

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PRODUÇÃO ANIMAL

INCUBAÇÃO DE OVOS DE CODORNAS EUROPEIAS SOB DIFERENTES TEMPERATURAS

JOÃO VITOR SANTANA PRATES

MONTES CLAROS

2024

João Vitor Santana Prates

**INCUBAÇÃO DE OVOS DE CODORNAS EUROPEIAS
SOB DIFERENTES TEMPERATURAS**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado em Produção Animal da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Produção Animal.

Orientador:

Prof. Dr. Felipe Gomes da Silva

Coorientadoras:

Profa. Dra. Fabiana Ferreira

Profa. Dra. Cristina Maria Lima Sá Fortes

Montes Claros

2024

Prates, João Vitor Santana.

P912i
2024 Incubação de ovos de codornas europeias sob diferentes temperaturas [manuscrito]/
João Vitor Santana Prates. Montes Claros, 2024.
54 f.

Dissertação (mestrado) - Área de concentração em Produção Animal. Universidade Federal de Minas Gerais / Instituto de Ciências Agrárias.

Orientador: Felipe Gomes da Silva

Banca examinadora: Felipe Gomes da Silva, Letícia Ferrari Crocomo, Regina Tie Umigi, Fabiana Ferreira, Cristina Maria Lima Sá Fortes.

Inclui referências: f. 48-49.

1. Controle de temperatura -- Teses. 2. Codornas -- Incubadoras -- Teses. 3. Ovos -- Incubação -- Teses. 4. Codornas -- Desempenho -- Teses. I. Silva, Felipe Gomes da. II. Universidade Federal de Minas Gerais. Instituto de Ciências Agrárias. III. Título.

CDU: 636.5



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PÓS-GRADUAÇÃO EM PRODUÇÃO ANIMAL

ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO

Aos 10 dias do mês de janeiro de 2024 às 14:00 horas, sob a Presidência do Professor Felipe Gomes da Silva, D. Sc. (Orientador – UFMG/ICA) e com a participação dos Professores Fabiana Ferreira, D. Sc. (Coorientadora - UFMG/ICA), Cristina Maria Lima Sá Fortes, D. Sc. (Coorientadora - UFMG/ICA), Regina Tie Umigi, D. Sc. (Universidade Federal de Roraima) e Letícia Ferrari Crocomo, D. Sc. (Universidade Federal de Minas Gerais), reuniu-se, por videoconferência, a Banca de defesa de dissertação de **João Vitor Santana Prates**, aluno do Curso de Mestrado em Produção Animal. O resultado da defesa de dissertação intitulada **“Incubação de ovos de codornas Europeias sob diferentes temperaturas”**, sendo o aluno considerado **aprovado**. E, para constar, eu, Professor Felipe Gomes da Silva, Presidente da Banca, lavrei a presente Ata que depois de lida e aprovada, será assinada por mim e pelos demais membros da Banca examinadora. OBS.: O aluno somente receberá o título após cumprir as exigências do ARTIGO 53 do regulamento e da resolução 05/2016 do Curso de Mestrado em Produção Animal.

Montes Claros, 10 de janeiro de 2024.



Documento assinado eletronicamente por **Felipe Gomes da Silva, Professor do Magistério Superior**, em 11/01/2024, às 08:22, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Cristina Maria Lima Sa Fortes, Professora do Magistério Superior**, em 12/01/2024, às 09:30, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Letícia Ferrari Crocomo, Professora do Magistério Superior**, em 12/01/2024, às 09:59, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Fabiana Ferreira, Professora do Magistério Superior**, em 12/01/2024, às 13:29, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Regina Tie Umigi, Usuária Externa**, em 12/01/2024, às 13:35, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufmg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **2955801** e o código CRC **0E904100**.

AGRADECIMENTOS

Agradecimento a minha família e amigos pela confiança e apoio, principalmente a minha Mãe que esteve sempre na torcida por mim.

Agradeço ao Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Gerais pelo acolhimento.

Agradeço ao Programa de Pós-graduação em Produção Animal e à CAPES, pela oportunidade e apoio financeiro.

Agradeço ao GEPavi, Grupo de Estudos em Produção Avícola e a todos os seus membros, colegas que ajudaram na condução desse trabalho, por todos esses anos, encontros, aprendizados e companheirismo.

Agradeço aos meus orientadores Felipe, Fabiana e Cristina, por todo apoio, ensinamentos e oportunidades tendo contribuído diretamente ao meu desenvolvimento, formação como profissional e pessoa.

Agradecimento ao meu amigo Daniel, pelo apoio, parceria e aprendizado, meu muito obrigado.

“Não importa o quão difícil ou quão impossível seja, nunca perca seus objetivos de vista.”

(ONE PIECE, 2021)

RESUMO

A temperatura é um fator que influencia diretamente o rendimento e sucesso da incubação artificial de ovos, etapa importante para a produção avícola mundial, sendo necessário estabelecer uma temperatura ideal que intensifique a eclodibilidade e qualidade dos animais, potencializando seu desempenho futuro. Para a codorna europeia os trabalhos relacionados a temperaturas de incubação quando comparamos com codornas japonesas e galinhas são escassos na literatura. Objetivou-se então estudar e entender o uso de diferentes temperaturas na incubação de ovos de codornas europeias. Foram incubados 1000 ovos de dois grupos genéticos distribuídos em cinco temperaturas diferentes (37; 37,5; 38; 38,5 e $39 \pm 0,2$ °C), com umidade relativa a 60% e viragem a cada duas horas. Ao nascimento foram avaliados, tempo de incubação, eclodibilidade, embriodiagnóstico, peso e qualidade morfológica das codornas. Dos animais nascidos, 486 foram distribuídas em baterias de criação para avaliação do peso corporal, ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar aos 35 dias. As temperaturas demonstraram efeitos sobre todas as variáveis analisadas. Foi observado efeito quadrático das temperaturas para eclodibilidade, peso das codornas ao nascimento e fase 3 do embriodiagnóstico, e efeito linear para fase 1 e para peso corporal, ganho de peso e consumo de ração aos 35 dias. Para tempo de incubação as médias das temperaturas de 38,5 e 39 °C não diferiram entre si, já as médias da qualidade morfológica nas temperaturas de 37 e 37,5 °C; 37,5 e 39 °C e 38; 38,5 e 39 °C apresentaram médias iguais estatisticamente entre si. Nos efeitos quadráticos, as temperaturas extremas apresentaram resultados inferiores, enquanto que no efeito linear, na temperatura mais baixa foi observado os menores resultados, que aumentaram a medida que a temperatura aumentou. De forma geral, a incubação de codornas europeias pode ser feita a temperatura média de 38,3 °C contemplando ótimos resultados de eclodibilidade, peso ao nascimento, qualidade e desempenho.

Palavras-chave: otimização térmica; rendimento de incubação; desempenho.

ABSTRACT

Temperature is a factor that directly influences the yield and success of artificial incubation of eggs, an important stage for global poultry production, and it is necessary to establish an ideal temperature that intensifies the hatchability and quality of the animals, enhancing their future performance. For European quail there are no studies related to incubation temperatures, when compared to Japanese quails and chickens. The aim was to study and understand the use of different temperatures in incubating European quail eggs. 1000 eggs from two genetic groups were incubated at five different temperatures (37; 37.5; 38; 38.5 and 39 ± 0.2 °C), with relative humidity at 60% and turning every two hours. At birth, incubation time, hatchability, embryodiagnosis, weight and morphological quality of the quails were evaluated. Of the animals born, 486 were distributed in breeding batteries to evaluate body weight, weight gain, feed consumption and feed conversion at 35 days. Temperatures demonstrated effects on all variables analyzed. A quadratic effect of temperatures was observed for hatchability, quail weight at birth and phase 3 of embryodiagnosis, and linear effect for phase 1 and for body weight, weight gain and feed consumption at 35 days. For incubation time, the average temperatures of 38.5 and 39 °C did not differ from each other, as the averages for morphological quality at temperatures of 37 and 37.5 °C; 37.5 and 39 °C and 38; 38.5 and 39 °C had statistically equal averages between them. In the quadratic effects, extreme temperatures presented lower results, while in the linear effect, lower results were observed at the lowest temperature, which increased as the temperature increased. In general, the incubation of European quail eggs can be carried out at an average temperature of 38.3 °C, providing excellent results in terms of hatchability, hatch weight, quality and performance.

Key Words: thermal optimization; hatching yield; performance.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
2. ARTIGOS	13
2.1 Artigo 1 - Revisão bibliográfica – Coturnicultura: parâmetros envolvidos na incubação artificial de ovos.	13
2.2 Artigo 2 - Rendimento de incubação de ovos de codornas europeias submetidos a diferentes temperaturas.	28
2.3 Artigo 3 - Desempenho de codornas europeias submetidas a diferentes temperaturas de incubação.	40
3. CONSIDERAÇÕES FINAIS	51
4. REFERÊNCIAS	52
ANEXOS	54

1. INTRODUÇÃO

O objetivo de um incubatório é otimizar a eclodibilidade de ovos das diferentes espécies de aves de interesse comercial, visando a produção de pintos de um dia com qualidade e uniformidade para abastecimento das granjas produtoras de carne e ovos. Um animal com boa qualidade ao nascimento é importante para o sucesso da cadeia produtiva avícola (Li *et al.*, 2023). As condições do ambiente de incubação dos ovos afetam diretamente o desenvolvimento embrionário (Noiva; Menezes; Peleteiro, 2014), fatores físicos como temperatura, umidade, viragem e ventilação precisam estar regulados com precisão de acordo à espécie incubada.

A temperatura mostrou ser um fator crítico no processo de incubação, afetando a eclosão, qualidade do embrião e do pintinho ao nascimento (Farghly *et al.*, 2021). Em codornas japonesas, diferentes temperaturas durante a incubação podem contribuir para a tolerância térmica testada na quinta semana de vida (Alkan *et al.*, 2013), leva a linfopenia e aumento da relação heterofilo/linfócito, um indicativo de estresse em aves (Porto; Fontenele-Neto, 2020), influencia na qualidade morfológica, no peso ao nascimento e durante o crescimento até os 40 dias, e na morfologia duodenal (Porto *et al.*, 2021), na taxa de eclosão e no aumento da taxa de mortalidade durante o desenvolvimento embrionário e nas primeiro quatro semanas pós eclosão (Carvalho *et al.*, 2020), e afeta a concentração de hormônio T3, corticosterona e o desenvolvimento e desempenho reprodutivo de fêmeas (Abuoghaba *et al.*, 2021).

A codorna europeia (*coturnix coturnix coturnix*) é uma subespécie mais eficiente para produção de carne, possui maior taxa de crescimento, rendimento corporal e peso ao abate (280 a 290 g) quando comparada a codorna japonesa (*coturnix coturnix japonica*), subespécie especializada para produção de ovos (Muniz *et al.*, 2018). Se tratando da incubação de ovos de codornas europeias, são utilizados parâmetros já estudados e estabelecidos para codornas japonesas, a exemplo da temperatura de incubação (Pedroso *et al.*, 2006; Porto *et al.*, 2021; Romão *et al.*, 2009; Sarcinelli, 2012 e Souza, 2021), que varia de 37 a 38,5 °C, sendo utilizado usualmente temperaturas de 37,8 °C durante todo o processo de incubação.

Na literatura as informações sobre temperaturas na incubação de ovos de codornas europeias são escassas. Entender o comportamento do desenvolvimento embrionário e de desempenho produtivo frente aos desafios do processo de incubação em diferentes

temperaturas possibilitará estabelecer uma temperatura ideal de incubação para essa ave, melhorando o manejo de incubação e potencializando a produção desses animais, evitando efeitos nocivos do uso de temperaturas errôneas.

O objetivo com essa dissertação é estudar a influência do uso de diferentes temperaturas na incubação de ovos de dois grupos genéticos de codornas europeias sobre o rendimento de incubação e desempenho dos animais na fase total de crescimento.

2. ARTIGOS

2.1 Artigo 1 - Revisão bibliográfica – Coturnicultura: parâmetros envolvidos na incubação artificial de ovos.

Revisão bibliográfica, elaborada conforme as normas, submetida e aceita para publicação como capítulo no livro: “Zootecnia: tópicos atuais em pesquisa – Volume 4” da Editora Científica Digital. DOI: doi.org/10.37885/231014719.

**COTURNICULTURA: PARÂMETROS ENVOLVIDOS NA
INCUBAÇÃO ARTIFICIAL DE OVOS
COTURNICULTURE: PARAMETERS INVOLVED IN ARTIFICIAL
EGG INCUBATION**

RESUMO

A incubação artificial de ovos férteis permite o desenvolvimento embrionários de aves de diferentes espécies de forma automatizada, possibilitando o nascimento de uma grande quantidade de animais com qualidade e ao mesmo tempo. Para garantir esse processo, é essencial que os parâmetros da incubação, tais como temperatura, viragem, umidade e ventilação, sejam rigorosamente ajustados de acordo com a espécie em questão. Além disso, é crucial considerar outros fatores que impactam os ovos antes da incubação, como a idade da matriz, o tempo de armazenamento e peso dos ovos. Caso esses aspectos não sejam adequadamente monitorados, o processo de incubação pode ser comprometido, resultando em complicações durante o desenvolvimento embrionário, nascimento e desempenho produtivo dos animais.

Palavras-chave: codornas, desenvolvimento embrionário, produção animal.

INTRODUÇÃO

No último ano, 2022, a produção total de codornas alcançou o número de 14 milhões de animais e 229,2 milhões de dúzias de ovos, já a produção de carne de frango chegou a 14,524 milhões de toneladas e 52 bilhões de ovos produzidos (ABPA, 2023; IBGE, 2022). A alta produção de ovos e carne para atender o mercado consumidor nacional e internacional faz com que os incubatórios aumentem a produção de pintinhos, buscando maximizar a eclosão de animais com qualidade, permitindo que estes possam expressar todo seu potencial genético e produtivo.

A eficiência dos incubatórios e das granjas produtoras de aves dependem diretamente de fatores nos quais os ovos são influenciados durante ou até mesmo antes do processo de incubação (Boleli, 2016), como armazenamento, idade da matriz, temperatura, viragem, umidade relativa e ventilação.

Diante desses fatores, a comunidade científica vem estudando de que forma estes podem influenciar o processo de incubação dos ovos de aves, buscando encontrar o melhor equilíbrio para melhor produção e conservação das espécies. Essa revisão apresenta como alguns agentes impactam a incubação artificial de ovos, principalmente na produção de codornas.

DESENVOLVIMENTO

Coturnicultura

As codornas são aves originárias da Ásia, África e Europa, os primeiros exemplares de codornas domesticadas surgiram no Japão, por meio de cruzamentos entre espécies selvagens e europeias, sendo nomeadas de codornas japonesas. Em 1959 as codornas foram introduzidas por imigrantes japoneses e italianos no Brasil e logo foram vistas como animais de interesse produtivo (Pastore; Oliveira; Muniz, 2012).

