

# **Formulação de Alimentos Compostos para Frangos de Carne com Incorporação de Farinha de Mosca Soldado-Negro**

**Maria Beatriz Neves Cruz**

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em  
**Engenharia Alimentar**

Orientadores: Professora Doutora Margarida Rosa Garcez Maia  
Professor Doutor Manuel Chaveiro Soares

**Júri:**

Presidente: Doutora Anabela Cristina da Silva Naret Moreira Raymundo, Professora associada com agregação, Universidade de Lisboa – Instituto Superior de Agronomia.

Vogais: Doutor André Martinho de Almeida, Professor associado com agregação, Universidade de Lisboa – Instituto Superior de Agronomia.

Doutora Margarida Rosa Garcez Maia, Professora auxiliar, Universidade de Lisboa – Instituto Superior de Agronomia.

2025



## Agradecimentos

---

Agradecer à empresa Rações Valouro S.A., na pessoa do seu Presidente, Senhor António José dos Santos, pelo acolhimento que gentilmente me dispensou para a realização da minha dissertação. Agradeço igualmente ao Professor Doutor Manuel Chaveiro Soares pela orientação, por todo o conhecimento transmitido e pela partilha de conhecimento sobre a área envolvente.

Agradeço à Professora Doutora Margarida Maia por toda a orientação, conselhos e ajuda durante a construção desta dissertação.

Em particular, agradecer à Engenheira Adriana Adão por todas as bases transmitidas sobre o setor da nutrição animal, assim como, da formulação.

Em especial agradecer à Dra. Ana Paula Marques pelo incentivo, ajuda e carinho que me deu.

Com carinho, agradecer à Engenheira Margarida pela força e motivação durante esta fase.

Aos meus pais, ao meu irmão, à minha cunhada e ao meu namorado Rodrigo, muito obrigada, pela força e conselhos que foram fundamentais para esta fase do meu percurso. Especialmente aos meus pais que me deram a oportunidade de seguir os estudos, sem eles nada seria possível.

Às minhas amigas Maria Madalena, Maria Afonso e Anaísa Silva, obrigada pela ajuda, companheirismo e apoio ao longo destes anos.

O aumento da procura por alimentos de origem animal, acarreta desafios para a indústria de alimentos compostos ao necessitar produzir alimentos compostos em quantidade, qualidade e sustentáveis, com escassez de recursos naturais. Um dos maiores desafios é a procura de alternativas ao bagaço de soja, principal matéria-prima proteica usada na alimentação animal, com elevados custos ambientais associados. A utilização de matérias-primas proteicas alternativas, localmente produzidas e com menor pegada de carbono, pode contribuir para a sustentabilidade do setor. Entre as alternativas propostas na bibliografia, a farinha de insetos tem emergido como de particular interesse. Assim, o presente estudo teve por objetivo avaliar a utilização de uma matéria-prima proteica alternativa localmente produzida – mosca soldado-negro (*Hermetia illucens*) – na formulação de alimentos compostos completos como estratégia para reduzir o nível de inclusão do bagaço de soja. O modelo animal usado neste trabalho foi o frango de crescimento rápido. A escolha deste modelo animal baseou-se no peso que a avicultura representa no setor mundial de produção de carne (34%). Foram desenvolvidas duas formulações para a alimentação dos frangos de carne: i) formulação convencional, com base nas matérias-primas convencionais e comumente usadas na prática em alimentos compostos para frangos de crescimento rápido e ii) formulação alternativa, com base nas matérias-primas convencionais e com a inclusão de 10% de farinha de mosca soldado-negro. As duas formulações foram adequadas às três fases do ciclo de vida de um frango de carne: i) fase de iniciação (1-10 dias), ii) fase de crescimento (11-20 dias) e iii) fase de acabamento (21 dias-abate). Os resultados mostraram que uma inclusão de 10% de mosca soldado-negro poderá reduzir cerca de 31-45% do bagaço de soja e eliminar a necessidade de inclusão de óleo de soja, mas com um custo cerca de seis vezes superior ao da dieta convencional, representando dificuldades para a sustentabilidade económica do setor. No entanto, a inclusão de farinha de mosca soldado-negro poderá promover benefícios para a saúde do animal e do consumidor, evidenciando a necessidade de estudos futuros que avaliem o nível de inclusão mais adequado de modo a alcançar a sustentabilidade produtiva, económica, bem como o bem-estar e a saúde.

**Palavras-Chave:** Alimentação animal; Bagaço de soja; Frango de carne; Mosca soldado-negro; Sustentabilidade.

The increased demand for animal-based foods poses challenges for the feed industry in its quest to produce sustainable feeds, in quantity and quality, coping with the scarcity of natural resources. One of the biggest challenges is the search for alternatives to soybean meal, the main protein feedstuff used in animal feed, which has high associated environmental costs. The use of alternative protein feedstuffs, locally produced and with a lower carbon footprint, can contribute to the sustainability of the sector. Among the alternatives proposed in the literature, insect meal has emerged as being of particular interest. Thus, the present study aimed to evaluate the use of a locally produced alternative protein feedstuff – black soldier fly (*Hermetia illucens*) – in the formulation of complete feeds as a strategy to reduce the inclusion level of soybean meal. The animal model used in this study was the broiler. The choice of this animal model was based on the weight that poultry farming represents in the world meat production sector (34%). Two feed formulations were developed for broilers: i) a conventional formulation, based on conventional feedstuffs commonly used in broilers' feeds, and ii) an alternative formulation, based on conventional feedstuffs with the inclusion of 10% black soldier fly meal. Both formulations were suited for the three phases of a broiler's life cycle: i) starter phase (1-10 days), ii) grower phase (11-20 days), and iii) finisher phase (21 days to slaughter). The results showed that the inclusion of 10% black soldier fly meal could reduce soybean meal by approximately 31-45%, and eliminate the need for soybean oil, but at a cost approximately six times higher than that of the conventional diet, posing challenges to the economic sustainability of the sector. However, the inclusion of black soldier fly meal may promote benefits both animal and consumer's health, highlighting the need for future studies to evaluate the most adequate inclusion level to achieve productive and economic sustainability, as well as welfare and health.

**Keywords:** Broiler; Black soldier fly; Feed; Soybean meal; Sustainability.

## Índice

---

Agradecimentos .....	i
Resumo.....	ii
Abstract.....	iii
Índice .....	iv
Lista de Quadros.....	vi
Lista de Figuras.....	vii
1. Introdução .....	1
2. Objetivos .....	6
3. Revisão Bibliográfica .....	7
3.1. Avicultura .....	7
3.1.1 Frangos de carne.....	9
3.2. Programa alimentar de frangos de crescimento rápido.....	10
3.3. Matérias-primas convencionais usadas na alimentação de frangos de carne..	12
3.3.1. Milho .....	13
3.3.2. Trigo.....	14
3.3.3. Bagaço de soja .....	14
3.3.4. Óleo de soja.....	15
3.3.5. Aminoácidos .....	15
3.3.6. Minerais .....	16
3.3.7. Aditivos .....	17
3.3.7.1. Melhoradores de digestibilidade .....	17
3.3.7.2. Antioxidantes.....	17
3.3.7.3. Adsorventes de micotoxinas .....	18
3.3.7.4. Coccidiostáticos.....	18
3.4. Matérias-primas alternativas para alimentação de frangos de carne.....	19
4. Materiais e Métodos .....	22
4.1. Unidade de realização do estudo.....	22
4.2. Matérias-primas utilizadas .....	23
4.3. Formulações dos alimentos compostos .....	24

4.4.	Avaliação do impacto económico .....	26
5.	Resultados .....	27
5.1.	Desenvolvimento de base de dados de valor nutricional e económico.....	27
5.2.	Formulação Convencional e Alternativa.....	31
5.2.1.	Impacto económico .....	35
6.	Discussão.....	37
7.	Conclusão e Perspetivas futuras .....	41
8.	Referências Bibliográficas .....	42
9.	Anexos .....	52
	Anexo 1. Especificações nutricionais para frangos de carne ROSS 308 alimentados à base de proteína vegetal, com meta de peso vivo de 1,7-3,5 kg (AVIAGEN, 2022). .....	52
	Anexo 2. Composição em ingredientes e composição nutricional estimada da formulação convencional desenvolvida para a fase de iniciação (0-10 dias) de frangos Ross 308. ....	53
	Anexo 3. Composição em ingredientes e composição nutricional estimada da formulação convencional desenvolvida para a fase de crescimento (11-20 dias) de frangos Ross 308.....	54
	Anexo 4. Composição em ingredientes e composição nutricional estimada da formulação convencional desenvolvida para a fase de acabamento (21 dias-abate) de frangos Ross 308.....	55
	Anexo 5. Composição em ingredientes e composição nutricional estimada da formulação alternativa desenvolvida para a fase de iniciação (0-10 dias) de frangos Ross 308.....	56
	Anexo 6. Composição em ingredientes e composição nutricional estimada da formulação alternativa desenvolvida para a fase de iniciação (11-20 dias) de frangos Ross 308.....	57
	Anexo 7. Composição em ingredientes e composição nutricional estimada da formulação alternativa desenvolvida para a fase de acabamento (21 dias-abate) de frangos Ross 308.....	58

## Lista de Quadros

---

Quadro 1- Especificações nutricionais para o alimento composto para as fases de iniciação, crescimento e acabamento da estirpe Ross 308 (Aviagen 2022). .....	24
Quadro 2- Composição nutricional (% matéria fresca) e energética dos alimentos convencionais e alternativa utilizadas nas formulações de alimentos compostos para frangos de carne. ....	28
Quadro 3- Composição nutricional (% matéria fresca) e energética das fontes de macrominerais, carbonato de cálcio, fosfato monocálcico e sal), aminoácidos essenciais (L-lisina e DL- metionina) e de colina (colina líquida 75%) utilizadas nas formulações. ....	29
Quadro 4- Preço por tonelada das matérias-primas convencionais e alternativa usadas para a formulação dos alimentos compostos para frangos de carne. ....	30
Quadro 5- Composição em ingredientes (%) e composição nutricional (% matéria fresca) e energética das formulações convencional e alternativa desenvolvidas para as três fases do programa alimentar de frangos de carne. ....	33
Quadro 6- Estimativa do preço (€/tonelada) das formulações convencional e alternativa para as três fases do programa alimentar de frangos de carne e diferença de preço entre ambas. ....	35
Quadro 7- Índice de conversão alimentar, ingestão diária de alimento e impacto do custo das formulações convencional e alternativa no custo do alimento composto nas três fases do programa alimentar de frangos de carne Ross 308. ....	36

## Lista de Figuras

---

---

<u>Figura 1- Produção de carne (em mil toneladas) por espécie animal e de ovos para consumo, em 2023, em Portugal (INE, 2023).</u> .....	<u>2</u>
<u>Figura 2- Consumo de carne por espécie animal e de ovos per capita (kg/hab), em 2023, em Portugal (INE, 2023).</u> .....	<u>4</u>
<u>Figura 3- Diagrama exemplificativo das fases dos programas alimentares de frangos de carne de crescimento rápido. A) Programa de três fases; B) Programa de quatro fases.</u> .....	<u>11</u>
<u>Figura 4- Evolução do consumo de matérias-primas em Portugal, entre 1993 e 2023. PSC, produtos substitutos de cereais (IACA, 2024).</u> .....	<u>13</u>
<u>Figura 5- Espécies de insetos autorizados na alimentação animal (DGAV, 2024).</u> .....	<u>19</u>

## 1. Introdução

O setor pecuário tem a responsabilidade de produzir quantidades suficientes de proteína animal para alimentar mais de 8 mil milhões de pessoas a nível mundial e mais de 10 milhões de pessoas em Portugal. Na indústria agroalimentar, a indústria de alimentos compostos tem a responsabilidade de assegurar a alimentação dos animais, assim como garantir o crescimento, o desempenho produtivo e a saúde dos animais, para que possa existir proteína animal, em quantidade e de qualidade, que satisfaça a procura dos consumidores e garanta a segurança alimentar e nutricional. A procura por alimentos de origem animal aumentou devido ao aumento da população mundial, levando à preocupação do setor dos alimentos compostos em produzir alimentos seguros em quantidades suficientes num planeta com recursos cada vez mais escassos (Athanassiou *et al.*, 2024).

Os produtos que derivam do setor pecuário, como a carne, leite e ovos, são os mais procurados pelos consumidores. A produção mundial de carne tem vindo a crescer substancialmente, tendo atingido 362,86 milhões t em 2023 (FAO, 2023). Os principais produtores de carne, encontraram-se na Ásia (45%), na Europa (15,3%) e na América do Norte (17,7%) (FAO, 2023). Quanto ao tipo de carne, em 2023, as maiores produções foram de carne de aves, suíno e bovino. A carne de aves de capoeira destacou-se com uma produção de 144,02 milhões t, sendo os principais produtores os Estados Unidos da América, a China e o Brasil. A produção de carne de suíno foi cerca de 124,67 milhões t, com a China como principal produtor, seguido dos Estados Unidos da América, da Alemanha, da Espanha e do Brasil. A carne de bovino foi maioritariamente produzida nos Estados Unidos da América, China e Brasil, com produções no ano de 2023 de 76,56 milhões t (FAO, 2023).

Em Portugal, considerando a produção de carne, por espécie animal e a produção de ovos para consumo, em 2023, (Figura 1) verifica-se que a carne de aves de capoeira foi a mais produzida, sendo que cerca de 80% corresponde à carne de frango (INE, 2023). A segunda carne mais produzida foi a de porco, seguida da carne de vaca. Os ovos de galinha foram a terceira fonte proteica mais produzida, com mais de 32 mil t que a carne de bovino produzidas em 2023 (Figura 1).

Em 2023, a produção de animais de capoeira, em Portugal, obteve um volume total de 421 mil t, 2,7% superior ao registado no ano anterior (INE, 2023). A produção de carne de frango teve um crescimento de 2,3% com 337 mil t produzidas em 2023. Também a produção de pintos com destino à produção de frango cresceu mais 3,8%, cabendo notar que uma parte se destinou ao mercado externo. O mercado de ovos de galinha apresentou uma produção de 152 mil t sendo que 131 mil foram ovos de consumo, o que representou um aumento de 1,6% relativamente ao ano anterior (INE, 2023).

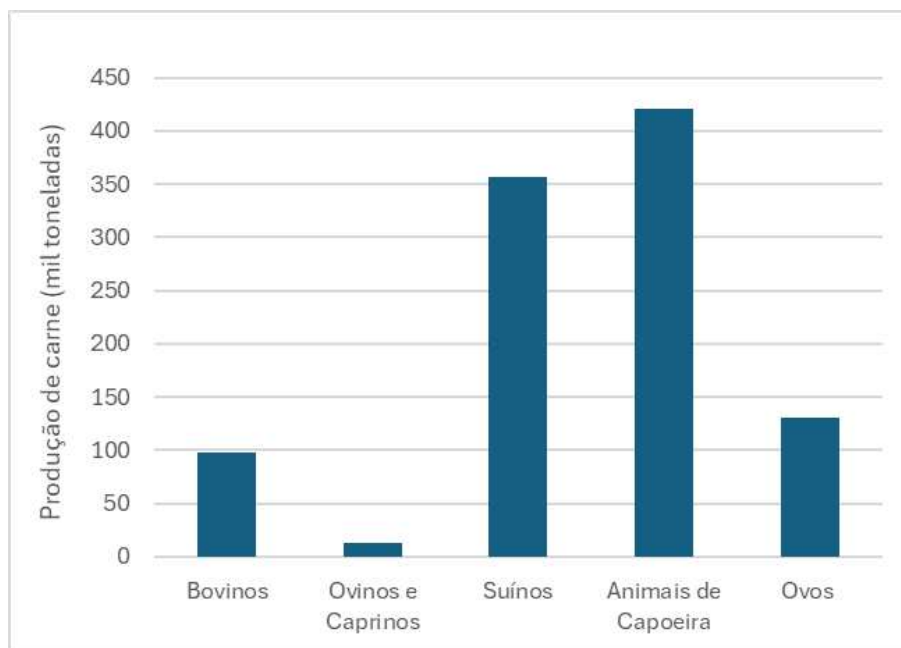


Figura 1- Produção de carne (em mil toneladas) por espécie animal e de ovos para consumo, em 2023, em Portugal (INE, 2023).

Relativamente ao consumo mundial de carne, em 2022, existiu um aumento no consumo médio per capita (FAO, 2023), evidenciando o aumento da procura por alimentos de origem animal com o crescimento da população. Este aumento refletiu-se mais em países com maior poder de compra, sendo este um fator determinante para o consumo de carne a nível mundial (FAO, 2023). Os países em que se verificou maiores consumos foram a China, o Brasil e a Austrália. Contrariamente, a Índia diminuiu o consumo médio per capita. Quanto à Europa e à América do Norte, os consumos rondaram os 99 kg e os 117 kg, respetivamente. A carne de aves (16,9 kg) destacou-se como a principal carne consumida per capita a nível mundial, em 2022, seguida pela carne de porco (15,1 kg) e carne de vaca (9,33 kg) (FAO, 2024).

O consumo de carne de frango, tem crescido em diversos países, por questões nutricionais, ambientais, sociais, económicas e éticas (Del Bosque *et al.*, 2021). Recentemente, a carne de frango ganhou maior expressão na dieta da população, sendo a de maior consumo concomitante com a diminuição do consumo de carnes vermelhas. A principal razão para a diminuição do consumo desta última deve-se à subida do preço das carnes vermelhas, limitando o acesso desta proteína às classes sociais médias-baixas (Font-i-Furnols, 2023). Outro motivo poderá ter por base as recomendações emitidas pela Organização Mundial de Saúde (OMS) para a redução do consumo de carne vermelha, associado ao aumento da incidência de doenças cardiovasculares e outras doenças metabólicas, (ONU, 2015). Ainda que sejam necessários mais estudos epidemiológicos para comprovar a associação entre o

consumo de carnes vermelhas e a incidência de doenças cardiovasculares (Kennedy *et al.*, 2024), estas recomendações poderão ter levado os consumidores a mudarem os seus hábitos de consumo, preferindo o consumo de carnes brancas, principalmente a carne de frango (Kennedy *et al.*, 2004).

Durante a pandemia de Covid-19, os portugueses viram-se obrigados a passar mais tempo em casa, com maior disponibilidade para cozinhar e mais alertas para a escolha de uma dieta mais equilibrada, com elevado valor proteico e mais económica (Castro *et al.*, 2023). A carne de frango é vista como uma carne diferente, pelas suas características organolépticas (cor, textura, sabor, cheiro e suculência), sendo reconhecida pelos consumidores como uma fonte rica em proteína e associada a uma “alimentação saudável” (Kralik *et al.*, 2018). A preferência pela carne de aves foi impulsionada pelos consumidores desportistas, com particular interesse e preocupação com a quantidade e qualidade de proteína ingerida. Como exemplo, o alimento mais consumido por Cristiano Ronaldo é peito de frango (Reallymeats, 2025), o que poderá ter influenciado muitos dos seus seguidores. Outro fator atrativo poderá ter sido o aparecimento das fritadeiras de ar quente. A possibilidade de poder fritar alimentos sem óleo poderá ter aumentado a procura por asas, pernas e coxas de frango, promovendo o consumo e a produção de frangos (Castro *et al.*, 2023). Todos estes fatores poderão contribuir para o crescimento do consumo de carne de frango, que se antevê aumentar 16% a nível mundial até 2031, segundo a Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura (FAO, 2022).

Na Figura 2 apresenta-se o consumo de carne e de ovos por habitante (kg/hab), em 2023 (INE, 2023). O maior consumo foi de carne de aves (47,2 kg/hab), seguindo-se da carne de porco (41,7 kg/hab) e vaca (21,7 kg/hab). O consumo de ovos também é representativo na alimentação da população portuguesa, sendo de 12,4 ovos/hab. A partir desta análise e existindo um balanço de autoaprovisionamento de 85,8% das carnes de animais de capoeira em 2023, conclui-se que o setor avícola não é totalmente autossuficiente (INE, 2023).

