

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PRODUÇÃO ANIMAL

NÍVEIS DE GLICOSE *IN OVO* SOBRE PARÂMETROS DE INCUBAÇÃO E DESEMPENHO DE CODORNAS DE CORTE

YARA CARDOSO BRAGA

MONTES CLAROS

2024

YARA CARDOSO BRAGA

**NÍVEIS DE GLICOSE *IN OVO* SOBRE PARÂMETROS DE INCUBAÇÃO
E DESEMPENHO DE CODORNAS DE CORTE**

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

Orientador:

Prof. Dr. Felipe Gomes da Silva

Coorientadoras:

Profa. Dra. Fabiana Ferreira

Profa. Dra. Cristina Maria Lima Sá Fortes

MONTES CLAROS

2024

Braga, Yara Cardoso.

B813n
2024 Níveis de glicose in ovo sobre parâmetros de incubação e desempenho de codornas de corte [manuscrito] / Yara Cardoso Braga. Montes Claros, 2024.
48 f.

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

Orientador(a): Felipe Gomes da Silva.

Banca examinadora: Felipe Gomes da Silva, Fabiana Ferreira, Cristina Maria Lima Sá Fortes, Leticia Ferrari Crocomo, Vanessa Michalsky Barbosa.

Inclui referências: f. 22-24, 39-41, 430.

1. Codorna - Teses. 2. Indústria avícola - Teses. 3. Ovos - Incubação - Teses. I. Silva, Felipe Gomes da. II. Universidade Federal de Minas Gerais. Instituto de Ciências Agrárias. III. Título.

CDU: 636.5



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

ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO

Aos 18 dias do mês de setembro de 2024 às 14:00 horas, sob a Presidência do Professor Felipe Gomes da Silva, D. Sc. (Orientador – UFMG/ICA) e com a participação dos Professores Fabiana Ferreira, D. Sc. (Coorientadora – UFMG/ICA), Cristina Maria Lima Sá-Fortes, D. SC. (Coorientadora – UFMG/ICA), Letícia Ferrari Crocomo, D. Sc. (UFMG/ICA) e Vanessa Michalsky Barbosa, D. Sc. (UFBA), reuniu-se, por videoconferência, a Banca de defesa de dissertação de Yara Cardoso Braga, aluna do Curso de Mestrado em Produção Animal. O resultado da defesa de dissertação intitulada "NÍVEIS DE GLICOSE IN OVO SOBRE PARÂMETROS DE INCUBAÇÃO E DESEMPENHO DE CODORNAS DE CORTE", sendo a aluna considerada aprovada. E, para constar, eu, Professor Felipe Gomes da Silva, Presidente da Banca, lavrei a presente Ata que depois de lida e aprovada, será assinada por mim e pelos demais membros da Banca examinadora. OBS.: A aluna somente receberá o título após cumprir as exigências do ARTIGO 53 do regulamento e da resolução 05/2016 do Curso de Mestrado em Produção Animal.

Montes Claros, 18 de setembro de 2024.



Documento assinado eletronicamente por **Felipe Gomes da Silva, Professor do Magistério Superior**, em 23/09/2024, às 10:52, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Fabiana Ferreira, Professora do Magistério Superior**, em 23/09/2024, às 10:52, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Cristina Maria Lima Sa Fortes, Professora do Magistério Superior**, em 23/09/2024, às 10:54, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Letícia Ferrari Crocomo, Professora do Magistério Superior**, em 23/09/2024, às 12:05, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Vanessa Michalsky Barbosa, Usuário Externo**, em 23/09/2024, às 17:36, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufmg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador 3573680 e o código CRC 4C06BAF0.

Agradecimentos

À minha mãe, Dona Graça, pelo apoio incondicional e, especialmente, por sua personalidade forte, que sempre me inspirou a seguir em frente com coragem e determinação. Sua força foi essencial para que eu chegasse até aqui.

À minha irmã, Anne, pelo companheirismo e pelas palavras de incentivo, e aos meus sobrinhos, Pedro e Ísis, que sempre trouxeram alegria e leveza aos meus dias, tornando tudo mais especial.

À meu pai (*in memoriam*), que, embora não esteja mais presente fisicamente, continua sendo uma grande inspiração em minha vida. Sua memória e os valores que me ensinou sempre me guiaram, mesmo à distância.

Aos meus orientadores, prof. Felipe, profa. Fabiana, profa. Cristina, que com paciência e sabedoria me guiaram e enriqueceram meu trabalho. Suas orientações foram fundamentais para o sucesso desta dissertação.

Aos professores do ICA/UFMG que, diretamente ou indiretamente, contribuíram com meu trabalho, e me fizeram crescer tanto profissionalmente quanto pessoalmente,

Aos meus colegas do Grupo de Estudos em Produção Avícola (GEPAVI), por toda troca de conhecimento, discussões produtivas e pelo apoio durante os desafios desta pesquisa.

À CAPES, pelo apoio financeiro, e à UFMG, pela estrutura e oportunidade de realizar este estudo em um ambiente de excelência acadêmica.

“O conhecimento é o alimento da alma”

(Platão)

RESUMO

A nutrição *in ovo* é uma técnica emergente na avicultura que visa melhorar o desenvolvimento embrionário e o desempenho pós-nascimento através da administração de nutrientes diretamente no ovo durante o período de incubação. Entre as diversas substâncias testadas, a glicose tem sido explorada devido ao seu papel fundamental no metabolismo energético. Objetivou-se com esse trabalho avaliar a inclusão de glicose *in ovo* de codornas de corte durante a fase pré eclosão, e seu reflexo no desempenho e rendimento de carcaça pós abate. Foram incubados 1200 ovos de codornas de corte de dois grupos genéticos. Ao 14º dia de incubação, após a retirada dos ovos sem desenvolvimento embrionário através da ovoscopia, os ovos foram distribuídos em cinco tratamentos (inoculação de 0; 8; 16; 24 e 32mg de glicose 50%). Cada concentração de glicose foi diluída em soro fisiológico 0,9%, até completar 0,1ml de solução nutritiva. A inoculação *in ovo* da solução nutritiva foi realizada na região alantóide do ovo, com seringas e agulhas descartáveis. Foram avaliados eclodibilidade e taxa de mortalidade pelo embriodiagnóstico. Após o nascimento, foram avaliados peso corporal, ganho de peso, consumo alimentar e conversão alimentar até os 35 dias de idade, além de rendimento de carcaças e órgãos comestíveis, aonde foram mensurados e submetidos à análise de variância. Todo o experimento foi realizado em delineamento inteiramente casualizados, em arranjo fatorial 5x2 (cinco tratamentos x dois grupos genéticos). Não houve efeito significativo ($P>0,05$) para as variáveis analisadas. A glicose, nas doses de 0 à 32mg, aplicadas na cavidade alantóide ao 14º dia de incubação, não interferiu desenvolvimento embrionário ou no desempenho produtivo de codornas de corte.

Palavras-chave: carboidratos *in ovo*; desempenho avícola; desenvolvimento embrionário; nutrição precoce;

ABSTRACT

In ovo nutrition is an emerging technique in poultry farming that aims to improve embryonic development and post-hatch performance by administering nutrients directly into the egg during the incubation period. Among the various substances tested, glucose has been explored due to its fundamental role in energy metabolism. The aim of this study was to evaluate the inclusion of glucose in broiler quail eggs during the pre-hatch phase, and its impact on performance and post-slaughter carcass yield. A total of 1200 broiler quail eggs from two genetic groups were incubated. On the 14th day of incubation, after removing the eggs without embryonic development through ovoscopy, the eggs were distributed into five treatments (inoculation of 0; 8; 16; 24 and 32mg of 50% glucose). Each concentration of glucose was diluted in 0.9% saline solution to make up 0.1ml of nutrient solution. The nutrient solution was inoculated into the egg's allantois using disposable syringes and needles. Hatchability and mortality rate were assessed by embryodiagnosis. After hatching, body weight, weight gain, feed consumption and feed conversion were assessed up to 35 days of age, as well as carcass yield and edible organs, which were measured and subjected to analysis of variance. The entire experiment was carried out in a completely randomized design, in a 5x2 factorial arrangement (five treatments x two genetic groups). There was no significant effect ($P>0.05$) for the variables analyzed. Glucose, at doses of 0 to 32mg, applied to the allantoic cavity on the 14th day of incubation, did not interfere with embryonic development or the productive performance of broiler quails.

Keywords: in ovo carbohydrates; poultry performance; embryonic development; early nutrition;

Sumário

1. INTRODUÇÃO	9
2. ARTIGOS.....	11
2.1. Artigo 1 - Revisão bibliográfica – Nutrição <i>in ovo</i> com carboidratos: uma estratégia de alimentação precoce.....	11
2.1.1. Introdução	13
2.1.2. Desenvolvimento	15
2.1.3. Considerações finais.....	21
2.1.4. Referências bibliográficas	22
2.2. Artigo 2 – Parâmetros de incubação, desempenho e rendimento de carcaça de codornas de corte oriundas de inoculação <i>in ovo</i> com glicose	25
2.2.1. Introdução	29
2.2.2. Metodologia	30
2.2.3. Resultados e discussão.....	32
2.2.4. Conclusão	38
2.2.5. Agradecimentos	38
2.2.6. Referências bibliográficas.....	39
3. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	42
4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	43
ANEXOS	44

1. INTRODUÇÃO

A avicultura moderna tem passado por profundos avanços nas últimas décadas, impulsionada principalmente pelo desenvolvimento de tecnologias que visam maximizar o desempenho zootécnico das aves e melhorar a eficiência produtiva. Entre as abordagens mais inovadoras, a técnica de nutrição *in ovo* vem se destacando como uma estratégia promissora, ao possibilitar a administração de nutrientes diretamente no ovo durante o processo de incubação.

A técnica de "inoculação *in ovo*" foi introduzida nos Estados Unidos na década de 1990, inicialmente com o objetivo de vacinar automaticamente os embriões de pintinhos contra doenças como Marek. Desde então, essa prática tornou-se amplamente adotada pela indústria avícola. No entanto, existem variações importantes na aplicação da técnica, que podem depender de fatores como o local da inoculação, a idade do embrião no momento da aplicação, a composição da solução injetada, e o método utilizado para a inoculação, entre outros fatores (Saeed *et al.*, 2019).

Esse método, que inclui a inoculação de carboidratos, aminoácidos, vitaminas e minerais, tem como objetivo otimizar o desenvolvimento embrionário e o desempenho pós-eclosão das aves. Embora amplamente estudada em frangos de corte, a aplicação dessa técnica em codornas de corte permanece pouco explorada, apesar do crescente interesse comercial pela espécie.

