



# Sostenibilità della produzione di polli da carne

## Indice

Sintesi .....	1
1. Polli, Pianeta, Persone: definire un modello sostenibile per la produzione di polli da carne.....	3
1.1. Definizione di sostenibilità .....	3
1.2. Sostenibilità della produzione di polli da carne .....	5
1.3. Valutare la sostenibilità della produzione di polli da carne .....	8
2. Polli.....	11
3. Pianeta.....	13
3.1. Interventi sui mangimi.....	13
3.2. Fase di produzione.....	21
3.3. Il lato della domanda: interventi sulla lavorazione e sui menu.....	23
4. Persone .....	27
4.1. Vantaggi sociali.....	27
4.2. Fattibilità economica .....	28
Conclusione .....	29
Riferimenti .....	31

## Sintesi

Questo report esamina come sviluppare un modello sostenibile per la produzione di polli da carne adottando un approccio completo, che tenga conto sia di fattori ambientali e sociali sia di criteri di benessere animale – un modello, insomma, imperniato su tre aree, cioè Polli, Pianeta e Persone. Per sostenibilità si intende un concetto olistico, basato sull'equilibrio tra responsabilità ambientale, fattibilità economica ed equità sociale. Nella produzione di polli da carne, questo si traduce nel minimizzare l'uso di risorse e le emissioni e promuovere al tempo stesso la salute e il benessere delle persone e degli animali.

L'allevamento di polli da carne ha un'impronta ambientale relativamente bassa rispetto ad altre produzioni animali, soprattutto per effetto della selezione genetica mirata a massimizzare il tasso di crescita e delle densità di allevamento elevate. Questi stessi fattori, però, determinano ripercussioni importanti sul benessere animale.

L'adozione dei criteri dello [European Chicken Commitment](#) (ECC) può migliorare notevolmente il benessere di miliardi di polli in tutto il mondo ma al contempo potrebbe causare un aumento delle emissioni di gas serra. Le stime dell'impatto ambientale rimangono incerte, perché gli strumenti di valutazione in uso non sono stati sottoposti a verifica e tengono conto solo in parte della natura complessa e multidimensionale della sostenibilità.

A ogni modo, tanto nei sistemi conformi all'ECC quanto negli altri, è possibile mitigare l'impatto ambientale attraverso una serie di pratiche. Una delle aree principali su cui intervenire è la produzione di mangimi, che è responsabile della maggior parte delle emissioni di gas serra nell'industria avicola. Qui si esplorano strategie promettenti come la modifica della composizione dei mangimi, scegliendo fonti proteiche alternative e ingredienti più sostenibili. Ma l'impatto ambientale si può ridimensionare anche usando energie rinnovabili e approntando una migliore gestione delle deiezioni. Si può poi intervenire sulla catena del valore, cambiando le pratiche di lavorazione ed educando i consumatori, per esempio con la proposta di menu alternativi sostenibili e la riduzione degli sprechi alimentari.

Va inoltre evidenziato che la conformità all'ECC presenta una serie di altri vantaggi che pesano sulla valutazione dell'impatto ambientale e della sostenibilità complessiva, per esempio la riduzione dei tassi di mortalità e di declassamento delle carcasse (e quindi meno sprechi di cibo e di mangime) e la minore necessità di somministrare antibiotici.

Per elaborare un modello di produzione di polli da carne realmente sostenibile serve dunque un approccio integrato che riguardi l'intero ciclo produttivo e affronti tutte le dimensioni della sostenibilità, garantendo un trattamento etico delle persone e degli animali.



# 1. Polli, Pianeta, Persone: definire un modello sostenibile per la produzione di polli da carne

## 1.1. Definizione di sostenibilità

Il [rapporto Brundtland](#)<sup>1</sup>, pubblicato nel 1987 dalla Commissione mondiale su ambiente e sviluppo delle Nazioni Unite, definiva lo sviluppo sostenibile come uno sviluppo che *“soddisfi i bisogni del presente senza compromettere la capacità delle generazioni future di soddisfare i propri”*. Benché tuttora non ne esista una definizione univoca, sin dal finire degli anni Ottanta la sostenibilità si basa su tre elementi fondamentali, cioè persone (sostenibilità sociale), pianeta (sostenibilità ambientale) e profitti (sostenibilità economica)<sup>2</sup>.

“Sviluppo sostenibile” è una delle espressioni più usate per descrivere le azioni volte a ridurre le disuguaglianze economiche globali e affrontare la crisi climatica. In questo contesto, l'Assemblea delle Nazioni Unite per l'ambiente propose 17 obiettivi per lo sviluppo sostenibile (OSS) per cambiare il mondo *“mettendo fine alla povertà, proteggendo il pianeta e migliorando la vita e le prospettive future di tutti gli esseri umani”*. Nel settembre 2015 gli Stati membri delle Nazioni Unite li ratificarono nell'ambito dell'Agenda 2030 per lo sviluppo sostenibile (Figura 1)<sup>3</sup>.



**Figura 1:** Obiettivi di sviluppo sostenibile (OSS) (Assemblea delle Nazioni Unite per l'ambiente, 2015<sup>3</sup>).

La vita delle persone si intreccia alla vita degli animali, che svolgono una pluralità di funzioni nella società e nell'ambiente. Modelli come One Health<sup>4</sup> e One Welfare<sup>5</sup> evidenziano la stretta interdipendenza tra la salute e il benessere delle persone e la salute e il benessere degli animali. Per garantire l'equilibrio e la buona salute degli ecosistemi serve quindi un approccio olistico. Tuttavia, il benessere animale non compare esplicitamente in nessuno degli OSS, che sono stati criticati per il loro "antropocentrismo"<sup>6</sup>. Diversi esperti hanno però sostenuto che l'impegno per il raggiungimento degli OSS sia compatibile con il miglioramento del benessere animale<sup>7,8</sup>. Nello specifico, si è evidenziato che l'attenzione al benessere animale può contribuire ad affrontare le crisi ambientali e si è caldeggiata l'adozione dell'approccio One Health/One Welfare<sup>8,9</sup>. Di recente, comunque, si sono lanciati appelli per l'inclusione esplicita degli animali non umani negli OSS<sup>6</sup>.

Man mano che studi e ricerche dimostrano l'interdipendenza tra le dimensioni ambientale, sociale ed economica della sostenibilità e il trattamento umano degli animali, va rafforzandosi l'idea che il concetto di sostenibilità debba includere il benessere animale. Numerosi studi evidenziano che le pratiche di gestione dell'allevamento intensivo hanno un forte impatto negativo sul benessere degli animali, il che non solo pone importanti questioni etiche ma mette in luce le potenziali ripercussioni sulla sostenibilità dei sistemi alimentari<sup>9</sup>.

È ormai ampiamente riconosciuto che gli animali sono esseri senzienti, capaci di provare sofferenza ed emozioni positive<sup>10</sup>. Inoltre, vanno accumulandosi prove scientifiche a dimostrazione che i sistemi di produzione intensiva non soddisfano i bisogni fisici e comportamentali degli animali, provocando loro grandi sofferenze. Studiosi come Drury e colleghi<sup>6</sup> hanno definito la sostenibilità "un concetto etico nel quale si deve sempre includere il benessere animale". Altri autori, come Boyle e colleghi<sup>7</sup>, affermano che il benessere animale è un bene comune che implica una responsabilità condivisa e un dovere etico.

Oltretutto, riconoscere esplicitamente che il benessere animale è parte integrante della sostenibilità sarebbe in linea con le aspettative dell'opinione pubblica. I sondaggi sulla sostenibilità nel contesto del sistema alimentare indicano infatti che la produzione etica, e in particolare il benessere animale, sono tra i temi che più stanno a cuore ai consumatori<sup>11</sup>.

Se includiamo il benessere animale nel discorso sulla sostenibilità, possiamo ambire a creare modelli di produzione più completi ed eticamente solidi che promuovano l'equilibrio ecologico, l'equità sociale e la resilienza economica in un'ottica di lungo periodo.

## 1.2. Sostenibilità della produzione di polli da carne

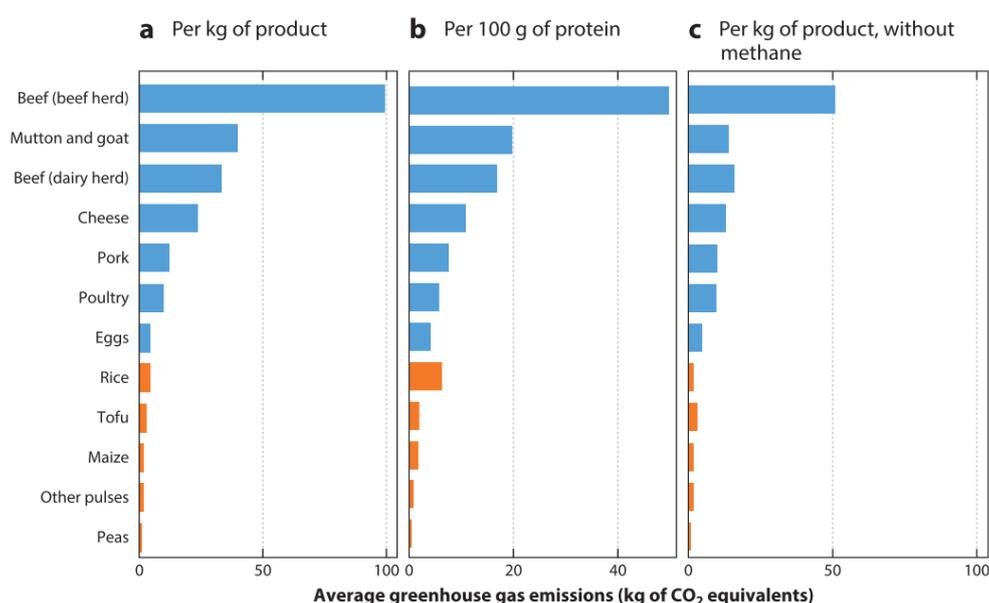
### DEFINIZIONI

- **Gas a effetto serra (GHG):** gas che alimentano il riscaldamento globale e il cambiamento climatico<sup>12</sup>. Al momento, per gas a effetto serra si intendono:
  - i gas non fluorurati:
    - diossido di carbonio (CO<sub>2</sub>)
    - metano (CH<sub>4</sub>)
    - protossido di azoto (N<sub>2</sub>O)
  - i gas fluorurati:
    - idrofluorocarburi (HFC)
    - perfluorocarburi (PFC)
    - esafluoruro di zolfo (SF<sub>6</sub>)
    - trifluoruro di azoto (NF<sub>3</sub>)
- **Potenziale di riscaldamento globale (GWP):** strumento che misura quanto una molecola di un certo gas a effetto serra (diossido di carbonio, metano e protossido di azoto) contribuisce all'effetto serra, tenendo conto di quanto questo rimane attivo nell'atmosfera in un arco temporale fissato per convenzione a 100 anni. Il GWP si esprime in termini relativi rispetto al [diossido di carbonio](#), cui si attribuisce un valore pari a 1 nell'arco di 100 anni<sup>13</sup>.
- **Cambio d'uso del suolo:** variazione nella distribuzione degli usi del suolo in un Paese nel corso del tempo. Per uso del suolo si può intendere la serie di attività umane intraprese per produrre uno o più beni o servizi. Secondo questa definizione, osservando l'uso del suolo si possono condurre analisi delle caratteristiche sociali, economiche o ambientali, differenziando, se necessario, tra varie tipologie di uso del suolo<sup>14</sup>. Qui per cambiamento di uso del suolo si intende la trasformazione del paesaggio naturale per effetto delle attività umane, con la transizione da una categoria di uso del suolo a un'altra, per es., in alcune regioni del Sud America, la deforestazione per destinare i terreni alla produzione di soia.
- **Analisi del ciclo di vita (LCA):** metodo per valutare l'impatto ambientale associato a tutte le fasi della vita di un prodotto, dall'estrazione delle materie prime alla lavorazione dei materiali, alla distribuzione e all'uso, per arrivare alle riparazioni e alla manutenzione, fino allo smaltimento o al riciclo.
- **Inventario del ciclo di vita (fase LCI):** seconda fase dell'analisi del ciclo di vita che consiste nel quantificare tutti gli input (per es., energia, acqua, materie prime) e tutti gli output (per es., emissioni, rifiuti) associati a ogni fase del ciclo di vita di un prodotto.

Il settore zootecnico è responsabile del 14,5% circa delle emissioni antropogeniche (cioè dovute alle attività umane) di gas a effetto serra. Pur utilizzando il 70% di tutti i terreni agricoli e il 40% dei terreni coltivabili, la produzione di carne e di prodotti lattiero-caseari soddisfa meno del 20% del fabbisogno energetico alimentare della popolazione mondiale<sup>15</sup>. Una percentuale elevata di questi terreni è adibita alla produzione di mangimi

animali; nel 2019, per esempio, nell'Unione europea il 71% dei terreni agricoli era usato a questo scopo<sup>16</sup>.

La produzione di polli da carne è considerata una delle più sostenibili in ambito zootecnico perché produce emissioni di gas serra relativamente basse<sup>17,18</sup> (Figura 2). Oltretutto, diverse pratiche introdotte negli ultimi decenni ne hanno accresciuto l'efficienza, per esempio la selezione genetica mirata a incrementare nettamente i tassi di crescita e permettere densità di allevamento elevate (vale a dire, massimizzare il numero di animali per metro quadrato). Sennonché, come si è dimostrato, queste pratiche hanno gravi ripercussioni sulla salute dei polli (per es., difficoltà motorie, sindrome della morte improvvisa, asciti), sul comportamento (incapacità di esprimere comportamenti naturali, inattività) e sul benessere mentale (per es. prevalenza di emozioni negative, come stress e paura).<sup>19</sup>



**Figura 2:** Potenziale di riscaldamento globale medio per la produzione di alimenti di origine animale e vegetale (da Clark et al., 2022<sup>17</sup>).

