partir dos 27°C a sua espessura foi reduzida.

As interações entre o estresse térmico e a qualidade da casca do ovo sobre a força de sua ruptura, a espessura, porcentagem e densidade foram avaliadas por Ebeid; Suzuki e Sugyama (2012) e observaram efeito negativo dessa interação sobre os parâmetros estudados quando as poedeiras foram expostas a alta temperatura ambiente. Indicando redução significativa da densidade das casca dos ovos. Portanto, pode-se sugerir que o estresse térmico perturba a formação da casca do ovo.

Sob alta temperatura, o fluxo sanguíneo é alterado e mais sangue flui aos tecidos periféricos para transferir mais calor do núcleo do corpo para a superfície, podendo afetar o fluxo sanguíneo para o oviduto (ETCHES; JOHN; VERRINDER, 1995).

2 REFERÊNCIAS

- ALBINO, L.F.T.; NEME, R. **Codornas: Manual prático de criação**. Viçosa: Aprenda Fácil, 1998.
- ALBINO, L. F. T.; CARVALHO, B. R.; MAIA, R. C.; BARROS, V.R.S.M. **Galinhas Poedeiras Criação e Alimentação**. Ed. Aprenda Fácil, 376p, 2014.
- ALVES, S. P.; SILVA, I. J. O. DA.; PIEDADE, S. M. de S. Avaliação do bem-estar de aves poedeiras comerciais: efeitos do sistema de criação e do ambiente bioclimático sobre o desempenho das aves e a qualidade de ovos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, p.1388-1394, 2007.
- ARAÚJO, M.S.; BARRETO, S.L.T.; DONZELE, J.L.; OLIVEIRA, R.F.M.; UMIGI, R.; OLIVEIRA, W.P.; BALBINO, E.M.; ASSIS, A.P.; MAIA, G.V.C. Níveis de cromo orgânico na dieta de codornas japonesas mantidas em estresse por calor na fase de postura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, p. 584-588, 2007.
- BAÊTA, F.C.; SOUZA, C.F. **Ambiência em edificações rurais – conforto animal**. 2. ed. Viçosa: UFV, p. 269, 2010.
- BAILEY, M.T.; COE, C.L. Prenatal stress alters bacterial colonization of the gut in infant monkeys. **Journal Pediatric Gastroenterology Nutricional**, v. 38, p. 414–421, mar. 2004.
- BAIÃO, N.C.; LÚCIO, C.G. **Nutrição de matrizes pesadas**. In: MACARI, M.; MENDES, A.A (Eds). Manejo de matrizes pesadas. Campinas: FACTA. Cap.10, p.198-216, 2005.
- BAHR, J.M.; JOHNSON, P.A. **Reproduction in poultry**. In: Cupps PT (Ed.). **Reproduction in domestic animals**. 3 rd ed. New York: Academic Press, p. 555-575, 1991.
- BEDÁNOVÁ, I.; VOŠLÁROVA, E.; CHLOUPEK, P.; PISTEKOVÁ, V.; SUCHÝ, P.; BLAHOVÁ, J.; DOBSÍKOVÁ, R.; VECEREK, V. Stress in broilers resulting from shackling. **Poultry Science**, v. 86, p. 1065-1069, 2007.
- BERTECHINI, A.G. **Situação atual e perspectivas para a coturnicultura no Brasil**. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL, 4; CONGRESSO BRASILEIRO DE COTURNICULTURA, 3., 2010. Lavras: Anais... Lavras – MG: UFLA, 2010.
- CARSIA, R. V. **Sturkie's Avian Physiology**. New York Academic Press. 6. ed., p. 577-611, 2015.
- CASTILHO, V.A.R.; GARCIA, R.G.; LIMA, N.D.S.; NUNES, K.C.; CALDARA, F.R.; NÄÄS, I.A; BARRETO, B.; JACOB, F.G. Bem-estar de galinhas poedeiras em diferentes densidades de alojamento. **Brazilian Journal of Biosystems Engineering**, v. 9, p. 122-131, 2015.
- CASTRO, J. O. **Avaliação e modelagem do desempenho de codornas japonesas em postura submetidas a diferentes ambientes térmicos**. 71 p. Tese (Doutorado em engenharia agrícola) – Universidade Federal de Lavras, MG, 2014.

CREEL, S. Social dominance and stress hormones. **Trends Ecology Evolution**, v. 16, p. 491-497, 2001.

DAVIS, A.K.; MANEY, D.L.; MAERZ, J.C. The use of leukocyte profiles to measure stress in vertebrates: a review for ecologists. **Functional Ecology**, Kentucky, v.22, p.760-772, 2008. Disponível em: <<http://www.mendeley.com/research/the-use-of-leukocyte-profiles-to-measure-stress-in-vertebrates-a-review-for-ecologists/>>. Acesso em: 25 ago.2019

DHABHAR, F.S. Enhancing versus suppressive effects of stress on immune function: implications for immunoprotection and immunopathology. **Neuroimmunomodulation**, v.16, p.300-317, 2009.

EBEID, T.A.; SUZUKI, T.; SUGIYAMA, T. High ambient temperature influences eggshell quality and calbindin-D28k localization of eggshell gland and all intestinal segments of laying hens. **Poultry Science**, v. 91, p. 2282-2287, 2012.

ETCHES, R. J., JOHN, T.M.; VERRINDER, G.A.M. Behavioural, physiological, neuroendocrine and molecular responses to heat stress. **Poultry Production in Hot Climates**. N. J. Dagher, ed. CAB Int., Wallingford, UK, p.31-65, 1995.

FAHEY, A.G.; CHENG, H.W. Group Size and Density Effects on Physical Indices and Cell-Mediated Immunity in Two Genetic Lines of White Leghorn Layers. **Poultry Science**, v. 87, p. 2500-2504, 2008.

FERTUCK, H.; NEWSTEAD, J. Fine structural observations on Magnum mucosa in quail and hen oviducts. **Zeitschrift für Zellforsch Mikroskopische Anat**, v. 103, p.447-459, 1970.

FRANCO, J.R.G.; SAKAMOTO, M.I. Qualidade dos ovos: uma visão geral dos fatores que a influenciam. **Revista AveWord**, v. 3, p. 22-27, 2005.

FREEMAN, R. M., COGBURN, S. Response of daily thyroid rhythms to cyclic temperature. **Poultry Science**, v. 62, p.1425, 1983.

FREEMAN, M. E. **The ovarian cycle of the rat**. New York: Raven Press. LTD, p. 1893-1928, 1988.

GUIMARÃES, M. C. C.; FURTADO, D.A.; NASCIMENTO, J.W.B. do; TOTA, L.C.A.; SILVA, C.M. da; LOPES, K.B.P. Efeito da estação do ano sobre o desempenho produtivo de codornas no semiárido paraibano. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.18, p.231-237, 2014.

GUO, Y.Y.; SONG, Z.G.; JIAO, H.C.; SONG, Q.Q.; LIN, H. The effect of group size and stocking density on the welfare and performance of hens housed in furnished cages during summer. **Animal Welfare**, v.21, p.41-49, 2012.

HAMMERLE, J.R. Na engineering appraisal of egg shell strength evaluation techniques. **Poultry Science**, v. 48, p. 31-41, 1969.

HAYIRLI, A.; ESENBUGA, N.; MACIT, M.; LAÇIN, E.; KARAOGLU, M.; KARACA, H.; YILDIZ, L. Nutrition practice to alleviate the adverse effects of stress on laying performance,

metabolic profile, and egg quality in peak producing hens: in the humate supplementation. **Asian-Australasian Journal of Animal Science**, v.18, p.1310-1319, 2005.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA – INMET. **Estações automáticas**. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=estacoes/estacoesautomaticas>. Acesso em: 06 agosto de 2019.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Agropecuário 2018 - Resultados Preliminares**. Disponível em: https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/84/ppm_2018_v46_br_informativo.pdf. Acesso em: 06 de agosto de 2019.

KALSUM, U.; SOETANTO, H.; ACHMAN, U.; SJOFJAN, O. Influence of a Probiotic containing *Lactobacillus fermentum* on the laying performance and egg quality of Japanese quails. **Internacional Journal Poultry Science**, v. 11, p. 311-315, 2012.

KANG, H. K.; PARK, S.B.; KIM, S. H; KIM, C.H. Effects of stock density on the laying performance, blood parameter, corticosterone, litter quality, gas emission and bone mineral density of laying hens in floor pens. **Poultry Science**, v. 95, p. 2764-2770, 2016.

KUSSAKAWA, K.C.K; MURAKAMI, A.E.; FURLAN, A.C. Combinações de fontes de cálcio em rações de poedeiras na fase final de produção e após muda forçada. ós muda forçada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 27, p. 572-578, 1998.

LAURENCE, A.; HOUDELIER, C.; CALANDREAU, L.; ARNOULD, C.; FAVREAU-PEIGNÉA, A.; LETERRIER, C.; BOISSY, A.; LUMINEAU, S. Environmental enrichment reduces behavioural alterations induced by chronic stress in japanese quail. **Animal**, v. 9, p. 331-338, 2014.

LEANDRO, N.S.M.; VIEIRA, N.S.; MATOS, M.S.; CAFÉ, M.B.; STRINGHINI, J.H.; SANTOS, D.A. Desempenho Produtivo de Codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*) Submetidas a Diferentes Densidades e Tipos de Debicagem. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v. 27, p. 129-135, 2005.

LIMA, H. J. D.; BARRETO, S.L.T.; VALERIANO, M.H.; VIEIRA, D.V.G., COST, S.L. Densidade inicial de alojamento de codornas japonesas na fase de postura. **Global Science and Technology**, v.5, p.186-193, 2012.

LOPES, I. R. V.; FUENTES, M.F.F.; FREITAS, E.R.; SOARES, M.B.; RIBEIRO, P.S. Efeito da densidade de alojamento e do nível de energia metabolizável da ração sobre o desempenho zootécnico e características dos ovos de codornas japonesas. **Revista Ciência Agronômica**, v.37, p.369-375, 2006.

