

ESCOLA SUPERIOR AGRÁRIA DE COIMBRA



Introdução de repiso de tomate no alimento de galinhas poedeiras para pigmentação da gema.

– Versão Final –

Dissertação de Mestrado em Engenharia Agropecuária

João Pedro Ferreira Santos

Tutor: Rui Fortunato

Orientadora: M. Antónia Conceição

COIMBRA, 2022

ESCOLA SUPERIOR AGRARIA DE COIMBRA

Introdução de repiso de tomate no alimento de galinhas poedeiras para pigmentação da gema.

Dissertação de Mestrado em Engenharia Agropecuária

João Pedro Ferreira Santos

Tutor: Rui Fortunato

Orientadora: M. Antónia Conceição

Composição do júri:

Presidente do Júri: Prof. R. Plácido Roberto da Costa.

Arguente: Prof^a Maria Alexandra Sobral Pessoa de Oliveira.

Orientadora: Prof^a Maria Antónia Pereira da Conceição.

Agradecimentos

Em primeiro lugar, gostaria de deixar um agradecimento aos meus pais, por todo o tempo e dinheiro investido em mim e pelo facto de uma forma ou outra, terem demonstrado que estaria a percorrer o caminho certo.

Agradecer à Uniovo - Ovos e Derivados, S.A, que me recebeu de braços abertos e proporcionou um tema de estágio interessantíssimo, em especial quero agradecer à Eng^a. Ana Coelho, Eng^a. Daniela e ao Eng. Ricardo Silva que desde o primeiro dia que se disponibilizaram para me ajudar em qualquer circunstância; e por me permitirem acompanhar o dia a dia dos serviços de campo, obtendo conhecimentos imprescindíveis para a minha evolução como um profissional competente e com ferramentas para os desafios futuros.

Ao meu tutor, Dr. Rui Fortunato, por me ter permitido debruçar sobre a produção de galinhas poedeiras, pela ajuda na elaboração do relatório, ajudando no caminho que deveria de seguir e colocando questões pertinentes para o desenvolvimento do mesmo, assim como pela sua simpatia, genuinidade e sinceridade.

Tenho de fazer um agradecimento muito especial à minha orientadora, Prof. M. Antónia Conceição, pela disponibilidade, apoio e toda a ajuda imprescindível para a realização deste trabalho. Pela oportunidade que me ofereceu em adquirir variados conhecimentos e fazer de mim uma pessoa mais experiente a nível humano e científico.

Aos meus amigos que sempre me incentivaram e em especial ao Francisco Espírito Santo que me auxiliou durante todo relatório em diversos pontos fundamentais da execução do mesmo.

Por fim, à minha companheira, Andreia Marçal, por apoiar nos piores momentos, e por incentivar-me a acabar o relatório. Obrigado pela pessoa magnífica que és.

Resumo

O presente trabalho teve como objetivo a avaliação da introdução de repiso de tomate como o pigmento natural do ovo e a avaliação de deposição de licopeno na gema do ovo.

Foram usadas 96 galinhas da estirpe *Lohmann Brown*, alojadas em gaiolas individuais e distribuídas por 3 grupos.

O grupo C foi alimentado com alimento composto standard de postura A-120 galinha de postura, grupo T10 com alimento standard e com uma adição de 10% de repiso de tomate e o grupo de T20 com alimento standard e uma adição de 20% de repiso de tomate. Os alimentos compostos são isoproteicos e isoenergéticos, sendo que contêm 2759 kcal/kg.

Os parâmetros produtivos analisados foram os seguintes: consumo médio diário de alimento composto e semanal (g), peso vivo médio - inicial e final (kg), índice de conversão médio semanal, postura média semanal (%), peso médio semanal do ovo (g), massa de ovo semanal (kg) e mortalidade acumulada semanal (%). No respeitante à qualidade do ovo, avaliou-se o pigmento da gema, a coloração da gema e a resistência da casca.

Registaram-se diferenças estatisticamente significativas apenas na postura entre o grupo controlo (98,0%) o grupo T10 (98,35%) e o grupo T20 (94,2%).

O peso do ovo não apresentou diferenças estatisticamente significativas entre os grupos, sendo de 63,41g, 63,08g e 62,03g, respetivamente para o grupo controlo (C), T10 e T20, tal como o valor de licopeno medido na gema, com valores de 0; 1,99 e 2,97 mg/kg, respetivamente, para os grupos C, T10 e T20.

O repiso de tomate não demonstrou efeito na alteração da cor da gema. A repiso de tomate pode ser utilizada no alimento composto, quando a sua inclusão for de 10%, sendo que, uma incorporação de 20% de repiso de tomate resultou num efeito negativo na postura, massa de ovo e resistência da casca do ovo.

Palavra-chave: Repiso de Tomate, Pigmentos Naturais, Qualidade do ovo, Parâmetros produtivos, Licopeno

Abstract

The present work aimed to evaluate the introduction of tomato pomace as a natural egg pigment and an evaluation of the lycopene of deposition in the egg yolk.

Ninety-six *Lohmann Brown* chickens were used, housed in individual cages and divided into 3 groups.

The C group was fed standard A-120 egg-laying compound feed, the T10 group was fed with standard feed and with an addition of 10% tomato laying and the T20 group with standard feed and an addition of 20% tomato hen, the foods are isoproteic and isoenergetic, with 2759 kcal/kg.

The parameters analysed were the following: average daily consumption of compound feed and weekly (g), average live weight (initial and final) (kg), average weekly conversion rate, weekly average posture (%), average weekly egg weight (g), weekly egg mass (kg) and weekly accumulated mortality (%). With regard to egg quality, yolk pigment, yolk identification and shell strength were evaluated.

Significant differences were registered only in posture between the statistical control group (98.0%), the T10 group (98.35%) and the T20 group (94.2%).

Egg weight did not show significant differences between the groups, being 63,41g, 63,08g and 62,03g, respectively for group (C), T10 and T20, as well as the average lycopene value in the yolk, with values from 0; 1,99 and 2,97 mg/kg, respectively, for group C, T10 and T20.

Tomato pulp had no effect on yolk colour variation. Tomato pulp can be used in compound feed when its inclusion is 10%, given that an incorporation of 20% of tomato pulp resulted in a negative effect on laying, egg mass and eggshell strength.

Keywords: Tomato Pomace, Natural Pigments, Egg Quality, Productive Parameters, Lycopene

Índice

Agradecimento.....	III
Resumo e Palavras-chave	IV
Abstract and Keywords	V
Índice	VI
Índice de Tabelas	VII
Índice de Figuras	VIII
Abreviaturas.....	IX
I. Introdução.....	10
1. Estado atual do mercado mundial dos ovos.	11
2. Estado do mercado em Portugal	12
3. Mercado biológico e avicultura	13
II. Revisão Bibliográfica	14
1. O ovo e as suas características.....	14
2. Carotenoides e fatores influentes.....	15
3. O tomate e as suas características.....	17
4. O milho e as suas características	18
5. Avaliação da cor da gema nos ovos.....	19
III. Material e Métodos	21
1. Descrição da empresa	21
2. Delineamento experimental.....	22
2.1 Pavilhão.....	22
2.2 Aves.....	23
2.3 Alimentação e grupos.....	24
3. Parâmetros produtivos	28
4. Avaliação da qualidade do ovo.....	30
5. Avaliação do teor de licopeno na gema.....	31
6. Tratamento estatístico dos dados.....	32
IV. Resultados e Discussão.....	33
V. Conclusões, limitações e recomendações para trabalhos futuros	40
Bibliografia.....	41

Índice de Tabelas

Tabela 1 - Percentagem de cada sistema de alojamento de galinhas poedeiras a nível mundial em 2020. (GPP,2021)	12
Tabela 2 - Média da pontuação da cor das gemas recolhidas em diversos países da europa (República Checa, Eslováquia, Polónia, Espanha e Hungria) (Bovšková et al., 2014). 15	
Tabela 3- Composição antioxidante do tomate (Pinela et al., 2018);.....	18
Tabela 4 - Percentagem das matérias-primas usadas na formulação do alimento composto.....	26
Tabela 5 - Composição nutricional do alimento composto C, T10% e T20%.	27
Tabela 6 - Quantificação do licopeno nos alimentos compostos utilizados.	27
Tabela 7 - Efeito da utilização dos diferentes alimentos compostos (C; T10; T20) nos parâmetros produtivos; resultados obtidos a partir do teste t.	33
Tabela 8 - Efeito do licopeno ou pasta de tomate na dieta sobre o desempenho de poedeiras (B. K. An et al., 2019).	34
Tabela 9 - Média da pontuação da cor das gemas do ensaio.	37
Tabela 10 - Concentrações de carotenoides em diferentes alimentos (Karadas et al., 2006; Perry et al., 2009)	39

Índice de Figuras

Figura 1 - Produção mundial de ovos por regiões do mundo e pelos países maiores produtores (FAO,2021)	11
Figura 2 - Yolk Fan usada para a avaliação da cor da gema com a escala de La Roche.19	
Figura 3 - Uniovo - Ovos e Derivados, S.A	21
Figura 4 - Jaulas melhoradas com as <i>Lohmann Brown</i> durante a experiência.....	22
Figura 5 - Galinha <i>Lohmam Brown</i>	23
Figura 6 - Amostras dos alimentos compostos: grupo de C, T10% e T20%.....	26
Figura 7- Pesagem dos ovos durante a experiência.....	28
Figura 8- Utilização da YolkFan com a escala de La Roche sobre as gemas durante a experiência.....	30
Figura 9 - Amostras de gema analisadas pela Escola Superior de Biotecnologia da Universidade Católica.....	31
Figura 10 - Resultado da análise de correlação de Pearson para 10% RP.....	36
Figura 11 - Resultado da análise de correlação de Pearson para 20% RP.....	36
Figura 12 - Cor da gema do ovo ao fim do 1º mês de estudo.....	37
Figura 13 - Cor da gema do ovo ao fim do 2º mês de estudo.....	38
Figura 14 - Cor da gema do ovo ao fim do 3º mês de estudo.....	38
Figura 15 - Cor da gema do ovo ao fim do 4º mês de estudo.....	38

Abreviaturas

ADN- Ácido desoxirribonucleico.

FAO - Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura.

EU - União Europeia.

GPP - Gabinete de Planeamento, Políticas e Administração Geral.

DGAV - Direção-Geral de Alimentação e Veterinária.

C - Grupo controlo.

T10% - Grupo com 10% de repiso de tomate.

T20% - Grupo com 10% de repiso de tomate.

HPLC - Cromatografia líquida de alta eficiência.