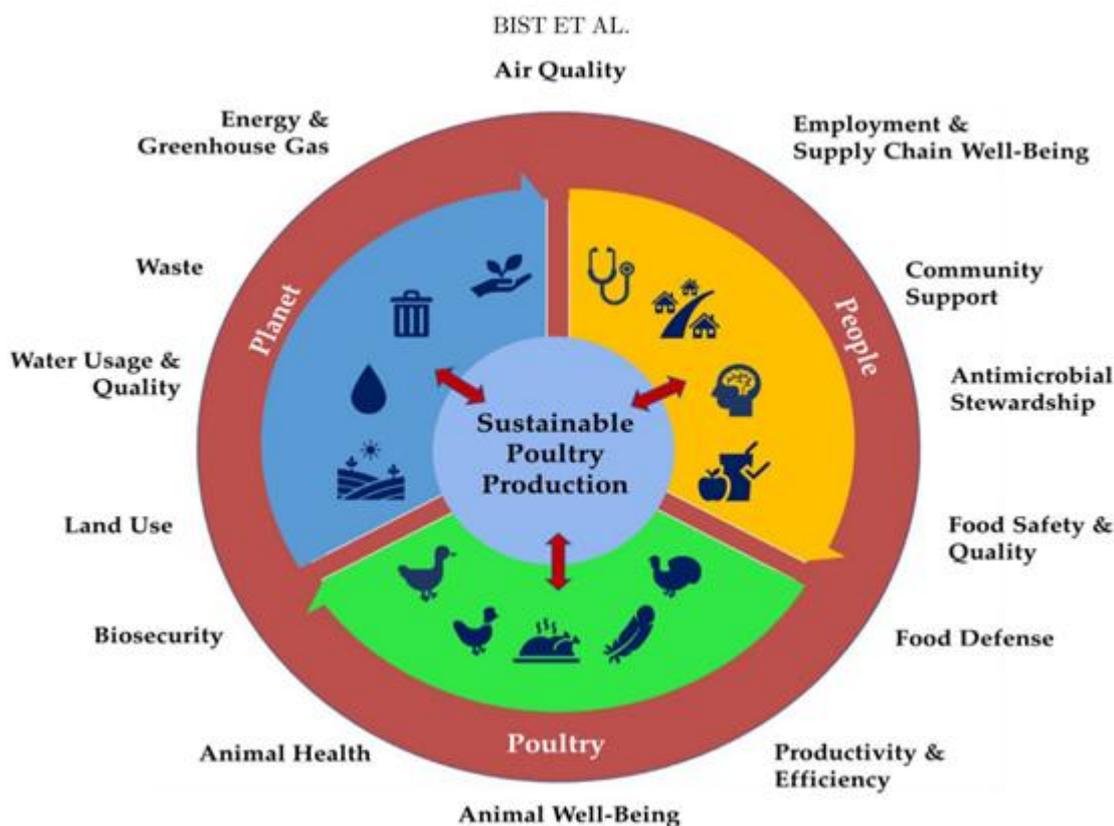
La crescente consapevolezza dell'impatto dei sistemi di produzione intensiva sulla salute e il benessere dei polli da carne ha generato iniziative come lo [European Chicken Commitment](#) (ECC; noto anche come Better Chicken Commitment), mirate a migliorare la qualità di vita di questi animali non solo in Europa e Nord America ma anche in altre regioni del mondo. Promosso da una coalizione di ONG per la protezione del benessere animale, l'ECC è un modello di produzione che, sulla base di solide evidenze scientifiche, promuove un miglioramento significativo del benessere nelle filiere di pollo da carne attraverso l'adozione di una serie di criteri fondamentali da parte degli stakeholder.

Si è osservato con preoccupazione che, se da una parte migliora il benessere dei polli da carne, dall'altra la conformità ai criteri dell'ECC potrebbe contrastare con altri obiettivi ambientali, in particolare la riduzione dell'impronta di carbonio della filiera. Certi aspetti dell'ECC riducono effettivamente l'efficienza ambientale dei sistemi convenzionali attualmente prevalenti. Per esempio, l'ECC prevede l'uso di razze con migliori indicatori di

benessere che in genere hanno un potenziale di crescita più lento e un indice di conversione alimentare più basso rispetto alle razze a rapido accrescimento allevate nei sistemi intensivi. L'ECC impone inoltre densità di allevamento inferiori (max. 30 kg/m<sup>2</sup>, rispetto a max. 39-42 kg/m<sup>2</sup> nei sistemi convenzionali), e quindi un minore numero di capi per capannone. Di conseguenza, per produrre gli stessi quantitativi di carne, bisognerebbe allevare un maggiore numero di polli, usando più capannoni e più mangime. Difficoltà simili, se non maggiori, le presentano altri sistemi più rispettosi del benessere animale, per esempio l'allevamento estensivo al coperto, l'allevamento all'aperto e la produzione biologica, che prevedono densità di allevamento addirittura inferiori e spesso impiegano razze a crescita lenta.

Spesso le politiche di sostenibilità adottate dalle aziende mirano a contenere l'impatto ambientale delle attività solo sul fronte delle emissioni. Tuttavia, la sostenibilità riguarda una pluralità di altri aspetti e, quando parliamo delle filiere di pollo da carne, vanno tutti presi in considerazione con un approccio olistico. Come propongono Bist e colleghi<sup>20</sup>, un modello per la produzione sostenibile di polli da carne deve considerare l'impatto del sistema non solo sul pianeta, ma anche sulle persone e sugli animali (Figura 3)<sup>20</sup>.

In questo report, ci serviamo del modello "Polli, Pianeta, Persone" per analizzare sia l'impatto di una produzione con migliori criteri di benessere animale sia le strategie di mitigazione e le opportunità a essa associate.



**Figura 3:** Visione olistica della sostenibilità nella produzione di polli da carne (da Bist et al., 2024<sup>20</sup>).

### 1.3. Valutare la sostenibilità della produzione di polli da carne

Per esaminare l'impatto ambientale e la sostenibilità dei diversi sistemi di produzione di polli da carne, è importante anzitutto operare un'analisi adeguata e coerente di ciascuno. A questo compito tutt'altro che semplice si sono dedicati, proponendo approcci diversi, tanto gli scienziati quanto gli stakeholder del settore.

#### 1.3.1. L'Analisi del ciclo di vita (LCA)

Per stimare l'impatto ambientale di un prodotto – nel nostro caso, la carne di pollo – si ricorre spesso all'Analisi del ciclo di vita (LCA). Questa esamina i processi e l'impatto ambientale dell'intero ciclo di vita di un prodotto, analizzando non solo l'impronta di carbonio ma anche fattori come l'eutrofizzazione dovuta alla dispersione di nitrati e fosfati e l'acidificazione causata dal rilascio di ammoniaca. Tuttavia, la LCA è uno strumento pensato per studiare l'efficienza delle performance; perciò, in questo tipo di analisi i sistemi di allevamento che usano razze convenzionali a rapido accrescimento in genere registrano risultati migliori rispetto a quelli che allevano genetiche a crescita più lenta, con una permanenza più lunga in allevamento<sup>21</sup>. Tenere conto nella LCA di certe specifiche ricadute sull'ambiente caratteristiche dei sistemi convenzionali e dei sistemi rispettosi del benessere, come quello biologico, si è rivelato molto difficoltoso, perché questo metodo non integra i dati relativi, per esempio, alla biodiversità o alla qualità del terreno<sup>21</sup>. Infine, come si è evidenziato<sup>22</sup>, questo genere di analisi è fortemente condizionato dai dati di partenza, infatti risultati ed effetti possono cambiare molto a seconda della banca dati impiegata.

#### 1.3.2. Perché servono approcci olistici per valutare la sostenibilità

Per valutare la sostenibilità dei sistemi di produzione di polli da carne servono approcci completi, basati su analisi multicriteri comprensive di fattori che in genere non rientrano nella LCA, come il benessere e la salute degli animali (compreso l'uso di antibiotici) e la qualità della carne<sup>23</sup>. Se si limita l'esame agli aspetti socio-economici e ambientali, si rischia di arrivare a conclusioni superficiali o sbagliate. Servono, insomma, metodologie olistiche che permettano di condurre una valutazione a tutto tondo della sostenibilità<sup>24</sup>.

In collaborazione con una pluralità di stakeholder francesi (tra cui rappresentanti dell'industria, ricercatori, ONG, ecc.), Meda e colleghi<sup>11</sup> (2021) hanno creato una griglia di valutazione condivisa della sostenibilità delle filiere di pollo da carne e l'hanno usata per confrontare i sistemi convenzionali in uso in Francia con i sistemi di allevamento all'aperto Label Rouge. È emerso che nelle tre aree chiave della sostenibilità – economica (creazione di valore e di posti di lavoro nel territorio), sociale (soddisfare le aspettative dell'opinione pubblica, migliorare la reputazione del settore avicolo) e ambientale (ottimizzare la gestione delle risorse e preservare gli habitat naturali) – i sistemi Label Rouge presentavano risultati migliori rispetto ai sistemi convenzionali, anche quando la valutazione non includeva il benessere animale<sup>11</sup>.

### 1.3.3. Elementi di variazione dell'impatto ambientale di diversi sistemi di produzione di polli da carne

Per comprendere meglio gli effetti della transizione a migliori standard di benessere, CIWF ha commissionato un report sull'impatto ambientale di una pluralità di sistemi di produzione di polli da carne sulla base dei dati disponibili nella letteratura scientifica<sup>25</sup>. Lo scopo dell'indagine era stabilire quali caratteristiche di ciascun sistema incidono in misura maggiore sull'ambiente, in modo da elaborare strategie di mitigazione mirate.

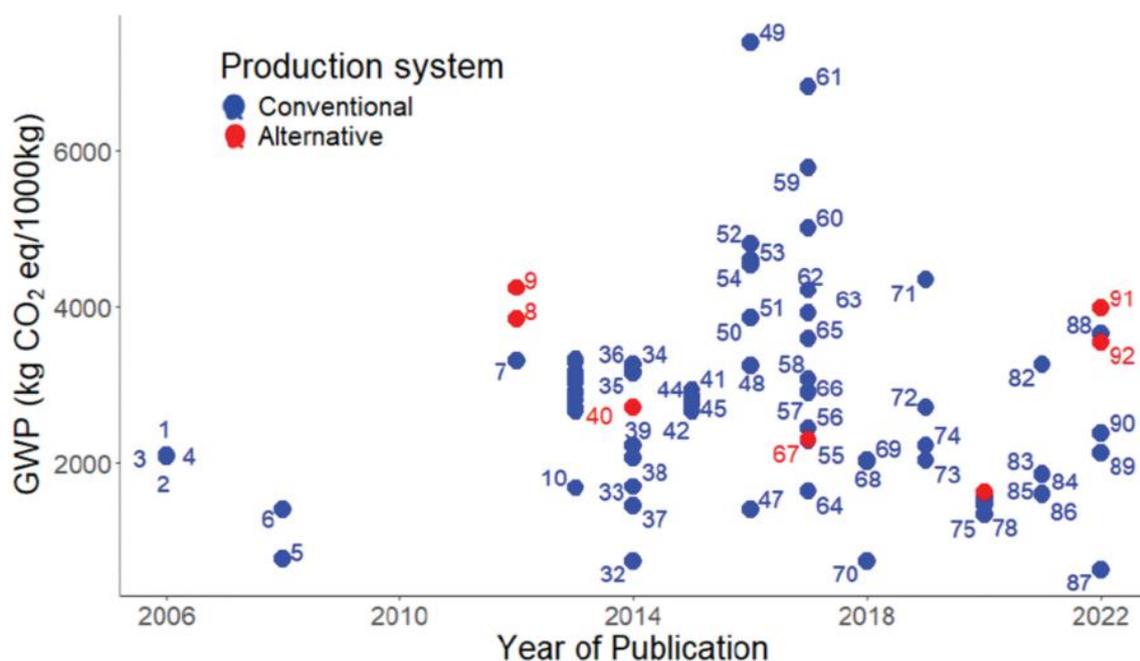
Basandosi su una ricerca in letteratura e di una meta-analisi, l'indagine ha confrontato sistemi diversi: convenzionale, al coperto con migliori criteri di benessere, all'aperto e biologico. Il report ha messo in luce l'impatto di alcune caratteristiche essenziali dei sistemi più rispettosi del benessere, come la razza, la densità di allevamento e gli arricchimenti, oltre che indicatori ambientali come il GWP, il cambio d'uso del suolo e la biodiversità (Tabella 1).

Sistema di produzione	Caratteristiche	Indicatori ambientali
Convenzionale	Razza allevata	<b>Potenziale di riscaldamento globale</b>
Al coperto con migliori criteri di benessere (ECC)	<b>Densità di allevamento</b>	Consumo di suolo
All'aperto	<b>Peso alla macellazione</b>	Consumo di acqua
Biologico	Età alla macellazione	Potenziale di acidificazione ed eutrofizzazione
	Luce naturale	<b>Emissioni di ammoniaca</b>
	Arricchimenti	Indice di biodiversità
	<b>Indice di conversione alimentare (ICA)</b>	<b>Consumo di energia</b>

**Tabella 1:** Sistemi di produzione oggetto della meta-analisi. Poiché gli studi disponibili sono limitati e in parte privi di informazioni dettagliate, il confronto tra sistemi di produzione si è limitato a tre indicatori (in grassetto nella tabella): Potenziale di riscaldamento globale, Emissioni di ammoniaca e Consumo di energia. Quanto alle caratteristiche del sistema, l'analisi si è limitata ai seguenti criteri (in grassetto nella tabella): Densità di allevamento, Peso alla macellazione e ICA (Da Kyriazakis et al., 2024<sup>25</sup>).

Come accennato, l'analisi è giocoforza limitata per via della scarsità di studi sull'impatto ambientale dei sistemi più rispettosi del benessere, in particolare quelli al coperto.

