

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

**Dipartimento di Agronomia, Animali, Alimenti,
Risorse Naturali e Ambiente**

CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN
SCIENZE E TECNOLOGIE AGRARIE

**Produzione e qualità delle uova in galline
ovaiole in un sistema cage free sperimentale:
effetto della presenza di rampe**

Relatore:
Prof.ssa Angela Trocino
Correlatore:
Dott. Mattia Pravato

Laureanda: Romina Schiavo
Matricola n.: 2097304

ANNO ACCADEMICO 2023/2024

INDICE

ABSTRACT	2
RIASSUNTO	4
INTRODUZIONE	6
1. IL MERCATO DEL SETTORE DELLE UOVA: GLOBALE E NAZIONALE	6
2. ALLEVAMENTO DELLA GALLINA OVAIOLA	11
2.1 GENOTIPI COMMERCIALI	12
2.2 I SISTEMI DI STABULAZIONE DELLE GALLINE OVAIOLE.....	15
2.3 INDICI DI PRODUZIONE NELL'ALLEVAMENTO DELLE GALLINE OVAIOLE	23
3. QUALITA' DELLE UOVA.....	26
3.1 FATTORI CHE INFLUENZANO LA QUALITA' DELLE UOVA.....	30
OBBIETTIVI.....	38
MATERIALI E METODI	39
APPROVAZIONE ETICA.....	39
STRUTTURE DI STABULAZIONE.....	39
ANIMALI.....	41
GESTIONE DELL'AMBIENTE E DELLA STRUTTURA.....	42
PERIODO SPERIMENTALE.....	43
RILIEVI SPERIMENTALI	43
ANALISI STATISTICA	46
RISULTATI E DISCUSSIONE.....	47
CONCLUSIONI.....	59
BIBLIOGRAFIA.....	60

ABSTRACT

The use of small barren cages for rearing laying hens is prohibited in Europe because it is considered a system that cannot meet the welfare needs of these animals. Therefore, it has become increasingly important to move towards alternative solutions that can still ensure efficient economic production. Among the proposed solutions, cage-free rearing systems allow animals to move freely across multiple levels and provide them with the opportunity to express their typical species behaviors. However, this can lead to some issues, such as high rates of non-marketable eggs lost in the aviary spaces, or eggs with defects such as breakage or cleanliness issues. Another problem, which is no less significant, that can occur in these systems is a high percentage of lesions to the animals caused by hens attempting to move between the different levels of the aviary.

The present thesis aimed to evaluate egg production in a cage-free farm, specifically the effects of using ramps as environmental enrichment on the production, quality of the eggs, behavior, and welfare of brown hens from 18 to 47 weeks of age.

The hens maintained high deposition rates, ranging from 90% to 94% from week 24, the peak of egg production, until week 47. Throughout the cycle, this figure included low percentages, about 3%, of eggs deemed unsellable due to dirt or breakage. Mortality of hens was around 6.2%. During the trial a higher deposition rate was measured in modules equipped with ramps (91.2% vs 89.1%) along with a higher percentage of marketable eggs (89% vs 87%), but also a higher percentage of dirty eggs (1.40% vs 1.30%). No differences were observed in the physical traits of egg quality, but some differences were noted in the distribution of eggs within the aviary among the different modules. In particular, hens raised in modules with ramps laid fewer eggs on the metal grids across the three levels (1.02% vs 1.87%; $P=0.01$) and on the third floor (0.33% vs 1.16%; $P<0.01$). Moreover, the different laying patterns were also observed for marketable eggs, which tended to be lower in in modules with ramps on the metal grids of the three levels (0.50% vs 1.30%; $P<0.01$) and on the third floor (0.14% vs 0.88%; $P<0.01$).

The effect of the presence of ramps influenced the distribution of animals in the aviary, where completely different percentages were observed across all the rearing spaces between modules with ramps and those without ramps ($P<0.001$).

For foot injuries, in the modules with ramps the occurrence of hens showing score-1 injuries was lower compared to the modules without ramps at week 30 (16.8% vs 23.3%; $P<0.01$) and at week 33 (30.3% vs 37.3%; $P=0.01$). The same occurred for hens showing score-2 injuries, where hens in the modules with ramps showed lower occurrence compared to the modules without ramps at week 30 (2.50% vs 4.79%; $P<0.01$) and at week 33 (1.25% vs 2.23%; $P=0.01$).

It has therefore been demonstrated that ground-based farms using multi-level systems are a valid alternative to the use of cages. Furthermore, the presence of ramps between different levels plays a

crucial role in the distribution of animals and eggs within the aviary, limiting the occurrence of sternum and foot injuries.

RIASSUNTO

L'utilizzo di gabbie non arricchite per allevare le galline ovaiole è proibito in Europa perché ritenuto un sistema non in grado di soddisfare le esigenze sul benessere di questi animali. È diventato quindi sempre più importante andare verso soluzioni alternative comunque in grado di garantire una produzione efficiente dal punto di vista economico. Tra le soluzioni proposte ci sono i sistemi di allevamento cage-free che permettono agli animali di muoversi liberi su più piani e danno loro la possibilità di manifestare i loro comportamenti tipici della specie. A fronte di questo però possono sorgere alcuni problemi, come maggiori quote di uova non commerciabili perché perse negli spazi dell'aviaro, oppure uova con difetti di rotture o di pulizia. Un altro problema che si può verificare in questi sistemi è la presenza di una maggiore percentuale di lesioni sugli animali causate dalla collisione degli animali con attrezzature o altri animali negli spostamenti tra i diversi piani e livelli nel caso di allevamento in voliera.

La presente tesi di laurea ha quindi inteso valutare la produzione di uova in un allevamento cage-free con voliera e in particolare gli effetti dell'utilizzo di rampe come arricchimento ambientale sulla produzione, sulla qualità delle uova, sul comportamento e sul benessere di galline marroni Hy-line da 18 a 47 settimane di vita.

Le galline hanno mantenuto una percentuale elevata di ovodeposizione, tra il 90% e il 94% dalla settimana 24, momento di picco di ovodeposizione, fino alla settimana 47. In tutto il ciclo, la percentuale di ovodeposizione di uova non ritenute vendibili a causa di sporczia o rotture si è attestata intorno al 3% e la mortalità delle galline è arrivata al 6,2%.

In quanto all'effetto della presenza di rampe sulla produzione è stata misurata una maggiore percentuale di ovodeposizione nei moduli provvisti di rampe (91,2% vs 89,1) con una maggiore percentuale di uova buone (89% vs 87%) e sporche (1,40% vs 1,30%). Non si è evidenziata alcuna differenza per la qualità delle uova, mentre è stata modificata la distribuzione delle uova nella voliera. In particolare, le galline allevate nei moduli con le rampe hanno deposto un minor numero di uova nelle reti metalliche dei tre livelli (1,02% vs 1,87%; $P=0,01$) e sul terzo livello (0,33% vs 1,16%; $P<0,01$).

L'effetto della presenza delle rampe ha modificato la distribuzione degli animali ($P<0,001$).

Per le lesioni podali di grado 1, i moduli con rampa hanno riportato valori minori rispetto ai moduli senza rampa alla settimana 30 (16,8% vs 23,3%; $P<0,01$) e alla settimana 33 (30,3% vs 37,3%; $P=0,01$). Lo stesso è accaduto per le lesioni di grado 2, in cui i moduli con rampa hanno riportato valori minori rispetto ai moduli senza rampa alla settimana 30 (2,50% vs 4,79%; $P<0,01$) e alla settimana 33 (1,25% vs 2,23%; $P=0,01$).

Si è quindi dimostrato che gli allevamenti a terra che utilizzano sistemi multilivello sono una valida alternativa all'utilizzo delle gabbie. Inoltre, la presenza di rampe tra un piano e l'altro gioca un ruolo determinante sulla distribuzione degli animali e delle uova nell'aviaro, limitando la presenza di lesioni sternali e podali.

INTRODUZIONE

1. IL MERCATO DEL SETTORE DELLE UOVA: GLOBALE E NAZIONALE

Si stima che entro il 2050 la Terra ospiterà più di nove miliardi di persone. Questa elevata crescita demografica sta facendo aumentare il numero di persone che potenzialmente potrebbe non accedere alle giuste quantità di beni alimentari a fronte delle attuali produzioni. Già in passato si è verificata la necessità di aumentare la produzione alimentare per la crescente domanda di cibo e questo risultato è stato raggiunto con il progresso tecnologico che ha permesso di aumentare le rese di produzione. Tuttavia, la crescita demografica ha seguito ritmi più veloci rispetto all'efficienza del processo produttivo e l'aumento della richiesta di cibo ha riguardato moltissimi beni alimentari, come i prodotti cerealicoli, ma anche altri considerati di miglior qualità, come la carne e i prodotti caseari. Con l'aumento di popolazione, si è verificato anche un miglioramento del livello della vita dato da un maggior reddito pro-capite a livello globale che ha incentivato il consumo di quei generi alimentari considerati migliori per le più elevate quote di proteine (De Castro, 2011).

Tra gli alimenti di maggior qualità per le loro caratteristiche nutrizionali, si distinguono i prodotti provenienti dal mondo avicolo come la carne data dall'allevamento del pollo e le uova prodotte dagli allevamenti di galline ovaiole. La loro domanda da parte dei consumatori ha registrato un forte aumento grazie agli alti valori nutrizionali perché costituiscono un'importante fonte di proteine e anche perché, rispetto ad altri prodotti, non presentano barriere religiose per quanto riguarda il loro consumo. Dal punto di vista dell'allevatore, sono animali molto efficienti, perché rispetto alle carni rosse, dimostrano un eccellente tasso di conversione dei mangimi nei prodotti finali, che si traduce in minori costi per le aziende (Sass et al., 2018).

Concentrandosi sulla produzione delle uova, negli ultimi decenni la produzione è aumentata notevolmente, passando da 61,7 milioni di tonnellate nel 2008 a 76,7 milioni di tonnellate nel 2018, mostrando quindi un aumento del 24% in dieci anni. Tra i maggiori produttori mondiali si trova la Cina che registra una produzione di 466 miliardi di uova, seguita da Europa, USA, e India. La Figura 1 illustra i principali produttori mondiali che giocano un ruolo fondamentale per la produzione di questo alimento, garantendo circa il 76% dell'offerta (FAO, 2021).

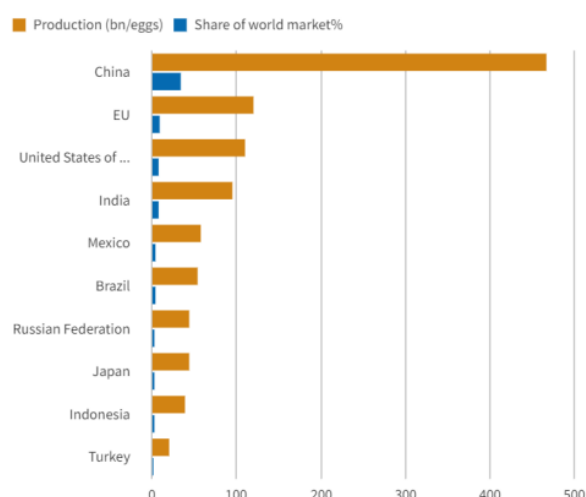


Figura 1. Produzione mondiale di uova e ripartizione delle uova per paese sul totale (FAO, 2018).

Il settore avicolo risulta essere in continua evoluzione; si prevede che la domanda di uova continuerà a crescere più di altri settori, essendo seconda solo all'aumento di domanda per la carne avicola. Dalle previsioni fatte fino al 2030 emerge che i paesi che contribuiranno maggiormente alla produzione delle uova saranno quelli in via di sviluppo. In dettaglio si stima che dal 2020 al 2030 la produzione mondiale è destinata a crescere fino a 95,6 milioni di tonnellate di uova (Tabella 1), di cui 60,3 milioni (63,1%) saranno forniti dai Paesi asiatici, seguiti dai Paesi europei con 12,3 milioni di tonnellate (12,9%) e dall'America con 10,8 milioni di tonnellate (11,3%). Considerando l'aumento di produzione del singolo paese, possiamo dire che i paesi con il maggiore tasso di crescita per la produzione di uova saranno l'Oceania con il 18% e a seguire l'Africa e l'America, mentre Europa ed Asia perderanno di posizione (OECD Data Explorer, 2024).

Tabella 1. Proiezione dello sviluppo della produzione delle uova tra il 2020 e il 2030 a livello continentale; dati in migliaia di tonnellate (OECD Data Explorer, 2024).

Continente	2020	2025	2030	Aumento	
				Assoluto	%
Africa	3.196,9	3.460,2	3.724,1	527,1	16,5
Asia	55.804,4	57.562,9	60.328,5	4.524,1	8,1
Europa	11.360,5	22.926,2	12.324,7	964,2	8,5
Nord America	7.182,2	7.579,4	7.921,0	737,8	10,3
America centrale e del Sud	9.685,7	10.196,7	10.885,8	1.200,1	12,4
Oceania	355,7	387,9	419,9	64,2	18,0
Mondo	87.586,4	91.203,2	95.602,9	8.017,5	9,2

A livello europeo la produzione di uova nel 2022 si attestava intorno ai 6,8 milioni di tonnellate, in leggera flessione rispetto al 2021 (Figura 2). La Francia è il principale produttore europeo, che si aggiudica il primo posto producendo circa 964 mila tonnellate, corrispondenti al 14% della produzione totale. A seguire ci sono: Germania con 930 mila tonnellate che corrisponde a poco meno del 14%, Spagna con 850 mila tonnellate pari al 12%, ed infine Italia con 785 mila tonnellate pari al 12% della produzione europea. Questi paesi con Olanda e Polonia, che danno anch'essi un contributo importante, producono circa il 70% dell'offerta europea (ISMEA, 2023).

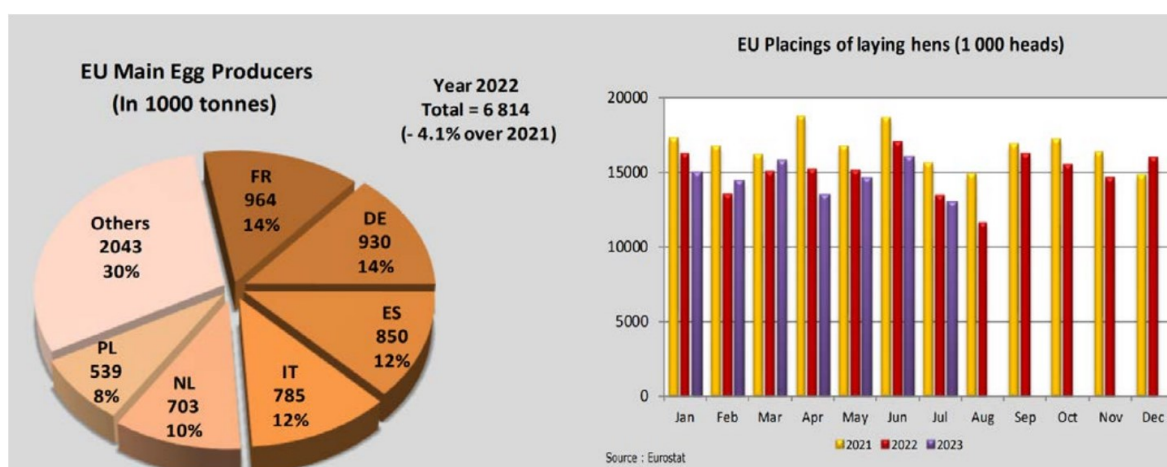


Figura 2. Dinamica della produzione europea di uova (espressa in tonnellate) e quote dei principali paesi produttori (espresso in percentuale) nel 2022 (ISMEA, 2023).

Le uova prodotte in Unione Europea provengono da galline allevate in numerosi stabilimenti, i quali si differiscono per i sistemi di allevamento adottati. Guardando i numeri europei si riscontra che il 40% delle strutture utilizza le gabbie arricchite, il 37,5% allevamenti a terra, il 15,5% allevamenti all'aperto ed infine il 7,1% allevamenti biologici (ISMEA, 2023). Questa situazione è in continuo mutamento perché gli allevamenti europei si stanno impegnando a cambiare a seguito della norma emanata nel 2012. Questa norma di fatto ha vietato l'utilizzo delle gabbie e ha definito dei requisiti minimi che queste devono avere, al fine di migliorare il benessere di questi animali e rispettare quello che l'opinione pubblica chiede (D.lgs. n. 267/2003).

L'Italia, come visto, a livello europeo è il quarto produttore di uova. Nel territorio nazionale, per l'allevamento degli avicoli, sono presenti circa 6.800 aziende professionali, di cui il 36% di galline ovaiole, mentre gli altri sono specializzati per la produzione di pollo da carne piuttosto che tacchini (ISMEA, 2021).