Os carboidratos, especialmente a glicose, desempenham papel vital como fonte de energia nas fases finais do desenvolvimento embrionário, quando as reservas energéticas do ovo se tornam insuficientes para sustentar o crescimento acelerado do embrião. Durante esse período, os embriões dependem dessas reservas para manter processos metabólicos essenciais, como o desenvolvimento muscular e a atividade enzimática intestinal, ambos cruciais para o desempenho das aves após a eclosão (Uni *et al.*, 2005). Diversos estudos com frangos de corte apontam que a administração de glicose *in ovo* está associada a melhorias no crescimento pós-nascimento, aumento nas reservas de glicogênio e aprimoramento da eficiência alimentar (Tako *et al.*, 2004). Essas evidências sugerem que a técnica também poderia beneficiar outras espécies avícolas, como as codornas, otimizando seu desempenho produtivo.

Entretanto, os efeitos da nutrição *in ovo* sobre parâmetros de incubação e o desempenho produtivo em codornas de corte ainda não estão bem estabelecidos. Embora a suplementação *in ovo* em frangos tenha demonstrado impacto positivo no desempenho inicial e na composição de carcaça, extrapolar esses resultados para codornas exige cautela. As respostas fisiológicas e metabólicas podem variar significativamente entre espécies, tornando necessária uma investigação específica para codornas (Tako *et al.*, 2004).

Com o aumento da demanda por carne de codorna e a necessidade de tecnologias que melhorem a eficiência produtiva dessa espécie, o presente estudo tem como objetivo investigar os efeitos de diferentes níveis de glicose *in ovo* sobre os parâmetros de incubação, desempenho

e rendimento de carcaças de codornas de corte. Os resultados obtidos poderão contribuir para uma melhor compreensão dos mecanismos envolvidos na nutrição embrionária, além de fornecer diretrizes para a aplicação dessa técnica na produção comercial de codornas

2. ARTIGOS

2.1. Artigo 1 - Revisão bibliográfica – Nutrição *in ovo* com carboidratos: uma estratégia de alimentação precoce.

Revisão bibliográfica, elaborada conforme as normas, submetida e aceita para publicação como capítulo no livro: “Zootecnia: tópicos atuais em pesquisa – Volume 4” da Editora Científica Digital. DOI: doi.org/10.37885/231014873

RESUMO

O período de incubação representa 30% da vida de um frango de corte programado para ser abatido aos 42 dias de idade. Portanto, é fundamental investir em medidas tecnológicas e de gestão que melhorem toda a cadeia produtiva do frango nesta fase. Uma das técnicas que surgiram para melhorar o desempenho das aves é a nutrição *in ovo*. O sistema digestivo de uma ave recém-nascida ainda se encontra subdesenvolvido e imaturo em termos de utilização de nutrientes. Assim, estratégias alimentares devem ser ajustadas a este declínio no seu desenvolvimento. A técnica envolve a inoculação de soluções nutritivas durante a incubação com objetivo de corrigir desequilíbrios nutricionais no ovo ou fornecer nutrientes que tenham um efeito positivo no desempenho embrionário e do pintinho. A técnica pode ajudar a melhorar o desenvolvimento do sistema digestivo das aves e garantir que a ave se desenvolva corretamente e tenha maiores chances de sobrevivência após a eclosão.

Palavras-chave: Avicultura de Precisão, Desempenho Produtivo, Nutrição Precoce, Produção Animal.

2.1.1. Introdução

O período que compreende o momento pré-eclosão e pós-eclosão para as aves apresenta-se como importante no requerimento e na obtenção de aporte de nutrientes, por conta do gasto energético que ocorre nesse momento, sendo este período desafiador para os pintinhos recém-eclodidos. Segundo Scottá *et al.* (2014), o período de transição de embrião para o estágio pós-eclosão é crítico para o desenvolvimento de todos os sistemas nas aves. Sendo assim, algumas técnicas de manejo durante os primeiros dias de vida podem melhorar o desempenho da ave durante todo o seu ciclo produtivo.

Maiorka *et al.* (2000) descrevem que a utilização das reservas presentes no saco vitelino tem sido questionada, visto que não existe consenso sobre qual a influência do consumo de alimento pós-eclosão sobre a utilização desses nutrientes e a consequente redução em peso do saco vitelino. Uni e Ferket (2004) afirmam que vários fatores podem limitar o desenvolvimento e a viabilidade dos embriões na fase pré-eclosão e pintos recém-eclodidos, entre eles podemos citar o conteúdo de nutrientes para desenvolvimento de tecidos e reservas do embrião; a habilidade do trato gastrointestinal para digerir nutrientes de dietas exógenas ricas em proteínas e carboidratos e a habilidade dos pintos substituírem os nutrientes da gema pelos da dieta no período pós-eclosão.

Atualmente, a alimentação *in ovo* tem se tornado alternativa viável para o pintainho por meio da inoculação de soluções nutritivas durante a incubação, de modo que, essa nutrição precoce, atue como aporte energético extra, a fim de garantir que o embrião consiga passar pelo período de transição e, ainda se manter, de maneira eficiente. A técnica *in ovo* foi iniciada nos anos 90 nos Estados Unidos para a realização da vacinação automática de pintinhos de frangos de corte contra as doenças de Marek e Gumboro e, desde então, tem sido amplamente utilizada na indústria avícola. Essa técnica permite a entrega de diversas substâncias para o embrião. Entre as principais estão os antibióticos, pré e probióticos, simbióticos, e nutrientes como as vitaminas, minerais, carboidratos e aminoácidos (Gonçalves *et al.*, 2013; Barbosa; Junior, 2023).

O sistema digestivo de uma ave recém-nascida ainda se encontra subdesenvolvido e imaturo em termos de utilização de nutrientes durante a fase inicial. Portanto, as estratégias alimentares devem ser ajustadas. É fundamental fornecer acesso precoce aos alimentos para estimular o crescimento e desenvolvimento intestinal, o que é crucial para a sobrevivência e o crescimento da ave. Ainda no ovo, o embrião se alimenta basicamente dos nutrientes do saco vitelínico, logo, após a eclosão, os níveis encontrados de carboidratos são baixos (Vieira; Moran, 1998; Pedrosa *et al.*, 2006), não sendo possível suprir toda a demanda da ave no momento após eclosão. Diante do fato de que ainda são poucas revisões acerca do tema, com o presente

trabalho objetivou-se compilar dados sobre os parâmetros de incubação e desempenho com a utilização de carboidratos na nutrição precoce de ovos embrionados.

2.1.2. Desenvolvimento

Período pré-eclosão e desenvolvimento embrionário

O período pré-eclosão das aves é um momento crucial devido à sensibilidade dos sistemas fisiológicos e morfológicos que ocorrem durante a transição da fase embrionária para o período pós-eclosão, significando que qualquer perturbação ou stress pode ter impacto significativo no desenvolvimento e sobrevivência da ave. Algumas das mudanças que ocorrem durante este período incluem o desenvolvimento do sistema digestivo, o que é crucial para a sobrevivência da ave após a eclosão, sendo este influenciado pela nutrição que a ave recebe durante o período pré-eclosão, bem como o acesso à água e alimentação logo após a eclosão, podendo ter um impacto significativo no seu crescimento, desenvolvimento e sobrevivência. Portanto, é fundamental prestar cuidados e atenção necessários para garantir que a ave se desenvolva corretamente e tenha maiores chances de sobrevivência após a eclosão.

Diferentemente do que ocorre com mamíferos, as aves possuem e utilizam somente o conteúdo presente no ovo para a formação e desenvolvimento de todo o organismo do embrião, garantindo ainda a reserva energética para o período pós eclosão, sendo essa reserva energética denominada de saco vitelino, sendo composta por água, proteínas e lipídeos (Gonçalves *et al.*, 2013; Barbosa, 2014; Reis, 2018). O ovo apresenta estruturas e componentes que possuem capacidade de garantir integridade estrutural, além de fornecer todo suprimento nutricional que o embrião necessita. Embora de grande importância para o embrião e para o período de transição entre a fase embrionária e neonata, as reservas do saco vitelínico são rapidamente consumidas, sendo que, no terceiro dia de vida, já não se apresenta como fonte importante de nutrientes (Vieira; Moran, 1998; Vieira, 2004).

O tempo transcorrido para eclosão de ovos diferem-se entre as espécies de aves devido às diferenças existentes nos tempos para formação de tecidos e órgãos. Na fase final do desenvolvimento, o embrião tem capacidade de ingerir o líquido amniótico, sendo responsável para que ocorra grande desenvolvimento das vilosidades intestinais (Groff, 2018). De modo geral, o início do desenvolvimento do trato gastrointestinal das aves inicia-se nas primeiras horas de incubação (Gonçalves *et al.*, 2013), contudo após a eclosão, o seu intestino ainda está imaturo, tanto morfológicamente quanto fisiologicamente, logo, estratégias de alimentação precoce devem ser consideradas para que a ave consiga expressar todo seu potencial para produção (Scottá *et al.*, 2014). Considerando que deficiências de nutrientes no âmnio pode prejudicar o desenvolvimento perinatal, a suplementação destas substâncias diretamente neste conteúdo poderia acelerar o desenvolvimento intestinal e sua capacidade de digerir nutrientes.

O desenvolvimento intestinal de aves durante os estágios embrionários e a nutrição fornecida pelo ovo são fatores importantes para o desenvolvimento do pintinho. Um problema recorrente e que compromete o desenvolvimento inicial encontrados pós eclosão, é a imaturidade fisiológica do trato digestório nos primeiros dias de vida das aves. Essa imaturidade encontrada representa menor absorção de nutrientes para o desenvolvimento do pintinho (Resende, 2022).

O trato digestório dos embriões passa por várias alterações antes da eclosão, coincidindo com a ingestão do fluido amniótico, sendo esse a primeira refeição do pintinho. Segundo estudos, a digestão do fluido amniótico tem início por volta do 13º-15º dia de incubação e continua até o 18º dia, com a finalidade de preparar o sistema gastrointestinal para a nutrição após a eclosão, promovendo rápido desenvolvimento da mucosa intestinal, sendo esta, caracterizada por alterações morfológicas e aumento da expressão e atividade de enzimas e transportadores (Givisiez *et al.*, 2020), e essa adaptação é essencial para sobrevivência dos pintinhos após a eclosão. Enquanto o sistema intestinal se desenvolve, as vilosidades intestinais aumentam significativamente, tanto em número quanto em comprimento e densidade, ampliando a área de absorção, além de aumento no número de enterócitos presentes e nas células caliciformes, sendo essas alterações essenciais para o aumento na área de superfície de digestão e absorção (De Barros, 2017), entretanto, os processos de absorção ainda são dependentes dos mecanismos que ocorrem na mucosa intestinal.

Após a eclosão, o trato gastrointestinal dos pintos está pronto anatomicamente, mas funcionalmente ainda está imaturo, necessitando passar por grandes alterações morfológicas e fisiológicas, dessa forma, o intestino continua crescendo rapidamente, com taxa de crescimento superior aos demais tecidos, passando de 1% do peso vivo do animal ao 10º dia de incubação, para 3,5% no momento do nascimento (Noy; Uni; Sklan, 1996; Gonçalves *et al.*, 2013; Groff, 2018).