Oltretutto, perfino in relazione allo stesso sistema produttivo si registravano variazioni notevoli nei valori dei vari indicatori ambientali (Figura 4). Si è inoltre rivelato difficile distinguere tra certi sistemi e certe loro caratteristiche; per esempio, i sistemi con migliori criteri di benessere usano quasi esclusivamente razze a crescita più lenta.



**Figura 4:** Variazione dei valori del Potenziale di riscaldamento globale (GWP) riportati in studi diversi. I sistemi convenzionali sono indicati in blu, quelli più rispettosi del benessere in rosso (da Kyriazakis et al., 2024<sup>25</sup>).

Dall'analisi sono emerse notevoli differenze nei parametri adottati negli studi disponibili. Va da sé che la scelta della banca dati e dell'approccio metodologico influenza fortemente i risultati delle valutazioni di impatto ambientale. Le stesse variazioni si osservano nell'impatto ambientale dei mangimi. Per esempio, uno studio sperimentale di Alkhtib e colleghi<sup>26</sup> ha dimostrato che l'analisi dell'impatto ambientale di diversi regimi alimentari per polli da carne aveva risultati diversi a seconda del database scelto per l'Inventario del ciclo di vita (fase LCI).

Secondo i risultati del report, il GWP e il Consumo di acqua associati alle attività di produzione di mangimi contribuiscono all'impatto ambientale complessivo per oltre il 75%; la produzione di mangimi è dunque l'attività più impattante. In particolare, il GWP si associa perlopiù al Cambio d'uso del suolo e nello specifico alla produzione non sostenibile di soia.

Secondo le conclusioni del report, tra i sistemi di produzione non ci sono differenze statistiche nel Potenziale di riscaldamento globale (GWP). Tuttavia, i sistemi più rispettosi del benessere animale si associano a un maggior consumo di energia, probabilmente per effetto di cicli produttivi più lunghi, maggiori necessità di riscaldare i capannoni data la

minore densità di allevamento e maggiore numero di animali allevati per produrre le stesse quantità di carne<sup>27</sup>.

Il report conclude che le evidenze disponibili non sono sufficienti per elaborare una valutazione completa dell'impatto ambientale dei sistemi di produzione di polli da carne e delle caratteristiche peculiari di ciascuno. In particolare:

- Mancano studi sull'impatto ambientale dei sistemi più rispettosi del benessere animale.
- Serve una migliore rendicontazione degli indicatori ambientali in tutti i sistemi di produzione, soprattutto per ciò che riguarda le attività di produzione dei mangimi.
- Servono indicatori ambientali verificati e che non riguardino esclusivamente il GWP.
- Nei calcoli si devono includere aspetti dei sistemi più rispettosi del benessere che possono accrescere la sostenibilità del modello di produzione, per esempio il minore ricorso agli antibiotici e la riduzione degli sprechi alimentari.

Infine, gli autori del report osservano che il confronto tra sistemi produttivi potrebbe non essere il modo più adeguato di procedere. Per esempio, le notevoli variazioni nell'impatto ambientale dei sistemi convenzionali evidenziano che lo stesso modello produttivo può funzionare meglio o peggio, a seconda delle pratiche adottate. È quindi più utile migliorare caratteristiche e pratiche di gestione essenziali che possano ridimensionare l'impatto ambientale senza compromettere il benessere degli animali.

## 2. Polli

Con oltre 76 milioni di capi macellati in tutto il mondo nel 2023, i polli da carne sono tra gli animali più allevati<sup>28</sup>. Dagli anni Novanta in poi i consumi sono raddoppiati<sup>29</sup> e si stima che nell'arco dei prossimi dieci anni cresceranno del 15%<sup>30</sup>, in parte per via del costo contenuto e in parte per effetto della percezione che si tratti della carne più "sostenibile".

I polli per il consumo alimentare provengono per la grande maggioranza da allevamenti intensivi, dove non possono esprimere i propri comportamenti naturali ed evidenziano una serie di problemi di salute e benessere. Dati il numero enorme di animali coinvolti e la gravità delle loro sofferenze, migliorare il benessere dei polli in allevamento deve essere una priorità<sup>19,31,32</sup>.

Lo scarso benessere dei polli da carne nei sistemi intensivi è in parte causata dall'impiego di razze a crescita rapida, selezionate per arrivare al peso di macellazione in soli 35-40 giorni<sup>19</sup>. Poiché tendono ad avere un metabolismo veloce e un fabbisogno energetico alto che può causare ipossia, queste genetiche presentano un'incidenza elevata di disturbi cardiaci e polmonari, asciti e sindrome da morte improvvisa. Inoltre, tendono a sviluppare malattie alle zampe e alla pianta delle zampe che naturalmente incidono sul comportamento motorio e sull'attività fisica in generale, perché causano problemi di locomozione, difficoltà ad accedere a cibo e acqua, dolore e incapacità di esprimere comportamenti naturali<sup>19</sup>. Infine, sono ormai numerose le evidenze che esiste una relazione

tra crescita rapida ed elevata resa del petto, da una parte, e miopatie dei muscoli pettorali e lesioni alla pelle, dall'altra<sup>33</sup>.

Per via della conformazione corporea e delle cattive condizioni di salute, i polli a rapido accrescimento faticano a camminare e a esprimere comportamenti come appollaiarsi, prendersi cura del piumaggio e becchettare in cerca di cibo. Di conseguenza, trascorrono più di tempo in stato di inattività, con effetti negativi sul loro benessere mentale<sup>34</sup>. Per contro, le razze a crescita più lenta reagiscono meglio agli stress, sono più attive ed esibiscono una gamma più ampia di comportamenti naturali, evidenziando un migliore benessere mentale complessivo<sup>35</sup>.

I sistemi convenzionali presentano densità di allevamento elevate (in genere 39-42 kg/m<sup>2</sup>), che limitano i comportamenti naturali e impediscono ai polli di riposare indisturbati. Per effetto della scarsità di spazio e dei problemi motori, le genetiche a rapida crescita trascorrono più tempo a contatto con la lettiera, che di conseguenza può inumidirsi provocando ferite alle zampe e alla pelle<sup>19</sup>.

Di frequente i sistemi convenzionali sono privi di arricchimenti (come trespoli, posatoi e substrati da becchettare) e di luce naturale, e in genere i polli sono allevati in ambienti a bassa intensità luminosa, condizioni che ne accrescono l'inattività. Per natura questi animali preferiscono eseguire certe attività in condizioni di luce intensa; inoltre, una fonte di luce naturale (per es., quella che filtra dalle finestre) favorisce la sincronizzazione del comportamento e il riposo<sup>36-38</sup>. Posatoi e trespoli adeguati e substrati da becchettare offrono opportunità di esprimere comportamenti motivati importanti per il benessere mentale<sup>39,40</sup>.

Nel 2025 Karlsson e colleghi hanno pubblicato uno studio mirato a quantificare il bilanciamento tra benessere animale e sostenibilità ambientale nella produzione di polli da carne in Svezia sulla base di una rassegna della letteratura e di un modello per il calcolo delle emissioni<sup>32</sup>. Secondo i risultati, il miglioramento del benessere ottenuto con la transizione a due razze a più lento accrescimento (Ranger Classic e JA757) e la riduzione della densità di allevamento da 36 a 25 kg/m<sup>2</sup> superava in misura significativa l'incremento delle emissioni di gas a effetto serra associato alle due misure.

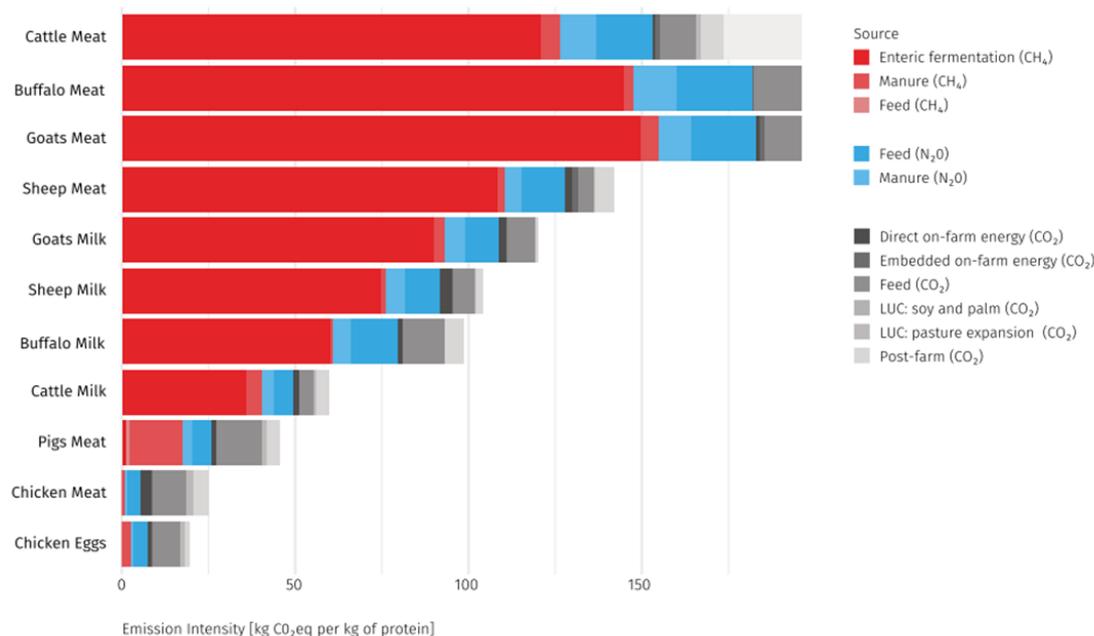
In particolare, la riduzione della densità di allevamento comportava un aumento contenuto delle emissioni e a un miglioramento moderato degli indicatori di benessere, mentre l'impiego di razze a crescita più lenta determinava un impatto significativo sia sul benessere animale sia sulle emissioni. Aspetto importante, il bilanciamento risultava migliore quando si attuavano contemporaneamente entrambe le misure, a indicare che la combinazione di razze a crescita più lenta e densità di allevamento inferiori massimizza i miglioramenti del benessere in rapporto all'incremento delle emissioni. Oltretutto, lo studio non teneva conto delle potenziali strategie di mitigazione, il che significa che i costi ambientali reali delle misure per migliorare il benessere animale potrebbero essere inferiori a quelli indicati.

### 3. Pianeta

I sistemi di allevamento maggiormente rispettosi del benessere animale dovrebbero stare alla base di una filiera sostenibile di pollo da carne. Se da una parte è vero che un miglioramento significativo del benessere animale può associarsi a un maggiore impatto ambientale, dall'altra occorre tenere conto sia della pluralità di altri benefici correlati alla transizione sia delle strategie di mitigazione attuabili adottando una serie di migliori pratiche (per una sintesi si veda la Tabella 4).

L'analisi delle emissioni causate dalla produzione di polli da carne (Figura 5) evidenzia che l'attività di maggiore impatto è la produzione di mangime; di conseguenza, le strategie di mitigazione più efficaci devono riguardare proprio questo aspetto<sup>41</sup>. Una gestione oculata delle altre fonti di emissioni, come il consumo di energia e la produzione di deiezioni, può contribuire a ridimensionare ulteriormente l'impatto ambientale.

**Figura 5:** Emissioni per unità di prodotto, con relativa fonte, per specie e tipo di alimento (da FAO, 2023<sup>42</sup>).



#### 3.1. Interventi sui mangimi

##### 3.1.1. Le sfide associate alla conformità all'ECC

Come già evidenziato, a pesare di più sull'impatto ambientale della filiera di pollo da carne sono le attività di produzione del mangime, che contribuiscono al GWP per oltre il 75%. Ciò è dovuto principalmente al cambio d'uso del suolo e alla produzione poco sostenibile di soia (causa di deforestazione e perdita di biodiversità), che in Europa si usa diffusamente come fonte proteica nei mangimi per polli da carne.

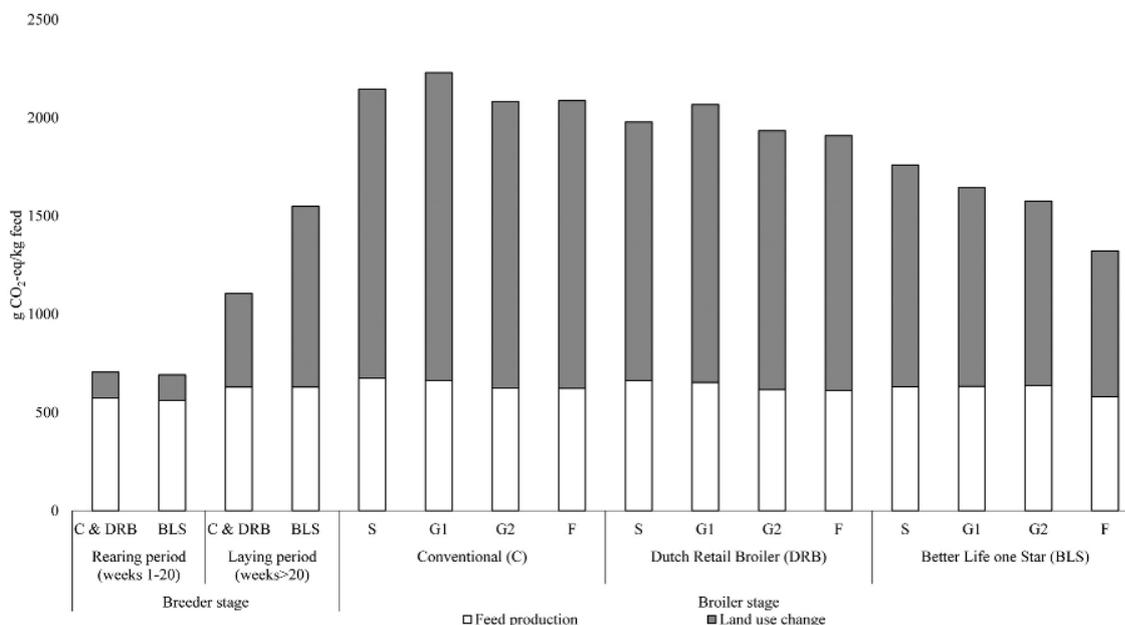
La transizione verso sistemi più rispettosi del benessere comporta il passaggio a razze a crescita più lenta.<sup>34</sup> Queste presentano un indice di conversione alimentare (ICA) più alto, cioè necessitano di maggiori quantità di mangime per raggiungere lo stesso peso delle genetiche a rapido accrescimento. Inoltre, avendo una conformazione corporea più naturale, sono caratterizzate da una minore resa del petto<sup>43</sup>. Come osservato da alcuni autori, nei sistemi con migliori criteri di benessere si macellano i polli a un peso inferiore oppure allo stesso peso, ma con tempi di crescita più lunghi; in ambo i casi, per produrre la stessa quantità di carne, occorre più mangime<sup>44</sup>.