Atualmente, encontram-se disponíveis no mercado nacional duas subespécies de codornas para exploração comercial, a codorna europeia e a japonesa, que possuem diferenças quanto a taxa de postura, tamanho, peso e precocidade, o que define a aptidão de cada uma delas. A codorna europeia apresenta-se como a subespécie com maior taxa de crescimento, rendimento corporal, peso ao abate e melhor temperamento, demonstrando sua eficiência para produção de carne, o que as diferem da codorna japonesa, especializada para produção de ovos, ótima para criações em condição de clima tropical por conta da rusticidade (Muniz *et al.*, 2018).

De acordo com Pastore, Oliveira e Muniz (2012), entre os fatores que motivam a produção de codornas estão a precocidade sexual e produtiva, alta produtividade, rápido crescimento, necessidade de pequenos espaços para criação e um baixo investimento inicial, com retorno financeiro rápido. Esses mesmos autores relatam que a carne de codorna é macia, escura e saborosa, rica em vitaminas (B1, B6, B12, ácido pantotênico e niacina), aminoácidos, ácidos graxos e minerais (cobre, ferro, fósforo e zinco), fornecendo ao mercado um produto nutritivo e de qualidade.

A coturnicultura de corte e postura se expande desde a década de 90, o aumento da demanda pelos produtos desse setor exigiu atenção e intensificação quanto a ambiência, manejo, nutrição e bem-estar, segmentos que influenciam na eficiência da produção e desempenho dos animais (Muniz *et al.*, 2018). Esse crescimento despertou o interesse da comunidade científica, que nos últimos anos realizam pesquisas para melhorar a produção de codornas de corte, na área de exigências nutricionais (Castro *et al.*, 2018, 2020; Muniz *et al.*, 2016; Severo *et al.*, 2020; Vidal *et al.*, 2015), uso de alimentos e aditivos alternativos (Deminicis *et al.*, 2022; Gonzaga *et al.*, 2020; Mendonça *et al.*, 2022; Silva *et al.*, 2022), manejo, estatística e melhoramento genético (Faria *et al.*, 2017; Piedade *et al.*, 2018; Ribeiro *et al.*, 2021; Rodrigues *et al.*, 2018; Ton *et al.*, 2021), buscando linhagens mais precoces, com maior ganho de peso e melhor rendimento de carcaça.

Incubação de ovos férteis

A incubação artificial de ovos representa um processo importante para o sucesso da cadeia produtiva avícola, é uma etapa que compreende o desenvolvimento embrionário de um pintinho de diversas espécies, seja de corte ou postura. Uma fase de grande impacto às aves, a qual demanda cuidado, atenção e emprego de tecnologia adequada, possibilitando que o animal expresse todo seu potencial produtivo, produzindo proteína animal de qualidade e em quantidade (Groff *et al.*, 2017).

Essa técnica remete a mais de 3000 anos, quando no antigo Egito milhares de ovos já eram incubados em pequenas salas, se utilizando da queima de esterco, carvão e palha para gerar calor e regular a temperatura, jutas úmidas e passagens de ar para controle de umidade e ventilação, além da viragem dos ovos duas vezes ao dia, tudo isso de forma rudimentar, sem nenhum tipo de tecnologia, apenas com a observação e vivência dos povos que ali trabalhavam (Paniago, 2005).

No decorrer dos anos, a evolução do processo de incubação se deu pelo crescente desenvolvimento científico e tecnológico. Hoje já temos disponíveis no mercado diversos modelos de incubadoras, que atendem diferentes espécies, níveis tecnológicos e capacidades de incubação, capazes de controlar de forma automatizada a temperatura, umidade, viragem e ventilação dos ovos, criando o ambiente ideal para o perfeito desenvolvimento embrionário (Boleli, 2016).

Alguns fatores influenciam a incubação de ovos refletindo na qualidade e desempenho do pintinho, como temperatura, umidade relativa, viragem e ventilação dentro da incubadora (Santana *et al.*, 2014). Em conjunto, esses fatores atuam na perda de massa e perda e ganho de calor, nas trocas gasosas entre o ar da incubadora e os ovos (Macari *et al.*, 2013).

Ventilação, viragem e umidade relativa na incubação

As trocas gasosas entre o ambiente, no qual o ovo foi incubado, e o próprio ovo são necessárias para o pleno desenvolvimento embrionário. Essas trocas ocorrem pela diferença de concentração de gases do meio interno e externo ao ovo. Quando há maior concentração de gás carbônico dentro do ovo, ele se difunde ao meio externo com menor concentração, e vice-versa, assim também ocorre com a concentração de oxigênio, dessa maneira, a ventilação é importante para a concentração desses gases no ambiente de incubação (Boleli, 2016).

As máquinas de incubação retiram o ar fresco do ambiente externo fornecendo O² para os ovos, assim como removem o CO² e excesso de umidade e calor de dentro destas. O fornecimento de ar na sala de incubação deve ser de 8,5 a 13,52 m³/h a cada 1000 ovos (COBB, 2020).

Santana *et al.* (2014) relataram que durante a incubação, a posição e viragem dos ovos deve ser adequada, evitando a aderência do embrião à casca do ovo, redução da eclodibilidade e nascimento de pintinhos de má qualidade. A ventilação deve ser constante, não interferindo na temperatura da incubadora, permitindo renovação do ar, com entrada de oxigênio e eliminação de gás carbônico.

A posição e viragem dos ovos influencia diretamente nos parâmetros de qualidade de incubação. Ovos incubados na posição vertical ou horizontal sem viragem apresentam maior perda de peso, baixa eclodibilidade e peso do pintinho inferior, enquanto aqueles incubados na posição horizontal com viragem a cada duas horas apresentando melhores resultados quanto a essas variáveis (Moraes *et al.*, 2008).

Hada (2013), ao avaliar três frequências de viragem (a cada 2, 1 ou 0,5h) durante a incubação de ovos de codornas japonesas, observou melhores resultados de eclodibilidade em viragens a cada 2 horas, na qual se mantiveram peso e qualidade das codornas neonatas. Rodrigues (2021) após estudos com diferentes viragens (24, 12, 6 ou 3 vezes ao dia) na incubação de ovos de galinha caipira, constatou que viragens de 24 vezes ao dia refletiu em melhor eclodibilidade dos ovos.

A umidade relativa dentro da incubadora deve estar regulada de acordo a espécie que será incubada, pois influencia no ganho e perda de calor e água pelo ovo, na difusão dos gases produzidos e no desenvolvimento e sobrevivência do embrião. Umidade alta provoca redução da perda de água pelo ovo, que interfere na difusão do dióxido de carbono do meio interno do ovo para o externo (Macari *et al.*, 2013).

Baixa umidade relativa (30 a 35%) na incubadora causa mortalidade embrionária na terceira semana de incubação, baixa eclosão dos ovos e maior perda de peso durante o processo de incubação em comparação com incubação em 55 a 60% de UR (Van Der Pol *et al.*, 2013). Para Pedroso *et al.* (2006) a UR na incubação de codornas japonesas pode ser feita a 55 ou 65%.

Hada (2013) avaliou duas umidades relativas (60 e 70%) na incubação de codornas japonesas, e recomenda o uso de 60% de UR, pois apresentou melhores índices de eclodibilidade, tempo de incubação, peso e qualidade dos pintinhos. Barbosa (2015), testando diferentes níveis de umidade relativa (48, 56 e 64%) na incubação de ovos de matrizes leves, encontrou que em 56% de UR houve maior eclosão de pintinhos.

Temperatura de incubação

A temperatura é regulada para ser constante e uniforme durante o processo de incubação, pois tem influência direta na temperatura interna do ovo e embrião, afetando seu desenvolvimento. Temperaturas altas podem causar anormalidades nas membranas extraembrionárias, no sistema cardíaco, nervoso, renal e circulatório, enquanto temperaturas baixas podem causar mal formações hepáticas e redução das membranas extraembrionárias (Macari *et al.*, 2013).

A temperatura durante a incubação também influencia na adiposidade de pintinhos de corte, no período de incubação e eclodibilidade (Almeida *et al.*, 2016), nas características morfológicas do músculo peitoral (Clark; Walter; Velleman, 2017) e no desenvolvimento da tíbia de frangos de corte (Güz, 2020) e no peso do coração, fígado, baço, proventrículo e moela

de pintinhos de corte (Maatjens *et al.*, 2016). Na morfologia intestinal e tolerância ao estresse térmico em codornas japonesas (Porto *et al.*, 2021), na melhora do desempenho do frango, tanto para ganho de peso quanto conversão alimentar (Tzschentke; Halle, 2009) e no metabolismo e qualidade de pintinhos de poedeiras (Van Den Brand *et al.*, 2019).

Ipek *et al.* (2014), observando três faixas de temperaturas diferentes na casca de ovos de galinha (33,3 a 36,7, 37,8 a 38,2 e 38,9 a 40,0 °C) concluíram que pequenas mudanças na temperatura durante a incubação influenciam no desenvolvimento embrionário, peso residual do saco vitelino, parâmetros de incubação, qualidade e peso do pintinho, tendo as temperaturas fora do grupo controle (33,3 a 36,7 e 38,9 a 40,0 °C) maior influência negativa.

Ademais, a temperatura ideal de incubação de várias espécies, apresenta-se, a maioria, com um padrão parecido de temperatura. Entre aquelas de interesse econômico são utilizadas temperaturas de 37,7 °C variando a $\pm 0,3$ °C para galinhas (Babott, 1937; Wijnen, 2020), em avestruz, podem ser trabalhadas temperaturas inferiores a 37 °C (Hassan *et al.*, 2004), para perus, 37,5 °C é ideal (Krischek, 2013) e patos, em torno de 37,8 °C (Abd El-hack, 2022).

Já para codornas japonesas, Pedroso *et al.* (2006) e Souza (2021) relataram que a incubação de codornas deve ser feita a 37,5 °C, enquanto Romão *et al.* (2009) observaram resultados satisfatórios para temperaturas de 37 e 38 °C. Por fim, Sarcinelli (2012) inferiu que a temperatura ideal de incubação é de 38,5 °C.

Romão *et al.* (2009), avaliando diferentes temperaturas de incubação (34, 35, 36, 37, 38, 39, 40 e 41 °C) com codornas japonesas, verificaram que em 37 e 38 °C obtiveram melhores taxas de eclosão, enquanto temperaturas mais baixas e mais altas essa taxa reduziu, em altas temperaturas (38 a 41 °C) aumentou o peso ao nascimento e diminuiu o tempo de eclosão, enquanto nas mais baixas (34 a 37 °C) o oposto ocorreu.

Sarcinelli (2012) estudando diferentes temperaturas de incubação (36,5; 37,5 e 38,5 °C) e idade de matrizes, chegou à conclusão de que temperaturas mais altas (38,5 °C) diminuem o tempo de eclosão de ovos de codornas japonesas, enquanto temperaturas mais baixas (36,5 °C) aumentam o tempo de eclosão, não havendo diferença no peso ao nascimento entre as temperaturas, na qual a temperatura de 38,5 °C influenciou positivamente na eclodibilidade e qualidade das codornas neonatas.

Porto *et al.* (2021), testando a relação entre diferentes temperaturas (37,8, 38,5 e 39,5 °C) e o estresse térmico pós eclosão de codornas japonesas, encontrou que em 37,8 °C os animais

tiveram melhor peso ao nascimento, já com 38,5 °C melhor taxa de eclosão e menor peso vivo, enquanto que com 39,5 °C mesmo apresentando menor taxa de eclosão e peso ao nascimento, não influenciou na qualidade do pintinho além de aumentar o peso vivo e ganho de peso a partir do 10º dia.

Quanto a codorna europeia, a temperatura usada para incubação dessas aves, em diferentes estudos publicados, divergiu entre os autores, variando entre 36,7 °C (Quaresma *et al.*, 2022), 37 °C (Abdelhakeem *et al.*, 2022), 37,4 °C (Bonagurio *et al.*, 2022) e 37,6 °C (Cruz *et al.*, 2019).

Outros fatores que influenciam na incubação

Fatores como a idade da matriz, peso e estocagem dos ovos influenciam o processo de incubação. A idade da matriz afeta diretamente o tamanho dos ovos. Com o avançar da idade da ave, a deposição de albúmen e casca, assim como a síntese dos componentes da gema pelo fígado para formação do ovo permanece a mesma. Como a taxa de postura diminui com a idade, a gema passa a ser depositada em maior quantidade em um menor número de folículos, refletindo no tamanho do ovo, que se torna maior, mais pesado e de casca menos espessa (Macari *et al.*, 2013).

Assim, podemos inferir que há correlação positiva entre idade da matriz, peso do ovo e conseqüentemente o peso do pintinho ao nascer. Matrizes mais velhas darão origem a ovos e pintinhos mais pesados, enquanto em matrizes mais novas o oposto ocorre. Com relação a perda de água do ovo, há correlação negativa, quanto mais velha a matriz maior a perda de água durante a incubação por razão da redução da espessura da casca e a maior porosidade desta (Dias *et al.*, 2020; Tanure, 2009).

Seker (2005) relata em seu trabalho com três classes de pesos de ovos (9,50-10,50; 10,51-11,50; 11,51-12,50 g) de codornas japonesas e diferentes períodos de armazenamento que, ovos mais pesados apresentaram maior taxa de fertilidade e eclodibilidade, enquanto ovos mais leves tiveram maior mortalidade precoce e menor eclodibilidade. O armazenamento de ovos por mais de seis dias reduziu a eclodibilidade.

Segundo Corrêa (2012), trabalhando com três idades de matriz (70, 205 e 280 dias) e três pesos (11,0-12,9; 13,0-14,9 e 15,0-16,9 g) de ovos de codornas de corte sobre desempenho da progênie, o aumento do consumo de ração, peso corporal e o ganho de peso da progênie está associado com o aumento do peso dos ovos, assim como, codornas provenientes de matrizes

mais velhas (205 e 280 dias) apresentam melhores desempenhos. Embriões oriundos de matrizes mais velhas também apresentam melhor desenvolvimento intestinal e de órgão linfóide e maior resistência as variações de temperatura que podem ocorrer durante a incubação, além de apresentar melhor resposta imune quando comparados a pintos de matrizes mais novas (Leandro, 2017).

A estocagem de ovos é muito usada na indústria com o intuito de padronizar lotes e acumular maior volume de ovos para incubá-los, permitindo a paralisação do desenvolvimento embrionário enquanto mantem a qualidade interna dos ovos, devendo ser feita em temperaturas abaixo de 24 °C, também chamado de zero fisiológico (Macari *et al.*, 2013).

Esse tempo de armazenamento pré-incubação representa fator que implica na qualidade dos ovos, influenciando no desenvolvimento do embrião, tempo de eclosão e eclodibilidade. Ovos estocados por mais tempo apresentam redução do peso e menores taxas de eclosão (Tanure, 2009).

Araújo (2015) avaliando cinco períodos (1, 3, 6, 9 ou 12 dias) e duas temperaturas (28 e 14 °C) de estocagem de ovos de codornas, observou que ovos armazenados por longos períodos em temperatura ambiente apresentaram problemas quanto a eclodibilidade, menor peso do pintinho no nascimento e piora no desenvolvimento intestinal. Nogueira *et al.* (2016), testando diferentes tempos de armazenamento (1, 2, 3, 4, 5, 6 e 7 dias) e duas linhagens semipesadas, observou que com o aumento dos dias de estocagem a fertilidade dos ovos e a mortalidade tardia diminuiu, já a mortalidade precoce cresceu.