I. Introdução

A qualidade dos ovos está diretamente ligada a um conjunto de fatores que abrangem características físicas e sensoriais responsáveis pela sua aceitabilidade no mercado. A qualidade externa inclui a cor da casca, tamanho e limpeza do ovo. A qualidade interna, representada, por exemplo, pela cor da gema e da clara.

A cor da gema, nos ovos de consumo, é um aspecto de grande importância para o consumidor, variando a preferência com o país e as regiões, podendo a melhor aceitação recair sobre a cor amarelo-clara até ao alaranjado. São os pigmentos presentes no alimento os responsáveis pela cor da gema não se relacionando esta nem com o seu valor nutricional, nem com a saúde da ave.

A procura de pigmentos naturais para substituição dos de síntese tem sido alvo de investigação, sendo que a crescente produção de ovos de galinhas em modo biológico, juntamente com a realidade da economia circular, tem desencadeado a utilização de subprodutos e resíduos da indústria alimentar para tal fim.

OBJETIVO:

Este estágio teve como objetivo a procura de um pigmento natural que possa substituir com vantagem os pigmentos de síntese usados no alimento para poedeiras, com o objetivo de melhorar a cor da gema do ovo. Neste trabalho, foi avaliada a introdução do repiso de tomate e a sua influência na cor da gema e ainda, na qualidade do ovo e nos parâmetros produtivos da galinha poedeira.

1. Estado atual do mercado mundial dos ovos.

O ovo é considerado um dos alimentos mais completos da nutrição humana, pois na sua composição estão incluídas proteínas de excelente valor biológico, além de aminoácidos essenciais, vitaminas, ácidos gordos e minerais (da Cruz et al., 2016).

A forma mais barata e com menor impacto ambiental de cobrir a necessidade diária de proteína animal do corpo humano é através do consumo de ovos (Molnár & Szollosi, 2020).

Em 2019, a produção mundial de ovos de galinha atingiu 83 milhões de toneladas, um aumento de 63% em relação ao ano de 2000, o que se traduz em 32 milhões de toneladas adicionais no período referido. (Figura 1) (FAO, 2021).

A Ásia é de longe a principal região produtora, respondendo por mais de metade da produção global (62%) em 2019, seguida pelas Américas (21%), Europa (13%), África (4%) e Oceânia (0,4%). As taxas de crescimento da produção foram bem acima de 60% em todas as regiões, exceto na Europa. Em Portugal, este valor apenas cresceu 14% (FAO, 2021).

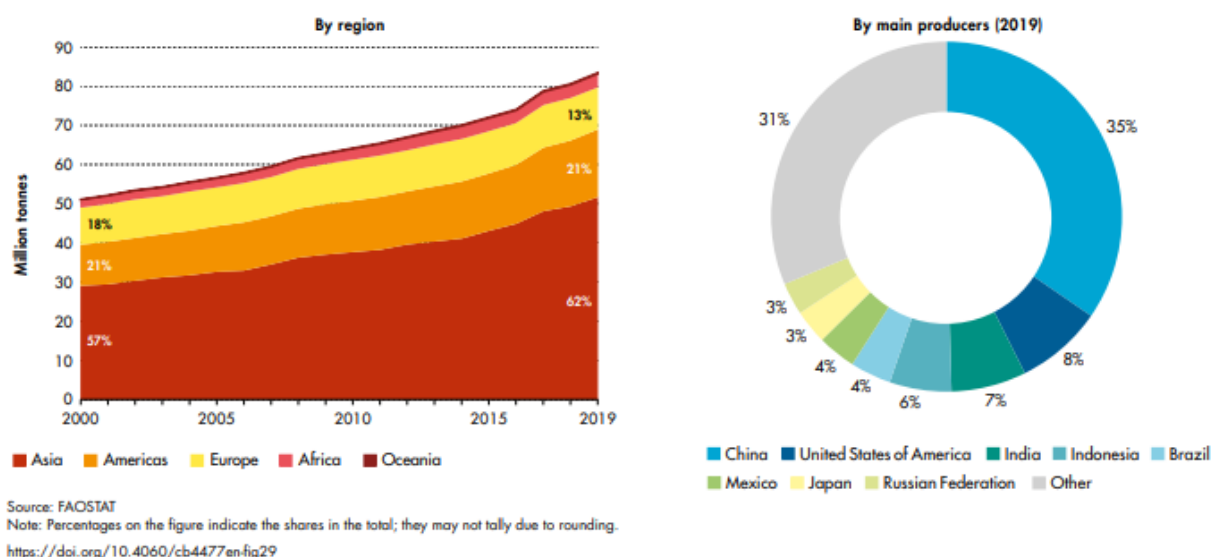


Figura 1 - Produção mundial de ovos por regiões do mundo e pelos países maiores produtores (FAO,2021)

De 2012 a 2018, registou-se um aumento de produção na ordem dos 11%. De igual forma, o consumo tem sofrido aumentos sucessivos na ordem dos 10% para o período referido.

A produção é superior ao consumo, o que torna a UE autossuficiente neste setor em 103%. Esta situação de autossuficiência, tem-se vindo a verificar na última década, com valores a variar entre os 102% e 104% (GPP, 2020).

O tipo de ovos varia de acordo com o sistema de produção. Cerca de metade dos ovos produzidos na UE são de galinhas criadas em gaiolas melhoradas. A outra metade divide-se por galinhas criadas em solo (28,5%), galinhas criadas ao ar livre (15,7%) e galinhas criadas em modo biológico (5,4%) (GPP, 2020).

2. Estado do mercado em Portugal

O setor dos ovos em Portugal representou 6,4% do valor da produção animal em 2017 (dados INE), com um valor de 175 M€, o que constituiu cerca de 2,5% do total nacional de produção agrícola nesse ano (GPP, 2020).

No ano de 2020, a produção de ovos ultrapassou os 19,8 milhões de unidades, no ano de 2021 a produção aumentou para 23,1 milhões de unidades, um aumento de 16,4% face ao ano anterior (DREM, 2021).

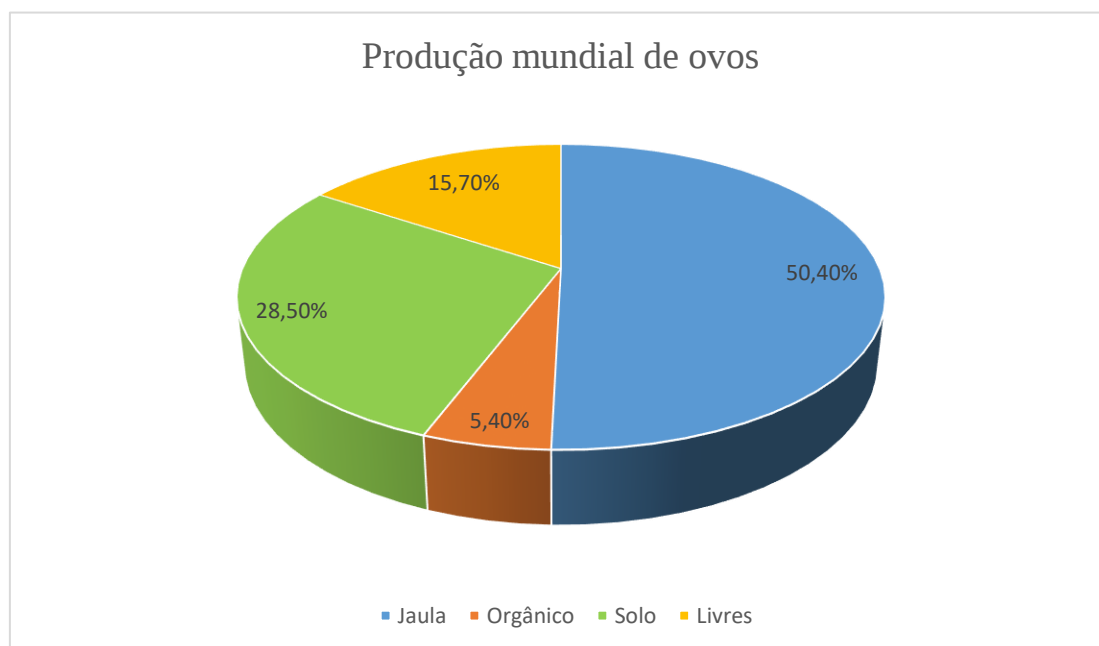


Tabela 1 - Percentagem de cada sistema de alojamento de galinhas poedeiras a nível mundial em 2020. (GPP,2021)

Em 2018, mais de 75,0% do efetivo de aves encontrava-se na região Centro. No Norte (9,7%) e Alentejo (8,8%) o setor das aves não é tão dinâmico, sendo residual no resto do país e ilhas. Em nenhum outro setor animal há uma concentração tão elevada numa única região do país (GPP, 2020).

Relativamente aos sistemas de produção, em 2018, Portugal produziu 90% dos seus ovos em gaiolas melhoradas. Os restantes 10% foram através de sistemas alternativos: 6,7% solo; 2,6% ar livre; e 0,5% biológicos (GPP, 2020). O tipo de produção em Portugal, segue a tendência registada a nível mundial.

Na balança comercial do setor das aves, o comércio de ovos é o único com um saldo positivo, tendo um aumento nos últimos anos devido às exportações de ovos, sendo que as exportações deste têm uma maior importância em relação aos demais produtos (ovos-55%; carne-30%, animais vivos-15%). Em Portugal, a importação de ovos representa apenas 10%, comparando com 70% de carne para consumo e 20% de animais vivos (Grupo Valouro Grupo Lusiaves ANÁLISE, 2022.).

3. Mercado biológico e avicultura

Portugal reúne as melhores condições climatéricas para a produção de ovos em sistemas alternativos, principalmente em Modo Biológico e Ar Livre, compararmos com outros países da Europa, como é o caso de países do norte da Europa (GPP, 2020).

Por esse motivo, os sistemas alternativos de criação de galinhas poedeiras expandiram-se especialmente nos países da UE. O Comitê para a Organização Comum dos Mercados Agrícolas (2021) informou que 20% das galinhas nos países da UE têm acesso ao ar livre (ar livre e biológico, em conjunto) (Rakonjac et al., 2021).

II. Revisão Bibliográfica

1. O ovo e as suas características

A cor da gema sempre foi considerada uma importante característica para aferir a qualidade dos ovos e tem tido um papel ainda mais importante na comercialização (Dotas et al., 1999).