### 3.1.2. Strategie di mitigazione

A seconda della provenienza geografica degli ingredienti dei mangimi, il Cambio d'uso del suolo può essere una variabile importante da includere nel calcolo dell'impatto ambientale della produzione avicola. Infatti, questo indicatore incide in misura sostanziale sulle valutazioni: per esempio, la soia usata nei mangimi per la produzione europea di pollo da carne proviene perlopiù da aree di recente deforestazione in Sud America<sup>25,45</sup>.

È importante evidenziare che alcune razze con migliori risultati di benessere tollerano regimi alimentari con una minore digeribilità e un più basso contenuto di proteine e amminoacidi<sup>46,47</sup>. Nel 2022 il produttore statunitense Perdue segnalava che l'impatto ambientale della transizione da una razza convenzionale alla razza approvata dall'ECC Hubbard Redbro si era ridotto dal 9 all'1,5% con il passaggio a una "dieta a basso contenuto proteico"<sup>48</sup>. Inoltre, i parentali delle razze conformi ai criteri dell'ECC sono più produttivi e hanno un minore fabbisogno di mangime rispetto a quelli convenzionali, con tutti i vantaggi che ne conseguono in termini di ICA e impronta di carbonio<sup>49</sup>.

L'impatto ambientale della produzione avicola si può ridimensionare in misura significativa usando mangimi di origine locale e/o con un basso indice di Cambio d'uso del suolo. Attraverso un modello apposito, Mostert e colleghi<sup>49</sup> (2022) hanno stimato le emissioni di gas a effetto serra generate da tre diversi sistemi di produzione nei Paesi Bassi (convenzionale, Dutch Retail Standard, standard Beter Leven 1 stella) in tutte le fasi di produzione (parentali e polli da carne). È emerso che le emissioni collegate alla produzione di mangime aumentano nettamente quando si considera il cambio d'uso del suolo, in tutte le fasi di produzione e in tutti i tipi di sistema (Figura 6). Tenendo conto di questa variabile, a livello di singolo allevamento, lo standard Beter Leven 1 stella (BLS) genera meno emissioni rispetto al sistema convenzionale, questo è dovuto all'introduzione del Cambio d'uso del suolo dovuto alla produzione di mangimi, poiché le razze BLS hanno esigenze nutrizionali più contenute e quindi fanno un uso inferiore di prodotti a base di soia.



**Figura 6:** Emissioni di gas a effetto serra (g CO<sub>2</sub>-eq /kg mangime) collegate alla produzione di mangimi e al cambio d'uso del suolo per la medesima attività per i parentali (allevamento e deposizione) e i polli da carne (intero ciclo di vita) nei sistemi di produzione convenzionale, con Dutch Retail Standard e con standard Beter Leven 1 stella. (Mostert et al, 2022<sup>49</sup>).

Vanno poi attuate altre misure per ottimizzare il regime alimentare secondo le esigenze specifiche di ciascuna razza. Per esempio, il GWP (compreso quello generato dal Cambio d'uso del suolo) della razza Redbro, approvata dall'ECC, può diminuire con il passaggio da un mangime convenzionale (3,5 kg CO<sub>2</sub>eq per kg di pollo) al mangime raccomandato da Hubbard (2,55 kg CO<sub>2</sub>eq per kg di pollo). Il GWP risultante si può ulteriormente ridimensionare passando a una dieta a minore contenuto di soia e minore densità di nutrienti (2,15 kg CO<sub>2</sub>eq per kg di pollo). Attuati questi interventi, il GWP della razza Redbro risulterebbe più basso di quello di una genetica convenzionale con un regime alimentare standard (2,62 kg CO<sub>2</sub>eq per kg di pollo). (Presentazione Hubbard, Forum Europeo Polli da Carne di CIWF, 2023).

Un'altra strategia di mitigazione promettente è l'aggiunta di enzimi per migliorare la digeribilità delle proteine<sup>20</sup> (presentazione Burton, webinar BCBN di CIWF, 2025). Ma le emissioni di gas a effetto serra e la competizione con l'alimentazione umana si possono ridurre anche selezionando ingredienti alternativi per i mangimi, come le alghe (Tabella 2)<sup>18,50</sup>, o introducendo nella dieta sottoprodotti agricoli disponibili su base locale<sup>51</sup>. Per esempio, la farina di soia si può sostituire con ingredienti di origine vegetale come farina di girasole, farina di glutine di mais, fave a basso contenuto di tannini e borlande di distilleria o DDGS (il residuo della fermentazione di cereali per la produzione di alcol)<sup>52,53</sup>.

Secondo un modello proposto nel 2018 da Tallentire e colleghi, l'impatto ambientale della transizione a una razza a crescita più lenta (38,6 g/giorno) si può in parte attenuare

sostituendo la soia con ingredienti nuovi come microalghe, concentrato di proteine del lievito, proteine batteriche, concentrato proteico fogliare e farina di insetti<sup>41</sup>. Tenendo conto del Cambio di uso del suolo, secondo questo studio è possibile ridurre le emissioni di gas a effetto serra del 55% e l'uso di terreni agricoli del 32% adottando una dieta di nuova formulazione per razze a crescita più lenta con ingredienti innovativi come micro- e macroalghe, lenticchie d'acqua, concentrato di proteine del lievito, proteine batteriche, concentrato proteico fogliare e farina di insetti. Questo regime alimentare, però, si associa a un incremento di azoto (99%) e fosforo (29%) nelle deiezioni, che vanno dunque sottoposte a una gestione adeguata.

Le emissioni si possono ridurre anche usando come ingrediente per i mangimi rifiuti alimentari umani adeguatamente trattati e sterilizzati a caldo; si evita così lo smaltimento in discarica e si riducono le quantità di ingredienti tradizionali, mantenendo inalterati o addirittura migliorando gli indicatori di crescita degli animali<sup>54</sup>. Al momento, i rifiuti alimentari usati a questo scopo sono prodotti da forno, crema di pomodori secchi, carote essiccate e in polvere, fiocchi di mais e scarti dei funghi *Pleurotus*. Nutrienti preziosi come proteine, amminoacidi, acidi grassi e minerali si possono ricavare anche dai sottoprodotti della lavorazione dei semi oleosi (soia, girasole, colza, semi di cotone e farina di fave di cacao)<sup>55</sup>. Secondo numerosi studi, i mangimi contenenti scarti alimentari umani in percentuali variabili si associavano a indicatori di performance dei polli simili a quelli standard o addirittura migliori<sup>54,56</sup>. Occorre tuttavia ampliare le ricerche e affrontare i problemi logistici legati a raccolta, trasporto, stoccaggio e gestione dei materiali che l'implementazione su larga scala di questa strategia comporterebbe<sup>20</sup>.

L'impatto ambientale si può mitigare anche rendendo più efficienti i mangimifici e adottando pratiche di agricoltura rigenerativa per la produzione degli ingredienti.

	Descrizione	Vantaggi	Sfide
<b>Alimenti a base di insetti</b>	Insetti come le larve di mosca soldato nera e i tenebrioni sono ricchi di proteine (35–53%), amminoacidi essenziali e minerali, e sono altamente digeribili	Meno emissioni di gas serra e meno consumo di acqua Si possono allevare in modo efficiente usando i rifiuti organici, secondo i principi dell'economia circolare Dieta in linea con il comportamento dei polli, che tendono a mangiare gli insetti Potenziali vantaggi di performance, come crescita più rapida e ICA migliore	Aspetti etici (numero di individui, condizioni di allevamento, scarse conoscenze sui bisogni di benessere degli insetti) Efficienza economica Quadri normativi eterogenei Accettazione da parte dei consumatori
<b>Proteine da cellula singola</b>	Proteine da cellula singola (SCP) estratte da microrganismi come lieviti, batteri e funghi	Produzione sostenibile di proteine con un contenuto proteico che va dal 12 al 76,4% L'aumento ponderale e l'ICA migliorano con integrazione di queste proteine nella dieta al 5% e al 10%	Inserite nella dieta dei polli in quantità superiori al 15%, le proteine da cellula singola possono essere nocive
<b>Alghe marine</b>	Una grande varietà di alghe marine, tra cui la clorella, la spirulina, la lattuga di mare, <i>Ascophyllum nodosum</i> , la laminaria e il sargasso	Hanno bisogno di pochissimo terreno e non necessitano di acqua dolce Attraverso la fotosintesi possono contribuire ad abbassare i livelli di diossido di carbonio Alcune specie contengono composti bioattivi unici che giovano alla salute dei polli	Aumentare la produzione mantenendo invariate le qualità nutrizionali e gestire il potenziale impatto ambientale della coltivazione su larga scala Costi di produzione e lavorazione elevati Tossicità o allergenicità potenziali Occorre approfondire gli studi sugli effetti delle alghe sulla salute e sul benessere dei polli in varie condizioni
<b>Sottoprodotti e rifiuti alimentari</b>	Rifiuti derivanti dalla produzione, lavorazione e distribuzione degli alimenti umani, oltre che dalla catena dei consumi	Riduzione di emissioni di gas a effetto serra, consumo di acqua, uso di terra e rifiuti Riduzione dell'uso di ingredienti convenzionali costosi Presenza di componenti funzionali come proteine, amminoacidi e acidi grassi	Certi tipi di rifiuti alimentari non sono utilizzabili per legge, per i rischi legati alla stabilità, alla trasmissione di malattie e alla contaminazione Difficoltà logistiche legate alla raccolta, al trasporto, allo stoccaggio e alla gestione di questi materiali

**Tabella 2:** Potenziali nuovi ingredienti per i mangimi per polli da carne (sulla base di Bist et al., 2024<sup>20</sup>).

### 3.1.3. I vantaggi della produzione conforme all'ECC

Sebbene sia necessario approfondire gli studi in merito, si è suggerito che le razze a crescita più lenta non solo hanno bisogni nutrizionali più contenuti<sup>49</sup> ma si adattano meglio a regimi alimentari a basso contenuto proteico<sup>57,58</sup> rispetto a quelle a rapido accrescimento. Ma le razze ad accrescimento più lento in linea con i criteri dell'ECC presentano anche altri vantaggi che vengono spesso ignorati, per esempio tassi di mortalità e di declassamento della carcassa più bassi. Secondo alcune stime, dei polli allevati per il consumo alimentare nel Regno Unito e negli Stati Uniti, 1 su 20 muore prima della macellazione senza entrare nel circuito commerciale<sup>59</sup>. Nel 2022, solo nel Regno Unito, il tasso di mortalità nella filiera del pollo da carne ha toccato quasi il 7%, il dato più alto in dieci anni<sup>60</sup>. Ciò significa che le risorse, nello specifico il mangime, impiegate per allevare più di 80 milioni di polli sono andate perse. Numerosi studi indicano che la mortalità complessiva è notevolmente più alta nelle genetiche a rapido accrescimento rispetto a quelle a crescita più lenta<sup>61,62</sup>. Per esempio, secondo uno studio del 2020<sup>62</sup>, nell'arco di quattro cicli produttivi una razza a rapido accrescimento in un allevamento convenzionale britannico presentava una mortalità del 6,2%, contro il 2,6% di una razza a crescita più lenta approvata dall'ECC.

Va poi considerato che tra razze convenzionali e alcune razze conformi all'ECC la differenza nella resa di carne non è significativa come spesso si afferma. Per esempio, un esemplare di razza Hubbard Redbro (approvata dall'ECC) al peso vivo finale di circa 2,2 kg aveva una resa di carne dal petto inferiore di solo il 4,7% rispetto a un esemplare di razza Ross 308 dello stesso peso<sup>63</sup>.

Un'altra problematica delle razze a rapido accrescimento in uso è il declassamento delle carcasse. Di frequente l'ottenimento in tempi brevi di un peso vivo finale elevato e di una grande massa muscolare pregiudica le caratteristiche della carcassa. Fra le genetiche a rapido accrescimento si registrano percentuali più alte di scarto delle carcasse dopo la macellazione, per via di una serie di fattori che inficiano la qualità, come asciti, alterazioni del colore, cellulite e periepatiti<sup>61,62</sup>. Nel 2023 uno studio commerciale ha confrontato i tassi di declassamento delle carcasse di polli di razza Ross 308 (a rapido accrescimento) e di razza JA787 (a crescita lenta), evidenziando che nelle prime la prevalenza di asciti e alterazioni del colore della pelle erano 6,5 e 2 volte più alte, rispettivamente<sup>64</sup>.