Moraes *et al.* (2009) relataram resultados satisfatórios para eclodibilidade de ovos de codornas que foram armazenados em 7,5 °C por até 20 dias, mesmo que a eclodibilidade tenha apresentado piores resultados com 20 dias de armazenamento e maior perda de peso. Demonstrando que armazenar ovos sob temperaturas abaixo do zero fisiológico pode ser uma alternativa para aumentar o tempo de armazenamento, e que mesmo em baixas temperaturas não é recomendável que se armazene ovos por muito tempo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante do exposto compreendemos o quanto os fatores envolvidos no processo de incubação podem interferir no desenvolvimento embrionário e produtivo após a eclosão das aves de interesse zootécnico. Durante o processo de incubação se faz necessário que os

parâmetros estejam regulados com precisão, permitindo melhor desenvolvimento embrionário e potencializando a quantidade, qualidade, e desempenho dos pintinhos nascidos. Além disso, as codornas japonesas e europeias demonstraram que possuem parâmetros de incubação parecidos, sendo, temperatura a 37,8 °C, umidade relativa de 60% e viragem a cada duas horas.

Por fim, é interessante registrar a importância que a comunidade científica possui quanto ao fato de se direcionar, e aperfeiçoar as pesquisas no que diz respeito aos parâmetros envolvidos no processo de incubação. Além disso, associar como esses parâmetros influenciam tanto durante o processo de desenvolvimento embrionário, quanto no período de crescimento e produção, bem como na produção de ovos, melhoramento genético, bem-estar e produção de carne, melhorando a eficiência produtiva na produção animal.

REFERÊNCIAS

ABD EL-HACK, M. E.; HURTADO, C. B.; TORO, D. M.; ALAGAWANY, M.; ABDELFATTAH, E. M.; ELNESR, S. S. Impact of environmental and incubation factors on hatchability of duck eggs. **Biological Rhythm Research**, v. 53, n. 01, p. 79-88, 2022.

ABDELHAKHEEM, F.; MOHAMED, S. A.; ABDELSABOUR-KHALAF, M.; MADKOUR, F. A. Tracking the developmental events in the duodenum of the quail embryo: Using light and electron microscope. **Microscopy Research and Technique**, v. 85, n. 8, p. 2965-2983, Aug. 2022.

ABPA, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL. **Relatório ABPA 2023**. ABPA, São Paulo, p. 1-148, 2023.

ALMEIDA, V. R.; MORITA, V. S.; SGAVIOLI, S.; VICENTINI, T. I.; CASTIBLANCO, D. M. C.; BOLELI, I. C. Incubation temperature manipulation during fetal development reduces adiposity of broiler hatchlings. **Poultry Science**, v. 95, n. 02, p. 316-324, 1 fev. 2016.

ARAÚJO, I. C. S.; MESQUITA, M. A.; ANDRADE, M. A.; CASTEJON, F. V.; CAFÉ, M. B.; ARNHOLD, E.; LEANDRO, N. S. M. Efeito do período e temperatura de armazenamento de ovos férteis sobre o rendimento de incubação e características de qualidade de codornas neonatas. **Arquivo Brasileiro De Medicina Veterinária E Zootecnia**, v. 67, n. 06, p. 1693-1702, 2015.

BABOTT H. G. Effect of Temperature, Humidity, and Other Factors on hatch of Hens' Eggs and on Energy Metabolism of Chick Embryos. **Technical Bulletin**. Washington, DC, n. 553, 1937.

BARBOSA, V.M.; BAIÃO, N.C.; LARA, L.J.C.; ROCHA, J.S.R.; POMPEU, M.A.; MARTINS, N.R.S.; LEITE, R.C.; CANÇADO, S.V. Efeitos da umidade relativa do ar na

incubação e da idade da matriz leve sobre a eclodibilidade, qualidade dos pintos recém-eclodidos e desempenho da progênie. **Arquivo Brasileiro De Medicina Veterinária E Zootecnia**, v. 67, n. 03, p. 882-890, 2015.

BOLELI, I.C.; MORITA, V. S.; MATOS JR, J. B.; THIMOTHEO, M.; ALMEIDA, V. R. Poultry Egg Incubation: Integrating and Optimizing Production Efficiency. **Brazilian Journal of Poultry Science**, v. 18, n. 02, p. 1-16, 2016.

BONAGURIO, L. P.; MURAKAMI, A. E.; CRUZ, F. K.; KANEKO, I. N.; GASPARINO, E.; OLIVEIRA, C. A. L.; LOZANO-POVEDA, C. A.; SILVA, C. C.; SANTOS, T. C. Dietary supplementation with canthaxanthin and 25-hydroxycholecalciferol on the incubation performance and fertility of European quail breeders. **Poultry Science**, v. 101, n. 6, june 2022.

CASTRO, M. R.; PINHEIRO, S. R. F.; MIRANDA, J. A.; COSTA, L. S.; ROCHA, G. M. F.; OLIVEIRA, R. G.; MARTINS, P. G. M. A. Digestible methionine + cysteine: lysine ratios for growing meat-type quails. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 48, n. 6, 2018.

COOB, **Guia de manejo de incubatório**. Cobb-Vantress, p. 1-90, 2020.

CORRÊA, A. B.; SILVA, M. A.; CORRÊA, G. S. S.; SANTOS, G. G.; WENCESLAU, R. R.; FELIPE, V. P. S. Desempenho de codornas de corte oriundas de diferentes classes de idades da matriz e de peso dos ovos. **Arquivo Brasileiro De Medicina Veterinária E Zootecnia**, v. 62, n. 02, p. 380-388, 2012.

CLARK, D. L.; WALTER, K. G.; VELLEMAN, S. G. Incubation temperature and time of hatch impact broiler muscle growth and morphology. **Poultry Science**, v. 96, n. 11, p. 4085-4095, 1 nov. 2017.

CRUZ, F. K.; KANEKO, I. N.; FIGUEROA, C. D. N.; BEZERRA JR., J. S.; CRAVEIRO, G. A.; ROSSI, R. M.; MURAKAMI, A. E.; SANTOS, T. C. Development and growth of digestive system organs of European and Japanese quail at 14 days post-hatch. **Poultry Science**, v. 98, n. 4, p. 1883-1892, 1 abr. 2019.

DEMINICIS, R. G. S.; MENEGHETTI, C.; JÚNIOR, A. A. P. G.; CRUZ, C. L. S.; DEMINICIS, B. B.; MACIEL, B. M. Performance, meat quality, and lipidemia of meat-type quails fed with diets containing essential oils. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 52, n. 10, 2022.

DIAS, I. C.; ALMEIDA, L. M.; ZAVELINSK, V.A.B.; SONÁLIO, K.C.; SANTOS, M.C.; BORSOI, A.; MAIORKA, A. Influência da idade da matriz no peso de ovo, peso do pintinho e na eclosão. **Anais do 5º. Congresso de zootecnia de precisão e 19º. Seminário técnico científico de aves, suínos e peixes – 2020**, Medianeira, 2020.

FARIA, G. Q.; BONAFÉ, C. M.; SOUZA, K. A. R.; SILVA, M. A.; COSTA, L. S.; LIMA, H. J. D.; CAMPOS, F. G.; SILVA, R. B.; SILVA, A. A.; TAROCÔ, G.; ROCHA, G. M. F.; MIRANDA, J. A. Estimação de valores genéticos para codornas europeias em função dos níveis da relação treonina: lisina da dieta: do nascimento aos 21 dias de idade. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 69, n. 1, p. 214-224, fev. 2017.

GONZAGA, L. S.; LANA, S. R. F.; LANA, G. R. Q.; JUNIOR, R. F. B.; LEÃO, A. P. A.; SANTOS, D. S. Wafer-type biscuit waste in meat-quail diets. **Ciência Animal Brasileira**, Santa Maria, v. 21, 2020.

GROFF, P. M.; TAKAHASHI, S. E.; PADILHA, J. B.; BOCHIO, V.; SCHADECK, M. M.; MAIER, G. S.; GORGES, M. H.; SANTOS, I. L.; EMILYN, M. M. Importância da temperatura e umidade e os efeitos da luminosidade durante a incubação de ovos férteis de galinhas. **Revista Electrónica De Veterinaria**, Málaga, España, v. 18, n. 02, p. 1-10, 2017.

GÜZ, B. C.; MOLENAAR, R.; JONG, I. C.; KEMP, B.; VAN KRIMPEN, M.; VAN DEN BRAND, H. Effects of eggshell temperature pattern during incubation on tibia characteristics of broiler chickens at slaughter age. **Poultry science**, v. 99, n. 06, p. 3020-3029, 2020.

HADA, F.H. **Fatores físicos e idade da matriz na incubação de ovos de codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*)**. 2013. 120 p. Tese (Doutor em Zootecnia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Jaboticabal, 2013.

HASSAN, S. M.; SIAM, A. A.; MADY, M. E.; CARTWRIGHT, A. L. Incubation Temperature for Ostrich (*Struthio camelus*) Eggs. **Poultry Science**, v. 83, n. 03, p. 495-499, 1 mar. 2004.

IBGE, INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção da pecuária municipal**. IBGE, Rio de Janeiro, v. 50, p. 1-12, 2022.

IPEK, A.; SAHAN, U.; BAYCAN, S.C.; SOZCU, A. The effects of different eggshell temperatures on embryonic development, hatchability, chick quality, and first-week broiler performance. **Poultry Science**, v. 93, n. 02, 1 fev. 2014.

KRISCHEK, C.; GERKEN, M.; WICKE, M. Effects of a higher incubation temperature between embryonic day 9 and 12 on growth and meat quality characteristics of turkeys. **British Poultry Science**, v. 54, n. 01, p. 5-11, 2013.

LEANDRO, N. S. M.; GOMES, N. A.; CAFÉ, M. B.; CARVALHO, F. B.; STRINGHINI, J. H.; LABOISSIÈRE, M. Histomorfometria de órgãos linfóides e desenvolvimento intestinal de pintos de corte originados de matrizes com diferentes idades e submetidos ao estresse por calor na incubação. **Ciência animal brasileira**, v. 18, 2017.

MAATJENS, C. M.; VAN ROOVERT-REIJRINK, I. A. M.; ENGEL, B.; VAN DER POL, C. W.; KEMP, B.; VAN DEN BRAND, H. Temperature during the last week of incubation. I. Effects on hatching pattern and broiler chicken embryonic organ development. **Poultry Science**, v. 95, n. 04, p. 956-965, 1 abr. 2016.

MACARI, M.; GONZALES, E.; PATRÍCIO, I. S.; NAAS, I. A.; MARTINS, P. C. **Manejo da Incubação**. 3. ed. Jaboticabal: FACTA, 2013. 468 p.

MENDONÇA, D. S.; LANA, S. R. V.; LANA, G. R. Q.; LEÃO, A. P. A.; JÚNIOR, R. F. B.; LIMA, L. A. A.; AYRES, I. C. B.; SANTOS, D. S.; SILVA, W. A. Different calcium sources on the productive performance and bone quality of meat quail. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 52, n. 6, 2022.

MORAES, T. G. V.; ROMAO, J. M.; TEIXEIRA, R. S. C.; CARDOSO, W. M. Effects of egg position in artificial incubation of Japanese quail eggs (*Coturnix japonica*). **Animal Reproduction**, v. 5, n. 1/2, p. 50-54, 2008.

MORAES, T. G. V.; ROMAO, J. M.; CARDOSO, W. M. Parâmetros da incubação e componentes dos ovos de codornas japonesas para corte (*Coturnix japonica*) submetidos à estocagem em baixas temperaturas ($7,5 \pm 1$ °C). **Semina: Ciências Agrárias**, v. 30, n. 1, p. 233-241, 2009.

MUNIZ, J. C. L.; BARRETO, S. L. T.; MENCALHA, R.; VIANA, G. S.; REIS, R. S.; RIBEIRO, C. L. N.; HANNAS, M. I.; ALBINO, L. F. T. Metabolizable energy levels for meat quails from 15 to 35 days of age. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 46, n. 10, p. 1852-1857, out. 2016.

MUNIZ, J. C. L.; SILVA, A. D.; TIZZIANI, T.; ALBINO, L. F. T.; BARRETO, S. L. T. **Criação de codornas para produção de ovos e carne**. 2. ed. atual. Viçosa: Aprenda Fácil Editora, 2018. 277 p.

NOGUEIRA, M. A.; CRUZ, F. G. G.; RUFINO, J. P. F.; MELO, R. D.; FEIJÓ, J. C.; BEZERRA, N. S. Períodos de armazenamento de ovos oriundos de duas linhagens semipesadas sobre os rendimentos de incubação e mortalidade embrionária. **Revista Científica de Avicultura e Suinocultura**, v. 2, n. 2, p. 027-035, 1 set. 2016.

PANIAGO, M. Artificial incubation of poultry eggs: 3,000 years of history. **Ceva Animal Health Asia Pacific**, Petaling Jaya, Selangor, Malaysia, n. 2, sep 2005.

PASTORE, S. M.; OLIVEIRA, W. P.; MUNIZ, J. C. L. Panorama da coturnicultura no Brasil. **Revista Eletrônica Nutritime**, v. 9, n. 06, p. 2041 – 2049, 2012.

PEDROSO, A. A.; CAFÉ, M. B.; LEANDRO, N. S. M.; STRINGHINI, J. H.; CHAVES, L. S. Desenvolvimento embrionário e eclodibilidade de ovos de codornas armazenados por diferentes períodos e incubados em umidades e temperaturas distintas. **Revista Brasileira De Zootecnia**, v. 35, n. 06, p. 2344-2349, 2006.

PIEIDADE, G. N.; SIQUEIRA, J. C.; BONFIM, D. S.; SOUSA, T. V. R.; MARZULLO, Y. O. T.; VIERA FILHO, F. C.; NAGIB NASCIMENTO, D. C.; BOMFIM, M. A. D.; RIBEIRO, F. B. Coeficientes alométricos das partes e dos órgãos de codornas de corte mantidas em diferentes ambientes térmicos. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 70, n. 2, p. 579-587, mar/abr. 2018.

PORTO, M. L.; TEÓFILO, T. S.; CAVALCANTI, D. M. L. P.; FREITAS, C. I. A.; OLIVEIRA, M. F.; FONTENELE-NETO, J. D. Incubation variables, performance, and morphometry of the duodenal mucosa of Japanese quails (*Coturnix coturnix japonica*) submitted to different incubation temperatures and thermally challenged after hatching. **Arquivo Brasileiro De Medicina Veterinária E Zootecnia**, v. 73, n. 02, p. 495-507, 2021.