LUNDBERG, U. Stress hormones in health and illness: The roles of work and gender. **Psychoneuroendocrinology**, v.30, p.17–21, 2005.

MACARI, H.; LUQUETTI, B.C. Fisiologia cardiovascular. In:_____. **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, cap. 2, p. 17-35, 2002.

MALHEIROS, R.D.; MORAES, V.M.; COLLIN, A.; DECUYPERE, E.; BUYSE, J. Free diet selection by broilers as influenced by dietary macronutrient ratio and corticosterone supplementation. **Poultry Science**, v. 82, p. 123-131, 2003.

MASHALY, M.M.; HENDRICKS, G.L.; KALAMA, M.A.; GEHAD, A.E.; ABBAS, A.O.; PATTERSON, P.H.. Effect of Heat Stress on Production Parameters and Immune Responses of Commercial Laying Hens. **Poultry Science**, v. 83, p. 889–894, 2004.

MAHMOUD, U.T.; ABDEL-RAHMAN, M.A.; DARWISH, M.H.; MOSAAD, G.M. The Effect of Heat Stress on Blood Picture of Japanese Quail. **Journal of Advanced Veterinary Research**, v. 3, p. 69-76, 2013.

MENDEZ, M.F.B. **Respostas morfofisiológicas de fêmeas de codornas japonesas (Coturnix coturnix japonica) criadas em diferentes fontes luminosas**. 111 f. Tese (Doutorado em produção e nutrição de não-ruminantes) –Universidade Federal de Lavras, 2015.

MENEZES, P.C.; CAVALCANTI, V.F.T.; LIMA, E.R. de; EVENCIO NETO, J. Aspectos produtivos e econômicos de poedeiras comerciais submetidas a diferentes densidades de alojamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.2224-2229, 2009.

MURAKAMI, A. E.; ARIKI, J. **Produção de codornas japonesas**. Jaboticabal: Funep, p. 79, 1998.

NAHASHON, S.N.; ADEFOPE, N.A.; AMENYENU, A.; WRIGHT, D. Laying Performance of Pearl Gray Guinea Fowl Hens as Affected by Caging Density. **Poultry Science**, v.85, p.1682–1689, 2006.

NAZAR, F.N.; ESTEVEZ, I.; CORREA, S.G.; MARIN, R.H. Stress Induced Polarization of Immune-Neuroendocrine Phenotypes in Gallus gallus. **Scientific Reports**, v. 7, p. 8102, 2017.

NORDI, W.M.; K. C. E. YAMASHIRO, K.C.E.; KLANK, M.; SOARES, D.R.; DITTRICH, R.L.; MOLENTO, C.F.M. **Diagnóstico de bem-estar de codornas japonesas utilizando a liberdade sanitária em dois sistemas de criação**. Curitiba: Labea Publicações, UFPR, p. 6, 2007.

OLIVEIRA, B.L. **Manejo racional e produtividade das codornas (Coturnix coturnix japonica)**. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE COTURNICULTURA, Lavras. Anais. Lavras: UFLA, p.77-84, 2002.

OLIVEIRA, D. L; NASCIMENTO, J. B.; CAMERINI, N. L.; SILVA, R.C.; FURTADO, D.A.; ARAÚJO, T.G.P. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.18, p.1186–1191, 2014.

ON AŞILA , E.E.; AKSOY, F.T. Stress parameters and immune response of layers under different cage floor and density conditions. **Livestock Production Science**, v. 95, p. 255-263, 2005.

OGUNTUNJI, A.O.; ALABI, O.M. Influence of high environmental temperature on egg production and shell quality: a review. **Poultry Science**, v. 66, p. 739-750, 2010.

PEREIRA, D.F.; BATISTA, E.S.; SANCHES, F.T.; GABRIEL FILHO, L.R.A.; BUENO, L.G.F. Comportamento de poedeiras criadas a diferentes densidades e tamanhos de grupo em ambiente enriquecido. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.48, p.682-688, 2013.

PANDORFI, H.; SILVA, I. J.O.; PIEDADE, S.M.S. Conforto térmico para matrizes suínas em fase de gestação, alojadas em baias individuais e coletivas. **Revista Brasileira de engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 12, p. 326-332, 2008.

QUINTEIRO-FILHO, W.M.; RIBEIRO, A.; FERRAZ-DE-PAULA, V.; PINHEIRO, M.L.; SAKAI, M.; SÁ, L.R.M.; FERREIRA, A.J.P.; PALERMO-NETO, J. Heat stress impairs performance parameters, induces intestinal injury, and decreases macrophage activity in broiler chickens. **Poultry Science**, v. 89, p. 1905–1914, 2010.

RAUW, W.M. Immune response from a resource allocation perspective. **Frontiers in Genetics**, v.3, p.1-14, 2012.

ROSA, G. A.; SORBELLO, L.A.; DITTRICH, R.L.; MORAES, M.T.T. de; OLIVEIRA, E.G. de. Perfil hematológico de codornas japonesas (*Coturnix japonica*) sob estresse térmico. **Ciência Rural**, v.41, p.1605-1610, 2011.

RUTZ, F.; ANCIUTI, M.A.; XAVIER, E.G.; ROLL, V.F.B.; ROSSI, P. Avanços na fisiologia e desempenho reprodutivo de aves domésticas. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v.31, p.307-317, 2007.

SAHIN, K.; OZBEY, O.; ONDERCI, M.; CIKIM, G.; AYSONDU, M.H. Chromium supplementation can alleviate negative effects of heat stress on egg production, egg quality and some serum metabolites of laying japanese quail. **Journal of Nutrition**, v. 132, p. 1265-1268, 2002.

SANTHI, D.; KALAIKANNAN, A. Japanese quail (*Coturnix coturnix japonica*) meat: characteristics and value addition. **World's Poultry Science Journal**, v. 73, p. 337-344, 2017.

SAPOLSKY, R.M.; L. MICHAEL ROMERO, L.M.; MUNCK, A.U. How do glucocorticoids influence stress responses? Integrating permissive, suppressive, stimulatory, and preparative actions. **Endocrine Reviews**, v.21, p.55–89, 2000.

SCANES, C.G. Biology of stress in poultry with emphasis on glucocorticoids and the heterophil to lymphocyte ratio. **Poultry Science**, v. 95, p. 2208–2215, 2016.

SCOTT, T.R. Our Current Understanding of Humoral of Poultry. **Poultry Science**, v. 83, p. 574-579, abr. 2004.

SILVA, R. M.; FURLAN, A. C.; TON, A. P. S.; MARTINS, E. N.; SCHERER, C.; MURAKAMI, A. E. Exigências nutricionais de cálcio e fósforo de codornas de corte em crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.1509-1517, 2009.

SILVA, R. C.; NASCIMENTO, J. W. B. do; OLIVEIRA, D. L. et al. Força de ruptura da casca do ovo em função das temperaturas da água e do ambiente. **Revista Educação Agrícola Superior**, v.27, p.13-18, 2012.

SODERHOLM, J.D.; YATES, D.A.; GAREAU, M.G.; YANG, P.C.; MACQUEEN, G.; PERDUE, M.H Neonatal maternal separation predisposes adult rats to colonic barrier dysfunction in response to mild stress. **Journal Physiology Gastrointestinal Physiology**, v. 283, p.1257–1263, 2002.

STADELMAN, W.J.; COTTERILL, O.J. **Eggs science and technology**. 2 ed. Westport: Avian Publishing Company, p. 323, 1995.

TEIXEIRA, V.H. **Resfriamento adiabático evaporativo na edificação de maternidade para suínos**. 93p. Tese Doutorado (Doutorado em Energia na Agricultura) Universidade Estadual Paulista, 1996.

TEIXEIRA, B.B.; EUCLYDES, R.F.; TEIXEIRA, R.B.; SILVA, L.P.; TORRES, R.A.; SILVA, F.G.; LEHNER, H.G.; CAETANO, G.C. Herdabilidade de características de produção e postura em matrizes de codornas de corte. **Ciência Rural**, v. 43, p. 361-365, 2013.

TRINDADE, J. L.; NASCIMENTO, J. W. B. DO; FURTADO, D. A. Qualidade do ovo de galinhas poedeiras criadas em galpões no semiárido paraibano. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental**, v.11, p.652–657, 2007.

VERCESE, F.; GARCIA, E. A.; SARTORI, J. R.; SILVA, A. de P.; FAITARONE, A. B. G.; BERTO, D. A.; MOLINO, A. de B.; PELÍCIA, K. Performance and egg quality of japanese quails submitted to cyclic heat stress. **Brazilian Journal of Poultry Science**. v.14, p.37-41, 2012.

WARDY, W.; TORRICO, D.D.; NO, H.K.; PRINYAWIWATKUL, W.; SAALIA, F.K. Edible coating affects physic-functional properties and shelf life of chicken eggs during refrigerated and room temperature storage. **International Journal of Food Science & Technology**, v.45, p.2659–2668, 2010.

WINTROBE, M.M. Variations in the size and hemoglobin content of eritrocytes in blood of various vertebrates. **Folia Haematology**, v.51, p.31, 1933.

YAHAV, S. Thermal manipulation during the perinatal period-does it improve thermotolerance and performance of broiler chickens. **Poultry Science**, v 32, p. 1-8, 2007.