Nutrição *in ovo*

A inoculação “*in ovo*” têm se apresentado como uma realidade no setor avícola, sendo iniciada há 40 anos atrás quando a vacinação *in ovo* contra a doença de Marek começou a ser utilizada, devido maior efetividade quando comparada a administração na fase neonata (Sharma; Witter, 1983; Farias, 2018; Miranda *et al.*, 2021). A “nutrição *in ovo*” ou “alimentação precoce” representa uma técnica (US Patent (6.592.878) de propriedade de Uni e Ferket (2003) pela qual soluções contendo nutrientes são inoculados nos ovos, com o intuito de promover melhor desenvolvimento embrionário, suprir possíveis deficiências nutricionais do embrião, além de disponibilizar mais nutrientes para fase pós eclosão (Groff, 2018; Alves *et al.*, 2020). Logo, essa

técnica poderá gerar possíveis ganhos produtivos, principalmente na primeira semana de vida da ave, momento esse que ocorre maior e mais rápido crescimento e desenvolvimento das aves.

Com o objetivo de impulsionar continuamente a produção, a inoculação de nutrientes *in ovo* emerge como ferramenta valiosa para as empresas do setor avícola, com intuito de alcançar resultados superiores. A obtenção de taxa de eclosão mais elevada, mesmo que marginal, já implica em substancial aumento, tanto econômico quanto produtivo para essas empresas.

Para o desenvolvimento desta técnica de forma manual, perfura-se a casca do ovo embrionado e inocula-se o nutriente por meio de seringa e agulhas descartáveis no líquido amniótico, gema, albúmen ou no próprio embrião, ou de forma automatizada. Estudos realizados por Leitão *et al.* (2010) concluíram que a inoculação pela técnica que atravessa a câmara de ar provoca maior mortalidade em embriões quando comparados com a aplicação diretamente na cavidade alantoide. Neste sentido, Uni e Ferket (2003) recomendam que nutrientes e moduladores entéricos sejam inoculados diretamente na cavidade alantoide a fim de possibilitar a ingestão deste conteúdo pelo embrião, uma vez que estarão misturados ao líquido amniótico (Groff, 2018).

O ovo contém todos os nutrientes necessários para o adequado desenvolvimento do embrião, porém na fase final da incubação e logo após a eclosão, as aves podem ter seu desenvolvimento restringido por algum déficit dos nutrientes que porventura tenha ocorrido no ovo. Desta maneira, vários nutrientes podem ser inoculados a fim de melhorar índices de eclodibilidade, desempenho e desenvolvimento das aves, entre eles estão os aminoácidos, carboidratos, vitaminas, entre outros (Gonçalves *et al.*, 2013; Farias, 2018; Paula, 2019).

O saco vitelino da ave no momento pós eclosão, é rico em lipídeos, porém, pobre em carboidratos, logo, essa reserva não supre totalmente a energia necessária para a ave pós-eclosão. Desse modo, verifica-se a necessidade de gliconeogênese a partir da proteína do saco vitelino e corporal, já que os lipídeos não contribuem no metabolismo de síntese de glicose (Sorbara, 2003). Assim, a nutrição precoce de aves pode ser uma tática viável para maior disponibilização de nutrientes para o embrião, visto que maiores reservas estarão disponíveis no fluido amniótico prontamente para serem absorvidos, conseqüentemente, atuando como aporte extra para as aves pós eclosão. Outra importância da nutrição *in ovo* é o estímulo do desenvolvimento da mucosa do intestino delgado das aves, de forma precoce, isso melhora a absorção de nutrientes. Esse desenvolvimento intestinal acontece devido à presença e ingestão de nutrientes que foram inoculados no ovo (Leitão *et al.*, 2014).

Carboidratos

Os embriões apresentam rápido crescimento e desenvolvimento, associado a alta demanda energética, principalmente na fase final de incubação. Os carboidratos estão atualmente sob extensa investigação no contexto da nutrição embrionária, devido à sua relevância como componentes essenciais no ovo e seu importante papel na fase final do desenvolvimento embrionário. Sua relevância na fase terminal do desenvolvimento embrionário de aves foi evidenciada por Christensen *et al.* (1993), os quais reconheceram a importância deste nutriente como componente essencial em soluções utilizadas para a suplementação de embriões via ovo.

Os carboidratos são compostos orgânicos constituídos por carbono, hidrogênio e oxigênio em sua molécula (Nunes *et al.*, 2013). Embora formem a parte mais volumosa da ração, eles são encontrados apenas em pequenas quantidades nos tecidos, isso porque as utilizações dos carboidratos são principalmente para produzir calor corporal e energia para os movimentos musculares.

Sorbara (2003) descreve que, para que os frangos de corte possam expressar ao máximo seu potencial de crescimento, eles precisam adaptar-se rapidamente à nutrição exógena. Na fase embrionária, na qual as aves dependiam basicamente dos lipídeos como fonte de energia, após a eclosão, quando os nutrientes passam a ser absorvidos no intestino, a principal fonte de energia são os carboidratos. De acordo com Vieira (2004), a maior parte das reservas energéticas destinadas ao embrião durante a incubação é provenientes da gema, e a maior parte da proteína provém do albúmen, e a concentração de carboidratos na fase embrionária é baixa. Logo, a gliconeogênese de origem proteica é extremamente importante para manter os processos de produção de energia para o desenvolvimento embrionário. Ao final da incubação, os embriões absorvem reserva energética do saco vitelínico, porém, essa pode não ser suficiente para suprir as exigências de carboidratos necessárias pós eclosão devido ao fato de que a reserva de carboidratos do saco vitelínico é baixa (Damasceno *et al.*, 2017).

A passagem da dependência nutricional concentrada em gordura proveniente do saco vitelino para carboidratos de origem alimentar leva de dois a três dias para ser completar (Vieira, 2004). Durante esse período de adaptação, a gliconeogênese é fortemente reduzida conforme os níveis de glicose são aumentados (Vieira; Pophal, 2000; Vieira, 2004). Assim, a nutrição de carboidratos no período pré-eclosão é uma prática possível pois o embrião irá ingerir maiores reservas de nutrientes que estará disponível no fluido amniótico, sendo possível reduzir a gliconeogênese de origem proteica, podendo esta ser utilizada exclusivamente para deposição muscular e atuando como aporte extra de energia para o embrião eclodir e ainda se manter nos períodos iniciais após eclosão.

Ao trabalharem com glicerol *in ovo*, Dal Pont *et al.* (2019) citaram que a suplementação favorece o desenvolvimento do embrião no período de incubação, além de promover aumento no armazenamento de glicogênio hepático em pintinhos recém-nascidos. Uni *et al.* (2005) suplementaram carboidratos *in ovo* e observaram melhor desempenho de pintos de corte nas fases pré-inicial e inicial.

Pedroso *et al.* (2006) avaliaram a inoculação *in ovo* de ácido linoleico, glicose e glutamina em ovos de matrizes pesadas e observaram que a inoculação desses nutrientes foi prejudicial para as características relacionadas à eclodibilidade e o desempenho dos pintos na fase inicial. Em contrapartida, Leitão *et al.* (2014), inoculando maltose e sacarose ao 16º dia de incubação, não encontraram interferência no peso ao nascer e eclodibilidade, mas determinaram que 0,6 ml de maltose favoreceram maior altura de vilosidades no primeiro dia de vida.

Tako *et al.* (2004) realizaram a administração *in ovo* de 1,0 mL de uma solução de carboidratos (contendo 25 g de maltose/L, 25 g de sacarose/L, 200 g de dextrina/L em 5g de NaCl/L) no âmnio de ovos embrionados de frangos de corte aos 17,5 dias de incubação. Os resultados indicaram que a administração de nutrientes exógenos no âmnio promoveu melhorias no desenvolvimento intestinal, aumentando o tamanho das vilosidades e aprimoramento da capacidade intestinal de digestão de dissacarídeos. Estas melhorias provavelmente contribuíram para maior peso corporal dos animais que receberam a nutrição *in ovo*.

No estudo conduzido por Salmazadeh *et al.* (2012), durante o período de zero ao sétimo dia de incubação, ovos embrionados de frangos de corte foram submetidos a inoculação no albúmen com solução de 0,5 mL de água deionizada contendo 75 ou 100 mg de glicose. Quando avaliaram o desempenho das aves após a eclosão, observou-se melhorias significativas no ganho de peso e na conversão alimentar nos grupos que receberam a administração *in ovo* de glicose. Em trabalhos realizados com frangos de corte por Campos *et al.* (2011) e Kanagaraju e Rathnapraba (2019), a inoculação de glicose e sacarose proporcionou melhor conversão alimentar, aumento no ganho de peso, peso de peito, além da melhoria no desempenho produtivo e na histomorfologia intestinal de frangos de corte, respectivamente.

Pesquisas realizadas avaliando baixos níveis de glicose *in ovo* demonstraram que não houve melhora no peso ao nascer e o desempenho de pintos de corte na fase pré-inicial. A dose de 0,4 ml de glicose prejudicou o peso corporal das aves, e que a dose de 0,5 ml de glicose e sacarose levou a menor taxa de eclodibilidade e maior mortalidade embrionária (Maciel *et al.*, 2006; Campos *et al.*, 2011). Logo, a administração de baixos níveis de glicose não tem sido eficiente para melhora do desempenho, corroborando com os resultados reportados por Ipek *et al.* (2004), que ao inocularem baixos níveis de glicose (5, 10 e 15 mg), não verificaram aumento na mortalidade embrionária tampouco melhora no desempenho dos pintos. Trabalhando com a

glicose na nutrição *in ovo*, Refaie (2018) observou que 0,1 ml de glicose em concentração de 2,5% melhorou a eclodibilidade e o peso ao nascer dos pintinhos sem efeitos negativos na glicemia e no perfil lipídico dos mesmos.

Ao avaliar a inclusão de glicerol *in ovo* na região do âmnio, para embrião de pintinhos com 17 dias de incubação, Neves (2019) verificou que o crescimento é semelhante a insulina, por contribuir no aumento do número de ovos eclodidos e melhora no desempenho das aves pós-eclosão.

Ao trabalharem com rafinose, Berrecoso *et al.* (2016) aplicaram na câmara de ar, aos 12 dias do embrião, e observaram uma melhora na imunidade do intestino delgado dos pintinhos de corte. Ao adicionar 0,5 ml de solução salina + 200 mg de glicose e 0,5 ml de solução salina + 0,25 ml de clara de ovo líquida, Nunes *et al.*, (2018) observaram melhora no desempenho de crescimento e peso das aves, quando aplicado no líquido amniótico no 17º dia.

Bhanja *et al.* (2014) ao inocularem 50 mg de solução contendo glicose, frutose e ribose no saco vitelínico aos 14º dias de incubação obtiveram melhor desempenho e imunidade em frangos de corte em relação ao tratamento com ovos intactos. Portanto o fornecimento *in ovo* de fontes de carboidratos foi considerado como uma técnica promissora pois tem efeito poupador de aminoácidos como fonte de energia (Retes *et al.*, 2018), e resulta em pintinhos ao nascer com maior peso.

