

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
GOIANO - CAMPUS RIO VERDE
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

**EXTRATO DE UVA NA ALIMENTAÇÃO DE CODORNAS
JAPONESAS EM FINAL DE CICLO SUBMETIDAS AO ESTRESSE POR
CALOR**

Autor: Nathan Ferreira da Silva

Orientador: Prof.^a Dr.^a Fabiana Ramos dos Santos

Coorientador: Prof.^a Dr.^a Cibele Silva Minafra

Rio Verde – GO

Junho - 2025

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
GOIANO - CAMPUS RIO VERDE
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

**EXTRATO DE UVA NA ALIMENTAÇÃO DE CODORNAS
JAPONESAS EM FINAL DE CICLO SUBMETIDAS AO ESTRESSE POR
CALOR**

Autor: Nathan Ferreira da Silva

Orientador: Prof.^a Dr.^a Fabiana Ramos dos Santos

Coorientador: Prof.^a Dr.^a Cibele Silva Minafra

Projeto apresentado, como parte das exigências para obtenção do título de MESTRE EM ZOOTECNIA, no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia do Instituto Federal de Educação, Ciência e tecnologia Goiano – Campus Rio Verde – Área de concentração: Sustentabilidade e produção de não-ruminantes.

Rio Verde – GO

Junho – 2025

**Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do
Programa de Geração Automática do Sistema Integrado de Bibliotecas do IF Goiano - SIBi**

F383e Ferreira da Silva, Nathan
Extrato de uva na alimentação de codornas japonesas em final de ciclo submetidas ao estresse por calor / Nathan Ferreira da Silva.
Rio Verde - GO 2025.

102f. il.

Orientadora: Prof^a. Dra. Fabiana Ramos dos Santos.
Coorientadora: Prof^a. Dra. Cibele Silva Minafra.
Dissertação (Mestre) - Instituto Federal Goiano, curso de 0231024 - Mestrado em Zootecnia - Rio Verde (Campus Rio Verde).
I. Título.

TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR PRODUÇÕES TÉCNICO-CIENTÍFICAS NO REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL DO IF GOIANO

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610/98, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, a disponibilizar gratuitamente o documento no Repositório Institucional do IF Goiano (RIIF Goiano), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, em formato digital para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IF Goiano.

Identificação da Produção Técnico-Científica

- | | |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Tese | <input type="checkbox"/> Artigo Científico |
| <input checked="" type="checkbox"/> Dissertação | <input type="checkbox"/> Capítulo de Livro |
| <input type="checkbox"/> Monografia – Especialização | <input type="checkbox"/> Livro |
| <input type="checkbox"/> TCC - Graduação | <input type="checkbox"/> Trabalho Apresentado em Evento |
| <input type="checkbox"/> Produto Técnico e Educacional - Tipo: _____ | |

Nome Completo do Autor: Nathan Ferreira da Silva

Matrícula: 2023102310240006

Título do Trabalho: **Extrato de uva na alimentação de codornas japonesas em final de ciclo submetidas ao estresse por calor**

Restrições de Acesso ao Documento

Documento confidencial: Não Sim, justifique: _____

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIF Goiano: 01/07/2025

O documento está sujeito a registro de patente? Sim Não

O documento pode vir a ser publicado como livro? Sim Não

DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O/A referido/a autor/a declara que:

- o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- obteve autorização de quaisquer materiais inclusos no documento do qual não detém os direitos de autor/a, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano.

Rio Verde – GO, 01/07/2025.
Local Data



Assinatura do Autor e/ou Detentor dos Direitos Autorais

Ciente e de acordo:



Assinatura do(a) orientador(a)



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL MINISTÉRIO
DA EDUCAÇÃO

SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
GOIANO - CAMPUS RIO VERDE
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
ZOOTECNIA

**EXTRATO DE UVA NA ALIMENTAÇÃO DE CODORNAS JAPONESAS EM
FINAL DE CICLO SUBMETIDAS AO ESTRESSE POR CALOR**

Autor: Nathan Ferreira da Silva
Orientadora: Fabiana Ramos dos Santos

TITULAÇÃO: Mestre em Zootecnia - Área de Concentração em Zootecnia/Recursos
Pesqueiros.

APROVADO em 27 de junho de 2025.

Dra. Ana Paula Cardoso Gomide
Avaliadora interna
IF Goiano/RV

Dra. Maria Cristina de Oliveira
Avaliadora externa
UniRV

Dra. Fabiana Ramos dos Santos Presidente
da banca
IF Goiano/RV

Documento assinado eletronicamente por:

- **Fabiana Ramos dos Santos, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO** , em 27/06/2025 15:20:29.
- **Ana Paula Cardoso Gomide, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO** , em 27/06/2025 15:26:34.
- **Maria Cristina de Oliveira, Maria Cristina de Oliveira - Professor Avaliador de Banca - Fesurv - Universidade de Rio Verde (01815216000178)**, em 27/06/2025 15:27:07.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 22/05/2025. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifgoiano.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 709528

Código de Autenticação: b4563d6e7e



INSTITUTO FEDERAL GOIANO
Campus Rio Verde
Rodovia Sul Goiana, Km 01, Zona Rural, 01, Zona Rural, RIO VERDE / GO, CEP 75901-970
(64) 3624-1000



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO

Ata nº 53/2025 - SREPG/CMPR/CPG-RV/DPGPI-RV/CMPRV/IFGOIANO

PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO
ATA DE DEFESA - PÓS-GRADUAÇÃO

Unidade do IF Goiano:	Campus Rio Verde	
Programa de Pós-Graduação :	Zootecnia	
Defesa de:	Dissertação	Defesa de número:165
Data: 27/06/2025	Hora de início: 08:30h	Hora de encerramento: 11:30h
Matrícula do discente:	2023102310240006	
Nome do discente:	Nathan Ferreira da Silva	
Título do trabalho:	Extrato de uva na alimentação de codornas japonesas em final de ciclo submetidas ao estresse por calor	
Orientadora:	Fabiana Ramos dos Santos	
Área de concentração:	Zootecnia/Recursos Pesqueiros	
Linha de Pesquisa:	Produção sustentável de não ruminantes	
Projeto de pesquisa de vinculação	Extrato de uva na alimentação de codornas japonesas em final de ciclo submetidas ao estresse por calor	
Titulação:	Mestre em Zootecnia	

Nesta data, reuniram-se os componentes da Banca Examinadora, Dra. Fabiana Ramos dos Santos (Orientadora), Dra. Ana Paula Cardoso Gomide (Avaliadora interna) e Dra. Maria Cristina de Oliveira (Avaliadora externa) sob a presidência da primeira, em sessão pública realizada no Auditório da Diretoria de Pesquisa, Pós-Graduação e Inovação do Instituto Federal Goiano Campus Rio Verde, para

procederem a avaliação da defesa de dissertação, em nível de Mestrado, de autoria de **NATHAN FERREIRA DA SILVA**, discente do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia do Instituto Federal Goiano - Campus Rio Verde. A sessão foi aberta pela presidente da Banca Examinadora, Fabiana Ramos dos Santos, que fez a apresentação formal dos membros da Banca. A palavra, a seguir, foi concedida ao autor da dissertação para, em 40 min., proceder à apresentação de seu trabalho. Terminada a apresentação, cada membro da banca arguiu o examinado, tendo-se adotado o sistema de diálogo sequencial. Terminada a fase de arguição, procedeu-se a avaliação da defesa. Tendo-se em vista as normas que regulamentam o Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, e procedidas às correções recomendadas, a dissertação foi **APROVADA**, considerando-se integralmente cumprido este requisito para fins de obtenção do título de **MESTRE EM ZOOTECNIA**. A conclusão do curso dar-se-á quando da entrega na secretaria do PPGZ da versão definitiva da dissertação, com as devidas correções. Assim sendo, esta ata perderá a validade se não cumprida essa condição, em até **60 (sessenta) dias** da sua ocorrência. A Banca Examinadora recomendou a publicação dos artigos científicos oriundos dessa Dissertação em periódicos de circulação nacional e/ou internacional, após procedida as modificações sugeridas. Cumpridas as formalidades da pauta, a presidência da mesa encerrou esta sessão de defesa de dissertação de mestrado, e foi lavrada a presente Ata, que, após lida e achada conforme, será assinada pelos membros da Banca Examinadora.

Decisão da banca: **Aprovado**

Esta defesa é parte dos requisitos necessários para a obtenção do título de Mestre em Zootecnia.

O competente diploma será expedido após cumprimento dos demais requisitos, conforme as normas do Programa, a legislação pertinente e a regulamentação interna do IF Goiano.

Documento assinado eletronicamente por:

- **Fabiana Ramos dos Santos, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO**, em 27/06/2025 15:22:23.
- **Ana Paula Cardoso Gomide, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO**, em 27/06/2025 15:24:06.
- **Maria Cristina de Oliveira, Maria Cristina de Oliveira - Professor Avaliador de Banca - Fesurv - Universidade de Rio Verde (01815216000178)**, em 27/06/2025 15:24:51.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 22/05/2025. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifgoiano.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 709527
Código de Autenticação: 1f327502ef



Se ELE quiser, você pisa onde ninguém pisou!

Dedico:

Aos meus pais, Pedro e Mírian

A toda minha família

Amigos e colegas

Por estarem sempre ao meu lado contribuindo com
meu conhecimento, além de alegrar todos os meus
dias, dando sentido de viver.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus por ter me abençoado, iluminado e guiado até aqui, ter me dado saúde e colocado em meu caminho pessoas tão especiais, sem as quais, certamente, o caminho seria muito mais difícil.

Aos meus pais, que me deram a educação e me ensinaram como ser uma pessoa melhor, e me apoiaram sempre na minha decisão em “subir mais um degrau” de minha formação em Zootecnia.

Aos meus professores do Instituto Federal Goiano Campus Rio Verde, que sempre fizeram muito além do que lhes era obrigação, e me conduziram no caminho que sigo hoje.

Agradecimento especial aos professores Francisco Ribeiro de Araújo Neto, Cibele Silva Minafra, Fabiana Ramos dos Santos, Rodrigo Fortunato de Oliveira, que sempre me conduziram e auxiliaram em minhas decisões profissionais, me tornando o profissional que hoje sou.

Agradecimento aos laboratórios e seus respectivos responsáveis: Setor de Avicultura (Prof^a. Dr^a Fabiana Ramos dos Santos), Laboratórios de Nutrição Animal (Prof^a. Dr^a Kátia Cylene Guimarães), Laboratório de Melhoramento Genético (Prof. Dr. Francisco Ribeiro de Araújo Neto), Bioquímica e Metabolismo Animal (Prof^a. Dr^a Cibele Silva Minafra), e a Central Multiusuário de Análises (Prof. Dr. Jáliston Júlio Lopes Alves) do Instituto Federal Goiano - Campus Rio Verde, Goiás, pela disponibilidade de equipamentos, reagentes e monitores durante as análises realizadas.

A todos os meus amigos de graduação e mestrado, que sempre estiveram comigo nas tarefas mais árduas e tornaram o caminho até aqui mais divertido.

Ao Instituto Federal Goiano Campus Rio Verde e seus servidores, por toda a estrutura e apoio fornecidos até aqui, e a FAPEG (Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de Goiás) pela concessão da bolsa de apoio financeiro.

BIOGRAFIA DO AUTOR

Nathan Ferreira da Silva, filho de Mírian Moreira da Silva Ferreira e Pedro de Almeida Ferreira. Nascido no dia 24 de outubro de 1998 no município de Ituiutaba – Minas Gerais. Iniciou sua formação acadêmica e profissional em fevereiro de 2017, quando ingressou no curso de Bacharelado em Zootecnia no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Rio Verde, em Rio Verde – GO, tendo concluído em Julho de 2022. Possui especialização em Nutrição Animal pela faculdade Unyleya – Rio de Janeiro, RJ, concluída em 2024. Em março de 2023 ingressou no curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Rio Verde, concentrando seus estudos na área de Produção Animal e Sustentabilidade na Produção de Não-Ruminantes e, submetendo-se à defesa de dissertação em 27 de Junho de 2025 para obtenção do título de Mestre em Zootecnia.

ÍNDICE GERAL

ÍNDICE DE TABELAS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	ix
ÍNDICE DE GRÁFICO	x
ÍNDICE DE QUADRO	xi
ÍNDICE DE SIMBOLOS, SIGLAS E ABREVIACÕES	xii
RESUMO.....	1
ABSTRACT	2
CONSIDERAÇÕES INICIAIS	3
1 Introdução.....	3
2 Revisão de literatura	4
2.1 Coturnicultura	4
2.2 Mecanismo da termorregulação em aves	6
2.3 Estresse por calor em aves.....	9
2.4 Poedeiras em final de ciclo produtivo e lipidose hepática	11
2.5 Antioxidantes na nutrição de poedeiras	12
2.6 Extrato de uva	15
OBJETIVOS.....	28
Geral	28
Específico	28
CAPÍTULO I - EXTRATO DE UVA NA ALIMENTAÇÃO DE CODORNAS JAPONESAS EM FINAL DE CICLO SUBMETIDAS AO ESTRESSE POR CALOR.....	29
GRAPE EXTRACT IN THE DIET OF LATE-CYCLE JAPANESE QUAILS SUBJECTED TO HEAT STRESS.....	30
1 INTRODUÇÃO.....	31
2 MATERIAL E MÉTODOS	32
2.1 Localização	32
2.2 Extração e caracterização do extrato de uva	32
2.3 Animais e ambiente de criação	33
2.4 Avaliação do desempenho, qualidade de ovos frescos e avaliação do tempo de armazenamento sobre a qualidade de ovos.....	36
2.5 Avaliação do padrão de comportamento, temperatura corporal, imobilidade tônica, frequência respiratória e temperatura cloacal	37
2.6 Perfil bioquímico sérico, níveis de hormônios tireoidianos, biometria e matéria mineral óssea	39
2.7 Digestibilidade de nutrientes	39
2.8 Análise estatística	40
3 RESULTADOS.....	41

3.1 Avaliação do desempenho produtivo, qualidade de ovos frescos e avaliação do tempo de armazenamento sobre a qualidade de ovos.....	41
3.2 Avaliação do padrão de comportamento, temperatura corporal, imobilidade tônica, frequência respiratória e temperatura cloacal.....	45
3.3 Perfil bioquímico do sangue, biometria e matéria mineral óssea.....	47
3.4 Digestibilidade de nutrientes.....	48
4 DISCUSSÃO.....	49
CONCLUSÃO.....	52
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	52
CAPÍTULO II - EFEITOS DO EXTRATO DE UVA NA ALIMENTAÇÃO DE CODORNAS JAPONESAS SUBMETIDAS AO ESTRESSE TÉRMICO POR CALOR NO FINAL DO CICLO REPRODUTIVO: IMPACTOS SOBRE A FUNÇÃO HEPÁTICA E INTESTINAL	61
EFFECTS OF GRAPE EXTRACT IN THE DIET OF JAPANESE QUAILS SUBJECTED TO THERMAL HEAT STRESS AT THE END OF THE REPRODUCTIVE CYCLE: IMPACTS ON LIVER FUNCTION AND INTESTINE.....	62
1 INTRODUÇÃO.....	63
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	64
2.1 Localização.....	64
2.2 Extração e caracterização do extrato de uva.....	64
2.3 Animais e ambiente de criação.....	66
2.4 Biometria do trato gastrointestinal, histomorfometria duodenal e hepática e contagem de óvulos dominantes.....	68
2.5 Perfil bioquímico hepático.....	70
2.6 Análise estatística.....	70
3 RESULTADOS.....	71
3.1 Biometria do trato gastrointestinal, histomorfometria duodenal e hepática e contagem de óvulos dominantes.....	71
3.2 Ocorrência e severidade de lipidose e inflamação hepática.....	71
3.3 Perfil bioquímico hepático.....	73
4 DISCUSSÃO.....	73
CONCLUSÃO.....	75
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	75

ÍNDICE DE TABELAS

Capítulo I

Tabela 1. Composição nutricional por 100g de alimento cru (aproximadamente 10 unidades de ovos de codorna).....	5
Tabela 2. Composição química do bagaço de uva.....	15

Capítulo II

Tabela 1. Caracterização físico-química do extrato de uva.....	32
Tabela 2. Composição centésima e níveis nutricionais da dieta experimental.....	33
Tabela 3. Desempenho de codornas japonesas criadas sob estresse por calor em final de ciclo produtivo suplementadas com extrato de uva.....	40
Tabela 4. Qualidade de ovos frescos de codornas japonesas criadas sob estresse por calor em final de ciclo produtivo suplementadas com extrato de uva.....	40
Tabela 5. Qualidade de ovos estocados em 07, 14, 21 e 28 dias, de codornas japonesas criadas sob estresse por calor em final de ciclo produtivo suplementadas com extrato de uva.....	42
Tabela 6. Desdobramento de qualidade de ovos estocados em 07, 14, 21 e 28 dias, de codornas japonesas criadas sob estresse por calor em final de ciclo produtivo suplementadas com extrato de uva.....	43
Tabela 7. Comportamento de comer (CM), beber (BB), explorando penas (EP), coçar cabeça (CC), ciscar (CI), bicagem de outra ave (BA), bicagem da gaiola (BG), deitado observando (DO), andando de um lado para outro (AO) e ofegação (O) de codornas japonesas criadas sob estresse por calor em final de ciclo produtivo suplementadas com extrato de uva.....	45
Tabela 8. Temperatura e amplitude térmica corporal, cabeça e pé de codornas japonesas alimentadas com extrato de uva sob estresse por calor em final de ciclo produtivo.....	46
Tabela 9. Variáveis fisiológicas de codornas japonesas alimentadas com extrato de uva sob estresse por calor em final de ciclo produtivo.....	46
Tabela 10. Perfil sanguíneo de codornas japonesas alimentadas com extrato de uva sob estresse por calor em final de ciclo produtivo.....	47
Tabela 11. Biometria e matéria mineral óssea da tíbia e fêmur de codornas japonesas alimentadas com extrato de uva sob estresse por calor em final de ciclo produtivo.....	47
Tabela 12. Energia metabolizável (EM), energia metabolizável aparente (EMAn), coeficiente de metabolização aparente de proteína bruta (CMAPB), coeficiente de metabolização aparente de matéria seca (CMAMS) e coeficiente de metabolização aparente de energia bruta (CMAEB) de codornas japonesas suplementadas com extrato de uva.....	48

Capítulo III

Tabela 1. Caracterização físico-química do extrato de uva.....	64
Tabela 2. Composição centésima e níveis nutricionais da dieta experimental.....	65
Tabela 3. Comprimento (cm), peso relativo (%) dos órgãos do trato gastrintestinal e contagem de óvulos dominantes de codornas japonesas estressadas por calor em final de ciclo produtivo suplementadas com extrato de uva.....	70
Tabela 4. Histomorfometria duodenal de codornas japonesas estressadas por calor em final de ciclo produtivo suplementadas com extrato de uva.....	70
Tabela 5. Ocorrência (valores absolutos e porcentagem) de lipidose (esteatose) e inflamação hepática de codornas japonesas estressadas por calor em final de ciclo produtivo suplementadas com extrato de uva.....	71
Tabela 6. Escore de lipidose (esteatose) e inflamação hepática de codornas japonesas estressadas por calor em final de ciclo produtivo suplementadas com extrato de uva.....	71
Tabela 7. Colesterol, triglicérides, proteínas totais, glutamato oxalacetato transaminase (TGO) e glutamato piruvato transaminase (TGP) hepática de codornas japonesas sob estresse por calor em final de ciclo produtivo suplementadas com extrato de uva.....	72

ÍNDICE DE FIGURAS

Capítulo I

Figura 1. Formas de perda de calor.....	7
Figura 2. Mecanismo de termorregulação das aves.....	8
Figura 3. Alterações fisiológicas e comportamentais em aves sobre estresse térmico.....	10

Capítulo III

Figura 1. Escores de 1 a 5 para a severidade da lipidose hepática (esteatose).....	68
Figura 2. Escore de 1 a 5 para a severidade de inflamação hepática, representada pela infiltração dos hepatócitos.....	68

ÍNDICE DE GRÁFICO

Capítulo I

Gráfico 1. População de codornas nos últimos 18 anos no Brasil.....4

Capítulo II

Gráfico 1. Temperatura e umidade do ambiente de criação das codornas japonesas em estresse por calor.....34

Capítulo III

Gráfico 1. Temperatura e umidade do ambiente de criação das codornas japonesas em estresse por calor.....66

ÍNDICE DE QUADRO

Capítulo II

Quadro 1. Etograma comportamental de codornas japonesas	37
Quadro 2. Ficha comportamental usada na coleta dos dados comportamentais	38

ÍNDICE DE SIMBOLOS, SIGLAS E ABREVIACÕES

°C	Graus Celsius
%	Porcentagem
g	Gramas
ha	Hectare
n°	Número
mm	Milímetro
Kg	Kilogramas
mg	Miligramas
dL	Decilitro
UR	Umidade relativa
mL	Mililitros
TGI	Trato Gastrointestinal
RL	Radicais livres
Ca	Cálcio
UH	Umidade relativa
ATP	Adenosina Trifosfato
ROS	Reactive Oxygen Species
hrs	Horas
IS	Índice Seedor
T3	Triiodotironina
T4	Tiroxina
t	Tonelada
TGN	Temperatura de Globo Negro
rpm	Rotação por minuto
cm	Centímetros
PA	Para análise
GO	Goiás
SOD	Superóxido dismutase
CAT	Catalase
GSH-Px	Glutathiona peroxidase
MDA	Malondialdeído
H2O2	Peróxido de hidrogênio

GOT	Glutamato oxalacética transaminase
GPT	Glutamato piruvato transaminase
Fe ₂ O ₃	Óxido de ferro
CMAMS	Coeficiente de metabolização aparente da matéria seca
CMAPB	Coeficiente de metabolização aparente da proteína bruta
CMAEB	Coeficiente de metabolização aparente da energia bruta
EMAn	Energia metabolizável aparente corrigida para nitrogênio
EMA	Energia metabolizável aparente

EXTRATO DE UVA NA ALIMENTAÇÃO DE CODORNAS JAPONESAS EM FINAL DE CICLO SUBMETIDAS AO ESTRESSE POR CALOR

RESUMO

Objetivou-se avaliar o uso de extrato de uva na alimentação de codornas japonesas em final de ciclo produtivo, submetidas ao estresse térmico, visando melhorias no desempenho produtivo, qualidade dos ovos, parâmetros fisiológicos, digestibilidade, além das funções hepática e intestinal. O experimento foi realizado em delineamento inteiramente casualizado, com cinco tratamentos (0, 250, 500, 750 e 1000 mg/kg de extrato de uva), seis repetições e seis aves por unidade experimental, totalizando 180 codornas. Foram analisados o desempenho zootécnico, qualidade de ovos frescos e armazenados, comportamento, conforto térmico, parâmetros fisiológicos, perfil bioquímico sanguíneo, biometria e mineralização óssea, digestibilidade de nutrientes, morfometria do trato gastrointestinal e hepático, contagem de folículos ovarianos, além de indicadores bioquímicos hepáticos (GOT, GPT, colesterol, triglicerídeos e proteínas totais). O extrato de uva não afetou ($p < 0,05$) significativamente o desempenho produtivo, comportamento ou variáveis fisiológicas das codornas, porém níveis de influenciou positivamente ($p < 0,05$) aspectos da qualidade dos ovos (Unidade Haugh, pH do albúmen e coloração da gema), além de elevar a temperatura corporal, efeito sobre a termorregulação e digestibilidade da proteína bruta. Embora não tenha promovido melhorias consistentes no desempenho geral, os dados apontam para o potencial antioxidante, e funcional do extrato de uva, apoiando seu uso como aditivo natural em dietas de poedeiras submetidas a estresse térmico. O extrato de uva, embora não mitigue os efeitos do estresse térmico sobre o desempenho, metabolismo, bem-estar e saúde intestinal e hepática de codornas japonesas em final de ciclo produtivo, melhora a qualidade dos ovos em doses de 250 a 400 mg/kg e apresenta potencial termogênico, sugerindo novas investigações em aves jovens ou sob conforto térmico.

Palavras-chave: Antioxidantes, final de ciclo produtivo, flavanóides, lesão hepática, saúde intestinal.

GRAPE EXTRACT IN THE DIET OF LATE-CYCLE JAPANESE QUAILS SUBJECTED TO HEAT STRESS

ABSTRACT

The objective was to evaluate the use of grape extract in the diet of Japanese quails at the end of the production cycle, subjected to heat stress, aiming at improvements in production performance, egg quality, physiological parameters, digestibility, as well as hepatic and intestinal functions. The experiment was conducted in a completely randomized design, with five treatments (0, 250, 500, 750, and 1000 mg/kg of grape extract), six replicates, and six birds per experimental unit, totaling 180 quails. Zootechnical performance, fresh and stored egg quality, behavior, thermal comfort, physiological parameters, blood biochemical profile, biometry and bone mineralization, nutrient digestibility, gastrointestinal and hepatic tract morphometry, ovarian follicle count, and hepatic biochemical indicators (GOT, GPT, cholesterol, triglycerides, and total proteins) were analyzed. Grape extract did not significantly affect ($p < 0.05$) the productive performance, behavior, or physiological variables of quails, but it positively influenced ($p < 0.05$) aspects of egg quality (Haugh unit, albumen pH, and yolk color), in addition to raising body temperature effect on thermoregulation and crude protein digestibility. Although it did not promote consistent improvements in overall performance, the data point to the antioxidant and functional potential of grape extract, supporting its use as a natural additive in diets for laying hens subjected to heat stress. Grape extract, although it does not mitigate the effects of heat stress on the performance, metabolism, welfare, and intestinal and hepatic health of Japanese quails at the end of the production cycle, improves egg quality at doses of 250 to 400 mg/kg and has thermogenic potential, suggesting further investigation in young birds or under thermal comfort conditions.

Keywords: Antioxidants, end of production cycle, flavonoids, intestinal health, liver damage.

CONSIDERAÇÕES INICIAIS

1 Introdução

A avicultura possui uma ramificação, denominada coturnicultura, que enfatiza a criação e produção de ovos e carne de codornas, sendo as *Coturnix coturnix japonica* a espécie mais criada no Brasil. As codornas japonesas são aves nativas da região da Europa, norte da África e Ásia, e seu nome se origina a partir do século XV pela domesticação dessa espécie no território japonês (Oko et al., 2018).

Quando as codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*) são submetidas a estresse por calor, seu equilíbrio ácido-base no sangue e sua capacidade de regular eletrólitos podem mudar. Esse desequilíbrio pode influenciar a qualidade da casca do ovo, as funções enzimáticas e a síntese de proteínas do tecido (Truong et al., 2023).

O agravamento das mudanças climáticas e do aquecimento global tem intensificado o estresse térmico, um dos principais desafios para a indústria avícola em regiões tropicais e subtropicais. A exposição a altas temperaturas ambientais resulta em perdas econômicas significativas e as medidas de manejo, por si só, não são suficientes para mitigar esses impactos. Nesse contexto, as configurações nutricionais podem ser uma estratégia eficaz para minimizar os efeitos negativos do calor, pois influenciam diretamente o status antioxidante e a resposta imunológica das aves, contribuindo para a melhoria do desempenho, da qualidade da carne e dos ovos, além da saúde e da rentabilidade da produção (Abdel-Moneim et al., 2021).

As aves criadas sob condições tropicais e subtropicais são expostas a um ambiente continuamente quente, acima de 30 °C, que as induz a respostas comportamentais para a perda de calor, tais como, maior frequência respiratória, perda de apetite e metabolismo alterado. O baixo desempenho produtivo também é observado, como baixa fertilidade, desidratação, baixa habitabilidade, morbidade, morte e alteração na qualidade da carne e ovos (Baumgard e Rhoads, 2013; Abdel-Moneim et al., 2020).

Além disso, as altas temperaturas ambientais podem aumentar a concentração de radicais livres, levando a um aumento na oxidação de lipídios no plasma, fígado e coração (Hosseini-Vashan e Raei-Moghadam, 2019). Um aumento na produção de radicais livres nas mitocôndrias sobrecarrega as reservas antioxidantes, resultando em danos oxidativos a proteínas, lipídios e DNA, o que por sua vez leva à diminuição da síntese de ATP e à dishomeostase do cálcio. Finalmente, isso leva à apoptose e necrose celular em aves (Akbarian et al. 2016).