CAPÍTULO 2. Desempenho e qualidade da casca de ovos de codornas japonesas alojadas em diferentes densidades (cm²/ave)

RESUMO

O experimento foi conduzido no setor de coturnicultura na Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia- Universidade Federal do Tocantins (EMVZ-UFT). Este capítulo tem por objetivo caracterizar diferentes densidades de alojamento sobre as características de desempenho produtivo de codornas japonesas em postura e a qualidade da casca do ovo. Foi aplicado o delineamento inteiramente casualizado, sendo quatro tratamentos e cinco repetições por tratamento, Sendo os tratamentos as quatro diferentes densidades de alojamentos: T1: 112,2 cm²/ave (10 aves por gaiola); T2: 102 cm²/ave (11 aves por gaiola); T3: 93,5 cm²/ave (12 aves por gaiola) e T4: 86,31 cm²/ave (13 aves por gaiola), totalizando 230 animais. As aves foram avaliadas durante período de postura. Foram 125 dias experimentais divididos em cinco períodos de 25 dias. Não houve efeito ($p>0,05$) da densidade de alojamento sobre consumo de ração (CR, g/ave/dia), peso do ovo (PO, g), conversão por massa (CMO, g), e dúzia de ovos (CDz, g), massa de ovo (MO, g), Taxa de postura (TP, %), a maior densidade de alojamento 86,31 cm²/ave proporcionou menor peso do ovo, a diferença do peso entre a maior densidade e a menor densidade de alojamento foi de 0,09g, segundo o teste Tukey utilizado se iguala ao PO da densidade de 112,2 cm²/ave. Não foram encontradas diferenças significativas ($p>0,05$) para nenhuma variável analisada sobre qualidade da casca (espessura de casca, gravidade específica e peso da casca). Conclui-se que as densidades não interferem no desempenho e na qualidade do ovo. Recomenda-se alojar codornas japonesas em postura em densidades de 86,31cm²/ave.

Palavras-chave: Poedeiras; fisiologia reprodutiva; estresse;

CHAPTER 2. Performance and shell quality of Japanese quail eggs housed at different densities (cm² / bird)

ABSTRACT

The experiment was conducted in the coturniculture sector at the School of Veterinary Medicine and Animal Science - Federal University of Tocantins (EMVZ-UFT). This chapter aims to characterize different housing densities on the performance characteristics of laying Japanese quails and the quality of eggshells. The completely randomized design was applied, with four treatments and five repetitions per treatment. The treatments are the four different densities of accommodation: T1: 112.2 cm² / bird (10 birds per cage); T2: 102 cm² / bird (11 birds per cage); T3: 93.5 cm² / bird (12 birds per cage) and T4: 86.31 cm² / bird (13 birds per cage), totaling 230 animals. The birds were evaluated during the laying period. There were 125 experimental days divided into five periods of 25 days. There was no significant effect ($p > 0.05$) of housing density on feed intake (FI, g / bird / donate), egg weight (EW, g), mass conversion (CMO, g) and feed dozen eggs (FDE, g), egg mass (EM, g), laying rate (LR, %). The lower housing density 86.31 cm² / bird provided the lowest egg weight, the difference in weight between the highest density and the lowest housing density was 0.09g, according to the Tukey test used, it equals EW the density of 112.2 cm² / bird. No significant differences ($p > 0.05$) were found for any variable analyzed on external egg quality (shell thickness, specific gravity and shell weight). It was concluded that the densities do not interfere in the egg performance and quality. It is recommended to house Japanese quail laying at densities of 86.31 cm² / bird.

Key-words: Laying hens; reproductive physiology; stress.

1 INTRODUÇÃO

A coturnicultura é alternativa de renda e atividade promissora no Estado do Tocantins, principalmente para produtores da agropecuária familiar, já que, necessita de baixo investimento inicial e tem retorno de capital em médio prazo. O sucesso da criação, dentre outros fatores, depende do máximo desempenho e menor custo está aliado ao conforto e/ou bem-estar animal (MOURA et al., 2010).

Análises de parâmetros produtivos e da qualidade dos ovos são exemplos de algumas medidas adotadas para determinação dos efeitos do ambiente de criação sobre o desempenho e o bem-estar das aves (ALVES et al., 2007).

Os ovos perdem a qualidade de maneira contínua, sendo um fenômeno inevitável e agravado por diversos fatores como: tempo de estocagem, temperatura e umidade relativa do ar, estado nutricional e sanitário da poedeira, dentre outros (MAGALHÃES, 2007). Para se avaliar a qualidade da casca do ovo, é necessário ter conhecimento sobre o princípio de Arquimedes, no qual utiliza os dados de peso do ovo no ar e o peso da água deslocada pelo ovo quando totalmente submerso (BARBOSA et al., 2009).

Devido à maior intensificação na produção, pode ocorrer estresse na codorna e seu desempenho zootécnico afetado. Devido à concorrência de comportamentos indesejáveis, como agressão, bicagem das penas e desvio social, resultando em sérios ferimentos, alta mortalidade e grande variabilidade na produção (SCHIMID; WECHSLER, 1997).

Nesse sentido, o objetivo do trabalho foi avaliar o efeito da densidade de alojamento sobre o desempenho produtivo e a qualidade da casca do ovo de codornas japonesas em postura.

1.2 Material e métodos

O experimento foi realizado no Setor de Avicultura da Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal do Tocantins (UFT), Araguaína – TO, Brasil, entre 30 de março à 02 de agosto de 2020. O projeto foi submetido e aprovado pelo Comitê de Ética e Uso de Animais da Universidade Federal do Tocantins, com registro nº 23101.006699/2018-16.

A duração do experimento foi de 125 dias. As gaiolas experimentais eram de arame galvanizado e adaptadas conforme as gaiolas padrão comercial para codornas japonesas em postura com dimensões de 100x34x16cm, contendo três divisórias de 33x34cm e área por divisória de 1.122 cm², (figura 1). Cada gaiola possuía comedouro e bebedouro tipo calha, respectivamente localizados por traz e pela frente da gaiola. Quando o lote atingiu 5% de produção, deu-se início ao programa de luz, onde foi acrescida semanalmente meia hora de luz

até atingir de 17 horas luz dia (natural + artificial). O controle do programa foi feito por um “timer”.



Figura 1- Bateria experimental
Fonte: Venucia de Diniella dos Santos Bourdon

O galpão experimental foi equipado com lâmpadas, termohigrômetro, cortinas laterais. O manejo das cortinas obedeceu a necessidade de conforto térmico dos animais.

As temperaturas médias máxima e mínima estão apresentadas no quadro 1. Deu-se início ao programa de luz, através do timer, após cada lote atingir 5% de produção, foi acrescida semanalmente meia hora de luz até atingir 17 horas luz dia (natural + artificial).

Os tratamentos foram as diferentes densidades de alojamentos: T1: 112,2 cm²/ave (10 aves por gaiola); T2: 102 cm²/ave (11 aves por gaiola); T3: 93,5 cm²/ave (12 aves por gaiola) e T4: 86,31 cm²/ave (13 aves por gaiola), totalizando 230 aves, (figura 2). As variáveis avaliadas para desempenho foram: consumo de ração (CR, g/ave/dia); taxa de postura (TP, %); peso dos ovos (PO, g); massa de ovos (MO, g); conversão por dúzia (CDz, g) e massa de ovos (CMO, g) na fase de produção de ovos, assim como sua qualidade externa foi avaliada nas seguintes variáveis: peso de casca (PC, g); espessura de casca (EC, mm); gravidade específica (GE, g/cm³).



Figura 2- Vista da bateria de gaiolas
Fonte: Venucia de Diniella dos Santos Bourdon

O controle do programa foi feito por um “timer”.

Quadro 1- Valores médios de temperatura mínima e máxima, e umidade e temperatura média durante o período experimental.

	Máximo/Mínimo	Média
Temperatura	32,6/20,9	26,74
Umidade	-----	69,06

A dieta utilizada foi a base de milho e farelo de soja, comprada na fábrica de ração Granforte, pronta para codornas em fase de produção, tabela 1.

Tabela 1- Composição da dieta experimental para codornas em fase de produção.

Níveis nutricionais	
Energia metabolizável	2.740,89 (Kcal/Kg)
Proteína bruta	22 %
Extrato etéreo	2,3 %
Cálcio	3,15 %
Fósforo total	0,67 %
Fósforo disponível	0,45 %
Sódio	0,15 %
Lisina Total	1,05 %
Metionina Total	0,30 %
Antioxidante	0,1 %
Suplemento mineral ¹	1,14 %

Enriquecimento por Kg de ração: Vit. A – 9,00 UI, Vit. B₁ – 1,00 mg, Vit. B₂ – 4,00 mg, Vit. B₆ – 2 mg, Vit. B₁₂ – 12 mcg, Vit. D₃ – 2.300 UI, Vit. E – 10,00 UI, Vit. H – 30,00 mg, Vit. K₃ – 1,00 mg, Ácido fólico – 0,20 mg, Cobalto – 5,00 mg, Cobre – 10,00 mg, Colina 220,00 mg, Ferro – 79,60 mg, Iodo – 1,00 mg, Manganês – 80,00 mg, Niacina – 12,50 mg, Pantoteno de Cálcio – 5,00 mg, Selênio – 0,20 mg, Sódio – 1,47 g, Zinco – 50,00 mg.

Diariamente, no período da manhã, os ovos de cada gaiola foram contados e coletados para mensurar a taxa de postura.

O consumo de ração por ave foi determinado a cada 25 dias experimentais. O resultado foi dividido pelo número médio de aves de cada parcela, expresso em gramas por ave por dia.

Os ovos foram pesados a cada final do período experimental para obtenção do peso do ovo. Os ovos foram pesados individualmente através de uma balança digital com precisão de 0,001g, (figura 3). Foram selecionados 5 ovos na faixa do peso médio total para a realização da análises da qualidade das cascas dos ovos.

A massa de ovos foi obtida multiplicando-se o peso médio dos ovos de cada parcela pelo número de ovos produzidos no período e o resultado dividido pela multiplicação do número médio de aves da gaiola. O valor obtido foi expresso em gramas de ovos por ave por dia.

A conversão alimentar por dúzia de ovos produzidos foi mensurada semanalmente, dividindo-se o peso total da ração consumida, expresso em quilogramas, pelo respectivo número de dúzias de ovos produzidos na semana.

A gravidade específica foi determinada com a utilização de soluções com densidade conhecidas (1,0650; 1,0675; 1,0700; 1,0725; 1,0750 e 1,0775; 1,0800; 1,0825; 1,0850; 1,0875; 1,090), (figura 4), segundo a metodologia de Araújo e Abino (2011).



Figura 3- Balança digital com precisão de 0,001g
Fonte: Venucia de Diniella dos Santos Bourdon

Para obtenção do peso da casca, a casca foi lavada em água corrente posteriormente seca em estufa a 105°C durante 24 horas. Após, foi pesada em balança digital com precisão de 0,001 g.