2.1.3. Considerações finais

Diante das informações, percebe-se a inoculação de carboidratos *in ovo* pode melhorar o desenvolvimento total do trato gastrointestinal, aumentar a taxa de crescimento e eficiência alimentar, reduzir a mortalidade e morbidade pós-eclosão, promover o crescimento da microbiota intestinal benéfica, melhorar o sistema imunológico e resposta aos antígenos entéricos, reduzir distúrbios e aumento do desenvolvimento muscular e da produção de carne.

Devido às discrepâncias de resultados encontrados, mais pesquisas devem ser realizadas para melhorar a técnica de alimentação *in ovo* para aplicação comercial, e compreender o desenvolvimento embrionário e o metabolismo de nutrientes, investigar os genes específicos responsáveis pelo desempenho, saúde intestinal, além de estabelecer um nível ótimo de inoculação se tornam necessários.

2.1.4. Referências bibliográficas

ALVES, L. K. S.; VIANA, G. P.; SANTOS, T. S. D.; REIS, B. Q. D.; GUIMARÃES, E. B. B.; NACIMENTO, R. A.; RAINERI, C.; ARAÚJO, C. S. D. S. In-ovo feeding: a review. **VETERINÁRIA NOTÍCIAS**, Uberlândia, v. 26, n. 1, p. 50-67, 2020.

BARBOSA, L. C. G. S. **Impacto da nutrição pós-eclosão sobre o desenvolvimento de frangos de corte**. 2014. 182 f. Tese (Doutorado em Ciências) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo. Pirassununga, 2014.

BARBOSA, D.; JÚNIOR, S. T. Al.; NUTRIÇÃO IN OVO PARA FRANGOS DE CORTE. **Revista Agroveterinária do Sul de Minas-ISSN: 2674-9661**, v. 5, n. 1, p. 109-125, 2023.

BERROCOSO, J. D.; KIDA, R.; SINGH, A. K.; KIM, Y. S.; JHA, R. Effect of in ovo injection of raffinose on growth performance and gut health parameters of broiler chicken. **Poultry Science**. v. 96, p.1573-1580, 2017. doi: 10.3382/ps/pew430. PMID: 27920191; PMCID: PMC5447357.

BHANJA, S.K.; GOEL, A.; PANDEY, N.; MEHRA, M.; MAJUMDAR, S.; MANDAL, A.B. In ovo carbohydrate supplementation modulates growth and immunity-related genes in broiler chickens. **Journal Of Animal Physiology and Animal Nutrition**, v. 99, n. 1, p. 163-173, 2015.

CAMPOS, A. M. D. A.; ROSTAGNO, H. S.; GOMES, P. C.; SILVA, E. A. D.; ALBINO, L. F. T.; NOGUEIRA, E. T. Efeito da inoculação de soluções nutritivas in ovo sobre a eclodibilidade e o desempenho de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 8, p. 1712-1717, 2011.

CHRISTENSEN, V. L.; DONALDSON, W. E.; NESTOR, K. E. Effect of maternal dietary triiodothyronine on embryonic physiology of turkeys. **Poultry Science**, v. 72, n. 8, p. 2316-2327, 1993.

DAL PONT, G. C.; GOES, E. C.; ARAUJO, R. A.; OLIVEIRA, S. G.; ROCHA, C.; MAIORKA, A. Glycerol inoculation in eggs of young broiler breeders at different embryonic periods. **Poultry Science**, v. 98, n. 9, p. 3989-3993, 2019.

DAMASCENO, J. L.; CRUZ, F. G. G.; MELO, R. D.; FEIJÓ, J. C.; RUFINO, J. P. F.; VALENTIM, F. M.; OLIVEIRA, J. P. C. Inoculação de proteína isolada de soja em ovos embrionados oriundos de matrizes semipesadas com diferentes idades. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 69, n. 5, p. 1259-1266, 2017.

DE BARROS, M. E. G. Influência da alimentação neonatal no desenvolvimento do trato gastrointestinal em frangos de corte submetidos ou não a um período de jejum pós-eclosão. P. 74-74, 2017.

FARIAS, T. M. **Inoculação de dl-metionina em ovos embrionados de matrizes avícolas**. 2018. 57 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) - Universidade Federal do Amazonas, Amazonas, 2018.

GIVISIEZ, P. E., MOREIRA FILHO, A. L., SANTOS, M. R., OLIVEIRA, H. B., FERKET, P. R., OLIVEIRA, C. J., & MALHEIROS, R. D. (2020). Chicken embryo development: metabolic and morphological basis for in ovo feeding technology. **Poultry Science**, 99(12), 6774-6782.

GONÇALVES, F. M.; SANTOS, V. L.; CONTREIRA, C. L.; FARINA, G.; KREUZ, B. S.; GENTILINI, F. P.; ANCIUTI, M. A.; RUTZ, F. Nutrição in ovo: estratégia para nutrição de precisão em sistemas de produção avícola. **Archivos de Zootecnia**, v. 62, p. 45-55, 2013.

GROFF, P. M. **Avaliação do desempenho, morfometria intestinal e parâmetros de incubação de frangos de corte submetidos a nutrição in ovo.** 2018. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos, 2018.

IPEK, A.; SAHAN, Ü.; YILMAZ, B. The effect of in ovo ascorbic acid and glucose injection in broiler breeder eggs on hatchability and chick weight. **Archiv ur Geflugelkunde**, v. 68, n. 3, 2004.

KANAGARAJU, P.; RATHNAPRABA, S. Effect of in-ovo injection of glucose and egg white protein on the production performance and gut histomorphometry of broiler chicken. **Indian Journal of Animal Research**, v. 53, n. 5, p. 675-679, 2019.

LEITÃO, A.R.; LEANDRO, N.S.M.; STRINGHINI, H.J.; CAFÉ, M.B.; ANDRADE, M.A. Inoculação de maltose, sacarose ou glicose em ovos embrionados de baixo peso. **Acta Scient. Animal Science**, Maringá, v.32, n.1, p. 93-100, 2010.

LEITÃO, A.R.; LEANDRO, N.S.M.; STRINGHINI, H.J.; CAFÉ, M.B.; MATOS, M. S.; ANDRADE, M.A. Inoculação de maltose e/ou sacarose em ovos leves embrionados. **Ciência Animal Brasileira**, v.15, n.1, p. 55-63, 2014.

MACIEL, I. B.; SILVEIRA NETO, O. J. Níveis de glicose e ácido linoléico in ovo para frangos de corte. In: **III Congresso de Pesquisa, Ensino e Extensão da UFG**, 2006, Goiânia. Anais Eletrônicos do III CONPEEX - UFG, 2006.

MIRANDA, H. A. F.; LOPES, I. M. G.; DE LIMA, M. D., FERREIRA, F.; PEREIRA, E. B.; DA SILVA, L. F.; COSTA, L. F. Efeitos da nutrição in ovo no desempenho de frangos de corte: uma revisão. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 2, p. e38810212307-e38810212307, 2021.

NELSON, D. L.; COX, M. M. **Princípios de bioquímica de Lehninger**. 6. ed. rev. Porto Alegre: Artmed, 2014. 1220 p. ISBN 978-85-8271-073-9.

NEVES, D. G. das. **In ovo injection of glycerol and insulin-like growth factor (IGF-I0 for broilers.** (Doutorado). Lavras: Universidade Federal de Lavras; 2019.

NOY, Y.; UNI, Z.; SKLAN, D. Routes of yolk utilisation in the newly-hatched chick. **British poultry science**, v. 37, n. 5, p. 987-996, 1996.

NUNES, J. de. R. da. S.; CRUZ, F. G. G.; CHAGAS, E. O. das.; MAQUINÉ, L. de. C.; MELO, J. B. dos. S.; MILLER, W. P. M. Inoculação de glicose e clara de ovo em ovos embrionados. **Rev. Cientif. de Avicult. e Suinocul.**; v.4, n.1, 2018.

NUNES, J. K.; CONTREIRA, C. L.; TAVARE, A.; LORANDI, S.; DOS SANTOS, C. M.; RODRIGUES, T. A. Digestão e absorção de carboidratos pelas aves. **PUBVET**, Londrina, v. 7, n. 17, ed. 240, p. 1653-1790, 2013.

PAULA, K. L. C. D. **Fontes de ácido linoleico conjugado e ácido láurico inoculados in ovo de codornas de corte.** 2019. 124 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, 2019.

PEDROSO, A. A.; CHAVES, L. S.; LOPES, K. L. D. A. M.; LEANDRO, N. S. M.; CAFÉ, M. B.; STRINGHINI, J. H. Inoculação de nutrientes em ovos de matrizes pesadas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, p. 2018-2026, 2006.

PEREIRA, A. S., SHITSUKA, D. M., PARREIRA, F. J., & SHITSUKA, R. (2018). Metodologia da pesquisa científica. UFSM.

REFAIE, Amira Mahmoud. In-ovo feeding and early nutrition by glucose and their effects in improving hatchability and performance of fayoumi chicks. **Egyptian Poultry Science Journal**, v. 38, n. 2, p. 497- 511, 2018.

REIS, T. L. Nutrição precoce de pintos de corte. **Ciência Animal**, v. 28, n. 1, p. 82-97, 2018.

RESENDE, C. O. Nutrição in ovo: inoculação de carboidratos em ovos embrionados de frangos de corte-revisões sistemáticas e metanálises. 2022.

RETES, P. L.; CLEMENTES, A. H. S.; NEVES, D. G.; ESPÓSITO, M.; MARIYAMA, L.; ALVARENGA, R. R.; PEREIRA, L. J.; ZANGERONIMO, M. G. In ovo feedign of carbohydrates for broilers – a systematic riview. **J.Anim. Physiol. Anim. Nutr.** V. 102, p. 361-369, 2017. DOI: 10.1111/jpn.1280.

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

SALMANZADEH, M.; EBRAHIMNEZHAD, Y., SHAHRYAR, H. A., & BEHESHTI, R. The effects of in ovo injection of glucose and magnesium in broiler breeder eggs on hatching traits, performance, carcass characteristics and blood parameters of broiler chickens. **Arch. Geflugelkd.**, v. 76, p. 277-284, 2012.

SCOTTÁ, B. A.; CAMPOS, P. F.; GOMIDE, A. P. C.; BARROCA, C. C.; FORMIGONI, A. S.; ZERLOTINI, M. F. Nutrição pré e pós-eclosão em aves. **PUBVET**, Londrina, v. 8, n. 8, ed. 257, p. 0830-0974, 2014.

SHARMA, J. M.; WITTER, R. L. Embryo vaccination against Marek's disease with serotypes 1, 2 and 3 vaccines administered singly or in combination. **Avian diseases**, p. 453-463, 1983.

SORBARA, J. O. B. **Efeito de diferentes carboidratos na ração pré-inicial de frangos de corte sobre o desempenho e a alometria dos órgãos**. 2003. 60 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 2003.

TAKO, P.; FERKET, P.; UNI, Z. Effects of in ovo feeding of carbohydrates and β hydroxy- β -methylbutyrate on the development of chicken intestine. **Poultry Science**, v. 83, n. 12, p.2023-2028, 2004.