Nas últimas duas décadas, as indústrias avícolas e animais tornaram-se cada vez mais interessadas na utilização de suplementos alimentares à base de plantas, ervas e seus derivados para manter ou melhorar a sua saúde e produtividade. Estes benefícios para a saúde do

hospedeiro são atribuídos principalmente aos metabólitos secundários das plantas entre estes, os polifenóis. Os polifenóis são conhecidos pelas suas propriedades antioxidantes, imunomoduladoras, antimutagênicas e anti-inflamatórias (Abdel-Moneim et al., 2020). Os mecanismos dos polifenóis e seus impactos benéficos na nutrição das aves motivaram seu uso como promotores do desempenho do crescimento e da qualidade dos ovos através de sua capacidade de melhorar a saúde intestinal e status antioxidante (Galli et al., 2018; Luo et al., 2018; Nm et al., 2018).

Cornescu et al. (2024) avaliaram o potencial do bagaço de uva branca como uma inclusão dietética para galinhas poedeiras em condições térmicas normais, quentes e frias e verificaram que a inclusão de 6% de bagaço de uva branca demonstrou benefícios promissores em condições de baixo estresse térmico para o peso médio do ovo, produção de ovos por dia da galinha, peso da casca do ovo, resistência à quebra, peso da gema, parâmetro de cor a*. Essas descobertas destacam o potencial do bagaço de uva branca como um ingrediente funcional para ração, particularmente na mitigação dos desafios do baixo estresse térmico na produção avícola.

Objetiva-se com esta pesquisa obter informações técnicas que subsidiem a produção nacional de ovos de codorna em sistema desafiados pelo estresse térmico e o uso do extrato de uva como antioxidante e melhorador de desempenho produtivo e saúde das aves.

2 Revisão de literatura

2.1 Coturnicultura

A coturnicultura é um segmento da avicultura que cria, melhora e fomenta a produção de codornas. O aumento do interesse por essas aves pode ser percebido pelo crescimento de estudos acadêmicos sobre questões de melhoramento genético, nutrição, manejo, equipamentos para a produção e tecnificação na produção de ovos e carne. A criação de codornas representa uma alternativa potencial para agregação de renda ao pequeno produtor/agricultor familiar, pois o retorno do investimento ocorre no segundo ano de produção. Ao final do primeiro ciclo de postura (12 meses), o coturnicultor pode inserir outro lote idêntico nas mesmas estruturas e dar continuidade ao processo produtivo (Bertechini, 2010; Silva et al., 2018).

A produção brasileira de ovos de codornas alcançou no ano de 2022, 229.194 milhões de dúzias, com valor bruto de produção de R\$ 431.537 milhões, resultado de cerca de 14.028.550 de cabeças (Gráfico 1) (IBGE, 2023a).

Gráfico 1. População de codornas nos últimos 18 anos no Brasil



(IBGE, 2023a)

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. 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).

Lukanov e Pavlova (2020) relatou que os ovos de codorna representam 10% do mercado mundial de ovos de mesa ou 1,2 a 1,3 milhões de toneladas de ovos de mesa por ano, perdendo apenas para o mercado de ovos de galinha, com 72 milhões de toneladas por ano. As codornas apresentam uma taxa de postura notável, mantendo-se em cerca de 80% mesmo após o período de pico de postura. No entanto, deve-se notar que a taxa de mortalidade e a taxa de quebra de ovos tendem a aumentar durante esta fase (Onderci et al., 2006; Sahin et al., 2007).

Embora sejam ovos pequenos em tamanho, seu valor nutricional é três a quatro vezes maiores do que os ovos de galinha contendo altos níveis de vitaminas e minerais (Tabela 1) (Thomas et al., 2016).

Tabela 1. Composição nutricional por 100g de alimento cru (aproximadamente 10 unidades de ovos de codorna)

Parâmetro	Valores
Caloria (Kcal)	177,0
Proteína (g)	13,7
Gordura total (g)	12,7
Carboidratos (g)	0,8
Colesterol (mg)	568,0

Cálcio (mg)	79,0
Fósforo (mg)	279,0
Ferro (mg)	3,3
Zinco (mg)	2,1
Vitamina A (mcg)	305,0

Fonte: Zanin (2019).

Entretanto, para obter o máximo desempenho, as aves devem ser criadas em instalações adequadas e termicamente confortáveis. A zona de conforto térmico para codornas poedeiras situa-se entre 18 e 26 °C, com umidade relativa do ar média de 60% (Castro et al., 2017; Rodrigues et al., 2016; Santos et al., 2017; Silva et al., 2017).

2.2 Mecanismo da termorregulação em aves

As aves compõem um grupo com diversas diferenças e particularidades anatômicas. Dentre suas peculiaridades ligadas à termorregulação podem ser citadas o corpo revestido de penas, presença de ranfoteca em diversos tamanhos e formatos, pernas muitas vezes alongadas e não isoladas termicamente e ausência de glândulas sudoríparas (Ryeland et al. 2017; Leite, 2020; Rogalla et al., 2021).

Para manter a homeostase, é necessário haver um equilíbrio entre a produção de calor, versus a sua perda (Figura 1). A princípio, existem as formas latente e sensível para a dissipação da temperatura corporal, sendo que a perda de calor latente ocorre de forma ativa por mecanismos evaporativos, enquanto a perda de calor sensível ocorre de forma passiva, a partir de um gradiente de temperatura entre superfícies (Belval e Armstrong, 2018; Leite, 2020).

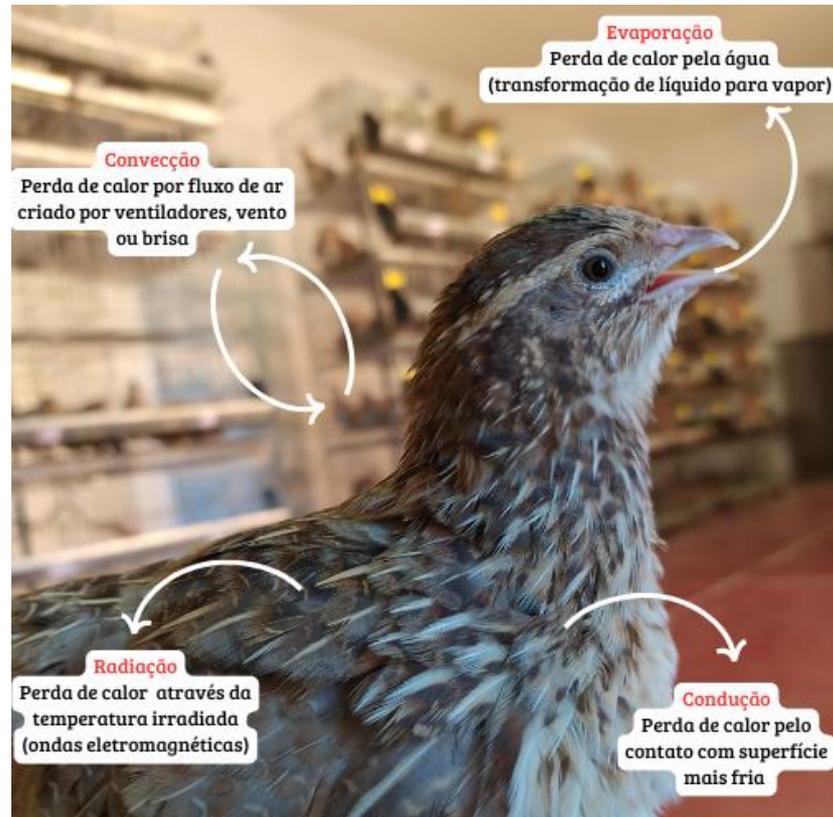


Figura 1. Formas de perda de calor

Fonte: Arquivo pessoal

O sistema de termorregulação (Figura 2), responsável por manter a constância na temperatura corporal, pode ser dividido em três partes. Na primeira parte, a sensorial, há osmorreceptores, barorreceptores e termorreceptores periféricos, centrais e viscerais para detecção de mudanças ambientais. Enquanto isso, a parte integradora está presente no centro termorregulador do hipotálamo anterior e monitora mudanças de temperatura ambiente pelos neurônios termosensíveis e termorreceptores periféricos. Por último, há a parte de comando que envolve sinais neurológicos e endócrinos para controle da temperatura corporal por termogênese sem tremores, termogênese com tremores, perda de calor evaporativo, vasodilatação ou vasoconstrição periférica e mudanças comportamentais (Ruuskanen et al., 2021).

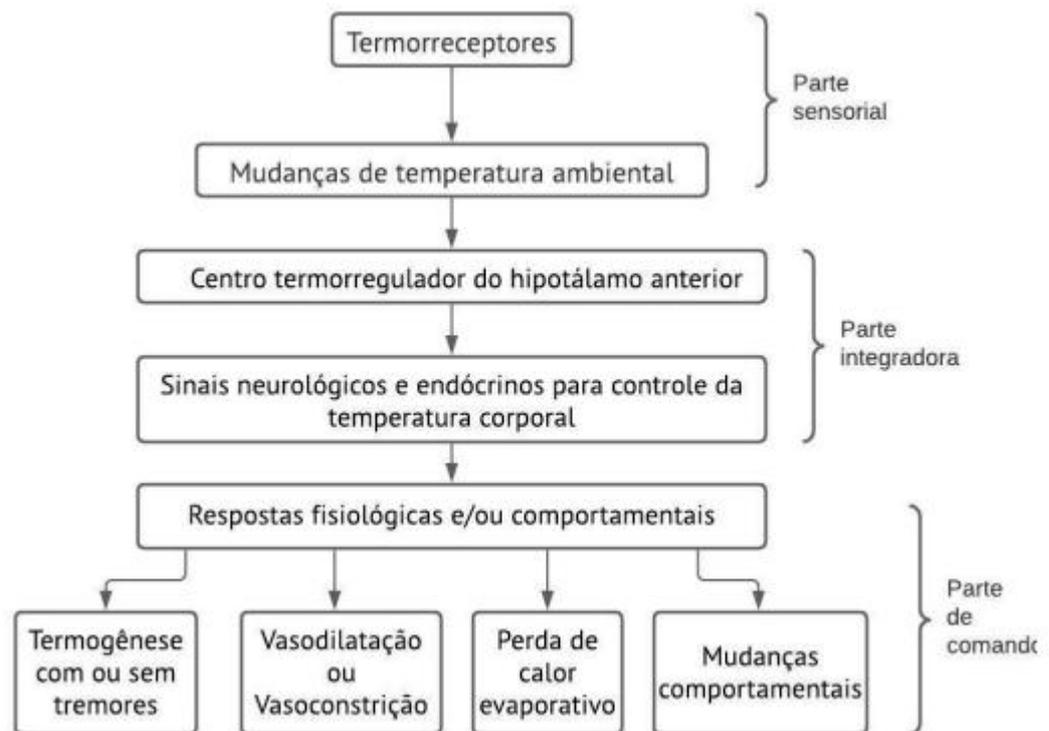


Figura 2. Mecanismo de termorregulação das aves

Fonte: Rodrigues (2021)

Segundo Oliveira et al. (2023) a transferência de calor depende muito da temperatura ambiente. Quando a temperatura operativa está abaixo de 28°C, mecanismos sensíveis são eficientes na dissipação de calor para o ambiente. Quando a temperatura ambiente excede 29°C, as codornas japonesas não conseguem dissipar eficazmente o calor para o ambiente através de mecanismos sensíveis. A 30 °C e acima, a perda de calor muda para ganho de calor, causando estresse térmico nas aves.

De acordo com El-Tarabany (2016), codornas criadas a aproximadamente 24°C apresentaram melhores produções de ovos, características internas de qualidade dos ovos e parâmetros químicos sanguíneos de estresse em comparação com 33 e 36°C; entretanto, manter a temperatura ambiente em 24°C pode ser um desafio para a coturnicultura tropical e subtropical, como no Brasil.

No Brasil, a maioria das instalações de codornas japonesas são abertas nas laterais e a incidência de ventos diretamente nas aves nas gaiolas externas, principalmente nos comedouros, parece causar grande desconforto em baixas temperaturas, enquanto o vento pode ser benéfico em condições de climas quentes. A ventilação é usada para remover o excesso de calor e umidade do aviário e melhorar a qualidade do ar e o desempenho das aves (Santos et al., 2019).

Trabalho realizado por Soares et al. (2021) observaram que os piores valores de padrões comportamentais das codornas foram observados na temperatura de 32°C. Segundo os mesmos autores as codornas podem manter a temperatura cloacal em uma faixa estreita de temperatura e mesmo quando submetidas a temperaturas de 20, 24, 28 e 32 °C não alteraram as variáveis hormonais estudadas.

2.3 Estresse por calor em aves

Devido às constantes mudanças climáticas, o estresse por calor se tornou uma preocupação significativa para avicultores e cientistas (Saeed et al. 2019). É crucial entender os mecanismos dos estressores ambientais que afetam a produção, a viabilidade econômica e o bem-estar das codornas japonesas sob estresse por calor. Assim, medidas preventivas ou estratégias de manejo devem ser colocadas em prática para mitigar quaisquer efeitos adversos (Abuoghaba et al. 2023).

O estresse térmico é considerado um obstáculo crítico para a avicultura em áreas de clima quente, provocando grandes perdas econômicas na indústria avícola. O estresse por calor começa quando a temperatura ambiente sobe acima da zona de conforto (16°- 25°C) para espécies avícolas (Diarra e Tabuaciri, 2014) e/ou quando o calor gerado por um indivíduo excede sua capacidade de dissipar o calor (Akbarian et al., 2016).

O estresse por calor prejudica os intestinos, fígado, baço, rins, órgãos reprodutivos masculinos e femininos, pulmões e cérebro. Esses impactos negativos em vários órgãos da codorna japonesa afetam seu bem-estar e reprodução e podem levar à mortalidade (Abdulkadir e Reddy, 2023).

O estresse por calor é uma condição em que a ave é incapaz de manter um equilíbrio entre a produção e a perda de calor corporal e resulta da interação de diferentes fatores, como alta temperatura ambiente, umidade, calor radiante e velocidade do ar (Lara e Rostagno, 2013).

O estresse por calor tem um efeito severo no crescimento, ingestão de ração, produção e qualidade dos ovos e aumenta a mortalidade em aves. A ocorrência desses efeitos é canalizada por meio de várias modificações que ocorrem dentro do corpo (Figura 3). A identificação dessas modificações é crítica para superar o sofrimento (Awad et al., 2019; Barrett et al., 2019; Goel, 2021).

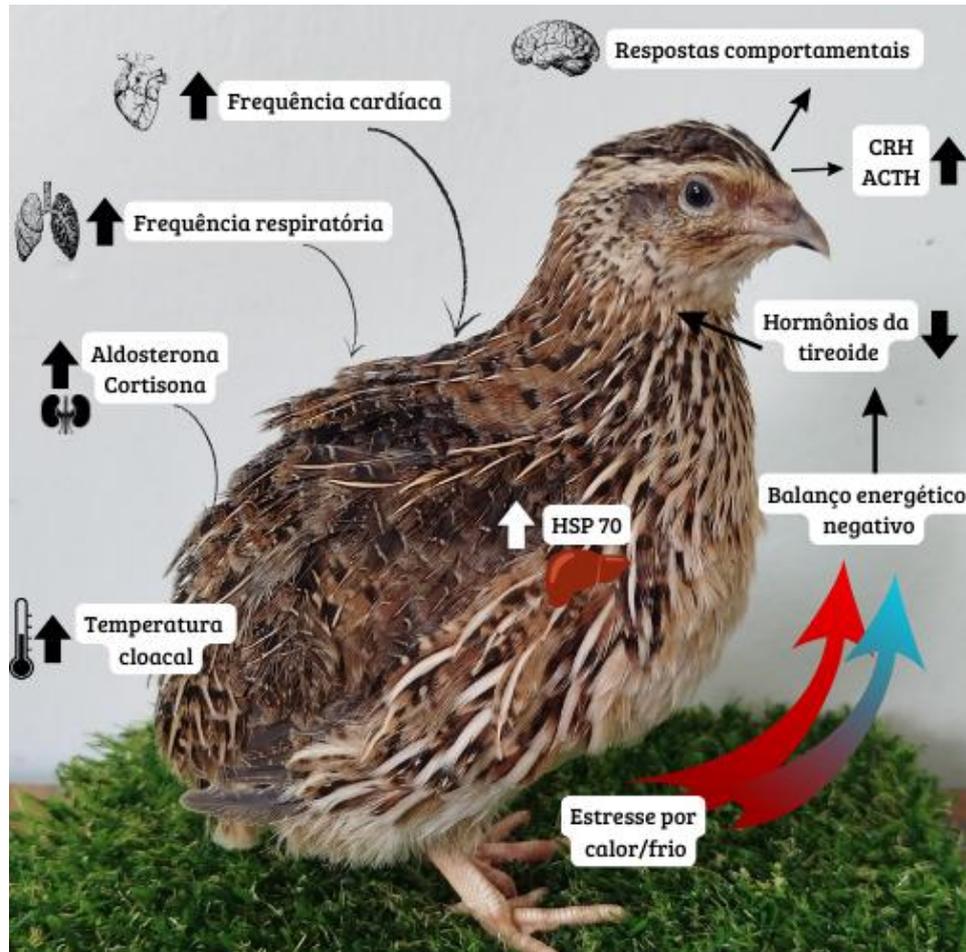


Figura 3. Alterações fisiológicas e comportamentais em aves sobre estresse térmico

Fonte: Adaptado de Krishnan et al. (2023)

Essa situação causa diversas alterações fisiológicas, como estresse oxidativo, desequilíbrio ácido-base e imunocompetência suprimida, o que leva ao aumento da mortalidade e à redução da eficiência alimentar, do peso corporal, do consumo de ração e da produção e da qualidade da carne e dos ovos. Diversas estratégias, com grau variável de eficácia, foram implementadas para atenuar o estresse térmico em aves. Estratégias nutricionais, como restrição de ração, alimentação úmida ou dupla, adição de gordura nas dietas, suplementação de vitaminas, minerais, osmólitos e fitoquímicos têm sido amplamente estudadas para reduzir os efeitos deletérios do estresse térmico (Wasti et al., 2020).

A nível celular, o estresse térmico está interligado com o estresse oxidativo através do seu impacto na função mitocondrial. Os elétrons derivados do metabolismo celular são passados ao longo da cadeia de transporte de elétrons mitocondrial, gerando um gradiente de prótons através da membrana mitocondrial que, em última análise, impulsiona a síntese de ATP à medida que os prótons são transferidos para baixo no gradiente eletroquímico através da ATP sintase. Os elétrons também podem vazar através da membrana e reduzir o oxigênio molecular

para produzir o superóxido radical aniônico altamente reativo. Baixos níveis de produção de superóxido são uma parte intrínseca da respiração celular e são necessários para manter o estado redox normal da célula. As espécies reativas de oxigênio (EROS) em níveis baixos são benéficas, pois atuam como moléculas sinalizadoras que ajustam vários componentes do metabolismo celular. Níveis celulares saudáveis de EROS são mantidos pelas ações de um sistema de enzimas antioxidantes, incluindo superóxido dismutase (SOD), catalase (CAT) e glutathiona peroxidase (GSH-Px), que convertem EROS em espécies mais inertes (Surai et al., 2019). Os níveis de superóxido são continuamente tamponados pela SOD, que converte superóxido em peróxido de hidrogênio (H_2O_2). O peróxido é relativamente mais estável que o superóxido e outras EROS e pode difundir-se dentro da célula para danificar oxidativamente proteínas e lipídios. Normalmente, porém, os níveis de H_2O_2 são mantidos sob controle pelas ações do CAT, que converte H_2O_2 em água e oxigênio molecular (Emami et al., 2020).

Codornas japonesas sob estresse térmico por calor (32–34°C) apresentam níveis mais baixos em enzimas de antioxidantes e níveis mais elevados de malondialdeído (MDA), um indicador de oxidação lipídica, do que aquelas alojadas em temperaturas termoneutras (Sahin et al., 2004; Orhan et al., 2020).

Khang et al. (2024) avaliaram as atividades das enzimas antioxidantes séricas de codornas sob três temperaturas, 38, 30 e 25°C e dois pesos corporais (pesado e leve). A atividade da superóxido dismutase (SOD) diminuiu, enquanto observou-se uma tendência de aumento da glutathiona peroxidase (GSH-Px) no grupo de 38°C.

Outros fatores que pesquisas mostraram que quando codornas japonesas são expostas ao estresse por calor, sua produção diminui. Isso se deve ao encolhimento de certos órgãos digestivos, incluindo a moela, o intestino e o fígado (Abuoghaba et al., 2021). O estresse por calor sofrido por codornas japonesas pode levar a uma diminuição em sua taxa de crescimento, utilização de ração e bioquímica sanguínea. Além disso, o estresse térmico pode causar desequilíbrios minerais em aves, com a gravidade variando com base no tipo de minerais impactados e na extensão do estresse térmico (Farag e Alagawany 2018).

2.4 Poedeiras em final de ciclo produtivo e lipidose hepática

Atualmente a indústria busca melhorar a persistência da postura de galinhas e codornas em um único ciclo sem muda, para tornar a produção de ovos sustentável. No entanto, isso pode agravar problemas esqueléticos e de qualidade dos ovos ao final do ciclo de postura. É importante compreender a relação entre a produção de ovos e a qualidade da casca com a integridade esquelética, especialmente em ciclos de produção prolongados para os quais faltam informações (Bain et al., 2016; Nys et al., 2017).

Como um dos órgãos metabólicos essenciais, o fígado desempenha um papel vital na regulação do metabolismo lipídico sistêmico (Zaefarian et al., 2019; Ren et al., 2021). A patogênese das doenças hepáticas gordurosas em galinhas é acompanhada por um desequilíbrio na homeostase lipídica, como acúmulo, transporte e metabolismo de lipídios hepáticos, em que dietas de alta energia e baixa proteína induzem fígado gorduroso, além da maior ocorrência em galinhas em gaiolas no pico da produção de ovos (Shini et al., 2019; Zhong et al., 2020).

A síndrome do fígado gorduroso (lipidose hepática) é um distúrbio comum em aves, especialmente naquelas em final de ciclo de produção, que resulta na morte de aves poedeiras, com sérias perdas econômicas para a indústria avícola. A desregulação do metabolismo de lipídios e ácidos biliares ocorre em diferentes estágios da doença hepática (Shini et al., 2019; Trauner e Fuchs, 2022).

O estradiol contribui para a síntese de lipídios nos fígados de galinhas poedeiras, sugerindo que, os hormônios para produção de ovos são considerados contribuintes para o desenvolvimento de esteatose hepática em galinhas (Rozenboim et al., 2016; Lin et al., 2021; Wang et al., 2023). Durante a produção de ovos, os níveis de estrogênio nas galinhas aumentam para atender às necessidades de gordura da gema e, conseqüentemente, o estrogênio elevado aumenta a produção de gordura do fígado (Akiba et al., 1982; Cherian, 2015).

A utilização de aditivos fitogênicos para modulação de impacto hepática torna-se uma alternativa para a criação de aves de postura em final de ciclo produtivo. Qiu et al. (2024) observou danos ao fígado de *L. Maculatus*, em que os hepatócitos de do tratamento controle eram mais regulares em forma com citoplasma vacuolado menor, enquanto a vacuolização de hepatócitos em peixes alimentados com tanino condensado e hidrolisável foi intensificada, e nenhuma infiltração óbvia de células inflamatórias foi observada entre os grupos.

2.5 Antioxidantes na nutrição de poedeiras

Num estado homeostático, o corpo possui um sistema de defesa antioxidante natural que pode reter os radicais livres e prevenir danos oxidativos. No entanto, pode não haver antioxidantes circulantes suficientes no sistema para controlar os radicais livres quando um animal está passando por estresse térmico. Isto é especialmente verdadeiro para fêmeas reprodutoras de aves que sofrem mais estresse oxidativo do que fêmeas não reprodutoras (Costantini et al., 2014). A concentração de produtos de oxidação e a atividade de enzimas antioxidantes são índices cruciais para avaliar o estado de oxidação dos animais (Cheng et al., 2022).

Os radicais livres (RL) são constantemente produzidos no organismo e são átomos ou moléculas que contém um ou mais elétrons desemparelhados na sua última camada, o que lhes

confere sua característica reatividade. A produção dos radicais livres ocorre em diferentes vias e situações, como, por exemplo, no metabolismo mitocondrial, na via do ácido úrico (enzima xantina oxidase), nos peroxissomos, na inflamação e em fagócitos, no processo de isquemia e nos exercícios físicos. Fatores externos (poluição, radiação, medicamentos, pesticidas, solventes industriais dentre outros) influenciam nos níveis de radicais livres. Quando presentes em excesso, os radicais livres levam ao estresse oxidativo, causando prejuízos ao organismo (; Guan e Lan, 2018; Kumar e Pandey, 2015; Radi, 2018).

Os mecanismos de defesa antioxidante dos animais se desenvolveram ao longo do tempo para fornecer proteção suficiente em um ambiente com altos níveis de oxigênio. Existem várias linhas na rede de defesa antioxidante. A primeira linha compreende enzimas antioxidantes que são responsáveis por desintoxicar o radical superóxido e seus produtos metabólicos. A superóxido dismutase (SOD), a glutatona peroxidases, com seis tipos diferentes em espécies aviárias, e a catalase são enzimas que atuam na primeira linha de defesa antioxidante (Horváth e Babinszky, 2018; Surai et al., 2019).

Os radicais livres tem um impacto negativo nos organismos vivos e o papel dos antioxidantes é neutralizar estas moléculas nas células biológicas. A SOD é uma metaloenzima com organização estrutural subunitária, que catalisa a reação de recombinação dos radicais de oxigênio, sendo o principal regulador dos processos de oxidação nas células biológicas. A aplicação da terapia antioxidante com SOD é eficiente no tratamento de diversos estados patológicos, bem como na prevenção de sua ocorrência ao inibir a formação de peróxido de hidrogênio e oxigênio tripleto (Munteanu e Apetrei, 2021).

A metionina é outro composto que tem papel importante no status antioxidante. Tanto a metionina dietética, livre e ligada a proteínas têm potencial antioxidante em aves e podem aliviar o estresse oxidativo gerado por diferentes estressores ambientais e internos. Em geral, o valor antioxidante da metionina foi avaliado em relação às recomendações do NRC com base no resumo dos estudos existentes. A maioria das descobertas mostrou que o aumento das taxas de inclusão de metionina em relação aos padrões do NRC não afetou o crescimento ou o desempenho da produção, embora tenha melhorado o status antioxidante (Kachungwa Lugata et al., 2022).

Os antioxidantes naturais, derivados de fontes vegetais, ganharam atenção significativa da indústria de pesquisa por seu potencial de fornecer uma solução mais segura e sustentável para abordar as preocupações mencionadas acima. Entre as inúmeras plantas estudadas na literatura científica, os resíduos derivados de frutas, que incluem subprodutos, cascas, sementes e polpa apresentam um recurso promissor e subutilizado, frequentemente descartado durante o processamento de alimentos, levando a um desperdício ambiental significativo. Embora esses

subprodutos sejam considerados resíduos, eles são ricos em compostos bioativos com potencial antioxidante como carotenóides, polifenóis, flavonoides e vitaminas, com propriedades antioxidantes comprovadas *in vitro* e *in vivo* (Hussain et al., 2020; Majumder e Annegowda, 2021; Rangaraj et al., 2021; Untea et al., 2023).

O licopeno é o pigmento carotenóide predominante encontrado universalmente em frutas e vegetais, sendo as principais fontes desta molécula, o tomate e seus produtos. Vários estudos *in vivo* e *in vitro* sugeriram que o licopeno é um poderoso antioxidante em comparação com outros carotenóides. A suplementação de licopeno derivado de tomate (*Solanum lycopersicum*) revelou inúmeras atividades promotoras de saúde em aves, tais como antioxidante, anti-inflamatória, imunomodulação, melhor desempenho e melhor carne, bem como qualidade dos ovos. O licopeno mantém o equilíbrio oxidativo em aves de várias maneiras, inclusive servindo como eliminador de radicais livres, inibindo vias de sinalização e ativando enzimas antioxidantes do hospedeiro, como superóxido dismutase (SOD), glutathione peroxidase (GSH-Px) e catalase (CAT) (Arain et al., 2018).