A determinação da espessura da casca dos ovos foi feita por meio da mensuração em três pontos distintos na região apical, meridional e basal utilizando-se um micrômetro externo, (figura 5), segundo metodologia descrita por Nordstrom e Ousterhout (1982).



Figura 4- Soluções salinas para Gravidade específica
Fonte: Venucia de Diniella dos Santos Bourdon



Figura 5- Micrômetro digital
Fonte: Venucia de Diniella dos Santos Bourdon

A mortalidade foi registrada diariamente a fim de fazer a correção do consumo de ração e das conversões alimentares, como proposto por Sakomura e Rostagno (2016). As aves que morreram nos três primeiros dias do experimento foram substituídas a fim de manter a densidade de alojamento do início do experimento.

Ao atingir o pico de postura as codornas foram pesadas e distribuídas pelo peso e postura nas unidades experimentais de acordo com o delineamento inteiramente casualizado, sendo quatro tratamentos e cinco repetições por tratamento, onde o modelo matemático foi: $Y_{ij} = \mu +$

$t_i + e_{ij}$, sendo que: Y_{ij} : os parâmetros avaliados na parcela para tratamento i na repetição j ; μ : é uma constante inerente a parcela; t_i : representa o efeito do tratamento; e_{ij} : é o erro experimental da parcela i, j .

Os dados foram analisados para normalidade dos erros, homogeneidade de variâncias. As variáveis que não apresentaram distribuição normal, procedeu-se o melhor procedimento para correção dos dados e posteriormente foi feita análise de variância com nível de rigor $p \leq 0,05$. Constatada diferença entre os tratamentos, os mesmos foram comparados pelo teste de Tukey com igual rigor ($p \leq 0,05$). Foi usado o Software SISVAR® 5.3 (2011).

1.3 Resultados e discussões

Não houve efeito da densidade de alojamento sobre CR ($p=0,974$), CMO ($p=0,647$), CDz ($p=0,937$), MO ($p=0,146$), TP ($p=0,157$) (tabela 2). A densidade de 86,31 cm²/ave proporcionou menor peso do ovo, porém segundo o teste utilizado se iguala ao PO ($p=0,023$) da densidade de 112,2 cm²/ave. Isso pode ter ocorrido em função de os animais terem se adaptado-as condições dimensionais da gaiola. Este resultado corrobora com Lopes et al. (2006) ao avaliarem diferentes densidades de alojamento e não obtiveram efeito significativo nos resultados para desempenho.

Tabela 2 - Valores médios de consumo de ração (CR, g/ave/doa), peso do ovo (PO, g), conversão por massa (CMO, g), e dúzia de ovos (CDz, g), massa de ovo (MO, g), Taxa de postura (TP, %)

Parâmetros	Densidade (cm ² /ave)				CV* (%)
	112,2	102	93,5	86,31	
CR	26,81	26,98	27,01	26,75	3,92
PO	10,57 ab	10,75 ab	10,79 a	10,48 b	1,51
CMO	2,65	2,69	2,62	2,70	4,53
CDz	0,335	0,339	0,338	0,340	3,55
MO	10,13	10,05	10,34	9,89	2,88
TP	95,82	93,35	95,82	94,38	2,02

Médias seguidas por letras iguais na mesma linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p > 0,05$).

*Coeficiente de Variação.

Sarica et al. (2008) observaram que a produção de ovos, massa de ovo, viabilidade e peso do ovo diminuíram em densidades mais altas de alojamento. Esses mesmos autores relataram que as aves alojadas em densidades menores atingiram mais cedo a maturidade sexual em relação àquelas em alta densidade.

Após a distribuição experimental das codornas nas gaiolas, foi observado que as aves agrupadas na menor densidade produziam de forma uniforme, diferente daquelas que estavam alojadas na maior densidade. É possível que o efeito de concorrência entre as aves não tenha

acontecido de forma que afetasse os parâmetros avaliados como o consumo de ração, mesmo na mais alta densidade proferida ($86,31 \text{ cm}^2/\text{ave}$), o valor de espaço no comedouros por ave, ainda assim, estava acima do recomendado ($2 \text{ cm}/\text{ave}$) por Murakami e Ariki (1998).

Lima et al. (2012) testaram diferentes densidades de alojamentos ($121,4 \text{ cm}^2/\text{ave}$; $106,2 \text{ cm}^2/\text{ave}$; $94,4 \text{ cm}^2/\text{ave}$; $85 \text{ cm}^2/\text{ave}$) de codorna japonesa na fase de postura e verificaram efeito da densidade de alojamento sobre o consumo de ração, peso do ovo, conversão por massa de ovos e conversão por dúzia de ovos. Observaram que a densidade de $85 \text{ cm}^2/\text{ave}$ proporcionou menor consumo e peso do ovo.

A produção de ovos de codorna com o peso mais elevado é um fator importante para a agroindústria e para o consumidor. Pois este aspecto quantitativo faz parte da legislação brasileira a qual exige um mínimo de peso por dúzia para cada tipo de ovo. Portanto, a análise deste parâmetro pode agregar valor ao produto final com o alojamento de codornas na maior densidade ($86,31 \text{ cm}^2/\text{ave}$). Os interesses comerciais sobre a produção de ovos de codorna têm impacto profundo na pesquisa, principalmente considerando os efeitos do ambiente (climático ou dimensional) em aves poedeiras (WILSON, 2017).

Sobre a taxa de postura, Faitaroni et al. (2005) verificaram maior percentual de postura de codornas alojadas de 211 e $264 \text{ cm}^2/\text{ave}$, possivelmente foram responsáveis pela menor produção de ovos. Diferente de Lopes et al. (2006) os quais não encontraram diferença significativa ($p>0,05$) na taxa de postura nas densidades de $94,9$; $108,4$; $126,5$ e $151,8 \text{ cm}^2/\text{ave}$ e corrobora com os resultados deste estudo.

Alterações fisiológicas, provocadas por estresse ambiental, como área disponível à ave, está associada a aumentos dos níveis de corticosterona no plasma, glicose sanguínea e da relação heterofilo/linfócito. Essas alterações podem estar acompanhadas da alteração do peso corporal do animal, da produção e da alteração do peso dos ovos (ONBASILAR; AKSOY, 2005).

Os resultados de qualidade da casca do ovo, exibidos na tabela 3, não apresentam diferenças significativas ($p>0,05$) entre os tratamentos para nenhuma das variáveis analisadas. Este resultado está de acordo com Soares et al. (2018), não encontraram diferenças ($p>0,05$) para espessura de casca, gravidade específica e peso da casca nas diferentes densidades estudadas ($121,43 \text{ cm}^2/\text{ave}$; $106,25 \text{ cm}^2/\text{ave}$; $94,44 \text{ cm}^2/\text{ave}$ e $85,00 \text{ cm}^2/\text{ave}$). Entretanto, Silva et al. (1999) constataram que o aumento da densidade de alojamento reduziu a qualidade dos ovos de poedeiras.

Tabela 3 - Efeito da densidade de alojamento sobre a espessura de casca (EC), gravidade específica (GE) e peso da casca (PC).

Densidade cm ² /ave	EC (mm)	GE (g/cm ³)	PC (g)
112,20	0,269	1,069	0,860
102,00	0,268	1,076	0,875
93,50	0,263	1,072	0,864
86,31	0,266	1,074	0,865
CV* (%)	1,91	0,68	1,79

Médias seguidas por letras iguais na mesma linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey (p>0,05).

*Coeficiente de Variação.

Sabe-se que o aumento da densidade de alojamento de aves poedeiras pode gerar desconforto térmico nos animais. Nesse sentido, as aves utilizam mecanismos regulatórios, aumento da frequência respiratória e excreção de CO₂, resultando insuficiente disponibilidade íons carbonatos de (HCO₃) para formação da casca do ovo na câmara calcífera, mesmo o cálcio presente, conseqüentemente, piora na qualidade de sua casca. Vercese et al., (2012) verificaram que a elevação da temperatura acima dos 21°C promoveu aumento da taxa respiratória dos animais, diminuía da resistência de casca à quebra e, a partir dos 27°C, a espessura da casca foi reduzida.

É importante ressaltar que o experimento ocorreu durante curto prazo, e se prolongasse possivelmente poderiam ser encontradas diferenças significativas nas avaliações feitas. A idade das aves influenciaria, de forma que, aves mais velhas põe ovos maiores e de casca fina, fazendo assim, na gravidade específica, aumentar a perda de água que ocorre logo após a postura, portanto provocaria um aumento na câmara de ar e conseqüentemente uma diminuição na densidade específica. Assim como, na medida que a ave envelhece aumenta o peso do ovo, porém não ocorre aumento proporcional no peso da casca.

A saúde das aves é um fator com acentuadas conseqüências para a indústria avícola, devido aos desafios gerados pelo sistema de produção intensiva, envolvendo as variáveis de manejo, genética e nutrição. Portanto, as aves necessitam de seus mecanismos de defesa contra agentes infecciosos, e resistir à sua proliferação, o que pode resultar em doença e perda produtiva, principalmente quando associado a fatores climáticos, disponibilidade de alimento e interações sociais os quais podem afetar o sistema reprodutivo da ave (LESKA; DUSZA, 2007).

1.4 Conclusão

As densidades não interferem no desempenho e na qualidade do ovo. Recomenda-se se alojar codornas japonesas em postura em densidades de 86,31cm²/ave.