A incidere più di frequente sull'integrità della carcassa nelle razze a rapido accrescimento sono le miopatie dei muscoli pettorali, come il white striping e il petto di legno<sup>65</sup>. Da alcuni dati è risultato che in Italia, Spagna, Francia e Brasile ben il 50% dei petti di pollo mostrava segni di white striping<sup>66</sup>; da una valutazione di Kuttappan e colleghi è emerso che negli Stati Uniti il 98% dei petti ricavati da polli da carne di nove settimane di vita mostrava in misura più o meno maggiore le striature bianche tipiche del white striping<sup>67</sup>. Per contro, i polli di razze a crescita più lenta presentano una minore incidenza di miopatie muscolari. Per esempio, uno studio del 2020 ha dimostrato che ben il 99% dei polli a crescita lenta non mostrava segni di white striping, contro il 72-96% dei polli appartenenti a tre razze convenzionali<sup>33</sup>. È evidente, quindi, che allevare genetiche a crescita più lenta permette di ridurre la mortalità, il declassamento delle carcasse e l'incidenza di miopatie dei muscoli

pettorali, con effetti positivi non solo sul benessere animale ma anche sull'ambiente, grazie alla minimizzazione degli scarti.

Il produttore norvegese Norsk Kylling ha completato con successo la transizione dalla razza Ross 308 alla JA787, conforme ai requisiti dell'ECC, senza registrare un incremento delle emissioni<sup>68</sup>. Questo risultato è stato ottenuto attraverso la riformulazione del regime alimentare, la riduzione dei consumi nella fase di allevamento dei parentali e il calo delle emissioni per effetto della diminuzione della mortalità durante la crescita e il trasporto (si veda il Box 1 e il [caso di studio](#)).



## Box 1: Un esempio di produzione avicola sostenibile e rispettosa di migliori standard di benessere: Norsk Kylling

L'azienda avicola norvegese Norsk Kylling è riuscita a implementare migliori standard di benessere senza registrare un incremento delle emissioni di gas a effetto serra. Nello specifico, ha attuato con successo una transizione dalla razza convenzionale Ross 308 alla razza a crescita più lenta JA787, riducendo nel frattempo il Potenziale di riscaldamento globale dell'1% grazie a una serie di migliori pratiche:

- Sono allo studio ingredienti alternativi per i mangimi che siano di provenienza locale, sostenibili e comportino un minore consumo di suolo.
- Si sono fissati obiettivi ambiziosi da raggiungere entro il 2030: eliminazione completa della soia dai mangimi, taglio del 50% dell'impronta di carbonio dei mangimi, riduzione del 40% delle emissioni legate ai mangimi e diminuzione del 30% del consumo di suolo per la produzione degli ingredienti. Nel 2022 l'azienda impiegava mangimi con un contenuto di soia del 10%.
- Norsk Kylling usa energie rinnovabili in tutta la catena del valore e dispone sia di un incubatoio all'avanguardia ed eco-compatibile sia di un impianto di produzione energeticamente efficiente.
- Al momento il 21% dei trasporti avviene con veicoli alimentati da combustibili rinnovabili; si punta ad arrivare al 30% entro il 2025 e a completare la transizione entro il 2030.
- Grazie a un calo del 27% della mortalità giornaliera e a una riduzione del 79% della mortalità durante il trasporto, gli sprechi di mangime si sono ridotti.
- Gli sprechi alimentari sono diminuiti del 36%, grazie alla più bassa percentuale di declassamento della carne e scarto delle carcasse.
- Si sono messe a punto soluzioni ecologiche per gli imballaggi.
- L'azienda ha incentivato la creazione di aree per il sostentamento degli insetti impollinatori intorno agli allevamenti con un'estensione complessiva pari a quella di 15 campi da calcio.
- È allo studio un progetto per ricavare biogas dalle deiezioni dei polli.



## 3.2. Fase di produzione

### 3.2.1. Le sfide associate alla conformità all'ECC

#### A) Consumo di energia

I consumi energetici sono la seconda principale fonte di emissioni di gas serra nel settore avicolo, dopo la produzione di mangimi<sup>42</sup>. Nell'industria avicola statunitense, le emissioni collegate al consumo di energia contribuiscono al GWP per l'11,4%<sup>63</sup>, mentre nell'industria olandese il dato varia tra il 4,2 e il 7,3%<sup>49</sup>. I sistemi d'allevamento intensivi dipendono ancora in larga misura dai combustibili fossili; inoltre, l'automatizzazione e la crescita dei volumi hanno accresciuto la domanda di elettricità, specie per la ventilazione e il riscaldamento dei capannoni<sup>69</sup>.

L'energia impiegata per chilo di carne prodotta può essere maggiore nei sistemi al coperto con migliori criteri di benessere<sup>25</sup>, per via della minore densità di allevamento e del prolungarsi del periodo di crescita caratteristico delle genetiche allevate, che possono necessitare di più capannoni e di maggiori consumi per il riscaldamento.

#### B) Deiezioni e rifiuti

Una fonte importante di emissioni di gas a effetto serra è rappresentata dai rifiuti prodotti in allevamento (deiezioni e lettiera) e nei macelli (come piume e sangue), spesso in grandi quantità.

Molti allevatori usano la pollina come concime naturale. Tuttavia, non sempre questa pratica è risolutiva, perché il letame prodotto può superare il fabbisogno di concime. Inoltre, la produzione e lo stoccaggio delle deiezioni generano emissioni di ammoniaca ( $\text{NH}_3$ ), protossido di azoto ( $\text{N}_2\text{O}$ ) e metano ( $\text{CH}_4$ ). Le prime rappresentano un problema serio, perché nuocciono agli ecosistemi e alla salute umana. Nello specifico, la volatilizzazione dell'ammoniaca impiegata sui terreni agricoli determina una perdita di azoto, riducendone la disponibilità per le piante. Reagendo con l'umidità presente nell'atmosfera, l'ammoniaca si converte in ammonio ( $\text{NH}_4$ ), che contribuisce all'acidificazione del terreno e dell'acqua. Inoltre, concentrazioni elevate di ammoniaca possono produrre un eccesso di nutrienti e provocare, per esempio, fioriture algali, un processo detto eutrofizzazione. Se poi si combina con altri inquinanti atmosferici come l'acido solforico e l'acido nitrico, l'ammoniaca va a formare il particolato secondario (PM10) che può rimanere nell'aria per diversi giorni e diffondersi causando problemi respiratori<sup>70</sup>.

Inoltre, le deiezioni dei polli possono contenere residui di pesticidi, antibiotici (e potenzialmente patogeni resistenti ai farmaci), ormoni (nei paesi dove ne è consentito l'uso) e altri inquinanti che contaminano l'atmosfera, il suolo e l'acqua<sup>71</sup>.

Spesso si osserva che le genetiche a crescita più lenta allevate nei sistemi con migliori criteri di benessere producono più deiezioni<sup>72</sup>, perché hanno una vita più lunga e un ICA più alto

rispetto a quelle convenzionali<sup>72</sup>. Occorre dunque mettere a punto strategie di gestione adeguate.

### 3.2.2. Strategie di mitigazione

#### A) Consumo di energia

Rispetto ad altre specie, per esempio i bovini da carne, la produzione di polli da carne richiede una quantità bassa di input complessivi, sotto forma di elettricità e combustibile. Ciò non toglie che la somma di quantità anche piccole può dare un risultato comunque consistente.

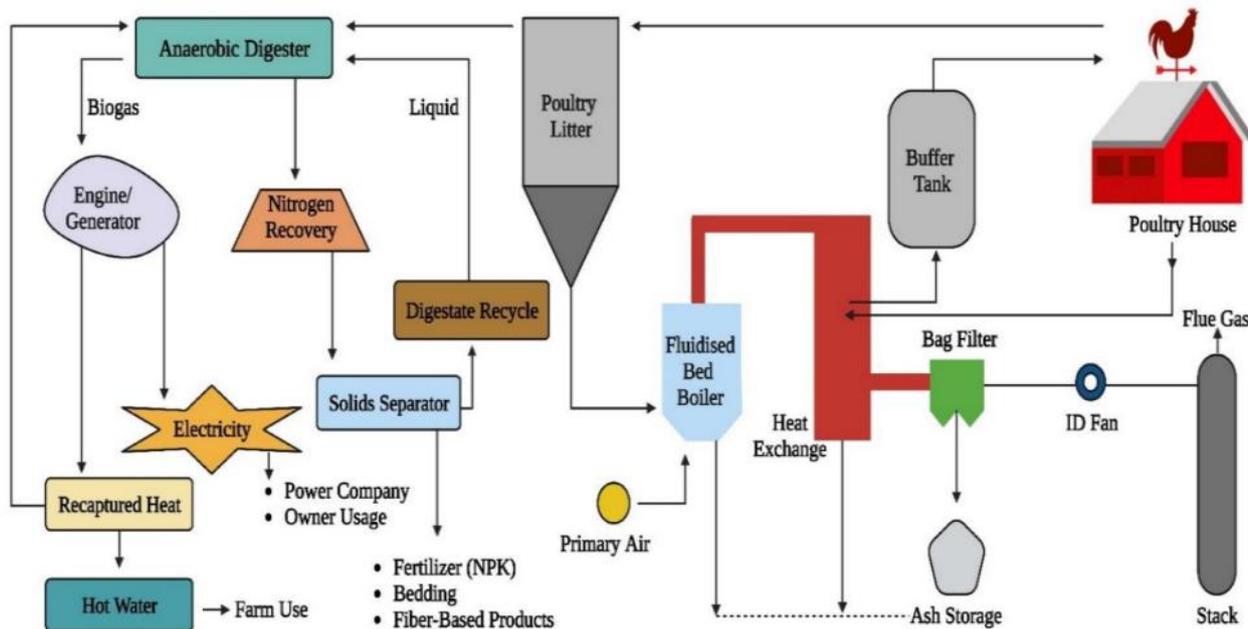
Per ridurre le emissioni dovute al riscaldamento e all'uso di elettricità si possono impiegare le energie rinnovabili. In Svezia, per esempio, tra il 1990 e il 2005 le emissioni di gas serra per chilo di carne di pollo prodotta sono calate del 24%, perlopiù grazie alla transizione dal petrolio ai biocombustibili per il riscaldamento dei capannoni<sup>73</sup>. In alternativa, si può installare un impianto fotovoltaico sul tetto del capannone, ricavando un ulteriore vantaggio economico dalla vendita dell'energia inutilizzata (a seconda della posizione geografica e delle dimensioni dell'azienda)<sup>74</sup>.

#### B) Deiezioni e gestione dei rifiuti

Se è vero che le razze approvate dall'ECC vivono più a lungo, e quindi producono una maggiore quantità di deiezioni per chilo di carne, questo incremento è compensato dal minore numero di animali per capannone dovuto alla minore densità di allevamento. In più, le genetiche a crescita più lenta si adattano a un regime alimentare con un minore contenuto proteico, caratteristica che può contribuire a ridurre le emissioni di ammoniaca (aspetto da sottoporre a ulteriori studi)<sup>46</sup>, e l'ammoniaca prodotta all'interno dei capannoni può essere catturata e riutilizzata come potenziale fonte di energia<sup>20</sup>. Come accennato, la pollina viene spesso usata come concime, in alternativa ai prodotti sintetici. Tuttavia, le deiezioni prodotte possono eccedere le quantità utilizzabili per questa pratica e occorre farne un uso responsabile: uno stoccaggio adeguato, un utilizzo controllato e un monitoraggio attento dei livelli di nutrienti nel terreno sono indispensabili per scongiurare potenziali danni all'ambiente<sup>75</sup>.

Una strategia utile a ridimensionare le necessità di gestione dei rifiuti consiste nell'estrarre prodotti a valore aggiunto dai rifiuti solidi prodotti nei macelli, per esempio la cheratina dalle piume e l'idrolizzato proteico. La frazione restante può essere venduta per l'impiego come biocarburante, per esempio biogas/biodiesel a seguito di adeguato trattamento termochimico e biologico<sup>76</sup>.

Quanto alla lettiera, è possibile incenerirla per ricavarne energia. Uno studio giapponese ha dimostrato che questo processo può ridurre il potenziale di acidificazione e le emissioni collegate alla produzione avicola, abbassando al tempo stesso i consumi di combustibile e di energia<sup>77</sup>.



**Figura 7:** Usi potenziali degli scarti della produzione avicola per la produzione di energia sostenibile e di biogas (Da Bist et al., 2024<sup>20</sup>).

### 3.2.3. I vantaggi della produzione conforme all'ECC

Per ciò che riguarda i consumi di energia, le finestre lungo le pareti dei capannoni possono ridurre la necessità di ricorrere all'illuminazione artificiale durante le ore di luce.

Le razze a crescita lenta presentano un ICA maggiore rispetto a quelle convenzionali, e quindi una maggiore produzione di letame per chilo di carne prodotta, che tuttavia è compensata dalla minore densità di allevamento e quindi dalla presenza di un minor numero di capi.

Infine, va evidenziato che l'impiego di razze a crescita più lenta si associa a un minore uso di antibiotici. Secondo dati del 2022 raccolti nei Paesi Bassi, la somministrazione di antibiotici in allevamento risultava nove volte inferiore quando si impiegavano genetiche a crescita lenta<sup>78</sup>. Poiché l'uso del letame come fertilizzante può contribuire a diffondere residui di farmaci nell'ambiente e nelle falde acquifere<sup>71</sup>, i sistemi con migliori criteri di benessere comportano minori rischi di diffondere nell'ambiente attraverso le deiezioni antibiotici e geni di antibiotico-resistenza<sup>71</sup>.