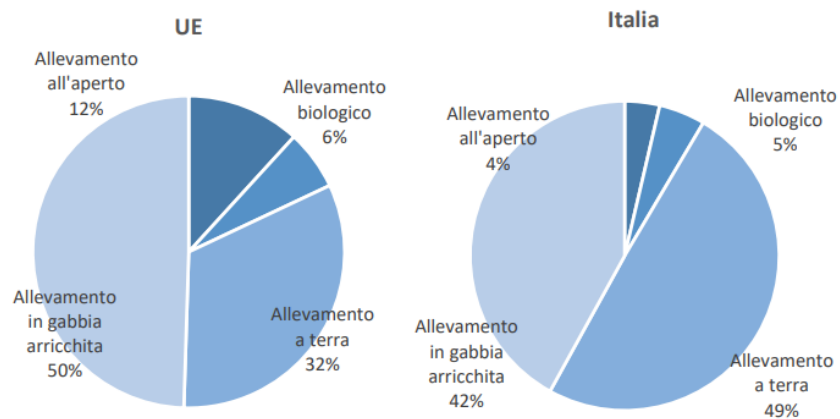
La maggior parte della produzione di uova in Italia si concentra a Nord (Figura 3), in particolare in tre regioni: Veneto, Lombardia ed Emilia-Romagna, dove si trovano rispettivamente il 25%, 24% e 18% del patrimonio nazionale. Osservando attentamente questi numeri si capisce che solo Veneto e Lombardia producono la metà del totale nazionale. Nelle altre zone d'Italia si fanno riconoscere, anche

se con numeri inferiori rispetto a quelli settentrionali, la Sicilia come principale produttrice al Sud con il 7%, mentre al centro si distingue il Lazio con il 5% della produzione italiana (ISMEA, 2021).



Figura 3. Le consistenze di galline ovaiole a livello regionale (al 31 dicembre 2020)(ISMEA, 2021).

Ponendo invece attenzione sulla situazione degli allevamenti di galline ovaiole italiani, nel 2023 erano presenti 2800 allevamenti di galline ovaiole con circa 41,5 milioni di capi. Secondo i dati registrati in Anagrafe Nazionale, la modalità di allevamento più diffusa è quella “a terra” che interessa il 54% dei capi totali, il 36% dei capi è invece allevato in gabbie arricchite, il 5% vive all’aperto e solo il 5% è allevato con sistema biologico (Figura 4). Numeri che rispetto all’Unione Europea possono essere migliori per la minor percentuale di capi allevati in gabbia arricchita e per la maggior percentuale di capi allevati a terra, mentre la percentuale di capi allevati con sistemi all’aperto o biologici risulta inferiore (ISMEA, 2021).



Fonte: Commissione Europea

Fonte: Anagrafe Zootecnica Nazionale (BDN)

Figura 4. Ripartizione dei capi in allevamento per tipologia di allevamento: confronto Unione Europea e Italia anno 2020 (ISMEA, 2021).

2. ALLEVAMENTO DELLA GALLINA OVAIOLA

Il settore avicolo è un comparto diverso rispetto ad altri allevamenti perché le grandi aziende interessate in questa attività non lavorano sole, come invece in altri settori zootecnici, ma sono sempre affiancate da altre figure che influenzano fortemente vari aspetti fondamentali per l'allevamento. Infatti, l'allevamento degli avicoli, in questo caso delle galline ovaiole, viene gestito tramite contratti di integrazione verticale, dove è presente l'integrante, che corrisponde alle aziende mangimistiche, e l'integrato, cioè l'azienda agricola. La prima figura mette a disposizione la maggior parte del materiale, dal mangime ai pulcini, ma anche assistenza tecnica e veterinaria agli allevatori. Gli allevatori mettono a disposizione le loro capacità tecniche e hanno il compito di condurre l'allevamento con la maggiore efficienza possibile (Cavani et al., 2015). Queste tipologie di accordo portano vantaggi ad entrambe le parti (Hadachek et al., 2024) perché l'allevatore ha la garanzia di vendere tutto il suo prodotto, che riesce a produrre con minori costi dovuto alle economie di scala che si generano nelle grandi aziende. L'integrato ha una maggiore stabilità di approvvigionamenti, una maggior sicurezza del prezzo dei prodotti agricoli e una maggior rispondenza della qualità del prodotto alle necessità richieste. In quanto agli svantaggi, gli allevatori perdono di imprenditorialità perché il loro compito è solo mettere il lavoro per la crescita e la produzione di questi animali, ma le modalità di gestione, il genotipo da allevare, l'alimentazione vengono definite dagli integranti, che quindi lasciano poco margine di scelta all'integrato. Le scelte delle imprese mangimistiche seguono comunque la volontà dei consumatori, perché devono soddisfare le loro richieste per poter vendere bene il loro prodotto sul mercato. Di conseguenza anche gli allevatori devono essere sempre pronti a modernizzarsi e andare incontro alle richieste dei consumatori, un esempio di questo è stata la transizione che si è verificata sulla tipologia di allevamento a fronte di nuove norme emanate (Cavani et al., 2015).

2.1 GENOTIPI COMMERCIALI

Esistono moltissime razze di gallina che presentano delle caratteristiche particolari, per cui si differenziano per colorazione, caratteristiche fisiche, resistenza, produttività e molti altri aspetti. Fino a cinquant'anni fa la popolazione avicola domestica presentava una vasta eterogeneità, con numerose razze legate al territorio rurale regionale. Tra le galline ovaiole più importanti si ricordano le livornesi per la loro elevata produttività, grazie alla quale sono state utilizzate per poter creare nuove linee ancora più performanti. Sono soggetti di medie dimensioni che producono uova a guscio bianco, di diverse colorazioni del piumaggio a seconda della sotto razza, ruspanti e dal carattere vivace. Un'altra razza che vale la pena ricordare è la Ancona tipica dell'Italia centrale. Anche questa produce uova dal guscio bianco, con una spiccata attitudine alla deposizione e sono animali rustici, caratterizzati da un piumaggio nero.

Con l'avvento dell'industrializzazione e con l'aumento del numero degli allevamenti intensivi dettato dalla necessità di maggiori produzioni per soddisfare la domanda dei consumatori, si è dovuto ricercare dei soggetti con doti produttive più performanti. Anche per le galline ovaiole, come per altri tipi di allevamento, la selezione genetica ha prodotto linee di animali altamente specializzate e produttive. Così facendo, è risultato più semplice inserire questo tipo di individui in situazioni di allevamento standardizzate, al fine di avere una perfetta interazione tra questi due componenti per lavorare con elevata efficienza nel processo di produzione. Queste linee selezionate vengono definite ibridi commerciali e sono quelle che maggiormente vengono allevate nei sistemi intensivi (Bigi e Zanon, 2022).

La selezione genetica ha fatto passi enormi nel settore avicolo, molto più rispetto ad altri animali di interesse zootecnico. La selezione delle galline ovaiole in Europa è iniziata più di sessanta anni fa in Germania, grazie ad un contratto stipulato con le case selezionatrici di linee ibride statunitensi. Gli studi e la selezione venivano guidati in base alle esigenze del mercato che negli anni hanno continuato a cambiare: per i primi tempi si è lavorato soprattutto per diminuire la mortalità degli animali, passando poi successivamente a selezionare linee con miglior indice di conversione a causa degli elevati costi dei mangimi che hanno caratterizzato gli anni Settanta. La genetica, infine, si è mossa per migliorare la produttività e la qualità del guscio delle uova, fino ad arrivare ad oggi in cui negli ultimi vent'anni i test e il miglioramento genetico si sono incentrati sull'adattamento a condizioni cage-free per soddisfare le volontà dei consumatori (Flock, 2019).

Ad oggi negli allevamenti quindi si trovano ibridi commerciali, caratterizzati da elevate produzioni rese possibili dal fenomeno dell'eterosi o vigore ibrido. Questi individui si ottengono a partire da incroci a tre o quattro vie. Per la selezione a quattro vie, il processo per l'ottenimento dell'ibrido commerciale parte da individui di quattro linee pure, che vengono incrociati più volte al fine di aumentare il loro

livello di omozigosi per i caratteri quantitativi di produzione considerati. Una volta raggiunto questo, le linee vengono incrociate per ottenere un ibrido in cui vengono combinate le caratteristiche principali delle due linee selezionate iniziali. Infine, avviene l'incrocio tra i due ibridi F1, che quindi portano le caratteristiche di tutte e quattro le linee pure di partenza, per ottenere l'ibrido commerciale. Si tratta di un soggetto ad elevata eterozigosi che presenta un genotipo in cui è elevato il numero di loci con alleli differenti, nei geni che codificano per un carattere. L'ottenimento di un maggior grado di eterosi, soprattutto nei geni che codificano per i caratteri quantitativi, porta alla creazione di un soggetto caratterizzato da migliori performance oltre che migliore salute, resistenza alle malattie e costituzione corporea dell'animale (Cavani et al., 2015; Lippman e Zamir, 2007). Le caratteristiche selezionate attualmente corrispondono a quelle che richiede il mercato. Per la gallina ovaiole, la selezione sta sempre più spingendo in particolare per la ricerca di geni utili a migliorare l'età alla maturità sessuale, il numero di uova deposte, il picco e la persistenza della deposizione e la resistenza alle malattie. Nel mondo delle galline ovaiole attualmente si è riusciti ad ottenere linee in grado di deporre fino a 320 uova/anno per gallina e si punta di continuare a migliorarlo. Attualmente, per raggiungere questo obiettivo, le sfide principali su cui lavorare sono il metabolismo del calcio, la capacità di metabolizzare i minerali per la sintesi del guscio e la durata fisiologica del ciclo di formazione dell'uovo nell'ovidutto che risulta essere superiore alle 24 ore (Cavani et al., 2015).

Per la produzione a livello intensivo vengono utilizzati ibridi prodotti dalle grandi multinazionali selezionatrici. Questi soggetti portano le caratteristiche più richieste dal mercato. I diversi ceppi presentano molte somiglianze, ma si possono distinguere in due grandi gruppi che si differenziano in maniera evidente, ovvero gli ibridi a piumaggio bianco che producono uova a guscio bianco e gli ibridi a piumaggio colorato che producono uova a guscio colorato. Entrambe presentano un addome ben sviluppato e un'elevata vitalità. Essendo ibridi ad elevata produzione raggiungono velocemente la maturità sessuale; iniziano a deporre le uova già alla diciannovesima/ventesima settimana di vita. Sono in grado di portare avanti il ciclo di deposizione per almeno 52 settimane, producendo un elevato numero di uova. La principale differenza è quella descritta precedentemente, ma ci sono altri tratti per cui queste due linee risultano essere diverse. I genotipi colorati si distinguono per una dimensione del corpo leggermente superiore, consumano una maggiore quantità di mangime, e depongono uova di dimensioni maggiori rispetto ai ceppi bianchi. Dal punto di vista economico, il maggior consumo di mangime comporta un maggior costo per l'allevatore che non è compensato da una retribuzione più generosa in funzione della maggiore dimensione delle uova. Nonostante questo, l'allevamento dei genotipi con il piumaggio colorato è molto presente, perché gli allevatori producono in funzione della richiesta del mercato, e in base al Paese di commercializzazione, si possono trovare Paesi in cui c'è la preferenza ad acquistare uova con il guscio colorato piuttosto che bianco. Per esempio, in Italia e in Estremo Oriente le uova richieste per il consumo diretto sono quelle a guscio colorato, mentre in altri Paesi, come Asia piuttosto che Stati Uniti, la popolazione predilige le uova a guscio bianco (Cavani et al., 2015).

Per quanto riguarda quindi la situazione italiana, vengono allevati i genotipi a piumaggio colorato per la produzione di uova destinate prevalentemente al consumo diretto, ma esistono anche altre realtà specializzate per la produzione di uova a guscio bianco, che però sono per lo più destinate alla produzione di alimenti a base di uovo liquidi e pastorizzati (Cavani et al., 2015).

I genotipi maggiormente presenti in Italia sono la Lohmann e la Hy-line brown che coprono circa il 50-60% della produzione delle uova a guscio colorato, mentre per la produzione delle uova a guscio bianco troviamo prevalentemente le Hy-line white e la Lohmann white (Cavani et al., 2015).

La Hy-line Brown è caratterizzata da un piumaggio marrone, e da un fisico robusto. Questo genotipo, come detto in precedenza, produce uova con il guscio colorato. È una delle ovaiole più performanti al mondo, perché raggiunge velocemente il picco di produzione con un'ottimale dimensione, e mantiene sempre elevata questa sua attitudine produttiva durante il ciclo. Questa sua caratteristica, correlata ad una maggiore vitalità ed efficienza nella conversione alimentare, la rende un soggetto perfetto per l'allevamento intensivo. Sono state create linee molto affini a questa come l'Hy-line Brown Max caratterizzata anche questa da elevate produzioni di uova grandi, che quindi superano la soglia dei 60 grammi, dal guscio molto scuro e forti (Hy-line, 2024).

La Hy-Line White invece è uno degli ibridi più importanti per la produzione di uova a guscio bianco. Si tratta di animali di minori dimensioni rispetto alla linea descritta precedentemente; sono comunque soggetti in grado di adattarsi a tutti i sistemi di allevamento e gli ambienti. Anche questo genotipo è caratterizzato da un'elevata produttività, con uova di qualità, ed elevate prestazioni anche in ambienti più difficili. Essendo di minori dimensioni rispetto al genotipo marrone il suo fabbisogno in mangime è minore, anche se la produttività rispetto alla concorrenza rimane elevata, quindi questo si traduce in un risparmio da parte degli allevatori, e quindi un maggior reddito (Hy-line, 2024).

2.2 I SISTEMI DI STABULAZIONE DELLE GALLINE OVAIOLE

L'allevamento della gallina ovaiole viene realizzato in apposite strutture e utilizza ibridi commerciali altamente produttivi a partire dall'età di 16-17 settimane fino a circa 72-80 settimane in base alla produttività delle galline e all'andamento del mercato. I sistemi di allevamento delle galline ovaiole negli anni hanno subito numerosi cambiamenti. I sistemi si sono adattati alle esigenze del mercato e a quello che richiedeva quindi il consumatore. Inizialmente l'allevamento di questi animali era a terra, ma con l'industrializzazione, la crescita demografica e di conseguenza anche la maggior richiesta di alimento, si è passati a sistemi più efficienti in grado di garantire un'elevata produzione su una ridotta superficie. La gabbia è stata il primo strumento che ha permesso l'industrializzazione di questo allevamento, portando non solo una maggiore produzione, ma anche vantaggi come una migliore pulizia degli spazi e una maggior salubrità del prodotto (Cavani et al., 2015).

A partire dagli anni '80, il sistema di allevamento in gabbia è stato messo in discussione e ritenuto un sistema di sfruttamento dell'animale costretto a vivere in forzata cattività e in condizioni innaturali. Sono stati condotti numerosi studi che hanno dimostrato come l'allevamento in gabbia influisce negativamente sul benessere delle galline ovaiole (Nielsen et al., 2023), sullo stato di stress, sulla qualità delle uova e anche sulla salute per la diffusione di malattie di questi animali. Quindi negli anni è risultato sempre più necessario utilizzare ricoveri con maggiore spazio e possibilità di muoversi per lasciare la libertà a questi animali di manifestare i loro comportamenti naturali e mantenere il loro stato fisico di benessere, oltre anche al fatto di andare incontro alle volontà dei consumatori che appaiono sempre più attenti nell'acquistare prodotti con elevati standard etici e di elevato valore nutrizionale.

Questa filosofia di pensiero è stata istituzionalizzata in normative europee specifiche a tutela del benessere animale. L'Unione Europea considerava già negli anni '70 l'importanza di tutelare gli animali e il loro benessere, tanto che era un argomento già presente nel Trattato del funzionamento dell'Unione Europea (Fiorilla et al., 2024; art. 13, TFUE). Le norme sul benessere animale mettono al centro cinque importanti punti da far rispettare, noti come "cinque libertà" che puntano a tutelare la salute degli animali e servono a capire se un allevamento possa definirsi etico e sono:

1. Libertà dalla fame e dalla sete: gli animali devono essere correttamente alimentati sia per la qualità che quantità in base alle loro esigenze fisiologiche legate all'età, al sesso, alle esigenze etologiche.
2. Libertà dai disagi ambientali: ogni capo deve avere diritto di vivere in un ambiente adeguato in termini di spazio e di condizioni di vita.
3. Libertà dal dolore, dalle ferite e dalle malattie: qual ora la prevenzione non fosse possibile, si deve garantire agli animali che il loro dolore/disagio possa essere valutato ed approfondito per ottenere una diagnosi precisa, al fine di scegliere delle corrette cure e migliorare lo stato dell'animale affetto da patologie e preservare la salute degli altri capi allevati.

4. Libertà di manifestare comportamenti caratteristici della specie: l'animale dev'essere libero di manifestare il proprio comportamento di specie.
5. Libertà dalla paura e dallo stress: gli animali devono essere tutelati da paura e stress, per cui si deve evitare o prevenire l'avvenimento di fenomeni che possano generare questo tipo di reazioni da parte degli animali.

Questi sono alcuni dei principi generali fissati dall'Unione Europea in materia di benessere animale, che successivamente sono stati integrati nelle norme riguardanti specifiche categorie di animali, tra cui le galline ovaiole (Farm Animal Welfare Committee, 2012).

Nel 1988 l'Unione Europea ha approvato la Direttiva 88/166 che definiva i requisiti minimi che le gabbie utilizzate per le ovaiole in batteria dovevano avere. Tale Direttiva è stata successivamente abolita dalla Direttiva CE 1999/74 recepita in Italia dal DL 267/2003 che normava la produzione dell'uovo da consumo, stabilendo i diversi sistemi di allevamento consentiti per la gallina ovaiola, ovvero allevamento in gabbie convenzionali, allevamento in gabbie arricchite o modificate ed infine allevamento in sistemi alternativi alla gabbia quali allevamento a terra, allevamento all'aperto e allevamento biologico. Quest'ultima direttiva ha portato un cambiamento eclatante per l'allevamento delle galline ovaiole, perché ha vietato a partire dal 2003 la costruzione di nuovi impianti che utilizzassero gabbie convenzionali, e le gabbie già esistenti e in uso dagli anni precedenti dovevano essere abolite entro 01/01/2012.