Estudos recentes apontam que a cor da gema é influenciada pela quantidade de carotenoides nela presente (Shevchenko et al., 2021). Os carotenoides estão amplamente distribuídos no reino vegetal, também encontrados em bactérias, leveduras e fungos. Embora os carotenoides não possam ser sintetizados naturalmente pelos animais, eles estão presentes no tecido uma vez que são absorvidos e depositados no corpo através da ingestão de alimentos com carotenoides (Nabi et al., 2020).

O uso de dietas à base de trigo com baixo teor de carotenoides pode dificultar a manutenção da cor atrativa da gema do ovo, uma vez que os carotenoides encontrados na gema do ovo refletem o perfil de carotenoides das dietas fornecidas às poedeiras (Karadas et al., 2006).

Tendo em consideração a legislação atual da Parlamento Europeu, só podem ser utilizadas matérias não biológicas para a alimentação animal de origem vegetal, matérias para a alimentação animal de origem animal e mineral, aditivos para a alimentação animal, certos produtos utilizados na nutrição animal e auxiliares tecnológicos devidamente autorizados para utilização na produção biológica ($\leq 5\%$ alimento composto diário/MS); Não podem ser utilizados promotores de crescimento nem aminoácidos sintéticos (Nunes Da Costa, 2017).

Devido a não ser possível por lei utilizar nos alimentos compostos, em sistemas de produção biológicos, carotenoides artificiais como citado em (Nunes Da Costa, 2017) faz com que a dieta das galinhas seja pobre em carotenoides. Como observado por Bovšková et al., 2014, na avaliação visual da cor da gema do ovo pela Yolk Colour - Fan, obteve-se o resultado em que a cor menos intensa foi encontrada nos ovos biológicos (Tabela 2).

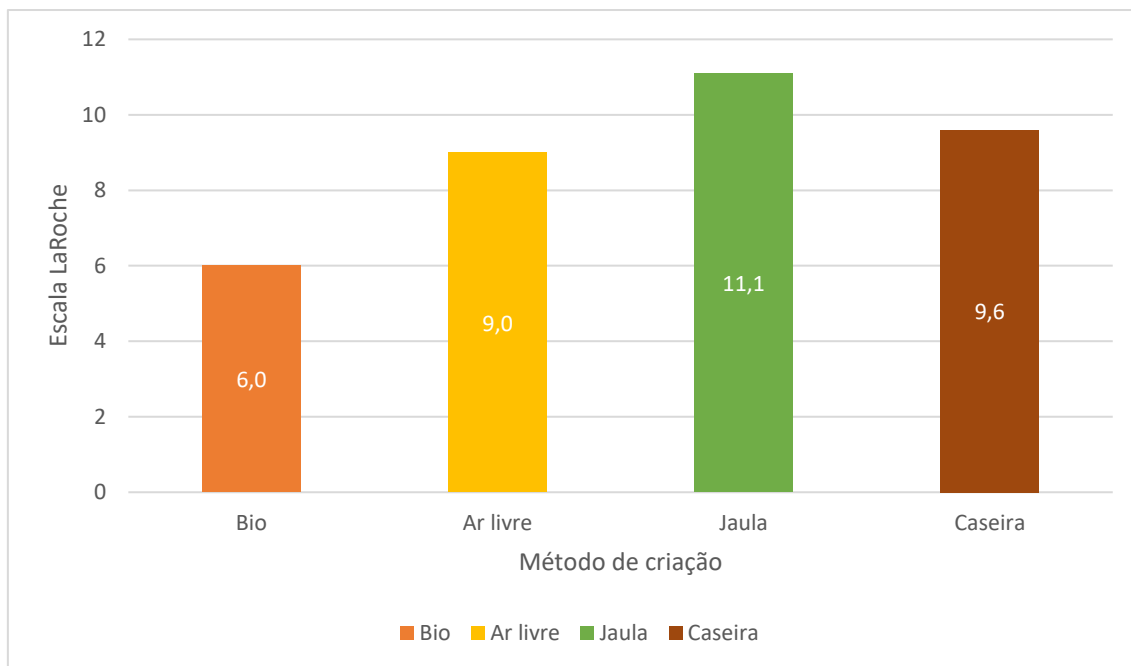


Tabela 2 - Média da pontuação da cor das gemas recolhidas em diversos países da Europa (República Checa, Eslováquia, Polónia, Espanha e Hungria) (Bovšková et al., 2014).

2. Carotenoides e fatores influentes

Os carotenoides são pigmentos naturais responsáveis por cores, que variam entre amarelo, laranja e vermelho, são biossintetizados em todos os organismos fotossintéticos. Estes são essenciais para todos os seres vivos sendo essenciais nas dietas animais. Quimicamente, os carotenoides são lípidos derivados do isopreno, constituídos por 40 átomos de carbono. São substâncias insolúveis em água, mas solúveis em solventes orgânicos, como é o caso do éter petróleo, clorofórmio, éter, acetona e sulfureto de carbono (Nisar et al., 2015).

Distinguem-se dois tipos de carotenoides, os carotenos (ex. betacaroteno, licopeno), e as xantofilas (ex. luteína, zeaxantina, astaxantina, fucoxantina) (Misawa, 2010).

Os carotenos e as xantofilas têm uma estrutura molecular muito semelhante entre si, porém os carotenos são pigmentos formados puramente por hidrocarbonetos. Já as xantofilas contêm átomos de oxigênio e hidrocarbonetos, ou seja, átomos de hidrogénio que são substituídos por átomos de oxigénio atuando como uma ponte. Por essa razão, são mais polares do que os carotenos puramente de hidrocarboneto e é essa a diferença

que permite separá-las dos carotenos em muitos tipos de cromatografia (Uenojo et al., 2007).

O consumo de diferentes tipos de carotenoides tem sido recentemente associado a benefícios para a saúde humana. O licopeno é um caroteno, sendo ele um dos carotenoides absorvido pelas galinhas e presente na gema ovo, o que traz benefícios para a saúde humana. O consumo de licopeno está associado à diminuição do risco de cancro, funcionando como um antioxidante, reduzindo efetivamente o dano oxidativo ao ADN em células cancerígenas (Olson et al., 2008).

Alguns autores sugerem que uma ingestão diária de 5 a 7 mg de licopeno pode ser suficiente para obter os benefícios desse nutriente (Campos et al., 2017). Na presença de cânceros ou doenças cardiovasculares, pode ser recomendada a ingestão de concentrações mais altas de licopeno (35 a 75 mg/dia) (Grabowska et al., 2019; Imran et al., 2020).

Assim, a ingestão de ovo rico em licopeno pode levar à promoção da saúde humana. O licopeno está entre os mais difundidos e importantes pigmentos naturais. (Nabi et al., 2020).

O enriquecimento de ovos com licopeno permite não só obter uma cor atraente das gemas, mas também melhorar sua composição antioxidante e propriedades funcionais (Shevchenko et al., 2021).

A cor vermelha de muitos tipos de frutas é resultado da presença de licopeno, este está relacionada à absorção de luz durante a fotossíntese, protegendo as plantas contra a fotossensibilização (Shi & le Maguer, 2000).

A luteína e a zeaxantina são duas das principais xantofilas, estas têm na presença dois átomos de oxigênio dentro da estrutura hidrocarbonada (Buscemi et al., 2018). Estes carotenoides desempenham um papel importante na saúde humana associada aos olhos, especialmente como antioxidantes ou filtros de luz azul que podem proteger os tecidos oculares (Sukto et al., 2020).

Estas xantofilas têm sido usadas principalmente na indústria alimentar e de suplementos como corante devido à sua cor. A luteína e a zeaxantina absorve a luz azul e, portanto, aparece amarela em baixas concentrações e vermelho-alaranjada em altas concentrações (Elizabeth J., 2016).

3. O tomate e as suas características

Os tomates são conhecidos por serem a principal fonte de licopeno com um conteúdo de 4.100 – 9.600 µg por 100 g de tomates ou seus produtos (B.-K. An et al., 2018).

Os tomates, normalmente, contêm entre 5 e 10% de matéria seca, da qual cerca de 75% é solúvel e cerca de 1 e 3% consiste em casca e sementes. Quase metade da matéria seca total do tomate são açúcares e cerca de 10% é ácido orgânico, principalmente ácidos cítrico e málico. Mais de 80% dos tomates processados são consumidos na forma de caldo de tomate, pasta, purê, ketchup e molho (Gould, 1992; Shi & le Maguer, 2000).

Tomates e seus derivados são considerados alimentos saudáveis por vários motivos. Eles são baixos em gordura e calorias, livres de colesterol e uma boa fonte de fibras e proteínas. Além disso, os tomates são ricos em vitaminas A e C, β-caroteno, potássio e licopeno (Salajegheh et al., 2012).

As indústrias agroalimentares produzem anualmente grandes quantidades de resíduos (repiso de tomate) cuja valorização é mínima ou nula. Estes resíduos contêm importantes teores de nutrientes e de compostos bioativos (Pereira Fonseca, 2019).

Durante o processamento do tomate, uma enorme porção de repiso de tomate é produzido. Trata-se do subproduto da produção de concentrado de tomate, constituído por películas, sementes, bem como uma pequena quantidade de repiso. Representa aproximadamente cerca de 4% do peso do inicial do fruto e é rico em compostos biologicamente ativos (del Valle et al., 2006).

O repiso de tomate apresenta, em média, valores nutricionais de ~91% de humidade, ~9% de cinzas, ~17% de proteína, ~6% de gordura, ~28% de açúcares totais e ~35% de fibras (Pereira Fonseca, 2019).

Em países como EUA (~2,61x10⁷ ton/ano), Espanha (~4,67x10⁶ ton/ano), Itália (~6,44x10⁶ ton/ano), Egito (~7,94x10⁶ ton/ano) e Portugal (~1,63x10⁶ ton/ano), Portugal é o país do mundo onde se produz mais tomate per capita. Nestes países a produção e processamento de tomate em larga escala e o uso do repiso de tomate pode ser economicamente vantajoso (big atlas, 2022; Dotas et al., 1999; Pereira Fonseca, 2019).

Considerando a composição do tomate, existe uma grande proporção de antioxidantes e carotenoides (Tabela 3):

Tomate	
Vitamina E (mg/100g PF) *	1,16 ± 0,02
Vitamina C (mg/100g PF) *	10,86 ± 0,09
β-Caroteno (mg/100g PF) *	0,51 ± 0,03
Licopeno (mg/100g PF) *	9,42 ± 0,18
Luteína (mg/100g PF) *	0,078 ± 0,01
Fenóis (mg CIAE/g extrato) **	31,23 ± 1,115
Flavonoides (mg QE/g extrato) ***	6,36 ± 0,28
Antocianinas (mg ME/g extrato) ****	3,45 ± 0,23

Tabela 3- Composição antioxidante do tomate (Pinela et al., 2018);

* (mg/100g PF)- mg por 100 g de peso fresco ou seja vivo; ** (mg CIAE/g extrato) - mg de ácido clorogênico (CIAE) por g de extrato; *** (mg QE/g extrato) - mg de quercetina (QE) por g de extrato; **** (mg ME/g extrato) - mg de malvidina 3-glicosídeo (ME) por g de extrato.