Estudo de Qiu et al. (2024) investigou o impacto de diferentes concentrações de suplementação de cultura de levedura (dieta basal com 1,0 g/kg e 2,0 g/kg de cultura de levedura) em que ambos os grupos aumentaram significativamente os teores de proteína do ovo, a unidade Haugh e o teor de proteína bruta das gemas em comparação com o grupo controle. A suplementação com 2,0 g/kg aumentou notavelmente a taxa de produção de ovos, reduziu a conversão alimentar e diminuiu a taxa de ovos quebrados em comparação com o grupo controle. Além disso, a suplementação de cultura de levedura aumentou a capacidade antioxidante total sérica (T-AOC) e a atividade da glutathione peroxidase (GSH-PX), ao mesmo tempo em que reduziu o teor de malondialdeído (MDA); além de promover a altura das vilosidades duodenais e a proporção de vilosidades no duodeno e jejuno.

Qin et al. (2024) avaliaram os efeitos da suplementação dietética de bagaço de mirtilo fermentado na capacidade antioxidante de galinhas poedeiras durante o período de postura tardia. A atividade de CAT no ovário foi aumentada nos grupos que receberam suplementação em comparação com o grupo controle, enquanto a atividade plasmática de GSH-PX foi maior no grupo que recebeu 1,0% em comparação com os grupos de 0,25% e 0,5% de bagaço de mirtilo fermentado.

Xu et al. (2024) avaliaram a suplementação de 100 mg/kg, 300 mg/kg e 500 mg/kg de óleos essenciais microencapsulados de eucalipto, tomilho, canela e menta na dieta de galinhas poedeiras, sobre efeitos da atividade oxidativa plasmática. Em comparação com o grupo controle, os grupos com 300 mg/kg e 500 mg/kg apresentaram maiores atividades de T-SOD,

CAT e GST-Px. Os resultados sugerem que a suplementação de óleos essenciais microencapsulados pode beneficiar o estado oxidante das galinhas poedeiras.

Estudo de Alghamdi et al. (2024) avaliaram a suplementação de extrato de *Spirulina platensis* como alternativa antibiótica em codornas japonesas, utilizando as dosagens (dieta basal, 1 mL/kg, 2 mL/kg, 3 mL/kg, 4 mL/kg de extrato) do dia 7 ao dia 35. Em relação aos parâmetros de oxidação em aves suplementadas com extrato de *Spirulina platensis*, o estudo indica o seguinte que houve uma melhora significativa nos níveis de malondialdeído, superóxido dismutase, catalase, glutathione e antioxidantes totais em aves alimentadas com 4 mL de extrato/kg de alimento. Além disso, a suplementação com diferentes quantidades de extrato de melhorou significativamente o estado imunológico e antioxidante das aves em comparação com o grupo controle.

2.6 Extrato de uva

Segundo dados do IBGE (2023b) o Brasil produziu no ano de 2022 1.450.805 toneladas de uva, com valor bruto de produção de R\$ 4.536.903 milhões resultantes de uma área colhida de 74.798 hectares e rendimento médio de 19.396 kg/ha.

A uva é uma das frutas mais consumidas em todo o mundo. Na Europa antiga, as folhas e a seiva das videiras têm sido utilizadas no tratamento tradicional há muito tempo. Além de ser uma fonte de vitaminas e fibras, a casca e as sementes da uva são altamente ricas em polifenóis, especificamente proantocianidinas, que podem ser usadas como ingrediente funcional para tratar diversos problemas de saúde, estimulando os bioprocessos naturais do corpo (Tabela 2) (Gupta et al., 2020).

Tabela 2. Composição química do bagaço de uva.

Variável	Composição (base seca)
Teor de umidade (g/100 g)	3,33–7,55
Cinza (g/100 g)	3,25–5,07
Lipídios totais (g/100 g)	8,16–11,09
Proteína (g/100 g)	8,49–10,32
Flavanóides totais (mg pirocatequina /100 g)	150,16
Compostos fenólicos (mgGAE/ g Extrato)	0,68–0,75
Proantocianidinas (mg catequina/100 g)	84,4–131

Adaptado de Sirohi et al., (2020).

O bagaço de uva é uma fonte vital de antioxidantes fenólicos e pode ser utilizado como suplemento alimentar animal com fatores de promoção da saúde (Fontana et al., 2013;

Friedman, 2014). No entanto, a utilização da grande quantidade de bagaço resultante do processamento da uva ainda é escassa, acumulando-se perto das indústrias vitivinícolas como resíduo e causando complicações ambientais. Altos níveis de taninos condensados são retidos como resíduos, devido à baixa extração durante a vinificação. O tanino é um composto polifenólico, trazendo benefícios à saúde humana devido ao maior potencial antioxidante (Hashim et al., 2020; Mangan, 1988).

Os polifenóis encontrados no bagaço de uva apresentam uma ampla gama de propriedades biológicas, como antialérgicas, anti-inflamatórias, anticancerígenas, antienvhecimento, antimicrobianas, antioxidantes, antitrombóticas, insulinoatrópicas, antilipotrópicas, cardioprotetoras e vasodilatadoras (Haminiuk et al., 2012).

Um dos principais fatores que influenciam a biodisponibilidade dos polifenóis do bagaço de uva é sua absorção, que ocorre principalmente no intestino delgado. No entanto, esse processo é frequentemente dificultado por seu grande tamanho molecular e estrutura complexa, limitando a absorção eficiente. Como resultado, a maioria dos fenólicos do bagaço de uva passa pelo trato gastrointestinal superior e chega ao cólon, onde o metabolismo microbiano os converte em metabólitos menores e bioativos que frequentemente exibem atividade biológica aprimorada em comparação com seus compostos originais (Ayvaz et al., 2022).

Beres et al. (2017) classificaram os tipos de polifenóis encontrados no bagaço de uva das vinícolas e os dividiram em três grupos principais como ácidos fenólicos, flavonóides e taninos. Os mais abundantes deles são as antocianinas que conferem cor vermelha às uvas após o amadurecimento, os ácidos hidroxibenzóico e hidroxicinâmico, flavanóis (catequinas e proantocianidinas), flavanóis e estilbenos. O ácido gálico e os flavanóis estão presentes principalmente nas sementes de uva. O total de compostos fenólicos extraíveis no bagaço de uva é de cerca de 60-70% nas sementes, 30-35% na casca e quase 10% ou menos na polpa. O conteúdo fenólico nas sementes de uva é de 5–8% em peso.

O extrato de uva apresenta atividade anti-inflamatória, antiapoptótica, antinecrótica, cardiovascular e anticancerígena e tem efeitos benéficos contra diversas doenças, incluindo o envelhecimento da pele (Farzaei et al. 2015). O uso de resíduo de uva diminui o estresse oxidativo e auxilia na redução da anti-inflamatória (Hosseinzadeh, 2017).

O resveratrol (trans-3, 5, 4'-tri-hidroxitilbeno) é um polifenol encontrado em frutas vermelhas, nozes, cascas de uvas e, portanto, no vinho tinto. O resveratrol possui propriedades antioxidantes, antitumorais, antivirais e eliminadoras de radicais livres, sendo considerado um composto eficaz na prevenção do envelhecimento e de doenças relacionadas à idade (Jang et al., 1997; Nunes et al., 2018; Wang et al., 2021; Zhou et al., 2021).

Ebrahimzadeh et al. (2018) investigaram o efeito do bagaço de uva em frangos de corte e observaram que a adição na dieta melhorou a resposta antioxidante e imunológica e também reduziu o custo com ração por kg de peso vivo. Os resultados deste estudo sugerem que a adição de até 10% de bagaço de uva nas dietas não afetou o desempenho dos frangos de corte. Aditya et al. (2018) sugeriram que a suplementação com esse resíduo até 10 g/kg foi eficaz na redução do colesterol sérico e na melhoria da qualidade da carne em frangos de corte sem afetar seu desempenho de crescimento, digestibilidade de nutrientes e características de carcaça.

Kara et al. (2016) estudaram o efeito da suplementação com bagaço de uva no desempenho da dieta de poedeiras, avaliando a qualidade dos ovos, na peroxidação lipídica dos ovos e em alguns parâmetros bioquímicos. Eles concluíram que a suplementação de 4% e 6% de bagaço de uva nas dietas de galinhas poedeiras não causa quaisquer efeitos adversos no desempenho e na qualidade dos ovos; no entanto, pode melhorar a vida útil do ovo, reduzindo a concentração de malondialdeído na gema do ovo.

Trabalho realizado por Ding et al. (2022) mostraram que galinhas desafiadas com injeção intraperitoneal de hidroperóxido de terc-butila apresentaram menor taxa de postura, consumo de ração, eficiência alimentar e maior taxa de ovos defeituosos. No geral, os resultados indicam que o hidroperóxido de terc-butila induziu o estresse oxidativo para resultar na redução de desempenho de produção, saúde intestinal e induzido inflamação ovariana; enquanto o resveratrol dietético foi capaz de manter a saúde intestinal e mitigar os efeitos negativos impacto do desafio hidroperóxido de terc-butila no desempenho da produção e função ovariana.

Os resultados apresentados por Krasteva et al. (2023) avaliou a composição química de diferentes variedades de uvas, marselan, pinot noir, cabernet sauvignon e tamyanka obtendo como resultados de flavanóides totais 47,37 mg catequina /g e proantocianidinas 127,82 mg catequina /g no extrao da semente de uvas; Vo et al. (2022) encontrou 0,258 mg catequina /g de flavanóides totais nas cultivares calmeria, dawn seedLess, golden globe, menidee seedLess e thompson seedLess; enquanto Feng et al. (2023) os flavonoides foi apresentado com valores variando de 11,89 a 131,18 mg rutina/g, proantocianidina total os valores variando de 4,02 a 55,00 mg catequina /g e flavanoides totais encontradas na casca de uva variando de 8,58 mg GAE/g a 62,61 mg GAE/g.

A uva está entre as principais fontes de compostos fenólicos, que têm bons efeitos na saúde humana e animal ao neutralizar os radicais livres, pois confere capacidade de sequestrar espécies reativas de oxigênio, de modo que têm efeito protetor contra doenças crônicas (Cosme et al., 2018). As antocianinas são compostas fenólicas dominantes encontradas na casca do bagaço da casca de uva, os flavanóis conhecidos como catequinas e proantocianidinas estão presentes na semente da uva, enquanto proantocianidinas e estilbenos são considerados

dominantes no caule do fruto, podendo suas concentrações variar de acordo com a cultivar. Elas são conhecidas por suas propriedades físico-químicas, incluindo regulação da microbiota intestinal e propriedades antioxidantes, anti obesidade e antidiabéticas (Zdunić et al., 2019; Rauf et al., 2019; Ma et al., 2022).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abdel-Moneim, Abdel-Moneim Eid et al. Nutritional manipulation to combat heat stress in poultry—A comprehensive review. *Journal of Thermal Biology*, v. 98, p. 102915, 2021.
- Abdel-Moneim, et al. Effect of in ovo inoculation of *Bifidobacterium* spp. on growth performance, thyroid activity, ileum histomorphometry, and microbial enumeration of broilers. *Probiotics and antimicrobial proteins*, v. 12, p. 873-882, 2020.
- Abdulkadir, Abdurrahman; Reddy, Deran. A scoping review of the impact of heat stress on the organs of the Japanese quail (*Coturnix japonica*). *The Journal of Basic and Applied Zoology*, v. 84, n. 1, p. 8, 2023.
- Abuoghaba, Ahmed Abdel-Kareem et al. 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. 2, p. 1213-1220, 2021.
- Abuoghaba, Ahmed Abdel-Kareem et al. Impact of spraying eggs with betaine after exposure to short-term thermal stress during early embryogenesis on pre and post-hatch performance of Japanese quail. *Journal of Thermal Biology*, v. 111, p. 103427, 2023.
- Aditya, Siska et al. Supplementation of grape pomace (*Vitis vinifera*) in broiler diets and its effect on growth performance, apparent total tract digestibility of nutrients, blood profile, and meat quality. *Animal nutrition*, v. 4, n. 2, p. 210-214, 2018.
- Akbarian, Abdollah et al. Association between heat stress and oxidative stress in poultry; mitochondrial dysfunction and dietary interventions with phytochemicals. *Journal of animal science and biotechnology*, v. 7, p. 1-14, 2016.
- Akiba, Yukio et al. Plasma estradiol, thyroid hormones, and liver lipid content in laying hens fed different isocaloric diets. *The Journal of Nutrition*, v. 112, n. 2, p. 299-308, 1982.

Alghamdi, Mashail A. et al. The potential of *Spirulina platensis* to substitute antibiotics in Japanese quail diets: impacts on growth, carcass traits, antioxidant status, blood biochemical parameters, and cecal microorganisms. *Poultry science*, v. 103, n. 3, p. 103350, 2024.

Arain, Muhammad Asif et al. Lycopene: a natural antioxidant for prevention of heat-induced oxidative stress in poultry. *World's Poultry Science Journal*, v. 74, n. 1, p. 89-100, 2018.

Awad, E. A., Najaa, M., Zulaikha, Z. A., Zulkifli, I., & Soleimani, A. F. (2019). Effects of heat stress on growth performance, selected physiological and immunological parameters, caecal microflora, and meat quality in two broiler strains. *Asian-Australasian journal of animal sciences*, 33(5), 778.

Ayvaz, Huseyin et al. Anthocyanins: Metabolic digestion, bioavailability, therapeutic effects, current pharmaceutical/industrial use, and innovation potential. *Antioxidants*, v. 12, n. 1, p. 48, 2022.

Bain, Maureen M.; Nys, Yves; Dunn, Ian C. Increasing persistency in lay and stabilising egg quality in longer laying cycles. What are the challenges?. *British poultry science*, v. 57, n. 3, p. 330-338, 2016.

Barrett, N. W., Rowland, K., Schmidt, C. J., Lamont, S. J., Rothschild, M. F., Ashwell, C. M., & Persia, M. E. (2019). Effects of acute and chronic heat stress on the performance, egg quality, body temperature, and blood gas parameters of laying hens. *Poultry Science*, 98(12), 6684-6692.

Baumgard, Lance H.; Rhoads JR, Robert P. Effects of heat stress on postabsorptive metabolism and energetics. *Annu. Rev. Anim. Biosci.*, v. 1, n. 1, p. 311-337, 2013.

Belval, L. N.; Armstrong, L. E. Comparative physiology of thermoregulation. In: *CASA, D. J. Sport and physical activity in the heat*, Philadelphia: Springer Springer, cap. 1, p. 3-14, 2018.

Beres, Carolina et al. Towards integral utilization of grape pomace from winemaking process: A review. *Waste management*, v. 68, p. 581-594, 2017.

Bertechini, A.G. Situação atual e perspectivas para a coturnicultura no Brasil. In: *Simpósio Internacional, 4., / Congresso Brasileiro de Coturnicultura, 3., 2010. Lavras. Anais... Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2010.*

Castro, J. de O.; Yanangi Junior, T.; Ferraz, P. F. P.; Fassani, É. J. Japanese laying quails behavior under different temperatures. *Energia na Agricultura*, v.32, p.141-147, 2017. <https://doi.org/10.17224/EnergAgric.2017v32n2p141-147>

Cheng, H. et al. Effects of essential oil/palygorskite composite on performance, egg quality, plasma biochemistry, oxidation status, immune response and intestinal morphology of laying hens. *Poultry science*, v. 101, n. 4, p. 101632, 2022.

Cherian, Gita. Nutrition and metabolism in poultry: role of lipids in early diet. *Journal of animal science and biotechnology*, v. 6, p. 1-9, 2015.

Cornescu, Gabriela Maria et al. White Grape Pomace Effect on Laying Hens' Productivity, Egg Quality Traits, and Antioxidant Capacity Under Normal, Heat, and Cold Thermal Conditions. *Agriculture*, v. 14, n. 12, p. 2209, 2024.

Cosme, Fernanda; Pinto, Teresa; Vilela, Alice. Phenolic compounds and antioxidant activity in grape juices: A chemical and sensory view. *Beverages*, v. 4, n. 1, p. 22, 2018.

Costantini, David et al. Oxidative stress in relation to reproduction, contaminants, gender and age in a long-lived seabird. *Oecologia*, v. 175, p. 1107-1116, 2014.

Diarra, Siaka S.; Tabuaciri, Poasa. Feeding management of poultry in high environmental temperatures. *International Journal of Poultry Science*, v. 13, n. 11, p. 657-661, 2014.

Ding, Xuemei et al. Dietary resveratrol improved production performance, egg quality, and intestinal health of laying hens under oxidative stress. *Poultry Science*, v. 101, n. 6, p. 101886, 2022.

Ebrahimzadeh, S. K. et al. Effects of grape pomace and vitamin E on performance, antioxidant status, immune response, gut morphology and histopathological responses in broiler chickens. *South African Journal of Animal Science*, v. 48, n. 2, p. 324-336, 2018.

El-Tarabany, Mahmoud Salah. Impact of temperature-humidity index on egg-laying characteristics and related stress and immunity parameters of Japanese quails. *International Journal of Biometeorology*, v. 60, n. 7, p. 957-964, 2016.

Emami, Nima K. et al. Radical response: effects of heat stress-induced oxidative stress on lipid metabolism in the avian liver. *Antioxidants*, v. 10, n. 1, p. 35, 2020.

Farag, Mayada R.; Alagawany, Mahmoud. Physiological alterations of poultry to the high environmental temperature. *Journal of thermal biology*, v. 76, p. 101-106, 2018.

Farzaei, Mohammad Hosein; Abdollahi, Mohammad; Rahimi, Roja. Role of dietary polyphenols in the management of peptic ulcer. *World journal of gastroenterology: WJG*, v. 21, n. 21, p. 6499, 2015.

Feng, Jiao et al. Comparative study of phenolic compounds reveals a positive relationship between astringency and the phenolic composition in table grape varieties. *Journal of Food Science*, v. 88, n. 1, p. 447-461, 2023.

Fontana, A.R.; Antonioli, A.; Bottini, R. Grape Pomace as a Sustainable Source of Bioactive Compounds: Extraction, Characterization, and Biotechnological Applications of Phenolics. *J. Agric. Food Chem.* 2013, *61*, 8987–9003.

Friedman, M. Antibacterial, Antiviral, and Antifungal Properties of Wines and Winery Byproducts in Relation to Their Flavonoid Content. *J. Agric. Food Chem.* 2014, *62*, 6025–6042.

Galli, G. M., Da Silva, A. S., Biazus, A. H., Reis, J. H., Boiago, M. M., Topazio, J. P., Migliorini, M. J., Guarda, N. S., Moresco, R. N., Ourique, A. F., Santos, C. G., Lopes, L. S., Baldissera, M. D., & Stefani, L. M. (2018). Feed addition of curcumin to laying hens showed anticoccidial effect, and improved egg quality and animal health. *Research in Veterinary Science*, **118**, 101–106.

Goel, Akshat. Heat stress management in poultry. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, v. 105, n. 6, p. 1136-1145, 2021.

Guan G, Lan S. Implications of Antioxidant Systems in Inflammatory Bowel Disease. *BioMed Research International*, 2018; 1290179.

Gupta, Madhavi et al. Grape seed extract: Having a potential health benefits. *Journal of food science and technology*, v. 57, p. 1205-1215, 2020.

Haminiuk, Charles WI et al. Phenolic compounds in fruits—an overview. *International Journal of Food Science & Technology*, v. 47, n. 10, p. 2023-2044, 2012.

Hashim, N.; Paramasivam, M.; Tan, J.S.; Kernain, D.; Hussin, M.H.; Brosse, N.; Gambier, F.; Raja, P.B. Green mode synthesis of silver nanoparticles using *Vitis vinifera*'s tannin and

screening its antimicrobial activity/apoptotic potential versus cancer cells. *Mater. Today Commun.* 2020, 25, 101511.

Horváth, Márta; Babinszky, László. Impact of selected antioxidant vitamins (Vitamin A, E and C) and micro minerals (Zn, Se) on the antioxidant status and performance under high environmental temperature in poultry. A review. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section A—Animal Science*, v. 68, n. 3, p. 152-160, 2018.

Hosseini-Vashan, Seyyed Javad; Raei-Moghadam, Maryam Sadat. Antioxidant and immune system status, plasma lipid, abdominal fat, and growth performance of broilers exposed to heat stress and fed diets supplemented with pomegranate pulp (*Punica granatum L.*). *Journal of Applied Animal Research*, v. 47, n. 1, p. 521-531, 2019.

Hosseinzadeh F (2017) The healing effect of Grape seed oil enema with or without sesame oil in acetic acid induced ulcerative colitis of rats. *World J Plast Surg* 6(2):176–182

Hussain, Shehzad; Jõudu, Ivi; Bhat, Rajeev. Dietary fiber from underutilized plant resources—A positive approach for valorization of fruit and vegetable wastes. *Sustainability*, v. 12, n. 13, p. 5401, 2020.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2023 (A). Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pesquisa/18/16538> Acesso em: 27 jan. 2024.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2023 (B). Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pesquisa/15/12066> Acesso em: 27 jan. 2024.

Jang, Meishiang et al. Cancer chemopreventive activity of resveratrol, a natural product derived from grapes. *Science*, v. 275, n. 5297, p. 218-220, 1997.

Kachungwa Lugata, James; Ortega, Arth David Sol Valmoria; Szabó, Csaba. The role of methionine supplementation on oxidative stress and antioxidant status of poultry-a review. *Agriculture*, v. 12, n. 10, p. 1701, 2022.

Kara, Kanber et al. Effects of grape pomace supplementation to laying hen diet on performance, egg quality, egg lipid peroxidation and some biochemical parameters. *Journal of Applied Animal Research*, v. 44, n. 1, p. 303-310, 2016.

Khang, Nguyen Thi Kim; Suong, Ngo Thi Minh; Takahashi, Masashi. Impact of heat stress on blood physiological parameters, body temperature, respiratory frequency, antioxidant status,

carcass quality, production performance, and egg quality of Japanese quails: <https://doi.org/10.12982/VIS.2024.056>. *Veterinary Integrative Sciences*, v. 22, n. 3, p. 831-846, 2024.

Krasteva, Dimitrina et al. Antimicrobial potential, antioxidant activity, and phenolic content of grape seed extracts from four grape varieties. *Microorganisms*, v. 11, n. 2, p. 395, 2023.

Krishnan, G. et al. Thermoregulation in birds. In: *Textbook of veterinary physiology*. Singapore: Springer Nature Singapore, 2023. p. 751-764.

Kumar S, Pandey AK. Free Radicals: Health Implications and their Mitigation by Herbals. *Journal of Advances in Medicine and Medical Research*. 2015; 7(6):438-457.

Lara, L.J.; Rostagno, M.H. Impact of heat stress on poultry production. *Animals* 2013, 3, 356–369.

Leite, P. G. Dissipação de energia térmica e desempenho produtivo de galinhas d'angola submetidas a diferentes condições ambientais. 2020. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, Universidade Federal de Campina Grande, Paraíba.

Lin, Chiao-Wei et al. A novel chicken model of fatty liver disease induced by high cholesterol and low choline diets. *Poultry Science*, v. 100, n. 3, p. 100869, 2021.

Lukanov, Hristo; Pavlova, Ivelina. Domestication changes in Japanese quail (*Coturnix japonica*): a review. *World's Poultry Science Journal*, v. 76, n. 4, p. 787-801, 2020.

Ma, Huiqin et al. Antioxidant activity of *vitis davidii* foex seed and its effects on gut microbiota during colonic fermentation after in vitro simulated digestion. *Foods*, v. 11, n. 17, p. 2615, 2022.

Majumder, Pulak; Annegowda, H. V. Fruit and vegetable by-products: Novel ingredients for a sustainable society. In: *Valorization of agri-food wastes and by-products*. Academic Press, 2021. p. 133-156.

Mangan, J.L. Nutritional Effects of Tannins in Animal Feeds. *Nutr. Res. Rev.* 1988, 1, 209–231.

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.

- Munteanu, Irina Georgiana; Apetrei, Constantin. Analytical methods used in determining antioxidant activity: A review. *International Journal of Molecular Sciences*, v. 22, n. 7, p. 3380, 2021.
- Nm, J., Joseph, A., Maliakel, B., & Im, K. (2018). Dietary addition of a standardized extract of turmeric (TurmaFEEDTM) improves growth performance and carcass quality of broilers. *Journal of Animal Science and Technology*, 60(1), 8.
- Nunes, Sandra et al. Resveratrol and inflammatory bowel disease: The evidence so far. *Nutrition research reviews*, v. 31, n. 1, p. 85-97, 2018.
- Nys, Y. et al. Laying hen nutrition: optimising hen performance and health, bone and eggshell quality. *Achieving sustainable production of eggs Volume 2*, p. 47-74, 2017.
- Oko, O. O. K.; Ozung, P. O.; Abang, F. B. Influence of Ethanolic extract of *Aspilia Africana* leaf on the performance and egg qualities of Japanese quails. *Global Journal of Pure and Applied Sciences*, v. 24, n. 2, p. 135-140, 2018.
- Oliveira, Evandro Menezes et al. Maximum limit of sensible heat dissipation in Japanese quail. *International Journal of Biometeorology*, v. 67, n. 3, p. 517-526, 2023.
- Onderci, M. et al. Dietary arginine silicate inositol complex during the late laying period of quail at different environmental temperatures. *British poultry science*, v. 47, n. 2, p. 209-215, 2006.
- Orhan, Cemal et al. Effects of taurine supplementation on productive performance, nutrient digestibility and gene expression of nutrient transporters in quails reared under heat stress. *Journal of Thermal Biology*, v. 92, p. 102668, 2020.
- Qin, Binghua et al. Fermented blueberry pomace supplementation improves egg quality, liver synthesis, and ovary antioxidant capacity of laying hens. *Poultry Science*, v. 103, n. 12, p. 104241, 2024.
- Qiu, Quan et al. Effects of yeast culture on laying performance, antioxidant properties, intestinal morphology, and intestinal flora of laying hens. *Antioxidants*, v. 13, n. 7, p. 779, 2024.
- Radi R. Oxygen radicals, nitric oxide, and peroxynitrite: Redox pathways in molecular medicine. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. 2018; 115(23):5839–5848.

- Rangaraj, Vengatesan M. et al. Effect of date fruit waste extract as an antioxidant additive on the properties of active gelatin films. *Food chemistry*, v. 355, p. 129631, 2021.
- Rauf, Abdur et al. Proanthocyanidins: A comprehensive review. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, v. 116, p. 108999, 2019.
- Ren, Junxiao et al. Global investigation of estrogen-responsive genes regulating lipid metabolism in the liver of laying hens. *BMC genomics*, v. 22, n. 1, p. 428, 2021.
- Rodrigues, Ayla Fernanda de Souza. Termorregulação em aves silvestres: revisão sistemática. 2021.
- Rodrigues, L. R.; Furtado, D. A.; Costa, F. G. P.; Nascimento, J. W. B. do; Cardoso, E. de A. Thermal comfort index, physiological variables and performance of quails fed with protein reduction. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.20, p.378-384, 2016. <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v20n4p378-384>
- Rogalla, S.; Shawkey, M. D.; Vanthournout, B.; D'alba, L. Thermoregulation and heat exchange in ospreys (*Pandion haliaetus*). *Journal of Thermal Biology*, Gante, v. 96, p. 102857, 2021.
- Rozenboim, I. et al. Low protein and high-energy diet: a possible natural cause of fatty liver hemorrhagic syndrome in caged White Leghorn laying hens. *Poultry Science*, v. 95, n. 3, p. 612-621, 2016.
- Ruuskanen, S.; Hsu, Y. B.; Nord, A. Endocrinology of thermoregulation in birds in a changing climate. *Molecular and Cellular Endocrinology*, Turku, v. 519, p. 111088, 2021.
- Ryeland, J.; Weston, M. A.; Symonds, M. R. E. Bill size mediates behavioural thermoregulation in birds. *Functional Ecology*, Victoria, v. 31, n. 4, p. 885-893, 2017.
- Saeed, Muhammad et al. Heat stress management in poultry farms: A comprehensive overview. *Journal of thermal biology*, v. 84, p. 414-425, 2019.
- Sahin, K. et al. Effects of dietary combination of chromium and biotin on egg production, serum metabolites, and egg yolk mineral and cholesterol concentrations in heat-distressed laying quails. *Biological trace element research*, v. 101, p. 181-192, 2004.