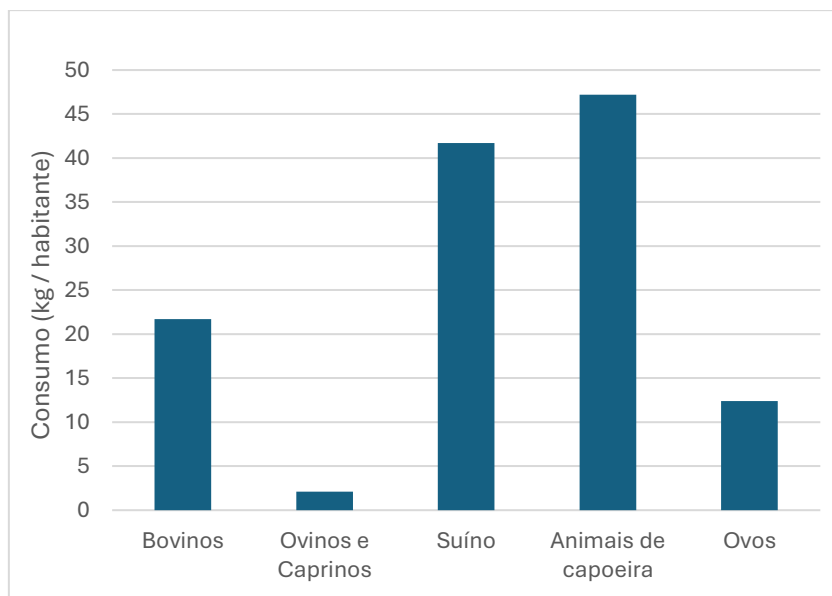


Figura 2- Consumo de carne por espécie animal e de ovos per capita (kg/habitante), em 2023, em Portugal (INE, 2023).

Segundo a Associação Portuguesa dos Alimentos Compostos (IACA), a produção de aves de capoeira em Portugal, em 2023, foi de 423 mil t, superior em 21 t relativamente ao ano de 2022. Espera-se uma continuidade deste crescimento nos próximos anos, tendo em conta a mudança dos hábitos alimentares no sentido do consumo de carnes mais magras, a apreciação da carne de aves por parte da população e ao aumento do consumo de carne de aves por parte de uma população crescente.

A procura por alimentos de origem animal aumentou com o crescimento da população, existindo uma necessidade acrescida de garantir a produção destes alimentos ao ritmo da sua procura. O principal objetivo da produção animal é promover o desempenho e a eficiência alimentar, de modo a obter a melhor performance e rendimento. Para ir ao encontro dos objetivos produtivos é necessário alimentar cada vez mais animais com alimentos compostos de qualidade e em quantidade. Para a produção destes alimentos compostos utilizam-se matérias-primas vegetais, que tiveram de aumentar as suas produções e quantidade de terreno agrícola usado. No entanto, com as alterações climáticas e o aumento da população, os recursos naturais disponíveis tornaram-se cada vez menores, dificultando o seu uso para a produção das principais matérias-primas utilizadas no fabrico dos alimentos compostos (Lu *et al.*, 2019). Para fazer face a estas limitações intensificou-se o uso dos recursos e a produção das matérias-primas.

As principais bases para alimentar os animais de produção são as fontes energéticas e as fontes proteicas. Os cereais são as principais fontes energéticas, sendo o milho e o trigo os

mais produzidos e utilizados no fabrico dos alimentos compostos. A principal fonte proteica utilizada nos alimentos compostos é o bagaço de soja. A alimentação convencional de um frango de carne, de forma genérica, é composta por cerca de 70% de milho e 20% de bagaço de soja. A produção de ambas as matérias-primas é exigente, principalmente, para o solo e para os recursos naturais.

Tanto a produção de cereais como de soja necessita de extensas áreas de solo, com recursos naturais suficientes e de qualidade capazes de suportar as suas produções intensivas. Sabendo que os recursos estão a sofrer alterações, nomeadamente na qualidade do solo (Karmakar *et al.*, 2016), poderão vir a se produzir culturas de qualidade inferior. A falta de recursos e o uso de um solo desgastado pode comprometer a alimentação animal, ao se produzir cereais e grãos a partir de um solo pouco nutritivo (Bhardwaj *et al.*, 2024). Os cereais e as fontes proteicas são essenciais para obter bons desempenhos produtivos, índices de conversão e rendimentos. Se as principais matérias-primas tiverem menor qualidade nutritiva, a nutrição e o crescimento dos animais fica prejudicado, e conseqüentemente a nutrição e a alimentação humana. Atualmente, em Portugal, os cereais e o bagaço de soja são, na sua maioria, importados para responder ao setor de alimentação animal. Além de poderem ser importadas matérias-primas com uma qualidade menor, devido aos recursos utilizados para as produzir, condições de armazenamento e de transporte, a elevada pegada ambiental destas matérias-primas tem impactos negativos na produtividade, economia e sustentabilidade do setor pecuário (Jawhar *et al.*, 2024).

Desta forma, é urgente encontrar matérias-primas alternativas de elevado valor nutritivo e/ou funcional, capazes de satisfazer as necessidades nutricionais dos animais. As de maior interesse são as proteicas, pela menor variedade e disponibilidade e pelo maior impacto no custo do alimento composto completo. Estas fontes proteicas alternativas devem ter baixa pegada carbónica e hídrica, ser produzidas localmente e promoverem a economia circular. A importância de utilizar matérias-primas mais sustentáveis torna a cadeia de produção mais sustentável e duradoura. As principais matérias-primas proteicas alternativas de interesse incluem insetos, macroalgas e microalgas e leguminosas (Athanasidou *et al.*, 2024). Entre estas destacam-se os insetos, tais como a mosca soldado-negro (*Hermetia illucens*) e o tenébrio (*Tenebrio molitor*). Entre estes, a inclusão da mosca soldado-negro poderá apresentar particulares benefícios na dieta de frangos de carne pelo seu elevado valor proteico, perfil de aminoácidos essenciais (designadamente em lisina), perfil em ácidos gordos (presença de ácido linoleico e ácido láurico), baixo índice de conversão alimentar e promoção da economia circular (de Souza Vilela *et al.*, 2021). Adicionalmente e em linha com outras espécies de insetos, tem menor impacto ambiental por poder alimentar-se de resíduos

orgânicos da indústria agroalimentar, ter baixas emissões de gases com efeito de estufa, necessitar de pouca área de produção e evitar a ocupação de áreas agrícolas e terras aráveis.

## **2. Objetivos**

O principal objetivo do presente trabalho consistiu na avaliação do potencial de inclusão de uma matéria-prima proteica alternativa, localmente produzida e mais sustentável, na formulação de alimentos compostos completos para o ciclo de vida de frangos de carne de crescimento rápido a nível industrial. Para tal, foram desenvolvidas duas formulações, i) uma formulação convencional utilizando matérias-primas convencionais comumente usadas na indústria dos alimentos compostos para animais e ii) uma formulação alternativa, utilizando as mesmas matérias-primas e a inclusão de farinha de mosca soldado-negro a 10%. Os impactos da inclusão da farinha de mosca soldado-negro na utilização de bagaço de soja foram analisados, com particular foco no potencial impacto ambiental do setor e nos efeitos económicos.

### 3. Revisão Bibliográfica

#### 3.1. Avicultura

A avicultura teve início com a domesticação de galos selvagens. Durante vários anos foi aceite que o galo doméstico (*Gallus gallus domesticus*) tinha como ancestral o galo vermelho da floresta (*Gallus gallus*) e que a domesticação desta espécie tinha ocorrido no norte da China anteriormente a 6.000 anos a.C. e no Vale do Indu, na cultura de Harrappan, 2.500 anos a.C., (Tixier-Boichard *et al.*, 2011; West *et al.*, 1988). Para além deste galo, outras espécies de galos selvagens distribuídos por regiões geográficas diferentes contribuíram para a evolução do galo doméstico através de cruzamentos genéticos, designadamente o galo cinzento da floresta (*Gallus sonneratii*) do Sudoeste Indiano, o galo da floresta do Ceilão (*Gallus lafayetti*) do Sri Lanka e o galo verde da floresta (*Gallus varius*) da Indonésia (Lawal *et al.*, 2020). Recentemente, Wang *et al.* (2020) avaliaram 863 genomas de galos domésticos e selvagens e sugeriram que a domesticação destes animais terá tido início com o *Gallus gallus spadiceus*, uma subespécie do galo vermelho da floresta. Após a domesticação, estes animais terão se espalhado pelo Sudeste Asiático onde se cruzaram com as espécies de galos selvagens locais (Wang *et al.*, 2020). A sua expansão pelo mundo terá depois ocorrido pelas rotas comerciais (Tixier-Boichard *et al.*, 2011).

Durante a domesticação, percebeu-se que as aves com bom desempenho produtivo conseguiriam transmitir essa característica à sua descendência (Wang *et al.*, 2020). Estas observações foram essenciais e o primeiro passo para o melhoramento genético das aves. Posteriormente, continuaram-se a desenvolver os cruzamentos, na esperança dos progenitores transmitirem o seu fenótipo à descendência. Desta forma, foram nascendo linhagens de galinhas domésticas tendo sido selecionadas as raças com maior capacidade de sobrevivência, nomeadamente a Cornish, Leghorn, New Hampshire/Rhode, Island Red e Plymouth Rock, que tiveram origem no século XIX na Europa e América do Norte (Wang *et al.*, 2020). Foram passados esses conhecimentos de genética ao longo das gerações e, no início do século XX, nas escolas agrícolas, o melhoramento genético foi desenvolvido e alicerçado no conhecimento científico, tendo sido desenvolvidos estudos para identificar os genes que conferiam aptidões específicas (Neeteson *et al.*, 2023).

Durante a domesticação, as aves eram produzidas em quintais para satisfazer o consumo próprio, depois os sistemas tornaram-se mais industrializados, de modo a atingir determinados níveis de produção para satisfazer a alimentação humana em larga escala (Karkach, 2024). À medida que o setor foi crescendo e se desenvolvendo ocorreu a

construção de mais aviários para uma produção maior. Atualmente, as captações são elevadas neste setor por diversas causas, mas a principal será pela qualidade desta proteína animal que tem vindo a conquistar os consumidores com consequente aumento do seu consumo.

O setor avícola envolve diversas atividades, tais como, a produção de aves (galináceos) e de ovos. Contudo, no início da avicultura comercial, as empresas trabalhavam apenas com um tipo de cruzamento, resultando num só tipo de “produto” e refletindo baixa competitividade no setor. Com a continuação da investigação e o desenvolvimento do melhoramento genético, surgiram múltiplas linhagens capazes de satisfazer as diferentes necessidades do mercado (Neeteson *et al.*, 2023), tendo promovido a competitividade do setor. Entre as diversas estirpes comerciais disponíveis no mercado, destacam-se as estirpes de frango de carne hoje comercializadas.

Atualmente, os aumentos da escala e da intensidade de produção colocam desafios ao setor avícola cada vez maiores (Bessei, 2006), designadamente bem-estar animal, quantidade e qualidade das matérias-primas, pegada de carbono e aumento da procura por proteína de origem animal. A genética poderá ter neste sentido um papel importante, nomeadamente, a mitigar os desafios do setor relacionados com o bem-estar animal (Hartcher & Lum, 2020). A par do crescimento rápido, existem programas genéticos que priorizam o bem-estar das aves, contribuindo, por exemplo, com maior força de pernas o que permite suportar melhor o maior peso da carcaça (Hartcher & Lum, 2020). Outro exemplo é a diminuição da plumagem dos frangos de carne, permitindo facilitar a dissipação do calor de digestão (Cahaner *et al.*, 1993).

A evolução científica permitiu, nos dias de hoje, não só comercializar frangos de carne mais resistentes às mudanças e aos desafios que a avicultura enfrenta, como também, a partir de cruzamentos moldáveis às necessidades do mercado, criar estirpes mais rentáveis em relação à eficiência alimentar e com menor impacto ambiental (Neeteson *et al.*, 2023).

Quanto a Portugal, na década de 1950, o setor avícola teve uma evolução muito positiva desencadeada pela revolução tecnológica e científica. No seu início, o melhoramento genético teve por objetivo a produção de ovos, começando a tirar proveito dos machos para a produção de carne, ainda que não tivessem as características próprias das aves de aptidão creatopoiética (aptidão fisiológica para a produção de carne) (Soares, 2019). A partir desta época, o setor tem evoluído a par dos congéneres internacionais, com o desenvolvendo os diversos sistemas de produção, até aos sistemas industrializados dos dias de hoje.

### 3.1.1 Frangos de carne

A evolução genética originou galináceos com diferentes características a nível morfológico, fisiológico e comportamental. Diversos fenótipos resultaram da seleção humana por características de interesse, morfológicas ou outras, e mais aptos às condições ambientais e sistemas de produção.

Com o avanço da genética, a partir da codificação genética, diferenciaram-se os frangos de carne em dois tipos de estirpe com objetivos produtivos diferentes (Neetson *et al.*, 2023). Alcançou-se a estirpe de frango de carne de rápido crescimento, atualmente comercializado, que atingiu o sucesso produtivo. Esta estirpe de frango resultou da deleção de uma sequência codificadora associada ao peso corporal (Rubin *et al.*, 2010). A sequência codificadora está associada ao gene resultante entre o cruzamento de duas estirpes de rápido e baixo crescimento (Rubin *et al.*, 2010). Desta forma, a deleção de parte da sequência codificadora permitiu diferenciar as duas linhas de crescimento, rápido e lento, de frangos de carne.

O desenvolvimento das linhas de rápido e de baixo crescimento conduziu a sistemas de produção diferentes. O sistema de produção de frangos começou por ser um sistema de produção extensivo que produzia o género tradicional doméstico (*Gallus*). Este sistema evoluiu mais tarde para o sistema campestre que produz as estirpes de crescimento lento. Quando surgiram as estirpes de crescimento rápido, desenvolveu-se o sistema de produção intensivo. Atualmente, quando se refere à produção de frangos existem vários sistemas, nomeadamente o sistema intensivo interior (ambiente fechado com altas densidades e sem acesso ao ar livre), o sistema semi-intensivo (ambiente fechado com acesso ao ar livre), o sistema campestre (ambiente ao ar livre) e o sistema orgânico (acesso ao ar livre com acesso a pastagem). As diferenças entre os sistemas mais intensivos baseiam-se no sistema semi-intensivo ter uma densidade animal mais baixa, acesso dos animais a um espaço exterior (Wang *et al.*, 2009) e a uma alimentação diferente. Quanto aos sistemas campestre e orgânico, a diferença entre estes dois sistemas ao ar livre é, maioritariamente, o acesso a pastagens e ao campo. O sistema orgânico tem acesso às pastagens e o campestre tem acesso ao campo.

Os sistemas campestres (tradicional) e orgânicos têm aumentado nos últimos anos face à maior procura por frangos do campo para consumo (Li *et al.*, 2017). Os consumidores acreditam que uma produção mais lenta ao ar livre respeita o animal e que a carne proveniente desses animais tem uma qualidade superior optando por comprar frangos do campo (Li *et al.*, 2017). Contudo, a vasta maioria de frangos de carne é produzida em sistemas intensivos. Na União Europeia (UE), em 2023, a produção de carne de aves atingiu os 13.300 milhões t, os

principais produtores concentram-se na Polónia, Espanha, Alemanha, França e Itália (Eurostat, 2024).

Com a evolução dos sistemas de produção que se foram diferenciando após o desenvolvimento científico e tecnológico, foram surgindo vários desafios na criação de frangos de carne, em particular para o sistema intensivo. Problemas de bem-estar animal, tais como: problemas cardiovasculares, dermatites, baixa aptidão para andar e deficiência na esquelética do animal (Bessei, 2006). Com o aumento da pressão em relação ao bem-estar animal, o setor deverá melhorar o sistema produtivo respondendo às preocupações dos consumidores e garantindo o bem-estar aos animais.

Conta-se que no futuro próximo, os desafios da produção de frangos de carne aumentem com a legislação europeia relativamente ao bem-estar animal, nomeadamente, quanto às densidades elevadas e produções aceleradas. De particular relevância é a questão da densidade animal. É legal existirem explorações com 20 aves/m<sup>2</sup> ou mais, mas densidades superiores a 16 aves/m<sup>2</sup> podem causar lesões nas asas dos frangos (de Jonge & van Trijp, 2013), assim como, a produção acelerada destes animais. Contudo, a produção acelerada tem sido a única forma do setor responder às necessidades da sociedade, garantindo carne de frango de elevada qualidade a baixo custo. Tudo isto implica que o setor consiga moldar-se aos constantes desafios e evolua positivamente para satisfazer as necessidades da população (IACA, 2024), enquanto assegura a saúde e o bem-estar dos animais.

Os sistemas de produção de carne de frango podem, ainda, classificar-se como sendo de produção integrada ou não integrada (Junaidi *et al.*, 2023). As produções integradas são da responsabilidade de uma integração, mas todo o seu processo é assegurado por produtores individuais que recebem uma taxa fixa pela exploração, mão de obra e outros custos variáveis não relacionados com a alimentação. Nas produções não integradas são os próprios criadores e produtores que asseguram todos os custos, bem como a própria produção, ficando expostos a flutuações dos preços de mercado e correndo riscos de rentabilidade (Laure e Granier, 2019).

### **3.2. Programa alimentar de frangos de crescimento rápido**

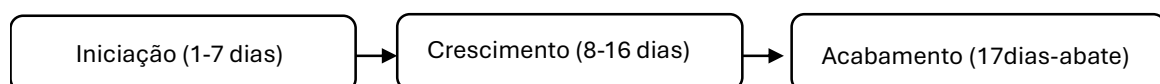
O ciclo de vida de um frango de carne de crescimento rápido, desde a eclosão até ao abate tem uma duração média de 35 dias, podendo variar entre os 28 e 42 dias. Durante a sua curta vida produtiva, o frango consegue atingir 1,5 a 2,8 kg de peso vivo. De modo a expressar todo o seu potencial genético para a creatopoiese, o frango de carne necessita de ser alimentado de forma adequada de acordo com as necessidades nutricionais de cada estadiu de

desenvolvimento. Esta alimentação de maior precisão permite fornecer nutrientes e energia necessários para os processos metabólicos, potenciando a performance de crescimento, com o menor índice de conversão alimentar (Ferreira e Souza, 2021), promovendo a eficiência alimentar, a saúde e bem-estar dos animais e a qualidade do produto (Kleyn e Chrystal, 2020) A adequação da alimentação e a promoção do desempenho produtivo permitem otimizar a produção e o desempenho económico da exploração (Borges *et al.*, 2012).

O programa alimentar é essencial para obter indicadores de crescimento adequados, devendo este ser adaptado ao ciclo de vida do frango. O programa alimentar que melhor se relaciona ao ciclo de vida de um frango de carne é a alimentação por fases. Este é baseado nas necessidades nutricionais dos animais, de acordo com o desenvolvimento fisiológico, bem como na sua idade (Shariatmadari, 2009). A alimentação por fases é o programa mais adotado na produção de frangos de carne embora tenham surgido outros conceitos, tais como a dieta pré-inicial (Shariatmadari, 2012).

O programa alimentar mais utilizado em frango de carne de crescimento rápido considera três ou quatro fases (Figura 3). No programa de três fases, nos primeiros 7 dias de vida os pintos são alimentados com a dieta de iniciação, passando para a dieta de crescimento até aos 16 dias de vida e sendo alimentados com a dieta de acabamento desde os 17 dias de idade até ao abate (Figura 3A). O programa alimentar de quatro fases difere do anterior por fazer dividir o período de vida entre os 17 dias de vida e o abate em duas fases. Na primeira, entre os 17 e 27 dias de vida, os frangos são alimentados com a dieta de engorda e dos 28 dias de vida até ao abate é fornecida a dieta de acabamento (Figura 3B).

A)



B)

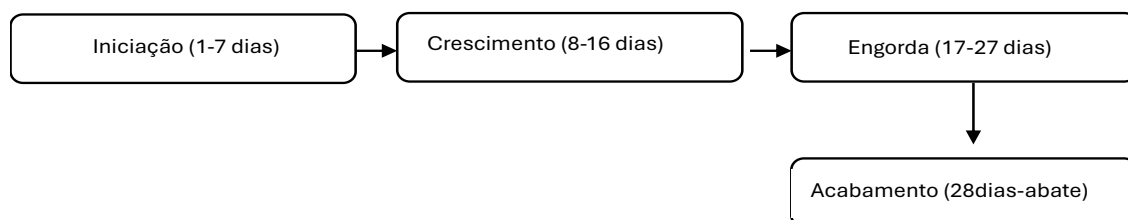


Figura 3- Diagrama exemplificativo das fases dos programas alimentares de frangos de carne de crescimento rápido. A) Programa de três fases; B) Programa de quatro fases.