## 3.3. Il lato della domanda: interventi sulla lavorazione e sui menu

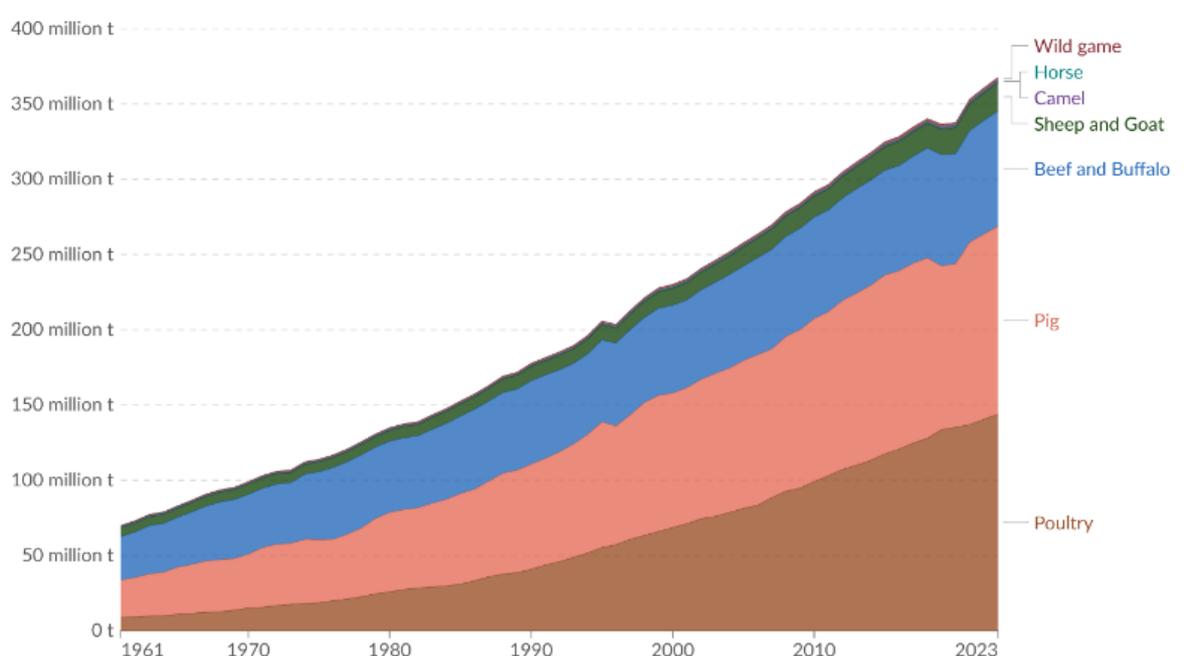
### 3.3.1. Le sfide associate alla conformità all'ECC



La carne di pollo è il tipo di carne più consumato a livello mondiale, il secondo in Europa dopo la carne di maiale. Inoltre, negli ultimi anni la domanda è cresciuta marcatamente (Figura 8)<sup>18</sup>.

Nel 2021, il consumo medio di carne di pollo in Europa era di 24,2 kg di peso al dettaglio pro capite, mentre negli Stati Uniti era di 49,4 kg pro capite<sup>79</sup>. Tra 1960 e 2004, negli Stati Uniti l'indice dei prezzi al consumo per i prodotti avicoli è cresciuto della metà rispetto a tutti gli altri prodotti di origine animale, perciò la carne di pollo è molto più economica rispetto ad altri alimenti proteici di origine animale<sup>43</sup>.

### Meat production by livestock type, World, 1961 to 2023



Data source: Food and Agriculture Organization of the United Nations (2025)

OurWorldinData.org/meat-production | CC BY

Note: Total meat production includes both commercial and farm slaughter. Data are given in terms of dressed carcass weight, excluding offal and slaughter fats.

**Figura 8:** Evoluzione dei consumi mondiali di carne nel periodo 1961-2023 (Our World in Data<sup>29</sup>).

Come è evidente da questi dati, uno dei principali problemi dell'industria avicola è soddisfare la domanda crescente e al tempo stesso introdurre migliori standard di benessere. A complicare ulteriormente la transizione è la preferenza dei consumatori occidentali per la carne del petto<sup>80</sup>, dato che le genetiche a crescita lenta in molti casi presentano una resa del petto più bassa e una resa della coscia più alta rispetto a quelle convenzionali.

#### 3.3.2. Strategie di mitigazione

In primo luogo, la differenza di resa del petto tra genetiche conformi all'ECC con tasso di crescita intermedio e genetiche a rapido accrescimento è più bassa che tra razze a crescita

lenta e razze a crescita rapida. Per esempio, tra i polli Hubbard Redbro (razza conforme all'ECC con un tasso di crescita cumulativo di 51,5 grammi al giorno) e i polli Ross 308 (una delle razze convenzionali più comuni, con un tasso di crescita cumulativo di 64 grammi al giorno) la differenza di resa dal petto è di 4,7 punti percentuali (20,6% per Hubbard Redbro contro 25,3% per Ross 308)<sup>63</sup>.

In secondo luogo, è possibile incrementare l'efficienza e al tempo stesso ridurre i costi usando l'intera carcassa (per esempio, prelevando dallo stesso esemplare la coscia e la zampa). Questa strategia si può perseguire creando nuovi prodotti o nuove ricette che permettano l'uso dell'intera carcassa e incentivando il consumo della carne scura (per es., le cosce) oltre che della carne del petto. Negli ultimi decenni, si è pubblicizzata la carne del petto come il taglio più salutare. Si dovrebbero attuare iniziative per promuovere le qualità della carne scura e inserirla in ricette e menu, come si fa per esempio nei Paesi Bassi e in Norvegia, dove si pubblicizza il consumo delle cosce oltre che del petto di pollo<sup>63</sup> (Norsk Kylling, comunicazione privata).

Infine, la riduzione dei consumi di carne è stata identificata come strategia essenziale per affrontare i problemi ambientali<sup>18,44</sup>. Questo obiettivo si può raggiungere intervenendo sulla fase di lavorazione e ripensando i menu. Per esempio, ideando piatti che prevedano le proteine di origine animale come contorno, anziché come portata principale, si possono ridurre le porzioni senza modificare il profilo nutrizionale. Le quantità di pollo all'interno di certi prodotti si possono ridurre aggiungendo ingredienti di origine vegetale, come cavolfiore, ceci e altre proteine vegetali. Aziende di servizi alimentari e supermercati hanno già intrapreso iniziative di questo genere<sup>81</sup>, che hanno il potenziale per riscuotere successo presso i consumatori in quanto più salutari e più sostenibili, a condizione che abbiano un sapore gradevole<sup>82</sup>.

### 3.3.3. I vantaggi della produzione conforme all'ECC

Se è vero che, per via della minore densità di allevamento e del periodo di crescita più lungo, i sistemi conformi all'ECC hanno una resa per capannone più bassa rispetto a quelli convenzionali, il calo può essere compensato dalla mortalità più bassa e dai minori casi di declassamento delle carcasse che si riscontrano nelle genetiche a crescita più lenta.

Inoltre, ricerche di mercato recenti indicano che sia negli Stati Uniti sia nell'Unione europea una percentuale consistente di consumatori è favorevole al rafforzamento delle norme in materia di benessere animale<sup>83</sup>, è disponibile a spendere di più per prodotti con migliori requisiti di benessere<sup>84</sup> e auspica una maggiore trasparenza, con un'etichettatura che indichi gli standard di benessere animale e i metodi di produzione adottati<sup>84,85</sup>.

Va anche evidenziato che la carne di pollo proveniente da filiere con migliori standard di benessere gode di un vantaggio di marketing. Soprattutto nei paesi occidentali e nell'Unione europea, i consumatori sono dell'opinione che i sistemi estensivi siano più sostenibili, più attenti al benessere animale e forniscano prodotti di migliore qualità<sup>33</sup>.

	Sfide legate all'impatto ambientale	Strategie di mitigazione	Vantaggi
<b>Mangimi</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La produzione di mangimi, in particolare la coltivazione non sostenibile di soia e il cambio d'uso del suolo, causa oltre il 70% delle emissioni del settore avicolo</li> <li>• Avendo una crescita più lenta, le razze conformi all'ECC necessitano più mangime</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ottimizzare la dieta a seconda del sistema e della razza. Una cospicua riduzione delle emissioni si può ottenere con una dieta a basso contenuto di soia e con una minore densità nutrizionale</li> <li>• Usare fonti proteiche locali e sostenibili</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Le genetiche conformi all'ECC si adattano meglio a diete più sostenibili</li> <li>• I parentali di alcune genetiche conformi all'ECC sono più prolifici e consumano meno mangime</li> </ul>
<b>Produzione</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La minore densità di allevamento nei sistemi conformi all'ECC comporta maggiore consumo di suolo e di energia</li> <li>• Vivendo più a lungo, i polli producono più deiezioni</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nel complesso, il settore avicolo utilizza basse quantità di energia e combustibili</li> <li>• Usare energia rinnovabile</li> <li>• Trattare il letame per ricavarne biocombustibili o biogas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Il calo della mortalità e del declassamento delle carcasse riduce gli sprechi di cibo e di mangime</li> <li>• La minore densità di allevamento comporta una minore produzione di deiezioni per capannone</li> <li>• L'uso della luce naturale riduce i consumi per l'illuminazione artificiale</li> <li>• Le uova dei parentali conformi all'ECC hanno migliori capacità di sopravvivenza</li> </ul>
<b>Richiesta dei consumatori</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La domanda in crescita di prodotti avicoli è in conflitto con i minori volumi di produzione dei sistemi conformi all'ECC</li> <li>• La preferenza dei consumatori per la carne del petto è in contrasto con la minore resa del petto delle genetiche conformi all'ECC</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Promuovere l'uso dell'intera carcassa e il consumo di altri tagli del pollo per ridurre gli sprechi</li> <li>• Creare nuove ricette, ridurre le porzioni di carne e usare prodotti a base di carne mescolata con altri ingredienti</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mortalità e declassamenti delle carcasse inferiori compensano il calo della produzione rispetto ai sistemi convenzionali</li> <li>• Si soddisfa la domanda dei consumatori di prodotti con migliori standard di benessere</li> <li>• La carne è di qualità migliore grazie alla minore incidenza di miopatie dei muscoli pettorali</li> <li>• L'allevamento di razze a crescita più lenta si associa a un minore uso di antibiotici</li> </ul>

**Tabella 4:** Impatto ambientale, potenziali strategie di mitigazione e vantaggi della produzione avicola conforme ai criteri dell'ECC.

## 4. Persone

### 4.1. Vantaggi sociali

Uno degli aspetti più trascurati nella valutazione della sostenibilità del settore avicolo è quello sociale. Se invece lo si include nell'analisi, i sistemi con migliori standard di benessere presentano un indice di sostenibilità maggiore rispetto a quelli convenzionali<sup>21,24</sup>.

#### 4.1.1. Salute pubblica

Le razze a crescita più lenta allevate nei sistemi con migliori criteri di benessere hanno una maggiore immunità naturale e sono meno soggette ad ammalarsi. Per contro, le genetiche a rapido accrescimento sono più esposte allo stress cronico, che pregiudica il corretto funzionamento del sistema immunitario<sup>86</sup>. Secondo alcuni studi, inoltre, tendono a soffrire di infiammazioni croniche e, in caso di infezione da *Campylobacter*<sup>87</sup> e *Eimeria*<sup>88</sup> (causa di malattie zoonotiche veicolate da alimenti), disseminano più patogeni.

L'antibioticoresistenza è una seria minaccia per la salute a livello globale. Secondo alcune stime, nel 2019 i patogeni resistenti agli antibiotici hanno causato 5 milioni di morti e secondo le proiezioni, in mancanza di azioni decise, entro il 2050 il dato potrebbe arrivare a 10 milioni<sup>89</sup>. L'uso improprio o eccessivo degli antimicrobici in ambito sanitario, in agricoltura e nell'allevamento non fa che accelerare lo sviluppo di batteri resistenti, complicando la cura di infezioni anche molto comuni<sup>90</sup>. I sistemi di produzione convenzionali fanno maggiore uso di antibiotici per gestire il più alto rischio di disseminazione di patogeni causato dall'alta densità di allevamento. Non a caso, secondo dati del 2022, negli allevamenti olandesi che impiegavano razze a crescita più lenta l'uso di antibiotici era di nove volte inferiore rispetto agli allevamenti convenzionali<sup>78</sup>.

Gli allevatori avicoli e le loro famiglie non solo sono esposti a batteri resistenti agli antibiotici ma rischiano di sviluppare allergie agli antibiotici<sup>91</sup>. Di conseguenza, dal 2012 secondo le leggi dei Paesi Bassi gli allevatori avicoli possono essere sottoposti a quarantene e a trattamenti particolari<sup>85</sup>. Ma non sono solo gli operatori del settore a correre rischi; infatti, le alte densità di allevamento dei sistemi convenzionali favoriscono epidemie di zoonosi che mettono a repentaglio la salute pubblica. Dalla valutazione multifattoriale proposta da Rocchi e colleghi emerge che due sistemi di allevamento biologici presentavano performance migliori rispetto ai sistemi convenzionali in termini di rischi per la salute, antibioticoresistenza e reddito per i lavoratori<sup>21</sup>.

#### 4.1.2. Attrattività del settore avicolo

Gli operatori che lavorano in sistemi con migliori criteri di benessere sono orgogliosi di prendersi cura di animali in salute, "più felici" e inclini a esprimere comportamenti naturali; di conseguenza, spesso sono entusiasti di condividere con trasparenza il proprio lavoro. Questo non solo rafforza la fiducia dei consumatori ma può essere utile ad attrarre nuovi

lavoratori, oltre che a incentivare le nuove generazioni a prendere le redini dell'attività di famiglia (Norsk Kylling, comunicazione privata). Nella valutazione di Méda e colleghi (2021)<sup>11</sup>, i sistemi con migliori standard di benessere Label Rouge hanno evidenziato prestazioni migliori nel soddisfare le aspettative dell'opinione pubblica e nel migliorare l'accettabilità del settore avicolo rispetto ai sistemi convenzionali.

## 4.2. Fattibilità economica

### 4.2.1. Strategie di contenimento dei costi

La transizione verso sistemi con migliori criteri di benessere, per esempio conformi ai criteri dell'ECC, non è priva di costi. È importante che l'aumento dei costi di produzione venga assorbito dall'intera catena alimentare, e non ricada solo sui produttori o sui consumatori; a questo proposito, le fasi di transizione sono essenziali per elaborare modelli dell'impatto economico dell'adeguamento ai requisiti dell'ECC. Le aziende devono seguire una strategia coerente, allineando tutte le attività verso il raggiungimento dell'obiettivo. È importante mantenere l'equità e fissare i prezzi senza gonfiare i margini, di modo che i prodotti con migliori requisiti di benessere siano accessibili ai consumatori e si garantisca supporto agli allevatori.