4. O milho e as suas características

O milho é o cereal mais cultivado do mundo. A sua utilização é variada e entra em produtos alimentares, produtos médicos, produtos industriais, alimentos para animais e outros. Analistas internacionais apontam que o mercado global de processamento de milho crescerá 25% e atingirá 1,191 bilhão de toneladas até 2026 (Tanklevska et al., 2020).

O milho é a matéria-prima que, predominantemente, entra em maior percentagem no alimento composto completo da galinha poedeira, podendo variar a sua introdução percentual de acordo com a disponibilidade e alternativas. O milho amarelo contém uma quantidade apreciável de carotenoides com baixo teor de fibras (Weber, 1987). Este fornece a maioria das xantofilas na alimentação de aves, sendo a luteína e a zeaxantina os dois hidrocarbonetos oxigenados mais presentes (Sukto et al., 2020).

Estes carotenoides são responsáveis por dar uma tonalidade de cor á gema do ovo mais próxima do amarelo, ou seja, estando nos valores mais baixos da escala YolkFan (Cisneros, 2021).

5. Avaliação da cor da gema nos ovos.

O método mais utilizado em todo o mundo na indústria avícola para medir a intensidade da cor da gema é a utilização da escala La Roche, sendo este método simples e rápido de executar.

A escala de La Roche que varia entre 1 e 16, sendo que o 1 é amarelo-claro e o 16 é laranja forte (de Souza et al., 2019).

Foi criada uma ferramenta para a execução deste método com o nome de YolkFan que como o nome indica tem a forma de um “leque” dividido em 16 partes, cada um contendo uma cor da escala como demonstrado na Figura 2.



Figura 2 - Yolk Fan usada para a avaliação da cor da gema com a escala de La Roche.

Para garantir uma medida o mais precisa possível e sem erros de avaliação, e sendo este um método de avaliação visual qualitativa, é necessário ter em atenção alguns fatores (Cisneros, 2021):

- A avaliação deve ser realizada contra uma superfície branca não refletiva, a fim de eliminar a influência das cores adjacentes.
- Deve ser usado luz natural indireta e sem luz artificial forte. É importante evitar o reflexo da superfície brilhante da gema.
- O leque deve ser segurado imediatamente acima da gema, com os números voltados para baixo e a gema entre as pontas da seção a que a cor se aproxime

mais da cor da gema analisada. O leitor deve então virar o YolkFan, ler o número e registá-lo. Entre cada ovo, o YolkFan deve ser fechado para garantir a independência de cada medição.

- A avaliação de qualquer série experimental deve ser realizada pelo mesmo observador. A série deve conter entre 4 a 15 ovos (dependendo da variabilidade), e devem ser avaliados individualmente entre si.
- Quando terminar, limpe o YolkFan e mantenha-o longe de fontes diretas de luz, para garantir que ele não descolore com o tempo e influencie a escala.

Existem diferenças marcantes na preferência da tonalidade da cor da gema de ovo entre os consumidores em vários países europeus (Bovšková et al., 2014).

Consumidores na Alemanha, Holanda, Espanha, Portugal e Bélgica preferem gemas com os valores de 13 a 14, na França, sul da Inglaterra e Finlândia com o valor de 11 a 12 e na Irlanda, norte da Inglaterra, e Suécia com o valor de 8–9, na escala YolkFan (figura 2) (Bovšková et al., 2014).

III. Material e Métodos

1. Descrição da empresa

A Uniovo - Ovos e Derivados, S.A, é uma empresa fundada em 1987 e está sediada em Ferreira do Zêzere. Esta empresa dedica-se à produção de ovos para consumo. Tem capacidade nos seus pavilhões para albergar cerca de 505.000 galinhas poedeiras e uma recria com capacidade de 200.000 pintas. A Uniovo tem como principal objetivo a obtenção de um produto final de alta qualidade, sendo que, o reconhecimento da excelência é espelhado pela certificação, de acordo com as normas de Qualidade e gestão de segurança e defesa alimentar. É certificada pela SGS, nas atividades de Recria, Produção, Inspeção e Classificação de Ovos, de acordo com a norma ISO 9001 (Uniovo, 2022).

Para além disso, a Uniovo possui a certificação alimentar pela norma IFS Food (International Featured Standards), e pela SGS, que garante a qualidade do produto nos mercados internacionais (Uniovo, 2022).

Neste momento possui 7 pavilhões nos sistemas de produção de gaiola melhorada e solo, sendo que, no futuro, tem como objetivo a construção de dois pavilhões de galinhas de solo, onde iniciarão a produção de galinhas ao ar livre com dois novos pavilhões (Uniovo, 2022). As galinhas são alimentadas com alimento composto completo 100% controlado, produzido na fábrica do grupo, as Rações Zêzere, uma empresa certificada de acordo com as normas em vigor (Rações Zêzere, 2022).



Figura 3 - Uniovo - Ovos e Derivados, S.A

2. Delineamento experimental

2.1 Pavilhão

As galinhas foram alojadas duas a duas em jaulas com uma área 66cm x 32 cm e 48cm de altura. O conjunto de jaulas, denominada por bateria, é composta por 12 jaulas distribuídas horizontalmente, estando uma fila disposta por cima de outra, perfazendo um total de 48 jaulas e de 96 galinhas, como apresentado na Figura 4, contendo uma pipeta de água para cada duas jaulas.



Figura 4 - Jaulas melhoradas com as *Lohmann Brown* durante a experiência.

Neste pavilhão a ventilação é obtida a partir de um ventilador, pois o pavilhão não tem qualquer janela por questões de biossegurança.

As condições de temperatura e humidade foram monitorizadas, mas não foram controladas.

A iluminação é fornecida através de duas lâmpadas fluorescentes de 60w, centrais em relação ao pavilhão.

O plano de luz foi definido com um período de 12h diárias, na 1ª semana de ensaio. Na 2ª semana o número de horas de luz foi aumentado para 14h diárias e, na 3ª semana, para 16h diárias, mantendo-se assim até ao final do ensaio.

O ensaio experimental teve início na 4ª semana, devido à ambientação das galinhas ao meio em que foram inseridas e à alimentação experimental. O projeto teve a duração de 16 semanas (4 meses) - o tempo estipulado foi recomendado pelo Dr. Rui Fortunato para que fosse possível observar o impacto do alimento composto nos ovos produzidos pelas galinhas.

2.2 Aves

A estirpe *Lohmann Brown*, usada no ensaio, é uma das estirpes de galinhas poedeiras comerciais melhoradas para a produção intensiva de ovos (Ray Feltwell, 2011), ainda que, o mercado mundial conte com a Lohman, H&N e Hy-Line, entre outras.

As *Lohmann Browns* foram criadas a partir de galinhas poedeiras de ovos castanhos e galinhas de raça *New Hampshire* (Joseph Hudson, 2022).

A maioria das *Lohmann Brown* tem uma plumagem castanhada, com algumas manchas creme dispersas pelo corpo e penas brancas na cauda. É de tamanho médio e tem um pescoço longo com penas de cauda curtas. As galinhas desta espécie são muito resistentes e têm um ótimo temperamento (Brigido LaGuardia, 2021).



Figura 5 - Galinha *Lohmam Brown*.

As galinhas começam a produzir ovos em torno de 20 semanas de vida, cerca de 45% de produtividade. Em média, são mantidas entre 1 ano e 1 ano e meio, no pavilhão de postura. Esta estirpe consegue produzir num ciclo de postura de um ano e meio, cerca de 400 ovos. (Guide, 2020).

A taxa de postura entre as 24 e 40 semanas é de 92,5%. O peso da galinha em média rondará os 1893g por volta da 24ª semana, e no final da experiência, na 40ª semana, o peso deverá rondar os 1902g, em média (Tierzucht, 2020).

Para este ensaio, foram utilizadas 98 galinhas (*Lohmann Brown*) com 20 semanas de vida, tendo sido colocadas 2 por jaula, passando por um período de 4 semanas para a ambientação ao pavilhão e ao alimento composto utilizados no ensaio.

2.3 Alimentação e grupos

Nas primeiras duas semanas do ensaio, na fase de ambientação, foi administrado uma alimentação à descrição com alimento composto A-120 GALINHAS POSTURA.

Na 2ª semana, e com o objetivo de testar os três alimentos compostos, as galinhas foram alocadas em 3 grupos distintos (cada grupo composto por 32 galinhas), aleatoriamente localizadas na bateria. O objetivo não foi dividir fisicamente as galinhas em grupos distintos, mas dentro do mesmo espaço, ter galinhas alimentadas por diferentes alimentos compostos, garantido aleatoriedade e fiabilidade na experiência. Tendo em consideração o alimento composto com que iriam ser alimentadas nos próximos quatro meses: o primeiro grupo, denominado por grupo “C-alimento composto biológico” (C-Grupo controlo), sendo um alimento biológico padrão; um segundo grupo denominado por “T10% - com a alimentação base mais 10% de repiso tomate; e um terceiro grupo, denominado de “T20% - a alimentação base mais 20% de repiso tomate. Nos grupos T10% e T20% não houve acerto da fibra.

Semanas	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
Alimento composto										

 A-120 galinhas de postura
  Alimento composto experimental em ambientação
  Alimento composto experimental em estudo

Tabela 4 - Administração do alimento composto em relação ao tempo de experiência

O alimento foi distribuído às aves regularmente, uma vez ao dia numa quantidade 10% acima da ingestão, calculada em função da matéria seca prevista. Para cálculo da ingestão e índice de conversão alimentar, no final da semana, era retirado o excedente que se encontrava nos comedouros e calculado o valor de ingestão diária, média por ave e acumulado semanal.

O repiso de tomate usado na experiência foi avaliado quanto à sua composição nutricional obtendo os seguintes resultados: cinza bruta 4,6%; humidade relativa e matérias voláteis 3,8%; fibra 61,4%; proteína 18,8%; teor de amidos totais 1,4%; matéria seca 23,9% e matéria gorda 12,0%.

A composição basal, a composição nutricional e a quantificação do licopeno presente no alimento composto C, T10, T20 estão detalhadas nas Tabelas 4, 5 e 6 respetivamente. Os alimentos compostos são isoproteicos e isoenergeticos, sendo que contém 2759 kcal/Kg.