A alimentação é o fator que mais custos acarreta na produção de frango, cerca de 70% dos custos. Desta forma, é essencial apostar numa nutrição de precisão, o mais balanceada e equilibrada possível, para minimizar o desperdício e aumentar o desempenho (Aviagen, 2018), potenciando a genética do animal. Ao adequar a composição em nutrientes e energia das dietas à fase do ciclo de vida dos frangos, o programa alimentar por fases permite garantir a adequada nutrição dos animais e expressão do seu potencial genético com menor impacto económico e ambiental. De facto, a dieta de iniciação tem maiores teores em macro- e micronutrientes, indo ao encontro das elevadas necessidades dos animais nesta primeira fase de desenvolvimento e garantido que o desenvolvimento fisiológico não é comprometido. Posteriormente, à medida que o animal vai crescendo, os teores em nutrientes das dietas vão sendo gradualmente menores, ajustando-se às menores necessidades nutricionais dos animais enquanto as densidades energéticas aumentam (Pope *et al.*, 2002).

### **3.3. Matérias-primas convencionais usadas na alimentação de frangos de carne**

As principais matérias-primas convencionais comumente usadas na alimentação animal incluem os i) cereais, particularmente o milho, o trigo e a cevada, ii) sementes e bagaços de oleaginosas, como a soja integral, o bagaço de soja, o bagaço de girassol e o bagaço de palmiste, iii) os coprodutos agroindustriais, como os drèches de milho e iv) outros de diversa natureza, como o óleo de soja. Em Portugal, a utilização destas matérias-primas tem variado ao longo dos anos (Figura 4) com particular relevância para a utilização de cereais nas últimas décadas, seguido pelas sementes e bagaços de oleaginosas. Esta evolução entre os anos 1993 e 2023, poderá refletir a maior produção de alimentos compostos completos para aves.

### Evolução do consumo de matérias-primas

Fonte: IACA



Figura 4- Evolução do consumo de matérias-primas em Portugal, entre 1993 e 2023. PSC, produtos substitutos de cereais (IACA, 2024).

As principais matérias-primas utilizadas na alimentação de frangos de carne são o milho, o trigo e a soja (sob a forma de bagaço de soja e de óleo de soja). A produção global de milho e trigo, na União Europeia, corresponde a 16,5% e a 50%, respetivamente (DGADR, 2025), sendo que dois terços destas produções são para a alimentação animal. Em Portugal, a importação de milho, no ano de 2024/2025, foi de 1.613.324 t e de trigo de 278.128 t (DGADR, 2025). O grão de soja é utilizado na indústria de alimentos compostos para animais para extração do óleo e obtenção do bagaço de soja, principal fonte proteica para a alimentação animal (DGADR, 2025). Embora seja a terceira oleaginosa mais produzida na União Europeia, em particular na Ucrânia e Polónia, a soja existente em Portugal é totalmente importada. Em 2024 foram importadas cerca de 926.132 t de soja (Nunes *et al.*, 2024). Atualmente, os maiores produtores mundiais de soja são o Brasil, os Estados Unidos da América e a Argentina (Nair *et al.*, 2023). A origem da importação do grão de soja para Portugal prevalece do Brasil e dos Estados Unidos da América (Nair *et al.*, 2023).

#### 3.3.1. Milho

O milho utilizado no setor da alimentação animal é maioritariamente proveniente de países da Europa oriental (i.e. Ucrânia, Polónia e Lituânia), Estados Unidos da América e do Brasil. Esta matéria-prima é a base da alimentação de frangos, tendo boa palatabilidade, composição

nutricional balanceada e baixo teor em fatores antinutritivos (de Blas *et al.*, 2019). Apesar de possuir um baixo valor proteico, é um cereal com elevado valor energético cerca de 3200 kcal/kg, devido ao alto conteúdo em amido e alto teor em gordura (Gerhardt, 2013). Estas características do milho fornecem reservas energéticas essenciais para um bom desempenho de crescimento das aves (Moss *et al.*, 2020). Em termos de perfil de aminoácidos, o milho é rico, principalmente em lisina, treonina, valina, arginina, leucina e isoleucina.

A utilização deste cereal no alimento composto das aves melhora a sua estrutura e fluidez, tanto no fabrico como nas explorações, pela formação de partículas fluidas e homogêneas (Kleyn e Chrystal, 2020). O milho é uma fonte natural dos pigmentos luteína e zeaxantina, pelo que a sua inclusão permite pigmentar o alimento composto e fornecer a pigmentação amarela característica da pele do frango e da gema do ovo (Kleyn e Chrystal, 2020). Este importante cereal é, contudo, deficitário em cálcio (Ca) e sódio (Na) (de Blas *et al.*, 2019).

### **3.3.2. Trigo**

O trigo é das matérias-primas mais utilizadas para a alimentação animal, sendo o grão de trigo mole (*Triticum aestivum*) uma das matérias-primas base, da indústria de alimentos compostos para animais. O trigo mole é um cereal rico em amido (50-70%) e fibra (Del Alamo *et al.*, 2008). Tem um baixo teor em proteína (11%), com um perfil de aminoácidos em que destaca os aminoácidos leucina, arginina e valina, e baixo teor em gordura (1,4%). Também na sua composição, contém compostos antinutricionais, como os arabiloxilanos, que não são digeridos pelo animal.

Além de ter boa palatabilidade é essencial no processo de granulação (Amerah, 2015). Este aspeto tecnológico tem impacto particular no fabrico dos alimentos compostos de crescimento, de engorda e de acabamento, uma vez que nestas fases o alimento é frequentemente fornecido como granulado (consistência uniforme e não muito seca) com 2,5-3,0 mm (Aviagen, 2018). Na fase de iniciação a forma de administração mais comum é em migalha.

### **3.3.3. Bagaço de soja**

O bagaço de soja (coproduto da extração do óleo a partir do grão de soja) é a principal matéria-prima proteica usada na alimentação de aves (Erdaw *et al.*, 2016). O bagaço de soja pode ter diferentes teores em proteína e em gordura. Estes, dependem do processo de reincorporação da casca do grão de soja após extração do óleo, sendo os mais comuns na alimentação

animal os bagaços de soja 44% e 47%. Existe uma relação inversa entre o conteúdo proteico e o conteúdo de fibra bruta, o bagaço de soja 47% tem menos incorporação de casca e menor teor em fibra (3-4%) que o bagaço de soja 44% (6-7%).

Além do teor em proteína, o bagaço de soja apresenta um perfil em aminoácidos essenciais, com alto teor em lisina, mas baixo em metionina e triptofano (de Blas *et al.*, 2019). Apesar de ter baixo teor em fibra bruta, o bagaço de soja contém fatores antinutricionais (compostos secundários do metabolismo vegetal, p.e., saponinas) que podem ser prejudiciais para as aves, levando a problemas intestinais graves (Erdaw *et al.*, 2016).

#### **3.3.4. Óleo de soja**

O óleo de soja é extraído do grão de soja por prensagem ou com recurso a solventes orgânicos (p.e., hexano). O tipo de extração do óleo de soja é crucial para definir as características nutricionais, físico-químicas e sensoriais do óleo. A prensagem consegue preservar os antioxidantes naturais, como por exemplo, os tocoferóis. A extração por solvente, tem maior rendimento no processo. O processo de extração do óleo influencia diretamente a sua composição. Por exemplo, o aumento da temperatura diminui a presença de substâncias insolúveis no óleo, a estabilidade oxidativa e o teor de humidade, mas aumenta a acidez, o índice da cor e o teor de peróxidos (Mohammadi-Moghaddam *et al.*, 2025).

Esta matéria-prima é muito utilizada na alimentação de frangos, por conferir densidade energética ao alimento composto, promover a palatabilidade e ter elevada digestibilidade (de Blas *et al.*, 2019). De facto, os principais ácidos gordos do óleo de soja são os ácidos linoleico (ómega-6) e linolénico (ómega-3) (Levitsky *et al.*, 2023), ácidos gordos essenciais para as aves, com importantes efeitos no metabolismo animal, incluindo sistema reprodutivo e imunitário, e promoção da qualidade nutricional e organolética da carne (Levitsky *et al.*, 2023).

#### **3.3.5. Aminoácidos**

Os aminoácidos são moléculas simples de baixo peso molecular, constituídas por um grupo amina e um grupo ácido carboxílico (de Blas *et al.*, 2019), que se classificam em aminoácidos essenciais ou não essenciais. Os aminoácidos essenciais são vitais para os animais, mas não são produzidos pelo metabolismo animal. Conversamente, os aminoácidos não essenciais podem ser produzidos pelo metabolismo animal e não precisam de ser obtidos pela alimentação.

Os aminoácidos essenciais para a alimentação de frangos incluem a lisina, metionina, metionina + cisteína, treonina, triptofano, isoleucina, arginina, leucina e valina. Todos estes aminoácidos são fundamentais para o crescimento do animal, desenvolvimento muscular e para diversas atividades metabólicas. Quando não se atinge as necessidades do animal em aminoácidos o crescimento e desenvolvimento do animal fica comprometido. É assim crucial suplementar os alimentos compostos com aminoácidos protegidos comerciais. Os mais comuns, por serem os mais limitantes em matérias-primas de origem vegetal, são a L-lisina e a DL-metionina.

### 3.3.6. Minerais

As principais fontes de minerais adicionadas ao alimento composto para frango são as de cálcio, de sódio e de fósforo.

O cálcio é um importante macromineral para o crescimento dos animais, devido à sua função no metabolismo ósseo. A principal fonte de cálcio adicionada à formulação dos alimentos compostos de frangos é o carbonato de cálcio. Quando usado em micro granulado, o carbonato de cálcio melhora a textura do alimento que, por sua vez, promove o consumo dos alimentos pelas aves (de Blas *et al.*, 2019).

A fonte de sódio mais utilizada para a alimentação dos frangos é o sal, rico em cloreto de sódio (NaCl). Contudo, o seu uso deve ser limitado para evitar desequilíbrios eletrolíticos (Oviedo-Rondó *et al.*, 2001), que podem provocar problemas metabólicos em aves, como por exemplo, diarreias (Shi *et al.*, 2022), particularmente quando há necessidade de aumentar o teor em sódio, mas não em cloro (de Blas *et al.*, 2019), ou em situações de *stress* térmico. Quando as aves sofrem *stress* térmico, a sua respiração torna-se ofegante perdendo dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) e água (H<sub>2</sub>O), o sistema renal responde excretando bicarbonato (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>) e potássio (K<sup>+</sup>) (Borges *et al.*, 2003). Assim, a inclusão de bicarbonato de sódio no alimento composto pode contribuir, principalmente no verão, para a função de termorregulação nas aves (de Blas *et al.*, 2019).

A fonte de fósforo mais comumente usada na alimentação de frangos de carne é o fosfato monocálcico. O fosfato monocálcico é um sal inorgânico, composto por cálcio e fosfato, bio disponível e solúvel (de Blas *et al.*, 2019). O fósforo é dos minerais essenciais para a formação óssea, metabolismo energético e equilíbrio ácido-base.

### **3.3.7. Aditivos**

Os aditivos a incorporar no alimento composto podem ser melhoradores de digestibilidade (enzimas), antioxidantes, adsorventes de micotoxinas e coccidiostáticos, entre outros.

#### **3.3.7.1. Melhoradores de digestibilidade**

As principais enzimas utilizadas na alimentação de frangos de carne são as fitases e as xilanases.

As fitases degradam os fitatos (fatores antinutricionais), presentes nos cereais e grãos. Desta forma as fitases melhoram a liberação e absorção do fósforo que se encontra sob a forma de fósforo fítico, promovendo a digestibilidade do fósforo e de outros minerais (Santomá e Mateos, 2018). Ao permitir que o animal absorva o fósforo, as fitases permitem melhorar a performance de crescimento (Campasino *et al.*, 2014).

As xilanases têm como objetivo melhorar a digestibilidade dos cereais, que na sua composição contêm arabinoxilanos, como o trigo, o centeio e a cevada, indigestíveis pelos animais monogástricos (Munyaka *et al.*, 2016). O uso combinado de fitases e xilanases, resulta num efeito sinérgico beneficiando a utilização dos nutrientes que constitui o alimento, pelas aves.

#### **3.3.7.2. Antioxidantes**

Os antioxidantes são substâncias adicionadas às pré-misturas em quantidades baixas que previnem oxidação de um substrato (Santos-Sánchez *et al.*, 2019). No alimento composto a presença de antioxidantes evita a oxidação lipídica durante a produção, processamento e armazenamento de alimentos compostos (Salami *et al.*, 2016), aumentando a qualidade e o período de vida útil do alimento. Nos animais, os antioxidantes têm um efeito protetor contra o *stress* oxidativo, que ocorre devido à ação de agentes oxidantes exógenos (e.g., metais pesados, radiação UV, medicamentos) e endógenos (e.g., metabolismo celular, doenças, hormonas, *stress*). Promovendo o desempenho produtivo e imunitário das aves, melhorando a saúde e bem-estar do animal (Wang *et al.*, 2021). O antioxidante mais utilizado nos alimentos compostos é o butilhidroxitolueno (BHT), um antioxidante sintético (Bampidis *et al.*, 2022), mas também as vitaminas A, C e E (antioxidantes naturais) (Salami *et al.*, 2016).

### **3.3.7.3. Adsorventes de micotoxinas**

As micotoxinas são metabolitos secundários produzidos por fungos filamentosos, que podem provocar doenças de elevada gravidade e mesmo levar à morte. Existem cerca de 400 micotoxinas, produzidas por diferentes fungos, causando diversos efeitos, podendo ser classificadas como toxicogênicas, carcinogênicas, mutagênicas, teratogênicas e alergênicas (Soares, 2013). Cada micotoxina tem presente uma toxina que provoca efeitos e sintomas associados à sua ação. Assim, as toxinas podem ser, por exemplo, hepatotoxinas, nefratoxinas, neurotoxinas, imunotoxinas entre outras (Soares, 2013).

Estima-se que a maioria das culturas alimentares, incluindo milho, trigo e soja, sejam afetadas por fungos e contaminadas com micotoxinas. As micotoxinas que mais afetam os frangos de carne são as aflatoxinas, o deoxinivalenol, a zearalenona e as fumonisinas, causando problemas intestinais e baixo desempenho no crescimento (Revathi *et al.*, 2025). Os adsorventes de micotoxinas minimizam a ação micotoxicológica, melhorando ou evitando qualquer efeito negativo nos animais (Vila-Donat *et al.*, 2018). Os adsorventes de micotoxinas são frequentemente compostos por bentonite, uma argila com boa capacidade de adsorção. Ao serem adicionados ao alimento composto, que após a ingestão pelo animal, esses adsorventes vão ligar-se às toxinas no trato gastrointestinal impedindo a sua absorção levando à excreção das micotoxinas (Chkuaseli *et al.*, 2016).

### **3.3.7.4. Coccidiostáticos**

Os coccidiostáticos são substâncias utilizadas na prevenção e controle de coccidiose, uma infecção provocada por protozoário do gênero *Eimeria* comum em aves (López-Osorio *et al.*, 2020). A coccidiose resulta da penetração desse patógeno nos intestinos, afetando a digestão e a absorção dos nutrientes que provocam sintomas mais comuns como diarreias levando a graves consequências, tais como baixo desempenho, baixo rendimento e efeitos adversos para a saúde dos animais (p.e., problemas graves do trato gastrointestinal podendo mesmo conduzir à morte) (Martins *et al.*, 2022). A resposta dos animais à infecção por *Eimeria* sp. ocorre por via imunológica, mas é uma doença difícil de combater.

Existem duas classes de anticoccidianos: os ionóforos e os produtos químicos sintéticos. Os produtos químicos sintéticos exercem um efeito inibidor atuando no metabolismo do animal, inibindo diferentes vias bioquímicas do parasita (Quiroz-Castañeda & Dantán-González, 2015). Os ionóforos inibem o desenvolvimento do parasita, destruindo a coccidiose interferindo no balanço iônico (AgriNews, 2019). Para combater esta infecção de forma controlada deve-se intercalar ou conjugar a utilização dos coccidiostáticos autorizados para

evitar que o patógeno crie resistências aos produtos (Martins *et al.*, 2022), respeitando o período máximo de aplicação e as regras de utilização.

Os coccidiostáticos devem acompanhar o ciclo de vida dos frangos de carne para evitar possíveis infeções ou reinfeções (Comissão Europeia, 2008). A utilização de um programa adequado de coccidiostáticos pode mesmo aumentar o comprimento das vilosidades intestinais e da capacidade de adsorção dos nutrientes (van Doorn, 2016).

### **3.4. Matérias-primas alternativas para alimentação de frangos de carne**

A procura por matérias-primas alternativas surgiu com a necessidade de encontrar fontes proteicas mais sustentáveis, devido à escassez de recursos para a produção das matérias-primas convencionais e à crescente demanda. De facto, para alimentar as cerca de 11 milhões de pessoas previstas existir em 2050, em Portugal, é preciso aumentar a produção de alimentos de origem animal (principal fonte proteica da alimentação humana) no geral e de frangos de carne em particular, e alimentá-los com fontes proteicas de qualidade, em quantidade e mais sustentáveis. Neste sentido, os insetos, as algas e as leguminosas têm sido apontados como fontes proteicas alternativas para a alimentação animal (Andrew e Carlos, 2020). Entre estes, os insetos têm-se revelado de particular interesse não só para a alimentação animal como também para a alimentação humana.

Os insetos são matérias-primas particularmente ricas em proteína, constituindo fontes proteicas alternativas e mais sustentáveis, comparativamente às matérias-primas proteicas convencionais, como o bagaço de soja (Shah *et al.*, 2022). O ciclo de vida dos insetos vai ao encontro da economia circular, podendo ser alimentados à base de coprodutos agroalimentares, reduzindo o desperdício e valorizando os coprodutos pela transformação em biomassa de elevado valor nutricional, com baixas emissões de gases com efeitos estufa (Lange *et al.*, 2021). Adicionalmente, os insetos têm ciclos de vida curtos, podendo produzir elevadas quantidades de biomassa, sem necessidade de terra arável e com baixo consumo de água (Tiboldo *et al.*, 2024). Apesar da enorme diversidade de espécies existentes, apenas oito espécies de insetos se encontram atualmente aprovadas, em Portugal, para a alimentação de animais de produção (aves, suínos e aquacultura) e animais de companhia (Figura 5), designadamente a mosca soldado-negro (*H. illucens*), mosca doméstica (*Musca domestica*), tenébrio (*T. molitor*), tenebrião-pequeno (*Alphitobius diaperinus*), grilo-doméstico (*Acheta domesticus*), grilo-raiado (*Gryllodes sigillatus*), grilo-do-campo (*Gryllus assimilis*) e bicho-da-seda (*Bombyx mori*) (DGAV, 2025).

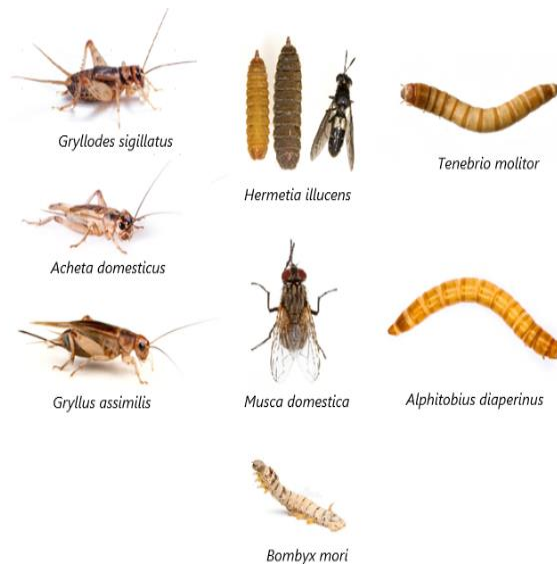


Figura 5- Espécies de insetos autorizados na alimentação animal (DGAV, 2024).