UNI, Z.; FERKET, P.R. Enhancement of development of oviparous species by in ovo feeding. US Regular Patent US 6,592,878 B2. 2003. North Carolina State Univ., Raleigh and Yisum **Res. Dev. Co.**, Hebrew Univ. Jerusalem, Israel.

UNI, Z.; FERKET, R.P.; TAKO, E.; KEDAR, O. In ovo feeding improves energy status of lateterm chicken embryos. **Poultry Science**, v. 84, p. 764-770, 2005.

VIEIRA, S. L.; POPHAL, S. Nutrição pós-eclosão de frangos de corte. **Brazilian Journal of Poultry Science**, v. 2, p. 189-199, 2000.

VIEIRA, S. L. Digestão e utilização de nutrientes após a eclosão de frangos de corte. V **Simpósio Brasil Sul de Avicultura**, v. 5, p. 26-41, 2004.

VIEIRA, S.L; MORAN JR, E.T. Broiler Yields Using Chicks from Extremes in Breeder Age and Dietary Propionate. **Journal of Applied Poultry Research**, v. 7, n. 3, p. 320-327, 1 out. 1998.

2.2. Artigo 2 – Parâmetros de incubação, desempenho e rendimento de carcaça de codornas de corte oriundas de inoculação *in ovo* com glicose

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

Parâmetros de incubação, desempenho e rendimento de carcaça de codornas de corte oriundas de inoculação *in ovo* com glicose

Incubation parameters, performance and carcass yield of broiler quails inoculated in ovo with glucose

Parámetros de incubación, rendimiento y rendimiento en canal de codornices de engorde inoculadas in ovo con glucosa

RESUMO:

Com o objetivo de verificar se a inoculação *in ovo* com glicose influencia parâmetros de incubação e desempenho em codornas de corte, foram incubados o total de 1200 ovos sob temperatura de 37,8° e umidade relativa de 60%, com viragem a cada duas horas. No 14° dia a viragem dos ovos foi interrompida e os ovos foram higienizados com iodo e a casca perfurada com agulha descartável e submetidos a cinco tratamentos: inoculação de 0, 8; 16; 24 e 32 mg de glicose diluída em soro fisiológico. Após o nascimento, parâmetros de eclodibilidade, desempenho até os 35 dias de idade e rendimento de carcaças foram mensurados e submetidos à análise de variância. Os resultados indicaram que baixos níveis de glicose não alteraram parâmetros de incubação bem como o desempenho e características de carcaças em codornas de corte. Concluímos que a adição glicose *in ovo* no 14° dia de incubação, aplicado na região alantóide não promovem melhorias para os parâmetros de eclosão e de desempenho em codornas de corte.

Palavras-chave: Alimentação precoce; Coturnix coturnix; Ganho de peso; *In ovo*; Rendimento de incubação.

ABSTRACT

In order to verify whether in ovo inoculation with glucose influences incubation parameters and performance in broiler quails, a total of 1200 eggs were incubated at a temperature of 37.8° and relative humidity of 60%, with turning every two hours. On the 14th day, egg turning was stopped and the eggs were sanitized with iodine and the shell pierced with a disposable needle and subjected to five treatments: inoculation with 0, 8, 16, 24 and 32 mg of glucose diluted in saline solution. After hatching, hatchability parameters, performance up to 35 days of age and carcass yield were measured and subjected to analysis of variance. The results indicated that low levels of glucose did not alter incubation parameters or performance and carcass characteristics in broiler quails. We conclude that the addition of in ovo glucose on the 14th day of incubation, applied to the allantoic region, does not improve hatching and performance parameters in broiler quails.

Keywords: Early feeding; Coturnix coturnix; Weight gain; In ovo; Hatching performance.

RESUMEN:

Para comprobar si la inoculación in ovo con glucosa influye en los parámetros de incubación y el rendimiento de las codornices de engorde, se incubaron 1.200 huevos a una temperatura de 37,8° y una humedad relativa del 60%, con volteos cada dos horas. A los 14 días se interrumpió el volteo de los huevos, se higienizaron con yodo y se perforó la cáscara con una aguja desechable para someterlos a cinco tratamientos: inoculación con 0, 8, 16, 24 y 32 mg de glucosa diluida en solución salina. Tras la eclosión, se midieron los parámetros de incubabilidad, el rendimiento hasta los 35 días de edad y el rendimiento en canal, y se sometieron a análisis de varianza. Los resultados indicaron que unos niveles bajos de glucosa no alteraban los parámetros de incubabilidad ni el rendimiento y las características de la canal de las codornices de engorde. Se concluye que la adición de glucosa in ovo en el 14° día de incubación, aplicada en la región alantoidea, no promueve mejoras en los parámetros de eclosión y rendimiento en codornices de engorde.

Palabras clave: Alimentación temprana; Coturnix coturnix; Ganancia de peso; In ovo; Rendimiento de eclosión.

2.2.1 Introdução

A nutrição *in ovo* é uma técnica inovadora na avicultura, com potencial significativo para melhorar o desenvolvimento embrionário e o desempenho pós-eclosão das aves. Este método envolve a injeção de nutrientes diretamente no ovo, visando promover melhor desenvolvimento embrionário, suprir deficiências nutricionais do embrião além de disponibilizar mais nutrientes na fase pós eclosão.

Entre os nutrientes estudados, a glicose se destaca devido ao seu importante papel no fornecimento de energia para o metabolismo celular e desenvolvimento embrionário. Entretanto é necessário realizar estudos para verificar a influência da técnica e os níveis de inclusão de glicose mais adequados para maximizar parâmetros de eclosão e desempenho produtivo. Essa técnica se mostrou eficiente em outras espécies de aves por maior peso e modificação de características de carcaça (Campos *et al.*, 2011; Kanagaraju e Rathnapraba, 2019).

O saco vitelino da ave no momento pós eclosão, é rico em lipídeos, porém, pobre em carboidratos, logo, essa reserva não supre totalmente a energia necessária para a ave pós-eclosão. Desse modo, verifica-se a necessidade de gliconeogênese a partir da proteína do saco vitelino e corporal, já que os lipídeos não contribuem no metabolismo de síntese de glicose (Sorbara, 2003). Assim, a nutrição precoce de aves pode ser uma tática viável para maior disponibilização de nutrientes para o embrião, visto que maiores reservas estarão disponíveis no fluido amniótico prontamente a serem absorvidos, consequentemente, atuando em um aporte extra para as aves pós eclosão.

Os estudos voltados para a nutrição *in ovo* em codornas de corte são escassos na literatura. Compreender e estabelecer níveis ideais de glicose *in ovo* pode melhorar o manejo de incubação e a produção dessas aves. O objetivo com este trabalho foi avaliar a inclusão de glicose *in ovo* sobre parâmetros de incubação, desempenho e carcaça.

2.2.2. Metodologia

O experimento foi realizado no Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Gerais, entre os meses de novembro de 2023 a janeiro de 2024, aprovado na Comissão de Ética no Uso de Animais da UFMG (CEUA/UFMG) sob o protocolo 51/2023.

Foram utilizados 1200 ovos incubáveis, provenientes das matrizes do programa de melhoramento genético de codornas de corte do ICA/UFMG de cada grupo genético denominados ICA I e ICA II. Ao final do período de armazenamento de nove dias, os ovos foram pesados e submetidos à incubação, sendo alocados em chocadeiras Premium Ecológica IP 130D no laboratório de aves do CPCAlI/ICA/UFMG, pré-reguladas na temperatura de 37,8°C, com umidade relativa de 60% e viragem a cada duas horas. Ao 14º dia de incubação, na etapa pré eclosão, a viragem foi interrompida e os ovos submetidos à ovoscopia para remoção dos ovos sem desenvolvimento embrionário. Os demais foram encaminhados para a inoculação dos tratamentos e logo após, acondicionados individualmente em sacos de malha fina, transparentes e respiráveis, até o momento da eclosão.

Os ovos encaminhados para a inoculação foram higienizados com solução de iodo 2% e a casca perfurada com agulha descartável de 1ml de calibre 13x0,45mm, submetidos aos cinco tratamentos: inoculação de 0; 8; 16; 24 e 32 mg de glicose. Cada concentração de glicose foi diluída em soro fisiológico 0,9%, até completar 0,1ml de solução nutritiva. A inoculação *in ovo* da solução nutritiva foi realizada na região alantóide do ovo, com seringa acompanhado de agulha de 1ml, de calibre 8,0x0,30 mm (Adaptado de Uni e Ferket, 2003). Os ovos que receberam o tratamento com 0 mg de inclusão, passaram pela abertura da casca e receberam a dose de 0,1 ml de soro fisiológico 0,9%. Ao término, o orifício foi fechado com parafina líquida. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente ao acaso em arranjo fatorial 5x2 (cinco tratamentos x dois grupos genéticos) e 240 repetições, sendo cada ovo uma repetição. As variáveis analisadas foram a eclodibilidade e o embriodiagnóstico.

Na segunda fase do experimento, após a eclosão, as aves pesadas e identificadas foram alojadas do nascimento aos 35 dias de vida em baterias metálicas com dimensões de 82cm largura x 41cm de profundidade x 27 cm de altura por compartimento, todos equipados com comedouro tipo calha, bebedouro tipo copo pressão e lâmpadas para aquecimento. Os animais foram distribuídos em delineamento inteiramente ao acaso em arranjo fatorial 5x2 (cinco tratamentos x dois grupos genéticos), com quatro repetições (gaiolas). Foram fornecidos água e comida *ad libitum* durante toda fase experimental.

A eclodibilidade (ECLO) dos ovos foi calculada considerando o número de ovos férteis incubados e não eclodidos e o número de animais nascidos ao fim do processo de incubação. Os ovos que foram retirados na ovoscopia, juntamente aos ovos não nascidos, foram submetidos ao embriodiagnóstico, aonde estes foram abertos e classificados em três fases de mortalidade embrionária segundo Porto *et al.* (2021), fase 1 (um a sete dias de desenvolvimento embrionário), fase 2 (oito a 12 dias), fase 3 (13 a 18 dias) e ovos bicados e não eclodidos.

Para avaliação do desempenho dos animais, as variáveis de ganho de peso, peso corporal, consumo de ração, em gramas, e conversão alimentar, de cada unidade experimental foram analisadas. O peso corporal foi avaliado por meio de pesagem das aves ao nascimento, sétimo, 21º e 35º dias do experimento com o auxílio de balança digital e o ganho de peso pela diferença entre o peso ao nascimento e ao final do experimento. Para o controle do consumo, as rações foram pesadas e fornecidas aos animais sempre que necessário, ao final do experimento a sobra de ração dos comedouros foram pesadas e por diferença obtido o consumo de ração. A conversão alimentar foi calculada por meio do consumo de ração dividido pelo ganho de peso.