Le normative emanate nel corso degli anni, oltre a definire le tipologie di strutture di allevamento ammesse oppure no, hanno definito anche i criteri principali da rispettare, come il numero di animali per metro quadrato, gli spazi di posatoi, mangiatoia e abbeveratoi a disposizione per singolo capo (Tabella 2) (Direttiva CE 1999/74).

Tabella 2. *Criteri necessari per legge delle diverse modalità di allevamento della galline ovaiole (Direttiva CE 1999/74).*

	GABBIA	TERRA	APERTO	BIOLOGICO
Codice	3	2	1	0
Densità degli animali all'interno	750 cm ² per gallina	9 galline per m ²	9 galline per m ²	6 galline per m ²
Spazi esterni	NO	NO	4 galline per m ²	4 galline per m ²
Numero capi totale	Nessun limite	Nessun limite	Nessun limite	3.000 per capannone

Inoltre, la normativa ha imposto spazi ed elementi accessori nell'allevamento, come la presenza di nidi piuttosto che spazi esterni utili alla manifestazione di comportamenti specie-specifici. Tra questi, nella gallina ovaiole si riconoscono: becchettare, appollaiarsi, razzolare e l'ovideposizione. Per i primi è importante garantire elevato spazio, per dare la possibilità di muoversi, ed elementi aggiuntivi come lettieri di sabbia dove le galline possano razzolare, piuttosto che la presenza di posatoi dove le galline siano in grado di appollaiarsi. Per l'ovideposizione, invece, è importante per gli allevamenti adibire dei luoghi idonei, ovvero dei nidi. La creazione di questi spazi specifici porta vantaggi sia per l'allevatore che per gli animali. Gli animali hanno uno spazio riparato, relativamente isolato, asciutto, e lontano da forti rumori, dove sentirsi sicuri e protetti durante la deposizione delle uova. Gli allevatori hanno l'opportunità di raccogliere facilmente un prodotto più pulito senza il rischio di perderlo negli ampi spazi di allevamento (Campbell et al., 2019; Direttiva CE 1999/74; Williams & Strungis, 1979).

Di seguito si presentano le principali caratteristiche dei sistemi di allevamento disponibili per le galline ovaiole.

Gabbie convenzionali

L'allevamento in gabbia convenzionale è il metodo più utilizzato al mondo, attualmente vietato in Unione Europea. È stato il primo metodo innovativo rispetto all'allevare le galline a terra, che puntava ad aumentare la numerosità degli animali allevati per unità di superficie, al fine di ottenere una maggiore produzione. Questo metodo prevede l'utilizzo di gabbie che solitamente sono una di fianco all'altra per formare delle file, le quali possono essere sovrapposte in più livelli da 4-6 fino addirittura ad 8-12 livelli. Ogni gabbia ospita dai 4 ai 5 animali e mette a disposizione 750 cm² di pavimento cadauna ed una mangiatoia per l'alimentazione. Il pavimento delle gabbie è di rete metallica inclinato verso l'esterno in modo che le uova possano rotolare su un nastro nel momento in cui vengono prodotte. I vantaggi di questo sistema sono molteplici: la possibilità di allevare un elevato numero di animali per metro quadro; la riduzione del contatto degli animali con le proprie feci perché velocemente allontanate; un minor rischio di malattie parassitarie, ma anche un uovo prodotto con minor rischio di sporcarsi e più sicuro dal punto di vista igienico-sanitario. Gli animali, inoltre, essendo confinati in uno spazio limitato, hanno minori fabbisogni energetici e quindi consumi alimentari. D'altra parte, però questo è un sistema che nuoce alla salute degli animali perché induce elevata fragilità ossea per il limitato movimento, e anche elevato accumulo di stress a causa dello spazio a disposizione molto ridotto, e dell'impossibilità di manifestare i propri normali comportamenti. Infine è un sistema che nonostante abbassi la necessità di manodopera, richiede maggiori spese di impianto e richiede elevati investimenti per un adeguato condizionamento ambientale (Fiorilla et al., 2024; Cavani et al., 2015).



Figura 5. Allevamento di galline ovaiole in gabbie convenzionali sovrapposte

(www.ilfattoalimentare.it).

Gabbie arricchite

Questo sistema per allevare le galline sfrutta le gabbie come il precedente, ma con alcune importanti differenze. Nelle gabbie arricchite vengono aggiunti alcuni importanti elementi, come il posatoio ed il nido, per poter consentire alle galline di produrre, ma in un ambiente stimolante che possa consentirgli di manifestare normali comportamenti, quali covare e appollaiarsi. Queste gabbie sono in grado di ospitare da 10 fino a 60 galline, ma quelle più diffuse in commercio ne ospitano 20-30. Dispongono di mangiatoie e abbeveratoi per soddisfare le necessità primarie delle galline e di posatoi per l'appollaiamento degli animali (Figura 6). In queste gabbie inoltre sono presenti i nidi, cioè degli spazi nella gabbia a volte separati dal resto della superficie con alcune tendine e provvisti di fondo in rete metallica inclinato per far scendere le uova sul nastro che porterà le uova fuori dalla zona di allevamento. Infine, può essere sistemato anche un tappettino in plastica sul fondo delle gabbie per dare modo alle galline di razzolare. Per quanto riguarda la raccolta della pollina, il sistema di smaltimento si può articolare in due maniere diverse a seconda dell'organizzazione spaziale delle batterie di gabbie. Infatti, le gabbie collocate una vicina all'altra formano lunghe file che possono essere sovrapposte su più piani. Questi piani possono essere sfalsati altrimenti le file possono essere completamente sovrapposte. Nel primo caso la pollina viene accumulata nel piano inferiore della struttura per caduta perché dalle gabbie viene convogliata verso il centro e cade direttamente nello spazio dedicato alla raccolta della pollina. Nel secondo caso invece al di sotto di ogni batteria di gabbie c'è un nastro trasportatore che la porta via quotidianamente. Risulta essere molto importante in queste strutture un buon impianto di ventilazione sia per mantenere le condizioni ambientali ottimali per la produzione, ma anche per seccare velocemente la pollina così da ridurre la produzione di ammoniaca e migliorare la qualità dell'aria. Questo sistema di allevamento permette di allevare un elevato numero di capi per metro quadro, fornendo agli animali

anche la possibilità di soddisfare esigenze comportamentali che nelle gabbie convenzionali non possono essere manifestate. Inoltre, la combinazione di efficienti impianti di ventilazione e i metodi di raccolta della pollina permettono di avere l'aria all'interno del capannone più pulita dall'ammoniaca. D'altra parte, però, in queste strutture con questi nuovi attrezzi supplementari può aumentare l'incidenza di rottura delle uova o con il guscio incrinato, dato dal fatto che le galline possono fare l'uovo anche dal posatoio, che cadendo da un'altezza più elevata, rischia di danneggiarsi. Questa tendenza comunque può essere determinata non solo dai posatoi, ma anche da un inadeguato spazio all'interno dei nidi per la deposizione delle uova (Cavani et al., 2015; Heerkens et al., 2015).



Figura 6. Allevamento di galline ovaiole in gabbie arricchite (Vinco et al., 2024).

Sistemi a terra e sistemi cage-free

Con il tempo i sistemi di allevamento delle galline ovaiole hanno superato l'allevamento in gabbia e nuove soluzioni, definite anche cage-free, sono state messe a punto. Queste soluzioni non impongono la restrizione degli animali in piccoli spazi, ma spesso si sviluppano su vaste aree per dare la possibilità di movimento e soddisfare i comportamenti naturali della specie. A fronte però di maggiori spazi e maggiore possibilità di movimento e dell'espressione di altri comportamenti specie-specifici, la produzione è meno prevedibile rispetto alle gabbie e le condizioni igieniche possono risultare di più difficile gestione (Gautron et al., 2022).

D'altra parte, i sistemi cage-free pur avendo alcuni elementi in comune, presentano anche delle differenze a seconda delle soluzioni adottate. Tra i metodi cage-free si ritrova il più tradizionale sistema di allevamento, ovvero l'allevamento a terra. Secondo la Direttiva CE 1999/74 la densità degli animali in questi sistemi è di 9 galline/m²; i ricoveri possono essere dotati di finestre; gli animali hanno lo spazio per muoversi al di sopra di una lettiera che occupa circa il 60% del pavimento ed è costituita solitamente di materiali come trucioli di legno piuttosto che paglia sminuzzata, mentre il restante 40% del pavimento è costituito da grigliati. Questi ultimi sono normalmente collocati al di sopra della fossa che serve per la

raccolta delle deiezioni che vengono rimosse periodicamente. Tra queste due zone solitamente è presente un dislivello, che non supera per legge i 60 centimetri, e per renderlo più facile da superare vengono fornite delle scale per le galline. Sono ovviamente disponibili abbeveratoi e mangiatoie per soddisfare i bisogni primari delle galline, inoltre si trovano altri elementi supplementari come nidi e posatoi (figura 7). I nidi possono essere individuali o collettivi e vengono sistemati ai lati ad ogni lato del ricovero, anche sovrapposti, o al centro dello stesso. Il nido si presenta poco illuminato perché le galline preferiscono la penombra per la deposizione, e hanno il pavimento inclinato per favorire la discesa delle uova verso il nastro di raccolta delle uova (Cavani et al., 2015).



Figura 7. Allevamento a terra di galline ovaiole (www.martinquails.com).

Fanno parte dei sistemi di allevamento classificati come allevamenti a terra anche gli aviari o voliere (Figura 8). Le voliere sono strutture costituite da più piani di grigliato (solitamente tre) sovrapposti in cui le galline possono muoversi liberamente spostandosi da un piano all'altro. Con queste strutture si riesce a utilizzare non solamente lo spazio a terra, ma anche quello dei piani, così da avere una maggiore superficie utilizzabile per l'allevamento a parità della stessa superficie utilizzata a terra sempre rispettando la Direttiva CE 1999/74 e il limite di 9 animali per m² di superficie utilizzabile dagli animali, raggiungendo densità anche di 20-22 capi/m². Anche queste strutture presentano posatoi dove gli animali possono appollaiarsi e i nidi che vengono collocati in uno o più piani dell'aviario dove le galline possono deporre le uova. La pollina infine viene gestita tramite nastri trasportatori collocati ognuno al di sotto del grigliato presente nelle voliere che convoglia le deiezioni quotidianamente (Cavani et al., 2015).



Figura 8. Allevamento di galline ovaiole in un sistema ad aviario (www.clerici.it).

Sistemi all'aperto e free-range

Il sistema all'aperto utilizza strutture coperte, come i ricoveri per l'allevamento a terra precedentemente descritti, ma fornisce la possibilità agli animali di accedere a spazi esterni, tramite delle aperture che si trovano nelle strutture. Gli spazi aperti consistono in un pascolo solitamente ricoperto di erba e fornito per legge di riparo utile contro le intemperie e i predatori, attrezzato anche con abbeveratoi. Le galline, quindi, hanno la possibilità in determinati momenti della giornata di rimanere all'interno dello stabilimento piuttosto che usufruire degli spazi esterni e questa scelta da parte degli animali è influenzata da molteplici fattori, come le condizioni meteorologiche, ma anche la densità dell'allevamento. La possibilità di usufruire gli spazi esterni permette alle galline di avere ancora più spazio per il movimento, per razzolare, e per becchettare, oltre che per foraggiare. La possibilità di accedere all'esterno però, non comporta solo lati positivi, ma mette a rischio l'allevamento perché essendo esposti esternamente si corre il pericolo che gli animali vengano attaccati da predatori, piuttosto che vengano a contatto con altre specie volatili selvatiche che possono essere portatori di malattie, tra cui l'influenza aviaria (Nielsen et al., 2023).

Sistemi di produzione biologica

Il sistema di produzione biologica segue il Regolamento CE 1804/99 e il DM 29/3/2001 dove vengono definiti accuratamente tutti i requisiti per poter condurre e produrre in maniera biologica. In generale, gli animali hanno diritto ad avere una determinata quantità di terra a disposizione per non andare ad alterare l'equilibrio presente tra animale e vegetale che porterebbe ad una forma di inquinamento ambientale. Le norme che regolano i diversi aspetti dell'allevamento biologico delle galline ovaiole considerano sia i genotipi da allevare che tutte le pratiche di gestione delle galline. Innanzitutto, per la produzione biologica si consiglia l'utilizzo di razze rustiche e autoctone provenienti da allevamenti

biologici. Tuttavia, nella pratica risulta essere difficile perché non esistono razze locali con elevata produttività, per cui vengono utilizzati i ceppi selezionati per l'allevamento intensivo. Le galline allevate in biologico hanno a disposizione sia uno spazio interno, con una densità di allevamento di 6 galline/m², che uno spazio esterno (Figura 9) dove hanno a disposizione almeno 4 m²/gallina dove per legge dovrebbero passare almeno un terzo della loro vita. Anche per i nidi e i posatoi sono previsti maggiori spazi per animale, perché si prevedono un nido ogni otto galline e almeno 18 centimetri di posatoio per gallina. Per quanto riguarda gli aspetti più gestionali, nell'allevamento biologico delle galline il debeccaggio non dovrebbe essere praticato sistematicamente, ma solo se autorizzato per limitare le lesioni tra gli animali e prevenire il cannibalismo. Altri due aspetti molto importanti sono l'illuminazione e l'alimentazione. La prima prevede la possibilità di integrare la luce naturale con luce artificiale per un massimo di 16 ore di luce e un periodo di 8 al buio. L'alimentazione permette l'utilizzo solo di materie prime ottenute con metodo biologico vietando così l'impiego di alimenti geneticamente modificati. È inoltre vietato l'utilizzo di antibiotici con funzionalità auxiniche, coccidiostatici, stimolanti di crescita, amminoacidi, vitamine e pigmenti di sintesi (Cavani et al., 2015).



Figura 9. Allevamento di galline ovaiole all'aperto/biologico (www.eurovo.com).

2.3 INDICI DI PRODUZIONE NELL'ALLEVAMENTO DELLE GALLINE OVAIOLE

La vita delle galline ovaiole può essere suddivisa in due periodi: la fase di pollastra che va da 1 a 16-17 settimane di vita e la fase di gallina ovaiole che va da 16-17 settimane a 70-72 settimane. Per ottenere ottime performance nella fase di deposizione, è necessario che la crescita delle pollastre venga gestita correttamente. Risulta fondamentale quindi realizzare queste due fasi in maniera separata, in strutture specializzate. La pollastra viene allevata sia in gabbia che a terra con animali coetanei provenienti dalla stessa schiusa, così da avere animali più omogenei possibile che presentino nello stesso momento le stesse esigenze. Questa fase deve avere come obiettivi la produzione di animali che raggiungano un peso corporeo idoneo all'età e omogeneo nel gruppo in modo che le galline raggiungano la maturità sessuale nei tempi prestabiliti secondo il genotipo. Così facendo si potrà ottenere un gruppo di individui in salute che avrà meno possibilità di avere problemi di performance che comportino una ridotta produzione di uova e di minore qualità. Le pollastre che arrivano all'età di 16-17 settimane sono pronte per affrontare la fase successiva. Vengono, quindi trasferite in strutture più specializzate che rispondono meglio alle nuove esigenze di questa età e che consentano loro di portare avanti la produzione di uova (Cavani et al., 2015).

Il ciclo di ovodeposizione della gallina ovaiole può essere suddiviso in due fasi, la fase di predeposizione e la fase di deposizione (Figura 10). La prima dura 3-4 settimane ed è la fase in cui le galline, oltre ad ambientarsi nel nuovo allevamento, iniziano a deporre le prime uova della loro vita. Gli attuali ibridi si ritrovano a deporre le prime uova all'età di 19-20 settimane e raggiungono circa il 50% di deposizione a 21-22 settimane. La fase successiva di deposizione dura un anno; la percentuale di ovodeposizione aumenta nettamente fino a raggiungere il suo picco di produzione all'età di 24-28 settimane. A questo punto la produzione si stabilizza poco al di sotto del picco, circa il 93-95% di ovodeposizione, e rimane stabile fino a 40-42 settimane. Successivamente, la produzione inizia gradualmente a scendere. Questa diminuzione graduale raggiunge circa il 70% all'età di 80 settimane. In questa fase del ciclo, le galline riuscirebbero ancora a deporre uova, ma con percentuali di ovodeposizione non sufficienti per continuare a condurre l'allevamento in maniera economicamente sostenibile. Per cui gli allevatori, a meno che non utilizzino la muta forzata, concludono questo ciclo di produzione (Hy-line international, 2024).

La muta forzata viene indotta nelle galline nel momento in cui producono uova di minor qualità alla fine di un lungo periodo di deposizione. Allo scopo le galline sono messe a digiuno per un numero limitato di giorni o viene loro somministrato un mangime ricco di fibra e non adeguato per sostenere la produzione delle uova. La muta viene eseguita non con lo scopo di rinnovare il piumaggio, ma per far riposare gli organi riproduttori delle galline, così da poterle "riciclare" per un secondo ciclo produttivo.

È comunque una pratica sempre meno utilizzata che richiede un'adeguata valutazione economica e tecnica e che ha un forte impatto negativo sul benessere degli animali.

Solitamente, quindi, il ciclo della gallina ovaioia dura 60 settimane e in questo periodo vengono prodotte circa 350-360 uova per capo allevato (Cavani et al., 2015).