A proteína é o componente que se destaca nos insetos pois é de alta digestibilidade e contém todos os aminoácidos essenciais (cerca de 46-96% do total de aminoácidos) (Ordoñez-Araque *et al.*, 2022). Além de particularmente ricos em proteína, os insetos apresentam um elevado teor em gordura, vitaminas e minerais (Nam *et al.*, 2022). Apesar do elevado valor nutricional, a composição nutricional dos insetos varia grandemente entre espécies e intra espécie, de acordo com o estadio de desenvolvimento (larva, ninfa, pupa ou adulto). A fase larvar é mais rica em lípidos enquanto na fase adulta os insetos são mais ricos em proteína (Meyer-Rochow *et al.*, 2021), mas também em quitina, um polissacarídeo estrutural indigestível que compõe o exoesqueleto dos insetos (Tang *et al.*, 2019). A utilização destas fontes proteicas alternativas na alimentação animal tem sido alvo de interesse pela comunidade científica, com estudos a mostrar potenciais resultados positivos (Athanassiou *et al.*, 2024).

A mosca soldado-negro (*H. illucens*) pertence à ordem Diptera é uma das espécies de insetos mais utilizada na alimentação animal (Ordoñez-Araque *et al.*, 2022). Esta fonte proteica alternativa poderá ser um substituto ao bagaço de soja, pelo seu teor proteico. O perfil de aminoácidos da farinha mosca soldado-negro destaca-se pelo conteúdo em lisina, valina e leucina, mas em geral assemelha-se ao perfil de aminoácidos do bagaço de soja. Contudo, os efeitos poderão depender do nível de inclusão da fonte proteica alternativa e da espécie animal a alimentar. Facey *et al.* (2023) avaliaram os efeitos do nível de substituição (0%, 12,5%, 25%, 50% e 100%) de bagaço de soja por farinha de mosca soldado-negro num programa alimentar de três fases para frangos de carne. Estes autores observaram que a substituição parcial de bagaço de soja até 25% conduziria a um aumento no peso ganho diário

e a melhores índices de conversão, enquanto com substituições de 50% ou 100% do bagaço de soja pela farinha de mosca soldado-negro observaram impactos negativos na performance dos frangos (Facey *et al.*, 2023). Outras mais-valias na utilização desta fonte proteica alternativa na alimentação animal tem sido reportadas, desde logo quanto à composição em ácidos gordos. A mosca soldado-negro apresenta elevado teor em ácido láurico, um ácido gordo saturado com capacidade antimicrobiana que pode contribuir para melhorar o sistema imunológico dos animais (de Souza Vilela *et al.*, 2021; Lu *et al.*, 2022).

#### **4. Materiais e Métodos**

De modo a alcançar os objetivos propostos, no presente estudo foram desenvolvidas duas formulações, convencional e alternativa, para frangos de carne de crescimento rápido, usando um programa alimentar de três fases. O programa alimentar e a estirpe de frango de carne usados no estudo foram selecionados de acordo com a prática comumente usada nas unidades de produção avícola do Grupo Valouro, onde foi desenvolvido o estudo.

##### **4.1. Unidade de realização do estudo**

O presente estudo foi realizado no departamento de formulação de apoio ao fabrico na empresa Rações Valouro S.A, que fabrica alimentos compostos para animais, em particular para a avicultura. A empresa Rações Valouro S.A., pertence ao Grupo Valouro, um dos integradores portugueses do setor avícola, sendo constituído por 39 empresas do setor agroindustrial, que abarcam toda a fileira, desde a produção de cereais até à colocação dos géneros alimentícios no mercado para consumo.

A Rações Valouro S.A, existe há 47 anos e é constituída por três unidades industriais: i) da Marteleira, ii) do Ramalhal e iii) da Daroeira. A unidade da Marteleira é constituída por duas linhas produtivas, uma de pré-moagem para fabricação de alimentos compostos e outra para extrusão de grão de soja para produção de soja integral. A unidade do Ramalhal, onde foi desenvolvido este estudo, é a principal unidade industrial da empresa, com capacidade produtiva instalada de 1600 t/dia. Esta unidade, é constituída por duas linhas de fabrico, uma por pós-moagem e outra por pré-moagem, existindo também uma fábrica de pré-misturas e uma fábrica de extração de óleo cru de soja. A unidade da Daroeira é constituída por uma linha de produção por pós-moagem, sendo exclusivamente dedicada ao fabrico de alimentos compostos para frangos de carne.

A Rações Valouro, S.A. produz maioritariamente alimentos compostos para aves, com uma expressão de 89%, em que 52% são para frangos, depois a restante produção tem as seguintes porções: 5,9% para suínos, 2,7% para bovinos e 2,4% para outros animais. O Grupo Valouro detém no Alentejo, explorações avícolas com nove núcleos, seis pavilhões cada e possui ainda diversas explorações avícolas na região Oeste e zona Centro do país, com particular incidência em Tomar e Viseu.

## 4.2. Matérias-primas utilizadas

A Rações Valouro S.A. possuiu uma extensa base de dados das composições nutricionais e energéticas das matérias-primas usadas na alimentação animal e analisadas pela empresa ao longo de décadas. Contudo, por questões de proteção de dados, no presente estudo não foi usada a base de dados existentes na empresa, mas criada uma matriz de raiz com as principais matérias-primas convencionais usadas na alimentação de frangos de carne.

Inicialmente, realizou-se um levantamento das matérias-primas convencionais mais utilizadas na formulação de alimentos compostos para frangos de carne na generalidade do setor, através de bibliografia. A composição nutricional destas matérias-primas convencionais foi obtida com base nos valores tabelados nas principais bases de dados de alimentos para animais, nomeadamente nas tabelas da Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal (FEDNA; de Blas *et al.*, 2019), tabelas Brasileiras (Rostagno & Albino, 2024), tabelas do Institut National de Recherche pour l'Agriculture, l'Alimentation et l'Environnement, Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement e Association Française de Zootechnie (INRAE-CIRAD-AFZ, 2002) e Stichting CVB (CVB, 2021). Com base nos valores recolhidos das diversas fontes, foi calculado o valor médio para cada um dos parâmetros tabelados e adotou-se este valor médio para a construção de matrizes de formulação próprias.

A matéria-prima proteica alternativa selecionada foi a farinha de mosca soldado-negro (*H. illucens*). Esta escolha teve por base ser a única espécie de insetos produzida em larga escala para a alimentação animal por uma empresa portuguesa (Entogreen, Santarém) e à semelhança da sua composição proteica com a composição proteica do bagaço de soja 44%, assim como pelo seu perfil de aminoácidos e pelo teor de gordura. A composição nutricional da farinha de mosca soldado-negro foi obtida a partir da informação disponível nas tabelas da FEDNA (de Blas *et al.*, 2019), e INRAE-CIRAD-AFZ (2002) e na informação disponibilizada pela Entogreen e em Ordoñez-Araque (2022). À semelhança das matérias-primas convencionais, foi calculado um valor médio para cada parâmetro nutricional e usado na matriz de formulação.

Foi incluída nas formulações convencional e alternativa uma pré-mistura composta por antioxidante (BHT), oligoelementos (sulfato de cobre, sulfato de manganês, sulfato de zinco, sulfato de ferro, iodeto de potássio, selenito de sódio), aminoácidos (L-treonina, L-arginina, L-valina), vitaminas (A<sub>3</sub>, D<sub>3</sub>, E, H, B<sub>2</sub>, B<sub>12</sub>, ácido nicotínico, ácido fólico, menadiona, pantotenato, tiamina, piridoxina), fitase, xilanase e coccidiostático. A composição da pré-mistura é adaptada a cada fase do ciclo de vida, de acordo com as

especificações nutricionais para frangos de crescimento rápido Ross 308 (Aviagen, 2022). Assim, foram usadas três pré-misturas, uma para cada fase do programa alimentar (iniciação, crescimento e acabamento), sendo mantida a mesma composição por fase tanto na formulação convencional como na formulação alternativa. A composição detalhada das pré-misturas não é fornecida por serem produtos comerciais do Grupo Valouro de fórmula fechada

### 4.3. Formulações dos alimentos compostos

Neste estudo foram desenvolvidas formulações para frangos de carne de crescimento rápido da estirpe Ross 308. Esta Ross 308 foi selecionada por ser, a par da Cobb 500, uma das estirpes de crescimento rápido mais utilizada em grupos integradores nacionais e internacionais onde se enquadra o Grupo Valouro.

O programa alimentar selecionado foi o de três fases, correspondente às fases de iniciação, crescimento e acabamento do ciclo de vida de um frango de carne. As especificações nutricionais e energéticas usadas nas formulações desenvolvidas seguiram as especificações da empresa de genética para esta estirpe de crescimento rápido (Aviagen, 2022) e são apresentadas no Quadro 1.

Quadro 1- Especificações nutricionais para o alimento composto para as fases de iniciação, crescimento e acabamento da estirpe Ross 308, (Aviagen 2022).

	Fases		
	Iniciação	Crescimento	Acabamento
	0-10 dias	11-20 dias	21-30 dias
Energia bruta (Kcal/Kg)	2975	3050	3075
<b>Aminoácidos (%)</b>			
Lisina	1,26	1,14	1,06
Metionina + Cisteína	0,96	0,89	0,84
Metionina	0,53	0,49	0,47
Treonina	0,84	0,76	0,71
Valina	0,96	0,88	0,83
Isoleucina	0,84	0,78	0,73
Arginina	1,31	1,20	1,12
Triptofano	0,20	0,18	0,17
Leucina	1,39	1,25	1,17

Quadro 1 (continuação)- Especificações nutricionais para o alimento composto para as fases de iniciação, crescimento e acabamento da estirpe Ross 308, (Aviagen 2022).

	Fases		
	Iniciação	Crescimento	Acabamento
Idade	0-10 dias	11-20 dias	21-30 dias
<b>Proteína bruta (%)</b>	22,0	20,5	19,0
<b>Macrominerais (%)</b>			
Cálcio	0,95	0,75	0,70
Fósforo disponível	0,50	0,42	0,39
Magnésio	0,05-0,30	0,05-0,30	0,05-0,30
Sódio	0,18-0,23	0,18-0,23	0,18-0,23
Cloro	0,18-0,23	0,18-0,23	0,18-0,23
Potássio	0,60-0,90	0,60-0,90	0,60-0,90
<b>Microminerais (mg/kg)</b>			
Cobre	16	16	16
Iodo	1,25	1,25	1,25
Ferro	20	20	20
Manganês	120	120	120
Selênio	0,30	0,30	0,30
Zinco	120	120	120
<b>Vitaminas (unidade/kg)</b>			
Vitamina A (UI)	13000	11000	10000
Vitamina D3 (UI)	5000	4500	4000
Vitamina E (UI)	80	65	55
Vitamina K (mg)	4,0	3,6	3,2
Tiamina (B1) (mg)	5,0	4,0	3,0
Riboflavina (B2) (mg)	9,0	8,0	7,0
Piridoxina (B6) (mg)	5,0	4,0	3,0
Vitamina B12 (mg)	0,02	0,018	0,016
Niacina (mg)	70	65	50
Ácido pantoténico (mg)	25	20	15
Ácido fólico (mg)	2,5	2,0	1,8
Biotina (mg)	0,35	0,28	0,22
<b>Especificações Mínimas</b>			
Colina (mg/kg)	1700	1600	1500
Ácido linoleico (%)	1,25	1,20	1,00

UI: Unidades internacionais

As matérias-primas utilizadas nos programas alimentares de frangos de crescimento rápido Ross 308 foram as matérias-primas convencionais comumente usadas, designadamente o milho, o bagaço de soja (44% de proteína bruta), trigo, óleo de soja, carbonato de cálcio, fosfato monocálcico, sal, L-lisina, DL-metionina e colina líquida (75%), e a matéria-prima proteica alternativa, i.e., farinha de mosca soldado-negro. Às matérias-primas acresceram a pré-mistura.

As formulações foram desenvolvidas ao mínimo custo com recurso ao programa New Century™ (Format Solution; Hopkins, MN, EUA). Para tal, foram inseridas no software de formulação as matrizes construídas com a composição nutricional das principais matérias-primas convencionais e alternativa (farinha de mosca soldado-negro). Adicionalmente, foram inseridas no programa as especificações nutricionais e energéticas da estirpe Ross 308, para as três fases do programa alimentar (Quadro 1).

#### **4.4. Avaliação do impacto económico**

O custo de produção dos alimentos compostos completos para os frangos de carne de crescimento rápido com a formulação convencional e formulação alternativa foi calculado com bases nos preços de mercado das matérias-primas (convencionais e alternativa) e das pré-misturas utilizadas. Os preços de mercado foram gentilmente cedidos pela empresa Rações Valouro S.A. e corresponderam às cotações de mercado de março de 2025.

## **Resultados**

### **5.1. Desenvolvimento de base de dados de valor nutricional e económico**

Nos Quadros 2 e 3, apresenta-se a composição nutricional média das principais matérias-primas, convencionais e alternativa, calculada de acordo com os valores tabelados e utilizada para o desenvolvimento das formulações neste estudo.

A principal fonte de nutrientes e de energia para os animais são o milho, o trigo, o bagaço de soja, a farinha de mosca soldado-negro e o óleo de soja (Quadro 2). Os cereais (milho e trigo), em comum, apresentam baixo teor em proteína, fibra bruta e cinza bruta e alto teor em amido e açúcares. Contudo, o trigo tem maior teor em proteína que o milho (11,0 vs 7,5% na matéria fresca (m.f.)), enquanto o milho tem maior teor em amido e açúcares (65,5 vs 62,2% na m.f.), o que lhe confere maior teor energético (3200 vs 3050 kcal Energia Metabolizável (EM)/kg). Com exceção da leucina, o trigo tem maior teor em aminoácidos essenciais (total e digestível) que o milho.

O bagaço de soja, destaca-se pelo teor em proteína bruta (44% na m.f.) e teor em fibra bruta (5,8% na m.f.), mais alto do que dos cereais (2,4% na m.f.). Esta matéria-prima é rica em aminoácidos essenciais, com boa digestibilidade, em particular arginina (3,21% na m.f.) e lisina (2,68% na m.f.), embora deficitária em metionina (0,62% na m.f.). Comparativamente aos cereais, o bagaço de soja tem um teor em amido e açúcares baixo (7,05% na m.f.).

A farinha de mosca soldado-negro destaca-se pelo seu teor em proteína bruta (45,0% na m.f.), gordura bruta (22,0% na m.f.), fibra bruta (11,0% na m.f.) e energético (3580 kcal EM/kg). Comparativamente ao bagaço de soja, principal fonte proteica convencional, a farinha de mosca soldado-negro tem o teor em proteína bruta ligeiramente superior (45,0 vs 44,0% na m.f.) mas menor teor em aminoácidos essenciais (totais e digestíveis), com exceção da leucina (1,8 vs 1,47 na m.f.). A fonte proteica alternativa supera a convencional quanto ao teor em gordura bruta (22,0 vs 1,5% na m.f.), fibra bruta (11,0 vs 5,8% na m.f.), cinza bruta (10,7 vs 6,0% na m.f.), todos os macroelementos, com exceção do potássio (0,95 vs 2,20% na m.f.), e em ácido linoleico (4,5 vs 0,68% na m.f.).

O óleo de soja apresenta um elevado teor em gordura bruta (99,5% na m.f.) e em energia metabolizável (8900 kcal/kg). O óleo de soja é também rico em ácidos gordos polinsaturados, particularmente em ácido linoleico (54,05% na m.f.).

Quadro 2- Composição nutricional (% matéria fresca) e energética dos alimentos convencionais e alternativa utilizadas nas formulações de alimentos compostos para frangos de carne.

<b>Nutrientes</b>	<b>Milho</b>	<b>Trigo</b>	<b>Bagaço de soja</b>	<b>Mosca soldado-negro</b>	<b>Óleo de soja</b>
Energia metabolizável (kcal/ kg)	3200	3050	2240	3580	8900
Humidade (%)	13,0	11,0	12,0	8,0	0,2
Proteína bruta	7,5	11,0	44,0	45,0	-
Gordura bruta	3,5	1,40	1,5	22,0	99,5
Fibra bruta	2,4	2,40	5,8	11,0	-
Amido + Açúcares	65,5	62,2	7,05	5,1	-
Cinza bruta	1,1	1,5	6,0	10,7	-
<b>Minerais</b>					
Cálcio	0,03	0,05	0,31	3,0	-
Fósforo total	0,25	0,30	0,6	0,74	-
Magnésio	0,10	0,10	0,29	0,34	-
Sódio	0,01	0,01	0,01	0,13	-
Cloro	0,05	0,08	0,04	0,23	-
Potássio	0,30	0,38	2,20	0,95	-
<b>Aminoácidos</b>					
Lisina	0,23	0,31	2,68	2,3	-
Metionina	0,16	0,18	0,62	0,7	-
Metionina + Cisteína	0,32	0,43	1,28	1,1	-
Treonina	0,27	0,32	1,72	1,4	-
Triptofano	0,06	0,13	0,57	0,7	-
Arginina	0,35	0,53	3,21	1,5	-
Valina	0,36	0,48	2,09	1,8	-
Leucina	0,92	0,72	1,47	1,8	-
Isoleucina	0,26	0,39	2,00	1,2	-
<b>Aminoácidos digestíveis</b>					
Lisina	0,20	0,25	2,36	2,0	-
Metionina	0,14	0,16	0,55	1,0	-
Metionina + Cisteína	0,27	0,38	1,07	1,0	-
Treonina	0,22	0,26	1,44	1,0	-
Triptofano	0,05	0,12	0,50	1,0	-
Arginina	0,32	0,45	2,89	1,0	-
Valina	0,31	0,41	1,80	1,0	-

Quadro 2 (continuação) - Composição nutricional (% matéria fresca) e energética dos alimentos convencionais e alternativa utilizadas nas formulações de alimentos compostos para frangos de carne.

Nutrientes	Milho	Trigo	Bagaço de soja	Mosca soldado-negro	Óleo de soja
<b>Aminoácidos digestíveis</b>					
Leucina	0,87	0,64	2,92	2,0	-
Isoleucina	0,24	0,34	1,76	1,0	-
<b>Ácido linoleico</b>	1,76	0,57	0,68	4,5	54,05

Outras matérias-primas comumente utilizadas na formulação de alimentos compostos para frangos de carne são as fontes de minerais, de aminoácidos essenciais e de colina. As fontes de minerais são particularmente ricas em cinza bruta (79-99,3% na m.f.); Quadro 3). O carbonato de cálcio é fonte de cálcio (38,75 na m.f.), o fosfato monocálcico de fósforo (22,6% na m.f.) e de cálcio (16,5% na m.f.) e o sal de cloro (58,2% na m.f.) e de sódio (38,5% na m.f.). Os aminoácidos essenciais L-lisina (79% na m.f.) e DL-metionina (99% na m.f.) contribuem, ainda, para o teor energético da dieta, tendo energias metabolizáveis de 3540 e 4514 kcal/kg, respectivamente (Quadro 3). A colina (75% na m.f.) é também fonte de cloro (18,8% na m.f.).

Quadro 3- Composição nutricional (% matéria fresca) e energética das fontes de macrominerais, carbonato de cálcio, fosfato monocálcico e sal), aminoácidos essenciais (L-lisina e DL- metionina) e de colina (colina líquida 75%) utilizadas nas formulações.

Nutrientes	Carbonato de cálcio	Fosfato monocálcico	Sal	L-Lisina	DL-Metionina	Colina líquida 75%
Energia metabolizável (kcal/ kg)	-	-	-	3540	4515	-
Humidade (%)	1,05	1,5	0,3	0,5	0,5	25
Proteína bruta	-	-	-	94,9	58,4	-
Cinza bruta	98,65	79	99,3	0,3	0,5	-
<b>Minerais</b>						
Cálcio	38,65	16,5	-	-	-	-
Fósforo total		22,6	-	-	-	-
Magnésio	0,31	0,54	-	-	-	-
Sódio	0,067	0,13	38,5	-	-	-
Cloro	0,04	0,16	58,2	19,1	-	18,8
Potássio	0,055	0,18	-	-	-	-

Quadro 3 (continuação) - Composição nutricional (% matéria tal e qual) e energética das fontes de macrominerais, carbonato de cálcio, fosfato monocalcico e sal), aminoácidos essenciais (L-lisina e DL-metionina) e de colina (colina líquida 75%) utilizadas nas formulações.