Para avaliação da carcaça, no 35º dia, um casal de unidade experimental após o jejum de sólidos foi amostrado, pesados, abatidos, depenados, eviscerados e avaliados quanto aos pesos e rendimentos de cortes nobres, além de vísceras comestíveis, segundo metodologia descrita por Corrêa *et al.* (2005), para os diferentes grupos genéticos. As análises estatísticas foram realizadas por meio de modelo que incluíram os níveis da glicose, grupo genético, sexo e suas interações para desempenho de carcaça.

A influência do grupo genético (ICA1 e ICA2) e dos níveis de inclusão de glicose (linear e quadrática) e interação sobre as variáveis categóricas de eclodibilidade e embriodiagnóstico foi analisada utilizando a regressão logística. Enquanto para as variáveis quantitativas de desempenho e carcaça foi utilizada a análise de variância seguida de análise de regressão e teste para falta de ajuste, feitos de forma geral ou por grupo genético a depender do resultado da interação. Todas as análises foram realizadas no software SAS ($P < 0,05$).

2.2.3. Resultados e discussão

Não houve diferenças significativas ($P > 0,05$) para as variáveis de eclodibilidade (ECLO) e fases (um, dois, três e bicados e não eclodidos BNE) de embriodiagnóstico (Tabela 1).

Tabela 1- Eclodibilidade e embriodiagnóstico de ovos de codornas de corte inoculadas com glicose *in ovo*.

Variáveis %	Níveis de inoculação (mg)					P-valor
	0	8	16	24	32	
ECLO	49,70	62,80	57,83	60,24	60,58	0,1048
Fase 1	0	0,60	0	0	0	0,5122
Fase 2	2,33	1,80	2,40	1,24	1,17	0,3721
Fase 3	41,52	28,65	34,33	31,67	32,35	0,1761
BNE	5,84	5,48	5,4	6,21	5,88	0,8930

P valor > 0,05 – efeito não significativo.

Resultados estes que se assemelham aos de Ipek *et al.* (2004) que, trabalhando com baixos níveis de glicose (5, 10 e 15 mg) não observaram aumento na mortalidade embrionária nem melhoria no desempenho de pintos de corte, concluindo que baixos níveis de glicose não contribuem como suplemento energético para uma ave em desenvolvimento embrionário.

Resultados encontrados por Campos *et al.* (2011) ao estudarem a inoculação de 0,5 ml de solução a base de glicose+sacarose em ovos de pintos de corte, observaram que a solução nutritiva levou a uma menor taxa de eclodibilidade e maior mortalidade embrionária.

Trabalhos com suplementação *in ovo* de glicose (0,4mL) em frangos de corte não resultaram em melhores índices de peso ao nascer e desempenho de pintos na fase pré inicial e, prejudicou o peso corporal das aves aos 14 dias de idade (Maciel *et al.*, 2006).

Trabalhando com a nutrição *in ovo* com diversos nutrientes, incluindo a glicose, Pedroso *et al.* (2006) concluíram que a inoculação *in ovo* foi prejudicial para as características relacionadas à eclodibilidade e ao desempenho dos pintos até 10 dias de idade.

Possivelmente, a glicose juntamente com a solução salina nas concentrações testadas não foi suficiente para promover melhor desenvolvimento embrionário. Em trabalho anterior, Ferket *et al.* (2005) recomendaram que a osmolaridade de soluções nutritivas a serem utilizadas *in ovo*, à base de carboidratos, seja mantida entre 400 e 600 mOsm, corroborando com trabalhos iniciais de Uni e Ferket (2003), aonde relatam que a eclodibilidade aceitável dos pintos foi

observada quando os ovos foram injetados com soluções com uma osmolaridade variando abaixo de 800 mOsm com uma eclodibilidade ótima observada em torno de 400 a 600 mOsm. Embora essa pesquisa não tenha medido diretamente a osmolaridade das soluções nutritivas, os dados sugerem que a formulação utilizada não gerou desequilíbrio osmótico.

Embora o índice de eclodibilidade observado em nosso experimento tenha sido considerado baixo, é importante destacar que esses valores estão alinhados com os dados anteriores (não publicados) do plantel de codornas da UFMG. A eclodibilidade pode ser influenciada por diversos fatores, como a qualidade do ovo, condições de armazenamento e manejo, além das intervenções nutricionais. No contexto do nosso estudo, o fato de obter índices que se mantêm dentro da faixa habitual do nosso plantel sugere que, apesar das variações, a saúde geral e a viabilidade dos embriões não foram comprometidas.

Não houve diferença significativa para as variáveis de pesos ao nascimento, sete, 21 e 35 dias ($P > 0,05$) (Tabela 2).

Tabela 2 – Valores médios de peso ao nascimento (PN), sétimo (P7), 21° (P21) e 35° (P35) dias de idade em codornas de corte oriundos de ovos inoculados com glicose.

	Níveis de inoculação (mg)					P-valor
Pesos(g)	0	8	16	24	32	
PN	9,13	9,01	9,13	9,15	9,00	0,6249
P7	24,60	24,30	24,60	24,86	23,64	0,2978
P21	90,41	91,84	93,35	96,05	93,05	0,7424
P35	193,35	195,94	202,02	200,42	183,91	0,8672

P valor > 0,05 – efeito não significativo.

Segundo os resultados encontrados nesta pesquisa, a inoculação de glicose *in ovo* não proporciona melhor peso na fase inicial, bem como no período pré-abate em codornas de corte, nos níveis analisados. Uma possível explicação para a ausência de efeitos significativos pode estar relacionada à capacidade metabólica das codornas em metabolizar glicose durante o período embrionário, ou ainda à dose utilizada no presente estudo. Os dados encontrados nesta pesquisa corroboram com resultados de pesquisas anteriores, como Pedroso *et al.* (2006) que, ao estudarem a inoculação *in ovo* contendo glicose em ovos de matrizes pesadas, não encontraram efeitos positivos para as características relacionadas ao desempenho dos pintos até 10 dias de idade. Estes resultados não estão de acordo com Uni e Ferket (2003), que obtiveram diferenças significativas no desempenho de pintos de corte, quando utilizaram açúcares na suplementação *in ovo* utilizando solução salina e com Salmanzadeh *et al.* (2012) que observaram maior ganho de peso e maior eclodibilidade foram observados em embriões de

frangos de corte quando 75 ou 100 mg de glicose foram inoculados no albúmen no 7º dia de incubação.

Palaniyandi *et al.* (2018) não observaram diferença significativa no ganho de peso após a eclosão quando inocularam 50 mg de glicose no líquido amniótico no 18º dia de incubação em embriões de frangos, corroborando com dados obtidos por Leitão *et al.* (2008) que, ao estudarem a inoculação de glicose em ovos de frango de corte, concluíram que a inoculação de glicose *in ovo* não melhorou os parâmetros de desempenho na fase pré inicial de pintos de corte. Resultados estes não se assemelham com os resultados encontrados por Uni e Ferket (2003) que, utilizando uma mistura de carboidratos, observaram que pintos oriundos de ovos inoculados atingiram maior peso final em várias idades e com dados de Uni *et al.* (2005), que, ao suplementarem carboidratos (maltose, sacarose e dextrina) *in ovo*, observaram melhor desempenho de pintos de corte nas fases pré-inicial e inicial e atribuíram este fato à reserva de glicogênio hepático obtida pela inoculação dos nutrientes. Provavelmente, a utilização de dissacarídeos, em vez de um monossacarídeo como a glicose, tenha propiciado diferenças significativas no desempenho das aves. Em outros estudos, não houve diferença na eclosão ou no desempenho das aves (Zhang *et al.*, 2016; Abdel-Halim *et al.*, 2020).

Não houve diferenças significativas para as variáveis de consumo de ração diário (CRD), ganho médio diário (GMD) e conversão alimentar (CA) de codornas de um a 21 dias de idade (Tabela 3).

Tabela 3- Valores médios de consumo de ração diário (CRD), ganho médio diário (GMD) e conversão alimentar (CA) de um a 21 dias de idade de codornas de corte oriundos de ovos inoculados com glicose.

1-21 dias	Níveis de inoculação (mg)					P-valor
Variáveis	0	8	16	24	32	
CRD	14,77	11,74	10,62	11,64	12,31	0,1339
GMD	4,20	4,17	4,50	4,17	3,74	0,9633
CA	3,34	2,85	2,42	2,44	3,33	0,1527

P valor > 0,05 – efeito não significativo.

Os resultados deste estudo indicam que a inoculação de glicose *in ovo* no período pré-eclosão não apresentou efeitos sobre o desempenho das codornas entre um a 21 dias de idade, assim como na fase total de criação, de um a 35 dias de idade (Tabela 4). Isso pode ser explicado pela função limitada da glicose como fonte de energia após o período inicial de desenvolvimento das aves. Além disso, a baixa dosagem de glicose administrada pode ter sido insuficiente para promover um aumento significativo no desempenho, sugerindo a necessidade de ajustes na quantidade para obter resultados mais expressivos.

Tabela 4. Valores médios de consumo de ração diário (CRD), ganho médio diário (GMD) e conversão alimentar (CA) de um a 35 dias de idade de codornas de corte oriundos de ovos inoculados com glicose.

1-35dias	Níveis de inoculação (mg)					P-valor
Variáveis	0	8	16	24	32	
CRD	27,40	30,30	27,08	33,53	24,36	0,9530
GMD	4,82	5,23	5,45	5,46	4,24	0,7944
CA	5,11	6,04	5,00	5,74	5,46	0,7360

P valor > 0,05 – efeito não significativo.

Não houve diferenças significativas ($P>0,05$) para as variáveis de peso vivo, cortes nobres e testículos de codornas de corte aos 35° dias de idade (Tabela 5).

Tabela 5 – Valores médios de peso vivo (PV), pesos de cortes nobres (Peito, coxa, asa, fígado, moela, coração) e testículos de codornas de corte ao 35° dia de idade.

Pesos (g)	Níveis de inoculação (mg)					P-Valor
	0	8	16	24	32	
Vivo	200,13	224,07	211,50	208,81	191,04	0,7196
Peito	57,09	62,28	56,85	56,48	52,26	0,4795
Coxa	30,82	34,54	32,16	32,97	29,60	0,9099
Asa	12,02	12,46	12,40	12,67	12,30	0,7691
Fígado	3,82	4,20	4,13	3,95	4,00	0,8418
Moela	3,78	4,00	3,89	3,95	3,43	0,5974
Coração	1,71	1,90	1,75	1,71	1,44	0,3292
Testículos	1,27	1,43	1,68	2,50	1,68	0,2174

P valor > 0,05 – efeito não significativo.

Os resultados mostraram que não houve diferenças significativas ($P>0,05$) nas variáveis de peso vivo, cortes nobres e peso dos testículos de codornas de corte aos 35 dias de idade. Esses dados indicam que a inoculação de glicose *in ovo* não afetou o crescimento corporal ou o desenvolvimento de tecidos nobres e reprodutivos nas aves ao final do período avaliado. A ausência de efeito pode estar relacionada à dose utilizada, à capacidade das aves de compensar energeticamente essa suplementação por outras vias ao longo do crescimento, ou ao momento

da inoculação, já que trabalhos com inoculação *in ovo* são sincronizados com a data de transferência dos animais, que saem da incubadora para serem transferidos para a chocadeira.