- Sahin, N. et al. The effect of soy isoflavones on egg quality and bone mineralisation during the late laying period of quail. *British poultry science*, v. 48, n. 3, p. 363-369, 2007.
- Santos, T. C. dos; Gates, R. S.; Tinôco, I. de F. F.; Zolnier, S.; Baêta, F. da C. Behavior of Japanese quail in different air velocities and air temperatures. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.52, p.344-354, 2017. <https://doi.org/10.1590/s0100-204x2017000500008>
- Santos, T. C. et al. Productive performance and surface temperatures of Japanese quail exposed to different environment conditions at start of lay. *Poultry science*, v. 98, n. 7, p. 2830-2839, 2019.
- Shini, A.; Shini, S.; Bryden, W. L. Fatty liver haemorrhagic syndrome occurrence in laying hens: impact of production system. *Avian pathology*, v. 48, n. 1, p. 25-34, 2019.
- Silva, A. F. et al.. Coturnicultura como alternativa para aumento de renda do pequeno produtor. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v. 70, p. 913-920, 2018.
- Silva, R. C.; Nascimento, J. W. B. do; Rodrigues, L. R.; Leite, P. G.; Galvão Sobrinho, T.; Furtado, D. A. Quality of quail eggs confined in thermoneutral environment and heat stress. *Journal of Animal Behaviour and Biometeorology*, v.5, p.139-143, 2017. <https://doi.org/10.31893/2318-1265jabb.v5n4p139-143>
- Sirohi, Ranjna et al. Green processing and biotechnological potential of grape pomace: Current trends and opportunities for sustainable biorefinery. *Bioresource Technology*, v. 314, p. 123771, 2020.
- Soares, K. O. et al. Effect of temperature on the behavior and parameters of the blood of Japanese quails. *Biological Rhythm Research*, v. 52, n. 9, p. 1342-1356, 2021.
- Surai, Peter F. et al. Antioxidant defence systems and oxidative stress in poultry biology: An update. *Antioxidants*, v. 8, n. 7, p. 235, 2019.
- Thomas, K. S; Jagatheesan, P. N. R; Reetha, T. L; Rajendran, D; Nutrient composition of Japanese quail eggs. *Inter. J. Scie, Envirom. And Tech*, v. 5, n. 3, p. 1293-1295, 2016.
- Trauner, Michael; Fuchs, Claudia Daniela. Novel therapeutic targets for cholestatic and fatty liver disease. *Gut*, v. 71, n. 1, p. 194-209, 2022.

Truong, Linda et al. Changes in Japanese quail (*Coturnix coturnix japonica*) blood gases and electrolytes in response to multigenerational heat stress. *PLOS Climate*, v. 2, n. 4, p. e0000144, 2023.

Untea, Arabela Elena et al. Studies on antioxidant activities of grape pomace using in vitro, ex vivo, and in vivo models. *Journal of Food Measurement and Characterization*, v. 17, n. 1, p. 121-128, 2023.

Vo, Gia Toan et al. Screening of phenolic compounds in australian grown grapes and their potential antioxidant activities. *Food Bioscience*, v. 47, p. 101644, 2022.

Wang, Anqi et al. Alleviation effect of conjugated linoleic acid on estradiol benzoate induced fatty liver hemorrhage syndrome in Hy-line male chickens. *Journal of Animal Science*, v. 101, p. skad045, 2023.

Wang, Jianping et al. The effect of oxidative stress on the chicken ovary: Involvement of microbiota and melatonin interventions. *Antioxidants*, v. 10, n. 9, p. 1422, 2021.

Wasti, Sanjeev; SAH, Nirvay; MISHRA, Birendra. Impact of heat stress on poultry health and performances, and potential mitigation strategies. *Animals*, v. 10, n. 8, p. 1266, 2020.

Xu, Fazhi et al. Research Note: Effects of the intermittent feeding of microencapsulation essential oil on laying performance, egg quality, immune response, intestinal morphology, and oxidation status of laying hens. *Poultry Science*, v. 103, n. 5, p. 103600, 2024.

Zaefarian, Faegheh et al. Avian liver: the forgotten organ. *Animals*, v. 9, n. 2, p. 63, 2019.

Zanin. Ovo de codorna, beneficio. 2019. Disponível em: <https://www.tuasaude.com/ovo-de-codorna/> . Acessado em 20 de fevereiro de 2025.

Zdunić, Gordana et al. Grape seed polyphenols and fatty acids of autochthonous Prokupac vine variety from Serbia. *Chemistry & Biodiversity*, v. 16, n. 7, p. e1900053, 2019.

Zhong, Fang et al. Rodent models of nonalcoholic fatty liver disease. *Digestion*, v. 101, n. 5, p. 522-535, 2020.

Zhou, Dan-Dan et al. Effects and mechanisms of resveratrol on aging and age-related diseases. *Oxidative medicine and cellular longevity*, v. 2021, p. 1-15, 2021.

OBJETIVOS

Geral

Objetiva-se com esta pesquisa verificar os efeitos da suplementação da ração com extrato de uva como melhorador do desempenho, variáveis fisiológicas e comportamentais, saúde intestinal e hepática para ovos de codornas criadas sobre estresse por calor.

Específico

- Avaliação do desempenho (% de produção de ovos/ave/dia, consumo de ração, g e conversão alimentar, g:g, massa de ovos g/dia);
- Avaliação das variáveis de qualidade (índice gema, cor da gema, pH, Unidade Haugh, peso, gravidade específica e espessura de casca) de ovos frescos e após 28 dias de armazenamento;
- Avaliar o perfil sérico das aves (níveis de colesterol total (mg/dL), triglicerídeos (mg/dL), proteína total (g/dL), globulinas (g/dL), albumina e creatinina (g/dL).
- Avaliação do conforto térmico das aves experimentais através das medidas das temperaturas médias da cabeça, corpo e canelas das aves utilizando-se câmeras termográficas;
- Avaliação da morfometria dos órgãos do trato gastrointestinal e histomorfometria duodenal (altura das vilosidades intestinais, profundidade das criptas e a relação altura do vilo/cripta da mucosa intestinal);
- Avaliação da morfometria e estruturas histológicas hepáticas.
- Avaliar o número de folículos ovarianos dominantes;
- Avaliar comprimento, diâmetro e índice de massa óssea da tíbia e fêmur;
- Avaliar a digestibilidade das rações com diferentes concentrações do extrato de uva;

CAPÍTULO I - EXTRATO DE UVA NA ALIMENTAÇÃO DE CODORNAS JAPONESAS EM FINAL DE CICLO SUBMETIDAS AO ESTRESSE POR CALOR

RESUMO

Objetivou-se avaliar o uso de extrato de uva como aditivo fitogênico na alimentação de codornas japonesas em final de ciclo produtivo, submetidas ao estresse térmico, visando melhorias no desempenho produtivo, qualidade dos ovos, parâmetros fisiológicos, comportamento e digestibilidade. O ensaio foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, com cinco tratamentos (0, 250, 500, 750 e 1000 mg/kg de extrato de uva na ração), seis repetições e seis aves por unidade experimental, totalizando 180 codornas com 300 dias de idade. O extrato de uva não influenciou significativamente ($p < 0,05$) o desempenho produtivo, comportamento, parâmetros fisiológicos, perfil bioquímico sérico ou biometria óssea das codornas. Apesar do aumento da temperatura corporal e piora na metabolização da proteína bruta ($p < 0,05$), a inclusão de extrato de uva resultou em efeitos positivos ($p < 0,05$) sobre a Unidade Haugh, pH do albúmen e coloração da gema (valores L^* e b^*) de ovos frescos e armazenados. Embora não tenha promovido ganhos consistentes em desempenho, comportamento e metabolismo, o uso de 250 a 400 mg/kg de extrato de uva na dieta surge como alternativa natural para mitigar os efeitos do estresse térmico sobre a qualidade dos ovos e sugerir possível controle de peso corporal em codornas em final de ciclo produtivo.

Palavras-chave: Antioxidante natural, digestibilidade protéica, resíduo agroindustrial, temperatura corporal, unidade Haugh.

GRAPE EXTRACT IN THE DIET OF LATE-CYCLE JAPANESE QUAILS SUBJECTED TO HEAT STRESS

ABSTRACT

The objective was to evaluate the use of grape extract as a phytogetic additive in the feed of Japanese quails at the end of the production cycle, subjected to heat stress, aiming at improvements in production performance, egg quality, physiological parameters, behavior, and digestibility. The trial was conducted in a completely randomized design, with five treatments (0, 250, 500, 750, and 1000 mg/kg of grape extract in the feed), six replicates, and six birds per experimental unit, totaling 180 quails aged 300 days. Grape extract did not significantly influence ($p < 0.05$) the productive performance, behavior, physiological parameters, serum biochemical profile, or bone biometry of the quails. Despite the increase in body temperature and worsening of crude protein metabolism ($p < 0.05$), the inclusion of grape extract resulted in positive effects ($p < 0.05$) on the Haugh Unit, albumen pH, and yolk color (L^* and b^* values) of fresh and stored eggs. Although it did not promote consistent gains in performance, behavior, and metabolism, the use of 250 to 400 mg/kg of grape extract in the diet emerges as a natural alternative to mitigate the effects of heat stress on egg quality and suggest possible body weight control in quails at the end of the production cycle.

Keywords: Agroindustrial residue, body temperature, Haugh unit, natural antioxidant, protein digestibility.

1 INTRODUÇÃO

Durante o estresse por calor, a alta carga de calor faz com que as aves não mantenham a termorregulação, o que pode perturbar o funcionamento fisiológico normal, afetar o metabolismo sistêmico, causar alterações comportamentais, alcalose respiratória e desregulação imunológica, além de reduzir significativamente a ingestão de ração, a produção e qualidade dos ovos, alterar o perfil sanguíneo hematológico e sérico, e eletrólitos essenciais (Truong et al., 2023; Kim et al., 2024; Mangan e Siwek, 2024).

Alterações fisiológicas e metabólicas com impactos negativos sobre a produtividade e qualidade de ovos, também ocorrem no final do ciclo de produção das codornas. À medida que o peso dos ovos aumenta gradualmente com ciclos de postura mais longos, a capacidade de deposição de carbonato dos ductos da glândula da casca do oviduto é reduzida. Como consequência, a espessura e a resistência da casca do ovo diminuem, aumentando o risco de sua ruptura da casca do ovo. Estima-se que, no final do ciclo de produção, cerca de 10% da produção total resulte em ovos rachados e quebrados, o que os torna mais vulneráveis à contaminação e reduz sua vida útil (Hamilton e Bryden, 2021; Roland e David, 1988; Sirri et al., 2018; Yang et al., 2024).

São altamente recomendadas tecnologias que possam mitigar os efeitos do estresse por calor e melhorar os aspectos produtivos, de bem-estar animal e qualitativos dos ovos de aves em final do ciclo de produção. Os aditivos fitogênicos possuem vários compostos bioativos capazes de melhorar a termotolerância de frangos, galinhas e codornas durante a exposição a desafios térmicos. Estes compostos, identificados em diferentes espécies e partes de plantas vêm sendo intensamente pesquisados por seus efeitos benéficos no desempenho e na saúde das aves (Mountzouris e Brouklogiannis, 2024; Oni et al., 2024).

O resíduo de uva é composto por grupo heterogêneo de fitoquímicos que compreendem flavonoides, ácidos fenólicos, taninos (hidrolisáveis e não hidrolisáveis ou condensados), estilbenos, antocianinas, xantinas e lignanas. Estudos prévios demonstraram que a adição do bagaço de uva na dieta resultou em parâmetros fisiológicos e de qualidade da carne de codornas semelhantes aos da dieta contendo antibióticos (Mnisi et al., 2021), melhora da cor da carne e da estabilidade oxidativa em frangos de corte (Turcu et al., 2020), assim como melhorou o desempenho da postura, perfil ácido graxo da gema, potencial antioxidante e qualidade da casca em poedeiras (Khalaf et al., 2019; Selim et al., 2023). Porém, são escassas as pesquisas que atestam o efeito dos extratos concentrados da uva sobre a saúde e produção animal.

O uso dos extratos vegetais concentrados pode apresentar vantagens com a utilização da planta integral ou de suas partes, uma vez que é possível concentrar as substâncias bioativas do metabolismo secundário, utilizando-os em menor inclusão na ração. Além disso, nos extratos

vegetais brutos todas as moléculas são extraídas na sua totalidade, sem que nenhuma seja especificamente isolada, o que pode promover um efeito sinérgico benéfico no organismo devido aos inúmeros efeitos que estas substâncias podem ocasionar no metabolismo animal, tornando-os mais potentes contendo menor quantidade de cada ingrediente, apresentando e propondo áreas para pesquisas futuras são propostas (Brenes e Roura, 2010; Bounimi e Chebli 2017).

Objetivou-se com este trabalho explorar os efeitos da inclusão do extrato de uva concentrado na dieta de codornas japonesas em final do ciclo produtivo estressadas por calor, sobre o desempenho produtivo, qualidade do ovo, alterações comportamentais, frequência respiratória, imobilidade tônica, temperatura cloacal, perfil bioquímico sérico, biometria óssea e digestibilidade de nutrientes.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Localização

O experimento foi conduzido no aviário experimental do Setor de Avicultura e nos Laboratórios de Nutrição Animal, Bioquímica e Metabolismo Animal e Central Multiusuário de Análises do Instituto Federal Goiano - Campus Rio Verde, Goiás. O projeto de pesquisa foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Uso de Animais desta mesma instituição, sob o protocolo de nº 7890151024 (aprovado em 09/12/2024).

2.2 Extração e caracterização do extrato de uva

O resíduo do suco da uva contendo casca, bagaço, talos e sementes foi obtido de uma agroindústria situada no município de Paraúna – GO e após secagem em temperatura ambiente, foi triturado em moinho de facas na espessura de 1 mm e, após a amostra moída foi hidratada com etanol PA (250 g do pó do bagaço da uva em 1 litro de álcool), em frasco sem exposição à luz. O tempo de percolação foi de sete dias e neste período, a solução foi agitada por quatro vezes ao dia. Após, o material foi filtrado, usando papel de filtro Whatman nº 1, em evaporador rotativo Fisaton 2000, com 60 rpm a 55°C, sob pressão reduzida.

Para a caracterização bromatológica do extrato, foram determinados os teores de matéria seca, cinzas, extrato etéreo, lipídeos totais e proteína bruta, de acordo com a metodologia descrita por Silva e Queiroz (2002). Também avaliou-se a concentração dos bioativos compostos fenólicos totais, flavanóides totais e protociandinas (Tabela 1).

Tabela 1. Caracterização físico-química do extrato de uva

Variável	Composição
-----------------	-------------------

Teor de umidade (g/100 g)	57,97
Cinza (g/100 g)	0,30
Extrato etéreo (g/100g)	17,70
Lipídios totais (g/100 g)*	20,15
Proteína (g/100 g)	2,18
Flavanóides totais (mg pirocatequina /100 g) ²	291,03
Compostos fenólicos (mgGAE/ g extrato) ¹	189,33
Proantocianidinas (mg catequina/100 g) ²	278,30

*inclusão de carotenoides

¹curva de calibração $y = 9,30514285714286x - 0,005995238095238 R^2 = 0,9940$

²curva de calibração $y = 0,0012x + 0,0014 R^2 = 0,9836$

A determinação do teor de compostos fenólicos totais foi realizada de acordo com a metodologia de Singleton e Rossi (1965), empregando-se curva padrão de ácido gálico variando de 0 a 500 mg/mL, e os valores expressos em mgGAE/ g extrato. Os flavonoides totais foram quantificados pelo método colorimétrico descrito por Jia et al. (1999). Para tal, alíquotas de 0,5 mL do extrato foram colocadas em tubos de ensaio, acrescentados de 0,3 mL de NaNO₂(aq) a 5%, 0,3 mL de AlCl₃(metanólico) a 10% e 2 mL de NaOH(aq) 1mol/L. Após agitação, cada tubo permaneceu em repouso por 10 minutos e efetuou-se a leitura em espectrofotômetro Uv-Vis a 510 nm, previamente zerado com água destilada. As concentrações foram calculadas a partir da equação gerada por uma curva padrão de pirocatequina (10 a 50 mg/L), e expressas em mg de pirocatequina/ 100 g.

Para a determinação das proantocianidinas foi utilizado o método da vanilina (Godefroot et al., 1981). Em um balão volumétrico de 10,0 mL foram adicionados 0,1 mL do extrato de uva e o balão completado com água destilada. Desta solução foi retirada uma alíquota de 1,0 mL e transferida para um tubo de ensaio. Neste mesmo tubo de ensaio adicionaram-se 2,0 mL de uma solução recém-preparada de vanilina (Aldrich Co.) em ácido sulfúrico 70%, na concentração de aproximadamente 10,0 mg/mL. A mistura foi mantida em um banho de água a uma temperatura de 50 °C por 15 min. A amostra foi esfriada e a absorvância registrada a 500 nm (espectrofotômetro UV-Vis Hitachi U-300). Da mesma forma, foi feita uma curva de calibração com catequina e as leituras foram registradas contra um branco, e expressas em mg de catequina/ 100 g.

2.3 Animais e ambiente de criação

O período experimental foi de 50 dias. As codornas foram alojadas em gaiolas de arame galvanizado com 38 cm × 40 cm × 23 cm, equipadas com comedouros tipo calha e bebedouros tipo niple. As rações e a água foram fornecidas à vontade durante todo o período experimental.

O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado, com 5 níveis de inclusão do extrato de uva concentrado na ração (0 mg/kg, 250mg/kg, 500mg/kg, 750mg/kg e 1000mg/kg de extrato de uva) e 6 repetições de 6 aves/gaiola, totalizando 180 codornas com peso médio de 211g \pm 6,03.

Utilizou-se codornas da espécie *Coturnix coturnix japonica* com idade de aproximadamente 300 dias de vida (final de ciclo produtivo), uniformizadas pelo peso corporal e percentual de produção.

A ração experimental, a base de milho e farelo de soja, foi formulada de acordo com as recomendações nutricionais de Rostango et al. (2017). Para compor os tratamentos experimentais, o extrato de uva foi adicionado á ração em substituição ao inerte (areia lavada), de acordo com a dosagem utilizada para cada tratamento (Tabela 2).

Tabela 2. Composição centésima e níveis nutricionais da dieta experimental

Ingredientes	Quantidade (Kg)
Milho 7,88%	60,529
Farelo de soja 46%	29,031
Calcário	6,822
Fosfato bicálcico	1,249
Óleo de soja	0,693
Premix codornas postura	0,500
DL-metionina	0,447
Sal comum	0,325
L-lisina	0,218
L-treonina	0,086
Inerte	0,100
Total (Kg)	100,000
Composição Calculada	
Energia Metabolizável (Kcal/Kg)	2,800
Proteína Bruta (%)	19,000
Lisina digestível (%)	1,149
Metionina digestível (%)	0,775
Met + Cist digestível (%)	0,942
Treonina digestível (%)	0,701
Cálcio (%)	2,990
Fósforo Disponível (%)	0,323
Sódio (%)	0,147

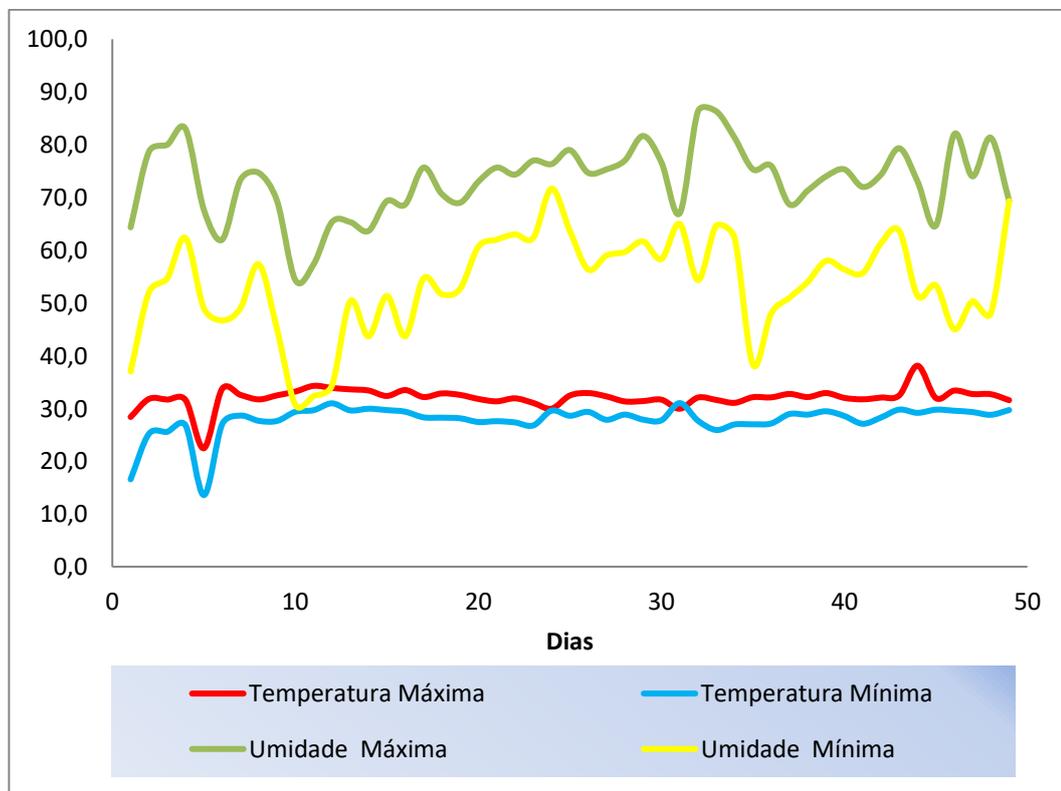
Premix mineral de postura, %/kg da ração: cálcio: 9,5243%; fósforo total: 6,5935%; fósforo disponível: 11,3059%; fósforo liberável: 0,0101%; fósforo fitase: 4,7250%; fósforo dig aves: 0,0082%; fósforo fítico: 0,0126%; potássio: 2,8675%; cloro: 5,0067%; m mineral % 71,6626; cobre: 666,6666 ppm; ferro: 1.666,2500 ppm; manganês: 3.830,6670 ppm; zinco: 3.333,7500 ppm; iodo: 66,7333 ppm; selênio: 13,2917 ppm; Ca-P 0,842%. Premix Vitamínico Postura: Vit. A: 406,0000 UI/g; Vit. D3 171,0680 UI/g; Vit. E: 2.247,5000 ppm; Vit. K: 94,2238 ppm; Vit B1 (tiamina): 106,5866 ppm; Vit B2 (riboflavina):

417,6000 ppm; Vit. B6 (piridoxina): 181,2036 ppm; Vit B12 (cianocobala) 1,5370 ppm; Ácido fólico: 133,3420 ppm; Ácido nicotínico: 1.348,5000 ppm; Ac. Pantotênico: 681,5001 ppm; biotina: 9,7150 ppm; colina: 13.277,8500 ppm; 1.918,8490 eq.ácido-base meq/kg; umidade: 1,9907%.

As aves receberam água e ração à vontade e foi adotado o programa de iluminação de 16 horas.

Para caracterizar o estresse por calor, as codornas foram mantidas, das 10:00 às 18:00 horas em calor intenso, em temperatura igual ou superior a 30°C (Gráfico 1), mantendo após esse período calor moderado. A temperatura e umidade relativa do ar (máxima e mínima de cada dia) foi monitorada com o auxílio de três termo-higrômetros distribuídos entre as gaiolas. Durante todo período experimental a temperatura foi de máxima 32,1°C ± 1,0 e mínima de 27,8° ± 1,6; e umidade máxima de 73,2% ± 5,3 e mínima de 53,6% ± 7,3

Gráfico 1. Temperatura e umidade do ambiente de criação das codornas japonesas em estresse por calor



Para caracterizar o período de estresse por calor, em cada dia experimental a temperatura e umidade relativa do ar média, foi monitorada às 11:30 hrs (30,7°C ± 0,54; 65,6% ± 6,56), 14:30 hrs (30,7°C ± 1,59; 62,8% ± 9,07) e as 17:30 hrs (31,5°C ± 2,63; 59,5% ± 8,67).

A temperatura de globo negro (TGN) interno e externo foi estimada a partir dos valores temperatura de bulbo seco (Tbs) utilizando-se as fórmulas propostas por Abreu et al. (2011) em

que: TGN interno = $0,351 + 1,036 \times Tbs$ e TGN externo = $-1,722 + 0,888 \times Tbs + 0,017 \times Tbs^2$; obtendo-se os valores de TGN interno máxima igual a $33,6^\circ\text{C}$ e mínima de $29,2^\circ\text{C}$; e TGN externo máxima igual a $47,7^\circ\text{C}$ e mínima de $39,5^\circ\text{C}$.

2.4 Avaliação do desempenho, qualidade de ovos frescos e avaliação do tempo de armazenamento sobre a qualidade de ovos

Para mensuração do desempenho produtivo das codornas o peso das aves e ovos, produção de ovos e consumo de ração foram mensurados diariamente. Foram avaliados: ganho de peso (g), consumo de ração (g/ave/dia), conversão alimentar: massa de ovos (kg/kg de ovo) e dúzia (kg/dúzia de ovos), massa de ovo por ave/dia (g/ave/dia) e percentual de postura (%/ave/dia).

As mensurações de qualidade interna dos ovos frescos foram realizadas nos dias 21° e 42° do experimento. Para avaliar os efeitos do tempo de armazenamento sobre os aspectos qualitativos dos ovos, foram armazenados, por 28 dias, em geladeira com temperatura igual a $7,4 \pm 1,57^\circ\text{C}$ e UR de 55% a 60%.

As análises das variáveis de qualidade interna (altura de albúmen, Unidade Haugh (UH), índice de gema e porcentagem de albúmen e gema) e externa do ovo (gravidade específica, espessura de casca, porcentagem de casca, índice de gema e cor) foram realizadas semanalmente utilizando-se 2 ovos por repetição (60/tratamento). A UH foi calculada utilizando-se a fórmula proposta por Brant et al. (1951), em que: $UH = 100\text{Log} (h + 7,57 - 1,7W0,37)$ onde: h = altura do albúmen (mm) e W = peso do ovo (g).

A gravidade específica foi determinada realizando-se a imersão dos ovos soluções salinas de densidade variando de 1,0650 a 1,0950 kg/L, a um gradiente de 0,0025 determinada através de um densímetro INCOTERM 5854. A espessura de casca, incluindo as membranas, foi medida depois que as cascas foram secas em temperatura ambiente por 96 horas e pesadas, por meio da leitura de três pontos distintos na região equatorial utilizando-se um paquímetro digital, com precisão de 0,01 mm (Barreto et al., 2007).

O pH do albúmen e da gema foi verificado usando-se um pHmetro digital de bancada Kasvi® calibrado previamente com soluções tampão com pH 4,0 e 7,0.

A mensuração da cor da gema foi realizada colorímetro calibrado da marca Konica Minolta (modelo Chroma Meter CR- 400) de acordo com Bible e Singha (1993) realizada em ovos logo após a quebra. Foram avaliados três parâmetros de cor: L^* , a^* e b^* . O valor de a^* caracteriza coloração na região do vermelho ($+a^*$) ao verde ($-a^*$), o valor b^* indica coloração no intervalo do amarelo ($+b^*$) ao azul ($-b^*$). O valor L nos fornece a luminosidade, variando do branco ($L=100$) ao preto ($L=0$) (Harder, 2005).

2.5 Avaliação do padrão de comportamento, temperatura corporal, imobilidade tônica, frequência respiratória e temperatura cloacal

As variáveis de comportamento e temperatura corporal foram mensuradas semanalmente, sempre no mesmo dia e horário.

A avaliação da expressão dos comportamentos das aves foi realizada aos 30, 37 e 44 dias de experimento, utilizando o método Scan sampling (Lehner et al., 1992). Para tal, as parcelas foram filmadas duas vezes ao dia (08:00 e as 15:00h), por 10 minutos cada. A qualificação de comportamentos foi realizada mediante a repetição de atividades em observações preliminares e listadas em um repertório comportamental (etograma) elaborado de acordo com Rudkin e Stewart (2003), Pereira et al (2005) e Royer, (2018) (Quadro 1 e 2). Para determinação da frequência das atividades desenvolvidas, desconsiderou-se os três primeiros minutos do vídeo e quantificou-se os comportamentos das aves nos momentos 0, 1, 2, 3, 4 e 5 min da gravação.

Quadro 1. Etograma comportamental de codornas japonesas

ATIVIDADES	DESCRIÇÃO DA ATIVIDADE
a) Comer	Quando a ave está se alimentando, comportamento caracterizado quando a ave se encontrava com a cabeça no comedouro tipo calha;
b) Beber	Quando a ave está bebendo água, caracterizado quando a ave estava com a cabeça dentro do bebedouro tipo nipple;
c) Explorar penas	Comportamento não-agressivo, caracterizado quando a ave investigava suas próprias penas com o bico;
d) Esticar asas	Ato em que a ave estica uma asa e uma perna no mesmo hemisfério do corpo;
e) Coçar a cabeça	Comportamento que a ave coça a cabeça com uma das patas;
f) Ciscar	Comportamento considerado como típica das aves, caracterizado quando a ave explora seu território com seus pés e bico;
g) Bicagem de outra ave	Comportamento em que a ave bica qualquer parte do corpo de outra ave;
h) Bicagem da gaiola	Comportamento em que a ave bica as laterais da gaiola;
i) Deitada Observando	Ato em que ave fica deitada, com o peito apoiado na gaiola e a cabeça levantada observando;
j) Andar de um lado para outro	Ato da ave caminhar de um lado para o outro;

k) Ofegação	Ato da ave de estar de bico aberto para eliminação do calor endógeno pela respiração.
-------------	---

Fonte: Adaptado de Rudkin e Stewart (2003); Pereira et al., (2005); Royer, (2018).