2 REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, W. A. G; ALBINO, L. F. T. **Incubação comercial**. Transworld Research Network. p. 105 –138, 2011. Disponível em: https://issuu.com/researchsignpost/docs/araujo_e-book. Acesso em: 28 de outubro d 2019.
- ALVES, S. P.; SILVA, I. J. O. DA.; PIEDADE, S. M. de S. Avaliação do bem-estar de aves poedeiras comerciais: efeitos do sistema de criação e do ambiente bioclimático sobre o desempenho das aves e a qualidade de ovos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, p.1388-1394, 2007.
- BARBOSA, N. A. A., SAKOMURA, N. K., MENDONÇA, M. O., FREITAS, E. R., FERNANDES, J. B. K. Qualidade de ovos comerciais provenientes de poedeiras comerciais armazenados sob diferentes tempos e condições de ambientes. **Ars Veterinaria**, v. 24, p. 127-133, 2009.
- FAITARONE, A. B. G.; PAVAN, A. C.; MORI, C.; BATISTA, L.S.; OLIVEIRA, R.P.; GARCIA, E.A.; PIZZOLANTE, C.C.; MENDES, A.A.; SHERER, M.R. Economic traits and performance of italian quails reared at different cage stocking densities. **Brazilian Journal of Poultry Science**, v.7, p.1922, 2005.
- LESKA, A.; DUSZA, L. Seasonal changes in the hypothalamo-pituitary-gonadal axis in birds. **Reproduction Biology**, v.7, p.99-126, 2007.
- LIMA, H.J.D; BARRETO, S.L.T; VALERIANO, M.H; VIEIRA, D.V.G; COSTA, S.L. Densidade de alojamento de codornas japonesas na fase inicial de postura. **Global Science and Technology**, v. 5, p.186-193, 2012.
- LOPES, I.R.V; FUENTES, M.F.F; FREITAS, E.R; SOARES, M.B.; RIBEIRO, P.S. Efeito da densidade de alojamento e do nível de energia metabolizável da ração sobre o desempenho zootécnico e características dos ovos de codornas japonesas. **Revista Ciência Agronômica**. v. 37, p. 369-375, 2006.
- MAGALHÃES, A. P. C. **Qualidade de Ovos Comerciais de Acordo com integridade da Casca, Tipo de Embalagem e Tempo de Armazenamento**. Dissertação de Mestrado. Seropédica, RJ. Instituto de Zootecnia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. 2007.
- MOURA, A.M.A. de; FONSECA, J.B.; RABELLO, C.B.V.; TAKATA, F.N; OLIVEIRA, N.T.E. de. Desempenho e qualidade do ovo de codornas japonesas alimentadas com rações contendo sorgo. **Revista Brasileira de zootecnia**, v.39, p. 2697-2702, 2010.
- MURAKAMI, A. E.; ARIKI, J. **Produção de codornas japonesas**. Jaboticabal: Funep, p. 79, 1998.
- NORDSTROM, J.O.; OUSTERHOUT, L.E. Estimation of shell weight and shell thickness from egg specific gravity and egg weight. **Poultry Science**, v.61, p.1991-1995, 1982.
- ONBASILAR, E.E; AKSOY, F.T. Stress parameters and immune response of layers under diferent cage floor and density conditions. **Livestock Production Science**, v. 95, p. 255-263, 2005.

SAKOMURA, N. K.; ROSTAGNO, H. S. **Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos**. 2. ed. Jaboticabal: FUNEP, 262 p, 2016.

SARICA, M.; BOGA, S.; YAMAK, U.S. The effects of space allowance on egg yield, egg quality and plumage condition of laying hens in battery cages. **Czech Journal Animal Science**. v: 53, p. 346–353, 2008.

SCHIMID, I.; WECHSLER, B. Behaviour of Japanese quail (*Coturnix japonica*) kept in semi natural aviaries. **Applied Animal Behaviour Science**, v.55, p.103-112, 1997.

SISVAR, A. Computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia (UFLA)**, v. 35, p. 1039-1042, 2011.

SOARES, D.F.; PIZZOLANTE, C.C; DUARTE, K.M.R; MORAES, J.E; BUDIÑO, F.E.L; SORES, W.V.B; KAKIMOTO, S.K. Welfare indicators for laying Japanese quails caged at different densities. **Annals of the Brazilian Academy of Sciences**. v. 90, p. 3791-3797, 2018.

VERCESE, F.; GARCIA, E. A.; SARTORI, J. R.; SILVA, A. de P.; FAITARONE, A. B. G.; BERTO, D. A.; MOLINO, A. de B.; PELÍCIA, K. Performance and egg quality of japanese quails submitted to cyclic heat stress. **Brazilian Journal of Poultry Science**. v.14, p.37-41, 2012.

WILSON, P. B. Os recentes avanços na ciência ovo aviária: uma revisão. **Poultry Science**. v: 96, p. 3747-3754, 2017.

CAPÍTULO 3. Sistema imune e parâmetros sanguíneos de codornas japonesa alojadas em diferentes densidades (cm²/ave)

RESUMO

O experimento foi conduzido no setor de coturnicultura na Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia- Universidade Federal do Tocantins (EMVZ-UFT). Uma alta intensidade de estresse desencadeia uma reação imunológica, a qual envolve uma resposta celular, e garante a proteção de células e dos tecidos das alterações ambientais intensas. Com isso, este capítulo tem por objetivo caracterizar diferentes densidades de alojamento sobre as características o perfil hematológico de codornas japonesas em postura. Foi aplicado o delineamento inteiramente casualizado, sendo quatro tratamentos e cinco repetições por tratamento, sendo as análises feitas em esquema fatorial (Tempo x Densidade). Sendo os tratamentos as quatro diferentes densidades de alojamentos: T1: 112,2 cm²/ave (10 aves por gaiola); T2: 102 cm²/ave (11 aves por gaiola); T3: 93,5 cm²/ave (12 aves por gaiola) e T4: 86,31 cm²/ave (13 aves por gaiola), totalizando 230 animais. As aves foram avaliadas durante período de postura. Foram 125 dias experimentais divididos em quatro períodos de 25 dias. Foram avaliadas: relação heterófilo/linfócito (H/L), porcentagem de hematócrito (Hct, %), contagem total dos leucócitos (CTL, μ L), hemoglobina (HEM, g/dL), volume corpuscular médio (VCM, μ m³), hemoglobina corpuscular média (HCM, pg/cel), e concentração de hemoglobina corpuscular média (CHCM, g/dL). Foi observado interação ($p < 0,05$) para a variável porcentagem de hematócrito (Hct) entre os fatores estudados (tempo x densidade) no último período avaliado (100 dias de experimento). Houve efeito ($p < 0,05$) para a HEM no tratamento 86,31 cm²/ave quando o experimento chegou aos 75 dias, a qual a concentração obtida foi de 33,79 g/dL, bem como condiz com os resultados de HCM, CHCM que também houve efeito ($p < 0,05$). Houve significância ($p < 0,05$) na resposta sobre relação heterófilo/linfócito (H/L) pois ocorreu o aumento dessa relação no decorrer do período experimental assim como entre os tratamentos. Conforme o tempo ocorreu efeito significativo ($p = 0,001$) para a contagem total de leucócitos. Houve diferença estatísticas ($p = 0,0001$) sobre o parâmetro volume corpuscular médio. A relação H/L pode ser afetada conforme o tempo e a densidade de alojamento for aumentado. O volume corpuscular médio obteve influência do tempo. Assim como a contagem total leucocitária também aumentou até os cem dias de avaliação, posteriormente ocorreu uma queda brusca, conforme o período de alojamento avançou. Recomenda-se o tratamento 102 cm² /ave por não diferir do tratamento controle sob os parâmetros avaliados.

Palavras-chave: Imunologia, sangue, leucócitos, estresse.

CHAPTER 3. Immune system and blood parameters of Japanese quail housed at different densities (cm² / bird)

ABSTRACT

The experiment was conducted in the coturniculture sector at the School of Veterinary Medicine and Animal Science - Federal University of Tocantins (EMVZ-UFT). A high intensity of stress triggers an immune reaction, which involves a cellular response, and ensures the protection of cells and tissues from intense environmental changes. Thus, this chapter aims to characterize different housing densities on the hematological profile of laying Japanese quails. A completely randomized design was applied, with four treatments and five repetitions per treatment, the analyzes being done in a factorial scheme (Time x Density). The treatments are the four different densities of accommodation: T1: 112.2 cm² / bird (10 birds per cage); T2: 102 cm² / bird (11 birds per cage); T3: 93.5 cm² / bird (12 birds per cage) and T4: 86.31 cm² / bird (13 birds per cage), totaling 230 animals. The birds were evaluated during the laying period. There were 125 experimental days divided into four periods of 25 days. Were evaluated: heterophile / lymphocyte ratio (H/L), hematocrit percentage (Hct, %), total leukocyte count (CTL, μ L), hemoglobin (HEM, g/dL), average corpuscular volume (VCM, μ m³), average corpuscular hemoglobin (HCM, pg/cel), and mean corpuscular hemoglobin concentration (CHCM, g/dL). An interaction ($p < 0.05$) was observed for the variable hematocrit percentage (Hct) between the factors studied (time x density) in the last evaluated period (100 days of experiment). There was an effect ($p < 0.05$) for HEM in the treatment of 86.31 cm² / bird when the experiment reached 75 days, in which the concentration obtained was 33.79 g / dL. As well as with the results of HCM, CHCM that there was also an effect ($p < 0.05$). There was significance ($p < 0.05$) in the answer regarding the heterophile / lymphocyte ratio (H/L) because this relationship increased during the experimental period as well as between treatments. As time passed, there was a significant effect ($p = 0.001$) for the total leukocyte count. There was a statistical difference ($p = 0.0001$) regarding the mean corpuscular volume parameter. The H / L ratio can be affected as time and housing density are increased. The mean corpuscular volume was influenced by time. Just as the total leukocyte count also increased up to 100 days of evaluation, there was a sudden drop afterwards, as the accommodation period progressed. 102 cm² / month treatment is recommended as it does not differ from the control treatment under the applicable settings.

Key-words: Immunology; blood; leukocytes; stress

1 INTRODUÇÃO

A imunologia é um ramo de estudos referente às respostas desencadeadas após o animal ser exposto a agentes estranhos ao organismo ou situações fora de seu cotidiano habitual. A imunidade era vista como forma de defesa contra uma variedade de patógenos aos quais os animais são expostos diariamente. Portanto, essa ciência, bastante complexa, desenvolveu-se muito nos últimos anos para melhor compreensão dos fenômenos que acontecem no organismo diante dos estímulos externos (MORGULIS, 2002).