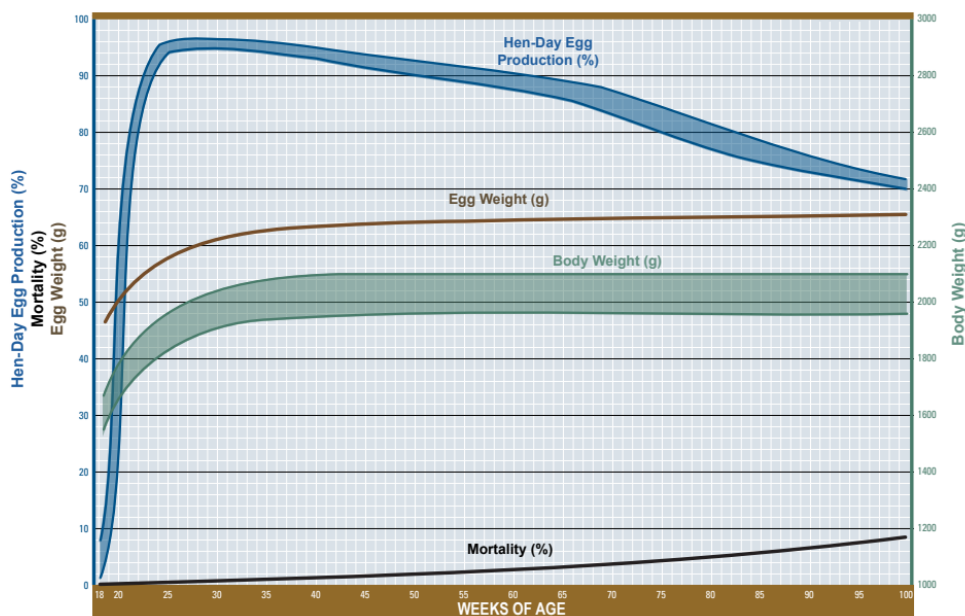


Figura 10. Obiettivi di performance in ovaiole della linea hy-line brown (Hy-line international, 2024).

Per determinare l'efficienza di un allevamento e per capire se la produttività è ancora ad un livello economicamente soddisfacente, l'indice produttivo di riferimento è la percentuale di deposizione. Questo può essere calcolato riferendosi al numero di galline effettivamente presenti nel pollaio in un determinato momento o al numero di galline accasate. L'indice di deposizione si calcola su base settimanale e con la seguente formula:

$$\% \text{ deposizione/galline presenti} = \text{numero uova deposte in 7 d} \times 100 / \text{numero galline presenti} \times 7$$

$$\% \text{ deposizione/galline accasate} = \text{numero uova deposte in 7 d} \times 100 / \text{numero galline accasate} \times 7$$

Oltre ad avere un'elevata produzione, è importante per gli allevamenti avere anche un'elevata qualità delle uova. Durante il ciclo di produzione, le caratteristiche delle uova prodotte possono cambiare, come si vede per il peso del singolo uovo (Figura 10) che inizialmente il peso dell'uovo è inferiore e aumenta con l'aumento di peso e di età degli animali. Infatti, la gallina ovaioia inizia a produrre le prime uova quando pesa all'incirca il 75% del peso di un adulto; quindi, le prime uova risultano essere sempre di dimensione inferiore rispetto a quella standard. La crescita somatica della gallina prosegue fino alla 30-32 settimane di vita, in cui raggiunge pesi di 1,5-1,6 kg per gli ibridi bianchi e 1,8-1,9 kg negli ibridi colorati. Aumentando di peso, aumenta anche il peso delle singole uova prodotte. Questo aumento di peso dell'uovo può essere associato ad un aumento delle rotture del guscio se l'alimentazione e la

gestione delle uova non sono attentamente monitorate. È importante quindi che gli allevatori stiano attenti a questi cambiamenti e cerchino di mantenere elevati gli standard qualitativi, andando a gestire correttamente tutti quei fattori che influenzano la qualità delle uova.

Infine, lungo il periodo di allevamento, si verificano perdite di animali. Per i sistemi di allevamento cage-free la mortalità media si attesta sul 10%, rispetto alla mortalità media degli animali allevati in gabbia che si aggira attorno al 2-5% (Cavani et al., 2015).

3. QUALITA' DELLE UOVA

L'uovo per il consumo alimentare senza altre specificazioni per definizione è quello prodotto da galline della specie *Gallus Gallus* non fecondato. La struttura dell'uovo include tuorlo, albume, membrane testacee e guscio.

Dal punto di vista nutrizionale l'uovo è riconosciuto come un'importante fonte proteica e contiene anche molti altri principi nutritivi essenziali per la dieta dell'uomo. Le parti di maggiore interesse per la qualità nutrizionale sono il tuorlo e l'albume. Il primo è il componente più ricco di nutrienti, contenendo elevate quantità di lipidi e proteine. Il contenuto di grassi dell'uovo si concentra per il 99% nel tuorlo sottoforma di trigliceridi, fosfolipidi, colesterolo e acidi liberi. L'albume è maggiormente ricco di proteine e contiene anche piccole quantità di zuccheri e sali minerali. La parte proteica comprende tutti gli amminoacidi essenziali, e tra le numerose proteine si possono ricordare l'ovoalbumina, il lisozima, l'ovotransferina che conferiscono ottime qualità tecnologiche all'uovo (Kingori, 2012).

Sia il tuorlo che l'albume hanno un importante peso dal punto di vista commerciale. I consumatori, nel caso italiano, preferiscono tuorli con colorazioni forti quindi che vanno da giallo carico ad un giallo aranciato.

Per quanto riguarda le caratteristiche fisiche, il mercato è attento a più aspetti che definiscono la destinazione d'uso dell'uovo, come per esempio il peso e la colorazione.

L'uovo mediamente pesa da 45 g a 73 g. Il peso è dato circa per il 10% dal guscio, per circa il 60% dall'albume e il restante 30% dal tuorlo. Queste componenti cambiano di poco in base a diversi fattori sia intrinseci che estrinseci agli animali quali genotipo, età degli animali, alimentazione (Cavani et al., 2015).

A seconda delle caratteristiche esterne dell'uovo, per legge, vengono fatte diverse classificazioni, che definiscono le qualità e la modalità di commercializzazione di questo prodotto.

Le uova vengono separate in due grandi gruppi: categoria A e categoria B. Il Regolamento CE n. 589/2008 sancisce che le uova appartenenti alla categoria A devono avere le seguenti caratteristiche:

- a. guscio e cuticola: forma normale, puliti e intatti;
- b. camera d'aria: altezza non superiore a 6 mm, immobile; tuttavia, per le uova commercializzate con la dicitura «extra», l'altezza non deve superare i 4 mm;
- c. tuorlo: visibile alla speratura solo come ombratura, senza contorno apparente, leggermente mobile in caso di rotazione dell'uovo, ma con ritorno in posizione centrale;
- d. albume: chiaro, traslucido;

- e. germe: sviluppo impercettibile;
- f. corpi estranei: non ammessi;
- g. odori atipici: non ammessi.

Inoltre, le uova appartenenti a questo gruppo non devono essere lavate o pulite prima e dopo la classificazione, e non devono essere sottoposte ad alcun trattamento di conservazione al di sotto dei 5°C. L'unico momento in cui questa tipologia di uova può essere lasciata a queste temperature è nel momento del trasporto, ma non oltre 24 ore.

Viene impedito il lavaggio di queste uova per evitare danni al guscio e mantenere la cuticola che le ricopre. Questa permette di contrastare le contaminazioni batteriche e le perdite di umidità attraverso il guscio, per mantenere elevata la qualità igienico-sanitaria delle uova e di conseguenza ridurre i rischi per il consumatore.

Le uova che non possiedono queste caratteristiche vengono automaticamente declassate alla categoria B che comprende quindi le uova di seconda qualità, perché possono presentare difetti di colorazioni o macchie sul guscio. Queste uova, al contrario delle prime, possono subire operazioni di lavaggio, refrigerazione e conservazione, e vengono comunque destinate all'uso alimentare, per la creazione di ovoprodotti o preparati a base di uova, e non alimentare (Regolamento CE n. 589/2008; Gautron et al., 2022).

Le uova di categoria A, destinate al consumo diretto, vengono classificate ulteriormente sulla base del loro peso, e vengono suddivise quindi in quattro classi:

- a. XL — grandissime: peso pari o superiore a 73 g;
- b. L — grandi: peso pari o superiore a 63 g e inferiore a 73 g;
- c. M — medie: peso pari o superiore a 53 g e inferiore a 63 g;
- d. S — piccole: peso inferiore a 53 g.

Una volta suddivise per taglia, le uova vengono imballate ed etichettate riportando sugli imballaggi la categoria di appartenenza. Può esserci una tolleranza su ogni partita del 10% di uova delle categorie di peso contigue e non più del 5% di uova della categoria di peso immediatamente inferiore. Le uova destinate al consumo diretto sono soprattutto quelle di taglia M e L che meglio rispondono alle esigenze dei consumatori, mentre quelle delle altre categorie verranno destinate all'industria di trasformazione (Regolamento CE n. 589/2008; Gautron et al., 2022).

Le uova sono classificate anche in base alla provenienza. In base al Regolamento (CE) del Consiglio n. 1234/2007, che descrive le norme di commercializzazione per i prodotti dei settori delle uova e delle carni di pollame e in base al DM 11/12/2009 emanati per migliorare la tracciabilità, sul guscio di ogni uovo dev'essere apposto un codice identificativo che permetta di risalire allo stabilimento di produzione

del singolo uovo al fine di garantire la sicurezza dei consumatori e informarli sull'origine e le modalità di produzione dei diversi lotti.

Il codice è composto da undici caratteri dati sia da numeri che da sigle. Il primo carattere che si incontra iniziandolo a leggere è un numero. Questo sta ad indicare il sistema di allevamento utilizzato dall'allevamento di produzione. Può andare da 0 a 4: 0: uovo proveniente da allevamento biologico; 1: uovo proveniente da allevamento all'aperto; 2: uovo proveniente da allevamento a terra; 3: uovo proveniente da allevamento in gabbia o in batteria; 4: uovo proveniente da allevamento indeterminato da un Paese extra-europeo non sottoposto alle norme UE.

Questo primo elemento è molto importante dal punto di vista commerciale, perché informa i consumatori sulle modalità dell'allevamento. Le strategie di marketing che mettono in evidenza quest'informazione nel caso di metodi di allevamento rispettosi del benessere animale permettono di conquistare una porzione di consumatori che risultano essere sempre più attenti alla qualità etica di un prodotto.

I caratteri successivi nel codice servono a localizzare l'allevamento di produzione perché, dopo il primo numero, è presente una sigla che identifica il Paese di produzione. Segue poi un codice numerico composto da tre cifre che indica il Comune di ubicazione dell'allevamento, seguito da una seconda sigla che invece definisce la Provincia dell'allevamento. Infine, l'ultimo codice, composto sempre di tre cifre, corrisponde al codice dell'allevamento (Cavani et al., 2015; Regolamento CE n. 178/2002).

Il guscio diventa quindi il packaging naturale utile per dare informazioni al consumatore, ma anche ai veterinari che controllano la filiera. Il guscio è l'elemento più esterno dell'uovo che serve a proteggerlo dai microrganismi, grazie alla cuticola, e dai danni meccanici. È un elemento che condiziona fortemente anche la sua commercializzazione. Innanzitutto, il colore del guscio determina l'utilizzazione finale dell'uovo, perché in base alle preferenze dei consumatori può essere finalizzato al consumo diretto piuttosto che all'industria di trasformazione. I consumatori possono preferire il guscio scuro che al guscio chiaro, o viceversa, questa percezione cambia completamente in base al Paese.

Le proprietà del guscio risultano essere un fattore di enorme importanza anche per gli allevatori, che puntano ad avere gusci più resistenti per limitare danni di rotture e quindi limitare le perdite economiche dovute alle uova non commercializzabili.

Il guscio è composto principalmente da carbonato di calcio per il 93,7%, fosfato tricalcico e carbonato di magnesio, risulta fondamentale l'integrazione del calcio nelle diete delle galline ovaiole.

Per la commercializzazione è importante quindi la qualità fisica dell'uovo e come si presenta, per cui, l'allevatore deve impegnarsi a mantenere alti questi standard che puntano ad avere caratteristiche definite sia per il peso dell'uovo, ma anche per l'aspetto pulito e intatto che deve presentare il guscio.

La qualità del guscio, però, cambia lungo tutto il ciclo di produzione, come anche la qualità nutrizionale e fisica delle uova. Questo cambiamento è dato non solo dalla diversa età delle galline, ma anche da altri fattori esterni come alimentazione, luce, sistemi di produzione (Sirri et al., 2018).

3.1 FATTORI CHE INFLUENZANO LA QUALITÀ DELLE UOVA

La qualità delle uova, che deve essere mantenuta per poterle vendere sul mercato, è sia di tipo fisico che igienico-sanitario. La qualità fisica è indispensabile per indirizzare il proprio prodotto verso un tipo di consumo piuttosto che un altro. Esistono, come già spiegato, leggi che determinano le misure che deve avere l'uovo per rientrare in una determinata categoria, la quale risulta più idonea per il consumo diretto oppure per l'industria di trasformazione. Anche l'altro aspetto fisico, ovvero il colore, definisce l'utilizzazione finale del prodotto, non per legge, ma più per la preferenza dei consumatori. L'ultima, ma non meno importante, caratteristica fisica a cui fare attenzione per immettere le uova nel mercato è l'integrità e la pulizia del prodotto, senza averlo lavato perché proibito per legge (Gautron et al., 2022).

Sistemi di allevamento

I nuovi sistemi di allevamento concedono agli animali maggiore possibilità di movimento a fronte degli ampi spazi presenti. Questo elemento ha avuto un effetto evidente anche sulla produzione degli animali. Nelle gabbie, infatti, le galline erano costrette in spazi stretti, quindi, l'energia che ingerivano con l'alimentazione era destinata soprattutto per la produzione con minimi sprechi di energia dovuti all'attività motoria. Inoltre, le uova che producevano in gabbia, venivano subito raccolte e convogliate sui nastri raccolta uova, allontanandole dal rischio di sporcare il guscio. I nuovi sistemi di allevamento invece propongono spazi più aperti e liberi. Questo ha fatto sorgere due elementi che hanno un effetto significativo sulla produzione. Innanzitutto, la quota di energia ingerita viene ripartita tra energia utile al movimento e alla produzione, ma con spazi più ampi la prima voce risulta superiore rispetto all'allevamento in gabbia, ed influisce negativamente sull'efficienza di conversione dell'alimento. Il secondo elemento che comporta una perdita in modo diretto sulla produzione è la maggiore quota di "uova smarrite". Le galline non sostano più per tutto il tempo del ciclo produttivo su strutture fatte per raccogliere le uova, ma spesso si trovano a razzolare negli altri luoghi dell'allevamento, come il campo piuttosto che nella lettiera. I nuovi sistemi per riunire tutte le uova prodotte creano degli spazi appositi per il momento della deposizione, quindi le galline devono dirigersi verso questi nidi, ma non sempre succede, comportando così la deposizione fuori dal nido. Queste uova che vengono deposte esternamente agli spazi adibiti, corrispondono a perdite economiche, perché soprattutto nelle grandi aziende risulta impossibile recuperare tutte le uova smarrite all'interno dell'allevamento.

La ricerca ha confermato che le prestazioni delle galline ovaiole risultano inferiori sia per il numero di uova deposte sia per una diminuzione del peso delle uova nei sistemi all'aperto e a terra rispetto a uova provenienti da galline allevate in gabbie arricchite (Gautron et al., 2022). Le maggiori perdite di produzione sono date dalla più elevata quantità di uova declassate rispetto all'allevamento in gabbia, a causa della sporcizia presente sul guscio perché deposte sul pavimento e sui nidi. Quindi i sistemi

alternativi hanno un effetto positivo sul benessere degli animali, ma comportano un'efficienza minore del processo a causa delle maggiori perdite che si possono verificare (Gautron et al., 2022).

La nuova sfida oggi è quindi studiare quali fattori portino le galline a deporre fuori dal nido, per poterli limitare, e poter ideare nuovi metodi per incentivare l'utilizzo dei nidi. È importante riuscire a contenere questo comportamento, perché le uova deposte al di fuori dal nido risultano essere dei problemi a livello di sicurezza alimentare; le uova deposte a terra e sporche non possono essere vendute sul mercato perché sono contaminate o rotte, e portano maggiori costi per la manodopera della raccolta e minori introiti per l'impossibilità di vendita.

Gli studi hanno già identificato alcune cause che includono aspetti intrinseci ed estrinseci di questi animali. Questi diversi fattori riguardano sia l'ambiente in cui si allevano le galline, come il nido, l'allevamento e l'addestramento, la gestione del ciclo di produzione e lo sviluppo della tecnologia per aiutare nella gestione delle uova a terra nei sistemi senza gabbie, ma anche caratteristiche degli stessi animali come la genetica (Campbell, 2023).

La genetica è un fattore che influenza la percentuale di uova deposte fuori dai nidi, perché i diversi comportamenti dei ceppi marroni rispetto ai ceppi bianchi spinge le galline a deporre un maggiore numero di uova sulla lettiera. Le galline colorate, a causa del maggior peso che raggiungono in età adulta rispetto alle bianche, tendono ad avere un'attività motoria inferiore, e quindi sfruttano diversamente gli spazi della voliera, tra cui i nidi. Con questa loro minore propensione al movimento verso le strutture per la deposizione delle uova, passano maggior tempo sulla lettiera e questo aumenta la probabilità che le uova vengano deposte al di fuori dei nidi. Questa scelta è ulteriormente incentivata nelle galline colorate anche per il diverso tempo di ovideposizione rispetto alle linee bianche. Infatti, dagli studi è emerso che le galline marroni tendono ad avere tempi di deposizione più lunghi, il che si traduce in un tempo più lungo di occupazione del nido, maggiore competizione per entrarvi, e quindi maggiore possibilità che le galline rimangano fuori a deporre (Farkas et al., 2022).