Quadro 2. Ficha comportamental usada na coleta dos dados comportamentais

ETOGRAMA						
Projeto:						
Data:			Avaliador:			
Tratamento:			Repetição:			
Atividades	Tempo					
	0	1	2	3	4	5
Comer						
Beber						
Explorar penas						
Esticar asas						
Coçar a cabeça						
Ciscar						
Bicagem de outra ave						
Bicagem da gaiola						
Dormir						
Deitado observando						
Andando de um lado pra o outro						
Ofegação						

Para avaliar os efeitos da temperatura ambiente e dos níveis de extrato de uva sobre a temperatura corporal, semanalmente, foram mensuradas a temperatura superficial da cabeça, corpo e canelas das aves conforme descrito por Camerini et al. (2016). Para tal, foram obtidas imagens termográficas de duas aves aleatórias (em decúbito dorsal à câmera) por repetição, às 08:00 e 15:00h. As imagens foram processadas no software FLIR Quick Report obtendo-se a temperatura média das áreas selecionadas. A amplitude de temperatura de corpo e cabeça foi calculada pela diferença entre a temperatura mínima e máxima de cada área.

A imobilidade tônica foi mensurada em duas aves por repetição, semanalmente, as 08 hrs, de acordo com a metodologia descrita por Jones e Faure (1981), a qual consiste em colocar a ave, individualmente, em decúbito dorsal, restringindo-a sobre uma estrutura de madeira ou plástico para, finalmente, induzir o estado catatônico. Na sequência, o tempo foi aferido por cronômetro pelo observador. O tempo máximo em imobilidade tônica admitido foi de 5 minutos por ave. Após, das mesmas aves foram aferidas a temperatura cloacal, introduzindo o

termômetro clínico digital com ponta flexível, precisão de 0,1 °C, na cloaca até a estabilização da temperatura.

A frequência respiratória das aves foi aferida em dois horários (08:00 e 15:00 horas). Para tal, duas aves por repetição, calmas e se alimentando, foram observadas realizando a contagem dos movimentos peitorais, por um período médio de tempo de 15 segundos. O resultado obtido foi multiplicado por quatro para obter a média de movimento por minuto (mov/min).

2.6 Perfil bioquímico sérico, níveis de hormônios tireoidianos, biometria e matéria mineral óssea

Na avaliação bioquímica sérica, o sangue dos animais eutanasiados foi colhido após o deslocamento cervical e a secção das veias e artérias, jugulares e carótidas, em tubos sem coagulantes. Após o sangue foi centrifugado a 5.000 rpm por 10 minutos (Minafra et al., 2010). Depois da separação do soro, este foi imediatamente congelado a -20 °C.

Os teores séricos de fósforo (mg/dL), cálcio (mg/dL), proteínas totais (g/dL), albumina (mg/dL), globulinas (mg/dL), colesterol (mg/dL), triglicerídeos (mg/dL), glicose (mg/dL) e amilase (mg/dL) foram determinados com o uso de kits comerciais Doles®, Analisa®, Bioclin® e Ebra® e leitura em espectrofotômetro Bel UV-M51®; enquanto os hormônios da tireóide (T3 ng/dL e T4 ug/dL) foram avaliados em Automated Modular Cobas 6000 (Roche)®. Os valores de globulinas foram determinados pela diferença nos teores de proteínas totais e albumina.

Para avaliar os parâmetros ósseos, após o abate foram retiradas as tíbias e fêmures das pernas direitas, identificadas e limpas de tecido aderente, resíduos de carne e cartilagem.

Os ossos foram pesados em balança analítica de 0,01g e as medidas de comprimento e espessura mediana realizadas por meio de paquímetro digital de precisão de 0,02 mm. O índice de Seedor (IS) foi obtido dividindo o peso, em mg, pelo comprimento, em mm (Seedor et al., 1991).

Para análise de matéria mineral, após limpeza e secagem, os ossos foram desengordurados em sistema Soxhlet, secos em estufa a 55°C, pesados e incinerados por 6 horas em forno mufla a 600 °C. Posteriormente foram resfriados e pesados.

2.7 Digestibilidade de nutrientes

Para determinar a digestibilidade de nutrientes, utilizou-se o método da coleta total de excretas segundo a metodologia de Sakomura e Rostagno (2016).

A coleta total de excretas foi realizada por quatro dias, às 08:00 e 16:00h e as amostras

congeladas a -20 °C. Após a finalização da coleta, as amostras foram descongeladas, homogeneizadas e retiradas alíquotas de 300 g, secas em estufa de ventilação forçada, a 55 °C, por 72 horas. Com os registros da quantidade de ração ingerida e excretas produzidas e os valores de matéria seca, energia bruta e de nitrogênio das dietas e excretas (Silva e Queiroz, 2009; Detmann et al., 2012) foram determinados os coeficientes de metabolização da matéria seca (CMAMS), da proteína bruta (CMAPB) e da energia bruta (CMAEB), a da energia metabolizável aparente (EMA) e energia metabolizável aparente corrigida para nitrogênio (EMAn) de acordo com as equações propostas por Sakomura e Rostagno (2007) e Matterson et al. (1965):

$$\text{CMAMS (\%)} = (\text{MS Ingerida} - \text{MS Excretada} / \text{MS Ingerida}) * 100.$$

$$\text{CMAPB (\%)} = (\text{PB Ingerida} - \text{PB Excretada} / \text{PB Ingerida}) * 100.$$

$$\text{CMAEB (\%)} = (\text{EB Ingerida} - \text{EB Excretada} / \text{EB Ingerida}) * 100.$$

$$\text{EMA (Kcal/Kg)} = (\text{Energia bruta ingerida} - \text{Energia excretas}) / \text{MS ingerida}$$

$$\text{EMAn (Kcal/Kg)} = \text{EMA} - (\text{Balanço de nitrogênio} \times 8,22)$$

2.8 Análise estatística

As variáveis foram submetidas à análise de variância e teste F ($p < 0,05$). Valores de p entre 0,05 e 0,10 foram consideradas tendências. Efeitos significativos ($p < 0,05$) dos níveis de extrato de uva foram submetidos à análise de regressão polinomial pelo programa R 4.2.3.

Para análise de qualidade de ovos armazenados, os dados foram analisados em esquema fatorial (dias de armazenamento x níveis de inclusão). Diferenças para os dias de armazenamento detectadas pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

A análise de expressão do comportamento das codornas foi realizada por meio de modelos lineares generalizados com distribuição de Poisson. Inicialmente, foi ajustado um modelo considerando os efeitos fixos dos tratamentos e das semanas, e a significância dos efeitos foi avaliada por meio da análise de deviance (teste Qui-quadrado). Em seguida, foram testadas possíveis tendências de resposta aos tratamentos por meio de modelos com termos lineares e quadráticos para a variável tratamento, sendo a escolha do melhor modelo baseada no critério de informação bayesiano (BIC). As médias ajustadas dos tratamentos foram estimadas com o pacote emmeans, permitindo a comparação dos efeitos dos tratamentos de forma controlada para o fator semana.

3 RESULTADOS

3.1 Avaliação do desempenho produtivo, qualidade de ovos frescos e avaliação do tempo de armazenamento sobre a qualidade de ovos

O extrato de uva nas dosagens utilizadas não afetou nas variáveis desempenho das codornas japonesas em final de ciclo de produção e estressadas por calor ($p < 0,05$) (Tabela 3).

Tabela 3. Desempenho de codornas japonesas criadas sob estresse por calor em final de ciclo produtivo suplementadas com extrato de uva

Variáveis	Extrato de uva (mg/kg)					Probabilidades		
	0	250	500	750	1000	CV%	Valor de P	EPM
Consumo ave/dia (g)	24,93	25,41	25,80	26,12	25,58	6,20	0,7562	0,647
CA/ massa ovos	3,68	3,21	4,08	3,48	3,54	21,96	0,4460	0,322
CA / duzia ovos	1,32	1,23	1,40	1,30	1,30	9,78	0,3140	0,052
M ovo (g/ave/dia)	7,05	7,92	6,84	7,71	7,28	17,70	0,5854	0,531
Postura (%)	76,33	82,44	74,89	80,94	79,11	8,92	0,3365	2,866
Ovos viáveis (%)	98,19	99,31	99,06	99,28	98,57	0,91	0,1663	0,366
Ganho de peso (g/ave)	-16,52	-15,13	-14,72	-13,33	-12,49	-49,98	0,8986	3,072

CA – Conversão alimentar; M ovo – Massa de ovos; CV – Coeficiente de variação; EPM – Erro padrão da média.

Embora sem significancia estatística ($p < 0,05$), observou-se perda de peso corporal (g) das codornas em todos os tratamentos.

Observou-se diferenças significativas ($p < 0,05$) da inclusão do extrato de uva sobre as variáveis de UH (Unidade Haugh), pH de albúmen e coloração de gema L* e b* dos ovos frescos (Tabela 6). O efeito quadrático das variáveis demonstrou, para os ovos frescos, que máximos valores de UH, cor L e b foram obtidos, respectivamente, com a inclusão de extrato de uva nas dosagens 206,37 mg/kg, 287,11 mg/kg e 275,08 mg/kg; enquanto foi observado efeito linear sobre a variável pH do albúmen (Tabela 4).

Tabela 4. Qualidade de ovos frescos de codornas japonesas criadas sob estresse por calor em final de ciclo produtivo suplementadas com extrato de uva

Variáveis	Extrato de uva (mg/kg)					Probabilidades		
	0	250	500	750	1000	CV%	Valor de P	EPM
Peso (g)	12,14	11,52	11,68	12,01	11,58	4,10	0,1338	0,197
Índice Gema	0,47	0,46	0,47	0,46	0,45	6,02	0,8520	0,011
Espessura casca (mm)	0,25	0,25	0,26	0,24	0,26	8,75	0,3785	0,009
Gema (%)	29,42	31,34	30,95	30,36	30,64	4,83	0,2454	0,602

Albúmen (%)	62,93	60,78	61,01	62,14	61,50	2,66	0,1803	0,670
Casca (%)	7,64	7,86	8,02	7,48	7,84	6,53	0,4105	0,207
UH ¹	88,45	88,23	88,29	86,11	83,44	3,66	0,0489	1,298
pH gema	6,40	6,59	6,72	6,53	5,61	19,81	0,5794	0,515
pH Albúmen ²	8,82	8,92	8,50	8,55	8,55	2,18	0,0017	0,077
Densidade (g/cm3)	530,94	532,40	532,40	531,38	531,38	0,35	0,6570	0,766
Cor								
L* ³	49,47	47,99	48,00	52,99	58,62	5,51	0,0000	1,156
a*	-2,76	-2,48	-2,34	-2,55	-3,00	-20,73	0,2845	0,222
b* ⁴	35,72	34,97	37,02	36,32	44,26	5,70	0,0000	0,875

CV – Coeficiente de variação; EPM – Erro padrão da média.

¹ Efeito quadrático $y = -0,000008 x^2 + 0,003302 x + 88,319605 R^2 = 98,29$

² Efeito linear $y = 0,000364 x + 8,856817 R^2 = 58,60$

³ Efeito quadrático $y = 0,0000022 x^2 - 0,012633 x + 49,503488 R^2 = 98,83$

⁴ Efeito quadrático $y = 0,0000017 x^2 - 0,00935 x + 36,0685 R^2 = 86,74$

O tempo de armazenamento influenciou negativamente ($p < 0,05$) a maioria das características de qualidade dos ovos, como peso, espessura da casca, pH da gema, densidade e cor, indicando uma deterioração progressiva ao longo dos 28 dias avaliados. O efeito quadrático da adição de extrato de uva na ração demonstrou pH da gema e cor (a*) dos ovos armazenados com a inclusão 288,75 mg/kg e 685 mg/kg, respectivamente (Tabela 5).

Tabela 5. Qualidade de ovos estocados em 07, 14, 21 e 28 dias, de codornas japonesas criadas sob estresse por calor em final de ciclo produtivo suplementadas com extrato de uva

TA (dias)	Peso (g)	Índice Gema	Espessura casca (mm)	Gema (%)	Albúmen (%)	Casca (%)	UH	pH	pH	Densidade (g/cm3)	cor	cor	cor
								gema ¹	albúmen		L*	a* ²	b*
0	12,08 a	0,47 a	0,29 a	30,18 a	62,09 a	7,71 c	87,97 b	6,88 a	8,73 a	1,062 a	49,61 b	-2,45 a	36,90 c
7	11,29 b	0,47 a	0,23 b	31,21 a	60,87 a	7,91 b	90,35 a	6,19 b	7,37 b	1,050 b	44,96 a	-1,91 b	34,90 d
14	11,33 b	0,46 a	0,24 b	32,51 a	57,27 a	8,21 a	85,87 c	6,29 a	7,33 b	1,033 b	42,71 a	-1,66 b	34,56 d
21	11,21 b	0,40 b	0,23 b	32,91 a	59,06 b	8,02 b	81,39 e	6,11 b	7,25 b	1,050 b	63,74 c	-2,74 a	52,20 a
28	10,99 b	0,42 b	0,21 b	30,83 a	60,68 a	8,48 a	83,99 d	6,56 a	7,87 b	1,050 b	49,35 b	-1,45 b	41,23 b
Extrato de uva (mg/kg)													
0	11,37	0,45	0,23	30,90	61,08	8,01	86,36	6,32	7,90	213,00	50,82	-2,26	39,53
250	11,36	0,44	0,24	31,86	60,11	8,01	85,52	6,04	7,38	213,57	49,21	-2,25	38,18
500	11,33	0,45	0,25	31,78	59,97	8,24	87,40	6,19	7,16	213,59	47,54	-1,61	39,51
750	11,50	0,44	0,24	30,87	61,12	7,99	85,39	6,51	7,81	213,34	51,29	-1,98	39,78
1000	11,35	0,45	0,24	32,22	59,68	8,08	84,91	6,97	8,30	213,34	51,52	-2,00	42,79
Probabilidade													
A	0,0000	0,0000	0,0000	0,0549	0,0292	0,0001	0,0000	0,0051	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
EU	0,9101	0,8990	0,4732	0,6122	0,5318	0,5151	0,0737	0,0010	0,0013	0,6683	0,0005	0,0016	0,0000
A x EU	0,2503	0,2753	0,4745	0,3067	0,2734	0,3415	0,0077	0,0790	0,0423	0,8633	0,0000	0,1015	0,0000
EPM	0,1337	0,0091	0,0075	0,7425	0,7467	0,1144	0,6614	0,1596	0,2057	0,3065	0,7291	0,1233	0,5016
CV (%)	6,43	11,08	16,82	12,9	6,77	7,77	4,22	13,64	14,61	0,79	7,97	-32,98	6,88

TA – Tempo de armazenamento; A – Armazenamento; EU – Extrato de uva; UH – Unidade Unidade Haugh; CV – Coeficiente de variação; EPM – Erro padrão da média.

$$^1 \text{ Efeito quadrático } y = 0,000002 x^2 - 0,001155 x + 6,291952 \text{ R}^2 = 98,28$$

$$^2 \text{ Efeito quadrático } y = -0,000001 x^2 + 0,001370 x - 2,319619 \text{ R}^2 = 39,50$$

Houve interação significativa ($p < 0,05$) entre as semanas e as dosagens de extrato de uva para cor L*, cor b*, UH e pH de albúmen (Tabela 6).

Tabela 6. Desdobramento de qualidade de ovos estocados em 07, 14, 21 e 28 dias, de codornas japonesas criadas sob estresse por calor em final de ciclo produtivo suplementadas com extrato de uva

Tempo armazenamento (dias)	Extrato de uva (mg/kg)				
	0	250	500	750	1000
Cor L*					
0 ¹	45,73 b	44,72 b	41,45 b	51,84 b	64,33 a
7	48,53 b	45,47 b	42,93 b	43,39 c	44,50 b
14 ²	45,57 b	45,28 b	43,14 b	41,64 c	37,97 c
21	64,17 a	62,38 a	62,43 a	64,79 a	64,96 a
28 ³	50,14 b	48,23 b	47,77 b	54,86 b	45,85 b
Cor b*					
0 ⁴	32,33 c	33,29 c	34,07 c	33,93 c	50,86 a
7	36,42 b	34,44 c	34,66 c	33,62 c	35,36 c
14	34,39 c	33,86 c	34,57 c	34,62 c	34,38 c
21	53,98 a	49,93 a	52,33 a	52,17 a	52,60 a
28	40,52 b	39,37 b	40,92 b	44,57 b	40,77 b
UH					
0 ⁵	90,21 a	88,77 a	91,64 a	86,61 a	82,62 a
7	90,17 a	91,11 a	91,44 a	91,13 a	87,92 a
14	86,62 a	86,93 a	84,90 b	84,86 b	86,04 a
21	80,37 b	77,17 c	84,14 b	81,39 b	83,91 a
28	84,42 a	83,66 b	84,87 b	82,97 b	84,05 a
pH Albúmen					
0	8,85 a	9,01 a	8,70 a	8,55 a	8,55 a
7	7,58 a	7,56 a	6,39 b	7,33 a	7,98 a
14	7,58 a	7,62 a	6,27 b	7,27 a	7,92 a
21 ⁶	7,58 a	5,33 b	6,98 a	7,67 a	8,67 a
28	7,90 a	7,40 a	7,46 a	8,20 a	8,40 a

Letras diferentes minúsculas na coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). Efeitos da inclusão do extrato de uva são descritos pelas equações de regressão

$$^1 \text{ Efeito quadrático } y = 0,000046 x^2 - 0,028745 x + 46,558976 R^2 = 98,26$$

$$^2 \text{ Efeito linear } y = -0,007532 x - 46,484333 R^2 = 91,95$$

$$^3 \text{ Efeito quadrático } y = 0,000008 x^2 - 0,006719 x + 48,817310 R^2 = 7,55$$

$$^4 \text{ Efeito quadrático } y = 0,000035 x^2 - 0,020376 x + 33,794429 R^2 = 85,87$$

$$^5 \text{ Efeito quadrático } y = 0,000015 x^2 - 0,007916 x + 89,584286 R^2 = 84,91$$

$$^6 \text{ Efeito quadrático } y = 0,000006 x^2 - 0,004544 x + 7,142810 R^2 = 70,01$$

O desdobramento da interação demonstra que independentemente dos níveis de inclusão de extrato de uva observou-se maiores valores de L^* e cor b^* aos 21 dias de armazenamento. O efeito quadrático, demonstrou maiores valores de L^* e b^* aos 0 dias de armazenamento, com as inclusões de 312,44 mg/kg e 291,08 mg/kg de extrato de uva, respectivamente. Aos 14 dias de armazenamento, a inclusão do extrato de uva resultou em redução linear nos valores de L^* enquanto maiores valores desta variável foi observado aos 28 dias com a inclusão 419,93 mg/kg.

Semelhante ao observado para L^* e b^* , maiores valores de UH foram observados com a inclusão de 263,86 mg/kg do extrato de uva aos 0 dias, com queda acentuada aos 21 dias de armazenamento. O pH do albúmen apresentou valores significativamente menores para a inclusão de 378,66 mg/kg, indicando possível proteção contra a alcalinização natural durante o armazenamento.

3.2 Avaliação do padrão de comportamento, temperatura corporal, imobilidade tônica, frequência respiratória e temperatura cloacal

A suplementação do extrato de uva não alterou ($p < 0,05$) a frequência do comportamento das codornas japonesas estressadas por calor (Tabela 7).

Tabela 7. Comportamento de comer (CM), beber (BB), explorando penas (EP), coçar cabeça (CC), ciscar (CI), bicagem de outra ave (BA), bicagem da gaiola (BG), deitado observando (DO), andando de um lado para outro (AO) e ofegação (O) de codornas japonesas criadas sob estresse por calor em final de ciclo produtivo suplementadas com extrato de uva

Variáveis	Extrato de uva (mg/kg)					Probabilidades
	0	250	500	750	1000	Valor de P
CM	0,140 (2,3 - 0,0744)	0,162 (2,44 - 0,0693)	0,161 (2,43 - 0,0694)	0,169 (2,48 - 0,0678)	0,164 (2,45 - 0,0688)	0,3976
BB	0,032 (0,840 - 0,155)	0,035 (0,931 - 0,148)	0,030 (0,766 - 0,160)	0,035 (0,931 - 0,148)	0,036 (0,953 - 0,146)	0,9002
EP	0,028 (0,657 - 0,168)	0,022 (0,440 - 0,187)	0,021 (0,369 - 0,194)	0,025 (0,570 - 0,175)	0,032 (0,787 - 0,158)	0,4441
EA	0,001 (-2,93 - 1,005)	0,002 (-1,83 - 0,585)	0,001 (-2,93 - 1,005)	0,002 (-2,24 - 0,714)	0,002 (-2,24 - 0,714)	0,8166
CC	0,002 (-1,89 - 0,593)	0,001 (-2,99 - 1,009)	0,004 (-1,38 - 0,467)	0,002 (-2,29 - 0,720)	0,001 (-2,99 - 1,009)	0,3488
CI	0,015 (0,0454 - 0,230)	0,007 (-0,7019 - 0,334)	0,010 (-0,3341 - 0,278)	0,008 (-0,5965 - 0,317)	0,005 (-0,9532 - 0,378)	0,1304
BA	0,002 (-2,86 - 0,810)	0,005 (-1,77 - 0,586)	0,002 (-2,86 - 0,810)	0,002 (-2,46 - 0,699)	0,000 (-20,54 - 2954,901)	0,0664
BG	0,006 (-0,838 - 0,356)	0,006 (-0,838 - 0,356)	0,005 (-0,972 - 0,380)	0,006 (-0,838 - 0,356)	0,005 (-0,972 - 0,380)	0,9970
DO	0,284 (3,00 - 0,0523)	0,292 (3,02 - 0,0516)	0,327 (3,14 - 0,0488)	0,306 (3,07 - 0,0504)	0,306 (3,07 - 0,0504)	0,3230
AO	0,427 (3,38 - 0,0429)	0,405 (3,33 - 0,0441)	0,376 (3,26 - 0,0457)	0,378 (3,26 - 0,0456)	0,384 (3,28 - 0,0452)	0,1923
O	0,008 (-0,842 - 0,337)	0,007 (-0,947 - 0,353)	0,008 (-0,842 - 0,337)	0,011 (-0,506 - 0,292)	0,008 (-0,747 - 0,323)	0,8597

As imagens termográficas demonstraram efeitos lineares ($p < 0,05$) da adição do extrato de uva sobre temperatura do corpo e a amplitude da temperatura dos pés das aves estressadas por calor (Tabela 8).

Tabela 8. Temperatura e amplitude térmica corporal, cabeça e pé de codornas japonesas alimentadas com extrato de uva sob estresse por calor em final de ciclo produtivo

Variáveis	Extrato de uva (mg/kg)					Probabilidades		
	0	250	500	750	1000	CV%	Valor de P	EPM
Cabeça (°C)	35,2	35,5	35,5	35,5	35,6	0,67	0,108	0,097
Amplitude cabeça (°C)	7,2	7,4	6,9	7,1	6,9	6,01	0,346	0,174
Peito (°C)	35,3	35,8	37,6	36,0	36,0	5,71	0,405	0,841
Amplitude peito (°C)	4,9	5,0	4,6	4,9	4,6	7,95	0,279	0,155
Pé (°C)	34,7	37,3	35,0	35,1	35,4	6,61	0,365	0,958
Amplitude pé (°C) ¹	5,5	5,5	5,3	5,3	4,7	9,37	0,048	0,200
Corpo (°C) ²	34,2	34,6	34,7	34,8	34,9	0,78	0,001	0,110
Amplitude corpo (°C)	8,4	8,2	7,8	8,2	7,6	7,14	0,109	0,233

CV – Coeficiente de variação; EPM – Erro padrão da média.

¹ Efeito linear $y = -0,000720 x + 05,610000 R^2 = 71,82$

² Efeito linear $y = 0,000653 x + 34,316667 R^2 = 85,35$

Apesar disso, o extrato de uva não afetou variáveis fisiológicas como a frequência respiratória, temperatura cloacal ou mecanismos de respostas ao estresse com a imobilidade tônica ($p < 0,05$) (Tabela 9).

Tabela 9. Variáveis fisiológicas de codornas japonesas alimentadas com extrato de uva sob estresse por calor em final de ciclo produtivo

Variáveis	Extrato de uva (mg/kg)					Probabilidades		
	0	250	500	750	1000	CV%	Valor de P	EPM
Freq. respiratória (mov/min)	35,33	35,05	35,16	33,61	35,73	5,50	0,4025	0,785
Temperatura cloacal (°C)	41,30	41,20	41,40	41,50	41,40	0,60	0,1985	0,101
Imobilidade tônica (seg)	38,98	49,23	59,55	56,86	58,68	42,81	0,4879	9,205

CV – Coeficiente de variação; EPM – Erro padrão da média.

3.3 Perfil bioquímico do sangue, biometria e matéria mineral óssea

O extrato de uva não proporcionou variações significativas ($p < 0,05$) no perfil bioquímico sérico e na biometria óssea das codornas japonesas em final de ciclo estressadas por calor (Tabelas 10 e 11). Porém, verifica-se tendência de maior mineralização óssea da tíbia ($p=0,0984$) e fêmur ($p = 0,0918$) nas codornas alimentadas com ração contendo este aditivo.

Tabela 10. Perfil sanguíneo de codornas japonesas alimentadas com extrato de uva sob estresse por calor em final de ciclo produtivo

Variáveis	Extrato de uva (mg/kg)					Probabilidades		
	0	250	500	750	1000	CV%	Valor de P	EPM
Fósforo (mg/dL)	9,49	8,90	8,20	7,54	8,41	22,11	0,4930	0,840
Cálcio (mg/dL)	10,06	10,63	10,35	10,07	10,17	4,92	0,3439	0,209
Proteínas totais (g/DL)	5,36	5,38	5,49	5,20	5,21	23,26	0,9934	0,515
Albumina (mg/dL)	3,86	3,94	4,01	3,61	3,51	18,62	0,6934	0,288
Globulinas (mg/dL)	1,49	1,84	1,47	1,58	1,69	54,08	0,9520	0,362
Colesterol (mg/dL)	343,45	363,02	325,88	335,63	318,05	24,04	0,9069	33,658
Triglicerídeos (mg/dL)	336,95	408,24	448,29	406,88	345,91	44,52	0,7798	70,742
Glicose (mg/dL)	231,30	263,10	189,33	214,93	191,44	32,14	0,3586	28,610
Amilase (mg/dL)	389,75	484,12	410,88	449,22	458,67	24,74	0,5790	44,298
T3 (ng/DL)	0,49	0,53	0,54	0,61	0,63	24,14	0,3762	0,056
T4 (ug/DL)	67,38	99,51	56,48	68,85	78,79	76,92	0,7471	23,712

CV – Coeficiente de variação; EPM – Erro padrão da média.

Tabela 11. Biometria e matéria mineral óssea da tíbia e fêmur de codornas japonesas alimentadas com extrato de uva sob estresse por calor em final de ciclo produtivo

Variáveis	Extrato de uva (mg/kg)					Probabilidades		
	0	250	500	750	1000	CV%	Valor de P	EPM
Tíbia								
Peso (g)	0,39	0,37	0,41	0,46	0,41	24,18	0,6345	0,040
Peso (mg)	391,68	369,45	410,48	457,39	408,20	24,16	0,6326	40,190
Comprimento (mm)	39,73	37,68	45,86	47,67	37,35	22,96	0,2305	3,900
Largura (mm)	2,78	3,25	5,07	4,10	3,04	44,25	0,1213	0,650
Índice Seedor	7,55	8,39	8,77	9,60	9,13	23,88	0,5097	0,840
Matéria mineral (%)	50,30	49,96	51,05	52,52	54,48	5,94	0,0984	1,252
Fêmur								
Peso (g)	0,32	0,36	0,37	0,42	0,40	21,80	0,3040	0,033
Peso (mg)	319,51	364,57	367,82	419,76	395,38	21,79	0,3046	33,216
Comprimento (mm)	32,22	37,10	34,00	37,60	33,42	17,11	0,4578	2,436
Largura (mm)	3,05	3,73	3,68	4,25	3,40	20,90	0,1145	0,309
Índice Seedor	9,13	9,76	9,84	11,16	10,75	20,97	0,4852	0,867
Matéria mineral (%)	50,22	51,53	52,34	53,38	55,31	5,97	0,0918	1,281

CV – Coeficiente de variação; EPM – Erro padrão da média.