O rápido crescimento da avicultura, por meio de avanços nos programas de melhoramento genético e nutrição animal, resultou diferentes sistemas de produção de aves confinadas. Na coturnicultura de postura, e o fato de os animais serem rústicos, as codornas são criadas em gaiolas para maior controle de sua produção. Descuidos nas práticas de manejo associados às variações bruscas de temperatura e umidade, ventilação insuficiente e alta densidade nas criações podem gerar estresse aos animais e ocasionar prejuízos econômicos no setor.

Alta intensidade de estresse desencadeia reação imunológica, em resposta a garantir proteção de células e tecidos frente às alterações ambientais intensas. Nesse sentido, a contração do baço estimula a liberação de hemácias com objetivo de aumentar a oxigenação dos tecidos na tentativa de evitar diminuição da resposta imunológica. Alguns hormônios têm efeito mediador de defesa do organismo, como a corticosterona em aves, podendo se ligar a receptores presentes no interior dos leucócitos, ocasionando a imunossupressão (FERREIRA, 2015).

Sabe-se que o estresse causa aumento na concentração de corticosterona, e o mesmo exerce influência sobre o número de leucócitos e heterófilos na corrente sanguínea.

É possível estimar o estresse das poedeiras a partir da execução de metodologias adequadas (ALM et al., 2016). Mormède et al. (2007) descreveram o papel da concentração de corticosterona plasmática como “método ouro” para investigação do estresse. Scannes (2016) considera a dosagem de corticosterona plasmática e a relação heterófilo/linfócito como métodos eficaz para avaliar o estresse em aves.

Nesse sentido, o objetivo do trabalho foi avaliar o efeito da densidade de alojamento sobre o perfil hematológico de codornas japonesas em postura.

1.2 Material e métodos

O experimento foi realizado no Setor de Avicultura da Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal do Tocantins (UFT), Araguaína – TO, Brasil, entre 30 de

março à 02 de agosto de 2020. O projeto foi submetido e aprovado pelo Comitê de Ética e Uso de Animais da Universidade Federal do Tocantins, com registro nº 23101.006699/2018-16.

A duração do experimento foi de 125 dias, dividido em quatro coletas a cada 25 dias. As gaiolas experimentais eram de arame galvanizado e adaptadas conforme as gaiolas padrão comercial para codornas japonesas em postura com dimensões de 100x34x16cm, contendo três divisórias de 33x34cm e área por divisória de 1.122 cm². Cada gaiola possuía comedouro e bebedouro tipo calha, respectivamente localizados por traz e pela frente da gaiola. Quando o lote atingiu 5% de produção, deu-se início ao programa de luz, onde foi acrescida semanalmente meia hora de luz até atingir de 17 horas luz dia (natural + artificial). O controle do programa foi feito por um “timer”.

As temperaturas nos diferentes períodos avaliados estão descritos no quadro 1.

Quadro 1- Temperaturas máxima e mínima, variação de amplitude e índice de temperatura e umidade durante o período experimental.

Período (dias)	Temperatura Máxima °C	Temperatura Mínima °C	Varição da amplitude
25	31,59	22,56	9,03
50	33,23	21,67	11,56
75	33,66	19,28	14,38
100	33,66	18,88	14,78

Os tratamentos são as diferentes densidades de alojamentos: T1: 112,2 cm²/ave (10 aves por gaiola); T2: 102 cm²/ave (11 aves por gaiola); T3: 93,5 cm²/ave (12 aves por gaiola) e T4: 86,31 cm²/ave (13 aves por gaiola), totalizando 230 aves (figura 3). As variáveis avaliadas foram: relação heterofilo/linfócito, contagem de eritrócitos (RBC), contagem total de leucócitos (CTL), hemoglobina (HEM), volume corpuscular médio (VCM), hemoglobina corpuscular média (HCM), e concentração da hemoglobina corpuscular média (CHCM).

Para as análises das substâncias séricas foram coletadas amostras de 1-1,5 mL de sangue de duas aves por unidade experimental pela veia ulnar (asa) com uso de agulhas acopladas nas seringas, e posteriormente armazenadas a 4°C em microtubos até iniciar a análise hematológica, por conseguinte.

A porcentagem de hematócrito foi obtida com o auxílio de microcapilares, preenchidos, vedados e passaram por centrifugação 12.000 rpm por 5 minutos. Os valores do microhematócrito foram expressos em porcentagem, obtidos por leitura específica para os valores do hematócrito. A dosagem de hemoglobina foi avaliada conforme Drabkin (1948) e seguiu-se a leitura por meio de um espectrofotômetro Asys com absorvância de 540 nm (CAMPBELL, 2004).

Para a contagem total de leucócitos, uma gota de sangue foi utilizada para o preparo das lâminas sanguíneas (esfregaço). Após secarem, foram fixadas em metanol por 10 minutos e coradas por kit Panótico Rápido. Para a relação heterófilo/linfócito foi feita a divisão do número total de heterófilos pelo total de linfócitos (CAMPBELL, 2004; THRALL et al., 2006). A leitura das lâminas foi executada por uma única pessoa e posteriormente as imagens foram capturadas. A figura 1 demonstra exemplo de células que foram utilizadas para o cálculo da relação H/L.

Para o cálculo dos índices hematimétricos, volume corpuscular médio (VCM), hemoglobina corpuscular média (HCM) e a concentração de hemoglobina corpuscular média (CHCM) foram utilizadas as equações propostas por Coles (1984) e Campbell (2004).

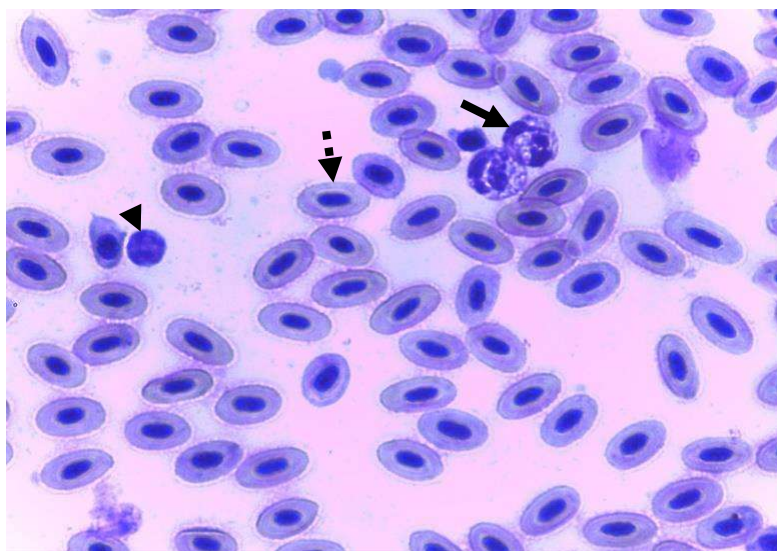


Figura 1-Fotomicrografia do esfregaço sanguíneo de codornas japonesas: Heterófilos (seta preta), linfócito (cabeça de seta) e eritrócito (seta pontilhada). Panótico Rápido. 100x
Fonte: Venúcia de Diniella dos Santos Bourdon

As unidades experimentais foram distribuídas de acordo com o delineamento inteiramente casualizado, sendo quatro tratamentos e cinco repetições por tratamento, em esquema fatorial (tempo x tratamento), onde o modelo matemático foi: $Y_{ijk} = \mu + \Theta_i + \gamma_j + (\Theta\gamma)_{ij} + \epsilon_{ijk}$, sendo que: μ : efeito médio comum; Θ_i : efeito do i-ésimo nível A; γ_j : efeito do j-ésimo nível de B; $(\Theta\gamma)_{ij}$: efeito de interação entre os níveis i e j dos fatores, respectivamente; $(\Theta\gamma)_{ij}$: erro casual independente, com distribuição $N(0, \sigma^2)$.

Os dados foram analisados para normalidade dos erros, homogeneidade de variâncias. As variáveis não apresentaram distribuição normal, portanto foi adotado a transformação através de raiz quadrada para fazer a análise estatística, foi feita análise de variância com nível

de rigor $p \leq 0,05$. Constatada diferença entre os tratamentos, os mesmos foram comparados pelo teste de Tukey com igual rigor ($p \leq 0,05$). Foi usado o Software SISVAR® 5.3 (2011).

1.3 Resultados e discussões

Houve efeito de interação (tempo x densidade) para porcentagem de hematócrito ($p=0,0008$), (tabela 1). Observou-se que os tratamentos (112,2; 93,5 e 86,31 cm^2 /ave) não diferiram entre si nos períodos de 25 dias, 50 dias e 75 dias do experimento. Porém, no último período (100 dias de experimento) foi observado que o tratamento 102 cm^2 /ave resultou em dados dentro do considerado normal na hematologia sanguínea de aves, o que corresponde de 35 a 55 % da massa eritrocitária. Nos demais tratamentos foi identificado menor quantidade de hemácias, podendo estar associado a diminuição da eritropoiese.

A diminuição da eritropoiese, também chamada de eritrocitose pode estar associada a anemia causada por hemólise ou menor produção de hemácias.

Os valores dos parâmetros sanguíneos podem ser influenciados pelo estado nutricional, sexo, idade, habitat, estação do ano, criação e estresse ambiental (CAMPBELL, 2004).

Bonamigo et al. (2011) avaliaram diferentes densidade de alojamento e observaram que não houve efeito significativo sobre a porcentagem de eritrócitos, hematócrito e hemoglobina. Em situações de estresse ambiental e térmico, as aves diminuem a viscosidade do sangue, aumentam o hematócrito e do volume extracelular. A diminuição da viscosidade pode alterar à passagem do sangue nos vasos e diminui a distribuição do sangue nos tecidos (BORGES, 2001).

Wein et al. (2017) avaliaram o impacto do tamanho da gaiola e diferentes densidade de alojamento observaram, nas altas densidades populacionais, aumento do hematócrito, relação H/L e dos índices hemantimétricos em resposta ao estresse em que as aves foram submetidas.