Considerando i fattori esterni all'animale, particolari caratteristiche dell'ambiente possono influire sull'utilizzazione dei nidi e quindi giocano un ruolo importante sulla percentuale di uova deposte fuori dal nido.

Innanzitutto, l'aspetto dei nidi è una componente fondamentale per poter attirare le galline a deporre nei giusti luoghi. Vari studi sono stati condotti per studiare il comportamento della gallina durante e prima della deposizione. Per prima cosa ogni allevamento deve mettere a disposizione un numero di nidi sufficiente in rapporto al numero di animali, così da limitare i comportamenti di competizione per l'accesso. I nidi devono essere facilmente accessibili e non troppo distanti dalle normali aree di frequentazione degli animali. Risulta anche che ogni soggetto acquisisce proprie preferenze sul nido in cui andare a deporre, ma quello che accomuna più o meno tutte le galline è la ricerca di un posto isolato,

lontano da rumori forti. Risulta quindi ideale creare uno spazio chiuso anche da tendine, piuttosto che utilizzare spazi aperti per i nidi. Ovviamente ci saranno sempre i capi che nonostante le migliori condizioni possibili, deporranno al di fuori dei nidi, ma questo può dipendere anche dalle gerarchie sociali presenti all'interno del gruppo, per cui alcune galline saranno sempre predisposte a deporre fuori, perché attaccate dalle altre (Huber-Eicher, 2004).

Per incentivare l'utilizzo dei nidi è bene adottare alcuni accorgimenti iniziali per poter abituare le galline ad utilizzarli e aumentare la familiarità con queste zone, soprattutto nei primi tempi. Può avere un'influenza positiva il fatto di limitare l'apporto di mangime nelle ore di punta della deposizione, così da ridurre ogni conflitto tra comportamento alimentare e di deposizione delle uova. Altri accorgimenti per abituare gli animali ad usare il nido sono quelli di disturbare le galline sedute sul pavimento, rimuovere immediatamente le uova deposte a terra, distruggere eventuali nidi trovati sul terreno oppure anche limitare l'accesso alla lettiera fino a quando la maggior parte delle uova non è stata deposta. Un altro tipo di strategia che può risultare utile, è quella di attrarre le galline nei nidi. Infatti, alcuni studi hanno misurato una differenza nella percentuale di uova deposte in nidi senza luce e in nidi in cui la luce veniva accesa circa un'ora prima del momento della deposizione. Nel secondo caso si sono riscontrate percentuali maggiori perché le galline sono state incentivate a deporre all'interno dei nidi (Campbell, 2023).

Si possono addestrare le galline prima che arrivino nell'allevamento di produzione. Gli studi disponibili hanno evidenziato una differenza rispetto all'utilizzazione degli spazi e delle attrezzature nell'allevamento di deposizione fra pollastre allevate a terra e pollastre invece allevate in voliera. Le pollastre allevate a terra e successivamente trasferite presentano generalmente meno propensione all'utilizzazione degli spazi superiori e dei nidi, perché preferiscono rimanere nella lettiera, aumentando così la probabilità che depongano al di fuori dei nidi. Diversamente, allevare gli animali in sistemi simili a quelli che li ospiterà durante il momento di produzione permette di migliorare sia il processo di adattamento sia le prestazioni produttive. Questo perché le galline sono già abituate a questo tipo di strutture e hanno già l'apparato motorio ben sviluppato per poterle sfruttare al meglio.

Per incentivare l'utilizzo dei nidi, quindi, è utile cercare di addestrare le galline a questi spazi e a questi ambienti in giovane età per avere minori problemi durante la fase di produzione (Colson et al., 2008).

Un altro fattore che potrebbe influire sulla deposizione a terra è l'allocazione di alcuni elementi in base al tipo di allevamento. Per esempio, in un sistema con voliera la disposizione degli abbeveratoi vicino ai nidi può incentivare le galline a salire nei piani superiori per bere e quindi può aumentare la familiarità con queste zone, riducendo la percentuale delle uova a terra.

Anche gli arricchimenti ambientali hanno un effetto sulla percentuale di uova deposte fuori dai nidi. È stato verificato che determinati arricchimenti, come pietre (pecking stones) o balle di fieno hanno un effetto negativo sulla percentuale di uova deposte in lettiera, questo perché le galline passano più tempo

sulla lettiera per becchettare questi elementi, aumentando così la probabilità di deporre fuori dal nido (Schreiter et al., 2020).

Infine, la gestione dell'allevamento può influire sul numero di uova perse e deposte a terra, perché un'elevata densità di allevamento nei sistemi che non utilizzano le gabbie, a causa di una maggiore competitività per gli spazi e una maggiore aggressività per conquistare il nido. Per cui le galline subordinate, saranno incentivate a deporre a terra, perché non c'è spazio nei nidi (Campbell, 2023).

Con l'avvento della tecnologia, alcuni allevamenti stanno adottando anche l'utilizzo di piccoli robot disponibili in commercio per contrastare il problema delle uova deposte a terra. Questi robottini inizialmente avrebbero avuto il compito di spaventare le galline nella lettiera, per incentivare il loro trasferimento verso i nidi e limitare la percentuale di uova smarrite. Osservando però il comportamento delle galline, si è notato che questa tecnica funziona bene inizialmente, ma poi gli animali si abitano alla presenza di questo nuovo elemento, considerandolo parte dell'ambiente e non prendendolo più come una minaccia. Attualmente si stanno sviluppando altri sistemi che permettano a questi robot di muoversi all'interno dell'allevamento ed identificare le uova in lettiera per raccoglierele, così da recuperare parte della produzione e diminuire la manodopera necessaria per questa mansione (Campbell, 2023).

Alimentazione della gallina

Con l'inizio della produzione di uova, le esigenze delle galline cambiano molto rispetto alle esigenze delle pollastre. I normali programmi di dieta nella fase di pre-deposizione devono aumentare le quantità di elementi nutritivi da somministrare perché devono sostenere sia il fabbisogno di ovideposizione che quello di crescita, oltre al normale fabbisogno di mantenimento. La dieta deve essere quindi in grado di sostenere la crescita somatica degli animali, che presentano un aumento di peso nelle ultime settimane prima dell'inizio dell'ovideposizione dovuto alla fase finale dello sviluppo dell'apparato riproduttore e all'incremento della massa dei follicoli. Le diete per le galline ovaiole devono garantire anche gli elementi necessari per un'adeguata produzione di uova.

I fabbisogni della gallina ovaiole cambiano durante il ciclo di produzione, perché cambiano le sue capacità di assimilare ed utilizzare gli elementi nutritivi. È importante garantire la giusta quantità di ogni elemento, per evitare perdite di produzione. Vari studi hanno dimostrato che un'inadeguata quantità di amminoacidi limitanti, soprattutto metionina, e/o quantità limitanti di acido linolenico, proteina totale e lipidi totali possono condizionare il peso dell'uovo (Wang et al., 2017).

Un altro elemento responsabile della qualità dell'uovo e in particolare della qualità del guscio è il calcio. Si tratta del minerale principale che costituisce il guscio dell'uovo. Quando le galline iniziano a produrre la dieta deve contenere almeno il 3-4% di calcio, una quantità 4-5 volte maggiore rispetto al calcio contenuto nelle diete delle pollastre. È importante non solo apportare la giusta quantità di calcio, ma

anche trovare la giusta combinazione tra le diverse fonti di calcio. Questo perché la gallina utilizza questo elemento per sintetizzare il guscio dell'uovo soprattutto di notte, quando però non si alimenta. Risulta fondamentale quindi somministrare una parte di calcio in polvere prontamente utilizzabile al momento dell'ingestione, e un'altra parte, circa la metà, sottoforma di particelle grossolane. In questa maniera il passaggio del calcio nell'intestino avviene più lentamente, così da garantire l'assorbimento di calcio a livello intestinale anche durante la notte, quando c'è il fabbisogno più elevato. Nel caso in cui una dieta non garantisca il corretto apporto di calcio, le galline continuerebbero a produrre per un tempo limitato, a discapito della loro salute, perché per sintetizzare il guscio utilizzerebbero il calcio midollare proveniente dalla sua demineralizzazione. Le diete povere di calcio, quindi portano le galline ad utilizzare le proprie riserve, a discapito della loro struttura ossea che diventa, con il passare del tempo, sempre più fragile e debole, aumentando così le percentuali di lesioni soprattutto dell'osso della carena e una minor qualità del guscio delle uova.

Questa condizione si verifica comunque anche per le galline che assumono una corretta quantità di calcio, perché l'osteoporosi è un processo naturale, ma avviene in maniera molto più lenta e non condiziona in maniera pesante la qualità delle uova (Saunders-Blades et al., 2009; Cavani et al., 2015).

Illuminazione: fotoperiodo e intensità

La luce è un fattore ambientale dell'allevamento delle galline ovaiole in grado di condizionare l'andamento produttivo perché esercita stimoli che influenzano la crescita, la riproduzione, i comportamenti, la produttività, la qualità delle uova, i processi fisiologici e la salute degli uccelli. In particolare, nella gallina ovaiole, i programmi di illuminazione sono diversi a seconda della fase di crescita perché hanno obiettivi mirati per ogni momento del ciclo. Inizialmente la luce viene somministrata in ore crescenti perché ha gli obiettivi di stimolare il consumo di mangime per permettere un buon accrescimento degli organi riproduttori e stimolare l'apparato riproduttore, così da raggiungere la maturità sessuale per ottenere la massima produzione nel momento definito. Una volta passata questa fase iniziale, si mantiene un fotoperiodo lungo fino alla fine del ciclo, perché in piena produzione si deve mantenere lo stimolo della luce elevato perché induce l'ipofisi a secernere ormoni necessari per la deposizione delle uova (Bahuti et al., 2023).

L'effetto della luce può essere riconducibile a differenze nell'intensità, nella fonte, nella lunghezza d'onda, nella lunghezza del fotoperiodo. Attualmente la scelta della luce viene fatta puntando ad ottenere la massima produzione di uova con costi energetici minimi, essendo la terza maggiore voce di costo per gli allevamenti avicoli. Bisogna tener conto però che gli uccelli hanno una sensibilità spettrale maggiore degli esseri umani, quindi si deve scegliere un'illuminazione adatta per questi animali così da migliorare le interazioni sociali tra gli individui e la loro capacità di individuare mangiatoie e abbeveratoi e, di conseguenza, anche il benessere, l'efficienza e la qualità della produzione.

In realtà, la luce può condizionare la qualità delle uova, non tanto per la sua intensità, che invece ha maggiori effetti sull'assunzione di mangime e sul peso corporeo, ma più per la lunghezza del fotoperiodo. Come già detto, il numero di ore di luce è molto importante per indurre le pollastre alla maturità sessuale, quindi questo elemento condiziona in maniera significativa l'inizio e l'andamento della produzione. Inoltre, l'utilizzo dei fotoperiodi lunghi come schema di illuminazione per la durata dell'intero ciclo può portare alla produzione di uova con gusci più sottili e con maggiori difetti di calcificazione. Questo fenomeno è causato principalmente per le poche ore di buio a disposizione, perché è in questo momento che gli ormoni responsabili della mobilitazione del calcio per la formazione del guscio, la calcitonina e il paratormone, lavorano.

Fra gli altri difetti, la formazione di uova con protuberanza equatoriale è da attribuire al momento dello spegnimento della luce, perché questo cambiamento genera adrenalina negli animali che portano ad un'importante contrazione muscolare. Questo momento coincide con il momento in cui l'uovo staziona nell'ovidutto, ma è ancora particolarmente fragile, e con questa forte contrazione si rompe nella zona equatoriale. Di conseguenza viene riparato con altro calcio determinando la tipica formazione (Bahuti et al., 2023; Cavani et al., 2015).

Età delle galline

È già noto che le caratteristiche delle uova cambiano durante il ciclo di produzione a causa di più fattori. Tra i fattori intrinseci dell'animale che condizionano fortemente la qualità delle uova c'è l'età. Come già detto, le galline iniziano a deporre all'età di 19-20 settimane circa e continuano la loro produzione fino a 72 settimane, momento in cui continuerebbero a produrre, ma con un basso tasso di deposizione e una maggiore incidenza di uova declassate, che rende l'allevamento poco redditizio.

Questo avviene perché negli uccelli la riproduzione è controllata dall'ipotalamo che lavora in funzione di stimoli ambientali ed endocrini. Con l'avanzare delle settimane, gli stimoli ambientali che inizialmente inducevano la riproduzione non hanno più effetto e aumentano invece i fattori inibitori che causano ridotta attività ipotalamica delle cellule che si occupano della riproduzione. L'effetto principale che si nota sugli animali è la perdita di peso e la perdita della funzionalità dell'ovidutto, che si traduce nel pratico con un maggior numero di giorni di riposo senza deposizione e maggiori quantità di uova declassate.

Il miglioramento genetico ha lavorato in maniera molto efficiente per ridurre l'effetto negativo dell'età sulla percentuale di ovideposizione raggiungendo gli standard attuali con grande successo. Ovviamente l'obiettivo è quello di preservare il più possibile gli animali, quindi si sta ancora cercando di aumentare il periodo di produzione delle galline ovaiole. Tutto questo però deve essere fatto considerando anche la necessità di mantenere la qualità delle uova. Infatti, lungo il ciclo di produzione il peso e i componenti delle uova cambiano. Nelle prime settimane il peso è al di sotto del peso standard, perché le dimensioni

dell'uovo variano in base al peso dell'animale, che nel primo mese di produzione deve ancora raggiungere completamente la struttura corporea definitiva. Lungo il ciclo produttivo, il peso dell'uovo continua ad aumentare, ma rimanendo negli standard richiesti dal mercato con ottime proprietà fisiche. Tra le 60 e le 80 settimane di età il peso aumenta di 70 mg a settimana, portando l'uovo ad un peso maggiore rispetto a quello richiesto dal mercato. In questa fase di produzione anche le caratteristiche dei costituenti dell'uovo cambiano, tra cui il guscio che diminuisce la sua resistenza alla rottura (Gautron et al., 2021).

La resistenza alla rottura del guscio si riduce circa del 25% passando dalle 33 settimane alle 67 settimane. Questa maggiore fragilità è da attribuire a più processi che si innescano con l'avanzare dell'età delle galline, che insieme determinano questo risultato. Tra le principali cause è la presenza di un guscio più sottile, che si riduce circa del 6% da 33 a 67 settimane, perché le galline anziane assorbono il calcio da parte dall'intestino con minore efficienza rispetto agli individui più giovani e producono uova di maggiore dimensione. L'altro fattore determinante che spiega questa maggiore fragilità del guscio nelle settimane finali di produzione è il cambiamento ultrastrutturale e microstrutturale del guscio. Sono state studiate a microscopio uova prodotte ad inizio ciclo e uova prodotte verso la fine del ciclo e si sono misurati la riduzione della densità mammillare, che comporta un minor numero di punti di attacco del minerale del guscio d'uovo alle membrane, oltre che l'aumento delle dimensioni delle unità cristalline di calcite, che comporta un peggioramento delle proprietà meccaniche, poiché la propagazione delle crepe è più facile attraverso materiali a grana grossa. Quindi nel complesso il responsabile della minore resistenza a rottura, non è solo il minor spessore del guscio, ma sono anche le alterazioni strutturali che esso assume con l'avanzare del ciclo produttivo (Benavides-Reyes et al., 2021).

La selezione genetica ha fatto molti miglioramenti, diminuendo l'età di inizio deposizione e allungando il ciclo produttivo, ma ha portato anche ad un calo della qualità delle uova a fine deposizione. Questa minore qualità si verifica sia all'interno dell'uovo perché i tassi di conservazione sono minori e anche gli albumi risultano avere minore altezza, ma anche esternamente per la presenza di gusci più sottili e più fragili che fanno crescere il tasso di rotture, traducendosi in perdite economiche per gli allevatori (Wall et al., 2024).

Genotipo

Il genotipo può influenzare in differenti maniere la qualità dell'uovo, cioè, sia a livello di pulizia del guscio, ma anche a livello di composizione e dimensione delle differenti parti dell'uovo. E' già stato riportato nei capitoli precedenti l'esempio degli ibridi non colorati, i quali presentano una minor probabilità di produrre uova sporche grazie ad alcune caratteristiche morfologiche e comportamentali tipiche del genotipo (Bécot et al., 2023)

Altri studi molto recenti invece hanno investigato sulla qualità delle uova in termini di struttura in diversi genotipi. Il confronto fra sei razze di galline, tra cui i genotipi commerciali colorati, ha evidenziato che a parità di condizioni ambientali e alimentari, alcuni genotipi producono uova di maggiore peso rispetto ad altri, vedendo al secondo posto l'ibrido commerciale colorato. Anche la forma dell'uovo risultava diversa nelle sei razze allevate, con differenza di altezza e larghezza. I soggetti con diametro uterino più ampio riuscivano a produrre uova più rotonde, mentre le galline con un diametro uterino inferiore avevano la tendenza a produrre uova più affusolate.