Nutrientes	Carbonato de cálcio	Fosfato monocalcico	Sal	L-Lisina	DL-Metionina	Colina líquida 75%
<b>Aminoácidos</b>						
Lisina	-	-	-	79,9	-	-
Metionina	-	-	-	-	99,0	-
Metionina + Cisteína	-	-	-	-	99,0	-
<b>Aminoácidos digestíveis</b>						
Lisina	-	-	-	79,8	-	-
Metionina	-	-	-	-	99,0	-
Metionina + Cisteína	-	-	-	-	99,0	-

De modo a avaliar o impacto económico da inclusão da farinha de mosca soldado-negro na formulação alternativa face à formulação convencional, consideraram-se os custos de mercado (Quadro 4). Verificou-se que as matérias-primas mais valorizadas são a farinha de mosca soldado-negro (15500 €/t), seguida pelos aminoácidos protegidos (2250-2470 €/t) e o óleo de soja (1000 €/t). Os cereais (232 €/t) e o bagaço de soja (320 €/t) têm preços de mercado bastante inferiores.

Quadro 4- Preço por tonelada das matérias-primas convencionais e alternativa usadas para a formulação dos alimentos compostos para frangos de carne.

Matérias-primas	Custo (€/t)
Milho	232
Bagaço de soja 44%	320
Trigo	232
Óleo de Soja	1.000
Carbonato de cálcio	31,6
Sal	101
Fosfato monocalcico	800
L-Lisina	2.470
DL-Metionina	2.250
Farinha de mosca soldado-negro	15.500

## 5.2. Formulação Convencional e Alternativa

A composição em ingredientes e a composição nutricional das formulações desenvolvidas para as três fases do ciclo de vida de frangos de crescimento rápido da estirpe Ross 308 encontram-se detalhadas no Quadro 5. Na formulação convencional foram utilizadas as principais matérias-primas convencionais usadas comumente na alimentação de aves. Na formulação alternativa, foram usadas as mesmas matérias-primas convencionais e, como matéria-prima proteica alternativa, inseriu-se a farinha de mosca soldado-negro a 10% (na m.f.). Este nível de inclusão foi escolhido de modo a poder contribuir para a redução do bagaço de soja na alimentação de frangos de carne e tendo por base os resultados publicados na literatura. De facto, níveis de inclusão entre 12,5% e 25%, correspondendo à substituição parcial do bagaço de soja, foram observados como tendo resultados positivos no desempenho de crescimento do frango (Facey *et al.*, 2023). As pré-misturas usadas nas formulações convencional e alternativa foram as mesmas.

As formulações foram desenvolvidas ao mínimo custo, combinando as matérias-primas previamente selecionadas, de modo a atender às especificações nutricionais dos animais. Ao incluir 10% de mosca soldado-negro a formulação em matérias-primas da dieta experimental foi ajustada para que se obtivesse a composição nutricional ótima (igual para ambas as dietas formuladas) com o menor custo.

De um modo geral, a inclusão de 10% de farinha de mosca soldado-negro permitiu reduzir o nível de inclusão do bagaço de soja e das fontes de minerais e eliminar o óleo de soja, enquanto levou ao aumento dos níveis de inclusão de milho, de aminoácidos essenciais e da pré-mistura (Quadro 5). Os impactos na formulação de cada fase do programa alimentar são descritos em seguida.

Na fase de iniciação, a inclusão de 10% de mosca soldado-negro na dieta, aumentou o milho de 38,25% para 51,49% e diminuiu o trigo de 20% para 10%. O bagaço de soja 44% diminuiu de 35,58% para 24,43% e o óleo de soja de 2,49% passou para 0%. As fontes de minerais diminuíram. O carbonato de cálcio desceu de 1,43% para 1,11%, o fosfato monocálcico de 0,58 % para 0,53% e o sal de 0,17% para 0,11%. Os aminoácidos essenciais aumentaram. A L-lisina passou de 0,34% para 0,43% e a DL-metionina de 0,37% para 0,41%. A incorporação da pré-mistura aumentou de 1,0% para 1,4% e da colina líquida 75% passou de 0,06% para 0,07%.

Na fase de crescimento, a inclusão de 10% de mosca soldado-negro levou ao aumento do milho, de 42,59% para 47,84%, enquanto o trigo se manteve a 20%. O bagaço de soja 44% diminuiu de 31,75% para 19,08% e o óleo de soja passou de 2,80% para 0%. Os restantes aditivos não sofreram grandes variações.

Na fase de acabamento, a inclusão de 10% de farinha de mosca soldado-negro teve um efeito na composição em ingredientes do alimento composto semelhante ao observado na fase de crescimento. O milho aumentou de 47,52% para 51,75% e o trigo manteve-se a 20%. O bagaço de soja diminuiu de 27,29% para 15,03% e o óleo de soja de 2,41% passou para 0%. Os restantes aditivos, mantiveram-se semelhantes.

Quanto à composição nutricional, ambas as formulações, convencional e alternativa, foram desenhadas para ser isoenergéticas e isoproteicas. Desta forma, ambas as formulações, sem e com 10% de mosca soldado-negro, apresentaram teores em energia metabolizável e de proteína bruta de, respetivamente, 2975 kcal/kg e 22,0% na fase de iniciação, 3050 kcal/kg e 20,5% na fase de crescimento e de 3075 kcal/kg e 19,0% na fase de acabamento (Quadro 5). O teor em gordura bruta diminuiu com a inclusão de 10% de mosca soldado-negro em 0,12 pontos percentuais (p.p.) na fase de iniciação, de 0,12%, 0,6% p.p. na fase de crescimento, 0,23 p.p. na fase de acabamento. A fibra bruta teve um aumento, na fase de iniciação de 0,53 p.p., e nas fases de crescimento e de acabamento de 0,49 p.p.

Existiram pequenas alterações no teor em aminoácidos e aminoácidos digestíveis na formulação alternativa. A inclusão de mosca soldado-negro aumentou a metionina e a metionina digestível nas fases de iniciação (0,04 p.p. e 0,08 p.p.), de crescimento (0,03 p.p. e 0,07 p.p.) e de acabamento (0,04 p.p. e 0,07 p.p.). Também a treonina, a arginina e a valina aumentaram nas formulações das três fases entre 0,02 e 0,04 p.p. Já a leucina, a leucina digestível, a isoleucina e a isoleucina digestível diminuíram na formulação alternativa comparativamente à convencional. A redução destes aminoácidos variou entre 0,01 p.p. na isoleucina digestível na fase de crescimento e 0,19 e 0,22 p.p. na leucina e na isoleucina digestível, respetivamente, ambas na fase de acabamento. A lisina e a lisina digestível, o triptofano, a metionina + cisteína digestível, a treonina digestível, a arginina digestível e a valina digestível não foram afetadas pela fonte proteica da formulação (Quadro 5).

Quanto aos minerais, apenas o cálcio e o sódio foram afetados pela inclusão de mosca soldado-negro (Quadro 5). O cálcio aumentou 0,02 p.p. na fase de iniciação, 0,32 p.p. na fase de iniciação e 0,57 p.p. na fase de acabamento. O sódio aumentou apenas na fase de iniciação (0,02 p.p.).

A colina diminuiu na fase de iniciação (8 p.p.), na fase de crescimento (3 p.p.) e na fase de acabamento (9 p.p.) com a inclusão de mosca soldado-negro. O ácido linoleico diminuiu entre 0,77 p.p. na fase de iniciação e 1,06 p.p. na fase de crescimento com a inclusão de mosca soldado-negro (Quadro 5).

Quadro 5- Composição em ingredientes (%) e composição nutricional (% matéria fresca) e energética das formulações convencional e alternativa desenvolvida para as três fases do programa alimentar de frangos de carne.

Formulação Convencional				Formulação Alternativa		
	Iniciação (1-10 d)	Crescimento (11-20 d)	Acabamento (21 d-abate)	Iniciação (1-10 d)	Crescimento (11-20 d)	Acabamento (21 d-abate)
<b>Ingredientes</b>						
Milho	38,25	42,59	47,52	51,49	47,84	51,75
Bagaço de soja 44%	35,58	31,75	27,29	24,43	19,08	15,03
Trigo	20,0	20,0	20,0	10,0	20,0	20,0
Farinha de BSF	-	-	-	10,0	10,0	10,0
Óleo de soja	2,49	2,80	2,41	-	-	-
Carbonato de cálcio	1,15	0,70	0,69	1,11	0,49	0,60
Fosfato monocalcico	0,58	0,28	0,21	0,53	0,23	0,16
L-Lisina	0,34	0,30	0,31	0,43	0,41	0,43
DL-Metionina	0,37	0,33	0,32	0,41	0,36	0,35
Sal	0,17	0,19	0,18	0,11	0,11	0,11
Pré-mistura <sup>1</sup>	1,0 <sup>1</sup>	1,0 <sup>2</sup>	1,0 <sup>3</sup>	1,4 <sup>1</sup>	1,4 <sup>2</sup>	1,5 <sup>3</sup>
Colina líquida 75%	0,06	0,06	0,06	0,07	0,07	0,06
<b>Composição nutricional</b>						
Energia metabolizável (Kcal/kg)	2975	3050	3075	2975	3050	3075
Proteína bruta	22,0	20,5	19,0	22,0	20,5	19,0
Gordura bruta	4,63	5,04	4,75	4,51	4,44	4,52
Fibra bruta	3,46	3,34	3,20	3,99	3,83	3,69
Cinza bruta	4,99	4,21	3,88	5,16	4,14	4,03
<b>Minerais</b>						
Cálcio	0,95	0,75	0,70	0,95	0,75	0,70
Fósforo total	0,50	0,42	0,39	0,50	0,42	0,39
Magnésio	0,17	0,16	0,15	0,17	0,16	0,15
Sódio	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18
Cloro	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23

Quadro 5 (continuação)- Composição em ingredientes (%) e composição nutricional (% matéria fresca) e energética das formulações convencional e alternativa desenvolvida para as três fases do programa alimentar de frangos de carne.

Formulação Convencional				Formulação Alternativa		
	Iniciação (1-10 d)	Crescimento (11-20 d)	Acabamento (21 d-abate)	Iniciação (1-10 d)	Crescimento (11-20 d)	Acabamento (21 d-abate)
<b>Aminoácidos</b>						
Lisina	1,37	1,24	1,15	1,37	1,24	1,15
Metionina	0,69	0,63	0,59	0,73	0,66	0,63
Metionina + Cisteína	1,03	0,96	0,90	1,04	0,95	0,90
Treonina	0,94	0,85	0,79	0,96	0,87	0,81
Triptofano	0,25	0,23	0,21	0,25	0,23	0,21
Arginina	1,43	1,31	1,22	1,46	1,33	1,25
Valina	1,12	1,03	0,97	1,15	1,07	1,00
Leucina	1,68	1,59	1,49	1,54	1,40	1,30
Isoleucina	0,91	0,84	0,77	0,79	0,72	0,64
<b>Aminoácidos digestíveis</b>						
Lisina	1,26	1,14	1,06	1,26	1,14	1,06
Metionina	0,66	0,60	0,57	0,74	0,67	0,64
Metionina + Cisteína	0,96	0,89	0,84	0,96	0,89	0,84
Treonina	0,84	0,76	0,71	0,84	0,76	0,71
Triptofano	0,23	0,22	0,20	0,26	0,25	0,23
Arginina	1,31	1,2	1,12	1,31	1,2	1,12
Valina	0,96	0,88	0,83	0,96	0,88	0,83
Leucina	1,50	1,42	1,34	1,42	1,30	1,22
Isoleucina	0,78	0,73	0,77	0,68	0,72	0,55
<b>Colina (mg/kg)</b>	1704	1600	1505	1696	1597	1496
<b>Ácido linoleico</b>	2,35	2,59	2,59	1,58	1,53	1,56

BSF: mosca soldado-negro.

<sup>1</sup> A pré-mistura contém coccidiostático, sulfato de cobre, sulfato de manganês, sulfato de zinco, sulfato de ferro, iodeto de potássio, selenito de sódio, vitamina E, ácido nicotínico, vitamina B<sub>12</sub>, vitamina AD<sub>3</sub>, ácido fólico, vitamina H, menadiona, pantotenato, tiamina, piridoxina, vitamina D<sub>3</sub>, vitamina B<sub>2</sub>, butilhidroxitolueno, fitase, xilanase, L-treonina, carbonato de cálcio, bicarbonato de sódio, L-arginina, L-valina.

### 5.2.1. Impacto económico

A inclusão de 10% de farinha de mosca soldado-negro na formulação alternativa permitiu reduzir o bagaço de soja na dieta de frangos de carne entre 11% a 13%. Contudo, o custo previsto para a formulação alternativa foi cerca de 4,9 vezes superior ao da formulação convencional (Quadro 6). A diferença de preços entre formulações reflete o preço da mosca soldado-negro, bastante elevado, que encareceu a formulação alternativa em cerca de 1500 €/t.

Quadro 6- Estimativa do preço (€/tonelada) das formulações convencional e alternativa para as três fases do programa alimentar de frangos de carne e diferença de preço entre ambas.

	Fase de alimentação		
	Iniciação (1-10 d)	Crescimento (11-20 d)	Acabamento (21 d-abate)
Formulação convencional	322,83	313,92	308,69
Formulação alternativa	1.840,83	1.830,55	1.828,01
Diferença	+1.518	+1.517	+1.519

Com base no custo estimado das formulações, foi calculado o custo total do alimento composto alternativo ao longo do ciclo de vida de um frango de carne, assumindo os índices de conversão alimentar padronizados para cada fase de alimentação e a duração de cada uma das fases (Quadro 7). Estes dados foram obtidos a partir da tabela de especificações relativo à estirpe Ross 308 (Aviagen, 2022).

De acordo com o calculado, o custo de alimentar um frango Ross 308, da eclosão ao abate, com o alimento composto da formulação convencional é 1,07 € e com o alimento composto da formulação alternativa é de 6,27 €, i.e., 5,9 vezes superior ao convencional. Num pavilhão com 50.000 aves, o preço do alimento composto para o ciclo de vida de um bando seria de 53.250 € usando a formulação convencional e de 313.500 € usando a formulação com 10% de farinha de mosca soldado-negro.

Quadro 7 - Índice de conversão alimentar, ingestão diária cumulativa de alimento e impacto do custo das formulações convencional e alternativa no custo do alimento composto nas três fases do programa alimentar de frangos de carne Ross 308.

	Formulação Convencional			Formulação alternativa		
	Iniciação (1-10d)	Crescimento (11-20d)	Acabamento (21d-abate)	Iniciação (1-10d)	Crescimento (11-20d)	Acabamento (21d-abate)
Índice de conversão alimentar	1,004	1,250	1,548	1,004	1,250	1,548
Ingestão diária cumulativa (kg/frango)	0,295	0,775	2,357	0,295	0,775	2,357
Custo da formulação (€/ton)	322,83	313,92	308,69	1.840,83	1.830,55	1.828,01
Preço do alimento (€/frango)	0,095	0,24	0,73	0,54	1,42	4,31
Total (€/frango)	1,07			6,27		

## 6. Discussão

Com o objetivo de diminuir a pegada ambiental do setor de alimentação animal, causada pela importação e transporte das principais *commodities* usadas na formulação de alimentos, surgiu a necessidade de encontrar matérias-primas alternativas, nutritivas, mais sustentáveis e produzidas localmente. Entre estas, são de particular interesse as matérias-primas proteicas que possam ser usadas em alternativa às matérias-primas convencionais, como o bagaço de soja e a farinha de peixe, com alta pegada ambiental associada, respetivamente, à desflorestação (Laure e Granier, 2019) e à sobrepesca (Merino *et al.*, 2010). Várias fontes proteicas alternativas têm sido sugeridas, com os insetos entre os mais promissores (Andrew e Carlos, 2020). Neste sentido, o presente estudo teve por objetivo avaliar o potencial da inclusão de 10% de mosca soldado-negro na formulação de um alimento composto alternativo para as três fases do programa alimentar de frangos de carne de crescimento rápido, da estirpe Ross 308 e estimar o potencial de redução do bagaço de soja na dieta. O impacto económico da inclusão desta matéria-prima proteica alternativa foi também estimada.

O bagaço de soja é uma matéria-prima de elevado valor nutricional, rica em proteína e com um excelente perfil em aminoácidos essenciais, sendo por isso a principal matéria-prima proteica usada na alimentação animal. Contudo, a Europa é altamente dependente da importação desta matéria-prima. Entre junho de 2024 e julho de 2025 a Europa importou 96,6% do total de bagaço de soja usado na alimentação animal (EUROSTAT, 2025). Devido à sua origem e às elevadas quantidades necessárias para a produção de alimentos compostos para animais levanta sérias questões ambientais, tais como, a desflorestação e a pegada carbónica relativa ao processamento e transporte. Adicionalmente, a necessidade de aumento das terras aráveis para o cultivo da soja e a sua produção intensiva poderá esgotar os solos degradando-os com fertilizantes e pesticidas em excesso, levando a consequências graves (Laure e Granier, 2019). Sendo difícil a substituição do bagaço de soja por outras fontes proteicas convencionais, tem aumentado a consciencialização para a necessidade de encontrar alternativas proteicas mais sustentáveis e igualmente nutritivas (Mariano, 2024).

Nos últimos anos, a farinha de insetos tem sido apontada como uma fonte proteica alternativa de interesse em particular para a alimentação de animais monogástricos. Entre estes, a farinha de mosca soldado-negro tem vindo a ser das mais estudadas. É considerada uma matéria-prima alternativa pela sua composição nutricional e pela sua produção mais sustentável comparativamente com a produção dos grãos de cereais e de oleaginosas (da-Silva *et al.*, 2024). Este inseto alimenta-se de resíduos agroalimentares reduzindo o desperdício. O ciclo de vida da mosca soldado-negro é composto por ovo, larva, pupa e adulto, sendo as fases larvar e pupal as mais nutritivos para a produção de farinha (Lu *et al.*, 2022).

A composição da mosca soldado-negro nestas fases contém 18–33% de gordura bruta e 32–53% de proteína bruta, consoante a qualidade do alimento (Lu *et al.*, 2022). Para além de uma excelente fonte proteica também é rica em ácidos gordos (principalmente em ácidos láurico, oleico e linoleico) e minerais (cálcio, potássio e fósforo). Os ácidos gordos insaturados (ácidos oleico e linoleico) apresentam benefícios no crescimento animal, composição corporal e melhoria do sistema intestinal (Cattaneo *et al.*, 2023) enquanto o ácido láurico (ácido gordo saturado), benéfico para o sistema imunológico com capacidade antimicrobiana. Esta fonte proteica alternativa tem sido apontada como tendo diversas vantagens para a nutrição das aves ao nível da qualidade da carne, peso da carcaça e índices de conversão. No entanto, Facey *et al.* (2023) observaram que o nível de inclusão da mosca soldado-negro pode ter efeitos díspares na performance de frangos. Estes autores verificam um aumento no desempenho de crescimento com a substituição parcial de bagaço de soja a 12,5%, enquanto substituições a partir dos 25% de bagaço de soja pela mosca soldado-negro levaram a diminuições da eficiência alimentar, com maiores índices de conversão, e de desempenho dos frangos. Com base nestes resultados, os autores sugeriram que substituições parciais do bagaço de soja superiores a 25% não eram aconselhadas.

Neste estudo, foram formulados alimentos compostos completos para frangos de crescimento rápido exclusivamente com matérias-primas convencionais (formulação convencional) e com 10% de farinha de mosca soldado-negro juntamente com matérias-primas convencionais (formulação alternativa). Os alimentos compostos de iniciação, crescimento e acabamento foram formulados de forma a serem isoenergéticos e isoproteicos, para as formulações convencional e alternativa, de acordo com as necessidades nutricionais e energéticas da estirpe Ross 308. A inclusão de 10% de mosca soldado-negro na dieta para frangos de carne, permitiu reduzir o nível de inclusão de bagaço de soja entre os 31-45% comparativamente à formulação convencional. A utilização de farinha de mosca soldado-negro inteira (não desengordurada) permitiu ainda eliminar a inclusão de óleo de soja em todas as fases da formulação alternativa, o que permitiria reduzir a dependência da importação de soja grão. Sendo rica em gordura, a inclusão de farinha de mosca soldado-negro não desengordurada permite satisfazer as recomendações específicas em ácido linoleico (Aviagen, 2022).

Apesar da formulação alternativa apresentar uma composição nutricional e energética de interesse, o custo da farinha de mosca soldado-negro é muito elevado o que encarece a formulação. O mercado da soja, é algo já vinculado e bem definido a nível de estratégias e preços, enquanto o mercado dos insetos é recente e ainda está muito por explorar e desenvolver. No estudo de Shah *et al.* (2022), o preço da farinha de soja foi de 0,20 €/kg de produto e o preço da farinha de mosca soldado-negro de 20 €/kg de produto, um custo 100

vezes superior ao da principal fonte proteica usada na alimentação animal. Os preços de mercado em Portugal, em 2025, foram estimados em 0,32 €/kg para o bagaço de soja 44% e 15,5 €/kg para a farinha de mosca soldado-negro; 48,4 vezes superior ao do bagaço de soja. Esta diferença pode ser resultante do aumento da produção de insetos para a alimentação animal e conseqüente maior oferta no mercado em apenas três anos.