Composição Basal	Alimentos Compostos		
	C	10%	20%
Milho	55,02%	55,23%	46,47%
Bagaço Soja	23,93%	21,18%	17,40%
Trigo	8,28%	1,00%	1,00%
Carbonato de cálcio	9,10%	8,72%	8,60%
Bicarbonato de Sódio	0,06%	0,04%	0,03%
Vitaminas	0,40 %	0,40%	0,40%
Cloreto de colina 50%	0,06%	0,06%	0,06%
Fósforo monocálcio	0,38%	0,53%	0,60%
Cloreto de sódio	0,24%	0,25%	0,26%
Óleo de soja	2,00%	2,02%	4,28%
Lisina líquida	0,30%	0,24%	0,47%
Metionina líquida	0,23%	0,33%	0,43%
Repiso de tomate	0,00%	10,00%	20,00%

Tabela 5 - Percentagem das matérias-primas usadas na formulação do alimento composto.

Os alimentos compostos utilizados na experiência foram produzidos por inteiro pelas Rações Zêzere.



Figura 6 - Amostras dos alimentos compostos: grupo de C, T10% e T20%

Composição nutricional (%)	Alimentos Composto		
	C	T10%	T20%
Proteína bruta	16,50 %	16,50%	16,50%
Matéria gorda bruta	5,00 %	5,60%	8,50%
Cinza bruta	12,00 %	12,00%	12,50%
Fibra bruta	4,20%	5,80%	8,00%
Cálcio	3,60 %	3,70%	3,00%
Sódio	0,14 %	0,14%	0,50%
Fósforo	0,50 %	0,50%	0,14%
Lisina	0,91 %	1,00%	1,20%
Metionina	0,47%	0,52%	0,59%
Calorias	2750kcal	2750kcal	2750kcal

Tabela 6 - Composição nutricional do alimento composto C, T10% e T20%.

A Tabela 7, mostra os valores determinados para o licopeno, o qual aumentou, como previsível, de acordo com o aumento da introdução da % de repiso de tomate: 0 mg/kg, 5,3 mg/kg e 16,6 mg/kg, respectivamente para C, T10% e T20%.

Carotenoide	Alimentos Compostos		
	C	T10%	T20%
Licopeno (mg/kg)	0	5,3	16,6

Tabela 7 - Quantificação do licopeno nos alimentos compostos utilizados.

As galinhas estiveram duas semanas de ambientação ao alimento composto experimental, sendo que, a partir da 4ª semana começaram a ser analisados os parâmetros em estudo.

3. Parâmetros produtivos

3.1. Peso corporal:

As galinhas foram pesadas à chegada ao pavilhão e no fim de cada mês de análise (1º dia, 4º semana, 8º semana, 12º semana, 16º semana).

3.2. Ovos produzidos (nº ovos produzidos/ semana):

Os ovos foram retirados diariamente; sendo que o apuramento do mesmo foi contabilizado no final de cada semana, isto é a contagem por jaula era apenas efetuada no último dia útil da semana.

3.3. % Postura:

A % de postura foi avaliada semanalmente, e foi calculada através da fórmula:

$$\frac{\left(\frac{\sum nr^o \text{ de ovos por jaula por 7 dias}}{2} \right)}{7 \text{ dias}} \times 100$$

3.4. Peso ovos (g):

Os ovos eram recolhidos e pesados diariamente. O apuramento do peso médio dos ovos, era apenas efetuado no final de cada semana.



Figura 7- Pesagem dos ovos durante a experiência.

3.5. Peso médio do ovo (g):

$$\frac{\sum \text{Peso total dos ovos produzidos por jaula}}{\text{nr}^\circ \text{ de ovos por jaula}}$$

3.6. Massa do ovo (g):

$$\text{Peso médio do ovo} \times \text{nr}^\circ \text{ de ovos por jaula}$$

3.7. Consumo médio diário (g):

O alimento ingerido foi avaliado semanalmente por jaula através da diferença da pesagem da dose diária inserida por jaula e no final da semana a pesagem do alimento residual ainda disponível na mesma.

$$\frac{\sum(\text{alimento disponível por jaula}) - \sum \text{pesagem do alimento residual ao 7}^\circ \text{ dia}}{7}$$

3.8. Cálculo do índice de conversão:

Tendo conhecimento dos dados de ingestão (kg alimento composto acumulado) e os ovos produzidos acumulados, foi possível proceder ao cálculo do índice de conversão semanal, através da fórmula:

$$\frac{\sum(\text{alimento disponível por jaula}) - \sum \text{pesagem do alimento residual ao 7}^\circ \text{ dia}}{\text{Massa do ovo}}$$

4. Avaliação da qualidade do ovo

Todos os meses foram avaliados 90 ovos (30 ovos de cada grupo experimental C, T10, T20), sendo que a resistência da casca e a cor da gema foram quantificadas como indicadores da qualidade do ovo.

Durante o processo foi utilizado um texturômetro (TA.XTplusC Texture Analyser) para a análise da resistência da casca do ovo.

A cor dos ovos foi avaliada segundo a escala La Roche com a YolkFan, como demonstrado na imagem 8.



Figura 8- Utilização da YolkFan com a escala de La Roche sobre as gemas durante a experiência.

5. Avaliação do teor de licopeno na gema

Ao fim dos 4 meses da experiência, foram enviadas para análise 36 gemas (12 gemas por grupo experimental) por cada mês de estudo; foram congelados 180 ovos (60 de cada grupo experimental), enviados posteriormente para o laboratório para serem sujeitos a uma análise de licopeno.

Esta análise foi efetuada pela Escola Superior de Biotecnologia da Universidade Católica, e a metodologia utilizada para a quantificação do licopeno foi a análise por HPLC - com detecção por Diode Array (DAD) a 471 nm, utilizando uma coluna de fase reversa com gradiente de eluição. Foram testados e ajustados procedimentos de extração e purificação das amostras (Pereira, 2022).



Figura 9 - Amostras de gema analisadas pela Escola Superior de Biotecnologia da Universidade Católica

6. Tratamento estatístico dos dados

Os dados foram inseridos no programa estatístico *SOFA Statistics* e analisados com o intuito de verificar o efeito do “sistema” nos parâmetros produtivos, sendo essa verificação apurada pelo método de análise de variância mais conhecida como ANOVA. A ANOVA é um procedimento estatístico usado para comparar a distribuição de três ou mais grupos em amostras independentes.

Foi usado o teste t para um intervalo de confiança de 95%, com o objetivo de testar se as médias dos grupos teriam diferenças significativas entre si nos parâmetros em estudo.

Para comparar a deposição do licopeno, em relação ao tempo decorrido, foi usado uma análise de Pearson com um intervalo de confiança de 95% numa correlação linear.

IV. Resultados e Discussão

No decurso do ensaio não houve mortalidade. Considerando este facto, não foi necessário realizar qualquer ajuste no método experimental estatístico para acomodar o erro de existirem menos galinhas na jaula.

Considerando que as amostras são independentes e aleatórias, provenientes de populações com uma distribuição normal os dados recolhidos durante os 4 meses de estudo foram submetidos a ANOVA. Neste estudo, este método foi utilizado para comparar se as médias entre grupos (nos parâmetros estudados) eram significativamente diferentes entre si. Nos testes realizados obtivemos um valor de p inferior a 0,05; nível de significância estabelecido, nos parâmetros de postura, massa de ovo, índice de conversão, resistência da casca e licopeno na gema. Com base nos valores de p na Tabela 7 é possível concluir que os existem diferenças significativas nas médias dos grupos em estudo nestes parâmetros.

Após a análise ANOVA foi feito um teste t com a hipótese nula da diferença das médias entre o grupo C, grupo T10% e o grupo T20% ser igual a 0 para um valor de $p < 0,05$; para averiguar em quais dos grupos existira diferenças significadas entre si.

Os resultados obtidos foram os seguintes:

Parâmetros estudados	Alimentos Compostos			p
	C	T10%	T20%	
Peso inicial (g)	1901,25	1925,63	1875	0,359
Peso final (g)	1950,00	1957,81	1883,13	0,266
Consumo diário (g)	132,46 ^a	133,77 ^{ab}	136,84 ^b	0,119
Peso médio do ovo (g)	63,42	63,08	62,03	0,359
Postura (nº/semanal)	13,72 ^b	13,77 ^b	13,19 ^a	0,004
Postura (%)	98,01 ^b	98,35 ^b	94,22 ^a	0,004
Massa de ovo (g)	869,89 ^b	868,57 ^b	818,65 ^a	0,012
Índice de conversão	2,15 ^a	2,17 ^a	2,39 ^b	0,001
Resistência da casca (N)	58.20 ^{ab}	58.80 ^a	55.80 ^b	0,044
Licopeno na gema (mg/kg)	0,00 ^a	1.99 ^b	2,98 ^c	0,003

Tabela 7 - Efeito da utilização dos diferentes alimentos compostos (C; T10; T20) nos parâmetros produtivos; resultados obtidos a partir do teste t .

Nota: Em cada linha, os valores sem letras em comum indicam valores significativamente diferentes para um valor de $p < 0,05$.

Com base na Tabela 7 é possível constatar que: o licopeno está presente nos ovos em que foi administrado o alimento composto com repiso de tomate, sendo que a concentração é superior no alimento composto de 20% em relação a 10% (2,975 mg/Kg e 1,992 mg/Kg respectivamente), não existindo uma proporcionalidade direta entre a incorporação do repiso e o licopeno na gema do ovo.

Não foram detetadas diferenças significativas entre os grupos C e T10%, exceto na presença de licopeno, como relatado noutros estudos (B. K. An et al., 2019; Shevchenko et al., 2021). Observaram-se diferenças significativas entre o grupo C e T20% no consumo médio semanal das galinhas (1854,496g e 1915,816g respectivamente).

Os grupos C e T10% obtiveram resultados produtivos significativamente melhores quando comparados com o grupo T20% no que se refere à postura, massa de ovo semanal, índice de conversão semanal e na resistência da casca do ovo. É possível constatar os resultados na Tabela 7. Estes resultados estão em linha com os resultados de estudos anteriores como observado na Tabela 8 (B. K. An et al., 2019).

	C	T10%	T20%
Consumo diário (g)	118,9 ^a	113,7 ^b	113,8 ^b
Peso médio do ovo (g)	65,9 ^a	63,3 ^b	63,6 ^b
Postura (%)	88,9 ^a	86,7 ^{ab}	85,2 ^b

Tabela 8 - Efeito do licopeno ou pasta de tomate na dieta sobre o desempenho de poedeiras (B. K. An et al., 2019).