Infine, come già è emerso in passato da altri studi, si è dimostrata una correlazione positiva tra spessore del guscio e resistenza alla rottura. È stato confermato che il genotipo influisce sullo spessore del guscio delle uova, dove i genotipi commerciali producono uova con gusci di maggiore spessore rispetto alle razze locali.

È utile studiare questi caratteri per la selezione, così da riuscire a fare scelte consapevoli in futuro nel momento in cui sarà necessario cambiare le caratteristiche del prodotto a fronte di nuove sfide o richieste (El-Komy et al., 2024).

OBBIETTIVI

Il settore delle galline ovaiole si trova in una fase di transizione molto importante, perché sta abbandonando i sistemi di allevamento che utilizzavano le gabbie per andare verso nuovi sistemi che permettano di migliorare il benessere di questi animali. Si tratta di sistemi di allevamento che possono svilupparsi sia a terra che su più piani e danno l'opportunità agli animali di muoversi più liberamente in tutto l'allevamento. Questo però comporta una maggiore percentuale di uova deposte a terra e perse per la produzione, perché le galline che non riescono a raggiungere un nido per varie ragioni, depongono le uova nei diversi spazi dell'allevamento, aumentando così la percentuale di uova che non vengono recuperate oppure la percentuale di uova sporche, che non possono essere commercializzate e quindi equivalgono ad una perdita economica per l'allevatore.

Inoltre, per i sistemi cage-free che utilizzano le voliere, è importante permettere un efficiente utilizzo di tutti i piani della struttura da parte degli animali, così da garantire l'adeguato spazio per singolo capo ed evitare episodi di ammassamento, che porterebbero a lesioni e anche morte per soffocamento. In particolare, è importante fornire un passaggio sicuro da un piano e l'altro, così da limitare le lesioni all'apparato scheletrico, che soprattutto nelle galline ovaiole, risulta più fragile a causa dei processi metabolici che utilizzano il calcio osseo per sostenere la produzione.

La presente tesi ha avuto lo scopo di valutare l'andamento produttivo in un sistema cage-free, una voliera sperimentale, dalla fase di accasamento fino a 47 settimane di età considerando la produzione e la qualità delle uova e l'effetto dell'età delle galline e della presenza di rampe supplementari nell'aviario per lo spostamento da un piano all'altro. Sono state considerate la distruzione degli animali e delle uova deposte nell'aviario, oltre che la qualità di queste ultime, in funzione della presenza delle rampe. Infine, è stato valutato il benessere generale degli animali, considerando la presenza di lesioni a livello dello sterno e delle zampe degli animali.

MATERIALI E METODI

APPROVAZIONE ETICA

L'Organismo per la Protezione del Benessere Animale dell'Università di Padova ha approvato la sperimentazione (project 28/2020; Prot. n. 204398). Nella gestione degli animali sono stati rispettati i principi sanciti dalla Direttiva EU 2010/63/EU inerente alla protezione degli animali allevati a fini sperimentali e scientifici; inoltre, la cura degli animali è stato affidato a dottorandi e studenti delle lauree triennale e magistrale del corso di Scienze e Tecnologie animali, oltre che al personale veterinario di stalla.

STRUTTURE DI STABULAZIONE

La prova si è svolta all'interno dell'Azienda Agraria Sperimentale "L. Toniolo" dell'Università di Padova in una struttura opportunamente attrezzata (Figura 11) con una voliera a tre piani articolata in 8 moduli separati (dimensione singolo modulo 2,50 m x 2,44 m x 2,83 m), ciascuno dei quali ospitava 225 animali a una densità di 9 galline/m² di superficie utile a disposizione (inclusa la superficie dei piani dell'aviario).



Figura 11. Stalla galline ovaiole nell'azienda agraria sperimentale "L. Toniolo.

Per il mantenimento di una temperatura costante, tra i 18 e i 25°C e un'umidità relativa tra il 40% ed il 60%, all'interno della stalla erano presenti finestre invernali per l'ingresso dell'aria ad apertura automatica, oltre a ventilatori ad estrazione ed un cooling system responsabile del raffrescamento; la stalla era dotata di illuminazione esclusivamente artificiale.

La voliera includeva tre piani in rete collocati al centro della struttura ed equipaggiati con due file di mangiatoie lineari, azionate automaticamente, al primo e terzo livello e abbeveratoi a goccia distribuiti su due file al primo piano e una fila singola al secondo piano.

Unicamente al secondo piano erano collocati un totale di 32 nidi collettivi (1 nido ogni 60 animali, superficie del nido 0,51 m²) due nidi speculari in ciascun modulo, con accesso schermato da tendine in

plastica, illuminazione autonoma rispetto al resto dell'impianto e sistema di espulsione delle galline per la chiusura del nido. Il fondo del nido era costituito da un tappetino in materiale plastico (astroturf) con setole alte 10 mm (Figura 12).



Figura 12. *Nidi con fondo in tappetino plastico presenti al secondo piano.*

Dai nidi collettivi le uova, grazie alla pendenza, confluivano al nastro di raccolta delle uova che era posto centralmente alla struttura e consentiva il trasferimento delle uova dal nido in cui erano deposte alla testata della struttura.

Il sistema era attrezzato con trespoli (lunghezza 1,35 m); due esterni alla struttura sfalsati al primo e secondo piano, altri interni alla struttura disposti sopra le mangiatoie e quattro (lunghezza 2,44 m) al terzo piano.

Metà dei moduli era attrezzata con due rampe di rete metallica presenti al primo e al secondo piano. La prima rampa collegava il piano terra con il primo piano (121 cm x 21,5 cm, 10 cm x 21,5 cm pianerottolo e pendenza 34°/68%) e la seconda rampa collegava il secondo piano al terzo piano (135 cm x 21,5 cm, 10 cm x 21,5 cm pianerottolo e pendenza 35°/69%) (Figura 13).



Figura 13. Rampe al primo e secondo livello.

Tra i vari livelli era presente un sistema per la raccolta delle deiezioni costituito da nastri in grado di scorrere e raschiati per la rimozione della pollina a terra sotto l'aviario. La gestione di luce, distribuzione di acqua e alimento, apertura e chiusura dei nidi, pulizia dei nastri e azionamento dei raschiati, oltre che nastro raccolta uova, era regolata automaticamente con centralina di automazione.

Per il monitoraggio da remoto erano installate 48 telecamere Infrared mini-dome 4 mp con obiettivo fisso da 36 mm, risoluzione 1080 p, grado di protezione IP67 (HAC-HDW1220MP; Zhejiang Dahua Technology Co., Ltd.; Hangzhou, Cina) che consentivano la videosorveglianza in tempo reale. Le telecamere erano disposte su un solo lato dell'aviario in maniera da consentire la visione degli animali a terra, all'interno dei nidi, al piano inferiore e superiore (incluso il terzo livello) e videoregistratore per la registrazione dei video.

ANIMALI

Gli animali, accasati a 119 giorni di età (18 settimane di età, arrivo il 15 novembre 2022), sono stati mantenuti in allevamento fino alla macellazione commerciale (47 settimane di età, macellati il 9 giugno 2023). Si trattava di 1800 pollastre, ibridi commerciali Hy-Line Brown. Le galline sono state distribuite negli 8 moduli disponibili, con 225 galline per singolo modulo.

GESTIONE DELL'AMBIENTE E DELLA STRUTTURA

Nel corso dell'allevamento, il programma luce è stato impostato in funzione della data di accasamento degli animali e secondo il manuale per la corretta gestione delle galline Hy-Line Brown in un sistema a voliera. Il sistema di spegnimento delle luci simulava il tramonto per incoraggiare gli animali a salire nelle zone rialzate dell'aviario durante la notte. Inoltre, la stimolazione luminosa è stata modificata a seconda della curva di crescita degli animali fino ad arrivare al periodo del picco di produzione raggiungendo le 16 ore di illuminazione (26 settimane di età). Il programma di illuminazione nel corso della prova è stato modulato come indicato in Tabella 3 con effetto alba e tramonto, quindi accensione e spegnimento graduali e alcune differenze per l'illuminazione del nido fra i moduli.

Tabella 3. Variazioni del programma luce durante la prova nelle diverse sezioni dell'aviario.

Settimane di età	Luce aviario	
	Accensione	Spegnimento
17-18	7:00	19:00
19	7:00	19:30
20	7:00	20:00
21	6:00	20:00
22	5:30	20:00
23	5:00	20:00
24	4:30	20:00
25-26	4:00	20:00
27-fine	4:00	20:00

Nel corso della prova, gli orari di alimentazione (Tabella 4) e la programmazione dei nidi (Tabella 5) sono variati in funzione delle modifiche del programma luce.

Tabella 4. Variazione degli orari di alimentazione durante la prova.

Settimane di età	Orario
17-20	7:30 – 9:30 – 14:30 – 16:30
21	6:30 – 9:30 – 14:30 – 16:30
22	6:00 – 9:30 – 14:30 – 16:30
23	5:30 – 9:00 – 14:30 – 16:30
24	5:00 – 8:30 – 14:30 – 16:30
25-fine	4:30 – 8:00 – 13:30 – 16:30

Tabella 5. *Variazioni del programma di apertura e chiusura dei nidi durante la prova.*

Settimane di età	Orario (tutti i nidi)	
	Apertura	Chiusura
17-20	7:15	14:40
21	6.15	16:40
22	5.45	16:40
23	5.15	16:40
24	4.45	16:40
25-fine	4:15	16:40

PERIODO SPERIMENTALE

I dati della presente tesi di laurea fanno riferimento al periodo che va dal momento dell'accasamento, 18 settimane di età, al momento della macellazione, 47 settimane di età. Sono stati considerati i rilievi relativi alla distribuzione degli animali, al peso degli animali, a lesioni sternali e lesioni podali. I dati raccolti relativi alla produzione di uova (totali, buone, sporche, rotte), distribuzione delle uova nell'aviario e qualità fisica delle uova fanno invece riferimento ad un arco temporale che parte dalla settimana 20 (inizio ovodeposizione) fino alla settimana 47.

RILIEVI SPERIMENTALI

Distribuzione degli animali

La valutazione nel numero di animali presenti in ogni zona del modulo è stata fatta con osservazione diretta da due operatori posizionati esternamente all'aviario lungo i due lati, una volta la settimana alle ore 11:00 al fine valutare la loro distribuzione nell'aviario e l'utilizzazione delle diverse parti. È stato misurato il numero di animali presenti su ogni zona dell'aviario contando separatamente gli animali a terra; quelli sul primo piano, distinguendo fra rete, posatoio esterno all'aviario (che collega il piano terra con il primo piano) e posatoio interno dell'aviario; quelli al secondo piano, sulla rete e sul posatoio esterno (che collega il secondo piano con il terzo piano); e quelli al terzo piano sul posatoio interno e sui posatoi delle mangiatoie e i quattro posatoi, per ogni modulo. Non è stato possibile conteggiare il numero di animali nei nidi in quanto la loro presenza al centro della struttura e schermati da tendine impediva ai due osservatori un accurato conteggio.

Qualità fisica delle uova

Il rilievo della qualità delle uova relativa ai parametri fisici è stato svolto una volta al mese. In questa occasione, durante la normale raccolta, sono stati utilizzati dei rack numerati da 1 a 8 per identificare il modulo di appartenenza, nei quali, senza fare selezione, sono state collocate 50 uova per modulo, 25 provenienti dal lato A e 25 provenienti dal lato B. Successivamente si è provveduto a pesare ciascun

uovo e a rilevarne altezza e diametro all'equatore con l'ausilio di un calibro digitale (IP54, SHAHE Digital Caliper, Wenzhou, Zhejiang, China). Infine, è stato calcolato lo Shape Index (%) utilizzando l'equazione proposta da Khalafalla and Bessei (1995), $SI = 100 * \text{diametro dell'equatore}/\text{altezza dell'uovo}$. (Khalafalla e Bessei, 1995).

Ovodeposizione

In tutti i giorni di raccolta è sempre stato rilevato il numero di uova deposte giornalmente nelle diverse parti dell'aviario (dentro e fuori dai nidi), distinguendo fra uova pulite, sporche o rotte. Oltre al conteggio giornaliero due volte la settimana si è proceduto alla valutazione del tipo di frattura (da posatoio, buco singolo, frattura a stella e uovo rotto e completamente svuotato) per ogni nido di ogni piano dell'aviario, per le uova deposte a terra o sulle reti dei piani e per ogni modulo dell'aviario.

Rilievi sugli animali (animal-based measures)

Da 18 a 47 settimane di età, una volta al mese, è stata effettuata la misurazione del peso vivo del 25% degli animali in ogni unità sperimentale (50 per modulo, omogeneamente distribuiti fra i tre livelli di ogni modulo; 400 capi in totale). Al momento della pesata, è stata effettuata anche la valutazione dello stato del piumaggio su tre zone (collo-testa, groppa posteriore, cloaca; Figura 14) (Bilcik and Keeling, 1999; Van Niekerk e coll., 2012). Considerando complessivamente le aree identificate per la valutazione, è stato attribuito un punteggio su scala 0-2: 0, nessun danno o danni limitati al piumaggio; 1, danni moderati al piumaggio con presenza di qualche zona senza piume; 2, presenza di molte zone senza piume (Van Niekerk e coll., 2012) (Figura 15). Nella Figura 15, si presenta la copertura di piumaggio riferita solo alla zona- testa collo.

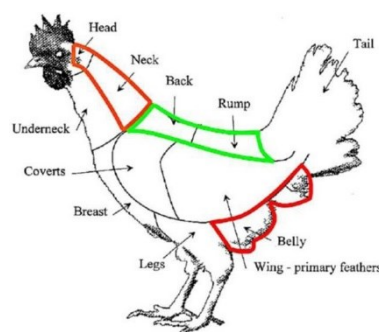


Figura 14. Aree identificate per la valutazione dello stato del piumaggio



Figura 15. *A sinistra, situazione di copertura piumaggio normale; al centro e a destra progressivo peggioramento*

Gli stessi animali considerati per la rilevazione del peso e della condizione del piumaggio, sono stati valutati anche per quanto riguarda le lesioni podali su una scala 0–2: 0, assenza di lesioni; 1, presenza di poche lesioni riconducibili a ipercheratosi o piccole ferite; 2, presenza di più lesioni, incluse quelle riferibili ad un pronunciato gonfiore della zampa visibile anche sul dorso della stessa (bubble foot) (Figura 16). Sono state osservate entrambe le zampe, ma il punteggio è stato attribuito alla zampa che presentava le condizioni peggiori (Van Niekerk e coll., 2012).



Figura 16. *Zampa che presenta una leggera proliferazione dell'epitelio (a sinistra), zampa con gonfiore pronunciato (a destra).*

Sempre sulle stesse galline, sono state effettuate palpazione ed esame visivo per valutare la deviazione dell'osso dello sterno rispetto alla sua condizione normale (Figura 17 e 18), secondo una scala binomiale: 0, nessuna deformazione; 1, presenza di deformazione (Welfare Quality Assessment Protocol for Poultry, 2009) (Figura 17).



Figura 17. *Nessuna deformazione dello sterno (a sinistra) e deformazione dello sterno (a destra) (Welfare Quality Assessment Protocol for Poultry. 2009).*



Figura 18. Valutazione delle deviazioni dello sterno durante la prova.

ANALISI STATISTICA

I dati relativi alla produzione di uova (totali, buone, sporche, rotte), distribuzione delle uova nella voliera e la qualità fisica delle uova (peso, superficie, altezza, larghezza, Shape Index) sono stati sottoposti ad analisi della varianza tramite ANOVA con le rampe e la settimana di età degli animali come fattore principale di variabilità e il recinto come effetto casuale, utilizzando la procedura PROC MIXED di SAS (2013).

I dati relativi alla distribuzione degli animali, peso degli animali, lesioni sternali e lesioni podali sono stati sottoposti ad analisi della varianza tramite ANOVA con le rampe e la settimana di età degli animali come fattori principali di variabilità e il recinto come effetto casuale, utilizzando la procedura PROC GLIMMIX di SAS (2013).

RISULTATI E DISCUSSIONE

La Figura 19 riporta i dati relativi alla percentuale di ovodeposizione nel corso del ciclo produttivo considerato, dall'inizio della deposizione fino al momento della macellazione (da 20 a 47 settimane). La percentuale di ovodeposizione serve a capire quante uova produce giornalmente ogni gallina e per calcolarla sono stati utilizzati i dati relativi al numero giornaliero di uova deposte in relazione al numero di capi vivi presenti.

Nella Figura si possono distinguere due fasi: la prima fase di deposizione con una bassa percentuale di uova prodotte fino al raggiungimento del picco di produzione e la stabilizzazione della curva di produzione. Come consueto, la percentuale di ovodeposizione per le prime tre settimane è inferiore al 50% perché non tutti gli animali hanno iniziato a deporre le uova in maniera regolare e gli animali hanno raggiunto la piena maturità sessuale e la capacità di deporre uova per un numero elevato di giorni consecutivamente in maniera progressiva.

Dopo la ventunesima settimana di età, la percentuale di ovodeposizione è cresciuta a ritmi esponenziali fino alla settimana 24 dove ha raggiunto valori di ovodeposizione molto elevati attorno all' 87%. Nelle settimane successive la percentuale di ovodeposizione ha più lentamente raggiunto il picco superiore al 95% e di poco inferiore al 100% all'età di 27 settimane. Successivamente, la produzione si è assestata, rimanendo stabile fino a fine ciclo restando su valori compresi tra il 90% e il 94%. Le percentuali di ovodeposizione ottenute da questo studio sono congruenti ai dati già riportati in letteratura per galline ovaiole Hy-line Brown allevate con sistema cage-free (Hy-line international, 2024).