No início do período experimental a eritropoiese estava na sua normalidade, entre 35 a 55 %. Isto pode estar relacionado a adaptação dos animais àquela condição dimensional e o clima ameno, devido ao período de chuvas na região. Fatores que podem ter agido de forma positiva na produção de hemácias. No terceiro período experimental (75 dias) a porcentagem de massa eritrocitária estavam acima de 90 %, este resultado pode ser indicativo da influência do tamanho e quantidade de hemácias presentes, bem como a hemodiluição (THRALL et al., 2006).

Tabela 1- Valores de hematócrito (Hct%), hemoglobina (HEM g/dL), hemoglobina corpuscular média (HCM pg/cel) e concentração da hemoglobina corpuscular média (CHCM g/dL) em codornas japonesas submetidas a diferentes densidades de alojamento.

Hct (%) - p*t					
PERÍODO (dias)	Densidade (cm ² /ave)				MÉDIAS
	112,2	102	93,5	86,31	
25	38,52 Ab	36,45 Ab	37,48 Ab	37,03 Ab	37,37
50	30,05 Aa	32,18 Aa	28,93 Aa	31,85 Aa	30,75
75	96,3 Ac	97 Ac	96,85 Ac	97,45 Ac	96,9
100	31,95 Aa	35,9 Bb	30,95 Aa	28,75 Aa	31,88
MÉDIAS	49,20	50,38	48,55	48,77	CV= 4,22
Hem (g/dL) - p*t					
PERÍODO (dias)	Densidade (cm ² /ave)				MÉDIAS
	112,2	102	93,5	86,31	
25	17,62 Ab	19,53 Ab	19,06 Ab	23,08 Ab	19,82
50	12,63 Aab	10,32 Aa	11,28 Aa	11,99 Aa	11,55
75	27,9 Ac	27,08 Ac	26,82 Ac	33,79 Bc	28,9
100	11,59 ABa	15,43 Bab	10,45 ABa	9,13 Aa	11,65
MÉDIAS	17,43	18,09	16,9	19,5	CV= 19,27
HCM(pg/cel) p*t					
PERÍODO (dias)	Densidade (cm ² /ave)				MÉDIAS
	112,2	102	93,5	86,31	
25	0,692 Aab	0,892 Ab	0,692 Aa	0,962 Aab	0,809
50	0,502 Aa	0,446 Aa	0,52 Aa	0,62 Aa	0,522
75	1,04 Ab	0,822 Aab	0,782 Aa	1,06 Ab	0,926
100	0,906 Ab	1,29 Bc	0,626 Aa	0,684 Aab	0,876
MÉDIAS	0,785	0,862	0,655	0,831	CV= 29,33
CHCM (g/dL) p*t					
PERÍODO (dias)	Densidade (cm ² /ave)				MÉDIAS
	112,2	102	93,5	86,31	
25	45,79 Ab	53,31 ABc	51,07 ABb	62,41 Bb	53,14
50	42,14 Aab	32,11 Aab	39,08 Aab	37,82 Aa	37,79
75	29,00 Aa	27,92 Aa	27,70 Aa	34,67 Aa	29,82
100	36,28 Aab	42,98 Aac	34,01 Aa	31,79 Aa	36,26
MÉDIAS	38,3	39,08	37,96	41,67	CV= 20,23

Letras maiúsculas diferentes na linha, seguido de letras minúsculas diferentes na coluna diferem entre si.
CV= Coeficiente de variação (%)

No início do período experimental a eritropoiese estava na sua normalidade, entre 35 a 55 %. Isto pode estar relacionado a adaptação dos animais àquela condição dimensional e o clima ameno, devido ao período de chuvas na região. Fatores que podem ter agido de forma positiva na produção de hemácias. No terceiro período experimental (75 dias) a porcentagem de massa eritrocitária estavam acima de 90 %, este resultado pode ser indicativo da influência

do tamanho e quantidade de hemácias presentes, bem como a hemodiluição (THRALL et al., 2006).

Houve efeito ($p=0,001$) para a variável hemoglobina. Foi observado que aos 75 dias de experimento o tratamento 86,31 cm²/ave obteve os níveis de hemoglobina de 33,79 g/dL. Mesmo que os demais tratamentos, no referido período, possuíam níveis de hemoglobina acima do considerado pela literatura, esses não diferiram entre si.

Segundo Bounous e Stedman (2000) o valor médio da taxa de hemoglobina nas aves é de 9 g/dL, variando de 7,0 a 13,0g/dL, porém pode variar segundo a espécie. Para as variáveis HCM ($p=0,002$) e CHCM ($p=0,02$) houve efeito significativo. Foi observado que no tratamento 102 cm²/ave obteve maior volume de hemoglobina corpuscular média (1,29 pg/cel) em relação aos demais tratamentos no último período (100 dias) experimental. Foi observado que o tratamento 86,31 cm²/ave obteve maior CHCM (62,41 g/dL) no primeiro período (25 dias) quando comparado aos demais períodos avaliados.

A contagem total de hemácias (hemoglobina) é influenciada pelo sexo, idade, efeito hormonal, fatores ambientais (CAMPBELL, 2004; THRALL, 2004). Os resultados obtidos podem ser explicados pela influência da maior densidade populacional naquele tratamento, provocando estresse suficiente para elevar a concentração de hemoglobina.

Mirfendereski e Jahanian (2015) avaliaram que em altas densidades de alojamento as aves obtiveram respostas imunes contra esse efeito. Verificaram aumento dos índices hematimétricos como hemoglobina, HCM e CHCM, e da relação H/L e dos níveis de corticosterona. Entretanto, Mahmud et al. (2013) avaliaram a exposição de codornas japonesas ao estresse crônico e observaram redução do número de leucócitos, hemácias, % de volume celular médio, concentração de hemoglobina (g/dl) e % de linfócitos.

Houve diferença significativa ($p=0,01$) na resposta da relação heterófilo/linfócito (H/L), (tabela 2). No período de 25 dias foi observado menor relação média (0,880) quando comparado ao último período analisado (100 dias) quando a relação H/L foi de 1,219. O tratamento 86,31 cm²/ave obteve uma menor relação média de H/L (0,961) quando comparado ao de 102 cm²/ave. Estes resultados corroboram com os de Rosa et al. (2011), Prieto e Campo (2010) e Soleimani et al (2011), verificaram, em condições de estresse, aumento da relação heterófilo/linfócito nas aves.

Scanes e Christensen (2014) observaram, que em situação de estresse moderado, não haver diferença na contagem diferencial de leucócito e na relação heterófilo/linfócito. Este resultado diverge do encontrado no presente estudo, porém não corrobora com os resultados do trabalho de Kodaira et al. (2015).

Tabela 2- Valores da relação heterófilo/linfócito (H/L), contagem total de leucócitos (CTL) e volume corpuscular médio (VCM).

H/L					
Densidade (cm ² /ave)					
PERÍODO (dias)	112,2	102	93,5	86,31	MÉDIAS
25	0,744	1,121	0,914	0,742	0,880 b
50	1,125	1,175	1,016	1,124	1,110 ab
75	0,998	1,048	1,043	0,957	1,011 ab
100	1,404	1,414	1,035	1,023	1,219 a
MÉDIAS	1,068 ab	1,189 b	1,002 ab	0,961 a	CV% 25,05
CTL(μL)					
Densidade (cm ² /ave)					
PERÍODO (dias)	112,2	102	93,5	86,31	MÉDIAS
25	25644	22310	27394	24306	24913b
50	25880	23406	21845	19590	22680b
75	28808	33297	39049	35728	34220c
100	13827	12276	16940	13937	14245a
MÉDIAS	23539	22822	26307	23390	CV% 27,66
VCM(μm ³)					
Densidade (cm ² /ave)					
PERÍODO (dias)	112,2	102	93,5	86,31	MÉDIAS
25	1,516	1,676	1,432	1,544	1,542a
50	1,218	1,392	1,330	1,644	1,396a
75	3,542	2,94	2,842	3,078	3,100c
100	2,448	3,22	1,862	2,114	2,411b
MÉDIAS	2,181	2,307	1,866	2,095	CV% 29,26

Letras minúsculas diferentes diferem entre si na linha.

CV%: Coeficiente de variação em porcentagem.

Em condição de estresse extremo, uma heteropenia pode se desenvolver. Assim como linfocitose. Reação celular em duas fases pode estar presente nas aves em estresse, essa resposta leucocítica bifásica ao estresse pode ser exclusiva da ave (CAMPBELL, 2004). Portanto, essa redução da contagem de heterófilos pode estar relacionada pelo aumento da quantidade de linfócitos (linfocitose). Na qual está relacionada à estimulação imunitária. Assim como a presença de tipo de heterofilos em situações de estresse e doença, como o heterófilo tóxico visto na figura 2.

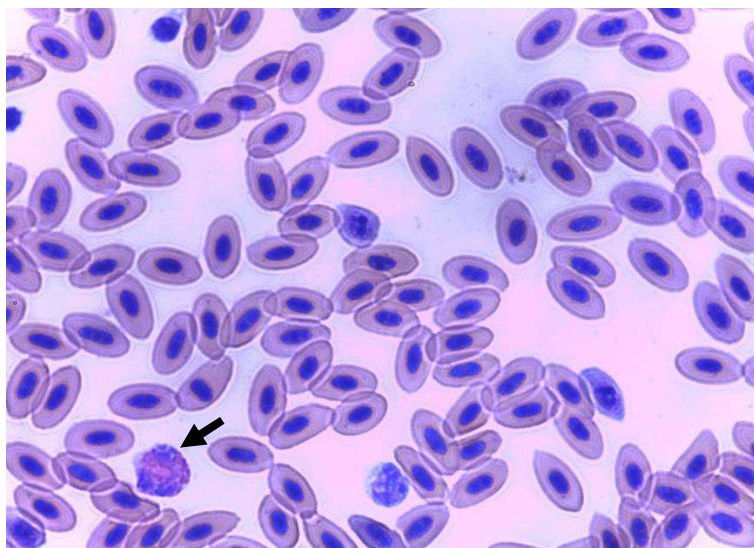


Figura 2 – Fotomicrografia de distensão sanguínea de codorna japonesa apresentou heterofilo na forma tóxica (seta). Panótico Rápido. 100x
Fonte: Venucia de Diniella dos Santos Bourdon

A razão H / L é o indicador menos variável de estresse quando comparado ao número de células individuais, e mais confiável que os níveis de corticosteroides no plasma, contudo, essa regra se aplica apenas quando existe estresse leve a moderado. KANG et al. (2016) observaram que não houve diferença significativa no nível de leucócitos, no entanto, os heterófilos e a razão heterofilo/linfócito foram maiores para 10 aves/m² ao comparar as densidades de 5, 6 e 7 aves/m².