A formulação alternativa, com 10% de farinha de mosca soldado-negro, atingiu custos cerca de 1.500 € superiores em cada uma fase comparativamente à formulação convencional. Avaliando o custo de alimentação de um frango de crescimento rápido ao longo da sua vida produtiva, é quase seis vezes superior com a formulação alternativa do que com a formulação convencional. Este custo acrescido impacta a viabilidade económica da produção de frangos de carne, uma vez que a alimentação corresponde a cerca de 70% dos custos de produção. Contudo, importa realçar que as estimativas apresentadas tiveram por base as eficiências alimentares de dietas padrão para frangos Ross 308 e os preços de mercado atuais das diferentes matérias-primas e aditivos. Caso a farinha de mosca soldado-negro seja mais digestível e mais eficientemente utilizada pelos animais, o custo da sua inclusão será menor que o estimado. Do mesmo modo, o possível aumento de preços das principais *commodities* importadas no futuro próximo, tal como ocorreu aquando da invasão da Ucrânia, irão reduzir as diferenças de preço das formulações alternativa e convencional.

Contudo, antecipa-se que com o aumento da procura por fontes proteicas alternativas, a produção de insetos aumente em escala e reduza os preços de mercado, podendo tornar a farinha de mosca soldado-negro uma matéria-prima proteica alternativa passível de substituir parcialmente ou totalmente o bagaço de soja nos alimentos compostos para frangos de carne. Ainda assim, deve ser feito um estudo de viabilidade financeira para que se possa perceber as vantagens económicas da incorporação de mosca soldado-negro.

De momento, enquanto os preços de mercado são inviáveis para utilização na formulação de alimentos compostos comerciais, uma opção a considerar será diminuir o nível de inclusão da farinha de mosca soldado-negro. No entanto, mesmo com diminuição do nível de inclusão o custo da formulação alternativa mantém-se elevado. Como exemplo, um nível de inclusão de 5% teria um custo de 1078 € para a fase de iniciação, com uma diferença do custo de 762,8 € face ao nível de inclusão de 10%. Esta abordagem teria a mais-valia de reduzir o custo de formulação, mas teria como inconveniente não contribuir cabalmente para a redução do nível de inclusão de bagaço de soja nos alimentos compostos de frangos de carne. Uma outra abordagem seria considerar a farinha de mosca soldado-negro como um aditivo e não uma matéria-prima. Nesta perspetiva, o objetivo seria formular dietas com elevado valor funcional.

A inclusão de 10% de mosca soldado-negro permitiu obter um alimento composto para frangos adequado às necessidades nutricionais dos frangos de carne ao longo da sua vida produtiva, bem como à redução da incorporação de bagaço de soja. A conjugação de farinha de mosca soldado-negro com o bagaço de soja complementa o perfil nutricional da dieta o que poderá acarretar benefícios para a saúde do animal e melhorar o desempenho do frango de carne. de Souza Vilela *et al.* (2021) observaram que o desempenho de crescimento dos frangos era influenciado com a inclusão de mosca soldado-negro, promovendo o peso corporal do animal e redução dos índices de conversão até a um nível de inclusão de 25%.

A farinha de mosca soldado-negro tem na sua composição quitina. Este polissacarídeo complexo, quando presente em quantidades elevadas na dieta, tem como desvantagem reduzir a digestibilidade dos nutrientes, no entanto, em quantidades adequadas, pode melhorar o índice de conversão e atuar como prébiótico no intestino do frango, promovendo a saúde intestinal (de Souza Vilela *et al.*, 2021). Uma das propriedades interessantes da mosca soldado-negro é o conteúdo de ácido láurico (C14:0), um ácido gordo de cadeia média com ação anti-inflamatória e antimicrobiana, contribuindo para a melhoria do sistema imunológico do animal pelo poder antioxidante que confere (de Souza Vilela *et al.*, 2021; Lu *et al.*, 2022). Com base na bibliografia existente, a incorporação dietária de farinha de mosca soldado-negro sugere ser benéfica para a produção de frangos de crescimento rápido. O elevado valor nutricional e funcional desta matéria-prima alternativa, com elevado teor em proteína, interessante perfil em aminoácidos, ácidos gordos e minerais, e presença de compostos com efeitos modulatórios na saúde, evidencia o potencial da farinha de mosca soldado-negro como fonte proteica alternativa.

## **7. Conclusão e Perspetivas futuras**

À substituição do bagaço de soja 44% por farinha de mosca soldado-negro está subjacente uma relação de custo vs. benefício. Significa que para a melhoria ambiental e/ou benefício para o animal, os custos financeiros teriam de justificar essa melhoria. Pelos dados da bibliografia que foram apresentados, estima-se que a substituição parcial da soja possa contribuir para a melhoria da produção de frangos de carne pelos benefícios nutricionais e de saúde que a mosca soldado-negro acarreta. A redução da utilização de soja na alimentação animal é vantajosa essencialmente por questões ambientais, mas também pela redução dos fatores antinutricionais que o bagaço de soja possui e que afetam a saúde e bem-estar do frango. Desta forma, constata-se que caso o preço de mercado diminua com o aumento da produção, o custo da farinha de mosca soldado-negro poderá vir a ser equiparado com os benefícios, podendo visualizar-se um futuro promissor para a utilização desta matéria-prima proteica alternativa.

Como perspetiva futura, a inclusão da farinha de mosca soldado-negro na dieta de frangos de carne poderá ser uma mais-valia para o crescimento e qualidade destas aves. No entanto, serão necessários estudos, nomeadamente ao nível da exploração, para avaliar a influência da inclusão desta matéria-prima na performance de crescimento dos animais, na eficiência alimentar, no rendimento de carcaça e na qualidade da carne. O efeito na saúde e bem-estar dos animais é, também, de extrema importância de avaliar. De facto, a inclusão de farinha de mosca soldado-negro não desengordurada ou de óleo deste inseto na alimentação de frangos poderá promover a saúde e reduzir a necessidade da utilização de antibióticos e/ou coccidiostáticos. A par da avaliação ao nível do animal, será necessário avaliar qual o impacto ambiental da inclusão da farinha de mosca soldado-negro, desde logo nos níveis de emissão de amoníaco. A avaliação deverá começar por ser feita em ambiente experimental, com menor número de animais e custos, de modo a identificar os níveis de inclusão mais adequados e, uma vez identificados, passar para uma exploração comercial. Por último, após definidos os melhores níveis de incorporação desta promissora matéria-prima alternativa, importa avaliar o impacto da inclusão de farinha de mosca soldado-negra na análise sensorial e no processamento da carne, bem como na aceitação de carne de frango alimentado com insetos por parte dos consumidores.

## 8. Referências Bibliográficas

- Amerah, A. M. (2015). Interactions between wheat characteristics and feed enzyme supplementation in broiler diets. *Animal Feed Science and Technology*, 199, 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2014.09.012>
- Athanassiou, C. G., Smetana, S., Pleissner, D., Tassoni, A., Gasco, L., Gai, F., Shpigelman, A., Bravo Cadena, M., Gastli, M., Conceição, L. E. C., Gronich, E., Paolacci, S., Chalkidis, V., Kuthy, M., Stolzenberger, R. E., el Yaacoubi, A., Mehlhose, C., Petrusán, J. I., & Rumbos, C. I. (2024). Circular and inclusive utilization of alternative proteins: A European and Mediterranean perspective. *Current Opinion in Green and Sustainable Chemistry*, 46, 100892. <https://doi.org/10.1016/j.cogsc.2024.100892>
- Aviagen (2018). Manual de Manejo de Frangos Ross. [www.aviagen.com](http://www.aviagen.com). Ross An Aviagen Brand. 148 pp.
- Aviagen. (2022). Frangos de Corte ROSS: Especificações Nutricionais. Ross An Aviagen Brand. 8 pp.
- Bampidis, V., Azimonti, G., Bastos, M. de L., Christensen, H., Dusemund, B., Fašmon Durjava, M., Kouba, M., López-Alonso, M., López Puente, S., Marcon, F., Mayo, B., Pechová, A., Petkova, M., Ramos, F., Sanz, Y., Villa, R. E., Woutersen, R., Finizio, A., Teodorovic, I., Aquilina G., Bories G., Gropp J., Nebbia C., Innocenti, M. (2022). Safety and efficacy of a feed additive consisting of butylated hydroxytoluene (BHT) for all animal species (Katyon Technologies Limited). *EFSA Journal*, 20(5), e07287. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2022.7287>
- Bessei, W. (2006). Welfare of broilers: a review. *World's Poultry Science Journal*, 62(03), 455. <https://doi.org/10.1017/s0043933906001085>
- Bhardwaj, R.L., Parashar, A., Parewa, H. P., Vyas, L. (2024). An Alarming Decline in the Nutritional Quality of Foods: The Biggest Challenge for Future Generations' Health. *Foods*, 13 (6), 877. <https://doi.org/10.3390/foods13060877>
- Borges, S. A., Maiorka, A., & Fischer Da Silva, A. V. (2003). Fisiologia do estresse calórico e a utilização de eletrólitos em frango de corte. *Ciência Rural*, 33(5), 975-981.
- Cahaner A, Deeb N, Gutman M. (1993). Breeding and genetics effects of the plumage-reducing naked neck (*A/a*) Gene on the performance of fast-growing broilers at normal and high ambient temperatures. *Ciência Avícola*, 72, 767-775.
- Campasino, A., York, T., Wyatt, C., Bedford, M. R., & Dozier, W. A. (2014). Effect of increasing supplemental phytase concentration in diets fed to Hubbard × Cobb 500 male broilers from 1 to 42 days of age. *Journal of Applied Poultry Research*, 23(4), 705–714. <https://doi.org/10.3382/japr.2014-00999>

Castro, F. L. S., Chai, L., Arango, J., Owens, C. M., Smith, P. A., Reichelt, S., DuBois, C., & Menconi, A. (2023). Poultry industry paradigms: connecting the dots. *Journal of Applied Poultry Research*, 32(1), 100310. <https://doi.org/10.1016/j.japr.2022.100310>

Cattaneo, A., Meneguz, M., Dabbou S. (2023). The fatty acid composition of black soldier fly larvae: the influence of feed substrate and applications in the feed industry supplementary material. *Journal of Insects in Food and Feed*, 10(4), 533-558. <https://doi.org/10.1163/23524588-20230068>

Chkuaseli, A., Khutsishvili-Maisuradze, M., Chagelishvili, A., Natsvaladze, K., Lashkarashvili, T., Chagelishvili, G., & Maisuradze, N. (2016). Application of new mycotoxin adsorbent-bentonite clay “Askangel” in poultry feed. *Annals of Agrarian Science*, 14(4), 295–298. <https://doi.org/10.1016/j.aasci.2016.09.004>

Comissão Europeia. (2008). Relatório da Comissão ao Conselho e ao Parlamento Europeu sobre a utilização de coccidiostáticos e histomonostáticos como aditivos destinados à alimentação animal apresentado ao abrigo do artigo 11º. Do Regulamento (CE) n.º 1831/2003 do Parlamento Europeu e do Conselho, de 22 de setembro de 2003, relativo aos aditivos destinados à alimentação animal. Lisboa

CVB (2021). Feed Table. Stichting CVB

da-Silva, W. C., Silva, É. B. R. da, Silva, J. A. R. da, Martorano, L. G., Belo, T. S., Sousa, C. E. L., Camargo-Júnior, R. N. C., Andrade, R. L., Santos, A. G. de S., Carvalho, K. C. de, Lobato, A. dos S. M., Rodrigues, T. C. G. de C., Araújo, C. V. de, Lima, J. S. de, Neves, K. A. L., Silva, L. K. X., & Lourenço-Júnior, J. de B. (2024). Nutritional value of the larvae of the black soldier fly (*Hermetia illucens*) and the house fly (*Musca domestica*) as a food alternative for farm animals — A systematic review. *Insects*, 15(8), 619. <https://doi.org/10.3390/insects15080619>

de Jonge, J., & van Trijp, H. C. M. (2013). The impact of broiler production system practices on consumer perceptions of animal welfare. *Poultry Science*, 92(12), 3080–3095. <https://doi.org/10.3382/ps.2013-03334>

Del Alamo, A. G., Verstegen, M. W. A., Den Hartog, L. A., Perez De Ayala, P., & Villamide, M. J. (2008). Effect of wheat cultivar and enzyme addition to broiler chicken diets on nutrient digestibility, performance, and apparent metabolizable energy content. *Poultry Science*, 87(4), 759–767. <https://doi.org/10.3382/ps.2007-00437>

de Blas, C., García-Rebollar, P., Gorrachategui, M., Mateos, G.G. (2019). Tablas FEDNA de composición y valor nutritivo de alimentos para la fabricación de piensos compuestos. Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal. Madrid, España. 604 pp.

del Bosque, C. I. E., Spiller, A., & Risius, A. (2021). Who wants chicken? Uncovering consumer preferences for produce of alternative chicken product methods. *Sustainability*, 13(5), 2440. <https://doi.org/10.3390/su13052440>

Delde Souza Vilela, J., Andronicos, N. M., Kolakshyapati, M., Hilliar, M., Sibanda, T. Z., Andrew, N. R., Swick, R. A., Wilkinson, S., & Ruhnke, I. (2021). Black soldier fly larvae in broiler diets improve broiler performance and modulate the immune system. *Animal Nutrition*, 7(3), 695–706. <https://doi.org/10.1016/j.aninu.2020.08.014>

DGADR. (2025). Agriculture and rural development [online]. Directorate-General for Agriculture and Rural Development. Data de acesso: 16 de setembro 2025. Disponível em [https://agriculture.ec.europa.eu/data-and-analysis/markets/overviews/market-observatories/crops/cereals-statistics\\_pt](https://agriculture.ec.europa.eu/data-and-analysis/markets/overviews/market-observatories/crops/cereals-statistics_pt)

DGAV (2024). Insetos de criação [online]. Direção Geral de Alimentação Veterinária. Data de acesso: 23 de março 2025. Disponível em <https://www.dgav.pt/alimentos/conteudo/alimentos-para-animais/regras-especificas-por-tipo-de-alimento-para-animais/materias-primas-para-alimentacao-animal/insetos-de-criacao/>

Elbaz, A. M., Zaki, E. F., Salama, A. A., Badri, F. B., & Thabet, H. A. (2023). Assessing different oil sources efficacy in reducing environmental heat-stress effects via improving performance, digestive enzymes, antioxidant status, and meat quality. *Scientific Reports*, 13, 20179. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-47356-6>

Erdaw, M. M., Bhuiyan, M. M., & Iji, P. A. (2016). Enhancing the nutritional value of soybeans for poultry through supplementation with new-generation feed enzymes. *World's Poultry Science Journal*, 72(2), 307–322. <https://doi.org/10.1017/S0043933916000271>

Augère-Granier, M.-L. (2019). The EU poultry meat and egg sector: main features, challenges and prospects: in-depth analysis, European Parliament: Directorate-General for Parliamentary Research Services, 36 pp. União Europeia. <https://data.europa.eu/doi/10.2861/33350>

Eurostat. (2024). Estatísticas explicadas- Produção agrícola- pecuária e carne [online]. Data de acesso: 6 de junho de 2025. Disponível em [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Agricultural\\_production\\_-\\_livestock\\_and\\_meat](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Agricultural_production_-_livestock_and_meat)

Facey, H., Kithama, M., Mohammadigheisar, M., Huber, L. A., Shoveller, A. K., & Kiarie, E. G. (2023). Complete replacement of soybean meal with black soldier fly larvae meal in feeding program for broiler chickens from placement through to 49 days of age reduced growth performance and altered organs morphology. *Poultry Science*, 102(1), 102293. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2022.102293>

Faryadi, S., Lashkari, S., Ndou, S. P., & Woyengo, T. A. (2023). Nutrient digestibility in broiler chickens fed diets containing high levels of soybean oil is affected by the source of fiber. *Canadian Journal of Animal Science*, 103(2), 134–142. <https://doi.org/10.1139/cjas-2022-0064>

FAO. (2023). Our World in Data: Total meat production - “Agricultural Production” [online]. Data de acesso: 18 de abril 2025. Disponível em <https://archive.ourworldindata.org/20250909-093708/grapher/global-meat-production.html>

Ferreira, C. B., & Souza, R. A. P. R. de. (2021). Produção de frangos de corte e tecnologias para nutrição, imunologia e melhoramento genético: uma revisão narrativa. *Revista Eletrônica Acervo Científico*, 38, e9248. <https://doi.org/10.25248/reac.e9248.2021>

Font-i-Furnols, M. (2023). Meat consumption, sustainability and alternatives: An overview of motives and barriers. *Foods*, 12(11), 2144. <https://doi.org/10.3390/foods12112144>

Fotou, E., Moulasioti, V., Papadopoulos, G. A., Kyriakou, D., Boti, M. E., Moussis, V., Papadami, M., Tellis, C., Patsias, A., Sarrigeorgiou, I., Theodoridis, A., Lymberi, P., Tsiouris, V., Tsikaris, V., & Tsoukatos, D. (2024). Effect of farming system type on broilers’ antioxidant status, performance, and carcass traits: An industrial-scale production study. *Sustainability*, 16(11), 4782. <https://doi.org/10.3390/su16114782>

Gerhardt, G. (2013). Utilização de carboidrases em dietas à base de milho e farelo de soja para frangos de corte. Tese da Universidade Federal do Rio Grande do Sul Faculdade De Medicina Veterinária, Porto Alegre.

Hartcher, K. M., & Lum, H. K. (2020). Genetic selection of broilers and welfare consequences: a review. *World’s Poultry Science Journal*, 76(1), 154–167. <https://doi.org/10.1080/00439339.2019.1680025>

Hondal, R. J. (2023). Selenium vitaminology: The connection between selenium, vitamin C, vitamin E, and ergothioneine. *Current Opinion in Chemical Biology*, 75, 102328, <https://doi.org/10.1016/j.cbpa.2023.102328>

IACA (2024). Anuário 2024. Associação Portuguesa dos Industriais de Alimentos Compostos para Animais. Lisboa, Portugal. 116 pp.

INE (2023). Estatísticas Agrícolas - 2023. Instituto Nacional de Estatística. Lisboa, Portugal. 157 pp.