Nota: Em cada linha, os valores sem letras em comum indicam valores significativamente diferentes para um valor de $p < 0,05$.

O efeito de licopeno, ou produtos relacionados ao tomate, em relação ao desempenho de postura, tem sido, na melhor das hipóteses, inconsistente (B. K. An et al., 2019); por exemplo, num estudo com galinhas reprodutoras nativas chinesas por Sun et al., 2014, não existiu nenhum efeito na dieta com licopeno (20, 40 e 89 mg/kg de alimento composto) no desempenho da postura. O mesmo aconteceu com galinhas poedeiras híbridas comerciais com uma concentração de licopeno de 13mg/g, em Rotolo et al.,

2018. No entanto, Akdemir et al., 2012 observou-se que dietas com licopeno, ou produtos relacionados ao tomate, aumentaram a ingestão de alimento composto e a produção de ovos, sendo que, neste ensaio, houve uma diminuição estatisticamente significativa da produção de ovos (C(98,01); T10%(98,35%); T20%(94,22%)) ,mas um aumento de consumo de alimento composto T10% (133,77g) e T20% (136,8g), relativamente ao C (132,46g), como obtido por Akdemir. Tal efeito poderá ser explicado pelo aumento de fibra, uma vez que poderá ter influenciado negativamente a ingestão de alimento (Tabela 7).

Relativamente à percentagem de postura (Tabela 7) registou-se um valor estatisticamente inferior no grupo T20% (94,22%), relativamente ao grupo C (98,01%) e ao grupo T10% (98,35%) o que se pode relacionar, pela diminuição da ingestão, com consequente diminuição de proteína e ainda, lisina e metionina, ácidos aminados essenciais que influenciam positivamente o peso do ovo e a % de postura.

A resistência da casca não foi afetada pelas diferentes dietas, conforme relatado anteriormente (Akdemir et al., 2012; Kim et al., 2008; Rotolo et al., 2018), porém nos resultados de B. K. An et al., 2019 a dieta à base de licopeno a 100 ou 200 ppm aumentou linearmente a resistência da casca, sendo que no estudo apresentado observou-se uma diferença negativa entre o grupo C e o grupo T20% (58.2 N e 55.8 N respetivamente).

O índice de conversão entre o alimento ingerido e a massa de ovo produzido pelo grupo C, T10 e T20 foram respetivamente 2,13g, 2,16g e 2,34g.

De seguida, foram analisadas as concentrações do licopeno presente nos ovos em relação ao tempo de consumo do alimento composto experimental, usando a análise de correlação Pearson, obtendo os resultados que se observam nas Figuras 10 e 11.

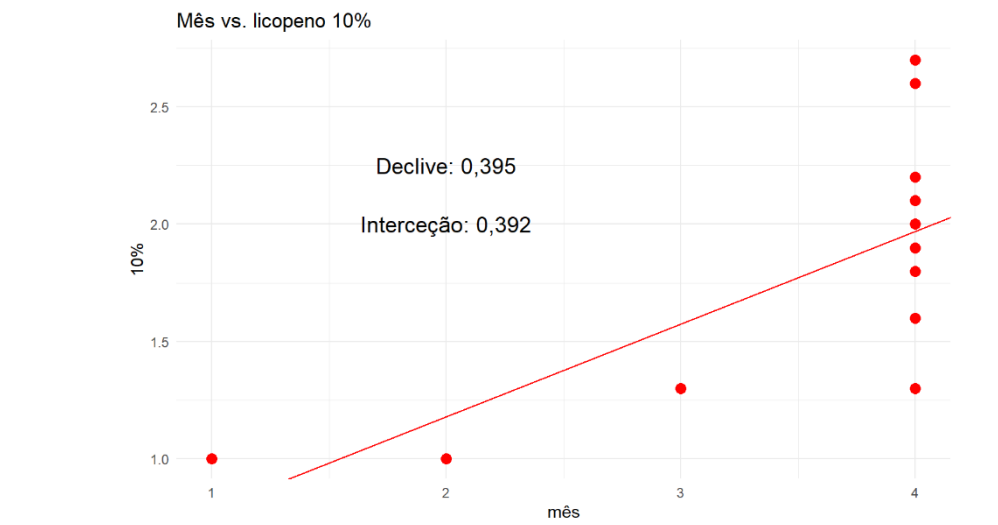


Figura 10 - Resultado da análise de correlação de Pearson para 10% RP

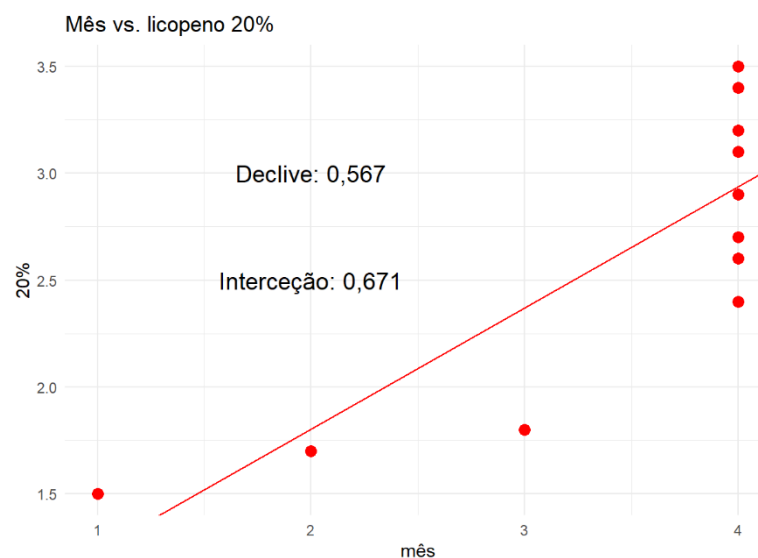


Figura 11 - Resultado da análise de correlação de Pearson para 20% RP

A partir da Figura 10 e 11, é possível constatar que existe uma correlação linear entre a concentração de licopeno e o período de tempo decorrido, sendo esta significativa quando analisados os grupos T10% e T20%, tanto em conjunto como em separado; assim,

constatou-se que o declive maior da reta no grupo T20% atribui-se a uma acumulação acrescida, relativamente ao grupo T10%.

Na análise da cor da gema obteve-se os seguintes resultados (tabela 9).

Pontuação da cor da gema (média)/mês					
MÊS	1	2	3	4	Média
C	11,80	10,60	12,00	10,8	11,30
10%	9,25	9,60	10,60	10,20	9,90
20%	10,83	11,60	12,20	11,60	11,56

Tabela 9 - Média da pontuação da cor das gemas do ensaio.

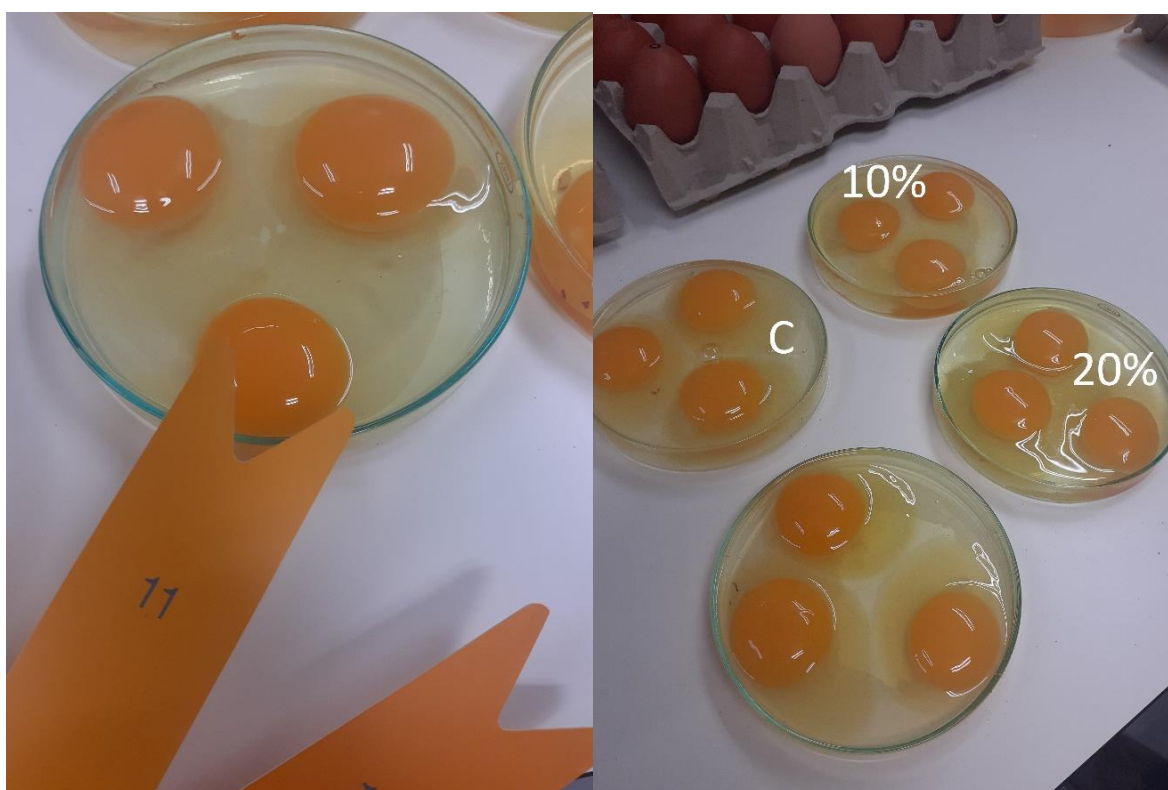


Figura 12 - Cor da gema do ovo ao fim do 1º mês de estudo.

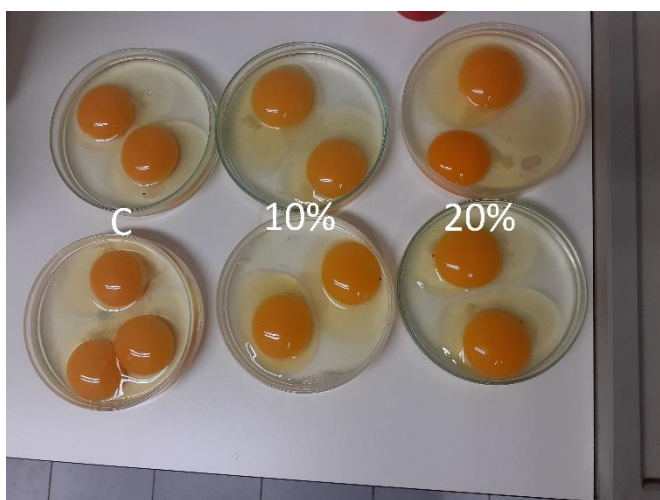


Figura 13 - Cor da gema do ovo ao fim do 2º mês de estudo.