3.4 Digestibilidade de nutrientes

A inclusão de extrato de uva na ração não afetou o aproveitamento energético (EMA e EMAN) e os coeficientes de metabolização aparente da matéria seca (CMAMS) e energia bruta

(CMAEB) obtidos com as aves criadas sob estresse por calor. Entretanto, valores mínimos de metabolização da proteína bruta (CMAPB) foram observados com a inclusão de 530,85 mg/kg de extrato de uva na ração (Tabela 12).

Tabela 12. Energia metabolizável (EM), energia metabolizável aparente (EMAn), coeficiente de metabolização aparente de proteína bruta (CMAPB), coeficiente de metabolização aparente de matéria seca (CMAMS) e coeficiente de metabolização aparente de energia bruta (CMAEB) de codornas japonesas suplementadas com extrato de uva

Variáveis	Extrato de uva (mg/kg)					Probabilidades		
	0	250	500	750	1000	CV%	Valor de P	EPM
EM (kcal/g MS)	3102,77	2999,09	3012,01	3094,45	3033,97	2,79	0,1466	34,739
EMAn (kcal/g MS)	3082,59	2988,31	3000,41	3079,82	3021,21	2,80	0,1977	34,662
CMAPB (%) ¹	66,52	49,87	45,58	54,98	59,69	11,79	0,0001	2,664
CMAMS (%)	78,50	76,90	77,40	79,06	78,49	3,58	0,6594	1,141
CMAEB (%)	82,44	81,13	80,74	81,70	81,43	2,78	0,7537	0,926

CV – Coeficiente de variação; EPM – Erro padrão da média.

¹ Efeito quadrático $y = 0,000064 x^2 - 0,067905 x + 65,097381$ $R^2 = 87,15$

4 DISCUSSÃO

Estudos têm mostrado que os polifenóis são eficazes contra o estresse térmico, regulam positivamente a produção de proteínas de choque térmico e enzimas antioxidantes, inibindo assim a formação excessiva de espécies reativas de oxigênio (EROS) (Hu et al., 2019).

Os resultados de desempenho obtidos nesta pesquisa corroboram com Hafeez et al. (2023) que utilizaram níveis de 250, 500 e 750mg/kg de extrato da semente de uva para poedeiras marrons e não observaram alteração significativa na ingestão de ração, ganho de peso corporal e taxa de conversão alimentar entre os grupos controle e tratados. Entretanto, diferem dos resultados de Zebari e Doğan (2024) que indicaram que a inclusão de 1 e 2% do pó de bagaço de uva proporcionou maior produção de ovos e melhor taxa de conversão alimentar.

A ausência de resultados no desempenho das codornas neste experimento, pode ser atribuída às diferenças no sistema neuroendócrino das aves ocasionadas pelo estresse térmico, afetando negativamente o consumo de ração e resultando em baixo ganhos em produtividade (Dobson e Smith, 1995; Bain et al., 2016). Verifica-se nesta pesquisa, que embora sem efeitos do extrato de uva, todos os animais experimentais perderam peso corporal (Tabela 1), indicando claro efeito negativo do estresse por calor sobre o consumo de ração e desempenho. Além disso, associação de fatores como linhagem, formação de radicais livres e mudanças fisiológicas

devido ao final da vida produtiva das codornas podem ter intensificado o desafio enfrentado (Calik, 2017; Hanlon et al., 2021; Hao et al., 2021).

Corroborando com os dados de desempenho, não foram verificados efeitos do extrato de uva sobre o aproveitamento energético e CMAMS da ração, porém, observa-se piora no CMAPB com a inclusão de até 530,85 mg de extrato de uva/kg da ração. Estudos prévios associam a inclusão de aditivos e coprodutos da uva a uma menor digestibilidade protéica por aves (Besharati e Taghizadeh 2009; Besharati et al., 2022; Romero et al. 2022). Segundo os autores, este efeito é atribuído a presença dos taninos, um grupo diverso de polifenóis com a capacidade de se complexar com proteínas e outras frações da ração, levando a uma redução na digestibilidade de proteínas (Mueller-Harvey, 2006; Muir, 2011; Adamczyk et al., 2017; Avila et al., 2020).

Como era esperado, neste trabalho, a estocagem dos ovos resultou em deterioração progressiva dos ovos de codornas. De acordo com Samli et al. (2005) os armazenamentos dos ovos sofrem mudanças físico-químicas, como perda de umidade e gases (principalmente oxigênio e dióxido de carbono) através dos poros da casca do ovo e membranas do ovo, perda de teor de umidade e aumento do pH do albúmen, bem como aumento do tamanho das moléculas de ar.

Apesar da ausência de resultados sobre o desempenho, o extrato de uva em dosagens entre 206,37 mg/kg e 378,66 mg/kg proporcionou melhorias na luminosidade (L^*), cor b^* e UH de ovos frescos e armazenados das codornas. De forma semelhante, Romero et al. (2022) a observaram aumento na pontuação da cor da gema de ovos de galinhas em dietas contendo bagaço ou extrato uva.

Esses achados deve-se a presença de pigmentos naturais de β -caroteno e luteína presentes no extrato de uva (Bunea et al., 2012; Castellanos-Gallo et al., 2022; Romero et al., 2022). O extrato de uva utilizado nesta pesquisa possuía 291,03 mg de flavanóides totais e 278,30 mg de protocianidinas presença de antocianinas. Stavenga et al. (2021) afirmaram que os espectros de absorção de flavonoides são severamente dependentes do pH em que soluções ácidas são vermelhas, enquanto condições fracamente ácidas ou neutras são roxas ou azuis, e meios alcalinos são verdes ou amarelos (Kajjiya, 2020). Sob condições mais ácidas e alcalinas, a cianidina mostra maior luminosidade em comparação com o resto da faixa de pH (Rakić e Poklar, 2021). Assim, considerando-se a faixa de pH da gema (6,04 a 6,97), justifica-se a intensificação da luminosidade (espectro do branco ao preto) e cor b (espectro do amarelo ao azul) da gema dos ovos das codornas alimentadas com extrato de uva.

A suplementação com pó de bagaço de uva (1%, 2% e 4%) e bagaço de uva branca (6%), apresentaram valores mais altos de resistência à ruptura da casca do ovo, unidade Haugh

e índice de albumina, peso médio do ovo, peso da casca do ovo, peso da gema e cor a* (Cornescu et al., 2024; Zebari e Doğan, 2024). Diferente do observado nesta pesquisa, Hafeez et al. (2024) não verificaram efeitos da inclusão do extrato da semente de uva nas dosagens de 250, 500 e 750 mg/kg sobre a Unidade Haugh de ovos de poedeiras marrons.

Apesar das influências positivas do extrato de uva sobre a qualidade dos ovos de codornas estressadas por calor, não foi verificado nesta pesquisa efeitos deste aditivo sobre o perfil sérico bioquímico, biometria e mineralização óssea, parâmetros fisiológicos, imobilidade tônica e frequência comportamental das aves ($p < 0,05$).

A ausência de alterações significativas nas variáveis bioquímicas séricas observada neste estudo sugere que a suplementação com extrato de uva não comprometeu o metabolismo nutricional das codornas, mesmo sob condições de estresse, embora alguns trabalhos com derivados de uvas tenham demonstrado efeito sobre perfil hepático e lipídico sérico em codornas, frangos e galinhas, respectivamente (El-Damrawy et al., 2014; Selim et al., 2023; Sur et al., 2023; Zebari e Doğan, 2024).

O metabolismo mineral é diretamente impactado pelo estresse por calor, resultante de alterações nos níveis séricos de cálcio, devido a respiração ofegante (ocasionado a alcalose respiratória) e pode finalmente levar a distúrbios esqueléticos (Hu et al., 2017; Jiang et al., 2021; Renaudeau et al., 2012; Yan et al., 2020).

A estabilidade metabólica nos níveis de cálcio e fósforo séricos, justificam a ausência de mudanças significativas na biometria óssea, embora tenha havido tendência ($p < 0,010$) de melhoria na mineralização óssea. Pesquisas prévias demonstram que o extrato de semente e folhas de uva melhoram a saúde do fêmur e angiogênese tibial em frangos de corte (Qamar et al., 2020; Abbas e Khauoon, 2021). De acordo com os autores, o mecanismo pelo qual os coprodutos da uva influenciam o metabolismo óssea ainda são desconhecidos e novas pesquisas devem ser realizadas para elucidar o potencial destes aditivos sobre a saúde óssea, especialmente de animais criados em clima quente.

O extrato de uva apresentou efeito termogénico linear, elevando a amplitude da temperatura dos pés e corpo das aves. Efeitos semelhantes foram observados em camundongos que receberam extrato de semente de uva ou extrato de casca de uva e aumentaram a termogênese no tecido adiposo marrom e o escurecimento no tecido adiposo branco (Yang et al., 2023). Apesar das alterações térmicas, neste ensaio não foram detectados alterações nos hormônios T3 e T4, reguladores do metabolismo basal e termogênese, conforme foi observado por Garasto et al., (2017) e Soares et al., (2021). Também permaneceram inalterados os mecanismos compensatórios de perda de calor como elevação da frequência respiratória (Abou-Elkhair et al., 2020; Soares et al., 2021; Egbuniwe et al., 2023) e medidas comportamentais,

apesar da tendência ($p = 0,0664$) de maior frequência de bicagem entre as aves, o que claramente, é indicativo de estresse (Mahmoud et al., 2015; Wasti et al., 2020).

Em contrapartida, conforme relatado acima, as aves desse estudo apresentaram perda de peso sem interferência do extrato de uva no consumo de ração em todos os tratamentos, podendo estar relacionado ao gasto metabólico para manter a temperatura corporal (Jiang et al., 2021; Lin et al., 2006; Vandana et al., 2021).

Ainda, o aumento da temperatura corporal com a inclusão de extrato de uva, pode ser efeito da ação da proantocianidina da uva sobre a expressão do marcador termogênico UCP1 no tecido adiposo marrom (Du et al., 2021; Cremonini et al., 2024), prevenindo a obesidade sem inibir a ingestão alimentar principalmente pelo aumento do aumento do gasto energético, por meio da promoção da produção de calor do tecido adiposo marrom e do escurecimento do tecido adiposo branco. Além disso, pode atenuar parte dos índices bioquímicos plasmáticos, da resistência à insulina e da tolerância à glicose (Zhou et al., 2019).

A elevação do peso corporal no final do ciclo de produção, leva a mudanças metabólicas e fisiológicas que entre outros fatores implicam na piora da produção de ovos. Nesta pesquisa, o estresse por calor resultou em perda de peso em todos os animais, suprimindo os efeitos do extrato de uva sobre essa variável. Porém, o efeito termogênico observado neste ensaio, sugerem que o uso de extrato de uva, em situações de conforto térmico, pode ser estratégia para contribuir para o controle do peso de poedeiras no final do ciclo e prolongar sua produtividade.

CONCLUSÃO

O uso do extrato de uva não melhora o desempenho, metabolismo nutricional e bem-estar de codornas no final do ciclo produtivo estressadas por calor. Entretanto, níveis entre 250 a 400 mg/kg na ração de codornas japonesas acarretam melhorias na cor, UH e pH dos ovos frescos e armazenados por até os 28 dias sob refrigeração.

Além disso níveis lineares de inclusão demonstraram potencial termogênico, sem alterar produção e consumo de ração e sugerem ser, alternativa para controle de peso de poedeiras em final de ciclo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abbas, Rabia J.; Khauoon, Taha Hasheem. Effect of adding different levels of grapes (*Vitis vinifera* L.) seeds and leaf powder or their extracts on some bone characteristics and total ash content in broiler chickens. *Asian Journal of Dairy and Food Research*, v. 40, n. 3, p. 341-344, 2021.

Abou-Elkhair, Reham, et al. "Effect of a diet supplemented with the *Moringa oleifera* seed powder on the performance, egg quality, and gene expression in Japanese laying quail under heat-stress." *Animals* 10.5 (2020): 809.

Abreu, Paulo Giovanni et al. Estimativa da temperatura de globo negro a partir da temperatura de bulbo seco. *Revista Engenharia na Agricultura-REVENG*, v. 19, n. 6, p. 557-563, 2011.

Adamczyk, Bartosz et al. Tannins and their complex interaction with different organic nitrogen compounds and enzymes: Old paradigms versus recent advances. *ChemistryOpen*, v. 6, n. 5, p. 610-614, 2017.

Avila, Andre S. et al. Effects of black wattle (*Acacia mearnsii*) condensed tannins on intake, protozoa population, ruminal fermentation, and nutrient digestibility in Jersey steers. *Animals*, v. 10, n. 6, p. 1011, 2020.

Bain, Maureen M.; NyS, Yves; Dunn, Ian C. Increasing persistency in lay and stabilising egg quality in longer laying cycles. What are the challenges?. *British poultry science*, v. 57, n. 3, p. 330-338, 2016.

Barreto, Sergio Luiz de Toledo et al. Determinação da exigência nutricional de cálcio de codornas japonesas na fase inicial do ciclo de produção. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 36, p. 68-78, 2007.

Besharati, M.; Taghizadeh, A. Evaluation of dried grape by-product as a tanniniferous tropical feedstuff. *Animal Feed Science and Technology*, v. 152, n. 3-4, p. 198-203, 2009.

Besharati, Maghsoud et al. Tannin in ruminant nutrition. *Molecules*, v. 27, n. 23, p. 8273, 2022.

Bible, B. B.; Singha, S. Canopy position influences cielab coordinates of peach color. (1993). *Hortscience*, Alexandria, v. 28, n. 10, p. 992-993. <<http://hortsci.ashspublications.org/content/28/10/992.short>>. Acesso em: 04 nov. 2023.

BounimI, S; Chebli, B. Synergistic antioxidant activity of three essential oils of Lamiacea family from Morocco. *Applied Journal of Environmental Engineering Science*, v. 3, n. 2, p. J. *Envir. Eng. Sci.* 3 N° 2 (2017) 195-200, 2017.

Brant, A.W.; Otte, A.W.; Norris, K.H. Recommend standards for scoring and measuring opened egg quality. *Food Technology*, v.5, p.356-361, 1951.

- Brenes, Agustín; Roura, E. Essential oils in poultry nutrition: Main effects and modes of action. *Animal feed science and technology*, v. 158, n. 1-2, p. 1-14, 2010.
- Bunea, Claudiu-Ioan et al. Carotenoids, total polyphenols and antioxidant activity of grapes (*Vitis vinifera*) cultivated in organic and conventional systems. *Chemistry Central Journal*, v. 6, p. 1-9, 2012.
- Calik, Jolanta. Effect of length of productive life of Rhode Island Red (R-11) hens on their performance and egg quality. *Acta Scientiarum Polonorum Zootechnica*, v. 13, n. 1, p. 39-50, 2017.
- Camerini, N.L., Silva, R.C., Nascimento, J.W.B., Oliveira, D.L. & Souza, B.B. 2016. Surface temperature variation of laying hens created in two creation systems using Thermography. *Agropecuária Científica no Semiárido* 12, 145–152 (in Portuguese).
- Castellanos-Gallo, Lilisbet et al. Grape pomace valorization by extraction of phenolic polymeric pigments: A review. *Processes*, v. 10, n. 3, p. 469, 2022.
- Cornescu, Gabriela Maria et al. White Grape Pomace Effect on Laying Hens' Productivity, Egg Quality Traits, and Antioxidant Capacity Under Normal, Heat, and Cold Thermal Conditions. *Agriculture*, v. 14, n. 12, p. 2209, 2024.
- Cremonini, Eleonora et al. Anthocyanins and their metabolites promote white adipose tissue beiging by regulating mitochondria thermogenesis and dynamics. *Biochemical Pharmacology*, v. 222, p. 116069, 2024.
- Detmann, E.; Souza, M. A.; Valadares Filho, S. C.; Queiroz, A. C.; Berchielli, T. T.; Saliba, E. O. S.; Cabral, L. S.; Pina, D. S.; Ladeira, M. M. and Azevedo, J. A. G. 2012. Métodos para análise de alimentos. INCT - Ciência Animal 1. ed. Suprema, Visconde do Rio Branco. 14p.
- Dobson, H.; SMITH, R. F. Stress and reproduction in farm animals. *Journal of Reproduction and Fertility-Supplements only*, v. 49, p. 451-462, 1995.
- Du, Haiping et al. Grape seed proanthocyanidins reduced the overweight of C57BL/6J mice through modulating adipose thermogenesis and gut microbiota. *Food & Function*, v. 12, n. 18, p. 8467-8477, 2021.
- Egbuniwe, Ifeanyichukwu et al. Dietary Ascorbic Acid and Betaine Modulate Responses in Tonic Immobility, Respiratory Rate and Stress Biomarkers of Japanese Quail Hens Reared

Under Hot-Humid Condition. Respiratory Rate and Stress Biomarkers of Japanese Quail Hens Reared Under Hot-Humid Condition. V.1, n.1, p.35, 2023.

El-Damrawy, S. Z. Effect of grape seed extract on some physiological changes in broilers under heat stress. *Egypt Poultry Sci*, v. 34, n. 1, p. 333-343, 2014.

Garasto, Sabrina et al. Thyroid hormones in extreme longevity. Mechanisms of ageing and development, v. 165, p. 98-106, 2017.

Godefroot, M.; Sandra, Patrick; Verzele, Maurice. New method for quantitative essential oil analysis. *Journal of Chromatography A*, v. 203, p. 325-335, 1981.

Hafeez, Abdul et al. Effect of dietary polyphenol rich grape (*Vitis vinifera*) seed extract supplementation on production performance, egg quality, plasma MDA, reproductive performance and faecal microbiota of golden laying hens. *Journal of Applied Animal Research*, v. 52, n. 1, p. 2365748, 2024.

Hafeez, Abdul et al. Impact of grape (*Vitis vinifera*) seed extract on egg production traits, nutrients digestibility, lipid peroxidation and fertility of golden laying hens (*Gallus gallus*) during early stage of production. *Veterinary Quarterly*, v. 43, n. 1, p. 1-7, 2023.

Hamilton, R. M. G.; Bryden, W. L. Relationship between egg shell breakage and laying hen housing systems—an overview. *World's Poultry Science Journal*, v. 77, n. 2, p. 249-266, 2021.

Hanlon, Charlene; Takeshima, Kayo; Bédécarrats, Grégory Y. Changes in the control of the hypothalamic-pituitary gonadal axis across three differentially selected strains of laying hens (*Gallus gallus domesticus*). *Frontiers in physiology*, v. 12, p. 651491, 2021.

Hao, Er-Ying et al. The relationship between the mTOR signaling pathway and ovarian aging in peak-phase and late-phase laying hens. *Poultry science*, v. 100, n. 1, p. 334-347, 2021.

Harder, M. N. C. Efeito do urucum (*Bixa orellana*) na alteração de características de ovos de galinhas poedeiras. 74 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.

Hu, F. et al. Effects of antimicrobial peptides on growth performance and small intestinal function in broilers under chronic heat stress. *Poultry science*, v. 96, n. 4, p. 798-806, 2017.

- Hu, Ruizhi et al. Polyphenols as potential attenuators of heat stress in poultry production. *Antioxidants*, v. 8, n. 3, p. 67, 2019.
- Jia, Z. S., Tang, M. C., and Wu, J. M. 1999. The determination of flavonoid contents in mulberry and their scavenging effects on superoxideradicals. *Food Chem.* 64:555-559
- Jiang, Sha et al. Bacillus subtilis-based probiotic improves skeletal health and immunity in broiler chickens exposed to heat stress. *Animals*, v. 11, n. 6, p. 1494, 2021.
- Jiang, Zhihui et al. Protective effects of 1, 8-cineole microcapsules against inflammation and gut microbiota imbalance associated weight loss induced by heat stress in broiler chicken. *Frontiers in Pharmacology*, v. 11, p. 585945, 2021.
- Jones, R.B.; Faure, J.M. Tonic immobility (“righting time”) in laying hens housed in cages and pens. *Appl. Anim. Ethol.*, v.1, p.369-372, 1981.
- Kajiya, Daisuke. Demonstrating Purple Color Development to Students by Showing the Highly Visual Effects of Aluminum Ions and pH on Aqueous Anthocyanin Solutions. *Journal of Chemical Education*, v. 97, n. 11, p. 4084-4090, 2020.
- Khalaf, Reema Abu et al. Isolation and structure elucidation of bioactive polyphenols. *Studies in Natural Products Chemistry*, v. 63, p. 267-337, 2019.
- Kim, Hye-Ran et al. Effects of Heat Stress on the Laying Performance, Egg Quality, and Physiological Response of Laying Hens. *Animals*, v. 14, n. 7, p. 1076, 2024.
- Lehner, Philip N. Sampling methods in behavior research. *Poultry science*, v. 71, n. 4, p. 643-649, 1992.
- Lin, Huameng et al. Strategies for preventing heat stress in poultry. *World's Poultry Science Journal*, v. 62, n. 1, p. 71-86, 2006.
- Mahmoud, Manal AM et al. Antioxidant properties of Chinese propolis in Ross broilers exposed to heat stress in Egypt. *Open Journal of Veterinary Medicine*, v. 5, n. 09, p. 197, 2015.
- Mangan, Modou; Siwek, Maria. Strategies to combat heat stress in poultry production—A review. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, v. 108, n. 3, p. 576-595, 2024.
- Matterson, L.D. et al. The metabolizable energy of feed ingredients for chickens. *Res. Rep.*, v.7, p.3-11, 1965.

Minafra, C. S., Marques, S. F. F., Stringhini, J. H., Ulhoa, C. J., Rezende, C. S. M., Santos, J. S., & Moraes, G. H. K. D. (2010). Perfil bioquímico do soro de frangos de corte alimentados com dieta suplementada com alfa-amilase de *Cryptococcus flavus* e *Aspergillus niger* HM2003. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 39, 2691-2696.

Mnisi, C. M. et al. Effect of graded levels of red grape pomace (*Vitis vinifera* L.) powder on physiological and meat quality responses of Japanese quail. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section A—Animal Science*, v. 70, n. 2, p. 100-106, 2021.

Mountzouris, Konstantinos C.; Brouklogiannis, Ioannis. Phytogenics as natural gut health management tools for sustainable poultry production. *Livestock Science*, p. 105525, 2024.

Mueller-Harvey, Irene. Unravelling the conundrum of tannins in animal nutrition and health. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, v. 86, n. 13, p. 2010-2037, 2006.

Muir, James P. The multi-faceted role of condensed tannins in the goat ecosystem. *Small Ruminant Research*, v. 98, n. 1-3, p. 115-120, 2011.

Oni, Aderanti Ifeoluwa et al. The role of phytogenic feed additives in stress mitigation in broiler chickens. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, v. 108, n. 1, p. 81-98, 2024.

Pereira D. F.; Nääs I. A.; Romanini C. B.; Salgado D. D.; Pereira G. O. T. Indicadores de bem-estar baseados em reações comportamentais de matrizes pesadas. *Engenharia Agrícola*, v. 25, n. 2, p. 308-314, 2005.

Qamar, Hammad et al. Effect of Grape Seed Extract on Tibial Dyschondroplasia Incidence, Liver Weight, and Tibial Angiogenesis in Chickens. *Pakistan Veterinary Journal*, v. 40, n. 2, 2020.

Rakić, Violeta; Poklar Ulrih, Nataša. Influence of pH on color variation and stability of cyanidin and cyanidin 3-O- β -glucopyranoside in aqueous solution. *CyTA-Journal of Food*, v. 19, n. 1, p. 174-182, 2021.

Renaudeau D, Collin A, Yahav S, de Basilio V, Gourdine J, Collier R. Adaptation to hot climate and strategies to alleviate heat stress in livestock production. *Anim.* 2012;6: 707–728. pmid:22558920

Roland SR, David A. Research note: egg shell problems: estimates of incidence and economic impact. *Poultry Science*, v. 67, n. 12, p. 1801-1803, 1988.

- Romero, Carlos et al. Productive performance, egg quality and yolk lipid oxidation in laying hens fed diets including grape pomace or grape extract. *Animals*, v. 12, n. 9, p. 1076, 2022.
- Rostagno, H S, L F T Albino, M I HAnnas. 2017. “Tabelas Brasileiras Para Aves e Suínos: Composição de Alimentos e Exigências Nutricionais. 4. Edição Editora UFV, 488p.
- Royer, A. F. B. Fontes e níveis de fibra na dieta de frangas de postura comercial. Tese Doutorado, 2018.
- Rudkin C.; Stewart G. D. Behaviour of hens in cages - A pilot study using video tapes. A Report for the Rural Industries Research and Development Corporation, v. 40 n. 477, p. 102, 2003.
- Sakomura, N. K.; Rostango, H. S. Métodos de pesquisas em nutrição de monogástricos. Jaboticabal: Finep, 2007.
- Sakomura,N.K., & Rostagno,H.S.(2016).Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos. Jaboticabal, SP: Funep.
- Samli, H. E.; Agma, A.; Senkoylu, N. Effects of storage time and temperature on egg quality in old laying hens. *Journal of applied poultry research*, v. 14, n. 3, p. 548-553, 2005.
- Seedor, J. G.; Quartuccio, H. A.; Thompson, D. D. The bisphosphonate alendronate (MK- 217) inhibits bone loss due to ovariectomy in rats. *Journal of Bone and Mineral Research*, v. 6, n. 4, p. 339-346, 1991.
- Selim, Shaimaa et al. Grape pomace: Agrifood by-product with potential to enhance performance, yolk quality, antioxidant capacity, and eggshell ultrastructure in laying hens. *Veterinary Sciences*, v. 10, n. 7, p. 461, 2023.
- Silva, D.J.; Queiroz, A.C. Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos. Viçosa, MG: Editora UFV, 2002. 235p.
- Silva, D.J.; Queiroz, A.C. Análises de Alimentos (Métodos Químicos e Biológicos), 3a ed. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 235 pp., 2009.
- Singleton, V. L.; Rossi Jr, J. A. (1965). Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdicphosphotungstic acid reagents. *American Journal of Enology and Viticulture*, 16(3), 144–158.

- Sirri, Federico et al. Variability and interaction of some egg physical and eggshell quality attributes during the entire laying hen cycle. *Poultry Science*, v. 97, n. 5, p. 1818-1823, 2018.
- Soares, K. O. et al. Effect of temperature on the behavior and parameters of the blood of Japanese quails. *Biological Rhythm Research*, v. 52, n. 9, p. 1342-1356, 2021.
- Stavenga, Doekele G. et al. Coloration of flowers by flavonoids and consequences of pH dependent absorption. *Frontiers in Plant Science*, v. 11, p. 600124, 2021.
- Sur, Aslihan et al. Performance, blood biochemistry, carcass fatty acids, antioxidant status, and HSP70 gene expressions in Japanese quails reared under high stocking density: the effects of grape seed powder and meal. *Tropical Animal Health and Production*, v. 55, n. 1, p. 53, 2023.
- Truong, Linda et al. Changes in Japanese quail (*Coturnix coturnix japonica*) blood gases and electrolytes in response to multigenerational heat stress. *PLoS Climate*, v. 2, n. 4, p. e0000144, 2023.
- Turcu, Raluca Paula et al. Effects of supplementing grape pomace to broilers fed polyunsaturated fatty acids enriched diets on meat quality. *Animals*, v. 10, n. 6, p. 947, 2020.
- Vandana, G. D. et al. Heat stress and poultry production: impact and amelioration. *International Journal of Biometeorology*, v. 65, p. 163-179, 2021.
- Wasti, S., Sah, N., & Mishra, B. (2020). Impact of heat stress on poultry health and performances, and potential mitigation strategies. *Animals*, 10(8), 1266.
- Yan, Fei-fei; Wang, Wei-chao; Cheng, Heng-wei. *Bacillus subtilis*-based probiotic promotes bone growth by inhibition of inflammation in broilers subjected to cyclic heating episodes. *Poultry science*, v. 99, n. 11, p. 5252-5260, 2020.
- Yang, Chenlu et al. Extracts of Dunkelfelder Grape Seeds and Peel Increase the Metabolic Rate and Reduce Fat Deposition in Mice Maintained on a High-Fat Diet. *Foods*, v. 12, n. 17, p. 3251, 2023.
- Yang, Songfeng et al. Organic Trace Elements Improve the Eggshell Quality via Eggshell Formation Regulation during the Late Phase of the Laying Cycle. *Animals*, v. 14, n. 11, p. 1637, 2024.