Houve efeito ($p=0,001$) para a contagem total de leucócitos entre os períodos experimentais. Foi observado que no último período (100 dias) menor CTL (14245 μL) quando comparado aos demais períodos avaliados. Com o desenvolvimento do estresse, as reservas leucocíticas ficam deprimidas e esse efeito exerce profunda influência sobre o número de linfócitos que entram na circulação, levando em consideração os valores de referência dos leucócitos nas aves entre 12000 a 30000 leucócitos/mm³ (JAIN, 1993).

Nas aves, a população de células T é afetada pela resposta imunológica. Estes resultados não corroboram com aqueles de Xie et al. (2015) os quais não verificaram mudanças nos parâmetros sanguíneos, como contagem total de leucócitos, avaliados em situação de estresse ambiental em matrizes. Difere do encontrado por Rosa et al. (2011), ao avaliarem parâmetros sanguíneos de codornas japonesas criadas em diferentes temperaturas, obtiveram o maior valor na contagem de leucócitos totais das aves mantidas em temperaturas elevadas.

Houve diferença estatísticas ($p=0,0001$) dos valores do parâmetro volume corpuscular médio ou volume globular médio, no decorrer dos períodos. Foi observado nos últimos períodos

(75 e 100 dias) avaliados maiores médias de VCM quando comparado aos períodos de 25 e 50 dias experimentais, nos quais foram similares estatisticamente. O presente estudo não corrobora com aquele de Porto et al. (2015), observaram que o estresse crônico por calor não interfere na produção dos níveis de anticorpos séricos anti-Newcastle em pintainhos na fase inicial e pré-inicial. Porém, difere o que foi encontrado por Souza et al. (2010) quando as aves de postura foram induzidas ao estresse. Este parâmetro é utilizado como índice da presença de anemia em animais.

1.4 Conclusão

A relação H/L pode ser afetada conforme o tempo e a densidade de alojamento for aumentado. O volume corpuscular médio obteve influência do tempo. Assim como a contagem total leucocitária também aumentou conforme o período de alojamento avançou. Recomenda-se o tratamento 102 cm² /ave por não diferir do tratamento controle.

2 REFERÊNCIAS

- ALM, M.; TAUSON, R.; HOLM, L.; WICHMAN, A.; KALLIOKOSKI, O.; WALL, H. Welfare indicators in laying hens in relation to nest exclusion. **Poultry Science**, v.95, p.1238-1247, 2016.
- BORGES, S.A. **Balço eletrolítico e sua interrelação com o equilíbrio ácido-base em frangos de corte submetidos a estresse calórico**. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Curso de Pós-graduação em Zootecnia, Universidade Estadual Paulista. 97 p., 2001.
- BONAMIGO, A.; SILVA, C.B.S; MOLENTO, C.F.M. Grau de bem-estar relativo de frangos em diferentes densidades de lotação. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**. v. 63, p. 1421-1428, 2011.
- BOUNOUS, D.I.; STEDMAN, N. **Normal avian hematology: chicken and turkey**. In: FELDMAN,B.F.; ZINKL,J.G.; JAIN, N.C. Schalm's Veterinary Hematology. 5 ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, p.1147-1154, 2000.
- CAMPBELL, T.W. Clinical Chemistry of Birds. In: THRALL, M.A. **Veterinary Hematology and Clinical Chemistry**. p. 479-492, 2004.
- COLES, E.H. **Patologia Clínica Veterinária**. 3ª Ed, Ed Manole, 566 p., 1984.
- DRABKIN, D. The standardization of hemoglobin measurement. **American Journal of Medical Science**, v. 215, p. 110-111, 1948.
- FERREIRA, R.A. **Maior produção com melhor ambiente-para aves, suínos e bovinos**. Viçosa, MG: Aprenda Fácil, p. 526, 2015.
- JAIN, N.C. **Comparative hematologic features of some avian and mamalian species**. In: JAIN, N.C. Essentials of veterinary haematology. Philadelphia: Lea & Febiger, p. 54-71, 1993.
- KANG, H. K.; PARK, S.B.; KIM. S. H; KIM, C.H. Effects of stock density on the laying performance, blood parameter, corticosterone, litter quality, gas emission and bone mineral density of laying hens in floor pens. **Poultry Science**, v. 95, p. 2764-2770, 2016.
- KODAIRA, V.; PEREIRA, D.F.; SOARES, N.M.; BUENO, L.G.F. concentração de glicose sanguínea e relação heterófilo:linfócito podem ser utilizados como indicadores de estresse térmico para aves poedeiras? **Brazilian Journal of Biosystems Engineering**, v. 9, P. 182-190, 2015.
- MAHMOUD, U.T.; ABDEL-RAHMAN, M.A.; DARWISH, M.H.; MOSAAD, G.M. The Effect of Heat Stress on Blood Picture of Japanese Quail. **Journal of Advanced Veterinary Research**, v. 3, p. 69-76, 2013.
- MIRFENDERESKI, E.; JAHANIAN, R. Effects of dietary organic chromium and vitamin C supplementation on performance, immune responses, blood metabolites, and stress status of laying hens subjected to high stocking density. **Poultry Science**, v. 94, p. 281- 288, 2015.
- MORGULIS, M.S. IMUNOLOGIA APLICADA. In:_____. **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, cap. 18, p. 231-242, 2002.

MORMÈDE, P.; ANDANSON, S.; AUPÉRIN, B.; BEERDA, B.; GUÉMÉNÉ, D.; MALMKVIST, J.; MANTECA, X.; MANTEUFFEL, G.; PRUNET, P.; VAN REENEN, C. G.; RICHARD, S.; VEISSIER, I. Exploration of the hypothalamic–pituitary–adrenal function as a tool to evaluate animal welfare. **Physiology and Behavior**, v.92, p.317-339, 2007.

PORTO, M.L.; GIVISIEZ, P.E.N.; SARAIVA, E.P.; COSTA, F.G.P.; MOREIRA FILHO, A.L.B.; ANDRADE, M.F.S.; BRANDÃO, P.A.; GUERRA, R.R. Glutamic Acid Improves Body Weight Gain and Intestinal Morphology of Broiler Chickens Submitted to Heat Stress. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v.17, p.355-362, 2015.

PRIETO, M. T.; CAMPO, J. L. Effect of heat and several additives related to stress levels on fluctuating asymmetry, heterophil:lymphocyte ratio, and tonic immobility duration in White Leghorn chicks. **Poultry Science**, v. 89, p. 2071-2077, 2010.

ROSA, G. A.; SORBELLO, L. A.; DITTRICH, R. L. et al. Perfil hematológico de codornas japonesas (*Coturnix japonica*) sob estresse térmico. **Revista Ciência Rural**, v.41, p. 1-6, 2011.

SCANES, C. G. Biology of stress in poultry with emphasis on glucocorticoids and the heterophil to lymphocyte ratio. **Poultry Science**, v.0, p.1-8, 2016.

SCANES, C. G.; CHRISTENSEN, K. Comparison of meta-analysis of the hematological parameters of commercial and indigenous poultry to wild birds: implications to domestication and development of commercial breeds/lines. **Journal Veterinary Science Animal Health**, v. 1, p. 6-13, 2014.

SISVAR, A. Computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia (UFLA)**, v. 35, n.6, p. 1039-1042, 2011.

SOLEIMANI, A. F.; ZULKIFLI, I.; OMAR, A. R.; RAHA, A. R. Physiological responses of 3 chicken breeds to acute heat stress. **Poultry Science**, v. 90, p. 1435-1440, 2011.

SOUZA, K.M.R.; CARRIJO, A.S.; ALLAMAN, I.B.; FASCINA, V.B.; MAUAD, J.R.C.; SUZUKI, F.M. Métodos alternativos de restrição alimentar na muda forçada de poedeiras comerciais. **Revista Brasileira Zootecnia**, v.39, p.356-362, 2010.

THRALL, M.A.; BAKER, D.C.; CAMPBELL, T.W.; DENICOLA, D.; FETTMAN, M.J.; LASSEN, E.D.; REBAR, A.; WEISER, G. **Hematologia e bioquímica clínica veterinária**. Revisão científica José Jurandir Fagliari; tradução José Jurandir Fagliari, Diogo Scuta Fagliari. São Paulo, Roca, p. 581, 2006.

WEIN, Y; SHIRA, E.B.; FRIEDMAN, A. Avoiding handling-induced stress in poultry: use of uniform parameters to accurately determine physiological stress. **Poultry Science**, v. 96, p. 65–73, 2017.

XIE, J.; TANG, L.; LU, L.; ZHANG, L.; LIN, X.; LIU, H.C.; ODLE, J.; LUO, X. Effects of acute and chronic heat stress on plasma metabolites, hormones and oxidant status in restrictedly fed broiler breeders. **Poultry Science**, v. 94, p. 1635–1644, 2015.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A densidade de alojamento não afeta o desempenho das aves e a qualidade da casca de ovos de codornas.

Os parâmetros hematológicos são alterados pela densidade, no entanto em função do curto período de avaliação experimental não provocou alteração do desempenho das aves. Portanto recomenda-se 86,31 cm² /ave.

Precisa-se avaliar por um período mais longo de alojamento para ter uma conclusão melhor com relação as densidades sobre parâmetros avaliados no presente estudo.

O curto espaço de tempo e a adaptação das codornas às condições experimentais podem ter exercido uma baixa correlação da influência das diferentes densidades de alojamento sobre os parâmetros avaliados e a realidade do campo. É necessário mais estudos que avaliem outros gargalos produtivos a fim de evidenciar as consequências de aumentar a densidade de alojamento.