QUARESMA, M. A. G.; ANTUNES, I. C.; FERREIRA, B. G.; PARADA, A.; ELIAS, A.; BARROS, M.; SANTOS, C.; PARTIDÁRIO, A.; MOURATO, M.; ROSEIRO, L. C. The composition of the lipid, protein and mineral fractions of quail breast meat obtained from wild

and farmed specimens of Common quail (*Coturnix coturnix*) and farmed Japanese quail (*Coturnix japonica domestica*). **Poultry Science**, v. 101, n. 1, jan. 2022.

RIBEIRO, M. J. B.; SILVA, F. F.; MACÁRIO, M. S.; JESUS, J. A. S.; BRITO, C. O.; VESCO, A. P. D.; BARBOSA, L. T. Choice of non-linear models to determine the growth curve of meat-type quail. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 51, n. 5, 2021.

RODRIGUES, J. C. Avaliação da frequência de viragem de ovos caipiras no rendimento de incubação. **26º congresso de iniciação científica da UNB e 17º do DF**, 11 jan. 2021.

RODRIGUES, R. F. M.; SOUSA, M. F.; CRUZ, V. A. R.; CAMPIDELI, T. S.; COSTA, L. S.; PINHEIRO, S. R. F.; VERARDO, L. L.; BONAFÉ, C. M. Sensitivity of breeding values of meat quail as a result of tryptophan: lysine ratios in the diet. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v. 19, n. 4, p. 403-414, out./dez. 2018.

ROMAO, J.M.; MORAES, T.G.V.; TEIXEIRA, R.S.C.; BUXADE, C.C.; CARDOSO, W.M. incubation of japanese quail eggs at different temperatures: hatchability, hatch weight, hatch time and embryonic mortality. **Archives of Veterinary Science**, v. 14, n. 03, p. 155-162, 2009.

SANTANA, M. H. M.; GIVISIEZ, P. E. N.; JÚNIOR, J. P. F.; SANTOS, E. G. Incubação: principais parâmetros que interferem no desenvolvimento embrionário de aves. **Revista Eletrônica Nutritime**, v. 11, n. 02, p. 3387– 3398, mar/abr 2014.

SARCINELLI, M. F. **Efeitos da temperatura de incubação e da idade da matriz no desenvolvimento in ovo, qualidade, desempenho e produção de ovos da progênie de codornas japonesas**. 2012. Dissertação (Mestre em Zootecnia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Jaboticabal, 2012.

SEKER, I.; KUL, S.; BAYRAKTAR, M. Effects of storage period and egg weight of Japanese quail eggs on hatching results (short communication). **Archives Animal Breeding**, v. 48, n. 05, p. 518-526, 2005.

SEVERO, T. I. M.; HOLANDA, M. A. C.; HOLANDA, M. C. R.; LUCENA, L. R. R.; DUTRA JR., W. M. Digestible lysine requirement for European laying quail. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 42, 2020.

SILVA, D. R. P.; BRANDÃO, P. A.; OLIVEIRA, K. D. S.; MEDEIROS, T. T. B.; SILVA, J. V. C.; ALMEIDA, J. M. S. *Foeniculum vulgare* (fennel) and *Cymbopogon winterianus* (citronella) essential oils to replace a growth promoter in the diet of European quails. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v. 23, p. 01-09, 2022.

SOUZA, A. V. **Características de codornas japonesas provenientes de ovos incubados em diferentes temperaturas**. 2021. 61 p. Dissertação (Mestre em Zootecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2021.

TANURE, C. B. G. S.; CAFÉ, M. B.; LEANDRO, N. S. M.; BAIÃO, N. C.; STRINGHINI, J. H.; GOMES, N. A. Efeitos da idade da matriz leve e do período de armazenamento de ovos incubáveis no rendimento de incubação. **Arquivo Brasileiro De Medicina Veterinária E Zootecnia**, v. 61, n. 06, p. 1391-1396, 2009.

TON, A. P. S.; LAUREANO, M. M. M.; ARAÚJO, S. I.; MENEZES, F. L.; ARAÚJO, C. V. Ajuste de curvas de crescimento em codornas de corte por inferência Bayesiana. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 6, 2021.

TZSCHENTKE, B.; HALLE, I. Influence of temperature stimulation during the last 4 days of incubation on secondary sex ratio and later performance in male and female broiler chicks. **British Poultry Science**, v. 50, n. 5, p. 634-640, Sep. 2009.

VAN DEN BRAND, H.; VAN DE KRAATS, S.J.F.; SÖZCÜ, A.; JÖERISSEN, R.; HEETKAMP, M.J.W.; VAN DEN ANKER, I.; OOMS, M.; KEMP, B. Both the rooster line and incubation temperature affect embryonic metabolism and hatchling quality in laying hen crossbreds. **Poultry Science**, v. 98, n. 06, p. 2632-2640, 1 jun. 2019.

VAN DER POL, C. W.; VAN ROOVERT-REIJRINK, I. A. M.; MAATJENS, C. M.; VAN DEN BRAND, H.; MOLENAAR, R. Effect of relative humidity during incubation at a set eggshell temperature and brooding temperature posthatch on embryonic mortality and chick quality. **Poultry Science**, v. 92, n. 8, p. 2145-2155, 2013.

VIDAL, T. Z. B.; FONTES, D. O.; FERREIRA, F.; GODINHO, R. M.; SILVA, M. A.; CORRÊA, G. S. S. Teor de metionina + cistina para codornas de corte do nascimento aos 21 dias de idade. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 67, n. 1, p. 242- 248, 2015.

WIJNEN, H. J.; MOLENAAR, R.; VAN ROOVERT-REIJRINK, I. A. M.; VAN DER POL, C. W.; KEMP, B.; VAN DEN BRAND, H. Effects of incubation temperature pattern on broiler performance. **Poultry Science**, v. 99, n. 08, p. 3897-3907, 2020.

2.2 Artigo 2 - Rendimento de incubação de ovos de codornas europeias submetidos a diferentes temperaturas.

Elaborado conforme normas da revista DESAFIOS - Revista Interdisciplinar da Universidade Federal do Tocantins. ISSN: 2359-3652.

RENDIMENTO DE INCUBAÇÃO DE OVOS DE CODORNAS EUROPEIAS SUBMETIDOS A DIFERENTES TEMPERATURAS

INCUBATION YIELD OF EUROPEAN QUAIL EGGS SUBJECTED TO DIFFERENT TEMPERATURES

RENDIMIENTO DE INCUBACIÓN DE HUEVOS DE CODORNIZ EUROPEA SOMETIDOS A DIFERENTES TEMPERATURAS

RESUMO

A temperatura é um importante fator a ser compreendido e definido na incubação artificial de ovos para maior eclosão e qualidade dos produtos nascidos, e o valor ótimo pode variar a depender da espécie e aptidão. Na incubação de ovos de codornas europeias, ave de interesse comercial voltada a produção de carne, a temperatura ideal ainda não possui consenso de valor ótimo, carecendo pesquisas delineadas com este propósito. Dessa forma, para estudar o uso de diferentes temperaturas na incubação de ovos de codornas europeias, foram incubados ao acaso 1000 ovos de dois grupos genéticos em cinco temperaturas diferentes (37,0; 37,5; 38,0; 38,5 e 39,0 ± 0,2 °C) e analisados parâmetros referentes ao rendimento da incubação. As temperaturas demonstraram efeito significativo na eclodibilidade, Fases 1 e 3 do embriodiagnóstico, tempo de incubação, qualidade morfológica e peso da codorna ao nascimento. As temperaturas altas e baixas demonstraram resultados inferiores, diminuindo a eclodibilidade, o peso e qualidade da codorna, e aumentando a mortalidade. Temperaturas entre 37,9 e 38,6 °C demonstram serem melhores na incubação dessa subespécie.

Palavras-chave: Codorna de corte, eclodibilidade, qualidade morfológica, otimização térmica.

ABSTRACT

Temperature is an important factor to be understood and defined in the artificial incubation of eggs for greater hatching and quality of hatched products, and the optimal value may vary depending on the species and suitability. When incubating European quail eggs, a bird of commercial interest focused on meat production, the ideal temperature does not yet have a consensus on the optimal value, lacking research designed for this purpose. In this way, to study the use of different temperatures in the incubation of European quail eggs, 1000 eggs from two genetic groups were randomly incubated at five different temperatures (37.0; 37.5; 38.0; 38.5 and 39.0 ± 0.2 °C) and parameters relating to incubation yield were analyzed. Temperatures demonstrated a significant effect on hatchability, stages 1 and 3 of embryodiagnosis, incubation time, morphological quality and hatch weight. High and low temperatures

demonstrated inferior results, reducing hatchability, weight and quality of the quail, and increasing mortality. Temperatures between 37.9 and 38.6 °C prove to be better for incubating this subspecies.

Keywords: Meat quail, hatchability, morphological quality, thermal optimization.

RESUMEN

La temperatura es un factor importante a comprender y definir en la incubación artificial de huevos para una mayor eclosión y calidad de los productos eclosionados, y el valor óptimo puede variar según la especie y la idoneidad. A la hora de incubar huevos de codorniz europea, ave de interés comercial centrada en la producción de carne, la temperatura ideal aún no tiene consenso sobre su valor óptimo, faltando investigaciones diseñadas al efecto. Así, para estudiar el uso de diferentes temperaturas en la incubación de huevos de codorniz europea, se incubaron aleatoriamente 1.000 huevos de dos grupos genéticos a cinco temperaturas diferentes (37,0; 37,5; 38,0; 38,5 y 39,0 ± 0,2 °C) y se analizaron parámetros relacionados al rendimiento de la incubación. Las temperaturas demostraron un efecto significativo sobre la incubabilidad, las fases 1 y 3 del embriodiagnóstico, el tiempo de incubación, la calidad morfológica y el peso al nacer de las codornices. Las altas y bajas temperaturas demostraron resultados inferiores, reduciendo la incubabilidad, el peso y la calidad de las codornices y aumentando la mortalidad. Temperaturas entre 37,9 y 38,6 °C resultan mejores para la incubación de esta subespecie.

Descriptores: *Codornices tipo carne, incubabilidad, calidad morfológica, optimización térmica.*

INTRODUÇÃO

O processo de incubação artificial de ovos férteis é dependente de fatores físicos como temperatura, umidade, viragem e ventilação. Esses, precisam estar regulados com precisão, para que ocorra o pleno desenvolvimento embrionário da espécie avícola, maximizando a quantidade e qualidade dos animais nascidos, permitindo-os expressar todo seu potencial genético e produtivo. Os embriões são vulneráveis a temperatura de incubação, acima ou abaixo do ideal requerido pela sua espécie (Sgavioli *et al.*, 2015), sendo que, desvios na temperatura ideal podem levar a modificações moleculares, bioquímicas e fisiológicas durante o processo de desenvolvimento embrionário, afetando o crescimento das aves pré e pós eclosão (El-Shater *et al.*, 2021).

Carvalho *et al.* (2020) testando exposição a 39,5 °C por 12 horas/dia do dia 0 a 13 na incubação de ovos de codornas japonesas observou que a alta temperatura prejudicou a eclodibilidade dos ovos, o desenvolvimento e a fisiologia desses animais após eclosão, influenciando no crescimento das codornas neonatas, peso, mortalidade, trocas de calor com o ambiente e na tolerância ao estresse térmico quando comparado a temperatura de 37,8 °C. Ben-Ezra e Burness (2017) obtiveram na incubação de ovos de

codornas japonesas a 36,0 °C, aves com menor tamanho e peso ao nascimento, prologando o tempo de incubação, quando comparado a uma temperatura padrão de 37,5 °C.

Há duas subespécies de codornas exploradas para fins produtivos, a codorna japonesa (*Coturnix coturnix japonica*) voltada para produção de ovos e a codorna europeia (*Coturnix coturnix coturnix*) especializada para produção de carne, sendo mais precoce que a japonesa (Nascimento *et al.*, 2021) alcançando aos 35 dias de vida peso médio de 260,25g (Prates *et al.*, 2023). Na incubação de ovos de codornas europeias, tem-se adotado temperaturas antes estabelecidas para codornas japonesas de 37,8°C.

Os estudos voltados a temperatura de incubação para essa subespécie são escassos na literatura, entender e estabelecer uma temperatura ideal de incubação propicia melhorar o manejo de incubação e produção dessa ave. O objetivo com esse trabalho é estudar a influência de diferentes temperaturas na incubação de ovos de codornas europeias e seus efeitos no rendimento de incubação, definindo uma temperatura ideal.

METODOLOGIA

O experimento foi realizado no Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Gerais, Campus Montes Claros – MG entre os meses de julho a setembro, sendo submetido e aprovado na Comissão de Ética no Uso de Animais da UFMG (CEUA/UFMG) sob o protocolo 133/2023. Foram utilizados 1000 ovos incubáveis, provenientes das matrizes do programa de melhoramento genético de codornas de corte do ICA/UFMG composto por 96 fêmeas e 48 machos de cada grupo genético denominados ICA I e ICA II.

Durante nove dias foram feitas 10 coletas de ovos, sendo selecionados, identificados e acondicionados em bandejas para ovos de codornas e armazenados em temperatura ambiente, com média de 23,6 °C, totalizando 10 dias de armazenamento (zero a nove dias). Ao final do período de armazenamento, os ovos foram pesados e distribuídos em cinco chocadeiras Premium Ecológica IP 130D, pré reguladas às temperaturas de 37,0; 37,5; 38,0; 38,5 e 39,0 ± 0,2 °C (cinco níveis), a Umidade Relativa foi mantida a 60%, com viragem a cada duas horas, tendo nas chocadeiras ovos de todos os dias de armazenamento e dos dois grupos genéticos.

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente ao acaso em esquema fatorial 5x2 (cinco temperaturas de incubação e dois grupos genéticos), com 100 repetições, sendo cada ovo uma unidade experimental. Aos 14º dias de incubação a viragem foi interrompida e os ovos submetidos à ovoscopia para remoção dos ovos claros, os demais foram acondicionados em sacos de filó até o momento da eclosão. A eclosão foi acompanhada a cada seis horas a partir da eclosão do primeiro pintinho, tendo o número de aves nascidas registradas em cada período, viabilizando a obtenção do tempo de incubação em horas.

Ao nascimento, todos os pintinhos foram pesados, anilhados e submetidos à análise de qualidade morfológica utilizando metodologia de Tona *et al.* (2003) com adaptações propostas por Sarcinelli (2012). Sendo analisados apenas os itens atividade, penas e aparência, olhos, pernas e área do umbigo dentro de uma escala de 0 a 60 pontos. Os parâmetros de rendimento de incubação analisados foram, tempo de incubação, peso do pintinho ao nascimento, eclodibilidade e o embriodiagnóstico, tendo os ovos claros e os não eclodidos abertos, analisados o estado de desenvolvimento do embrião de acordo com Ainsworth *et al.* (2010), e classificados em três fases de mortalidade embrionária segundo Porto *et al.* (2021), fase 1 (um a sete dias de desenvolvimento embrionário), fase 2 (oito a 12 dias), fase 3 (13 a 18 dias) e fase 4 (ovos bicados e não eclodidos).