Não houve diferenças significativas ($P > 0,05$) para as variáveis de rendimento de cortes nobres e testículos de codornas de corte aos 35° dias de idade (Tabela 6).

Tabela 6 – Valores médios de rendimentos de cortes nobres e testículos de codornas de corte ao 35° dia de idade

Rendimentos de cortes	Níveis de inoculação (mg)					P-Valor
	0	8	16	24	32	
Peito	41,51	41,17	40,20	39,83	41,17	0,3853
Coxa	22,51	23,17	23,03	23,40	23,44	0,2232
Asa	8,64	8,48	9,00	9,08	9,57	0,2083
Fígado	2,78	2,86	2,93	2,83	3,20	0,1088
Moela	2,76	2,65	2,82	2,80	2,76	0,6606
Coração	1,23	1,24	1,23	1,21	1,15	0,5068
Testículos	1,75	1,03	1,15	1,71	1,18	0,2458

P valor > 0,05 – efeito não significativo.

Os resultados encontrados corroboram com os de Santos (2007), que inoculou diversas soluções à base de carboidratos, vitaminas, aminoácidos e/ou de minerais quelatados *in ovo* e não observou efeito dos tratamentos sobre o rendimento de carcaça, em gramas, ou a porcentagem do peso vivo de nenhuma das partes avaliadas (carcaça, perna e peito) em frangos de corte aos 42 dias de idade.

Segundo os dados encontrados, a inoculação de glicose *in ovo*, em níveis de 0 a 32 mg não proporciona melhor peso e rendimento de carcaças em codornas de corte na fase pré abate. Um fator relevante que pode ter influenciado neste resultado é a disponibilidade de glicose é especialmente importante tanto nos momentos que precedem como durante a eclosão, enquanto ocorre a passagem da respiração córion-alantóica para a completa dependência da respiração pulmonar.

Antes da eclosão, a concentração de carboidratos é extremamente baixa, com menos de 1% do total requerido. Após a eclosão, a ave neonata passa a ser capaz de utilizar a gordura corporal armazenada durante a incubação e mobilizar os estoques contidos no saco vitelino (Vieira, 2004). Nesse período, os níveis de glicogênio são reduzidos a um mínimo, fruto da demanda muscular (John *et al.*, 1988). Logo, a glicose só pode ser utilizada em forma de aporte energético apenas até a fase inicial. Após esse período, ela é armazenada na forma de gordura.

Outro fator relevante foi a utilização de um único carboidrato monossacarídeo. Tanto Uni e Ferket (2003) quanto Tako *et al.* (2004) utilizaram mistura de carboidratos, explorando, assim,

um efeito sinérgico e ressaltam que, melhores resultados são obtidos quando são utilizados dissacarídeos na suplementação em ovo, que estimula a síntese de enzimas (Tako *et al.*, 2004).

A escolha do local da inoculação, bem como o momento ideal para realizar a inoculação devem ser estudadas para otimizar os benefícios nutricionais durante o desenvolvimento embrionário (Retes *et al.*, 2018; Saeed *et al.*, 2019). O local de inoculação, como a alantoide, desempenha um papel crucial na eficácia da nutrição *in ovo*, pois a alantoide, rica em células e fluidos, pode facilitar a absorção de nutrientes, promovendo um desenvolvimento embrionário saudável e robusto (Uni e Ferket, 2003).

Além disso, o momento da aplicação é igualmente importante. A inoculação deve ser administrada em um estágio embrionário que maximize a absorção e a utilização dos nutrientes, antes da eclosão, para garantir que o embrião tenha acesso adequado a esses elementos essenciais em um período crítico de desenvolvimento. Atualmente, para otimizar o manejo nos incubatórios, a inoculação *in ovo* é realizada durante a transferência dos ovos, um momento crítico em que ocorre a troca dos ovos da incubadora para o nascedouro. Essa prática aparentemente oferece uma oportunidade ideal para a administração de nutrientes, devido a manipulação dos ovos que já ocorre neste período. Porém é necessário mais pesquisas e melhores adaptações nos incubatórios, para considerar se, no momento da transferência, é o momento ideal para a inoculação *in ovo*.

A combinação do local e do momento de aplicação deve levar em conta as características dos nutrientes e o estágio de desenvolvimento embrionário, a fim de maximizar os benefícios da nutrição *in ovo*. Dessa forma, será possível promover a saúde e o desempenho das aves após a eclosão, assegurando resultados mais positivos para a produção avícola.

2.2.4. Conclusão

A inoculação de glicose *in ovo*, em doses de 0 a 32 mg, não melhorou os parâmetros de incubação, desempenho ou rendimento de carcaça das codornas, quando inoculadas ao 14º dia de incubação, diretamente na região alantóide.

2.2.5. Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

2.2.6. Referências bibliográficas

- ABDEL-HALIM, A., MOHAMED, F.R., ELMENAWAY, M.A., GHARIB, H.B. Impact of in ovo injection of folic acid and glucose on hatchability and posthatching performance of broiler chickens. **Journal of Veterinary**, v. 10, p. 481-491, 2020.
- CAMPOS, A. M. D. A.; ROSTAGNO, H. S.; GOMES, P. C.; SILVA, E. A. D.; ALBINO, L. F. T.; NOGUEIRA, E. T. Efeito da inoculação de soluções nutritivas in ovo sobre a eclodibilidade e o desempenho de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 8, p. 1712-1717, 2011.
- CORRÊA, G. S. S.; SILVA, M. A.; FONTES, D. O.; CORRÊA, A. B.; EULER, A. C. C.; FRIDRICH, A. B.; FERREIRA, I. C.; VENTURA, R. V.; RUFINO, J. E.; VALENTE, B. D. Efeito de diferentes níveis de proteína e energia sobre o rendimento de carcaça de codornas europeias. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 57, n. 02, p. 266-271, abril 2005.
- CRUZ, F. K. D. **Morfologia de órgãos do sistema digestório em codornas e os efeitos do jejum pós-eclosão**. 2018. 73 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2018.
- FERKET, P.; UNI, Z.; FOYE, O. Enhanced of pre- and post-hatch development of turkey by in ovo feeding. In: INTERNATIONAL POULTRY SCIENTIFIC FORUM, 2005, Atlanta. Abstracts... Atlanta: **Poultry Science Association**, p.42, 2005.
- IPEK, A.; SAHAN, Ü.; YILMAZ, B. The effect of in ovo ascorbic acid and glucose injection in broiler breeder eggs on hatchability and chick weight. **Archiv Fur Geflugelkunde**, v. 68, n. 3, 2004.
- JOHN, TM; GEORGE, JC; MORAN, ET. Metabolic changes in pectoral muscle and liver of turkey embryos in relation to hatching: influence of glucose and antibiotic treatment of eggs. **Poultry Science**, 1988; 67: 463-469.
- KANAGARAJU, P.; RATHNAPRABA, S. Effect of in-ovo injection of glucose and egg white protein on the production performance and gut histomorphometry of broiler chicken. **Indian Journal of Animal Research**, v. 53, n. 5, p. 675-679, 2019.
- LEITÃO, A.R.; LEANDRO, N.S.M.; STRINGHINI, H.J.; CAFÉ, M.B.; ANDRADE, M.A. Inoculação de maltose, sacarose ou glicose em ovos embrionados de baixo peso. **Acta Scient. Animal Science**, Maringá, v.32, n.1, p. 93-100, 2010.
- LEITÃO, A.R.; LEANDRO, N.S.M.; STRINGHINI, H.J.; CAFÉ, M.B.; MATOS, M. S.; ANDRADE, M.A. Inoculação de maltose e/ou sacarose em ovos leves embrionados. **Ciência Animal Brasileira**, v.15, n.1, p. 55-63, 2014.
- LEITÃO, R.A.; LEANDRO, N.S.M.; CAFÉ, M.B. et al. Inoculação de glicose em ovos embrionados de frangos de corte: parâmetros de incubação e desempenho inicial. **Ciência Animal Brasileira**, v.9, n.4, p.874-855, 2008.
- MACIEL, I. B.; SILVEIRA NETO, O. J. Níveis de glicose e ácido linoléico in ovo para frangos de corte. In: **III Congresso de Pesquisa, Ensino e Extensão da UFG**, 2006, Goiânia. Anais Eletrônicos do III CONPEEX - UFG, 2006.
- OLIVEIRA, M. F.; FONTENELE-NETO, J. D. Incubation variables, performance, and morphometry of the duodenal mucosa of Japanese quails (*Coturnix coturnix japonica*) submitted to different incubation temperatures and thermally challenged after hatching. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 73, n. 02, p. 495-507, 2021.
- PALANIYANDI, K., MANNU, B., SHUNMUGAN, R., SAMBANDAM, R., HARISHCHANDRA, S.S. Effect of In-ovo injection of Glucose, Lysine, Threonine and β -hydroxy- β -methylbutyrate (HMB) on the Morphometry of Digestive Organs in Commercial Broilers Livest. **Science**, v. 8, p. 117-183, 2018.

PEDROSO, A. A.; CHAVES, L. S.; LOPES, K. L. D. A. M.; LEANDRO, N. S. M.; CAFÉ, M. B.; STRINGHINI, J. H. Inoculação de nutrientes em ovos de matrizes pesadas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, p. 2018-2026, 2006.

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

RETES, P. L. et al. In ovo feeding of carbohydrates for broilers—a systematic review. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, v. 102, p.361–369, 2018.

SAEED, M. et al. In ovo delivery of various biological supplements, vaccines and drugs in poultry: current knowledge. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 99, n. 8, p. 3727-3739, 2019.

SALMANZADEH, M., EBRAHIMNEZHAD, Y., AGHDAM SHAHRYAR, H., BEHESHTI, R. The effects of in ovo injection of glucose and magnesium in broiler breeder eggs on hatching traits, performance, carcass characteristics and blood parameters of broiler chickens. **Archive Geflügel**, v.76, p. 277-284, 2012.

SANTOS, T.T. **Influencia da inoculação de ingredientes intra ovo em aspectos produtivos e morfológicos de frangos de corte oriundos de distintos pesos de ovos**. 2007. 63f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo, Pirassununga.

SORBARA, J. O. B. **Efeito de diferentes carboidratos na ração pré-inicial de frangos de corte sobre o desempenho e a alometria dos órgãos**. 2003. 60 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 2003.

TAKO, E.; FERKET, P. R.; UNI, Z. Effects of in ovo feeding of carbohydrates and β hidroxy- β -methylbutyrate on the development of chicken intestine. **Poultry Science**, v.83, p.2023-2028, 2004.

UNI, Z. Methods for early nutrition and their potential. In: **European Symposium of Poultry Nutrition**: World Poultry Science Association; Lillehammer, Norway, p. 254-260, 2003.

UNI, Z., FERKET, P.R. Methods for early nutrition and their potential. **World's Poultry Science Journal**, v. 60, n. 11, p. 101-111, 2004.