Zebari, N. M. A.; Doğan, S. Canoğulları. Effects of dietary grape pomace powder supplementation on the performance, egg quality, hatchability, and blood parameters of laying quails (*Coturnix coturnix japonica*). *South African Journal of Animal Science*, v. 54, n. 6, p. 739-750, 2024.

Zhou, Fang et al. Grape seed flour intake decreases adiposity gain in high-fat-diet induced obese mice by activating thermogenesis. *Journal of Functional Foods*, v. 62, p. 103509, 2019.

CAPÍTULO II - EFEITOS DO EXTRATO DE UVA NA ALIMENTAÇÃO DE CODORNAS JAPONESAS SUBMETIDAS AO ESTRESSE TÉRMICO POR CALOR NO FINAL DO CICLO REPRODUTIVO: IMPACTOS SOBRE A FUNÇÃO HEPÁTICA E INTESTINAL

RESUMO

O estresse térmico em codornas afeta negativamente a saúde intestinal e hepática, comprometendo o desempenho produtivo. Compostos antioxidantes naturais, como subprodutos da uva, mostram potencial para mitigar esses efeitos. Objetivou-se avaliar os efeitos da suplementação com extrato de uva na dieta de codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*) em final de ciclo produtivo, submetidas a estresse térmico sobre a biometria e histomorfometria do trato gastrointestinal e na saúde hepática. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, com cinco tratamentos (0, 250, 500, 750 e 1000 mg/kg de extrato de uva na ração), seis repetições e seis aves por unidade experimental, totalizando 180 codornas. O extrato de uva utilizado contém 189,33 (mgGAE/ g Extrato) de compostos fenólicos totais, 291,03 (mg pirocatequina /100 g) de flavonoides totais e 278,30 (mg catequina/100 g) de proantocianidinas. As aves foram expostas a temperaturas $\geq 30^{\circ}\text{C}$ por 8 horas diárias, e ao final do período experimental, foram avaliadas a biometria do trato gastrointestinal, histomorfometria duodenal e hepática, contagem de óvulos dominantes e perfil bioquímico hepático. O extrato de uva não influenciou ($p < 0,05$) a biometria do trato gastrointestinal, a histomorfometria duodenal, a contagem de óvulos dominantes. Da mesma forma, não influenciou ($p < 0,05$) a ocorrência ou gravidade de lipidose e da inflamação hepática, os níveis de colesterol total, triglicérides, proteínas totais ou enzimas hepáticas (TGO e TGP). Conclui-se que o extrato de uva nas dosagens utilizadas não resultou em melhorias a saúde intestinal e hepática das codornas em final de ciclo de produção, sugerindo a necessidade de investigações adicionais para otimizar doses e condições de uso em aves sob estresse térmico.

Palavras-chave: Clima quente, fígado, intestino, lipidose, vilosidades.

EFFECTS OF GRAPE EXTRACT IN THE DIET OF JAPANESE QUAILS SUBJECTED TO THERMAL HEAT STRESS AT THE END OF THE REPRODUCTIVE CYCLE: IMPACTS ON LIVER FUNCTION AND INTESTINE

ABSTRACT

Heat stress in quails negatively affects intestinal and liver health, compromising productive performance. Natural antioxidant compounds, such as grape by-products, show potential to mitigate these effects. The objective was to evaluate the effects of grape extract supplementation in the diet of Japanese quails (*Coturnix coturnix japonica*) at the end of the production cycle, subjected to cyclic heat stress, on biometry and histomorphometry of the gastrointestinal tract and liver health. The experiment was conducted in a completely randomized design, with five treatments (0, 250, 500, 750, and 1000 mg/kg of grape extract in the feed), six replicates, and six birds per experimental unit, totaling 180 quails. The grape extract used contains 189.33 (mgGAE/g extract) of total phenolic compounds, 291.03 (mg pyrocatechin/100 g) of total flavonoids, and 278.30 (mg catechin/100 g) of proanthocyanidins. The birds were exposed to temperatures $\geq 30^{\circ}\text{C}$ for 8 hours daily, and at the end of the experimental period, gastrointestinal tract biometry, duodenal and hepatic histomorphometry, dominant egg count, and hepatic biochemical profile were evaluated. The grape extract did not influence ($p < 0.05$) gastrointestinal tract biometry, duodenal histomorphometry, or dominant egg count. Similarly, it did not influence ($p < 0.05$) the occurrence or severity of lipidosis and hepatic inflammation, total cholesterol levels, triglycerides, total proteins, or hepatic enzymes (TGO and TGP). It is concluded that grape extract at the doses used did not result in improvements in the intestinal and hepatic health of quails at the end of the production cycle, suggesting the need for further investigation to optimize doses and conditions of use in birds under heat stress.

Keywords: Hot climate, intestine, lipidosis, liver, villi.

1 INTRODUÇÃO

A resposta adaptativa das aves a uma situação de estresse por calor é complexa, intrincada por natureza e inclui efeitos negativos na fisiologia do trato intestinal, causando disbiose intestinal. Estes efeitos resultam em menor absorção de nutrientes, alteram o metabolismo energético e induzem a danos oxidativos nos tecidos do fígado das aves, perturbando o metabolismo lipídico. Estas alterações possuem relevância ampliada em animais de postura, uma vez que nestas aves, o papel crítico do fígado no metabolismo lipídico é destacado durante a produção de ovos, devido à mudança dos lipídios hepáticos para a gema para nutrir o embrião (Emami et al., 2020; Biswal et al., 2022; Mangan e Siwek, 2024).

Países com climas tropicais, em certas épocas do ano apresentam temperaturas acima de 28 °C, fora da zona de termoneutralidade das codornas, e portanto, a produção desses animais pode ser prejudicada, gerando perdas econômicas, depreciação na ingestão de ração, na produção e qualidade dos ovos além de produção de substâncias oxidantes que podem comprometer a saúde hepática e intestinal (El-Tarabany, 2016; Barrett et al., 2019; Soares et al., 2019; Cruvinel et al., 2021; Barros et al., 2024).

Sob condições de estresse oxidativo, muitos radicais livres são produzidos no corpo do animal, atacando os tecidos da mucosa intestinal e destruindo a integridade da barreira do trato intestinal, levando a doenças. Em circunstâncias normais, as aves têm um sistema antioxidante bem estabelecido, incluindo antioxidantes enzimáticos e não enzimáticos. Eles trabalham juntos para eliminar os radicais livres e manter o equilíbrio redox do corpo. Durante o estresse, o equilíbrio redox em animais é interrompido, o que induz ao estresse oxidativo (Lauridsen et al., 2019; Li et al., 2024).

Neste contexto, a síndrome do fígado gorduroso é um distúrbio comum em aves, especialmente naquelas em final de ciclo de produção, que resulta na morte de aves poedeiras, com sérias perdas econômicas para a indústria avícola. A desregulação do metabolismo de lipídios e ácidos biliares ocorre em diferentes estágios da doença hepática (Shini et al., 2019; Trauner e Fuchs, 2022).

Várias ervas, especiarias, extratos de plantas, óleos essenciais e fitoquímicos isolados demonstram bioatividades benéficas relevantes para a produção avícola *in vitro* e *in vivo*, incluindo efeitos antimicrobianos, anti-inflamatórios, imunomoduladores e antioxidantes. O fornecimento de antioxidantes naturais por meio da alimentação é promissor para melhorar o status antioxidante, o desempenho, a saúde intestinal e hepática das aves, como as ervas chinesas e blend de óleos funcionais em galinhas poedeiras (Liu et al., 2023; Xu et al., 2024) extratos de casca de romã/maçã, ervas medicinais, especiarias, sementes e fungos comestíveis em codornas de postura e corte (Şenay et al., 2019; Vargas-Sánchez et al., 2019).

Neste contexto, os subprodutos da uva são boas fontes de nutrientes e substâncias biologicamente ativas com potenciais efeitos promotores da saúde, como compostos fenólicos. Esses compostos são um grupo heterogêneo de fitoquímicos que compreendem flavonoides, ácidos fenólicos, taninos (hidrolisáveis e taninos não hidrolisáveis ou condensados), estilbenos, antocianinas, xantinas e lignanas (Khalaf et al., 2019; Akosile et al., 2023; Pashaei et al., 2024).

A suplementação dietética com resíduos da uva em galinhas, frangos, patos e codornas mostrou melhorar o desempenho produtivo, digestibilidade dos nutrientes, parâmetros hemato-bioquímicos, resposta imunológica, parâmetros de qualidade do ovo, modulação da microbiota intestinal, redução de espécies reativas ao oxigênio e mitigação dos desafios do estresse térmico na produção avícola (Mnisi et al., 2021; Talaat et al., 2024; Herranz et al., 2024; Hafeez et al., 2024; Cornescu et al., 2024). Entretanto são escassas pesquisas que avaliem os efeitos deste aditivo como melhorador da saúde intestinal e hepática de codornas em final de ciclo de produção e estressadas por calor.

Com isso, objetivou-se com este trabalho avaliar os efeitos da inclusão do extrato de uva na dieta de codornas japonesas, em final de ciclo reprodutivo, estressadas por calor sobre a morfometria e histomorfometria do trato gastrointestinal e na saúde hepática.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Localização

O experimento foi conduzido no aviário experimental do Setor de Avicultura e nos Laboratórios de Nutrição Animal, Bioquímica e Metabolismo Animal e Central Multiusuário de Análises do Instituto Federal Goiano - Campus Rio Verde, Goiás. O projeto de pesquisa foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Uso de Animais desta mesma instituição, sob o protocolo de nº 7890151024 (aprovado em 09/12/2024).

2.2 Extração e caracterização do extrato de uva

O resíduo do suco da uva contendo casca, bagaço, talos e sementes foi obtido de uma agroindústria situada no município de Paraúna – GO e após secagem em temperatura ambiente, foi triturado em moinho de facas na espessura de 1 mm.

A amostra moída foi hidratada com etanol PA (250 g do pó do bagaço da uva em 1 litro de etanol), em frasco sem exposição à luz. O tempo de percolação foi de sete dias e neste período, a solução foi agitada por quatro vezes ao dia. Após, o material foi filtrado, usando papel de filtro Whatman nº 1 e concentrado em evaporador rotativo Fisaton 2000, com 60 rpm a 55°C, sob pressão reduzida.

Para a caracterização bromatológica do extrato, foram determinados os teores de matéria seca, cinzas, extrato etéreo, lipídeos totais e proteína bruta, de acordo com a metodologia descrita por Silva e Queiroz (2002). Também avaliou-se a concentração dos bioativos compostos fenólicos totais, flavanóides totais e protociandinas. A determinação do teor de compostos fenólicos totais foi realizada de acordo com a metodologia de Singleton e Rossi (1965), empregando-se curva padrão de ácido gálico variando de 0 a 500 mg/mL, e os valores expressos em mgGAE/ g extrato. Os flavonoides totais foram quantificados pelo método colorimétrico descrito por Jia et al. (1999). Para tal, alíquotas de 0,5 mL do extrato foram colocadas em tubos de ensaio, acrescentados de 0,3 mL de NaNO₂(aq) a 5%, 0,3 mL de AlCl₃(metanólico) a 10% e 2 mL de NaOH(aq) 1mol/L. Após agitação, cada tubo permaneceu em repouso por 10 minutos e efetuou-se a leitura em espectrofotômetro Uv-Vis a 510 nm, previamente zerado com água destilada. As concentrações foram calculadas a partir da equação gerada por uma curva padrão de pirocatequina (10 a 50 mg/L), e expressas em mg de pirocatequina/ 100 g.

Para a determinação das proantocianidinas foi utilizado o método da vanilina (Godefroot et al., 1981). Em um balão volumétrico de 10,0 mL foram adicionados 0,1 mL do extrato de uva e o balão completado com água destilada. Desta solução foi retirada uma alíquota de 1,0 mL e transferida para um tubo de ensaio. Neste mesmo tubo de ensaio adicionaram-se 2,0 mL de uma solução recém-preparada de vanilina (Aldrich Co.) em ácido sulfúrico 70%, na concentração de aproximadamente 10,0 mg/mL. A mistura foi mantida em um banho de água a uma temperatura de 50 °C por 15 min. A amostra foi esfriada e a absorvância registrada a 500 nm (espectrofotômetro UV-Vis Hitachi U-300). Da mesma forma, foi feita uma curva de calibração com catequina e as leituras foram registradas contra um branco, e expressas em mg de catequina/ 100 g (Tablea 1).

Tabela 1. Caracterização físico-química do extrato de uva

Variável	Composição
Teor de umidade (g/100 g)	57,97
Cinza (g/100 g)	0,30
Extrato etéreo (g/100g)	17,70
Lipídios totais (g/100 g)*	20,15
Proteína (g/100 g)	2,18
Flavanóides totais (mg pirocatequina /100 g) ²	291,03
Compostos fenólicos (mgGAE/ g extrato) ¹	189,33
Proantocianidinas (mg catequina/100 g) ²	278,30

*Lipídeos e carotenoides

¹curva de calibração $y = 9,30514285714286x - 0,005995238095238 R^2 = 0,9940$

$$^2 \text{ curva de calibração } y = 0,0012x + 0,0014 \text{ R}^2 = 0,9836$$

2.3 Animais e ambiente de criação

O período experimental foi de 50 dias. As codornas foram alojadas em gaiolas de arame galvanizado com 38 cm × 40 cm × 23 cm, equipadas com comedouro tipo calha e bebedouro tipo niple. As rações e a água foram fornecidas à vontade durante todo o período experimental. O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado, com 5 níveis de inclusão do extrato de uva concentrado na ração (0 mg/kg, 250mg/kg, 500mg/kg, 750mg/kg e 1000mg/kg de extrato de uva) e 6 repetições de 6 aves/gaiola, totalizando 180 codornas com peso médio de 211g ± 6,03.

Utilizou-se codornas da espécie *Coturnix coturnix japonica* com idade de aproximadamente 300 dias de vida (final de ciclo produtivo), uniformizadas pelo peso corporal e percentual de produção.

A ração experimental, a base de milho e farelo de soja, foi formulada de acordo com as recomendações nutricionais de Rostango et al. (2017). Para compor os tratamentos experimentais, o extrato de uva foi adicionado á ração em substituição ao inerte (areia lavada), de acordo com a dosagem utilizada para cada tratamento (Tabela 2).

Tabela 2. Composição centésima e níveis nutricionais da dieta experimental

Ingredientes	Quantidade (Kg)
Milho 7,88%	60,529
Farelo de soja 46%	29,031
Calcário	6,822
Fosfato bicálcico	1,249
Óleo de soja	0,693
Premix codornas postura	0,500
DL-metionina	0,447
Sal comum	0,325
L-lisina	0,218
L-treonina	0,086
Inerte	0,100
Total (Kg)	100,000
Composição Calculada	
Energia Metabolizável (Kcal/Kg)	2,800
Proteína Bruta (%)	19,000
Lisina digestível (%)	1,149
Metionina digestível (%)	0,775
Met + Cist digestível (%)	0,942
Treonina digestível (%)	0,701

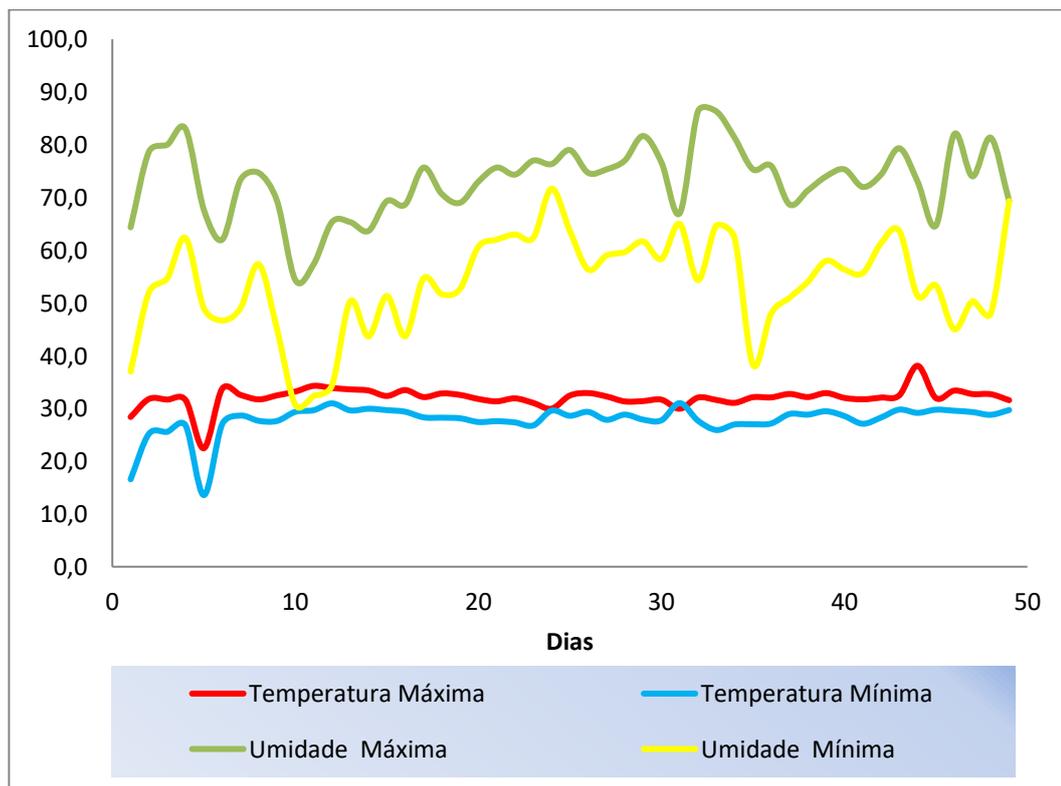
Cálcio (%)	2,990
Fósforo Disponível (%)	0,323
Sódio (%)	0,147

Premix mineral de postura, %/kg da ração: cálcio: 9,5243%; fósforo total: 6,5935%; fósforo disponível: 11,3059%; fósforo liberável: 0,0101%; fósforo fitase: 4,7250%; fósforo dig aves: 0,0082%; fósforo fítico: 0,0126%; potássio: 2,8675%; cloro: 5,0067%; m mineral % 71,6626; cobre: 666,6666 ppm; ferro: 1.666,2500 ppm; manganês: 3.830,6670 ppm; zinco: 3.333,7500 ppm; iodo: 66,7333 ppm; selênio: 13,2917 ppm; Ca-P 0,842%. Premix Vitamínico Postura: Vit. A: 406,0000 UI/g; Vit. D3 171,0680 UI/g; Vit. E: 2.247,5000 ppm; Vit. K: 94,2238 ppm; Vit B1 (tiamina): 106,5866 ppm; Vit B2 (riboflavina): 417,6000 ppm; Vit. B6 (piridoxina): 181,2036 ppm; Vit B12 (cianocobala) 1,5370 ppm; Ácido fólico: 133,3420 ppm; Ácido nicotínico: 1.348,5000 ppm; Ac. Pantotênico: 681,5001 ppm; biotina: 9,7150 ppm; colina: 13.277,8500 ppm; 1.918,8490 eq.ácido-base meq/kg; umidade: 1,9907%.

As aves receberam água e ração à vontade e foi adotado o programa de iluminação de 16 horas.

Para caracterizar o estresse por calor, as codornas foram mantidas, das 10:00 às 18:00 horas em calor intenso, em temperatura igual ou superior a 30°C (Gráfico 1), mantendo após esse período calor moderado. A temperatura e umidade relativa do ar (máxima e mínima de cada dia) foi monitorada com o auxílio de três termo-higrômetros distribuídos entre as gaiolas. Durante todo período experimental a temperatura foi de máxima 32,1°C ± 1,0 e mínima de 27,8° ± 1,6; e umidade máxima de 73,2% ± 5,3 e mínima de 53,6% ± 7,3

Gráfico 1. Temperatura e umidade do ambiente de criação das codornas japonesas em estresse por calor



Para caracterizar o período de estresse por calor, em cada dia experimental a temperatura e umidade relativa do ar média, foi monitorada às 11:30 hrs ($30,7^{\circ}\text{C} \pm 0,54$; $65,6\% \pm 6,56$), 14:30 hrs ($30,7^{\circ}\text{C} \pm 1,59$; $62,8\% \pm 9,07$) e as 17:30 hrs ($31,5^{\circ}\text{C} \pm 2,63$; $59,5\% \pm 8,67$).

A temperatura de globo negro (TGN) interno e externo foi estimada a partir dos valores temperatura de bulbo seco (Tbs) utilizando-se as fórmulas propostas por Abreu et al. (2011) em que: $\text{TGN interno} = 0,351 + 1,036 \times \text{Tbs}$ e $\text{TGN externo} = -1,722 + 0,888 \times \text{Tbs} + 0,017 \times \text{Tbs}^2$; obtendo-se os valores de TGN interno máxima igual a $33,6^{\circ}\text{C}$ e mínima de $29,2^{\circ}\text{C}$; e TGN externo máxima igual a $47,7^{\circ}\text{C}$ e mínima de $39,5^{\circ}\text{C}$.

2.4 Biometria do trato gastrointestinal, histomorfometria duodenal e hepática e contagem de óvulos dominantes

Para a análise da morfometria do trato gastrintestinal (TGI), da histomorfometria duodenal e hepática, duas aves por parcela foram abatidas e evisceradas ao final do experimento. Foram mensurados o comprimento total do TGI (cm), o peso relativo (em % do peso corporal) do proventrículo + moela, pâncreas, fígado, intestino delgado e grosso. O número de óvulos dominantes foi determinado manualmente pela contagem no ovário de folículos pré-ovulatórios que ultrapassaram o diâmetro de 8 mm.

Os segmentos do duodeno e do fígado com aproximadamente 3,0 cm de comprimento foram cuidadosamente coletados para a análise da histomorfometria. Os segmentos foram lavados em água destilada, identificados, armazenados em solução de formol tamponado por 24 horas e, em seguida mantidos em álcool 70%, até a confecção das lâminas.

Para a montagem das lâminas, os cortes intestinais e hepáticos foram desidratados em série crescente de etanol, diafanizados em xilol e incluídos em parafina. Após, foram realizados cortes multisseriados de 4 μm de espessura, destes foram escolhidos seis cortes de cada segmento, que foram dispostos em lâmina de vidro, corados em hematoxilina-eosina e cobertos com lamínula de vidro.

As análises morfométricas da mucosa intestinal e alterações hepáticas foram feitas pelas imagens obtidas em aumento de 10x com o auxílio de um microscópio óptico e digitalizadas em um *software* Image Pro Plus® para análise de imagens. As variáveis estudadas foram altura das vilosidades intestinais (VI), profundidade de criptas (CR) (30 leituras por lâminas) e a relação vilo/cripta (VI/CR) segundo metodologia descrita por Marchini et al. (2009).

No fígado foram mensuradas a presença ou ausência de lipidose hepática (acúmulo de gotículas de gordura (triglicerídeos) dentro dos hepatócitos) e inflamação/infiltração dos hepatócitos (infiltrado de células inflamatórias, de coloração azul, dentro dos hepatócitos). Para

avaliar o grau de lesões hepáticas foi utilizado um escore com pontuações de 1 a 5, em que, a pontuação 1 foi atribuída ao tecido com pouco ou nenhuma presença de alterações histológicas, enquanto a pontuação 5 foi associada a ampla presença de lipídose hepática e de infiltração de hepatócitos (Figura 1 e 2, respectivamente).

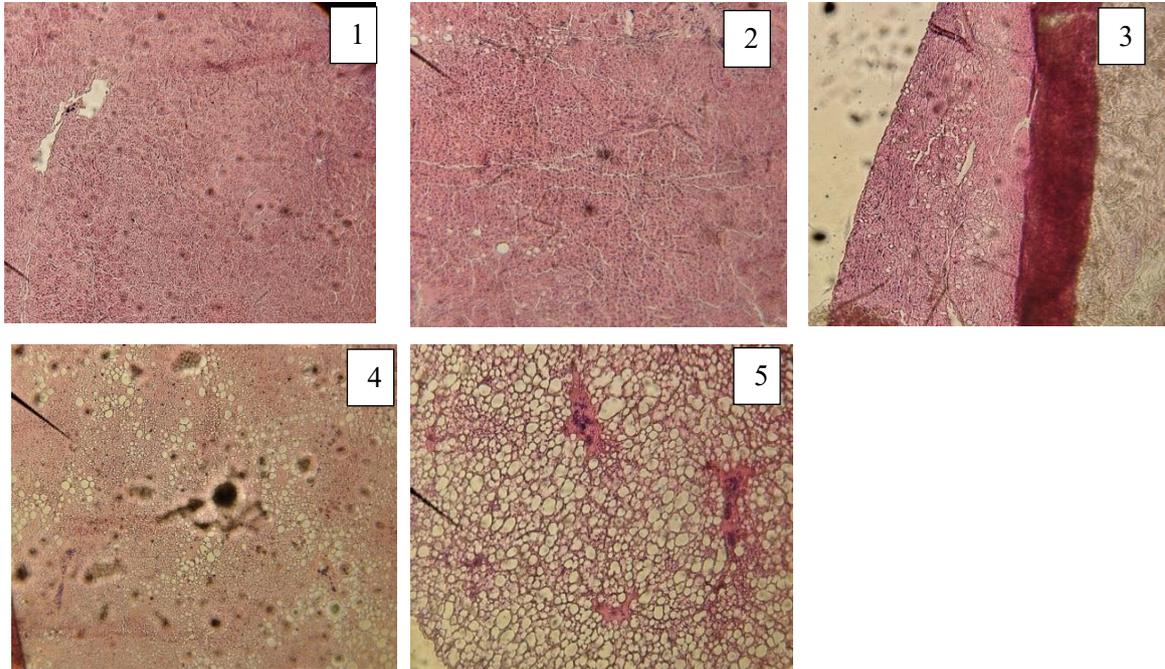


Figura 1. Escores de 1 a 5 para a severidade da lipídose hepática (esteatose).

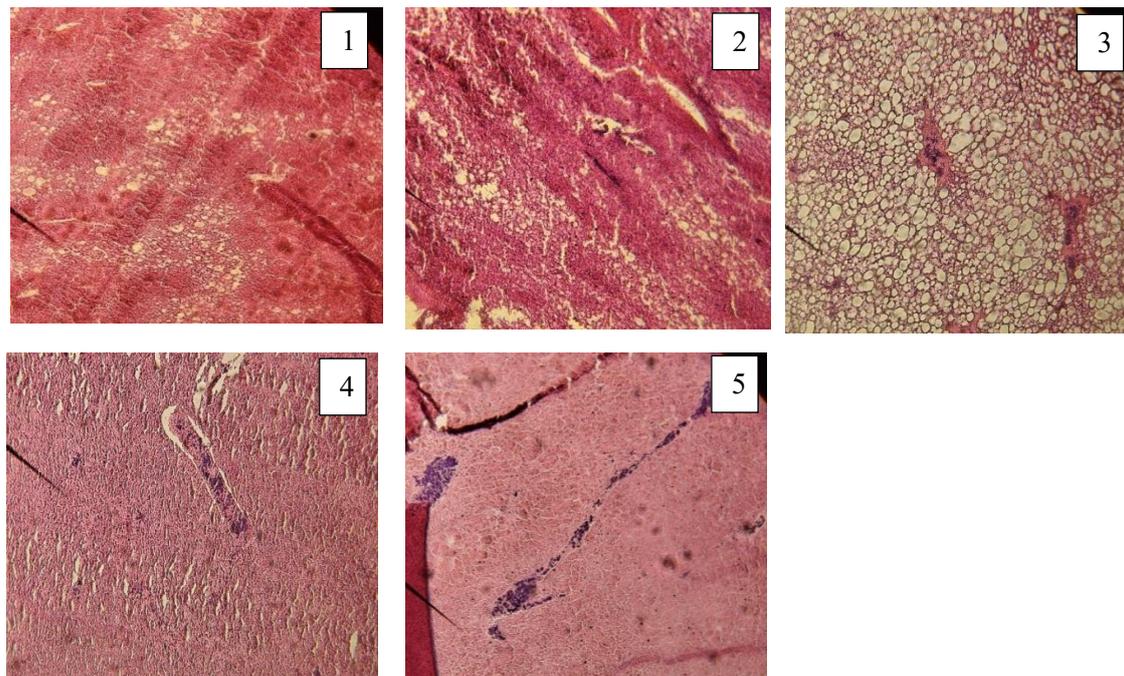


Figura 2. Escore de 1 a 5 para a severidade de inflamação hepática, representada pela infiltração dos hepatócitos.