Os dados de eclodibilidade e embriodiagnóstico foram avaliados em função da temperatura de incubação utilizando regressões logísticas através do procedimento LOGISTIC do SAS (2014), estabelecendo 1 como a probabilidade de um evento acontecer e 0 para não ocorrência do evento, tendo os resultados da análise transformada por meio da equação logística $P(x) = \frac{\exp(\beta_0 + \beta_1 X_1 + \dots + \beta_n X_n)}{1 + \exp(\beta_0 + \beta_1 X_1 + \dots + \beta_n X_n)}$ para obtenção da curva de regressão. Foram executados testes quanto à presença de *Outliers* utilizando o PROC ROBUSTREG (SAS, 2014) e de normalidade pelo teste de Kolmogorov-Smirnov ($P < 0,05$) para qualidade morfológica, peso do pintinho e tempo de incubação. As variáveis cujo resíduo seguiu distribuição normal, foram analisadas pelo PROC REG (SAS, 2014) e as demais tiveram as médias comparadas pelo teste de Kruskal-Wallis a 5% de significância. O modelo completo incluiu os efeitos da temperatura de incubação, grupo genético e a interação destes, além das covariáveis peso do ovo e dias de armazenamento, as quais foram mantidas no modelo quando significativas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve diferença significativa ($P > 0,05$) dos grupos genéticos e da interação deles com a temperatura de incubação para nenhuma das variáveis analisadas. As estimativas da taxa de eclodibilidade e embriodiagnóstico e o P-valor associado a análise de regressão logística a 5% de significância são apresentadas na Tabela 1.

Houve efeito quadrático significativo ($P < 0,05$) da temperatura de incubação para eclodibilidade e fase 3 do embriodiagnóstico, e efeito linear significativo ($P < 0,05$) da temperatura de incubação na fase 1 do embriodiagnóstico. A covariável tempo de armazenamento influenciou significativamente ($P < 0,05$) na eclodibilidade e fase 1 do embriodiagnóstico e o peso do ovo na eclodibilidade. Não houve diferença significativa ($P > 0,05$) de nenhuma variável para fase 2 e fase 4 do embriodiagnóstico.

Tabela 1 - Estimativas das taxas de eclodibilidade e das diferentes fases de mortalidade do embriodiagnóstico.

Variáveis (%)	Temperaturas de incubação (°C)					P-valor
	37,0	37,5	38,0	38,5	39,0	
Eclodibilidade	63,53	69,38	70,88	68,34	61,26	0,0293**
Fase 1	11,73	13,30	15,05	16,98	19,11	0,0375*
Fase 2	1,75	1,33	1,01	0,77	0,59	0,2707
Fase 3	16,43	10,58	8,86	9,84	14,33	0,0140**
Fase 4	8,16	7,60	7,08	6,59	6,13	0,4163

Fonte: do autor, 2024.

* Efeito linear significativo.

** Efeito quadrático significativo.

Houve redução das taxas de eclodibilidade nas temperaturas extremas, ocasionada pelo aumento na mortalidade na fase 3. A mortalidade na fase 1 aumentou de forma constante em função da temperatura. Nas fases 2 e 4 não houve influência significativa das temperaturas, por serem fases menos sensíveis a variações da temperatura de incubação, diferente das fases 1 e 3, que representam o início e fim da incubação, fases mais críticas ao processo de incubação. Os melhores resultados refletiram nas temperaturas intermediárias, alcançando taxas de 70,91% de eclodibilidade em 37,9 °C e 8,84% de mortalidade em 38,1 °C representando os pontos máximo e mínimo da curva de regressão, respectivamente.

O tempo de armazenamento prologado provoca perda da qualidade dos ovos, com desestruturação de proteínas, liquefação do albúmen e consequente perda de água dos ovos para o ambiente. Também ocorre alterações morfológicas no blastoderme, com apoptose de células, o que pode levar a mortalidade embrionária (Alo *et al.*, 2023). Dessa forma, ovos armazenados por mais tempo, antes de serem incubados, possuem maior chance de já estarem com o desenvolvimento embrionário comprometido. Juntamente com o tempo de armazenamento, as temperaturas de incubação mais altas podem ter potencializado a perda de água e causado um choque térmico aos ovos, o que pode explicar o efeito linear crescente da temperatura sobre a mortalidade na Fase 1.

De acordo com Boleli *et al.* (2016) a perda de água também reduz a condutividade térmica, diminuindo as trocas de calor entre embrião e a superfície do ovo. Essa por sua vez troca calor com o ambiente a depender das diferenças de temperatura entre eles. Em temperaturas ideais de incubação, no início do desenvolvimento embrionário, os ovos adquirem calor do meio. Entretanto, à medida que o embrião se desenvolve, a produção de calor metabólico aumenta sua temperatura, nestes momentos o embrião precisará perder calor para o ambiente para manter sua homeostase e o pleno desenvolvimento embrionário (French, 1997).

Assim, ovos incubados em ambientes com temperaturas acima do requerido pela espécie ou grupo genético, os embriões em desenvolvimento podem sofrer com problemas de hipertermia, com o aumento do ganho de calor nos ovos por radiação e condução, enquanto ovos incubados em temperaturas baixas perdem calor excessivo para o ambiente, ocasionando um processo de hipotermia para os embriões (Boleli *et al.*, 2016), em ambos os casos ocorre mortalidade embrionária e consequente redução da eclodibilidade, o que explica o efeito quadrático observados nas taxas de eclodibilidade e mortalidade na Fase 3.

Corroborando com Sgavioli *et al.* (2015), onde observaram que ovos de galinhas incubados em temperatura considerada termoneutra (37,5 °C) ganharam calor no início e perderam no final da incubação como o esperado. Enquanto ovos incubados em temperatura alta (39 °C), mantiveram temperatura da casca alta durante toda a incubação, indicando que estes não perderam calor para o ambiente. O aumento da temperatura também reflete em menor aproveitamento dos nutrientes envolvidos no processo de desenvolvimento embrionário, refletindo em maior mortalidade embrionária e baixa eclodibilidade (Abuoghaba *et al.*, 2021).

Temperaturas consideradas altas (38,9 °C) e baixas (36,7 °C) em relação a termoneutra (37,8 °C) durante o período de incubação (0 a 20 dias) de ovos de galinhas causaram um menor consumo de albúmen, de gema e redução no peso dos embriões, comprometendo a absorção de nutrientes e o crescimento. Com aumento do estresse embrionário, frequência cardíaca elevada e baixa taxa de movimentação dos embriões, culminando em maior taxa de mortalidade, e malformações (Noiva; Menezes; Peleteiro, 2014).

Os efeitos negativos das temperaturas extremas encontrados na incubação dos ovos de codornas europeias se assemelham aos com codornas japonesas. Romão (2009), estudando oito temperaturas diferentes (34 a 41 °C) observou alta mortalidade na Fase 3 e baixa eclodibilidade nas temperaturas mais altas e mais baixas, demonstrando ótimos resultados de eclodibilidade entre 37 e 38 °C de 76,67 e 80,76% respectivamente, temperaturas muito abaixo, como 34° C não propiciou a eclosão de nenhum animal. Já Porto *et al.* (2021) encontraram em temperaturas de incubação mais altas, a 39,5 °C, menor taxa de eclodibilidade e maior mortalidade embrionária total, tendo em 38,5 °C a melhor eclodibilidade.

As estimativas médias para tempo de incubação, qualidade morfológica e peso da codorna estão disponíveis na Tabela 2, junto com o P-valor associado ao teste de Kruskal-Wallis para tempo de incubação e qualidade morfológica e da análise de regressão para peso da codorna a 5% de significância. As temperaturas demonstraram efeito significativo ($P < 0,05$) nas médias do tempo de incubação e qualidade morfológica, e efeito quadrático significativo ($P < 0,05$) e das covariáveis peso do ovo e do tempo de armazenamento para peso da codorna.

Tabela 2 – Médias do tempo de incubação, qualidade morfológica e peso da codorna neonata para cada temperatura de incubação.

Variáveis	Temperaturas de incubação (°C)					P valor	CV (%)
	37	37,5	38	38,5	39		
Tempo de incubação (h)	453,16 ^a	441,81 ^b	426,43 ^c	405,19 ^d	407,33 ^d	<0,0001	-
Qualidade Morfológica	48,02 ^c	51,44 ^{bc}	54,94 ^a	55,24 ^a	53,67 ^{ab}	<0,0001	-
Peso da codorna (g)	9,83	9,94	10,00	10,02	10,01	0,0221*	3,07

Fonte: do autor, 2023

^{a-d} Médias seguidas por letras diferentes na mesma linha diferem entre si pelo teste de Kruskal-Wallis ($P < 0,05$).

* Efeito quadrático significativo.

As médias do tempo de incubação demonstraram redução à medida que a temperatura de incubação aumentou, não sendo diferentes estatisticamente entre 38,5 e 39 °C. Na qualidade morfológica, as médias das temperaturas 37 e 37,5 °C, 37,5 e 39 °C; e 38, 38,5 e 39 °C não diferiram entre si. A média da temperatura de 38,5 °C demonstrou um escore de qualidade numericamente superior. O peso da codorna apresentou comportamento quadrático ($Y = -103,77 + 5,90X - 0,077X^2$), alcançando no ponto máximo peso de 10,03g a 38,6 °C com pesos inferiores ao nascimento nas temperaturas mais baixas e mais alta.

As temperaturas influenciaram no metabolismo do embrião, ocasionando diferentes tempos de incubação, ovos incubados em temperaturas mais baixas, demoraram mais tempo para eclodir e de forma inversa a aqueles incubados em temperaturas mais altas, onde o tempo de incubação foi reduzido, com uma diferença de 6,25 dias do nascimento do primeiro pintinho para o último. Ben-Ezra e Burness, (2017) observaram que ovos de codornas japonesas incubados a 36 °C, demoraram mais tempo para eclodir, em torno de 18,5 dias quando comparado aos ovos incubados à temperatura de 37,5 °C, com 16 dias de incubação.

Conjuntamente com o aumento do tempo de incubação, as baixas temperaturas provocam um desenvolvimento embrionário mais lento, com maior consumo de gema e maior gasto energético durante o processo de incubação, gerando menor energia residual no momento da eclosão (Wada *et al.*, 2015). Esse processo influencia o desenvolvimento embrionário como um todo, com conseqüente redução do peso e da qualidade do pintinho ao nascimento, podendo levar à morte e redução da eclodibilidade. Em patos-carolinês (*Aix sponsa*), temperaturas de incubação de 35 e 35,9 °C ocasionaram um gasto energético de 20% e 37% a mais do que aqueles incubados na temperatura mais alta, de 37 °C (Durant;

Hopkins; Hepp, 2011), os autores atribuem esse maior gasto energético ao maior tempo de incubação ocasionado pelas baixas temperaturas, sendo de 1,2 a 1,9 dias a mais para eclosão.

Foi possível observar que a temperatura de 38,6 °C maximizou o peso da codorna ao nascimento, de maneira semelhante, Nord e Nilsson (2021) observaram efeito da temperatura de incubação no peso de codornas japonesas, de 8,59g em 38,5 °C; 8,15g em 37 °C e de 7,46g em 35,5 °C, com maior peso na temperatura de 38,5 °C e menor peso na temperatura mais baixa. Em relação a qualidade morfológica, Karakelle *et al.* (2023) obtiveram resultados inferiores, de 99 pontos, expondo ovos de codornas japonesas a um estresse por hipotermia, utilizando temperatura de 35 °C do 9º ao 15º dia durante a incubação, por 6 horas/dia, enquanto aqueles incubados a 37,5 °C até o 15º dia de incubação, geraram animais com qualidade superior, de 99,46 pontos.

A incubação em temperaturas elevadas além da perda de água dos ovos, acelera o desenvolvimento embrionário e aumenta o metabolismo dos embriões, reduzindo o tempo de incubação, levando aos animais que conseguirem eclodir, baixo peso ao nascimento e má qualidade (Abuoghaba *et al.*, 2021; Sgavioli *et al.*, 2015). De maneira semelhante, na incubação de ovos de galinha, a manipulação térmica a 39,6 °C gerou baixa qualidade do pintinho ao nascimento (Narinç *et al.*, 2016). Esse baixo peso ao nascimento se dá pela má absorção dos nutrientes da gema durante o processo de incubação reduzido. Molenaar *et al.* (2010, 2011) observou que pintinhos incubados em temperatura considerada alta (38,9 °C) em relação a temperatura controle (37,8 °C) tinham tamanho e peso corporal sem gema menor, maior quantidade de gema remanescente, com aproveitamento de proteína reduzido. Foi observado uma menor quantidade de glicogênio hepático disponível para o processo de eclosão, o que pode levar ao consumo de aminoácidos glicogênicos para este fim, reduzindo a quantidade de aminoácidos disponíveis para composição muscular e desenvolvimento corporal.

Os efeitos das temperaturas altas e baixas desde o início da incubação provocam reações em cadeia no processo de desenvolvimento embrionário gerando dificuldades no aproveitamento energético, desenvolvimento embrionário, sobrevivência e qualidade do animal. Como observado por Ipek *et al.* (2014), em diferentes faixas de temperaturas na incubação de ovos de galinhas (33,3 a 36,7, 37,8 a 38,2 e 38,9 a 40 °C), onde as temperaturas baixas e as altas provocaram piores resultados nos parâmetros de incubação, aumentaram a mortalidade embrionária, reduziu a eclodibilidade, o peso ao nascimento e a qualidade dos animais, refletindo em menos animais vendáveis, além do tempo de incubação que diminuiu nas temperaturas altas e aumentou nas temperaturas baixas. A faixa considerada controle para incubação de galinha (37,8 a 38,2 °C) gerou melhores resultados.

CONCLUSÃO

A incubação em temperaturas fora de uma faixa ideal provoca modulações no metabolismo e desenvolvimento embrionário culminando em redução na eclosão, peso e qualidade das codornas europeias. A temperatura de 37,9 °C maximizou a eclodibilidade, enquanto a temperatura de 38,6 °C maximizou o peso das codornas ao nascimento. Temperaturas entre 37,9 e 38,6 °C podem ser usadas na incubação de ovos de codornas europeias, potencializando a qualidade morfológica, peso da codorna ao nascimento e eclodibilidades de 70,9%.