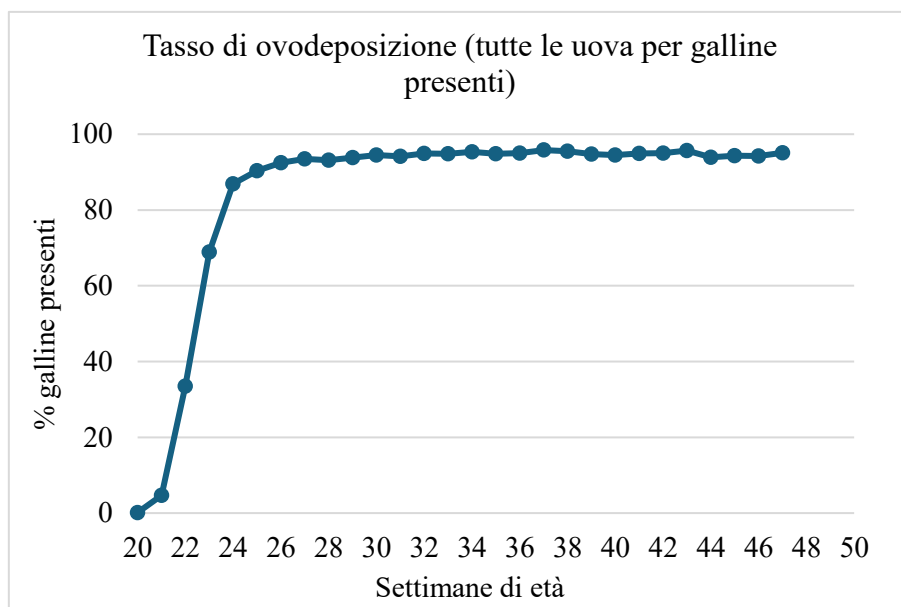


Figura 19. Percentuale di ovodeposizione per gallina presente durante le settimane di allevamento: dati da 20 a 47 settimane.

La Figura 20 rappresenta le percentuali di ovodeposizione delle diverse categorie di uova non adatte alla vendita sul mercato a causa dei loro difetti, i.e. uova rotte e uova sporche raccolte sia dai nidi che dalla lettiera. È importante specificare che le percentuali di uova sporche e rotte comprendono anche le uova sporche e rotte raccolte dal pavimento.

Si rileva come la produzione di uova con difetti non sia regolare, ma abbia un andamento altalenante per l'intera durata del ciclo produttivo. La percentuale di deposizione delle uova sporche è cresciuta in maniera esponenziale dall'inizio della produzione (20 settimane) fino al picco di ovodeposizione, raggiunto a 24 settimane. Questa maggiore produzione di uova sporche in questa prima fase del ciclo può essere attribuita a molteplici cause. Tra le prime c'è il maggior numero di uova prodotte all'aumentare dell'età delle galline, che comporta a sua volta un maggior numero di uova sporche raccolte. Inoltre, le galline con età compresa tra le 19-22 settimane hanno appena cominciato a produrre ed essendo le prime uova può verificarsi la tendenza di non produrre uova perfette, ma con qualche difetto come macchie sul guscio.

La presenza di uova sporche si è verificata lungo tutta la durata del ciclo, probabilmente per cause e fattori che hanno accompagnato le galline per tutti i mesi di allevamento come per esempio fattori ambientali, tra cui l'illuminazione, la qualità della lettiera e la pulizia dei nidi (Campbell, 2023). L'illuminazione può giocare un ruolo importante sulla deposizione, perché le galline tendono a deporre nei luoghi con meno luce, quindi a terra e nei corridoi, avendo così maggiore probabilità di trovare uova sporche quando deposte fuori dai nidi. Inoltre, la deposizione a terra può essere favorita anche dalle condizioni della lettiera che, se abbondante, risulta essere un luogo confortevole dove deporre. Nel caso

in cui la lettiera sia troppo umida, gli animali si sporcano le zampe e tendono a sporcare maggiormente la superficie delle uova. Infine, se la pavimentazione interna dei nidi è sporca, più facilmente si troveranno uova con difetti di pulizia (Campbell, 2023).

La deposizione delle uova rotte ha avuto un andamento simile alla curva delle uova sporche, ma con oscillazioni meno marcate. Anche in questo caso, si assiste alla presenza costante di uova rotte lungo l'intera durata del ciclo. Le rotture possono dipendere da vari fattori: le uova deposte nei nidi possono rompersi nel momento in cui rotolano nel nastro urtando contro le altre uova; le galline nei nidi sono in grado di infilare la testa nell'apertura del nido che convoglia le uova sul nastro e, becchettandole, possono romperne il guscio; l'affollamento del nido fa aumentare il rischio di schiacciare le uova per il peso degli animali. Le uova che vengono deposte esternamente al nido possono rompersi perché hanno avevano maggiori possibilità di riportare fratture a causa degli urti con le superfici metalliche della struttura di allevamento, come posatoi e reti.

La Figura 20 riporta anche la percentuale di uova raccolte dal pavimento, che comprende sia le uova pulite, le uova sporche e rotte raccolte dalla lettiera. Le oscillazioni sono ancora meno marcate rispetto a uova rotte e sporche. Si assiste anche qui ad una prima fase di importante crescita fino alla settimana 27, dopo la quale il numero di uova raccolte dal pavimento diminuisce fino alla settimana 35. Le galline, con il passare del tempo, si abituano a utilizzare il nido per la deposizione delle uova.

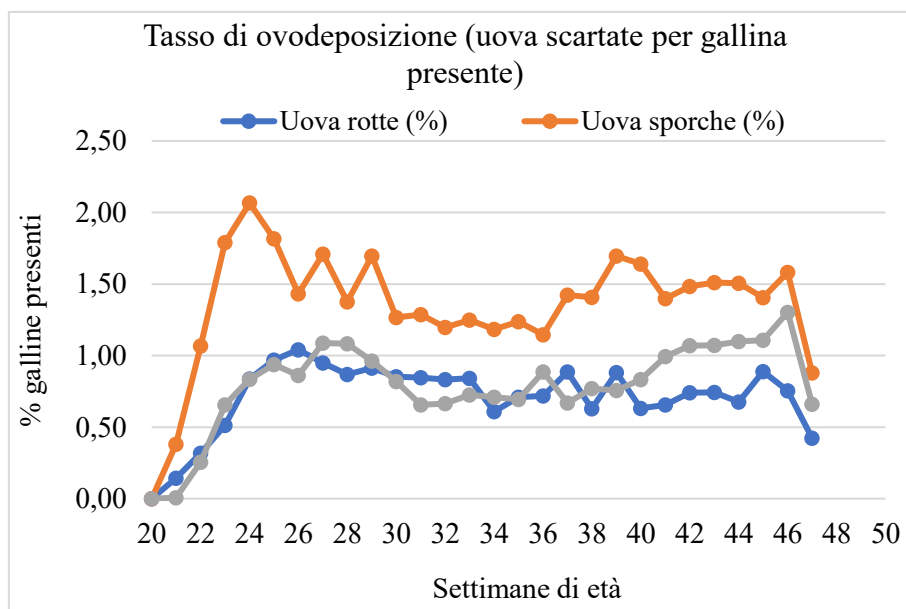


Figura 20. Percentuale di ovodeposizione delle uova di categoria B per gallina presente da 20 a 47 settimane di età.

La mortalità delle galline è rimasta pressoché uguale a zero fino a 140 giorni di età per aumentare successivamente fino a 220 giorni di vita e successivamente in maniera più lenta (Figura 21). Alla fine

delle 47 settimane di allevamento, la mortalità si è assestata sul 6,2%. Si tratta di un valore al di sotto dei normali numeri che si riscontrano in letteratura (Cavani et al., 2015), che riportano una mortalità del 10% per le galline allevate in sistemi cage-free con voliera.

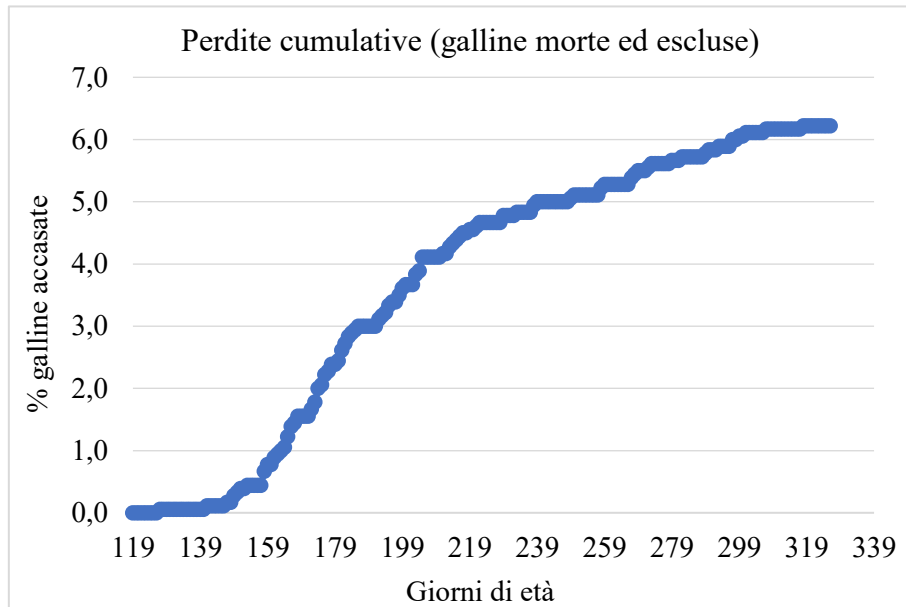


Figura 21. Percentuale delle perdite cumulative per morte ed esclusione da 18 a 47 settimane di età.

La Tabella 6 riporta la percentuale di ovodeposizione per tutte le uova e per le diverse tipologie di uova, distinguendo le uova buone, sporche, rotte, raccolte in aviario sia all'interno dei nidi che fuori e rappresenta l'effetto dell'arricchimento con le rampe. Nei moduli senza rampe la percentuale di ovodeposizione è rimasta poco al di sotto del 90%, con quasi la totalità delle uova (87,0%) adatte al commercio e di categoria A. Quindi, è stata misurata una percentuale di ovodeposizione del 1,30% per le uova con difetti di sporcizia sul guscio e dello 0,85% per le uova con fratture esterne.

Nei moduli attrezzati con rampe, la percentuale di ovodeposizione media si è attestata poco al di sopra del 90% con l'89% di uova di categoria A l'1,40% come percentuale di ovodeposizione di uova sporche e lo 0,83% di uova rotte. Non sono state misurate differenze significative fra i moduli con e senza rampe nelle percentuali di ovodeposizione (Tabella 6).

Tabella 6. Effetto della presenza di rampe sulla percentuale di ovodeposizione (uova buone, sporche e rotte) per gallina presente (%): dati da 22 a 47 settimane di età (percentuale di ovodeposizione superiore all'80%).

	Arricchimento con rampe		
	Controllo	Rampa	P value
Osservazioni (n)	96	96	
Uova totali	89,1±16,0	91,2±15,6	0,240
Uova buone	87,0±15,7	89,0±15,3	0,308
Uova sporche	1,30±0,70	1,40±0,90	0,745
Uova rotte	0,85±0,57	0,83±0,57	0,867

Analizzando la posizione di tutte le uova raccolte (Tabella 7), che quindi comprende le uova buone, sporche e rotte, le galline hanno deposto la maggior parte delle uova all'interno dei nidi che erano localizzati al secondo piano, sia per i moduli con rampe (97,8%) che senza (97,1%). Il restante circa 3% delle uova è stato raccolto nelle diverse zone della struttura dell'aviario. Confrontando la distribuzione delle uova deposte nei moduli attrezzati con rampe e senza rampe, la percentuale di uova deposte sulla lettiera e sul secondo livello sono risultate maggiori nei moduli con rampe rispetto a quelli senza, mentre le uova presenti nel primo livello invece sono risultate maggiori nei moduli senza rampe. Nonostante questo, non si può affermare che queste differenze siano date dalla presenza o no di questi elementi strutturali perché la differenza risulta non essere significativa. Invece si può affermare che l'effetto delle rampe ha influenzato significativamente la percentuale di uova trovate sulle reti metalliche dei tre livelli che è risultata minore nei moduli attrezzati con le rampe rispetto a quelli non attrezzati ($P < 0,05$). La presenza delle rampe ha influito sulla diversa percentuale di uova presenti al terzo livello, dove era superiore nei moduli non attrezzati rispetto ai moduli attrezzati di rampe (1,16% vs 0,33%) ($P < 0,001$). Questa differenza può essere spiegata con la maggiore facilità di spostamento tra i diversi livelli dell'aviario da parte delle galline che avevano a disposizione le rampe per trasferirsi da un piano all'altro.

Per quanto le uova di categoria A, la maggior percentuale è stata raccolta nei nidi, sia per i moduli con rampa che senza. La quota rimanente è stata ritrovata nelle diverse zone dell'aviario senza una particolare distribuzione. Si misura una maggiore percentuale di uova di categoria A deposte all'interno dei nidi nei moduli attrezzati con rampe rispetto alla percentuale dei moduli senza rampe (96,6% vs 95,9%; $P = 0,278$), di conseguenza le uova di categoria A ritrovate nelle diverse zone dell'aviario risultano essere minori nei moduli con rampa rispetto a quelli senza. Infatti, la percentuale di uova buone ritrovate sulla rete metallica dei tre livelli, vede una differenza significativa ($P < 0,05$) tra i moduli con rampe, che registrano un minor numero di uova ritrovate, e i moduli senza (1,87% vs 1,02%). La percentuale di uova buone raccolte sul terzo livello registra valori inferiori per i moduli attrezzati con rampe rispetto a quelli non attrezzati (0,33% vs 1,16; $P < 0,01$).

Analizzando i dati relativi alle uova sporche, si vede come le maggiori quote di questa tipologia di uova derivino dalla lettiera, dal secondo piano e dai nidi. La percentuale del secondo piano è elevata perché comprende anche le uova sporche all'interno dei nidi, che erano situati in quel livello. Le percentuali di uova sporche raccolte dai nidi sono elevate perché nei nidi veniva deposta la quasi totalità delle uova prodotte (circa 97%), come riportato già in Tabella 7. Le maggiori percentuali di uova sporche provengono dalla lettiera, sia per i moduli con e senza rampe, dovuto al fatto che nella lettiera si trova molta sabbia e maggiore deposito di pollina che aumentano le probabilità di sporcare l'uovo esternamente, mentre non ci sono differenze in funzione della presenza o meno delle rampe. D'altra parte, numericamente, si rileva una minore percentuale di uova sporche nei nidi (0,44% vs 0,50%) e una maggiore percentuale di uova sporche raccolte dalla lettiera (0,77 vs 0,59) nei moduli con rampe rispetto a quelli senza.

Infine, il maggior contributo delle uova rotte proviene dalle uova raccolte dai nidi, mentre le minori percentuali derivano dalle uova rotte raccolte nelle diverse zone dell'aviario. Questo perché nei nidi veniva raccolto un maggior numero di uova e quindi c'era la possibilità di trovare un maggiore numero di uova rotte. Paragonando invece le percentuali ottenute tra i diversi moduli, non si evidenzia nessuna differenza significativa in funzione della presenza delle rampe.

Tabella 7. Effetto della presenza di rampe sulla distribuzione delle uova (buone, sporche e rotte) (% del totale delle uova deposte) nelle diverse parti dell'aviario: dati da 22 a 47 settimane di età (tasso di ovodeposizione superiore all'80%).

	Arricchimento con rampe		P value
	Controllo	Rampa	
Osservazioni (n)	96	96	
Distribuzione delle uova TUTTE (% di uova deposte)			
Nel nido	97,1±1,55	97,8±1,21	0,295
Sulla rete metallica dei tre livelli	1,87±0,83	1,02±0,83	0,013
Sulla lettiera	0,99±1,00	1,15±0,73	0,741
Piano 1	0,50±0,48	0,49±0,62	0,973
Piano 2	97,4±1,54	98,0±1,22	0,322
Piano 3	1,16±0,81	0,33±0,49	0,007
Posizione delle uova BUONE, (% di uova deposte)			
Nel nido	95,9±1,57	96,6±1,55	0,278
Sulla rete metallica dei tre livelli	1,30±0,74	0,50±0,48	0,006
Sulla lettiera	0,38±0,50	0,36±0,45	0,908
Piano 1	0,32±0,36	0,29±0,38	0,879
Piano 2	96,0±1,55	96,7±1,55	0,304
Piano 3	0,88±0,67	0,14±0,29	0,002
Posizione delle uova SPORCHE, (% di uova deposte)			
Nel nido	0,50±0,52	0,44±0,72	0,683
Sulla rete metallica dei tre livelli	0,39±0,33	0,39±0,42	0,996
Sulla lettiera	0,59±0,65	0,77±0,55	0,535
Piano 1	0,13±0,23	0,16±0,30	0,667
Piano 2	0,60±0,55	0,56±0,74	0,768
Piano 3	0,16±0,23	0,11±0,22	0,296
Posizione delle uova ROTTE, (% di uova deposte)			
Nel nido	0,74±0,56	0,76±0,59	0,777
Sulla rete metallica dei tre livelli	0,19±0,25	0,13±0,33	0,103
Sulla lettiera	0,02±0,08	0,03±0,09	0,533
Piano 1	0,06±0,15	0,04±0,16	0,403
Piano 2	0,75±0,56	0,77±0,59	0,802
Piano 3	0,12±0,20	0,08±0,27	0,244

Nella Tabella 8 sono stati riportati i dati relativi alla qualità fisica delle uova, media dei dati raccolti dalla settimana 20 alla settimana 47. Come atteso, non sono emerse particolari differenze nelle uova dei moduli forniti di rampa e dei moduli senza rampa per valori di peso, di superficie, di altezza, di larghezza e Shape Index.