L'aumento dei costi associato all'adozione dei criteri dell'ECC si può mitigare mettendo in campo una serie di strategie, come fare miglior uso delle carcasse, ripensare i menu e sviluppare prodotti innovativi. Quando si stimano i costi di produzione, inoltre, bisogna tenere conto di alcuni vantaggi dei sistemi conformi all'ECC, e in particolare delle migliori prestazioni in alcuni settori, come la maggiore produttività dei parentali, i minori tassi di scarto nei macelli e la ridotta incidenza di declassamenti delle carcasse per problemi qualitativi<sup>61</sup>, che contribuisce a ridurre gli sprechi di cibo. Oltre a questo, i gruppi di animali allevati secondo i criteri dell'ECC in genere presentano tassi di mortalità decisamente più bassi<sup>61</sup>.

### 4.2.1. Soddisfare la domanda dei consumatori

La domanda di prodotti con migliori standard di benessere è in crescita. Nella percezione dei consumatori, infatti, questi prodotti sono più salutari, più sicuri, più buoni, autentici, eco-compatibili e tradizionali.<sup>92</sup> Molte persone sono disposte a spendere di più per acquistare carne di pollo proveniente da sistemi di allevamento più attenti al benessere, tra cui allevamenti al coperto dotati di spazi più ampi e di arricchimenti, allevamenti all'aperto e allevamenti biologici. Nello specifico, i consumatori danesi, francesi, olandesi e inglesi si dichiarano disposti a spendere tra il 5 e il 30% in più per petto di pollo prodotto secondo migliori standard di benessere, mentre in altri paesi la percentuale aumenta addirittura al 50-100%<sup>93</sup>. I consumatori belgi si dichiarano disposti a spendere in media il 43% in più per pollo con etichetta "allevato all'aperto", il 50% in più per pollo "allevato all'aperto secondo la tradizione" e il 63% in più per pollo "allevato all'aperto in totale libertà"<sup>94</sup>. I consumatori statunitensi si sono dichiarati pronti a spendere in media il 48% in più per prodotti di pollo con una certificazione di benessere affidabile<sup>95</sup>.

Se dunque investire in una produzione più rispettosa del benessere animale ha senz'altro dei costi, le aziende che assumono e realizzano questo impegno in molti casi si giovano di una migliore reputazione del brand, di un marketing più forte e di una maggiore fedeltà da parte dei consumatori.

## Conclusione

Quello di sostenibilità è un concetto ampio che ruota intorno al garantire un futuro vivibile agli esseri umani, agli animali e al pianeta. Se è vero che ridurre al minimo l'impatto ambientale delle attività è un aspetto essenziale, la vera sostenibilità ha una portata assai più ampia. L'allevamento di polli da carne si distingue dagli altri per una minore quantità di emissioni, che tuttavia spesso si ottiene a spese del benessere animale. Per operare la transizione verso un modello veramente sostenibile di produzione di polli da carne, dobbiamo trovare un equilibrio tra il benessere degli animali e la gestione degli aspetti ambientali, considerando la sostenibilità in tutte le sue componenti. L'impatto ambientale dei sistemi avicoli si può affrontare attraverso una gamma di strategie di mitigazione efficienti tutte da esplorare. Non solo, in molti casi i sistemi rispettosi di migliori standard di benessere, poggiando su un modello olistico di sostenibilità, sono più efficienti dei sistemi convenzionali.



## Prospettive future: allevamento rigenerativo

Basati come sono sul ripristino della salute del suolo e la promozione sia della biodiversità sia dell'equilibrio ecologico, i nuovi sistemi di agricoltura rigenerativa adottano un approccio olistico mirato a ripristinare e migliorare la salute degli ecosistemi. Nella produzione avicola, le pratiche rigenerative comprendono il pascolo a rotazione, le colture di copertura e il ricorso minimo a input chimici.

Il pascolo a rotazione, cioè far pascolare i polli in modo alternato in aree diverse, è una pratica essenziale dell'allevamento rigenerativo: non solo è in linea con il comportamento degli animali in natura, ma previene l'eccessivo sfruttamento dei pascoli, permettendone la rigenerazione. L'integrazione di colture di copertura consiste nel piantare colture erbacee che non solo forniscono un ambiente naturale di foraggiamento per i polli ma contribuiscono a prevenire l'erosione del suolo, favoriscono il ciclo dei nutrienti e attirano insetti benefici. Infine, il ricorso minimo a input chimici come fertilizzanti sintetici e antibiotici permette di dare la priorità ai processi naturali e agevola lo sviluppo di ecosistemi resilienti.

Dal punto di vista del benessere animale, i sistemi di allevamento rigenerativi incoraggiano l'espressione di comportamenti naturali perché consentono ai polli di pascolare liberamente e dedicarsi ad attività come grattare il terreno, fare bagni di polvere e becchettare. Oltre a migliorare il benessere complessivo degli animali, questo contribuisce a rendere sostenibile il modello di allevamento promuovendo un ecosistema più naturale ed equilibrato. Ai consumatori si offre quindi non solo carne di pollo di qualità, prodotta eticamente, ma anche la garanzia che gli animali conducono una vita più in linea con i loro comportamenti innati.

Nei sistemi agroforestali o silvopastorali, i polli pascolano in aree verdi come frutteti e boschi, dove si integrano agricoltura e allevamento. Questi animali trascorrono più tempo al pascolo, assumendo più foraggio e più composti bioattivi, contribuendo a diserbare e fertilizzare naturalmente la vegetazione. Questo permette di ridurre l'impatto ambientale complessivo tanto delle attività agricole quanto di quelle zootecniche, eccezione fatta per il consumo del suolo<sup>96</sup>.

Nei sistemi rigenerativi è consigliabile allevare razze a duplice attitudine, destinando le galline alla produzione di uova e i polli alla produzione di carne in piccoli gruppi che si possono allevare al pascolo, con una dieta variegata e utile a eliminare gli sprechi<sup>97</sup>.

Perché un sistema di allevamento di polli sia realmente rigenerativo, anche i mangimi devono provenire da fonti rigenerative. Poiché raggiungere la piena autosufficienza in una produzione su scala commerciale è piuttosto difficile, l'approccio più pragmatico ed efficiente è assicurarsi che i mangimi supplementari provengano da sistemi rigenerativi, in modo da applicare i medesimi principi in tutta la filiera.

Con la continua crescita della domanda di alimenti sostenibili e prodotti eticamente, le pratiche rigenerative vanno configurandosi come una soluzione promettente che contempera il benessere dei polli con la salute degli ecosistemi e le preferenze dei consumatori.

## Riferimenti

1. WCED, S. W. S. (1987). World commission on environment and development. Our common future, 17(1), 1-91.
2. Purvis, B., Mao, Y., & Robinson, D. (2019). Three pillars of sustainability: in search of conceptual origins. *Sustainability science*, 14, 681-695.
3. Clark, H., & Wu, H. (2016). The sustainable development goals: 17 goals to transform our world. *Furthering the work of the United Nations*, 36-54.
4. World Health Organisation. "One Health" (2023). <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/one-health>. Consultato a maggio 2024.
5. Pinillos, R. G., Appleby, M. C., Manteca, X., Scott-Park, F., Smith, C., & Velarde, A. (2016). One Welfare—a platform for improving human and animal welfare. *Veterinary Record*, 179(16), 412-413.
6. Drury, M., Fuller, J., & Hoeks, J. (2023). Embedding animals within a definition of sustainability. *Sustainability Science*, 18(4), 1925-1938.
7. Keeling, L., Tunón, H., Olmos Antillón, G., Berg, C., Jones, M., Stuardo, L., [...] & Blokhuis, H. (2019). Animal welfare and the United Nations sustainable development goals. *Frontiers in veterinary science*, 6, 336.
8. Mohamud, A. I., Mohamed, Y. A., & Mohamed, S. A. (2023). The link between animal welfare and sustainable development: Lessons for Somalia. A review article. *Veterinary Sciences: Research and Reviews*, 9(2), 132-151.
9. Dwyer, C. M. (2020). Can improving animal welfare contribute to sustainability and productivity?. *Black Sea Journal of Agriculture*, 3(1), 61-65.
10. Proctor, H. S., Carder, G., & Cornish, A. R. (2013). Searching for animal sentience: A systematic review of the scientific literature. *Animals*, 3(3), 882-906.
11. Méda, B., Dusart, L., Protino, J., Lescoat, P., Berri, C., Magdelaine, P., & Bouvarel, I. (2021). OVALI, Sustainability for Poultry®: A Method Co-Designed by Stakeholders to Assess the Sustainability of Chicken Supply Chains in Their Territories. *Sustainability*, 13(3), 1329.
12. Eurostat. Glossary:Greenhouse gas (GHG) (2025). [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Glossary:Greenhouse\\_gas\\_\(GHG\)](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Glossary:Greenhouse_gas_(GHG)). Consultato a marzo 2025.

13. Eurostat. Glossary:Global-warming potential (GWP) (2025). [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Glossary:Global-warming\\_potential\\_\(GWP\)](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Glossary:Global-warming_potential_(GWP)). Consultato a marzo 2025.
14. UN Department of Economic and Social Affairs: Division for Sustainable Development (2025). Consumption and Production Patterns - Land Use Change. <https://www.un.org/esa/sustdev/sdissues/consumption/cpp1224m12.htm>. Consultato a marzo 2025.
15. Gerber, P. J., Steinfeld, H., Henderson, B., Mottet, A., Opio, C., Dijkman, J., ... & Tempio, G. (2013). Tackling climate change through livestock: a global assessment of emissions and mitigation opportunities
16. Greenpeace (2019). The Dangerous intensification of Animal Farming in Europe. [www.greenpeace.eu](http://www.greenpeace.eu). Consultato a maggio 2024.
17. Clark, M., Springmann, M., Rayner, M., Scarborough, P., Hill, J., Tilman, D., ... & Harrington, R. A. (2022). Estimating the environmental impacts of 57,000 food products. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 119(33), e2120584119.
18. Parlasca, M. C., & Qaim, M. (2022). Meat consumption and sustainability. *Annual Review of Resource Economics*, 14(1), 17-41.
19. Nielsen, S. S., Alvarez, J., Bicout, D. J., Calistri, P., Canali, E., ... & Michel, V. (2023). Welfare of broilers on farm. *EFSA Journal*, 21(2), e07788.
20. Bist, R. B., Bist, K., Poudel, S., Subedi, D., Yang, X., Paneru, B., ... & Chai, L. (2024). Sustainable poultry farming practices: A critical review of current strategies and future prospects. *Poultry Science*, 104295.
21. Rocchi, L., Cartoni Mancinelli, A., Paolotti, L., Mattioli, S., Boggia, A., Papi, F., & Castellini, C. (2021). Sustainability of rearing system using multicriteria analysis: application in commercial poultry production. *Animals*, 11(12), 3483.
22. Alkhtib, A., Burton, E., Wilson, P. B., Scholey, D., & Bentley, J. (2023). Effect of life cycle inventory choices and nutritional variation on carbon footprint of broiler meat production. *Journal of Cleaner Production*, 383, 135463.
23. Paolotti, L., Boggia, A., Castellini, C., Rocchi, L. & Rosati, A. Combining livestock and tree crops to improve sustainability in agriculture: A case study using the Life Cycle Assessment (LCA) approach. *J Clean Prod* 131, 351–363 (2016).
24. Nascimento, R. A., Luiz, V. T., Mendes, C. M. I., Giannetti, B. F., & Gameiro, A. H. (2022). Sustainability comparison of commercial Brazilian organic and conventional broiler production systems under a 5SENSU model perspective. *Journal of Cleaner Production*, 377, 134297.

25. Kyriazakis, I., Dokou, S., Taylor, J., Giannenas, I., & Murphy, E. (2025). A meta-analysis of the sources of variation in the environmental impacts of different broiler production systems. *British Poultry Science*, 66(2), 193-205.
26. Alkhtib, A., Burton, E., Wilson, P. B., Scholey, D., & Bentley, J. (2023). Effect of life cycle inventory choices and nutritional variation on carbon footprint of broiler meat production. *Journal of Cleaner Production*, 383, 135463.
27. Leinonen, I., Williams, A. G., Wiseman, J., Guy, J., & Kyriazakis, I. (2012). Predicting the environmental impacts of chicken systems in the United Kingdom through a life cycle assessment: Broiler production systems. *Poultry science*, 91(1), 8-25.
28. FAOSTAT. Crop and livestock products (2025). <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>. Consultato a giugno 2024.
29. Our World in Data (2025). Meat and Dairy Production <https://ourworldindata.org/meat-production>. Consultato ad aprile 2025.
30. AviNews.com (2025).. Poultry meat consumption will increase in the next decade. <https://avinews.com/en/poultry-meat-consumption-will-increase-in-the-next-decade/>
31. Schuck-Paim, C., & Alonso, W. J. (2022). Quantifying Pain in Broiler Chickens: Impact of the Better Chicken Commitment and Adoption of Slower-Growing Breeds on Broiler Welfare, pubblicazione indipendente.
32. Karlsson, L., Keeling, L., & Rööös, E. (2025). What is a better chicken? Exploring trade-offs between animal welfare and greenhouse gas emissions in higher-welfare broiler systems. *Sustainable Production and Consumption*.
33. Marchewka, J., Sztandarski, P., Solka, M., Louton, H., Rath, K., Vogt, L., ... & Horbańczuk, J. O. (2023). Linking key husbandry factors to the intrinsic quality of broiler meat. *Poultry science*, 102(2), 102384.
34. Rayner, A. C. (2023). The application of positive behavioural measures for commercial broiler production (Tesi di dottorato, Università di Bristol).
35. Dixon, L. M. (2020). Slow and steady wins the race: The behaviour and welfare of commercial faster growing broiler breeds compared to a commercial slower growing breed. *PLoS one*, 15(4), e0231006.
36. Sans, E. C. D. O., Tuytens, F. A. M., Taconeli, C. A., Pedrazzani, A. S., Vale, M. M., & Molento, C. F. M. (2021). From the point of view of the chickens: what difference does a window make?. *Animals*, 11(12), 3397.
37. Bailie, C. L., Ball, M. E. E., & O'Connell, N. E. (2013). Influence of the provision of natural light and straw bales on activity levels and leg health in commercial broiler chickens. *Animal*, 7(4), 618-626.