REFERÊNCIAS

- ABUOGHABA, A. A.; ALI, F.; ISMAIL, I. I.; SALEH, M. Impact of acute short-term high thermal stress during early embryogenesis on hatchability, physiological body reaction, and ovarian follicles development of quails. **Poultry Science**. V. 100, n. 02, p. 1213-1220, 2021.
- AINSWORTH, S. J.; STANLEY, R. S.; EVANS, D. J. R. Developmental stages of the Japanese quail. **Journal of Anatomy**, v. 216, p. 3–15, 2010.
- ALO, E. T.; DARAMOLA, J. O.; WHETO, M.; OKE, O. E. Impact of broiler breeder hens' age and egg storage on egg quality, embryonic development, and hatching traits of FUNAAB-alpha chickens. **Poultry Science**. V. 102, n. 2, 2023.
- BEN-EZRA, N.; BURNES, G. Constant and Cycling Incubation Temperatures Have Long-Term Effects on the Morphology and Metabolic Rate of Japanese Quail. **Physiological and Biochemical Zoology**. V. 90, n. 1, p. 96–105, 2017.
- BOLELI, I.C.; MORITA, V. S.; MATOS JR, J. B.; THIMOTHEO, M.; ALMEIDA, V. R. Poultry Egg Incubation: Integrating and Optimizing Production Efficiency. **Brazilian Journal of Poultry Science**. V. 18, n. 02, p. 1-16, 2016.
- CARVALHO, A. V.; HENNEQUET-ANTIER, C.; CROCHET, S.; BORDEAU, T.; COUROUSSÉ, N.; CAILLEAU-AUDOUIN, E.; CHARTRIN, P.; DARRAS, V. M.; ZERJAL, T.; COUSTHAM, V. Embryonic thermal manipulation has short and long-term effects on the development and the physiology of the Japanese quail. **PLOS ONE**. V. 15, n. 1, 23 jan. 2020.
- DURANT, S. E.; HOPKINS, W. A.; HEPP, G. R. Embryonic Developmental Patterns and Energy Expenditure Are Affected by Incubation Temperature in Wood Ducks (*Aix sponsa*). **Physiological and Biochemical Zoology**. V. 85, n. 5, p. 451-457, 2011.
- EL-SHATER, S. N.; RIZK, H.; ABDELRAHMAN, H. A.; AWAD, M. A.; KHALIFA, E. F.; KHALIL, K. M. Embryonic thermal manipulation of Japanese quail: effects on embryonic development, hatchability, and post-hatch performance. **Tropical Animal Health and Production**. V. 53, n. 263, 16 abr. 2021.
- FRENCH, N. A. Modeling incubation temperature: the effects of incubator design, embryonic development, and egg size. **Poultry Science**. P. 124-133, 1997.
- IPEK, A.; SAHAN, U.; BAYCAN, S.C.; SOZCU, A. The effects of different eggshell temperatures on embryonic development, hatchability, chick quality, and first-week broiler performance. **Poultry Science**. V. 93, n. 02, 1 fev. 2014.

KARAKELLE, H.; ÖZÇALIŞAN, G.; ŞAHİN, F.; NARINÇ, D. The effects of exposure to cold during incubation on developmental stability, fear, growth, and carcass traits in Japanese quails. **International Journal of Biometeorology**. V. 67, p. 1303–1310, 25 maio 2023.

MOLENAAR, R.; MEIJERHOF, R.; VAN DEN ANKER, I.; HEETKAMP, M. J. W.; VAN DEN BORNE, J. J. G. C.; KEMP, B.; VAN DEN BRAND, H. Effect of eggshell temperature and oxygen concentration on survival rate and nutrient utilization in chicken embryos. **Poultry Science**, v. 89, n. 09, p. 2010-2021, 2010.

MOLENAAR, R.; VAN DEN ANKER, I.; MEIJERHOF, R.; KEMP, B.; VAN DEN BRAND, H. Effect of eggshell temperature and oxygen concentration during incubation on the developmental and physiological status of broiler hatchlings in the perinatal period. **Poultry Science**. V. 90, n. 6, p. 1257-1266, 2011.

NARINÇ, D.; ERDOĞAN, S.; TAHTABIÇEN, E.; AKSOY, T. Effects of thermal manipulations during embryogenesis of broiler chickens on developmental stability, hatchability and chick quality. **Animal**. V. 10, n. 8, p. 1328–1335, 2016.

NASCIMENTO, J. G.; ZICA, A. R.; PRADO, A. W. S.; PASSOS, P. I. B. Criação de codornas para corte. **Coleção Emater-DF**, Brasília, DF, n. 29, p. 0-56, 2021.

NOIVA, R. M.; MENEZES, A. C.; PELETEIRO, M. C. Influence of temperature and humidity manipulation on chicken embryonic development. **BMC Veterinary Research**, v. 10, n. 234, p. 1-10, 2014.

NORD, A.; NILSSON, J. Low incubation temperature slows the development of cold tolerance in a precocial bird. **Journal of Experimental Biology**. V. 224, n. 1, 2021.

PORTO, M. L.; TEÓFILO, T. S.; CAVALCANTI, D. M. L. P.; FREITAS, C. I. A.; OLIVEIRA, M. F.; FONTENELE-NETO, J. D. Incubation variables, performance, and morphometry of the duodenal mucosa of Japanese quails (*Coturnix coturnix japonica*) submitted to different incubation temperatures and thermally challenged after hatching. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**. V. 73, n. 02, p. 495-507, 2021.

PRATES, J. V. S.; PEREIRA, D. D.; BRAGA, Y. C.; GOMES, G. S. A.; JESUS, R. M. G.; GOMES, R. M.; SILVA, F. G.; SA-FORTES, C. M. L.; FERREIRA, F. Vinagre de maçã como fonte de ácido orgânico para codornas de corte. *In*: LERMEN, A. M.; BRITO, H. C (org.), **Ciências agrárias e meio ambiente: pesquisas, desafios e inovações tecnológicas**: Editora Amplla, 2023. V. 2, cap. 11, p. 157-168.

ROMAO, J.M.; MORAES, T.G.V.; TEIXEIRA, R.S.C.; BUXADE, C.C.; CARDOSO, W.M. incubation of japanese quail eggs at different temperatures: hatchability, hatch weight, hatch time and embryonic mortality. **Archives of Veterinary Science**. V. 14, n. 03, p. 155-162, 2009.

SARCINELLI, M. F. **Efeitos da temperatura de incubação e da idade da matriz no desenvolvimento in ovo, qualidade, desempenho e produção de ovos da progênie de codornas japonesas**. 2012. Dissertação (Mestre em Zootecnia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Jaboticabal, 2012.

SAS: Institute Inc. *In*: **SAS® OnDemand for Academics: User's Guide**. Cary, NC, 2014.

SGAVIOLI, S.; MATOS JÚNIOR, J.B.; BORGES, L.L.; PRAES, M.F.F.M.; MORITA, V.S.; ZANIRATO, R.G.; GARCIA, G.L.; BOLELI, I.C. Effects of Ascorbic Acid Injection in Incubated Eggs Submitted to Heat Stress on Incubation Parameters and Chick Quality. **Brazilian Journal of Poultry Science**. V. 17, n. 02, p. 181-190, 2015.

TONA, K.; BAMELIS, F.; DE KETELAERE, B; BRUGGEMAN, V.; MORAES, V. M.; BUYSE, J.; ONAGBESAN, O.; DECUYPERE, E. Effects of egg storage time on spread of hatch, chick quality, and chick juvenile growth. **Poultry Science**. V. 82, n. 05, p. 736-741, 2003.

WADA, H.; KRIENGWATANA, B.; ALLEN, N.; SCHMIDT, K. L.; SOMA, K. K.; MACDOUGALLSHACKLETON, S. A. Transient and permanent effects of suboptimal incubation temperatures on growth, metabolic rate, immune function and adrenocortical responses in zebra finches. **Journal of Experimental Biology**. V. 218, n. 18, p. 2847–2855, 2015.

2.3 Artigo 3 - Desempenho de codornas europeias submetidas a diferentes temperaturas de incubação.

Elaborado conforme normas da revista DESAFIOS - Revista Interdisciplinar da Universidade Federal do Tocantins. ISSN: 2359-3652.

DESEMPENHO DE CODORNAS EUROPEIAS SUBMETIDAS A DIFERENTES TEMPERATURAS DE INCUBAÇÃO

PERFORMANCE OF EUROPEAN QUAILS SUBMITTED TO DIFFERENT INCUBATION TEMPERATURES

DESEMPEÑO DE CODORNICES EUROPEAS SOMETIDAS A DIFERENTES TEMPERATURAS DE INCUBACIÓN

RESUMO

A temperatura é um dos fatores envolvidos na incubação artificial de ovos que pode influenciar o processo de desenvolvimento embrionário, sobrevivência e produção eficiente das aves de interesse comercial. Com objetivo encontrar a temperatura de incubação que maximiza o desempenho de codornas de corte, foram utilizadas 486 codornas recém-nascidas, provenientes da incubação de ovos a temperaturas de 37; 37,5; 38; 38,5 e $39 \pm 0,2$ °C de dois grupos genéticos de codornas europeias. Os animais foram criados em baterias de criação com água e comida à vontade, sendo avaliados peso corporal, ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar no 35º dia de experimento. Não houve interação entre as temperaturas de incubação e os grupos genéticos. As temperaturas demonstraram efeitos lineares significativos para todas as variáveis na fase total de crescimento (35 dias) exceto conversão alimentar. Resultados inferiores foram observados na temperatura mais baixa, e aumentaram conforme o aumento das temperaturas. A temperatura de 38,3 °C pode ser usada na incubação de ovos de codornas europeias com resultados satisfatórios para desempenho.

Palavras-chave: *Coturnix Coturnix Coturnix*, ganho de peso, incubação de ovos, performance.

ABSTRACT

Temperature is one of the factors involved in the artificial incubation of eggs that can influence the process of embryonic development, survival and efficient production of birds of commercial interest. With the aim of finding the incubation temperature that maximizes the performance of meat quails, 486 newly hatched quails were used, from eggs incubating at temperatures of 37; 37.5; 38; 38.5 and 39 ± 0.2 °C from two genetic groups of European quails. The animals were raised in breeding batteries with water and food ad libitum, and body weight, weight gain, feed intake and feed conversion were evaluated on the 35th day of experiment. There was no interaction between incubation temperatures and genetic groups. Temperatures demonstrated significant linear effects for all variables in the total growth phase (35 days) except feed conversion. Inferior results were observed at the lowest temperature, and

increased with increasing temperatures. The temperature of 38,3 °C can be used to incubate European quail eggs with satisfactory results for performance.

Keywords: *Coturnix Coturnix Coturnix, weight gain, egg incubation, performance.*

RESUMEN

La temperatura es uno de los factores implicados en la incubación artificial de huevos que puede influir en el proceso de desarrollo embrionario, supervivencia y producción eficiente de aves de interés comercial. Con el objetivo de encontrar la temperatura de incubación que maximice el rendimiento de las codornices para carne, se utilizaron 486 codornices recién nacidas, de huevos que se incubaron a temperaturas de 37; 37,5; 38; 38,5 y 39 ± 0,2 °C de dos grupos genéticos de codornices europeas. Los animales fueron criados en baterías de cría con agua y alimento ad libitum, y se evaluaron el peso corporal, la ganancia de peso, el consumo de alimento y la conversión alimenticia a los 35 días de experimentación. No hubo interacción entre las temperaturas de incubación y los grupos genéticos. Las temperaturas demostraron efectos lineales significativos para todas las variables en la fase de crecimiento total (35 días). Se observaron resultados más bajos a la temperatura más baja y aumentaron a medida que aumentaban las temperaturas. La temperatura de 38,3 °C se puede utilizar para incubar huevos de codorniz europea con resultados satisfactorios en lo desempeño.

Descriptores: *Coturnix Coturnix Coturnix, ganancia de peso, incubación de huevos, desempeño.*

INTRODUÇÃO

A incubação artificial de ovos férteis é uma etapa imprescindível ao sucesso da avicultura industrial, responsável pela produção de pintos de um dia para abastecer as granjas produtoras de ovos e carne de diferentes espécies avícolas. A temperatura é um dos fatores físicos envolvidos no processo de incubação e que desempenha influência direta no desenvolvimento embrionário, sendo assim importante determinar uma temperatura ideal de incubação, que maximize a eclodibilidade e qualidade dos pintinhos (Ozaydın; Celik, 2014), refletindo no bom desempenho e produção dos animais.

Desvios na temperatura ideal durante a incubação pode influenciar nas características de desempenho durante a fase de crescimento das aves. Bertin *et al.* (2018) quando testaram temperatura de 27,2 °C por 1 hora, duas vezes ao dia, do dia 12 a 19 na incubação de ovos de galinhas, observaram que os animais apresentaram peso corporal inferior aos 10, 16 e 25 dias de vida, quando comparados aos incubados em temperatura de 37,8 °C. Enquanto Porto *et al.* (2021) estudando o uso de três temperaturas (37,8; 38,5 e 39,5 °C) na incubação de ovos de codornas japonesas do 6º dia de incubação à eclosão encontraram que a temperatura mais alta estimulou um aumento no peso corporal dos animais aos 10, 20, 30 e 40 dias de vida.

A codorna europeia é uma subespécie que merece atenção por sua maior produção de carne e rendimento de carcaça quando comparada a codorna japonesa, especializada para produção de ovos. Para a incubação de ovos de codornas europeias é comumente utilizado temperaturas de 37,8 °C já estudadas e definidas para codornas japonesas. O objetivo com este trabalho foi testar a influência de diferentes temperaturas de incubação sobre o desempenho de codornas europeias analisado aos 35 dias. Já que para essa subespécie não há trabalhos disponíveis na literatura que trate desse assunto.

METODOLOGIA

O experimento foi realizado no Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Gerais, Campus Montes Claros – MG, sendo submetido e aprovado na Comissão de Ética no Uso de Animais da UFMG (CEUA/UFMG) sob o protocolo 133/2023. Foram utilizadas 486 aves recém-nascidas provenientes de 1000 ovos de codornas europeias, de dois grupos genéticos denominados ICA I e ICA II, distribuídos e incubados a temperaturas de 37,0; 37,5; 38,0; 38,5 e 39,0 ± 0,2 °C (Tabela 1).

Tabela 1- Animais utilizados por grupo genético em cada temperatura.

Grupos Genéticos	Temperaturas de incubação (°C)					Total
	37,0	37,5	38,0	38,5	39,0	
ICA I	57	50	58	52	44	261
ICA II	38	38	58	53	38	225
Total	95	88	116	105	82	486

Fonte: do autor, 2024.

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente ao acaso, em esquema fatorial 5x2 (cinco temperaturas de incubação X dois grupos genéticos), sendo 10 tratamentos e 4 repetições por tratamento. Os animais foram criados em baterias metálicas com dimensões de 82 cm de largura x 41 cm de profundidade x 27 cm de altura por gaiola, sendo cada gaiola uma unidade experimental, todas equipadas com comedouro tipo calha, bebedouro tipo copo pressão e lâmpadas para aquecimento. Conforme o nascimento, que se iniciou às 376 horas de incubação, cada codorna foi anilhada, pesada e distribuída entre as repetições até o fim do nascimento, às 526 horas, não excedendo a quantidade de 15 animais por repetição (Vidal *et al.*, 2015). Os ovos não eclodidos foram abertos para determinar a fertilidade dos mesmos.

Foram fornecidas água e comida *ad libitum*. A dieta (Tabela 2) foi a base de milho e farelo de soja com 26,86% de proteína bruta e 2.900kcal de EM/kg, sendo formuladas com base na composição dos alimentos apresentados por Rostagno *et al.* (2017). As exigências nutricionais para lisina foram de acordo com Ferreira (2015) e metionina+cistina segundo Vidal *et al.* (2015), para as demais exigências foram utilizadas as informações contidas no NRC (1994). O programa de luz adotado foi de 24 horas. As lâmpadas de aquecimento foram reguladas para fornecimento de um ambiente de 33 a 35 °C na

primeira semana de vida, reduzindo 3 °C a cada semana até 21 °C na 5ª semana de vida (Muniz *et al.*, 2018). Ar-condicionado foram usados no fim do período de criação para auxiliar na temperatura ambiente ideal.