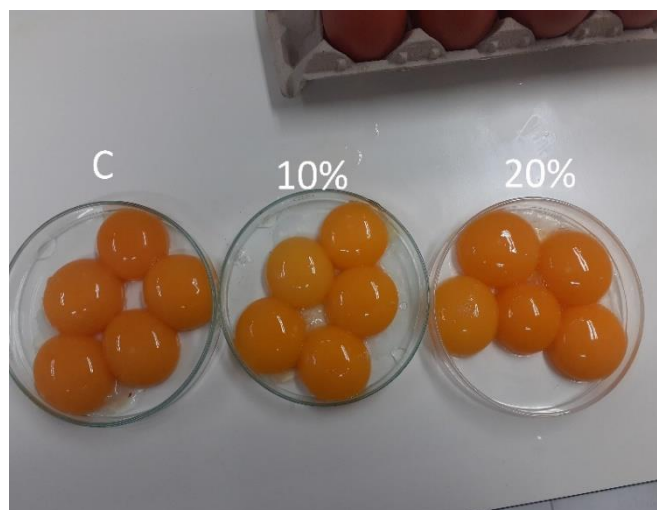


Figura 14 - Cor da gema do ovo ao fim do 3º mês de estudo.

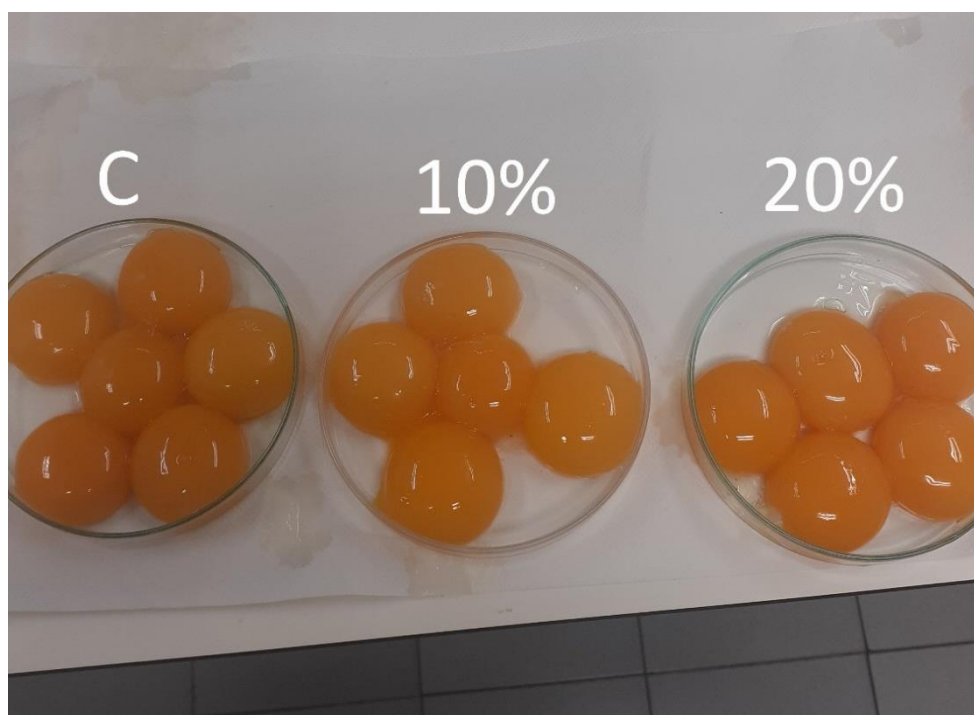


Figura 15 - Cor da gema do ovo ao fim do 4º mês de estudo.

Observou-se durante todos os meses em análise, que os melhores resultados foram obtidos ao nível da cor da gema com o alimento composto controlo e 20%, sendo o grupo de 10% o que obteve o pior resultado (tabela 9).

Após realização do estudo os ovos das alimentadas com o alimento composto “Controlo biológico”, foi obtido um resultado de 11,3. Este valor é diferente de estudos anteriores onde se obtiveram os seguintes resultados: (Bovšková et al., 2014) entre os 7 e 9 e (Shevchenko et al., 2021) entre 5 e 6.

O estudo realizado por Blount et al., 2002 confirma que a concentração de carotenoides nas dietas refletiu-se na concentração de carotenoides do ovo, porém, há evidências de mecanismos que são responsáveis pela deposição preferencial de certos carotenoides

específicos na gema de ovo. Este facto pode indiciar que Grupo C tenha resultados similares aos grupos teste.

Em estudos anteriores, a luteína destacou-se como o principal carotenoide na dieta de galinhas em jaula e por consequência na gema de ovo (Karadas et al., 2005). A eficiência da transferência de deposição da luteína na gema de ovo foi calculada em 38,9%, já a eficiência para o licopeno foi apenas de 5,8%, indicando que a deposição do licopeno é 4,6 vezes menos eficiente que a luteína (Karadas et al., 2006). Estes resultados confirmam que as observações em estudo revelam que a eficiência relativa da deposição de licopeno na gema do ovo era muito menor do que a de outros carotenoides (Akdemir et al., 2012; Shevchenko et al., 2021). Esta variação é provavelmente explicada devido a diferenças na natureza dos carotenoides (Kang et al., 2003).

A luteína tem uma taxa de deposição 38,9%, tendo uma maior deposição quando comparado com Zeaxantina visto que a sua deposição é de apenas 14,9%, porém quando comparado com o licopeno com uma taxa de 5,8% a zeaxantina tem melhor deposição (Karadas et al., 2006).

Sendo a luteína e a zeaxantina os carotenoides em maior abundância no milho (Tabela 10), poderá fazer com que estes carotenoides sejam os mais abundantes na gema, e o licopeno do tomate não seja tão absorvido em relação aos demais carotenoides. Sendo o milho o fornecedor de xantofilas e carotenoides, a sua percentagem de inclusão na formulação do alimento composto era inferior no grupo T20%, comparativamente com o C e o T10%.

	Licopeno (µg/g)	Luteína (µg/g)	Zeaxantina (µg/g)
Repiso de tomate	2,26	0,78	0,21
Milho	0,00	2,02	1,90

Tabela 10 - Concentrações de carotenoides em diferentes alimentos (Karadas et al., 2006; Perry et al., 2009)

Outro ponto importante será comparar em termos reais o que aconteceu na deposição do licopeno em relação aos carotenoides totais e a deposição de licopeno com as xantofilas totais. Para se entender se estás mgs de licopeno são significativas em relação aos restantes carotenoides. Estes testes não foram efetuados.

V. Conclusões

Ao fim de 4 meses de experiência podemos concluir que a matéria-prima repiso de tomate pode ser utilizada sem efeitos negativos quando a inclusão de repiso for de 10% no alimento composto. Uma incorporação de 20% de repiso de tomate tem um efeito negativo na postura, na massa do ovo e na resistência da casca do ovo.

O repiso de tomate não demonstrou efeito na alteração da cor da gema comparativamente com o controle. Por outro lado, não existe uma proporcionalidade direta entre a incorporação do repiso e o licopeno na gema do ovo. Aumentando a incorporação do repiso, diminui a eficiência da deposição de licopeno, o que pode estar relacionado com outros fatores, nomeadamente com uma menor taxa de absorção intestinal do licopeno.

Contudo, a concentração da deposição de licopeno na gema teve uma correlação linear com a duração do ensaio, ou seja, aumentou diretamente com a % e com o tempo, tendo em consideração a duração do ensaio.

No decorrer desta experiência, o autor enfrentou algumas limitações, recomendando a sua análise e incorporação em estudos futuros, relacionados com o impacto da alimentação das galinhas na cor da gema.

Em estudos futuros, a autor considera ponto essencial a realização de uma análise à composição de carotenoides totais, com o intuito de se perceber se existe um aumento de carotenoides totais na presença de licopeno ou se esta substituiria outro carotenoide presente na gema.

Como segundo ponto, o autor considera relevante a realização de uma análise aos carotenoides da luteína e da zeaxantina na gema do ovo, com o objetivo de se comparar com as do licopeno. Para esta experiência, a análise não se realizou por questões orçamentais.

Bibliografia

- Akdemir, F., Orhan, C., Sahin, N., Sahin, K., & Hayirli, A. (2012). Tomato powder in laying hen diets: effects on concentrations of yolk carotenoids and lipid peroxidation. *British Poultry Science*, 53(5), 675–680. <https://doi.org/10.1080/00071668.2012.729142>
- An, B. K., Choo, W. D., Kang, C. W., Lee, J., & Lee, K. W. (2019). Effects of dietary lycopene or tomato paste on laying performance and serum lipids in laying hens and on malondialdehyde content in egg yolk upon storage. *Journal of Poultry Science*, 56(1), 52–57. <https://doi.org/10.2141/jpsa.0170118>
- An, B.-K., Choo, W.-D., Kang, C.-W., Lee, J., Lee, K.-W., & Korea, S. (2018). *Effects of Dietary Lycopene or Tomato Paste on Laying Performance and Serum Lipids in Laying Hens and on Malondialdehyde Content in Egg Yolk upon Storage*.
- big, atlas. (2022). <https://www.atlasbig.com/pt-pt/paises-por-producao-de-tomate>.
- Blount, J. D., Surai, P. F., Houston, D. C., & Møller, A. P. (2002). Patterns of yolk enrichment with dietary carotenoids in gulls: the roles of pigment acquisition and utilization. In *Functional Ecology* (Vol. 16).
- Bovšková, H., Míková, K., & Panovská, Z. (2014). Evaluation of Egg Yolk Colour. In *Czech J. Food Sci* (Vol. 32, Issue 3).
- Brigido LaGuardia. (2021, June 28). *What is Lohmann Brown Chicken*. <https://Putakputak.Com/Poultry/Chickens/What-Is-Lohmann-Brown-Chicken/>.
- Buscemi, S., Corleo, D., di Pace, F., Petroni, M. L., Satriano, A., & Marchesini, G. (2018). The effect of lutein on eye and extra-eye health. In *Nutrients* (Vol. 10, Issue 9). MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/nu10091321>
- Campos, K. K. D., Araújo, G. R., Martins, T. L., Bandeira, A. C. B., Costa, G. de P., Talvani, A., Garcia, C. C. M., Oliveira, L. A. M., Costa, D. C., & Bezerra, F. S. (2017). The antioxidant and anti-inflammatory properties of lycopene in mice lungs exposed to cigarette smoke. *Journal of Nutritional Biochemistry*, 48, 9–20. <https://doi.org/10.1016/j.jnutbio.2017.06.004>
- Cisneros, F. (2021, May). <https://www.dsm.com/anh/news/feed-talks/articles/egg-yolk-pigmentation-guidelines.html>.
- da Cruz, F. K., Garcia, E. R. de M., Ferraz, A. L. J., de Souza, K. M. R., Feliciano, W. B., & Rohod, R. V. (2016). Qualidade e estabilidade dos ovos de poedeiras alimentadas com licopeno e minerais orgânicos. *Ciencia Rural*, 46(1), 157–162. <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20150594>
- de Souza, L. A. Z., D’Avila Lima, H. J., Martins, R. A., de Almeida Assunção, A. S., Nunes, D. A., Silva, W. F., & da Silva, F. G. (2019). Egg yolk colour and retinol concentration of eggs from laying hens fed diets containing carrot and beetroot meal. *Czech Journal of Animal Science*, 64(9), 395–403. <https://doi.org/10.17221/54/2019-CJAS>