38. Alvino, G. M., Archer, G. S., & Mench, J. A. (2009). Behavioural time budgets of broiler chickens reared in varying light intensities. *Applied Animal Behaviour Science*, 118(1-2), 54-61.
39. van der Eijk, J. A., Gunnink, H., Melis, S., van Riel, J. W., & De Jong, I. C. (2022). Reducing stocking density benefits behaviour of fast-and slower-growing broilers. *Applied Animal Behaviour Science*, 257, 105754.
40. Riber, A. B., Van De Weerd, H. A., De Jong, I. C., & Steinfeldt, S. (2018). Review of environmental enrichment for broiler chickens. *Poultry science*, 97(2), 378-396.
41. Tallentire, C. W., Mackenzie, S. G., & Kyriazakis, I. (2018). Can novel ingredients replace soybeans and reduce the environmental burdens of European livestock systems in the future?. *Journal of Cleaner Production*, 187, 338-347.
42. Food and Agriculture Organization of the United Nations (2023). Pathways towards Lower Emissions. Pathways towards lower emissions doi:10.4060/cc9029en.
43. Zuidhof, M. J., Schneider, B. L., Carney, V. L., Korver, D. R., & Robinson, F. E. (2014). Growth, efficiency, and yield of commercial broilers from 1957, 1978, and 2005. *Poultry science*, 93(12), 2970-2982.
44. Chan, I., Franks, B., & Hayek, M. N. (2022). The 'sustainability gap' of US broiler chicken production: trade-offs between welfare, land use and consumption. *Royal Society open science*, 9(6), 210478.
45. Leinonen, I., & Kyriazakis, I. (2016). How can we improve the environmental sustainability of poultry production?. *Proceedings of the Nutrition Society*, 75(3), 265-273.
46. Vissers, L. S., Saatkamp, H. W., & Oude Lansink, A. G. (2021). Analysis of synergies and trade-offs between animal welfare, ammonia emission, particulate matter emission and antibiotic use in Dutch broiler production systems. *Agricultural Systems*, 189, 103070.
47. Vissers, L. S., Oude Lansink, A. G., & Saatkamp, H. W. (2021). Exploring the performance of system changes in Dutch broiler production to balance animal welfare, ammonia emissions and particulate matter emissions with farm profitability. *Agricultural Systems*, 193, 103217.
48. Purdue. Purdue Farms 2024 Report: Commitments to Animal Care.
49. Mostert, P. F., Bos, A. P., van Harn, J., & de Jong, I. C. (2022). The impact of changing toward higher welfare broiler production systems on greenhouse gas emissions: a Dutch case study using life cycle assessment. *Poultry Science*, 101(12), 102151.
50. Weinrich, R., & Busch, G. (2021). Consumer knowledge about protein sources and consumers' openness to feeding micro-algae and insects to pigs and poultry. *Future Foods*, 4, 100100.

51. Azizi, M. N., Loh, T. C., Foo, H. L., & Teik Chung, E. L. (2021). Is palm kernel cake a suitable alternative feed ingredient for poultry?. *Animals*, 11(2), 338.
52. El-Deek, A. A., Abdel-Wareth, A. A., Osman, M., El-Shafey, M., Khalifah, A. M., Elkomy, A. E., & Lohakare, J. (2020). Alternative feed ingredients in the finisher diets for sustainable broiler production. *Scientific reports*, 10(1), 17743.
53. Babatunde, O. O., Park, C. S., & Adeola, O. (2021). Nutritional potentials of atypical feed ingredients for broiler chickens and pigs. *Animals*, 11(5), 1196.
54. Simmons, C. W., Duan, F., Pitesky, M. E., Liu, Y., & Tobar, Z. (2023). Incorporation of recovered food and food scraps into poultry feed: A systematic review. *CABI Reviews*, (2023).
55. Georganas, A., Giamouri, E., Pappas, A. C., Zoidis, E., Goliomytis, M., & Simitzis, P. (2023). Utilization of agro-industrial by-products for sustainable poultry production. *Sustainability*, 15(4), 3679.
56. Truong, L., Morash, D., Liu, Y., & King, A. (2019). Food waste in animal feed with a focus on use for broilers. *International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture*, 8, 417-429.
57. Chodová, D., Tůmová, E., & Ketta, M. (2021). The response of fast-, medium-and slow-growing chickens to a low protein diet. *Czech Journal of Animal Science*, 66(3).
58. Kreuzer, M., Müller, S., Mazzolini, L., Messikommer, R. E., & Gangnat, I. D. (2020). Are dual-purpose and male layer chickens more resilient against a low-protein-low-soybean diet than slow-growing broilers?. *British poultry science*, 61(1), 33-42.
59. Open Wing Alliance (2023). Sustainability and the Better Chicken Commitment
60. Crace, J. (2023) Premature death of 80m chickens raises concerns over UK's fast-growing breeds. *The Guardian*. 11 novembre 2023.
61. Baxter, M., Richmond, A., Lavery, U., & O'Connell, N. E. (2021). A comparison of fast growing broiler chickens with a slower-growing breed type reared on Higher Welfare commercial farms. *PLoS one*, 16(11), e0259333.
62. Rayner, A. C., Newberry, R. C., Vas, J., & Mullan, S. (2020). Slow-growing broilers are healthier and express more behavioural indicators of positive welfare. *Scientific reports*, 10(1), 15151.
63. New Green Normal Consulting (2024). Impact Mitigation Strategies for Higher-Welfare Broiler Production Working Paper. [www.thenewgreennormal.com](http://www.thenewgreennormal.com)
64. Forseth, M., Moe, R. O., Kittelsen, K., Skjerve, E., & Toftaker, I. (2023). Comparison of carcass condemnation causes in two broiler hybrids differing in growth rates. *Scientific Reports*, 13(1), 4195.

65. Che, S., Wang, C., Varga, C., Barbut, S., & Susta, L. (2022). Prevalence of breast muscle myopathies (spaghetti meat, woody breast, white striping) and associated risk factors in broiler chickens from Ontario Canada. *PloS one*, 17(4), e0267019.
66. Petracci, M., Soglia, F., Madruga, M., Carvalho, L., Ida, E., & Estévez, M. (2019). Wooden-breast, white striping, and spaghetti meat: causes, consequences and consumer perception of emerging broiler meat abnormalities. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 18(2), 565-583.
67. Kuttappan, V. A., Owens, C. M., Coon, C., Hargis, B. M., & Vazquez-Anon, M. (2017). Incidence of broiler breast myopathies at 2 different ages and its impact on selected raw meat quality parameters. *Poultry Science*, 96(8), 3005-3009.
68. CIWF (2023). Norsk Kylling: Pioneers of Higher Welfare and Sustainable Chicken Production. <https://www.compassioninfoodbusiness.com/resources/broiler-chickens/norsk-kylling-pioneers-of-higher-welfare-and-sustainable-chicken-production/>
69. Dupas, M. C., Parison, S., Noel, V., Chatzimpiros, P., & Herbert, É. (2023). Variable renewable energy penetration impact on productivity: A case study of poultry farming. *Plos one*, 18(10), e0286242.
70. Yara.com, Reducing Ammonia Emissions from Agriculture <https://www.yara.com/globalassets/pure-nutrient--ammonia/reducing-ammonia-emissions-from-agriculture.pdf/>. Consultato a marzo 2025.
71. Gržinić, G., Piotrowicz-Cieślak, A., Klimkowicz-Pawlas, A., Górny, R. L., Ławniczek-Wałczyk, A., Piechowicz, L., ... & Wolska, L. (2023). Intensive poultry farming: A review of the impact on the environment and human health. *Science of the Total Environment*, 858, 160014.
72. WattPoultry (2017).. Study: Slower-growing broiler production has faults. <https://www.wattagnet.com/broilers-turkeys/article/15520260/study-slower-growing-broiler-production-has-faults-wattagnet>. Consultato a febbraio 2025.
73. Cederberg, C. (2009). Greenhouse gas emissions from Swedish production of meat, milk and eggs 1990 and 2005. SIK Institutet för livsmedel och bioteknik.
74. Habib, K., Nuruzzamal, M., Shah, M. E., & Ibrahim, A. S. M. (2019). Economic Viability of Introducing Renewable Energy in Poultry Industry of Bangladesh. *International Journal of Scientific & Engineering Research*, 10(3), 1510-1512.
75. Krupka, M., Olkowska, E., Klimkowicz-Pawlas, A., Łęczyński, L., Tankiewicz, M., Michalczyk, D. J., ... & Piotrowicz-Cieślak, A. I. (2023). The Impact of Soil and Water Pollutants Released from Poultry Farming on the Growth and Development of Two Plant Species. *Agriculture*, 14(1), 87.

76. Mozhiarasi, V., & Natarajan, T. S. (2022). Slaughterhouse and poultry wastes: management practices, feedstocks for renewable energy production, and recovery of value added products. *Biomass Conversion and Biorefinery*, 1-24.
77. Ogino, A., Oishi, K., Setoguchi, A., & Osada, T. (2021). Life cycle assessment of sustainable broiler production systems: effects of low-protein diet and litter incineration. *Agriculture*, 11(10), 921.
78. Autoriteit Diergeneesmiddelen (2023). Het Gebruik van Antibiotica Bij in 2022. <https://www.autoriteitdiergeneesmiddelen.nl/nl/publicaties/sda-rapporten-antibioticumgebruik>
79. OECD (2021). Meat consumption (indicator) <https://www.oecd.org/en/data/indicators/meat-consumption.html>. Consultato a marzo 2025.
80. Baéza, E., Guillier, L., & Petracci, M. (2022). Production factors affecting poultry carcass and meat quality attributes. *Animal*, 16, 100331.
81. Doughman, E. (2019). Are blended proteins the future of chicken? *WattPoultry*
82. Miao, X., Hastie, M., Ha, M., & Warner, R. (2023). Consumer response to blended beef burgers and chicken nuggets is influenced by ingredient and nutrition claims-qualitative assessment. *Future Foods*, 8, 100247.
83. Eurobarometer (2023). Attitudes of Europeans towards Animal Welfare. <https://europa.eu/eurobarometer/surveys/detail/2996>. Consultato a maggio 2025.
84. BEUC (2024). Farm Animal Welfare: What Consumers Want. <https://www.beuc.eu/reports/farm-animal-welfare-what-consumers-want>. Consultato a maggio 2025.
85. European Commission - Directorate-General for Health and Food Safety (2022). Study on Animal Welfare. <http://www.europa.eu>. Consultato a maggio 2025.
86. Hofmann, T., Schmucker, S. S., Bessei, W., Grashorn, M., & Stefanski, V. (2020). Impact of housing environment on the immune system in chickens: A review. *Animals*, 10(7), 1138.
85. Vaarst, M., Steinfeldt, S., & Horsted, K. (2015). Sustainable development perspectives of poultry production. *World's poultry science journal*, 71(4), 609-620.
86. Alonso, M. E., González-Montaña, J. R., & Lomillos, J. M. (2020). Consumers' concerns and perceptions of farm animal welfare. *Animals*, 10(3), 385.
87. Humphrey, S., Chaloner, G., Kemmett, K., Davidson, N., Williams, N., Kipar, A., ... & Wigley, P. (2014). *Campylobacter jejuni* is not merely a commensal in commercial broiler chickens and affects bird welfare. *MBio*, 5(4), 10-1128.

88. Giles, T., Sakkas, P., Belkhir, A., Barrow, P., Kyriazakis, I., & Foster, N. (2019). Differential immune response to *Eimeria maxima* infection in fast-and slow-growing broiler genotypes. *Parasite Immunology*, 41(9), e12660.
89. Ho, C. S., Wong, C. T., Aung, T. T., Lakshminarayanan, R., Mehta, J. S., Rauz, S., ... & Ting, D. S. (2025). Antimicrobial resistance: a concise update. *The Lancet Microbe*, 6(1).
90. Nunan, Cólín. "Ending routine farm antibiotic use in Europe." *Achieving responsible farm antibiotic use through improving animal health and welfare in pig and poultry production* (2022).
91. Vaarst, M., Steinfeldt, S., & Horsted, K. (2015). Sustainable development perspectives of poultry production. *World's poultry science journal*, 71(4), 609-620.
92. Alonso, M. E., González-Montaña, J. R., & Lomillos, J. M. (2020). Consumers' concerns and perceptions of farm animal welfare. *Animals*, 10(3), 385.
93. Lehmann, C., & Christoph-Schulz, I. (2022). Relevance of animal welfare for poultry meat consumers—results of multinational focus groups. *Proceedings in Food System Dynamics*, 15-30.
94. Van Loo, E. J., Caputo, V., Nayga Jr, R. M., & Verbeke, W. (2014). Consumers' valuation of sustainability labels on meat. *Food Policy*, 49, 137-150.
95. Spain, C. V., Freund, D., Mohan-Gibbons, H., Meadow, R. G., & Beacham, L. (2018). Are they buying it? United States consumers' changing attitudes toward more humanely raised meat, eggs, and dairy. *Animals*, 8(8), 128.
96. Rocchi, L., Paolotti, L., Rosati, A., Boggia, A. & Castellini, C. Assessing the sustainability of different poultry production systems: A multicriteria approach. *J Clean Prod* 211, 103–114 (2019).
97. Rayner, A. & Hill, C. Why we need a truly regenerative system in chicken farming. *The Grocer* (2024).