A eclodibilidade dos ovos foi calculada considerando o número de ovos férteis não eclodidos e o número de animais nascidos ao fim do processo de incubação, e a sobrevivência foi calculada levando em conta o número de animais nascidos e o número de animais mortos até os 35 dias de experimento. Para avaliação do desempenho dos animais, as variáveis de ganho de peso, peso corporal, consumo de ração, em gramas, e conversão alimentar, de cada unidade experimental foram analisadas. O peso corporal foi avaliado por meio de pesagem das aves no 35º dia do experimento com o auxílio de balança digital e o ganho de peso pela diferença entre o peso ao nascimento e ao final do experimento. Para o controle do consumo, as rações foram pesadas e fornecidas aos animais sempre que necessário, ao final do experimento a sobra de ração dos comedouros foram pesadas e por diferença obtido o consumo de ração. A conversão alimentar foi calculada por meio do consumo de ração dividido pelo ganho de peso.

Os dados de eclodibilidade e sobrevivência foram avaliados em função da temperatura de incubação utilizando regressões logísticas através do procedimento LOGISTIC do SAS (2014), estabelecendo 1 como a probabilidade de um evento acontecer e 0 para não ocorrência do evento, tendo os resultados da análise transformado por meio da equação logística $P(x) = \frac{\exp(\beta_0 + \beta_1 X_1 + \dots + \beta_n X_n)}{1 + \exp(\beta_0 + \beta_1 X_1 + \dots + \beta_n X_n)}$ para obtenção da curva de regressão.

As respostas dos parâmetros de desempenho em função da temperatura de incubação foram determinadas por meio de análise de regressão em seus componentes lineares e quadráticos pelo PROC REG (SAS, 2014) após serem testados quanto a presença de *Outliers* pelo PROC ROBUSTREG (SAS, 2014) e normalidade dos resíduos pelo teste de Kolmogorov-Smirnov a 5% de significância. O modelo estatístico foi composto pelas temperaturas de incubação, grupos genéticos e a interação entre eles. As variáveis de desempenho, quando significativas, foram corrigidas pelo produto da porcentagem de eclodibilidade e de sobrevivência dos animais aos 35 dias.

Tabela 2 - Composição da dieta fornecida aos animais.

Ingredientes	%
Milho	44,103
Farelo de Soja	49,200
Óleo de Soja	2,459
Calcário Calcítico	0,998
Fosfato Bicálcico	0,970
Premix ¹	0,500
Amido	0,600

Tabela 2 - Composição da dieta fornecida aos animais.

(Conclusão)

Ingredientes	%
Sal Comum	0,300
L-lisina	0,300
DL-metionina	0,450
L-treonina	0,120
Total	100,0
Proteína Bruta (%)	26,86
Energia metabolizável (kcal/kg)	2.900
Cálcio (%)	0,81
Fósforo disponível (%)	0,30
Sódio (%)	0,17
Aminoácidos totais	(%)
Lisina	1,75
Metionina + cistina	1,26
Treonina	1,14
Triptofano	0,36
Metionina	0,84
Valina	0,18

Fonte: do autor, 2024.

¹ Composição por quilo de produto: vit.A – 2.000.000UI; vit D3 – 375.000UI; vit.E – 3.750mg; vit.k3 – 500mg; vit.B1 - 250mg; vit. B2 - 750mg; vit. B6 – 500mg; vit B12- 3.750mcg; niacina- 6.250mg; ác. pantotênico2.500mg; biotina 10mg; ác. fólico-125mg; colina-75.000mg; selênio-45mg; iodo-175mg; ferro-12.525mg; cobre-2.500mg; manganês 19.500mg; zinco- 13.750mg; avilamicina-15.000mg; narasin-12.250mg; B.H.T.- 500mg; vit.C-12.500mg.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve diferença significativa da interação entre os grupos genéticos e as temperaturas de incubação para nenhuma das variáveis analisadas. Houve efeito linear significativo das temperaturas de incubação para todas as variáveis exceto conversão alimentar, onde não foi observado efeito significativo. Na Tabela 3 está descrito as estimativas das variáveis de desempenho em função da temperatura de incubação.

O desempenho dos animais aos 35 dias tivera comportamento semelhantes para peso corporal, ganho de peso e consumo de ração, onde a temperatura mais baixa apresentou resultados inferiores que aumentaram de acordo à temperatura. Foi possível observar que os ovos incubados a temperatura de

39,0 °C foram os primeiros a eclodirem. Conforme o uso de temperaturas mais baixas, o tempo de incubação aumentou, onde os últimos animais a nascerem foram os incubados a 37,0 °C, com uma janela de incubação de 6,25 dias.

Tabela 3 - Médias estimadas dos parâmetros de desempenho mensurado aos 35 dias.

Variáveis	Temperaturas de Incubação (°C)				
	37,0	37,5	38,0	38,5	39,0
Peso Corporal (g)	268,34	274,63	280,93	287,22	293,52
Consumo de Ração (g)	724,82	748,91	773,00	797,09	821,18
Ganho de Peso (g)	258,26	264,57	270,88	277,19	283,50
Conversão Alimentar	2,80	2,82	2,85	2,87	2,89
	Equações de regressão		P Valor		CV (%)
Peso Corporal (g)	Y= -197,43+12,59X		<0,0001		3,32
Consumo de Ração (g)	Y= -1057,88+48,18X		<0,0001		4,88
Ganho de Peso (g)	Y= -208,79+12,62X		<0,0001		3,41
Conversão Alimentar	Y= 1,11+0,05X		0,1333		4,65

Fonte: do autor, 2024.

P valor < 0,05 – efeito significativo.

P valor > 0,05 – efeito não significativo.

As temperaturas baixas na incubação levam a um desenvolvimento embrionário mais lento, aumentando o tempo de incubação, fazendo com que os nutrientes da gema sejam consumidos ainda no ovo enquanto o embrião se desenvolve, restando menos energia remanescente na eclosão proveniente da gema (Olson; Vleck; Vleck, 2006; Wada *et al.*, 2015). Isso pode ter influenciado negativamente a fase de crescimento, levando aos animais incubados na temperatura de 37,0 °C, com menos energia residual ao nascimento, a um desenvolvimento inicial mais lento, impactando na redução do consumo de ração, no peso corporal e ganho de peso, refletindo durante todo o período de crescimento.

Esse uso maior de energia durante o processo de incubação leva a inibição da capacidade do animal, que nasceu com menos reservas de energia, de crescer e se desenvolver, prejudicando processos fisiológicos como termorregulação e resposta imune (Durant, 2011). Ben-Ezra e Burness (2017) concluíram que uso o de 36,0 °C em relação a 37,5 °C, durante a incubação de codornas japonesas, levou a um aumento no tempo de incubação e redução do tamanho e peso corporal aos 55 dias de vida, demonstrando que os efeitos da temperatura na incubação podem perdurar pelas diferentes fases de crescimento dos animais.

De forma contrária, as temperaturas altas aceleram o desenvolvimento embrionário e retardam o tempo de incubação, reduzindo o tempo necessário para consumo dos nutrientes contidos na gema, assim os animais nascem com mais gema remanescente (Molenaar *et al.*, 2010, 2011). À medida que

foram usadas temperaturas de incubação mais altas, aumentou-se a quantidade de energia da gema residual disponível para consumo após o nascimento, que pode ter contribuído para a adaptação dos animais ao ambiente de criação e na busca por alimento nas primeiras horas de vida, impulsionando o desenvolvimento das codornas em conjunto às variáveis de desempenho, efeito que perdurou até os 35 dias. Como observados por Alkan *et al.* (2013), onde temperatura de 41,0 °C por 3 horas nos dias 6 a 8 de incubação levou a um aumento do peso mensurado às 5 semanas de vida de codornas japonesas.

Nord e Nilsson (2021), atestaram que temperaturas de 38,5 e 37,0 °C na incubação de ovos de codornas japonesas contribuíram para maiores pesos ao nascimento, de 8,59 e 8,15g respectivamente. Eles entenderam que, esse maior peso ao nascimento pode ter proporcionado uma melhora na produção de calor e isolamento térmico dos animais, levando a um maior consumo quando comparado aos animais incubados a 35,5 °C, nascidos com 7,46g, que demoraram em torno de 2 dias a mais para atingir peso e grau de homeotermia em relação aos animais dos demais tratamentos, causando um consumo reduzido de alimento. Aos 7 dias de idade foram observados pesos de 15,5g a 38,5 °C, de 14,3g a 37,0 °C e menor peso, de 11,3g a 35,5 °C, demonstrando um maior ganho de peso em codornas incubadas a temperaturas mais altas e baixo peso em temperatura mais baixa.

Foi observado efeito quadrático significativo das temperaturas de incubação para eclodibilidade e efeito linear para sobrevivência dos animais aos 35 dias (Tabela 4). A temperatura de 37,94 °C refletiu em uma eclodibilidade máxima de 70,91%, temperaturas abaixo ou acima desta demonstraram menores probabilidades de os ovos eclodirem, enquanto a probabilidade de sobrevivência aos 35 dias aumentou conforme o aumento da temperatura de incubação.

Tabela 4 - Probabilidades de eclosão dos ovos e sobrevivência dos animais aos 35 dias de experimento.

Variáveis (%)	Temperaturas de Incubação (°C)					P Valor
	37,0	37,5	38,0	38,5	39,0	
Eclodibilidade	63,53	69,38	70,88	68,34	61,26	0,0293**
Sobrevivência	81,08	84,42	87,26	89,64	91,63	0,0154*

Fonte: do autor, 2024.

* Efeito linear significativo.

** Efeito quadrático significativo.

Os resultados de desempenho em si não são suficientes para atestar e definir uma temperatura ideal de incubação para o melhor desempenho, pois a temperatura influenciou a taxa de eclodibilidade dos ovos e a sobrevivência dos animais nascidos. Por mais que a temperatura de 39,0 °C refletiu em animais com maior ganho de peso corporal, é uma temperatura que favoreceu uma menor eclodibilidade dos ovos mesmo com maior sobrevivência dos animais, enquanto os ovos incubados a 37,0 °C tivera baixa eclodibilidade, com probabilidade de sobrevivência e desempenho reduzidos. Quando as variáveis de desempenho são corrigidas para a probabilidade de eclosão e sobrevivência, os resultados se

modificam, demonstrando um comportamento quadrático na distribuição dos resultados, como descrito na Tabela 5.

Tabela 5 – Média estimada das variáveis de desempenho corrigidas para eclodibilidade dos ovos e sobrevivência dos animais.

Temperaturas de Incubação (°C)						
Variáveis (g)	37,0	37,5	38,0	38,5	39,0	Ponto Máximo (g)
Peso Corporal	137,49	161,20	173,85	175,44	165,97	176,15
Consumo de Ração	370,91	439,78	478,38	486,70	464,74	487,47
Ganho de Peso	132,30	155,30	167,63	169,31	160,32	169,94
Equações de regressão						
Peso Corporal	$Y = -32312,71 + 1695,58X - 22,12X^2$					
Consumo de Ração	$Y = -88739,41 + 4648,75X - 60,55X^2$					
Ganho de Peso	$Y = -31150,71 + 1634,32X - 21,32X^2$					

Fonte: do autor, 2024.

A temperatura de 38,3 °C maximizou o peso corporal e ganho de peso dos animais, já o maior consumo de ração foi observado na temperatura de 38,4 °C. De maneira semelhante, efeitos de temperaturas mais altas e baixas no desempenho de codornas também foi encontrado por Souza (2021), que testando temperaturas de 36,0, 37,5 e 39,0 °C na incubação de ovos de codornas japonesas identificou que, as temperaturas altas e baixas causaram redução na eclosão e eclodibilidade dos ovos e maior mortalidade embrionária. A temperatura de 36 °C aumentou o tempo de incubação e reduziu o peso corporal dos animais aos 60 dias de vida, de forma contrária, a temperatura de 39 °C reduziu o tempo de incubação e potencializou o peso aos 60 dias.

CONCLUSÃO

Diferentes temperaturas de incubação influenciaram a eclodibilidade e o desempenho das aves testado aos 35 dias. A temperatura de 38,3 °C pode ser utilizada durante o processo de incubação de ovos de codornas europeias, melhorando o desempenho, gerando animais com maior ganho de peso corporal.

REFERÊNCIAS

ALKAN, S.; KARSLI, T.; KARABAG, K.; GALIC, A.; BALCIOGLU, M. S. The effects of thermal manipulation during early and late embryogenesis on hatchability, hatching weight and body weight in Japanese quails (*Coturnix coturnix japonica*). *Archiv Tierzucht*. V. 56, p. 789-796, 2013.

BEN-EZRA, N.; BURNESSE, G. Constant and Cycling Incubation Temperatures Have Long-Term Effects on the Morphology and Metabolic Rate of Japanese Quail. **Physiological and Biochemical Zoology**. V. 90, n. 1, p. 96–105, 2017.

BERTIN, A.; CALANDREAU, L.; MEURISSE, M.; GEORGELIN, M.; PALME, R.; LUMINEAU, S.; HOUELIER, C.; DARMAILLACQ, A. S.; DICKEL, L.; COLSON, V.; CORNILLEAU, F.; RAT, C.; DELAVEAU, J.; ARNOULD, C. Incubation temperature affects the expression of young precocial birds' fear-related behaviours and neuroendocrine correlates. **Scientific Reports**. V. 8, n. 1857, p. 1-10, 2018.

DURANT, S. E.; HOPKINS, W. A.; HEPP, G. R. Embryonic Developmental Patterns and Energy Expenditure Are Affected by Incubation Temperature in Wood Ducks (*Aix sponsa*). **Physiological and Biochemical Zoology**. V. 85, n. 5, p. 451-457, 2011.

FERREIRA, F. **Digestibilidade e exigência nutricional de lisina sob o conceito de proteína ideal em dois grupos genéticos de codornas de corte**. 2015. 98 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2015.

MOLENAAR, R.; MEIJERHOF, R.; VAN DEN ANKER, I.; HEETKAMP, M. J. W.; VAN DEN BORNE, J. J. G. C.; KEMP, B.; VAN DEN BRAND, H. Effect of eggshell temperature and oxygen concentration on survival rate and nutrient utilization in chicken embryos. **Poultry Science**, v. 89, n. 09, p. 2010-2021, 2010.

MOLENAAR, R.; VAN DEN ANKER, I.; MEIJERHOF, R.; KEMP, B.; VAN DEN BRAND, H. Effect of eggshell temperature and oxygen concentration during incubation on the developmental and physiological status of broiler hatchlings in the perinatal period. **Poultry Science**. V. 90, n. 6, p. 1257-1266, 2011.

MUNIZ, J. C. L.; SILVA, A. D.; TIZZIANI, T.; ALBINO, L. F. T.; BARRETO, S. L. T. **Criação de codornas para produção de ovos e carne**. 2. ed. atual. Viçosa: Aprenda Fácil Editora, 2018. 277 p.