- del Valle, M., Cámara, M., & Torija, M. E. (2006). Chemical characterization of tomato pomace. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 86(8), 1232–1236. <https://doi.org/10.1002/jsfa.2474>
- Dotas, D., Zamanidis, S., & Balios, J. (1999). Effect of dried tomato pulp on the performance and egg traits of laying hens. *British Poultry Science*, 40(5), 695–697. <https://doi.org/10.1080/00071669987106>
- DREM. (2021). *Produção de ovos, gado abatido e captura de pescado aumentaram, enquanto o abate de frango diminuiu face ao ano anterior.*
- Elizabeth J. (2016). Carotenoids. *Micronutrient Information Center, Linus Pauling Institute, Oregon State University.*
- GPP. (2020). *Análise setorial OVOS 2 ÍNDICE.*
- Grabowska, M., Wawrzyniak, D., Rolle, K., Chomczyński, P., Oziewicz, S., Jurga, S., & Barciszewski, J. (2019). Let food be your medicine: Nutraceutical properties of lycopene. In *Food and Function* (Vol. 10, Issue 6, pp. 3090–3102). Royal Society of Chemistry. <https://doi.org/10.1039/c9fo00580c>
- Grupo Valouro Grupo Lusiaves ANÁLISE, O. E. (2022). *MILLENNIUM AGRO NEWS.*
- Guide, M. (2020). *BREEDING FOR SUCCESS ... TOGETHER LOHMANN BROWN-CLASSIC LAYERS.*
- Imran, M., Ghorat, F., Ul-haq, I., Ur-rehman, H., Aslam, F., Heydari, M., Shariati, M. A., Okuskhanova, E., Yessimbekov, Z., Thiruvengadam, M., Hashempur, M. H., & Rebezov, M. (2020). Lycopene as a natural antioxidant used to prevent human health disorders. In *Antioxidants* (Vol. 9, Issue 8, pp. 1–27). MDPI. <https://doi.org/10.3390/antiox9080706>
- Jha, R., & Mishra, P. (2021). Dietary fiber in poultry nutrition and their effects on nutrient utilization, performance, gut health, and on the environment: a review. In *Journal of Animal Science and Biotechnology* (Vol. 12, Issue 1). BioMed Central Ltd. <https://doi.org/10.1186/s40104-021-00576-0>
- Joseph Hudson. (2022). *Lohmann Brown: Appearance, Temperament, Eggs & Raising Tips.* <https://Cs-Tf.Com/Lohmann-Brown/>.
- Kang, D. K., Kim, S. I., Cho, C. H., Yim, Y. H., & Kim, H. S. (2003). Use of lycopene, an antioxidant carotenoid, in laying hens for egg yolk pigmentation. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 16(12), 1799–1803. <https://doi.org/10.5713/ajas.2003.1799>
- Karadas, F., Grammenidis, E., Surai, P. F., Acamovic, T., & Sparks, N. H. C. (2006). Effects of carotenoids from lucerne, marigold and tomato on egg yolk pigmentation and carotenoid composition. *British Poultry Science*, 47(5), 561–566. <https://doi.org/10.1080/00071660600962976>
- Karadas, F., Wood, N. A. R., Surai, P. F., & Sparks, N. H. C. (2005). Tissue-specific distribution of carotenoids and vitamin E in tissues of newly hatched chicks from various avian species. *Comparative Biochemistry and Physiology - A Molecular and*

- Kim, K. S., Hong, J. A., & Kim, J. W. (2008). 서 론 Effects of Lycopene as a Feed Additive on the Quality of Chicken Eggs. In *Korean J. Poult. Sci* (Vol. 275, Issue 281).
- Misawa, N. (2010). Carotenoid β -Ring Hydroxylase and Ketolase from Marine Bacteria—Promiscuous Enzymes for Synthesizing Functional Xanthophylls. MDPI. <https://doi.org/10.3390/SU12197884>
- Nabi, F., Arain, M. A., Rajput, N., Alagawany, M., Soomro, J., Umer, M., Soomro, F., Wang, Z., Ye, R., & Liu, J. (2020). Health benefits of carotenoids and potential application in poultry industry: A review. In *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition* (Vol. 104, Issue 6, pp. 1809–1818). Blackwell Publishing Ltd. <https://doi.org/10.1111/jpn.13375>
- Nisar, N., Li, L., Lu, S., Khin, N. C., & Pogson, B. J. (2015). Carotenoid metabolism in plants. In *Molecular Plant* (Vol. 8, Issue 1, pp. 68–82). Cell Press. <https://doi.org/10.1016/j.molp.2014.12.007>
- Nunes Da Costa, J. M. (2017). ALIMENTAÇÃO ANIMAL NA PRODUÇÃO BIOLÓGICA I FÓRUM IBÉRICO SOBRE PRODUÇÃO ANIMAL BIOLÓGICA. www.dgav.pt
- Olson, J. B., Ward, N. E., & Koutsos, E. A. (2008). Lycopene incorporation into egg yolk and effects on laying hen immune function. *Poultry Science*, 87(12), 2573–2580. <https://doi.org/10.3382/ps.2008-00072>
- Pereira Fonseca, C. (2019). FACULDADE DE FARMÁCIA Valorização do repiso de tomate como possível ingrediente funcional.
- Pereira, R. ; C. M. ; V. C. ; C. L. M. ; L. R. C. ; B. L. F. (2022). PRESTAÇÃO DE SERVIÇOS CIENTÍFICOS.
- Perry, A., Rasmussen, H., & Johnson, E. J. (2009). Xanthophyll (lutein, zeaxanthin) content in fruits, vegetables and corn and egg products. *Journal of Food Composition and Analysis*, 22(1), 9–15. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2008.07.006>
- Pinela, J., Barros, L., Carvalho, A. M., & Ferreira, I. C. F. R. (2018). Nutritional composition and antioxidant activity of four tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) farmer' varieties in Northeastern Portugal homegardens.
- Rações Zêzere. (2022, May) <https://www.racoeszezere.com/>.
- Rakonjac, S., Dosković, V., Bošković, S. B., Škrbić, Z., Lukić, M., Petričević, V., & Petrović, D. M. (2021). Production performance and egg quality of laying hens as influenced by genotype and rearing system. *Revista Brasileira de Ciencia Avicola*, 23(2). <https://doi.org/10.1590/1806-9061-2019-1045>
- Ray Feltwell. (2011). *Small-Scale Poultry Keeping: A Guide to Free-range Poultry Production* (Faber & Faber, Ed.).

- Rotolo, L., Brugiapaglia, A., & Pozzo, L. (2018). *Effect of a tomato extract-supplemented diet on egg yolk pigmentation and lycopene transfer efficiency tackling old problems with innovative approaches* View project Use of insect meals on animal nutrition View project. <https://www.researchgate.net/publication/259758868>
- Salajegheh, M. H., Ghazi, S., Mahdavi, R., & Mozafari, O. (2012). Effects of different levels of dried tomato pomace on performance, egg quality and serum metabolites of laying hens. *African Journal of Biotechnology*, 11(87), 15373–15379. <https://doi.org/10.5897/AJB12.1031>
- Shevchenko, L. v., Davydovych, V. A., Midyk, S. v., & Bezusa, O. O. (2021). Enrichment of chicken table eggs with lycopene and astaxanthin. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*, 12(1), 9–13. <https://doi.org/10.15421/022102>
- Shi, J., & le Maguer, M. (2000). Lycopene in tomatoes: Chemical and physical properties affected by food processing. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 40(1), 1–42. <https://doi.org/10.1080/10408690091189275>
- Sukto, S., Lomthaisong, K., Sanitchon, J., Chankaew, S., Scott, M. P., Lübberstedt, T., Lertrat, K., & Suriharn, B. (2020). Variability in Prolificacy, Total Carotenoids, Lutein, and Zeaxanthin of Yellow Small-Ear Waxy Corn Germplasm. *International Journal of Agronomy*, 2020. <https://doi.org/10.1155/2020/8818768>
- Sun, B., Ma, J., Zhang, J., Su, L., Xie, Q., & Bi, Y. (2014). Lycopene regulates production performance, antioxidant capacity, and biochemical parameters in breeding hens. In *Czech J. Anim. Sci* (Vol. 59, Issue 10).
- Tanklevska, N., Petrenko, V., Karnaushenko, A., & Melnykova, K. (2020). WORLD CORN MARKET: ANALYSIS, TRENDS AND PROSPECTS OF ITS DEEP PROCESSING. In *journal.com* (Vol. 6, Issue 3).
- Tierzucht. (2020). *MANUAL DE MANEJO LOHMANN BROWN-LITE POEDEIRAS*.
- Uenojo, M., Maróstica, R., Gláucia, J. E., & Pastore, M. (2007). CAROTENÓIDES: PROPRIEDADES, APLICAÇÕES E BIOTRANSFORMAÇÃO PARA FORMAÇÃO DE COMPOSTOS DE AROMA. In *Quim. Nova* (Vol. 30, Issue 3).
- Uniovo. (2022, May). <http://uniovo.com/>
- Weber, E. J. (1987). Carotenoids and tocopherols of corn grain determined by HPLC. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 64(8), 1129-1134.
- World Food and Agriculture – Statistical Yearbook 2021. (2021). In *World Food and Agriculture – Statistical Yearbook 2021*. FAO. <https://doi.org/10.4060/cb4477en>