INRAE-CIRAD-AFZ (2002). Tabelas do Instituto Nacional de Recherche pour l’Agriculture, l’Alimentation et l’Environnement [online]. Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement et Association Française de Zootechnie. Data de acesso: 06 de fevereiro 2025. Disponível na Internet via <https://feedtables.com/content/table-feed-profile>

- Jawhar, S.A., ÇAM, M.A., Habibi, E., Yilmaz, Ö. F. (2024). Effects of climate change on animal production. *Journal of Natural Science Review*, 2(2), 1-14. <https://kujnsr.com> e-ISSN: 3006-7804
- Karmakar R, Das I, Dutta D, Rakshit A. (2016). Potential Effects of Climate Change on Soil Properties: A review. *Science International*, 4, 51-73. <https://doi.org/10.17311/sciintl.2016.51.73>
- Kennedy, O. B., Stewart-Knox, B. J., Mitchell, P. C., & Thurnham, D. I. (2004). Consumer perceptions of poultry meat: a qualitative analysis. *Nutrition & Food Science*, 34(3), 122–129. <https://doi.org/10.1108/00346650410536746>
- Kleyn, R., Chrystal, P. (2020). *Broiler Nutrition: Masterclass*. Context 2020. ISBN 978-1899043-83-5
- Kralik, G., Kralik, Z., Grčević, M., & Hanžek, D. (2018). Quality of Chicken Meat. In *Animal Husbandry and Nutrition*. Ed(s). Yücel, B. & Taşkin, T. InTechOpen. London, United Kingdom. <https://doi.org/10.5772/intechopen.72865>
- Lange, K. W., & Nakamura, Y. (2021). Edible insects as future food: chances and challenges. *Journal of Future Foods*, 1(1), 38–46. <https://doi.org/10.1016/j.jfutfo.2021.10.001>
- Lawal, R. A., Martin, S. H., Vanmechelen, K., Vereijken, A., Silva, P., Al-Atiyat, R. M., Aljumaah, R. S., Mwacharo, J. M., Wu, D. D., Zhang, Y. P., Hocking, P. M., Smith, J., Wragg, D., & Hanotte, O. (2020). The wild species genome ancestry of domestic chickens. *BMC Biology*, 18,13. <https://doi.org/10.1186/s12915-020-0738-1>
- Levitsky, A., Legorov, B., Makarynska, A., Lapinska, A., Vorona, N. (2023). Optimization of the fatty acid composition of feed products. Problems and perspectives. *Grain Products and Mixed Fodder's*, 23(3), 6-14. <https://doi.org/10.15673/gpmf.v23i3.2733>
- Li, Y., Luo, C., Wang, J., & Guo, F. (2017). Effects of different raising systems on growth performance, carcass, and meat quality of medium-growing chickens. *Journal of Applied Animal Research*, 45(1), 326–330. <https://doi.org/10.1080/09712119.2016.1190735>
- López-Osorio, S., Chaparro-Gutiérrez, J. J., & Gómez-Osorio, L. M. (2020). Overview of poultry *Eimeria* life cycle and host-parasite interactions. *Frontiers in Veterinary Science*, 7, 384. <https://doi.org/10.3389/fvets.2020.00384>
- Lu, S., Bai, X., Li, W. & Wang, N. (2019). Impacts of climate change on water resources and grain production. *Technological Forecasting & Social Change*, 143, 76-84. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2019.01.015>
- Mariano, T. (2024). Desafios sustentáveis da avicultura em Portugal. *Voz Do Campo* [online]. Data de acesso: 19 de fevereiro 2025. Disponível em <https://vozdocampo.pt/arquivo/33545>

- Martins, R. R., Silva, L. J. G., Pereira, A. M. P. T., Esteves, A., Duarte, S. C., & Pena, A. (2022). Coccidiostats and poultry: A comprehensive review and current legislation. *Foods* 11(18), 2738. <https://doi.org/10.3390/foods11182738>
- Merino, G., Barange, M., & Mullon, C. (2010). Climate variability and change scenarios for a marine commodity: Modelling small pelagic fish, fisheries and fishmeal in a globalized market. *Journal of Marine Systems*, 81(1–2), 196–205. <https://doi.org/10.1016/j.jmarsys.2009.12.010>
- Mohammadi-Moghaddam, T., Bakhshabadi, H., Bojmehrani, A., Valdes, M. E., & Morshedi, A. (2025). The effect of optimizing the stripping and drying parameters during industrial extraction on the physicochemical properties of soybean oil. *Processes*, 13(2), 541. <https://doi.org/10.3390/pr13020541>
- Moss, A. F., Khoddami, A., Chrystal, P. v., Sorbara, J. O. B., Cowieson, A. J., Selle, P. H., & Liu, S. Y. (2020). Starch digestibility and energy utilisation of maize- and wheat-based diets is superior to sorghum-based diets in broiler chickens offered diets supplemented with phytase and xylanase. *Animal Feed Science and Technology*, 264, 114475. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2020.114475>
- Munyaka, P. M., Nandha, N. K., Kiarie, E., Nyachoti, C. M., & Khafipour, E. (2016). Impact of combined  $\beta$ -glucanase and xylanase enzymes on growth performance, nutrients utilization and gut microbiota in broiler chickens fed corn or wheat-based diets. *Poultry Science*, 95(3), 528–540. <https://doi.org/10.3382/ps/pev333>
- Mykhailovych, K. P. (2024). Expediency of returning to the extensive poultry industry in the production of organic products. *Book of Abstracts of the VI Conference on Education and Science of Today: Intersectoral Issues and Development of Sciences*. March 29, Cambridge, UK. <https://doi.org/10.36074/logos-29.03.2024044>
- Nair, R. M., Boddepalli, V. N., Yan, M. R., Kumar, V., Gill, B., Pan, R. S., Wang, C., Hartman, G. L., Silva e Souza, R., & Somta, P. (2023). Global Status of Vegetable Soybean. *Plants*, 12(3), 609. <https://doi.org/10.3390/plants12030609>
- Nam, J. H., Kim, D., Hyun, J. Y., Jin, H. J., Choi, Y. S., Cho, J. H., Lee, B. K., Chun, J.Y. Current status and prospects of animal feed insect industry. *Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition*, 51(5), 395-402. <https://doi.org/10.3746/jkfn.2022.51.5.395>
- Neeteson, A. M., Avendaño, S., Koerhuis, A., Duggan, B., Souza, E., Mason, J., Ralph, J., Rohlf, P., Burnside, T., Kranis, A., & Bailey, R. (2023). Evolutions in Commercial Meat Poultry Breeding. *Animals*, 13(19), 3150. <https://doi.org/10.3390/ani13193150>
- Nunes, M. L. (2024). Alimentar. *Anuário do Setor Agroalimentar de Portugal*, 1-8.

ONU (2015). OMS classifica como cancerígenas carnes processadas. ONU News, Perspectiva Global Reportagens Humanas [online]. Organização das Nações Unidas. Data de acesso: 3 de abril 2025. Disponível em <https://news.un.org/pt/story/2015/10/1529591>

Ordoñez-Araque, R., Quishpillo-Miranda, N., & Ramos-Guerrero, L. (2022). Edible insects for humans and animals: nutritional composition and an option for mitigating environmental damage. *Insects*, 13(10),944. <https://doi.org/10.3390/insects13100944>

Oviedo-Rondó, E. O., Murakami, A. E., Furlan, A. C., Moreira, I., & Macari, M. (2001). Sodium and chloride requirements of young broiler chickens fed corn-soybean diets (one to twenty-one days of age). *Poultry Science*, 80(5), 592-598, <https://doi.org/10.1093/ps/80.5.592>

Pessôa, G. B. S., Tavenari, F. de C., Vieira, R.A., & Albino, L. F. T. (2012). Novos conceitos em nutrição de aves. *Revista Brasileira de Saúde em Produção Animal*, 13(3),755-774.

Phibro Saúde Animal (2025). Coccidiose é desafio para a avicultura nos meses mais frios do ano. Rotina e monitoramento são fundamentais para a prevenção da doença. *AviNews* [online]. Data de acesso: 8 de abril 2025. Disponível na Internet via <https://avinews.com/pt-br/coccidiose-e-desafio-para-a-avicultura-nos-meses-mais-frios-do-ano-rotina-e-monitoramento-sao-fundamentais-para-a-prevencao-da-doenca/>

Pope, T., Loupe, L. N., Townsend, J. A., & Emmert, J. L. (2002). Growth performance of broilers using a phase-feeding approach with diets switched every other day from forty-two to sixty-three days of age. *Poultry Science*, 81(4), 466-471. <https://doi.org/10.1093/ps/81.4.466>

Quiroz-Castañeda, R. E., & Dantán-González, E. (2015). Control of avian coccidiosis: Future and present natural alternatives. *BioMed Research International*, 2015, 430610. <https://doi.org/10.1155/2015/430610>

Reallymeats. (2025). Os segredos da dieta de Cristiano Ronaldo [online]. Data de acesso: 23 de março de 2025. Disponível em <https://reallyeats.com/stories/cristiano-ronaldo-diet/>

Rocchi, L., Paolotti, L., Rosati, A., Boggia, A., & Castellini, C. (2019). Assessing the sustainability of different poultry production systems: A multicriteria approach. *Journal of Cleaner Production*, 211, 103–114. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.11.013>

Rostagno, H. S. et al. (2024). Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais (5ª ed.). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Mato Grosso, Brasil.

Rubin, C. J., Zody, M. C., Eriksson, J., Meadows, J. R. S., Sherwood, E., Webster, M. T., Jiang, L., Ingman, M., Sharpe, T., Ka, S., Hallböök, F., Besnier, F., Carlborg, R., Bedhom, B., Tixier-Boichard, M., Jensen, P., Siegel, P., Lindblad-Toh, K., & Andersson, L. (2010). Whole-genome

resequencing reveals loci under selection during chicken domestication. *Nature*, 464(7288), 587–591. <https://doi.org/10.1038/nature08832>

Salami, S. A., Guinguina, A., Agboola, J. O., Omede, A. A., Agbonlahor, E. M., & Tayyab, U. (2016). Review: In vivo and postmortem effects of feed antioxidants in livestock: A review of the implications on authorization of antioxidant feed additives. *Animal*, 10(8), 1375–1390. <https://doi.org/10.1017/S1751731115002967>

Salter, A. M., & Lopez-Viso, C. (2021). Role of novel protein sources in sustainably meeting future global requirements. *Proceedings of the Nutrition Society*, 80(2), 186–194. <https://doi.org/10.1017/S0029665121000513>

Santomá, G., & G.G. Mateos. (2018). *Necesidades Nutricionales para Avicultura Normas FEDNA (2º edición)*. Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal. Madrid, España. 194 pp.

Santos-Sánchez, N.F., Salas-coronado, R., Villanueva-Cañongo, C., Hernández-Carlos, B. (2019). Antioxidant compounds and their antioxidants mechanism. In *Antioxidants*. Ed. Shalaby E., IntechOpen. London, United Kingdom. <https://doi.org/10.5772/intechopen.85270>

Shah, A. A., Totakul, P., Matra, M., Cherdthong, A., Hanboonsong, Y., & Wanapat, M. (2022). Nutritional composition of various insects and potential uses as alternative protein sources in animal diets. *Animal Bioscience*, 35(2), 317–331. <https://doi.org/10.5713/ab.21.0447>

Shanmugasundaram, R., Kappari, L., Pilewar, M., Jones, M. K., Olukosi, O. A., Pokoo-Aikins, A., Applegate, T. J., & Glenn, A. E. (2025). Exposure to subclinical doses of fumonisins, deoxynivalenol, and zearalenone affects immune response, amino acid digestibility, and intestinal morphology in broiler chickens. *Toxins*, 17(1), 16. <https://doi.org/10.3390/toxins17010016>

Shariatmadari, F. (2009). Feeding schedules for broiler chickens. *World's Poultry Science Journal*, 65(3), 393–400. <https://doi.org/10.1017/S0043933909000282>

Shi, S., Liu, G., & Hu, Y. (2022). An optimal dietary sodium chloride supplemental level of broiler chicks fed a corn-soybean meal diet from 1 to 21 days of age. *Frontiers in Veterinary Science*, 9, 1077750. <https://doi.org/10.3389/fvets.1077750>

Soares, C. M. G., Abrunhosa, L., Venâncio, A. (2013). Fungos produtores de micotoxinas: impacto na segurança alimentar. *Magazine Sociedade Portuguesa de Microbiologia*.

Soares, M. (2019). *Produção Avícola em Portugal: Evolução e perspectivas*. AGROPORTAL [online]. Data de acesso: 13 de fevereiro 2025. Disponível em <https://www.agroportal.pt/producao-avicola-em-portugal-evolucao-e-perspectivas-manuel-chaveiro-soares/>

- Świątkiewicz, M., Witaszek, K., Sosin, E., Pilarski, K., Szymczyk, B., & Durczak, K. (2021). The nutritional value and safety of genetically unmodified soybeans and soybean feed products in the nutrition of farm animals. *Agronomy*, 11(6), 1105. <https://doi.org/10.3390/agronomy11061105>
- Tang, C., Yang, D., Liao, H., Sun H., Liu, C., Wei, L., Li, F. (2019). Edible insects as a food source: a review. *Food Production, Processing and Nutrition*, 1, 8. <https://doi.org/10.1186/s43014-019-0008-1>
- Tiboldo, G., Arata, L., & Coderoni, S. (2024). Back to the future: Are consumers ready to eat insect-fed poultry food products from a circular farming system? An assessment for Italy. *Future Foods*, 9, 100290. <https://doi.org/10.1016/j.fufo.2023.100290>
- Tixier-Boichard, M., Bed'Hom, B., & Rognon, X. (2011). Chicken domestication: From archeology to genomics. *Comptes Rendus – Biologies*, 334(39), 197–204. <https://doi.org/10.1016/j.crvi.2010.12.012>
- Viana, C. M., Freire, D., Abrantes, P., & Rocha, J. (2021). Evolution of agricultural production in Portugal during 1850–2018: A geographical and historical perspective. *Land*, 10(8), 776. <https://doi.org/10.3390/land10080776>
- Van Doorn, D. (2016). Natural coccidiosis prevention concept. *Poultry World*.
- Vandana, G. D., Sejian, V., Lees, A. M., Pragna, P., Silpa, M. v., & Maloney, S. K. (2021). Heat stress and poultry production: impact and amelioration. *International Journal of Biometeorology*, 65(2), 163–179. <https://doi.org/10.1007/s00484-020-02023-7>
- Vila-Donat, P., Marín, S., Sanchis, V., & Ramos, A. J. (2018). A review of the mycotoxin adsorbing agents, with an emphasis on their multi-binding capacity, for animal feed decontamination. *Food and Chemical Toxicology*, 114, 246–259. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2018.02.044>
- Wang, J., Jia, R., Gong, H., Celi, P., Zhuo, Y., Ding, X., Bai, S., Zeng, Q., Yin, H., Xu, S., Liu, J., Mao, X., & Zhang, K. (2021). The effect of oxidative stress on the chicken ovary: Involvement of microbiota and melatonin interventions. *Antioxidants*, 10(9), 1422. <https://doi.org/10.3390/antiox10091422>
- Wang, J., Si, W., Du, Z., Zhang, J., & Xue, M. (2022). Antioxidants in animal feed. *antioxidants*, 11(9), 1760. <https://doi.org/10.3390/antiox11091760>
- Wang, K. H., Shi, S. R., Dou, T. C., & Sun, H. J. (2009). Effect of a free-range raising system on growth performance, carcass yield, and meat quality of slow-growing chicken. *Poultry Science*, 88(10), 2219–2223. <https://doi.org/10.3382/ps.2008-00423>

Wang, M. S., Thakur, M., Peng, M. S., Jiang, Y., Frantz, L. A. F., Li, M., Zhang, J. J., Wang, S., Peters, J., Otecko, N. O., Suwannapoom, C., Guo, X., Zheng, Z. Q., Esmailizadeh, A., Hirimuthugoda, N. Y., Ashari, H., Suladari, S., Zein, M. S. A., Kusza, S., soharin, S., Kharrati-Koopae, H., Shen, Q. K., Zeng, L., Yang, M.M., Wu, Y.J., Yang, X.Y., Lu, X.M., Jia, X.Z., Nie, Q.H., Lamount, S.J., Lasagna, E., Ceccobelli, S., Gunwardana, H.G., Senasige, T.H., Feng, S.H., Si, J.F., Zhang, H., Jin, J.Q., Li, M.L., Liu, Y.H., Chen, H.H., Ma, C., Dai, S.S., Bhuiyca, A.K.F.H., Han, M.S., Silva, G.L.L.P., Le, T.T., Mway, O.A., Ibrakim, M. N.H., Supplie, M., Shapiro, B., Hanotlthe, O., Zhang, C., Larson, G., Han, J.L., Wu, D.D., Zhang, Y. P. (2020). 863 genomes reveal the origin and domestication of chicken. *Cell Research*, 30(8), 693–701. <https://doi.org/10.1038/s41422-020-0349-y>

West, B. & Z. B. X. (1988). Did chickens go North? New evidence for domestication. *Journal Archaeological Science*, 15(5), 515–533. [https://doi.org/10.1016/0305-4403\(88\)90080-5](https://doi.org/10.1016/0305-4403(88)90080-5)

## 9. Anexos

Anexo 1. Especificações nutricionais para frangos de carne ROSS 308 alimentados à base de proteína vegetal, com meta de peso vivo de 1,7-3,5 kg (AVIAGEN, 2022).

		Inicial	Fase de crescimento 1	Fase de crescimento 2	Final 1	Final 2
<b>Idade</b>	dias	0-10	11-20	21-30	31-40	41-mercado
<b>Energia por kg</b>	kcal	2975	3050	3075	3100	3125
	MJ	12,4	12,8	12,9	13,0	13,1
<b>Energia por lb</b>	kcal	1349	1383	1395	1406	1417
<b>AMINOÁCIDOS<sup>1</sup></b>						
<b>Lisina</b>	%	1,26	1,14	1,06	1,02	0,98
Metionina + Cistina	%	0,96	0,89	0,84	0,82	0,78
Metionina	%	0,53	0,49	0,47	0,45	0,43
Treonina	%	0,84	0,76	0,71	0,68	0,66
Valina	%	0,96	0,88	0,83	0,80	0,76
Isoleucina	%	0,84	0,78	0,73	0,70	0,68
Arginina	%	1,31	1,20	1,12	1,09	1,06
Triptofano	%	0,20	0,18	0,17	0,16	0,16
Leucina	%	1,39	1,25	1,17	1,12	1,08
<b>Proteína Bruta<sup>2</sup></b>	%	22,0	20,5	19,0	18,0	17,5
<b>MINERAIS</b>						
Cálcio	%	0,95	0,75	0,70	0,65	0,60
Fósforo disponível	%	0,50	0,42	0,39	0,36	0,34
Magnésio	%	0,05-0,30	0,05-0,30	0,05-0,30	0,05-0,3	0,05-0,30
Sódio	%	0,18-0,23	0,18-0,23	0,18-0,23	0,18-0,23	0,18-0,23
Cloreto	%	0,18-0,23	0,18-0,23	0,18-0,23	0,18-0,23	0,18-0,23
Potássio	%	0,60-0,90	0,60-0,90	0,60-0,90	0,60-0,90	0,60-0,90
<b>SUPLEMENTAÇÃO DE MICROMINERAIS POR KG</b>						
Cobre	mg	16	16	16	16	16
Iodo	mg	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25
Ferro	mg	20	20	20	20	20
Manganês	mg	120	120	120	120	120
Selênio	mg	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
Zinco	mg	120	120	120	120	120
<b>SUPLEMENTAÇÃO DE VITAMINAS POR KG</b>						
Vitamina A	UI	13000	11000	10000	10000	10000
Vitamina D <sub>3</sub>	UI	5000	4500	4000	4000	4000
Vitamina E	UI	80	65	55	55	55
Vitamina K (Menadiona)	mg	4,0	3,6	3,2	3,2	3,2
Tiamina (B <sub>1</sub> )	mg	5	4	3	3	3
Riboflavina (B <sub>2</sub> )	mg	9	8	7	7	7
Niacina	mg	70	65	50	50	50
Ácido Pantotênico	mg	25	20	15	15	15
Piridoxina (B <sub>6</sub> )	mg	5	4	3	3	3
Biotina	mg	0,35	0,28	0,22	0,22	0,22
Ácido Bórico	mg	2,5	2,0	1,8	1,8	1,8
Vitamina B <sub>12</sub>	mg	0,02	0,018	0,016	0,016	0,016
<b>ESPECIFICAÇÕES MÍNIMAS</b>						
Colina por kg	mg	1700	1600	1500	1450	1450
Ácido Linoleico	%	1,25	1,20	1,00	1,00	1,00

Anexo 2. Composição em ingredientes e composição nutricional estimada da formulação convencional desenvolvida para a fase de iniciação (0-10 dias) de frangos Ross 308.