2.5 Perfil bioquímico hepático

Após abate, retirou-se o fígado de duas aves por repetição que foi congelado a -18°C . Para obtenção do soro, utilizou-se a metodologia de Wang et al. (2023), em que as amostras de tecido hepático foram homogeneizadas em uma proporção de peso do tecido (g): volume de solução salina gelada (mL) de 1:9 e então centrifugadas a 3000 rpm/min por 10 min, e então o sobrenadante foi utilizado para a realização das análises das enzimas glutamato-oxaloacetato transaminase (GOT U/L) e glutamato-piruvato transaminase (GPT U/L). Além disso, também foram avaliados os teores de colesterol (mg/dL), triglicerídeos (mg/dL) e proteínas totais (mg/dL).

Todas as análises realizadas no macerado de fígado se deram através de kits comerciais Doles®, Analisa®, Bioclin® e Ebram® e leitura em espectrofotômetro Bel UV-M51®.

2.6 Análise estatística

Os dados quantitativos foram submetidos à análise de variância e teste F ($p < 0,05$). Valores de p entre 0,05 e 0,10 foram consideradas tendências. Efeitos significativos ($p < 0,05$) dos níveis de extrato de uva foram submetidos à análise de regressão polinomial pelo programa R 4.2.3.

Para a análise da presença/ausência de lipidose e inflamação hepática, foi utilizado o modelo de regressão logística binomial, empregada para avaliar o efeito do tratamento (variável independente categórica, codificada como 1 a 5) sobre a ocorrência de inflamação (variável dependente binária: presente/ausente). O modelo foi ajustado utilizando a função de ligação logit, com estimação dos parâmetros via máxima verossimilhança. A qualidade do ajuste foi avaliada pelo critério de informação de Akaike. Para confirmar a ausência de associação entre lipidose e inflamação foi utilizado um teste exato de Fisher. O modelo assumiu linearidade do logito e ausência de multicolinearidade, mas não foram reportados testes de diagnóstico de resíduos ou ajuste.

Para a avaliação de escores de lipidose e inflamação hepática, foram utilizados testes não paramétricos, considerando a natureza ordinal das variáveis (escores de 1 a 5). A comparação entre os tratamentos foi realizada por meio do teste de Kruskal-Wallis, que verificou se havia diferenças significativas nos escores de lipidose e inflamação entre os grupos. Quando necessário foi aplicado o teste post-hoc de Dunn para comparações múltiplas. Adicionalmente, a correlação de Spearman foi empregada para avaliar a relação entre os escores de lipidose e inflamação. Os dados foram descritos por meio de medianas, quartis e médias \pm desvio-padrão. Essa abordagem estatística foi escolhida por ser robusta para dados não normais

e escalas ordinais, garantindo a adequada interpretação dos resultados.

3 RESULTADOS

3.1 Biometria do trato gastrointestinal, histomorfometria duodenal e hepática e contagem de óvulos dominantes

A inclusão do extrato de uva na dieta de codornas japonesas no final do ciclo reprodutivo e estressadas por calor em final não influenciou ($p < 0,05$) as variáveis de biometria dos órgãos do tratogastrointestinal, número de óvulos maduros (Tabela 3) e histomorfometria duodenal (Tabela 4).

Tabela 3. Comprimento (cm), peso relativo (%) dos órgãos do trato gastrintestinal e contagem de óvulos dominantes de codornas japonesas estressadas por calor em final de ciclo produtivo suplementadas com extrato de uva

Variáveis	Extrato de uva (mg/kg)					Probabilidades		
	0	250	500	750	1000	CV%	Valor de P	EPM
Tratogastrointestinal								
Comprimento (cm)	35,56	36,80	38,16	34,69	36,58	9,92	0,5374	1,472
Peso (g)	11,51	10,96	10,95	11,07	10,85	11,30	0,9042	0,510
Prov + Moela (g)	2,58	2,94	2,90	2,88	2,78	9,37	0,1730	0,107
ID (g)	2,56	2,63	2,73	2,85	2,86	11,12	0,3595	0,123
IG (g)	1,30	1,14	1,40	1,36	1,33	14,92	0,2207	0,079
Fígado (g)	2,91	2,99	2,91	2,94	3,01	16,16	0,9937	0,195
Pâncreas (g)	0,17	0,21	0,22	0,35	0,19	63,99	0,2566	0,059
Óvulos								
Óvulos (n°)	3,91	4,33	3,50	4,16	3,91	21,14	0,5088	0,342

P+M – Proventrículo + moela; ID – Intestino delgado; IG – Intestino grosso; CV – Coeficiente de variação; EPM – Erro padrão da média.

Tabela 4. Histomorfometria duodenal de codornas japonesas estressadas por calor em final de ciclo produtivo suplementadas com extrato de uva

Variáveis	Extrato de uva (mg/kg)					Probabilidades		
	0	250	500	750	1000	CV%	Valor de P	EPM
Vilosidade (mm)	365,78	377,73	244,27	338,35	451,36	39,70	0,1835	57,611
Cripta (mm)	99,69	85,45	71,70	86,44	93,03	30,41	0,4657	10,834
V/C	3,80	4,32	3,89	3,97	4,77	26,83	0,5506	0,454

V/C – Relação vilosidade:cripta; CV – Coeficiente de variação; EPM – Erro padrão da média.

3.2 Ocorrência e severidade de lipidose e inflamação hepática

A inclusão de extrato de uva na dieta de codornas japonesas em final de ciclo produtivo e estressadas por calor não afetou ($p < 0,05$) a ocorrência de lipídose (esteatose) e inflamação hepática (Tabela 5).

Tabela 5. Ocorrência (valores absolutos e porcentagem) de lipídose (esteatose) e inflamação hepática de codornas japonesas estressadas por calor em final de ciclo produtivo suplementadas com extrato de uva

	Extrato de uva (mg/kg)					Probabilidades
	0	250	500	750	1000	Total/Valor-p
Ocorrência em valores absolutos (porcentagem, %)						
Lipídose	12 (100%)	11 (91,7%)	12 (100%)	12 (100%)	12 (100%)	59/60 (98,3%)
Inflamação	8 (66,7%)	7 (58,3%)	11 (91,7%)	11 (91,7%)	9 (75,0%)	46/60 (76,7%)
Lipídose- Inflamação EU x inflamação	-	-	-	-	-	OR = 0; p = 1,000 AIC = 68,8; p = 0,674

EU – Extrato de uva; OR - *Odds ratio* (razão de chances); AIC - *Akaike Information Criterion* (Critério de Akaike).

A avaliação dos escores histológicos demonstrou que o tratamento com extrato de uva, em doses variando de 0 a 1000 mg/kg, não produziu efeitos significativos sobre a gravidade da lipídose ($p = 0,943$) ou da inflamação hepática ($p = 0,653$), indicando que nenhuma das concentrações testadas foi capaz de modular significativamente essas condições. Além disso, a análise de Spearman mostrou uma correlação fraca e não significativa ($\rho = 0,145$; $p = 0,268$) entre lipídose e inflamação, reforçando que essas alterações ocorreram de forma independente (Tabela 6).

Tabela 6. Escore de lipídose (esteatose) e inflamação hepática de codornas japonesas estressadas por calor em final de ciclo produtivo suplementadas com extrato de uva

Variável	Extrato de uva (mg/kg)	Média \pm DP	Mediana (Q1-Q3)	Teste de Kruskal-Wallis (p-valor)
Lipídose (1-5)	0	3,58 \pm 1,24	4,0 (3,0-4,0)	$\chi^2 = 0,767$; p = 0,943
	250	3,42 \pm 1,38	3,5 (2,0-5,0)	
	500	3,17 \pm 1,27	3,5 (2,0-4,0)	
	750	3,42 \pm 1,31	4,0 (3,0-4,0)	
	1000	3,42 \pm 1,56	4,0 (2,0-5,0)	
Inflamação (1-5)	0	2,50 \pm 1,38	2,5 (1,0-3,0)	$\chi^2 = 2,453$; p = 0,653
	250	1,92 \pm 1,08	2,0 (1,0-2,0)	
	500	2,50 \pm 1,09	2,5 (2,0-3,0)	
	750	2,67 \pm 1,50	2,5 (1,0-4,0)	

	1000	2,50 ± 1,45	2,0 (1,0-3,0)
Correlação entre lipídose e inflamação			
Análise	Coefficiente de Spearman		p-valor
Lipídose vs. Inflamação	0,145		0,268
DP – Desvio padrão			

3.3 Perfil bioquímico hepático

Os níveis de extrato de uva não influenciaram ($p < 0,05$) o perfil bioquímico hepático das codornas japonesas estressadas por calor em final de ciclo produtivo (Tabela 7).

Tabela 7. Colesterol, triglicerídeos, proteínas totais, glutamato oxalacetato transaminase (TGO) e glutamato piruvato transaminase (TGP) hepática de codornas japonesas sob estresse por calor em final de ciclo produtivo suplementadas com extrato de uva

Variáveis	Extrato de uva (mg/kg)					Probabilidades		
	0	250	500	750	1000	CV%	Valor de P	EPM
Colesterol (mg/dL)	115,14	113,95	136,84	116,86	114,42	20,19	0,4318	9,843
Triglicerídeos (mg/dL)	787,01	818,04	794,27	891,24	658,42	17,62	0,0984	56,814
Proteínas totais (mg/dL)	9,96	9,39	10,49	11,11	8,44	34,75	0,7098	1,401
TGO (U/L)	228,78	193,60	271,47	187,89	230,11	48,3	0,6737	43,844
TGP (U/L)	20,36	19,07	31,99	24,88	21,42	33,57	0,0613	3,226

CV – Coeficiente de variação; EPM – Erro padrão da média.

Verifica-se uma tendencia ($p=0,0984$) de redução nos níveis de triglicerídeos hepáticos e elevação dos níveis de TGP ($p=0,0613$) com a inclusão na dieta de 1000 mg/kg e 500 mg/kg, respectivamente.

4 DISCUSSÃO

O extrato de uva nas dosagens utilizadas nesta pesquisa não influenciou a morfometria do trato gastrointestinal e histomorfometria duodenal. Pesquisas anteriores demonstraram que a presença dos taninos nos aditivos ou ingredientes de ração causaram diminuição na altura e lesões histológicas nas vilosidades do intestino delgado (Sell et al., 1985; Ortiz et al., 1994; Laurent et al., 2005; Miles et al., 2006; Baurhoo et al., 2007; Sehm et al., 2007; Huerta et al., 2022). Segundo a literatura, há mecanismos diretos e indiretos, em que os taninos e seus metabólitos podem influenciar o metabolismo dos enterócitos, afetando a morfologia intestinal, inibir a proliferação celular e ser citotóxicos dependendo da concentração utilizada (Forester e Waterhouse, 2010; Badhani et al., 2015; Buyse et al., 2022). Porém, Zhang et al., (2015) e Qin

et al., (2023) utilizando melitina e ginkgo, que também possuem taninos em sua composição, verificaram aumento nas vilosidades e na relação vilosidade/crípta.

Da mesma forma, não foi observado efeito do extrato de uva na contagem de óvulos dominantes das aves estressadas por calor. É conhecido que exposição ao estresse térmico resulta em deficiências no desempenho reprodutivo das aves domésticas devido aos efeitos negativos do calor sobre a liberação de gonadotrofinas e no nível circulante do hormônio luteinizante (Donoghue et al., 1989; Etches et al., 2008). Além disso, o fato das codornas estarem em final de ciclo de produção, fase que notadamente reduz as taxas de ovulação (Fathi et al., 2019) pode ter intensificado o desafio enfrentado, impedindo que as dosagens de extrato de uva utilizadas não interferissem no número de folículos grandes.

A alta incidência de lipidose hepática nesta pesquisa pode ser resultado de uma associação de fatores pré-disponíveis para essa condição, tais como o estágio avançado da vida produtiva das codornas (43 semanas de produção), o estresse por calor, menor aproveitamento protéico da ração, hormônios e fatores genéticos resultando em relação energia:proteína inadequadas para o metabolismo (Gao et al., 2019; Guo et al., 2021; Nam et al., 2023). Pu et al. (2020) também verificaram mudanças morfológicas típicas de esteatose, tais como aparência histológica da esteatose macrovesicular hepática (mudança gordurosa), em que o lipídio se acumula nos hepatócitos como vacúolos, nos fígados de codorna em estresse por calor.

Outro fator que pode ter contribuído para a elevada incidência de lipidose hepática é a presença de taninos no extrato de uva, que pode ter efeitos hepatotóxicos. Segundo Peng et al., (2022) e Qiu et al., (2024) a inclusão na ração de taninos condensados e hidrolisáveis na concentração de 2 g/kg e 1,25%, respectivamente, induziu a ocorrência de lesão hepática em *L. maculatus* e de *Takifugu fasciatus*. Isso ocorre porque taninos de pequeno peso molecular podem ser destruídos em sistemas biológicos, criando moléculas menores que entram na corrente sanguínea e causam toxicidade no fígado conforme relatado por Yao et al. (2022).

Apesar das tendências de elevação dos níveis hepáticos de triglicerídeos ($p = 0,0984$) e TGP ($p = 0,0613$), o uso do extrato de uva na dieta de codornas estressadas por calor não influenciou positivamente o perfil bioquímico hepático. Os resultados desta pesquisa, foram diferentes do estudo de Hosseini-Vashan et al. (2020) que demonstraram que a inclusão de 20, 40 e 60 g/kg bagaço de uva na dieta de frangos de corte reduziu linearmente os níveis plasmáticos e a atividade da enzima TGO aos 24 dias de idade, enquanto não influenciou a atividade da TGP. A redução os níveis de enzimas hepáticas pela suplementação do bagaço ou extrato da semente de uva, foram observados, respectivamente, por Selim et al., (2023), em galinhas poedeiras e por Khoshbaten et al., (2010); Mojiri-Forushani et al., (2022) em humanos com esteatose hepática não alcoólica.

Relatos de pesquisas anteriores mostraram que folhas, frutos e suco de uva podem ter efeitos protetores contra anormalidades hepáticas, evitando danos ao DNA hepático, apoptose e morte celular necrótica (Montvale, 2002; Nassiri-Asl e Hosseinzadeh, 2016; Ghaffar et al., 2022). Entretanto, é importante considerar os animais desta pesquisa estavam em estresse por calor, condição conhecida por alterar a homeostase hepática das aves, elevando atividade da TGO de galinhas poedeiras (Hassan et al., 2023) e os níveis de triglicerídeos e colesterol no fígado de codornas (Pu et al, 2020). Portanto, a ausência de efeitos do extrato de uva sobre a saúde hepática neste ensaio, pode estar associado a um conjunto de danos biológicos que foram intensificados estresse por calor e idade avançada das codornas.

CONCLUSÃO

O extrato de uva em doses até 1000 mg/kg não mitiga os efeitos do estresse por calor sobre a saúde intestinal e hepática de codornas em final de ciclo produtivo. Novas avaliações devem ser realizadas para verificar os efeitos deste aditivo em codornas jovens ou em conforto térmico.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abreu, Paulo Giovanni et al. Estimativa da temperatura de globo negro a partir da temperatura de bulbo seco. *Revista Engenharia na Agricultura-REVENG*, v. 19, n. 6, p. 557-563, 2011.

Badhani, Bharti; Sharma, Neha; Kakkar, Rita. Gallic acid: A versatile antioxidant with promising therapeutic and industrial applications. *Rsc Advances*, v. 5, n. 35, p. 27540-27557, 2015.

Barrett, Nathaniel W. et al. Effects of acute and chronic heat stress on the performance, egg quality, body temperature, and blood gas parameters of laying hens. *Poultry science*, v. 98, n. 12, p. 6684-6692, 2019.

Barros, HSS, Oliveira, RF, Minafra, CS, Gomide, APC, Araujo Neto, FR, Gonçalves, JCR, et al. Functional oil in the feeding of heat-stressed Japanese quail. *PoultryScience*. (2024) 103:104041–5791. doi: 10.1016/j.psj.2024.104041

Baurhoo, B.; Phillip, L.; Ruiz-Feria, C. A. Effects of purified lignin and mannan oligosaccharides on intestinal integrity and microbial populations in the ceca and litter of broiler chickens. *Poultry science*, v. 86, n. 6, p. 1070-1078, 2007.

- Biswal, Jyotsnarani et al. Impact of heat stress on poultry production. *World's Poultry Science Journal*, v. 78, n. 1, p. 179-196, 2022.
- Buyse, Kobe et al. Chestnut tannins in broiler diets: Affecting intestinal development in different feeding phases. *Frontiers in veterinary science*, v. 9, p. 996524, 2022.
- Cornescu, Gabriela Maria et al. White Grape Pomace Effect on Laying Hens' Productivity, Egg Quality Traits, and Antioxidant Capacity Under Normal, Heat, and Cold Thermal Conditions. *Agriculture*, v. 14, n. 12, p. 2209, 2024.
- Cruvinel, Jessica Moraes et al. Different dietary electrolyte balance values on performance, egg, and bone quality of Japanese quail (*Coturnix Coturnix Japonica*) under heat stress. *Tropical Animal Health and Production*, v. 53, p. 1-8, 2021.
- Donoghue, D.J., Krueger, B.F., Hargis, B.M., Miller, A.M., El Halawani, M. Thermal stress reduces serum luteinizing hormone and bioassayable hypothalamic content of luteinizing hormone-releasing hormone in hens *Biol. Reprod.*, 41 (1989), pp. 419-424
- El-Tarabany, Mahmoud S. Effect of thermal stress on fertility and egg quality of Japanese quail. *Journal of thermal biology*, v. 61, p. 38-43, 2016.
- Emami, Nima K. et al. Radical response: effects of heat stress-induced oxidative stress on lipid metabolism in the avian liver. *Antioxidants*, v. 10, n. 1, p. 35, 2020.
- Etches, R. J.; John, T. M.; Gibbins, AM Verrinder. Behavioural, physiological, neuroendocrine and molecular responses to heat stress. In: *Poultry production in hot climates*. Wallingford UK: CABI, 2008. p. 48-79.
- Fathi, M. M. et al. Physical and mechanical properties of eggshell as affected by chicken breed and flock age. *British poultry science*, v. 60, n. 5, p. 506-512, 2019.
- Forester, Sarah C.; Waterhouse, Andrew L. Gut metabolites of anthocyanins, gallic acid, 3-O-methylgallic acid, and 2, 4, 6-trihydroxybenzaldehyde, inhibit cell proliferation of Caco-2 cells. *Journal of agricultural and food chemistry*, v. 58, n. 9, p. 5320-5327, 2010.
- Gao, Xiaona et al. Effects of fatty liver hemorrhagic syndrome on the AMP-activated protein kinase signaling pathway in laying hens. *Poultry science*, v. 98, n. 5, p. 2201-2210, 2019.

Ghaffar, Sadia et al. What is the influence of grape products on liver enzymes? A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Complementary therapies in medicine*, v. 69, p. 102845, 2022.

Godefroot, M.; Sandra, Patrick; Verzele, Maurice. New method for quantitative essential oil analysis. *Journal of Chromatography A*, v. 203, p. 325-335, 1981.

Guo, Lianying et al. Serum metabolomic profiling to reveal potential biomarkers for the diagnosis of fatty liver hemorrhagic syndrome in laying hens. *Frontiers in Physiology*, v. 12, p. 590638, 2021.

Hafeez, Abdul et al. Effect of dietary polyphenol rich grape (*Vitis vinifera*) seed extract supplementation on production performance, egg quality, plasma MDA, reproductive performance and faecal microbiota of golden laying hens. *Journal of Applied Animal Research*, v. 52, n. 1, p. 2365748, 2024.

Hassan, Saber et al. Blood hematology and biochemical of four laying hen strains exposed to acute heat stress. *International journal of biometeorology*, v. 67, n. 4, p. 675-686, 2023.

Herranz, Beatriz et al. Enriching eggs with bioactive compounds through the inclusion of grape pomace in laying hens diet: Effect on internal and external egg quality parameters. *Foods*, v. 13, n. 10, p. 1553, 2024.

Hosseini-Vashan, Seyyed Javad et al. The growth performance, plasma biochemistry indices, immune system, antioxidant status, and intestinal morphology of heat-stressed broiler chickens fed grape (*Vitis vinifera*) pomace. *Animal Feed Science and Technology*, v. 259, p. 114343, 2020.

Huerta, Almudena et al. Growth performance and gut response of broiler chickens fed diets supplemented with grape (*Vitis vinifera* L.) seed extract. *Italian Journal of Animal Science*, v. 21, n. 1, p. 990-999, 2022.

Jia, Z. S., Tang, M. C., and Wu, J. M. 1999. The determination of flavonoid contents in mulberry and their scavenging effects on superoxideradicals. *Food Chem.* 64:555-559

Khoshbaten, Manouchehr et al. Grape seed extract to improve liver function in patients with nonalcoholic fatty liver change. *Saudi Journal of Gastroenterology*, v. 16, n. 3, p. 194-197, 2010.

Laurent, Caroline; Besançon, Pierre; Caporiccio, Bertrand. Ethanol and polyphenolic free wine matrix stimulate the differentiation of human intestinal Caco-2 cells. Influence of their association with a procyanidin-rich grape seed extract. *Journal of agricultural and food chemistry*, v. 53, n. 14, p. 5541-5548, 2005.

Lauridsen, Charlotte. From oxidative stress to inflammation: redox balance and immune system. *Poultry science*, v. 98, n. 10, p. 4240-4246, 2019.

Li, Yuan; Wang, Kai; Li, Chunmei. Oxidative Stress in Poultry and the Therapeutic Role of Herbal Medicine in Intestinal Health. *Antioxidants*, v. 13, n. 11, p. 1375, 2024.

Liu, Baiheng et al. Effects of traditional chinese herbal feed additive on production performance, egg quality, antioxidant capacity, immunity and intestinal health of laying hens. *Animals*, v. 13, n. 15, p. 2510, 2023.

Mangan, Modou; Siwek, Maria. Strategies to combat heat stress in poultry production—A review. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, v. 108, n. 3, p. 576-595, 2024.

Marchini C. F. P.; Silva, P. L.; Nascimento, M. R. B. M.; Beletti, M. E.; Guimarães, E. C. E Soares, H. L. 2009. Morfometria da mucosa duodenal em frangos de corte submetidos à temperatura ambiente cíclica elevada. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 61(2):491-497.

Miles, R. D. et al. Effect of antibiotic growth promoters on broiler performance, intestinal growth parameters, and quantitative morphology. *Poultry Science*, v. 85, n. 3, p. 476-485, 2006.

Mnisi, C. M. et al. Effect of graded levels of red grape pomace (*Vitis vinifera* L.) powder on physiological and meat quality responses of Japanese quail. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section A—Animal Science*, v. 70, n. 2, p. 100-106, 2021.

Mojiri-Forushani, Hoda et al. Effectiveness of grape seed extract in patients with nonalcoholic fatty liver: A randomized double-blind clinical study. *Hepatitis Monthly*, v. 22, n. 1, 2022.

Montvale NJ. 2002. *PDR for Herbal Medicines*, 2nd ed., Medical Economics, p. 362-363.

Nam, Jeong Hun et al. Effect of dietary glycine supplementation on productive performance, egg quality, stress response, and fatty liver incidence in laying hens raised under heat stress conditions. *Poultry science*, v. 102, n. 12, p. 103101, 2023.

- Nassiri-Asl, Marjan; Hosseinzadeh, Hossein. Review of the pharmacological effects of *Vitis vinifera* (Grape) and its bioactive constituents: an update. *Phytotherapy research*, v. 30, n. 9, p. 1392-1403, 2016.
- Ortiz, L. T. et al. Effects of faba bean tannins on the growth and histological structure of the intestinal tract and liver of chicks and rats. *British Poultry Science*, v. 35, n. 5, p. 743-754, 1994.
- Pashaei, Mohsen et al. Plantas Medicinais e Substâncias Naturais para a Saúde Avícola: Uma Revisão. *Journal of Poultry Sciences and Avian Diseases*, v. 2, n. 2, p. 36-49, 2024.
- Peng, Kai et al. Condensed tannins improve glycolipid metabolism but induce liver injury of Chinese seabass (*Lateolabrax maculatus*). *Frontiers in Marine Science*, v. 9, p. 902633, 2022.
- Pu, Shaoxia et al. The relation between liver damage and reproduction in female Japanese quail (*Coturnix japonica*) exposed to high ambient temperature. *Poultry Science*, v. 99, n. 9, p. 4586-4597, 2020.
- Qin, Qingming et al. Effects of melittin on production performance, antioxidant function, immune function, heat shock protein, intestinal morphology, and cecal microbiota in heat-stressed quails. *Poultry Science*, v. 102, n. 10, p. 102713, 2023.
- Qiu, Jianqiang et al. Dietary condensed tannin exhibits stronger growth-inhibiting effect on Chinese sea bass than hydrolysable tannin. *Animal Feed Science and Technology*, v. 308, p. 115880, 2024.
- Rostagno, H S, L F T Albino, M I HAnnas. 2017. “Tabelas Brasileiras Para Aves e Suínos: Composição de Alimentos e Exigências Nutricionais. 4. Edição Editora UFV, 488p.
- Sehm, J. et al. The influence of polyphenol rich apple pomace or red-wine pomace diet on the gut morphology in weaning piglets. *Journal of animal physiology and animal nutrition*, v. 91, n. 7-8, p. 289-296, 2007.
- Selim, Shaimaa et al. Grape pomace: Agrifood by-product with potential to enhance performance, yolk quality, antioxidant capacity, and eggshell ultrastructure in laying hens. *Veterinary Sciences*, v. 10, n. 7, p. 461, 2023.
- Sell, D. R. et al. Mucin excretion and morphology of the intestinal tract as influenced by sorghum tannins. 1985.

Şenay, S.; Islim, P.; Tugay, A. Supplementation of natural antioxidants to reduced crude protein diets for Japanese quails exposed to heat stress. *Brazilian Journal of Poultry Science*, v. 21, n. 01, p. eRBCA-2019-0694, 2019.

Shini, A.; Shini, S.; Bryden, W. L. Fatty liver haemorrhagic syndrome occurrence in laying hens: impact of production system. *Avian pathology*, v. 48, n. 1, p. 25-34, 2019.

Silva, D.J.; Queiroz, A.C. *Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos*. Viçosa, MG: Editora UFV, 2002. 235p.

Singleton, V. L.; Rossi Jr, J. A. (1965). Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdicphosphotungstic acid reagents. *American Journal of Enology and Viticulture*, 16(3), 144–158.

Soares, KO, Saraiva, EP, dos Santos, JDC, Amorim, RG, Costa, JLG, Silva Veríssimo, T, et al. Effect of ambient temperature on the production parameters and egg quality of Japanese quail (*Cortunix japonica*). *Biol Rhythm Res.* (2019) 52:1130–7. doi: 10.1080/09291016.2019.1619128

Trauner, Michael; Fuchs, Claudia Daniela. Novel therapeutic targets for cholestatic and fatty liver disease. *Gut*, v. 71, n. 1, p. 194-209, 2022.

Vargas-Sánchez, Rey David et al. Use of natural ingredients in Japanese quail diet and their effect on carcass and meat quality—A review. *Asian-Australasian journal of animal sciences*, v. 32, n. 11, p. 1641, 2019.

Wang, Anqi et al. Alleviation effect of conjugated linoleic acid on estradiol benzoate induced fatty liver hemorrhage syndrome in Hy-line male chickens. *Journal of Animal Science*, v. 101, p. skad045, 2023.

Xu, Fazhi et al. Research Note: Effects of the intermittent feeding of microencapsulation essential oil on laying performance, egg quality, immune response, intestinal morphology, and oxidation status of laying hens. *Poultry Science*, v. 103, n. 5, p. 103600, 2024.

Yao, Jingting et al. Hepatopancreas-Intestinal Health in Grass Carp (*Ctenopharyngodon idella*) Fed with Hydrolyzable Tannin or Rapeseed Meal. *Aquaculture Nutrition*, v. 2022, n. 1, p. 6746201, 2022.

Zhang, X. H. et al. Effects of dietary supplementation with fermented ginkgo leaves on antioxidant capacity, intestinal morphology and microbial ecology in broiler chicks. *British Poultry Science*, v. 56, n. 3, p. 370-380, 2015.