UNI, Z.; FERKET, P.R. **Enhancement of development of oviparous species by in ovo feeding**. US Regular Patent US 6,592,878 B2. 2003. North Carolina State Univ., Raleigh and Yissum **Res. Dev. Co.**, Hebrew Univ. Jerusalem, Israel.

UNI, Z.; FERKET, R.P.; TAKO, E.; KEDAR, O. In ovo feeding improves energy status of late-term chicken embryos. **Poultry Science**, v. 84, p. 764-770, 2005.

UNI, Z.; TAKO, E.; GAL-GARBER, O.; SKLAN, D. Morphological, molecular, and functional changes in the chicken small intestine of the late-term embryo. **Poultry Science**, v. 82, p. 1747-1754, 2003.

VIDAL, T. Z. B.; FONTES, D. O.; FERREIRA, F.; GODINHO, R. M.; SILVA, M. A.; CORRÊA, G. S. S. **Teor de metionina + cistina para codornas de corte do nascimento aos 21 dias de idade**.

VIEIRA, S. L. Digestão e utilização de nutrientes após a eclosão de frangos de corte. **V Simpósio Brasil Sul de Avicultura**, v. 5, p. 26-41, 2004.

WHITE, PT. Experimental studies on the circulatory system of the late chick embryo. **Journal of Experimental Biology**, 1974; 61: 571-592.

ZHANG, L., ZHU, X.D., WANG, X.F., LI, J.L., GAO, F., ZHOU, G.H. Individual and combined effects of in-ovo injection of creatine monohydrate and glucose on somatic characteristics, energy

status, and posthatch performance of broiler embryos and hatchlings. **Journal of Poultry Science**, v. 95, p. 2352-2359, 2016.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A inoculação de glicose *in ovo*, em níveis de 0; 8; 16; 24 e 32 mg, não mostrou melhora nos parâmetros de incubação, desempenho ou desenvolvimento de codornas neonata, quando realizada no 14º dia de incubação, na região alantóide. Além disso, essa intervenção não apresentou impacto significativo nos índices de desempenho ou rendimentos de carcaça na fase de abate. Esses resultados sugerem que a glicose, nas quantidades testadas, não foi eficaz em promover melhorias no desenvolvimento ou na eficiência produtiva das codornas. Considerando os entraves existentes na nutrição *in ovo*, como o local da inoculação, momento ideal para esta ser realizada e concentração ideal, mais estudos devem ser realizados afim de viabilizar a técnica de inoculação *in ovo*.

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

SAEED, M.; BABAZADEH, D.; NAVEED, M.; ALAGAWANY, M.; ABD ELHACK, M. E.; ARAIN, M. A; TIWARI, R.; SACHAN, S.; KARTHIK, K.; DHAMA, K.; ELNESR, S. S.; CHAO, S. In ovo delivery of various biological supplements, vaccines and drugs in poultry: current knowledge. **J Sci Food Agric**, v.99, p.3727-3739,2019. doi: 10.1002/jsfa.9593. Epub 2019 Mar 12. PMID: 30637739

TAKO, P.; FERKET, P.; UNI, Z. Effects of in ovo feeding of carbohydrates and β hydroxy- β -methylbutyrate on the development of chicken intestine. **Poultry Science**, v. 83, n. 12, p.2023-2028, 2004.

UNI, Z.; FERKET, R.P.; TAKO, E.; KEDAR, O. In ovo feeding improves energy status of lateterm chicken embryos. **Poultry Science**, v. 84, p. 764-770, 2005.

ANEXOS



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

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

Certificamos que o projeto intitulado "Ecloração e desempenho de codornas de corte em função da adição de glicose em ovos incubáveis", protocolo do CEUA: 51/2023 sob a responsabilidade de Felipe Gomes da Silva que envolve a produção, manutenção e/ou utilização de animais pertencentes ao filo Chordata, subfilo Vertebrata (exceto o homem) para fins de pesquisa científica (ou ensino) - encontra-se de acordo com os preceitos da Lei nº 11.794, de 8 de outubro de 2008, do Decreto nº 6.899 de 15 de julho de 2009, e com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle da Experimentação Animal (CONCEA), e foi aprovado pela COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS (CEUA) DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS, em reunião de 17/04/2023.

Vigência da Autorização	17/04/2023 a 16/04/2028
Finalidade	Pesquisa
*Espécie/linhagem	Ave / grupo genético ICA 1
Nº de animais	60
Peso/Idade	10g / 1(dias)
Sexo	indiferente
Origem	Setor de Coturnicultura do ICA UFMG
*Espécie/linhagem	Ave / grupo genético ICA 1
Nº de animais	60
Peso/Idade	10g / 1(dias)
Sexo	indiferente
Origem	Setor de Coturnicultura do ICA UFMG
*Espécie/linhagem	Ave / grupo genético ICA 1
Nº de animais	60
Peso/Idade	10g / 1(dias)
Sexo	indiferente
Origem	Setor de Coturnicultura do ICA UFMG
*Espécie/linhagem	Ave / grupo genético ICA 1
Nº de animais	60
Peso/Idade	10g / 1(dias)
Sexo	indiferente
Origem	Setor de Coturnicultura do ICA UFMG
*Espécie/linhagem	Ave / grupo genético ICA 2
Nº de animais	60
Peso/Idade	10g / 1(dias)

Sexo	indiferente
Origem	Setor de Coturnicultura do ICA UFMG
*Espécie/linhagem	Ave / grupo genético ICA 2
Nº de animais	60
Peso/Idade	10g / 1(dias)
Sexo	indiferente
Origem	Setor de Coturnicultura do ICA UFMG
*Espécie/linhagem	Ave / grupo genético ICA 2
Nº de animais	60
Peso/Idade	10g / 1(dias)
Sexo	indiferente
Origem	Setor de Coturnicultura do ICA UFMG
*Espécie/linhagem	Ave / grupo genético ICA 2
Nº de animais	60
Peso/Idade	10g / 1(dias)
Sexo	indiferente
Origem	Setor de Coturnicultura do ICA UFMG
*Espécie/linhagem	Ave / grupo genético ICA 2
Nº de animais	60
Peso/Idade	10g / 1(dias)
Sexo	indiferente
Origem	Setor de Coturnicultura do ICA UFMG
*Espécie/linhagem	Ave / grupo genético ICA 1
Nº de animais	96
Peso/Idade	260g / 300(dias)
Sexo	feminino
Origem	Setor de Coturnicultura do ICA UFMG
*Espécie/linhagem	Ave / grupo genético ICA 2
Nº de animais	96
Peso/Idade	260g / 300(dias)
Sexo	feminino
Origem	Setor de Coturnicultura do ICA UFMG
*Espécie/linhagem	Ave / grupo genético ICA 1
Nº de animais	48
Peso/Idade	260g / 300(dias)
Sexo	masculino
Origem	Setor de Coturnicultura do ICA UFMG
*Espécie/linhagem	Ave / grupo genético ICA 2
Nº de animais	48
Peso/Idade	260g / 300(dias)
Sexo	masculino
Origem	Setor de Coturnicultura do ICA UFMG
*Espécie/linhagem	Ovo Embrionado - Aves / grupo genético ICA1
Nº de animais	120
Peso/Idade	10g / 0(dias)
Sexo	indiferente
Origem	Setor de coturnicultura

*Espécie/linhagem	Ovo Embrionado - Aves / grupo genético ICA1
Nº de animais	120
Peso/Idade	10g / 0(dias)
Sexo	indiferente
Origem	Setor de coturnicultura
*Espécie/linhagem	Ovo Embrionado - Aves / grupo genético ICA1
Nº de animais	120
Peso/Idade	10g / 0(dias)
Sexo	indiferente
Origem	Setor de coturnicultura
*Espécie/linhagem	Ovo Embrionado - Aves / grupo genético ICA1
Nº de animais	120
Peso/Idade	10g / 0(dias)
Sexo	indiferente
Origem	Setor de coturnicultura
*Espécie/linhagem	Ovo Embrionado - Aves / grupo genético ICA1
Nº de animais	120
Peso/Idade	10g / 0(dias)
Sexo	indiferente
Origem	Setor de coturnicultura
*Espécie/linhagem	Ovo Embrionado - Aves / grupo genético ICA2
Nº de animais	120
Peso/Idade	10g / 0(dias)
Sexo	indiferente
Origem	Setor de coturnicultura
*Espécie/linhagem	Ovo Embrionado - Aves / grupo genético ICA2
Nº de animais	120
Peso/Idade	10g / 0(dias)
Sexo	indiferente
Origem	Setor de coturnicultura
*Espécie/linhagem	Ovo Embrionado - Aves / grupo genético ICA2
Nº de animais	120
Peso/Idade	10g / 0(dias)
Sexo	indiferente
Origem	Setor de coturnicultura
*Espécie/linhagem	Ovo Embrionado - Aves / grupo genético ICA2
Nº de animais	120
Peso/Idade	10g / 0(dias)
Sexo	indiferente
Origem	Setor de coturnicultura
*Espécie/linhagem	Ovo Embrionado - Aves / grupo genético ICA2
Nº de animais	120
Peso/Idade	10g / 0(dias)
Sexo	indiferente
Origem	Setor de coturnicultura
Dados dos animais agrupados (uso do biotério)	

*Espécie/linhagem	Ave / grupo genético ICA 1
Nº de animais	48
Idade	300(dias)
Sexo	masculino
Origem	Setor de Coturnicultura do ICA UFMG
*Espécie/linhagem	Ave / grupo genético ICA 1
Nº de animais	96
Idade	300(dias)
Sexo	feminino
Origem	Setor de Coturnicultura do ICA UFMG
*Espécie/linhagem	Ave / grupo genético ICA 1
Nº de animais	300
Idade	1(dias)
Sexo	indiferente
Origem	Setor de Coturnicultura do ICA UFMG
*Espécie/linhagem	Ave / grupo genético ICA 2
Nº de animais	48
Idade	300(dias)
Sexo	masculino
Origem	Setor de Coturnicultura do ICA UFMG
*Espécie/linhagem	Ave / grupo genético ICA 2
Nº de animais	96
Idade	300(dias)
Sexo	feminino
Origem	Setor de Coturnicultura do ICA UFMG
*Espécie/linhagem	Ave / grupo genético ICA 2
Nº de animais	300
Idade	1(dias)
Sexo	indiferente
Origem	Setor de Coturnicultura do ICA UFMG
*Espécie/linhagem	Ovo Embrionado - Aves / grupo genético ICA1
Nº de animais	600
Idade	0(dias)
Sexo	indiferente
Origem	Setor de coturnicultura
*Espécie/linhagem	Ovo Embrionado - Aves / grupo genético ICA2
Nº de animais	600
Idade	0(dias)
Sexo	indiferente
Origem	Setor de coturnicultura

Considerações posteriores:

17/04/2023	Aprovado na reunião ordinária on-line do dia 17/04/2023. Validade: 17/04/2023 à 16/04/2028.
------------	---

Belo Horizonte, 17/04/2023.

Atenciosamente,