NORD, A.; NILSSON, J. Low incubation temperature slows the development of cold tolerance in a precocial bird. **Journal of Experimental Biology**. V. 224, n. 1, 2021.

NRC - NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient Requirements of Poultry**: 1994. 9. ed. Washington: National Academies Press, 1994. 157p.

OLSON, C. R.; VLECK, C. M.; VLECK, D. Periodic Cooling of Bird Eggs Reduces Embryonic Growth Efficiency. **Physiological and Biochemical Zoology**. V. 79, n. 5, 2006.

OZAYDIN, T.; CELIK, I. Effects of High Incubation Temperature on the Body Weight and Yolk Consumption of Two Commercial Broiler Strain. **Acta Scientiae Veterinariae**. V. 42, n. 1, p. 1-5, 2014.

PORTO, M. L.; TEÓFILO, T. S.; CAVALCANTI, D. M. L. P.; FREITAS, C. I. A.; OLIVEIRA, M. F.; FONTENELE-NETO, J. D. Incubation variables, performance, and morphometry of the duodenal mucosa of Japanese quails (*Coturnix coturnix japonica*) submitted to different incubation temperatures and thermally challenged after hatching. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**. V. 73, n. 02, p. 495-507, 2021.

ROSTAGNO, H. S. *et al.* **Tabelas Brasileiras para Aves e Suíno: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 4. ed. Viçosa: Departamento de Zootecnia, 2017. p. 145–202.

SAS: Institute Inc. In: **SAS® OnDemand for Academics: User's Guide**. Cary, NC, 2014.

SOUZA, A. V. **Características de codornas japonesas provenientes de ovos incubados em diferentes temperaturas**. 2021. 61 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras-MG, 2021.

VIDAL, T. Z. B.; FONTES, D. O.; FERREIRA, F.; GODINHO, R. M.; SILVA, M. A.; CORRÊA, G. S. S. Teor de metionina + cistina para codornas de corte do nascimento aos 21 dias de idade. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte. V. 67, n. 1, p. 242- 248, 2015.

WADA, H.; KRIENGWATANA, B.; ALLEN, N.; SCHMIDT, K. L.; SOMA, K. K.; MACDOUGALL-SHACKLETON, S. A. Transient and permanent effects of suboptimal incubation temperatures on growth, metabolic rate, immune function and adrenocortical responses in zebra finches. **Journal of Experimental Biology**, v. 218, n. 18, p. 2847–2855, 2015.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao submeter ovos incubáveis de codornas europeias a diferentes temperaturas durante todo o período de incubação foi possível observar e constatar que as temperaturas tiveram efeito direto no desenvolvimento embrionário, rendimento de incubação e nas características de desempenho de codornas europeias.

As temperaturas de 37,9 a 38,6 °C refletiram melhores resultados quanto a eclodibilidade, peso corporal ao nascimento e qualidade morfológica das codornas. Enquanto que, as temperaturas estudadas abaixo ou acima destas demonstraram resultados inferiores, prejudicando o rendimento de incubação. Se tratando do desempenho dos animais, a temperatura de 38,3 °C gerou resultados mais equilibrados e eficientes, com maior ganho e peso corporal. Sendo a temperatura média de 38,3 °C ótima para a incubação de ovos de codornas europeias, contemplando resultados satisfatórios para rendimento de incubação e desempenho.

Vale destacar que para experimentos futuros seria importante estudar outros fatores físicos relacionados a incubação de ovos, que também contribuem para um bom rendimento de incubação e que ainda não foram executados para a codorna europeia, como umidade relativa do ar e frequência de viragem dos ovos e a condução de testes quanto a aplicação de manipulação térmica em momentos específicos durante a incubação, buscando entender processos relacionados a aquisição de termotolerância dos animais a ambientes de criação desafiadores.

4. REFERÊNCIAS

ABUOGHABA, A. A.; ALI, F.; ISMAIL, I. I.; SALEH, M. Impact of acute short-term high thermal stress during early embryogenesis on hatchability, physiological body reaction, and ovarian follicles development of quails. **Poultry Science**, v. 100, n. 02, p. 1213-1220, 2021.

ALKAN, S.; KARSLI, T.; KARABAG, K.; GALIC, A.; BALCIOGLU, M. S. The effects of thermal manipulation during early and late embryogenesis on hatchability, hatching weight and body weight in Japanese quails (*Coturnix coturnix japonica*). **Archiv Tierzucht**, v. 56, p. 789-796, 2013.

CARVALHO, A. V.; HENNEQUET-ANTIER, C.; CROCHET, S.; BORDEAU, T.; COUROUSSÉ, N.; CAILLEAU-AUDOUIN, E.; CHARTRIN, P.; DARRAS, V. M.; ZERJAL, T.; COUSTHAM, V. Embryonic thermal manipulation has short and long-term effects on the development and the physiology of the Japanese quail. **PLOS ONE**, v. 15, n. 1, 23 jan. 2020.

FARGHLY, M.; MAHROSE, K.; ABOUGABAL, M.; TABOOSHA, M.; ALI, R. Early heat acclimation during incubation improves Japanese quail performance under summer conditions. **Veterinary Research Communications**, v. 46, n. 1, p. 93–100, 2021.

LI, X.; MCLEAN, N.; MACISAAC, J.; MARTYNENKO, A.; RATHGEBER, B. Effect of photoperiod during incubation on embryonic temperature, hatch traits, and performance of 2 commercial broiler strains. **Poultry Science**, v. 102, n. 06, p. 1-12, 2023.

MUNIZ, J. C. L.; SILVA, A. D.; TIZZIANI, T.; ALBINO, L. F. T.; BARRETO, S. L. T. **Criação de codornas para produção de ovos e carne**. 2. ed. atual. Viçosa: Aprenda Fácil Editora, 2018. 277 p.

NOIVA, R. M.; MENEZES, A. C.; PELETEIRO, M. C. Influence of temperature and humidity manipulation on chicken embryonic development. **BMC Veterinary Research**, v. 10, n. 234, p. 1-10, 2014.

PEDROSO, A. A.; CAFÉ, M. B.; LEANDRO, N. S. M.; STRINGHINI, J. H.; CHAVES, L. S. Desenvolvimento embrionário e eclodibilidade de ovos de codornas armazenados por diferentes períodos e incubados em umidades e temperaturas distintas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 06, p. 2344-2349, 2006.

PORTO, M. L.; FONTENELE-NETO, J. D. Efeito da manipulação térmica durante a incubação sobre as variáveis hematológicas, bioquímica sérica e morfometria da bolsa cloacal de codornas japonesas submetidas ao estresse crônico por calor. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 72, n. 2, p. 505-516, 2020.

PORTO, M. L.; TEÓFILO, T. S.; CAVALCANTI, D. M. L. P.; FREITAS, C. I. A.; OLIVEIRA, M. F.; FONTENELE-NETO, J. D. Incubation variables, performance, and morphometry of the duodenal mucosa of Japanese quails (*Coturnix coturnix japonica*) submitted to different incubation temperatures and thermally challenged after hatching. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 73, n. 02, p. 495-507, 2021.

ROMAO, J.M.; MORAES, T.G.V.; TEIXEIRA, R.S.C.; BUXADE, C.C.; CARDOSO, W.M. incubation of japanese quail eggs at different temperatures: hatchability, hatch weight, hatch time and embryonic mortality. **Archives of Veterinary Science**, v. 14, n. 03, p. 155-162, 2009.

SARCINELLI, M. F. **Efeitos da temperatura de incubação e da idade da matriz no desenvolvimento in ovo, qualidade, desempenho e produção de ovos da progênie de codornas japonesas**. 2012. Dissertação (Mestre em Zootecnia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Jaboticabal, 2012.

SOUZA, A. V. **Características de codornas japonesas provenientes de ovos incubados em diferentes temperaturas**. 2021. 61 p. Dissertação (Meste em Zootecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2021.

ANEXOS



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

CEUA
COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS**CERTIFICADO**

Certificamos que o projeto intitulado "Temperatura ideal de incubação de ovos de Codornas Europeias", protocolo do CEUA: 133/2023 sob a responsabilidade de Felipe Gomes da Silva que envolve a produção, manutenção e/ou utilização de animais pertencentes ao filo Chordata, subfilo Vertebrata (exceto o homem) para fins de pesquisa científica (ou ensino) - encontra-se de acordo com os preceitos da Lei nº 11.794, de 8 de outubro de 2008, do Decreto nº 6.899 de 15 de julho de 2009, e com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle da Experimentação Animal (CONCEA), e foi aprovado pela COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS (CEUA) DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS, em reunião de 12/06/2023.

Vigência da Autorização	12/06/2023 a 11/06/2028
Finalidade	Pesquisa
*Espécie/linhagem	Ave / grupo genético ICA1
Nº de animais	60
Peso/Idade	10g / 1(dias)
Sexo	indiferente
Origem	laboratório de aves
*Espécie/linhagem	Ave / grupo genético ICA1
Nº de animais	60
Peso/Idade	10g / 1(dias)
Sexo	indiferente
Origem	laboratório de aves
*Espécie/linhagem	Ave / grupo genético ICA1
Nº de animais	60
Peso/Idade	10g / 1(dias)
Sexo	indiferente
Origem	laboratório de aves
*Espécie/linhagem	Ave / grupo genético ICA1
Nº de animais	60
Peso/Idade	10g / 1(dias)
Sexo	indiferente
Origem	laboratório de aves
*Espécie/linhagem	Ave / grupo genético ICA2
Nº de animais	60
Peso/Idade	10g / 1(dias)

Sexo	indiferente
Origem	laboratório de aves
*Espécie/linhagem	Ave / grupo genético ICA2
Nº de animais	60
Peso/Idade	10g / 1(dias)
Sexo	indiferente
Origem	laboratório de aves
*Espécie/linhagem	Ave / grupo genético ICA2
Nº de animais	60
Peso/Idade	10g / 1(dias)
Sexo	indiferente
Origem	laboratório de aves
*Espécie/linhagem	Ave / grupo genético ICA2
Nº de animais	60
Peso/Idade	10g / 1(dias)
Sexo	indiferente
Origem	laboratório de aves
*Espécie/linhagem	Ave / grupo genético ICA2
Nº de animais	60
Peso/Idade	10g / 1(dias)
Sexo	indiferente
Origem	laboratório de aves
*Espécie/linhagem	Ovo Embrionado - Aves / grupo genético ICA1
Nº de animais	100
Peso/Idade	10g / 0(dias)
Sexo	indiferente
Origem	setor de coturnicultura
*Espécie/linhagem	Ovo Embrionado - Aves / grupo genético ICA1
Nº de animais	100
Peso/Idade	10g / 0(dias)
Sexo	indiferente
Origem	setor de coturnicultura
*Espécie/linhagem	Ovo Embrionado - Aves / grupo genético ICA1
Nº de animais	100
Peso/Idade	10g / 0(dias)
Sexo	indiferente
Origem	setor de coturnicultura
*Espécie/linhagem	Ovo Embrionado - Aves / grupo genético ICA1
Nº de animais	100
Peso/Idade	10g / 0(dias)
Sexo	indiferente
Origem	setor de coturnicultura
*Espécie/linhagem	Ovo Embrionado - Aves / grupo genético ICA1
Nº de animais	100
Peso/Idade	10g / 0(dias)
Sexo	indiferente
Origem	setor de coturnicultura

*Espécie/linhagem	Ovo Embrionado - Aves / grupo genético ICA2
Nº de animais	100
Peso/Idade	10g / 0(dias)
Sexo	indiferente
Origem	setor de coturnicultura
*Espécie/linhagem	Ovo Embrionado - Aves / grupo genético ICA2
Nº de animais	100
Peso/Idade	10g / 0(dias)
Sexo	indiferente
Origem	setor de coturnicultura
*Espécie/linhagem	Ovo Embrionado - Aves / grupo genético ICA2
Nº de animais	100
Peso/Idade	10g / 0(dias)
Sexo	indiferente
Origem	setor de coturnicultura
*Espécie/linhagem	Ovo Embrionado - Aves / grupo genético ICA2
Nº de animais	100
Peso/Idade	10g / 0(dias)
Sexo	indiferente
Origem	setor de coturnicultura
*Espécie/linhagem	Ovo Embrionado - Aves / grupo genético ICA2
Nº de animais	100
Peso/Idade	10g / 0(dias)
Sexo	indiferente
Origem	setor de coturnicultura
*Espécie/linhagem	Ave / grupo genético ICA1
Nº de animais	96
Peso/Idade	260g / 200(dias)
Sexo	feminino
Origem	setor de coturnicultura
*Espécie/linhagem	Ave / grupo genético ICA1
Nº de animais	96
Peso/Idade	260g / 200(dias)
Sexo	feminino
Origem	setor de coturnicultura
*Espécie/linhagem	Ave / grupo genético ICA1
Nº de animais	48
Peso/Idade	260g / 200(dias)
Sexo	masculino
Origem	setor de coturnicultura
*Espécie/linhagem	Ave / grupo genético ICA2
Nº de animais	48
Peso/Idade	260g / 200(dias)
Sexo	masculino
Origem	setor de coturnicultura

Dados dos animais agrupados (uso do biotério)	
--	--

*Espécie/linhagem	Ave / grupo genético ICA1
Nº de animais	48
Idade	200(dias)
Sexo	masculino
Origem	setor de coturnicultura
*Espécie/linhagem	Ave / grupo genético ICA1
Nº de animais	192
Idade	200(dias)
Sexo	feminino
Origem	setor de coturnicultura
*Espécie/linhagem	Ave / grupo genético ICA1
Nº de animais	300
Idade	1(dias)
Sexo	indiferente
Origem	laboratório de aves
*Espécie/linhagem	Ave / grupo genético ICA2
Nº de animais	48
Idade	200(dias)
Sexo	masculino
Origem	setor de coturnicultura
*Espécie/linhagem	Ave / grupo genético ICA2
Nº de animais	300
Idade	1(dias)
Sexo	indiferente
Origem	laboratório de aves
*Espécie/linhagem	Ovo Embrionado - Aves / grupo genético ICA1
Nº de animais	500
Idade	0(dias)
Sexo	indiferente
Origem	setor de coturnicultura
*Espécie/linhagem	Ovo Embrionado - Aves / grupo genético ICA2
Nº de animais	500
Idade	0(dias)
Sexo	indiferente
Origem	setor de coturnicultura

Considerações posteriores:

12/06/2023	Aprovado no dia 12/06/2023. Validade: 12/06/2023 à 11/06/2028. Este protocolo foi aprovado condicionado a resposta à diligência na reunião de 05/06/2023.
------------	---

Belo Horizonte, 20/12/2023.

Atenciosamente,

Sistema Solicite CEUA UFMG
https://aplicativos.ufmg.br/solicite_ceua/

Universidade Federal de Minas Gerais
Avenida Antônio Carlos, 6627 – Campus Pampulha
Unidade Administrativa II – 2º Andar, Sala 2005
31270-901 – Belo Horizonte, MG – Brasil
Telefone: (31) 3409-4516
www.ufmg.br/bioetica/ceua - cetea@prpq.ufmg.br