Formula basic data

Code : 104MB Name : PINTOS INICIAÇÃO (0-10D)  
 Sell price: 0.0 Batch [Kg]: 500.0 Group code:  
 Cost : 322.833 Created : 15/05/25 Version :  
 Margin : -322.833 Updated : 26/05/25 FM origin : 104MB  
 Tonnes : 0.0 User name : adriana.ad VM key : 104MB

External reference:  
 Script file name :

Analysis

[VOL]	%		TRE DA	%		AC FOLICO	mg	
EMA	Kcal/kg	2974.97745	TRI DA	%	0.233947	BIOTINA	mcg	349.999675
PB	%	21.999947	ARG DA	%	1.309998	COLINA	mg	1703.935339
GB	%	4.626643	P TOT	%	0.499998	COBRE	mg	16.0
FB	%	3.461528	P DIS	%	0.416388	FERRO	mg	20.00001
ADF	%	4.475852	CA	%	0.95	iodo	mg	1.250003
NDF	%	11.132774	NA	%	0.18	SELENIO	mg	0.300001
ADL	%	0.569147	K	%	0.97558	MAGNESIO	mg	0.168806
CT	%	4.987998	CL	%	0.230134	B H T	mg	20.0
AM	%	36.49923	AC LIN	%	2.371923	VAL	%	1.11824
AM+AC	%	40.003413	VIT A	UI	12999.999987	ILE	%	0.909998
LIS	%	1.37535	VIT D3	UI	5000.0	LEU	%	1.681284
MET	%	0.687707	VIT E	UI	80.0	VAL DA	%	0.959998
M+C	%	1.03372	VIT K3	mg	4.0	ILE DA	%	0.784944
TREO	%	0.939219	VIT B1	mg	4.999999	LEU DA	%	1.499532
TRIP	%	0.251741	VIT B2	mg	9.0	ZN SULF	mg	119.999985
ARG	%	1.433454	VIT B6	mg	4.999995	QUANBLUE	FTU/kg	750.0
LIS DA	%	1.259999	VIT B12	mcg	20.0	ECONASE	BKU/kg	16000.0
MET DA	%	0.656181	AC NICOTIN	mg	70.0	MN SULF	mg	120.000008
M+C DA	%	0.959998	AC PANTOT	mg	24.999996	DECOQ	mg	33.0

Raw material	Available	%	[Kg]	Tonnes
599 Colina Liquida 75%	[X]	0.06	0.3	0.0
950 PREM.104	[X]	1.0	5.0	0.0
101MB BAGAÇO DE SOJA 44%	[X]	35.577129	177.886	0.0
1MB MILHO	[X]	38.252253	191.261	0.0
241MB OLEO VEGETAL SOJA	[X]	2.48659	12.433	0.0
500MB SAL	[X]	0.174612	0.873	0.0
501MB CARBONATO DE CALCIO	[X]	1.151913	5.76	0.0
502MB FOSFATO MONOCALCICO	[X]	0.579225	2.896	0.0
700MB L-LISINA	[X]	0.344618	1.723	0.0
701MB DL-METIONINA	[X]	0.373662	1.868	0.0
9MB TRIGO	[X]	20.0	100.0	0.0
		100.0	500.0	0.0

Anexo 3. Composição em ingredientes e composição nutricional estimada da formulação convencional desenvolvida para a fase de crescimento (11-20 dias) de frangos Ross 308.

Formula basic data

-----  
 Code : 114MB Name : FRANGOS CRESCIMENTO(11-20D)  
 Sell price: 0.0 Batch [Kg]: 500.0 Group code:  
 Cost : 313.919 Created : 15/05/25 Version :  
 Margin : -313.919 Updated : 23/05/25 FM origin : 104MB  
 Tonnes : 0.0 User name : margarida VM key : 104MB

External reference:  
 Script file name :

Analysis

[VOL]	%	:	100.0	TRI DA	%	:	0.216824	COLINA	mg	:	1600.34573
ENR	Kcal/kg	:	3049.99802	ARG DA	%	:	1.2	COBRE	mg	:	16.0
PB	%	:	20.499995	P TOT	%	:	0.42	FERRO	mg	:	20.00001
GB	%	:	5.038587	P DIS	%	:	0.348131	IODO	mg	:	1.250003
FB	%	:	3.343643	CA	%	:	0.75	SELENIO	mg	:	0.300001
ADF	%	:	4.31893	NA	%	:	0.18	MAGNESIO	mg	:	0.159302
NDF	%	:	11.112229	K	%	:	0.903596	B H T	mg	:	20.0
ADL	%	:	0.571692	CL	%	:	0.230012	VAL	%	:	1.029198
CT	%	:	4.214307	AC LIN	%	:	2.594573	ILE	%	:	0.844741
RM	%	:	39.271963	VIT A	UI	:	10000.00009	LEU	%	:	1.59315
AM+AÇ	%	:	42.573326	VIT D3	UI	:	4500.000045	VAL DA	%	:	0.88
LIS	%	:	1.244873	VIT E	UI	:	65.000001	ILE DA	%	:	0.727754
MET	%	:	0.630062	VIT K3	mg	:	3.6	LEU DA	%	:	1.425359
M+C	%	:	0.957757	VIT B1	mg	:	4.000007	ZN SULF	mg	:	119.999986
TREO	%	:	0.850866	VIT B2	mg	:	8.0	QUANBLUE	FTU/kg	:	750.000007
TRIP	%	:	0.232531	VIT B6	mg	:	3.999996	ECONASE	BXU/kg	:	16000.00016
ARG	%	:	1.311851	VIT B12	mcg	:	18.0	MN SULF	mg	:	120.000009
LIS DA	%	:	1.14	AC NICOTIN	mg	:	65.000001	BECCQ	mg	:	0-0
MET DA	%	:	0.600367	AC PANTOT	mg	:	19.999987	AMPROLIO	ppm	:	125.000001
M+C DA	%	:	0.89	AC FOLICO	mg	:	2.000002				
TRE DA	%	:	0.76	BIOTINA	mcg	:	279.999461				

Raw material	Available	%	[Kg]	Tonnes
599 Colina Líquida 75%	[X]	0.056	0.28	0.0
931 PREM.114	[X]	1.0	5.0	0.0
101MB BAGAÇO DE SOJA 44%	[X]	31.750682	158.753	0.0
1MB MILHO	[X]	42.587637	212.938	0.0
241MB OLÉO VEGETAL SOJA	[X]	2.805789	14.029	0.0
500MB SAL	[X]	0.191605	0.958	0.0
501MB CARBONATO DE CALCIO	[X]	0.700434	3.502	0.0
502MB FOSFATO MONOCALCICO	[X]	0.278879	1.394	0.0
700MB L-LISINA	[X]	0.296582	1.483	0.0
701MB DL-METIONINA	[X]	0.332391	1.662	0.0
9MB TRIGO	[X]	20.0	100.0	0.0
		100.0	500.0	0.0

06k05

Anexo 4. Composição em ingredientes e composição nutricional estimada da formulação convencional desenvolvida para a fase de acabamento (21 dias-abate) de frangos Ross 308.

Formula basic data

```

-----
Code      : 116MB      Name      : FRANGOS ENGORDA (21-ABATE)

Sell price:      0.0      Batch [Kg]:      500.0      Group code:
Cost           : 308.69      Created   : 15/05/25      Version   :
Margin        : -308.69     Updated   : 23/05/25      FM origin : 104MB
Tonnes       :      0.0      User name : margarida      VM key    : 104MB
    
```

External reference:  
Script file name :

Analysis

[VOL]	%	:	100.0	TRI DA	%	:	0.196821	COLINA	mg	:	1505.087463
EMA	Kcal/kg	:	3074.970849	ARG DA	%	:	1.119997	COBRE	mg	:	16.0
PB	%	:	18.999932	P TOT	%	:	0.389998	FERRO	mg	:	20.00001
GB	%	:	4.752906	P DIS	%	:	0.327262	iodo	mg	:	1.250003
FB	%	:	3.203549	CA	%	:	0.7	SELENIO	mg	:	0.300001
ADF	%	:	4.132669	NA	%	:	0.18	MAGNESIO	mg	:	0.150726
NDF	%	:	11.075589	K	%	:	0.820209	B H T	mg	:	20.0
ADL	%	:	0.574078	CL	%	:	0.230173	VAL	%	:	0.968603
CT	%	:	3.879088	AC LIN	%	:	2.438622	ILE	%	:	0.768424
AM	%	:	42.427947	VIT A	UI	:	10000.00009	LEU	%	:	1.489426
AM+AC	%	:	45.491314	VIT D3	UI	:	4000.00004	VAL DA	%	:	0.829997
LIS	%	:	1.151955	VIT E	UI	:	55.000001	ILE DA	%	:	0.660861
MET	%	:	0.594581	VIT K3	mg	:	3.2	LEU DA	%	:	1.337953
M+C	%	:	0.900753	VIT B1	mg	:	2.999996	ZN SULF	mg	:	119.999986
TREO	%	:	0.79086	VIT B2	mg	:	7.0	QUANBLUE	FTU/kg	:	750.000008
TRIP	%	:	0.210085	VIT B6	mg	:	2.999997	ECONASE	BXU/kg	:	16000.00016
ARG	%	:	1.220201	VIT B12	mcg	:	16.0	MN SULF	mg	:	120.000009
LIS DA	%	:	1.052998	AC NICOTIN	mg	:	50.000001	DECCQ	mg	:	0.0
MET DA	%	:	0.567039	AC PANTOT	mg	:	14.999978	AMPROLIO	ppm	:	125.000001
M+C DA	%	:	0.839998	AC FOLICO	mg	:	1.8				
TRE DA	%	:	0.709998	BIOTINA	mcg	:	219.998934				

Raw material	Available	%	[Kg]	Tonnes
599 Colina Liquida 75%	[X]	0.056	0.28	0.0
932 PREM.114 FIN	[X]	1.0	5.0	0.0
101MB BAGAÇO DE SOJA 44%	[X]	27.29332	136.467	0.0
1MB MILHO	[X]	47.522344	237.612	0.0
241MB OLEO VEGETAL SOJA	[X]	2.412285	12.061	0.0
500MB SAL	[X]	0.184594	0.923	0.0
501MB CARBONATO DE CALCIO	[X]	0.689256	3.446	0.0
502MB FOSFATO MONOCALCICO	[X]	0.209876	1.049	0.0
700MB L-LISINA	[X]	0.315833	1.579	0.0
701MB DL-METIONINA	[X]	0.316492	1.582	0.0
9MB TRIGO	[X]	20.0	100.0	0.0
		100.0	500.0	0.0

Uskos

Anexo 5. Composição em ingredientes e composição nutricional estimada da formulação alternativa desenvolvida para a fase de iniciação (0-10 dias) de frangos Ross 308.

Formula basic data

```

Code      : 104MB      Name      : PINTOS INICIAÇÃO (0-10D)

Sell price:      0.0      Batch [Kg]:      500.0      Group code:
Cost           : 1840.83   Created  : 20/05/25   Version  :
Margin        : -1840.83  Updated  : 28/05/25   FM origin: 104MB
Tonnes       : 0.0       User name: adriana.ad  VM key   : 104MB
    
```

External reference:  
Script file name :

Analysis

[VOL]	%	:	100.0	TRE DA	%	:	0.840002	AC FOLICO	mg	:	2.500001
EMA	Kcal/kg	:	2975.022436	TRI DA	%	:	0.263316	BIOTINA	mcg	:	350.000638
PB	%	:	22.000053	ARG DA	%	:	1.310002	COLINA	mg	:	1696.085617
GB	%	:	4.508804	P TOT	%	:	0.500002	COBRE	mg	:	16.000005
FB	%	:	3.99305	P DIS	%	:	0.44525	FERRO	mg	:	19.999981
ADF	%	:	4.707399	CA	%	:	0.95	iodo	mg	:	1.249995
NDF	%	:	11.990806	NA	%	:	0.18	SELENIO	mg	:	0.299998
ADL	%	:	0.639642	K	%	:	0.827195	MAGNESIO	mg	:	0.172735
CT	%	:	5.156665	CL	%	:	0.229867	B H T	mg	:	19.999981
AM	%	:	39.048335	AC LIN	%	:	1.579447	VAL	%	:	1.154124
AM+AC	%	:	42.181153	VIT A	UI	:	12999.980377	ILE	%	:	0.789812
LIS	%	:	1.375851	VIT D3	UI	:	4999.99515	LEU	%	:	1.538779
MET	%	:	0.731875	VIT E	UI	:	79.999992	VAL DA	%	:	0.960002
M+C	%	:	1.040532	VIT K3	mg	:	3.999996	ILE DA	%	:	0.68596
TREO	%	:	0.965086	VIT B1	mg	:	5.000007	LEU DA	%	:	1.4253
TRIP	%	:	0.253173	VIT B2	mg	:	8.999984	ZN SULF	mg	:	120.000024
ARG	%	:	1.459084	VIT B6	mg	:	4.999995	QUANBLUE	PTU/kg	:	749.999622
LIS DA	%	:	1.260001	VIT B12	mcg	:	19.999981	ECOMASE	EXU/kg	:	16000.00688
MET DA	%	:	0.736034	AC NICOTIN	mg	:	70.000002	MN SULF	mg	:	120.000005
M+C DA	%	:	0.960002	AC PANTOT	mg	:	24.999967	DECOQ	mg	:	32.999997

Raw material	Available	%	[Kg]	Tonnes
599 Colina Liquida 75%	[X]	✓ 0.07	0.35	0.0
951 PREM.106	[X]	1.4	7.0	0.0
101MB BAGAÇO DE SOJA 44%	[X]	24.434413	122.172	0.0
1MB MILHO	[X]	51.493934	257.47	0.0
500MB SAL	[X]	✓ 0.112278	0.561	0.0
501MB CARBONATO DE CALCIO	[X]	1.108429	5.542	0.0
502MB FOSFATO MONOCALCICO	[X]	0.533896	2.669	0.0
700MB L-LISINA	[X]	✓ 0.432918	2.165	0.0
701MB DL-METIONINA	[X]	✓ 0.414133	2.071	0.0
8MB FARINHA DE INSETOS	[X]	✓ 10.0	50.0	0.0
9MB TRIGO	[X]	✓ 10.0	50.0	0.0
		100.0	500.0	0.0

l&k0s

Anexo 6. Composição em ingredientes e composição nutricional estimada da formulação alternativa desenvolvida para a fase de iniciação (11-20 dias) de frangos Ross 308.

Formula basic data

-----  
 Code : 115MB Name : FRANGOS CRESCIMENTO(11-20D)  
 Sell price: 0.0 Batch [Kg]: 500.0 Group code:  
 Cost : 1830.552 Created : 20/05/25 Version :  
 Margin : -1830.552 Updated : 26/05/25 FM origin : 104MB  
 Tonnes : 0.0 User name : adriana.ad VM key : 104MB

External reference:  
 Script file name :

Analysis

[VOL]	%	:	100.0	TRI DA	%	:	0.250195	COLINA	mg	:	1597.177649
EMA	Kcal/kg	:	3050.01619	ARG DA	%	:	1.200002	COBRE	mg	:	16.000005
PB	%	:	20.500038	P TOT	%	:	0.420001	FERRO	mg	:	19.999998
GB	%	:	4.440555	P DIS	%	:	0.384149	iodo	mg	:	1.249995
FB	%	:	3.834746	CA	%	:	0.750001	SELENIO	mg	:	0.299998
ADF	%	:	4.526132	NA	%	:	0.18	MAGNESIO	mg	:	0.160248
NDF	%	:	12.04262	K	%	:	0.735538	B H T	mg	:	19.999998
ADL	%	:	0.694592	CL	%	:	0.229904	VAL	%	:	1.068249
CT	%	:	4.1434	AC LIN	%	:	1.535706	ILE	%	:	0.717683
AM	%	:	42.706458	VIT A	UI	:	9967.99999	LEU	%	:	1.397982
AM+AC	%	:	45.629608	VIT D3	UI	:	4493.601	VAL DA	%	:	0.880002
LIS	%	:	1.239894	VIT E	UI	:	64.99997	ILE DA	%	:	0.616881
NET	%	:	0.662028	VIT K3	mg	:	3.600002	LEU DA	%	:	1.300615
M+C	%	:	0.954495	VIT B1	mg	:	4.000011	ZN SULF	mg	:	120.00002
TREO	%	:	0.867504	VIT B2	mg	:	7.999992	QUANBLUE	FTU/kg	:	749.9996
TRIP	%	:	0.233457	VIT B6	mg	:	3.999996	ECONASE	BXU/kg	:	16000.0064
ARG	%	:	1.336475	VIT B12	mcg	:	17.99994	MN SULF	mg	:	120.000002
LIS DA	%	:	1.140001	AC NICOTIN	mg	:	65.00004	DECOQ	mg	:	0.0
MET DA	%	:	0.6688	AC PANTOT	mg	:	19.999987	AMPROLIO	ppm	:	125.000004
M+C DA	%	:	0.890001	AC FOLICO	mg	:	1.999993				
TRE DA	%	:	0.760001	BIOTINA	mcg	:	280.000754				

Raw material	Available	%	[Kg]	Tonnes
599 Colina Liquida 75%	[X]	0.066	0.33	0.0
930 PREM.115	[X]	1.4	7.0	0.0
101MB BAGAÇO DE SOJA 44%	[X]	19.079516	95.398	0.0
1MB MILHO	[X]	47.838934	239.195	0.0
500MB SAL	[X]	0.114318	0.572	0.0
501MB CARBONATO DE CALCIO	[X]	0.492768	2.464	0.0
502MB FOSFATO MONOCALCICO	[X]	0.229765	1.149	0.0
700MB L-LISINA	[X]	0.413858	2.069	0.0
701MB DL-METIONINA	[X]	0.364841	1.824	0.0
8MB FARINHA DE INSETOS	[X]	10.0	50.0	0.0
9MB TRIGO	[X]	20.0	100.0	0.0
-----				
		100.0	500.0	0.0
-----				

USKOS

Anexo 7. Composição em ingredientes e composição nutricional estimada da formulação alternativa desenvolvida para a fase de acabamento (21 dias-abate) de frangos Ross 308.

Formula basic data

```

Code      : 117MB      Name      : FRANGOS ENGORDA (21-ABATE)

Sell price: 0.0      Batch [Kg]: 500.0      Group code:
Cost      : 1828.01   Created   : 20/05/25     Version   :
Margin    : -1828.01 Updated    : 26/05/25     FM origin : 104MB
Tonnes    : 0.0       User name : adriana.ad    VM key    : 104MB
    
```

External reference:  
Script file name :

Analysis

[VOL]	%	:			%	:			%	:			%
EMA	Kcal/kg	:	100.0	TRI DA	%	:	0.227642	COLINA	ng	:	1496.317511		
PB	%	:	3075.021129	ARG DA	%	:	1.120002	COBRE	ng	:	16.000012		
GB	%	:	19.000005	P TOT	%	:	0.390002	FERRO	mg	:	19.999998		
FB	%	:	4.516618	P DIS	%	:	0.363692	IODO	ng	:	1.25001		
ADF	%	:	3.693725	CA	%	:	0.700016	SELENIO	ng	:	0.300003		
NDF	%	:	4.339733	NA	%	:	0.18	MAGNESIO	ng	:	0.152387		
ADL	%	:	11.946213	K	%	:	0.658156	B H T	ng	:	19.99995		
CT	%	:	0.693891	CL	%	:	0.229875	VAL	%	:	1.003499		
AM	%	:	4.032092	AC LIN	%	:	1.576962	ILE	%	:	0.641401		
AM+AÇ	%	:	45.205773	VIT A	UI	:	9599.999894	LEU	%	:	1.298518		
LIS	%	:	47.904143	VIT D3	UI	:	3920.002461	VAL DA	%	:	0.830002		
MET	%	:	1.151662	VIT E	UI	:	54.999974	ILE DA	%	:	0.554767		
M+C	%	:	0.633887	VIT K3	mg	:	3.199995	LEU DA	%	:	1.216236		
TREO	%	:	0.905887	VIT B1	mg	:	3.000005	ZN SULF	mg	:	119.999984		
TRIP	%	:	0.815246	VIT B2	mg	:	7.00002	QUANBLUE	FTU/kg	:	749.999993		
ARG	%	:	0.212724	VIT B6	mg	:	2.999997	ECONASE	EXU/kg	:	16000.00784		
LIS DA	%	:	1.24846	VIT B12	mcg	:	16.00005	MN SULF	mg	:	119.999991		
MET DA	%	:	1.060001	AC NICOTIN	mg	:	49.99995	DECOQ	mg	:	0.0		
M+C DA	%	:	0.641912	AC PANTOT	mg	:	15.000027	AMPROLIO	ppm	:	125.000008		
TRE DA	%	:	0.840002	AC FOLICO	mg	:	1.799993						
			0.710001	BIOTINA	mcg	:	220.000768						

Raw material	Available	%	[Kg]	Tonnes
599 Colina Liquida 75%	[X]	0.064	0.32	0.0
941 PREM. 117	[X]	1.5	7.5	0.0
101MB BAGAÇO DE SOJA 44%	[X]	15.030862	75.154	0.0
1MB MILHO	[X]	51.747278	258.736	0.0
500MB SAL	[X]	0.109701	0.549	0.0
501MB CARBONATO DE CALCIO	[X]	0.603271	3.016	0.0
502MB FOSFATO MONOCALCICO	[X]	0.161276	0.806	0.0
700MB L-LISINA *	[X]	0.428158	2.141	0.0
701MB DL-METIONINA *	[X]	0.355455	1.777	0.0
8MB FARINHA DE INSETOS	[X]	10.0	50.0	0.0
9MB TRIGO	[X]	20.0	100.0	0.0
		100.0	500.0	0.0

DskOS