Tabella 8. Effetto della presenza di rampe sulla qualità fisica delle uova (media delle osservazioni dalla settimana 22 a 47).

	Arricchimento con rampe		P value
	Controllo	Rampa	
Osservazioni (n)	2800	2800	
Peso (g)	63,4	63,3	0,401
Superficie (mm)	74,3	74,2	0,397
Altezza (mm)	56,3	56,4	0,240
Larghezza (mm)	44,5	44,5	0,698
Shape Index *	0,79	0,79	0,258

La Tabella 9 riporta la media delle osservazioni fatte da 20 a 47 settimane sulla distribuzione degli animali nei diversi luoghi dell'aviaro (terra, piano 1, piano 2, piano 3, rampa 1, rampa 2, trespolo Piano 1, trespolo Piano 2). Indipendentemente dalla presenza delle rampe, nell'orario di osservazione, le galline erano localizzate principalmente a terra, con valori vicini al 50%. Al primo piano dell'aviaro, invece, la percentuale di animali è risultata inferiore a quella osservata a terra, seppure superiore rispetto alle osservazioni al secondo e al terzo livello.

Rispetto ai moduli con rampe, le galline ospitate nei moduli senza rampe hanno mostrato una maggiore propensione al posizionamento al primo piano (28,1% vs 22,3%; $P < 0,001$), al terzo piano (11,3% vs 8,71%; $P < 0,001$) e sul trespolo del primo piano (3,01% vs 2,85%; $P < 0,001$), rispetto alle galline ospitate nei moduli attrezzati con rampe. Viceversa, nei moduli attrezzati, le galline erano maggiormente presenti nelle restanti parti dell'aviaro, rispetto alle galline dei moduli non attrezzati. In particolare, la presenza di animali al secondo piano è risultata più elevata nei moduli con le rampe rispetto a quelli senza rampe (5,11% vs 4,92%; $P < 0,001$), anche se di poco in valore assoluto, e questo può aver influito anche sulla percentuale di uova deposte nei nidi che è risultata essere maggiore, anche se non in maniera significativa, nei moduli con rampa rispetto a quelli senza.

Quindi sebbene la presenza delle rampe influisca sulla distribuzione degli animali nell'aviaro, perché permettono più facili spostamenti da un piano all'altro, la preferenza delle galline rimane a terra nell'orario considerato di osservazione perché risulta essere una zona in cui gli animali prediligono rimanere per il maggiore spazio e per la presenza di sabbia in cui possono esprimere alcuni caratteri tipici della specie in quegli orari.

Tabella 9. Effetto della presenza di rampe sulla distribuzione degli animali nei piani dell’aviario, % di animali osservati (media delle osservazioni dalla settimana 22 a 47).

	Arricchimento con rampe		P value
	Controllo	Rampa	
Osservazioni (n)	56	56	
Terra (% animali osservati)	47,9	52,1	<0,001
Piano 1 (% animali osservati)	28,1	22,3	<0,001
Piano 2 (% animali osservati)	4,92	5,11	<0,001
Piano 3 (% animali osservati)	11,3	8,71	<0,001
Rampa 1 (% animali osservati)	0,00	1,10	<0,001
Rampa 2 (% animali osservati)	0,00	2,07	<0,001
Trespolo Piano 1 (% animali osservati)	3,01	2,85	<0,001
Trespolo Piano 2 (% animali osservati)	1,77	2,35	<0,001

La presenza di lesioni podali, la presenza di fratture dello sterno ed il peso sono tutti indicatori utili per capire lo stato di salute delle galline allevate che permettono l’individuazione di problemi legati all’ambiente di allevamento che danno un effetto negativo sulla condizione fisica e sulla produzione degli animali (Czarick e Mou, 2020; EFSA, 2015; Nielsen et al., 2023).

L’analisi dei dati non ha evidenziato un particolare e significativo effetto delle rampe sulla presenza di lesioni podali e sternali, mentre nei moduli forniti di rampa il peso vivo delle galline è risultato significativamente superiore rispetto a quelle dei moduli senza rampa (1872 g vs 1851 g; P<0,001). È possibile ipotizzare che nei moduli con rampe le galline abbiano potuto accedere con maggior facilità alle mangiatoie.

Tabella 10. Effetto della presenza di rampe sul peso degli animali, e la frequenza di lesioni sternali e lesioni podali negli animali (media delle osservazioni dalla settimana 22 a 47).

	Arricchimento con rampe		P value
	Controllo	Rampa	
Peso, g	1851	1872	<0,001
Lesioni sternali, %	15,3	15,6	0.519
Lesioni podali, %	29,5	26,2	0.999

Rispetto al ciclo di produzione (Figura 22), il peso delle galline è aumentato con le settimane fino ad arrivare ad un plateau alla settimana 33 circa dove, anche secondo letteratura (Hy-line international, 2024), le galline raggiungono il peso di riferimento perché concludono il periodo di sviluppo, rimanendo stabili. Paragonando i pesi vivi tra gli animali con rampe e senza rampe si nota come gli animali allevati nei moduli con rampe, abbiano la tendenza ad avere un peso maggiore per la maggior parte delle settimane considerate per questa valutazione. In particolare, emergono alla settimana 22 e alla settimana 33 gli animali allevati nei moduli con rampe assumono pesi maggiori ($P=0,07$, $P=0,09$).

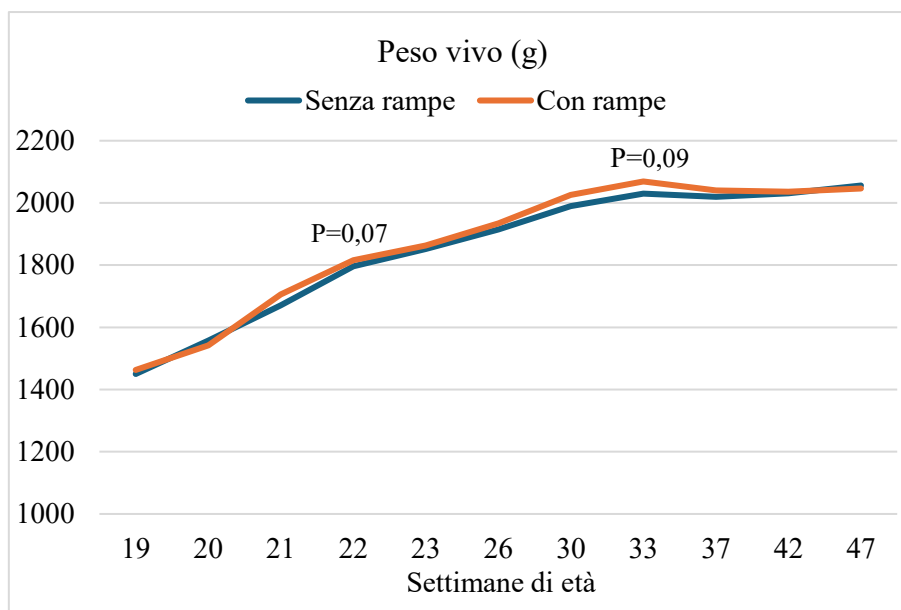


Figura 22. Effetto della presenza di rampe sul peso degli animali (media delle osservazioni dalla settimana 22 a 47).

La tabella 11 presenta i dati raccolti relativi alle percentuali di lesioni sternali e podali rilevate dalla settimana 21 fino alla settimana 47. La percentuale di animali con lesioni sternali aumenta dalla prima settimana fino alla fine della sperimentazione, raggiungendo percentuali del 24,5% e anche 31,3%. La percentuale di animali con lesioni podali non è cresciuta in maniera lineare durante il corso della sperimentazione, ma è stata pari allo 0% nelle prime settimane e successivamente ha fatto registrare un picco di lesioni podali alla settimana 30, dopo la quale la percentuale è rimasta molto elevata assumendo un andamento altalenante fino alla fine del ciclo sperimentale.

Ci sono diversi elementi che possono influenzare la presenza di queste lesioni, quali fattori genetici, ma anche una cattiva alimentazione e la lettiera troppo umida.

Tabella 11. Effetto della settimana sulla frequenza di lesioni sternali e lesioni podali negli animali (media delle osservazioni dalla settimana 21 a 47).

	Arricchimento con rampe	
	Lesioni sternali, %	Lesioni podali, %
Settimana 21	1,75	0
Settimana 22	6,50	0
Settimana 23	17,3	0
Settimana 26	15,5	0
Settimana 30	25,5	47,3
Settimana 33	22,5	71,0
Settimana 37	31,3	66,0
Settimana 42	24,5	63,8
Settimana 47	24,5	63,0
P value	<0,001	<0,001

Rispetto all'effetto della presenza delle rampe sulla percentuale di animali con lesioni podali (Tabella 10), questa è numericamente maggiore nei moduli senza rampa, anche se non in maniera significativa.

L'analisi delle diverse settimane (Figura 23) mostra una tendenza generale ad avere maggiori percentuali di animali con lesioni nei moduli senza rampe nella maggior parte dei casi. In particolare, alla settimana 30 e alla settimana 33 si verificano delle differenze significative ($P < 0,01$) nei diversi moduli, confermando il fatto che l'assenza di rampe ha avuto un effetto negativo sulla presenza delle lesioni podali.

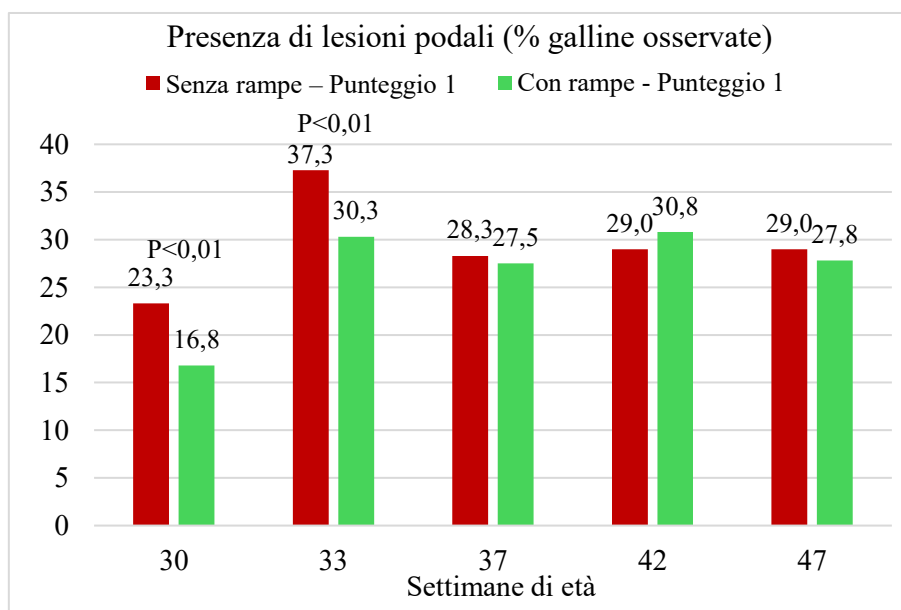


Figura 23. Effetto della presenza delle rampe sulla frequenza di lesioni podali di punteggio 1 negli animali (media delle osservazioni dalla settimana 30 a 47).

La figura 24 riporta i dati relativi alla frequenza di galline con lesioni podali di punteggio 2, quelle più gravi. Nei moduli non dotati di rampa, la percentuale di animali con problemi tende ad essere superiore per la maggior parte del ciclo di produzione. In particolare, i valori registrati alla settimana 30 e 33 risultano essere significativamente diversi ($P < 0,01$) tra i moduli con rampa e i moduli senza rampa.

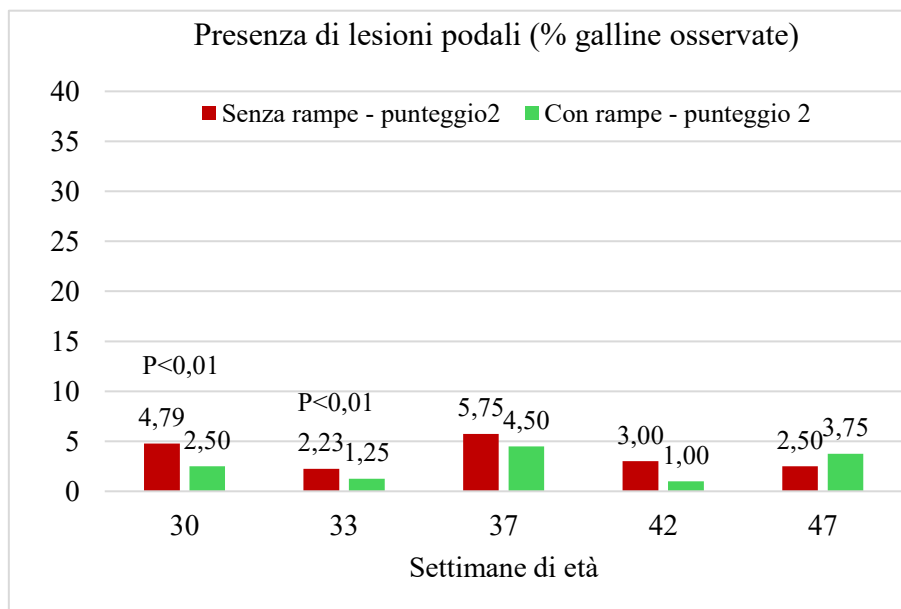


Figura 24. Effetto della presenza delle rampe sulla frequenza di lesioni podali di punteggio 2 negli animali (media delle osservazioni dalla settimana 30 a 47).

CONCLUSIONI

Il passaggio dalle gabbie verso i sistemi cage-free risulta essere sempre più importante per soddisfare le necessità del consumatore che non guarda più solo alla qualità nutrizionale del prodotto, ma anche alla qualità etica della produzione. Risulta quindi importante capire se esistano delle soluzioni e quanto queste siano valide.

Sulla base di questo studio è emerso che la produzione di galline ovaiole allevate in un sistema cage-free risulta essere economicamente efficiente, perché gli animali durante il periodo sperimentale hanno mantenuto un tasso di ovodeposizione elevato. La percentuale di ovodeposizione uova di categoria A si è sempre attestata attorno al 94%, mentre la percentuale di ovodeposizione di uova non commerciabili, perché rotte oppure sporche, si è attestata sul 4,4%.

In quanto all'effetto della presenza di rampe nelle voliere, per quanto riguarda i parametri fisici delle singole uova, la presenza delle rampe non ha inciso in nessun modo. D'altra parte, la presenza delle rampe ha modificato la distribuzione degli animali nella voliera e facilitato l'uso degli spazi, con conseguenze positive sulla riduzione della deposizione delle uova fuori dal nido.

Inoltre, rispetto alla condizione di benessere delle galline, la presenza delle rampe ha migliorato la condizione corporea, misurata in termini di peso vivo, non ha avuto effetti sulle lesioni sternali, ma ha ridotto la frequenza di animali con lesioni podali, soprattutto nelle prime settimane quando c'erano stati problemi di gestione della qualità della lettiera.

Nelle nostre condizioni, il sistema di allevamento cage-free testato è risultato essere efficiente dal punto di vista economico e rispettoso del benessere animale, in grado quindi di soddisfare sia le esigenze dell'allevatore che del consumatore. L'utilizzo di elementi aggiuntivi come le rampe non ha modificato la qualità delle uova, ma ha mitigato alcuni aspetti negativi del sistema di allevamento, facilitando gli spostamenti degli animali all'interno della struttura e riducendo la presenza di lesioni podali.

BIBLIOGRAFIA

- Bahuti, M., Yanagi Junior, T., Fassani, É. J., Ribeiro, B. P. V. B., Lima, R. R., Campos, A. T. 2023. Evaluation of different light intensities on the well-being, productivity, and eggs quality of laying hens. *Computers and Electronics in Agriculture*. 215: 108423.
- Bécot, L., Bédère, N., Coton, J., Burlot, T., Le Roy, P. 2023. Nest preference and laying duration traits to select against floor eggs in laying hens. *Genetics Selection Evolution* 55:8.
- Benavides-Reyes, C., Folegatti, E., Dominguez-Gasca, N., Litta, G., Sanchez-Rodriguez, E., Rodriguez-Navarro, A. B., Umar Faruk, M. 2021. Research Note: Changes in eggshell quality and microstructure related to hen age during a production cycle. *Poultry Science*. 100: 101287.
- Bigi, D. 2022. Razze presenti. In: Bigi D., Zanon A. (Eds.) *Atlante delle razze avicunicole autoctone*. Edagricole Calderini, Milano, Italia, pp. 13-165.
- Bilcik, B., Keeling L. J. 1999. Changes in Feather Condition in Relation to Feather Pecking and Aggressive Behaviour in Laying Hens. *British Poultry Science*. 4: 444-451.
- Campbell, D. L. M. 2023. Floor egg laying: Can management investment prevent it? *Journal of Applied Poultry Research*. 32: 100371.
- Campbell, D. L. M., de Haas, E. N., Lee, C. 2019. A review of environmental enrichment for laying hens during rearing in relation to their behavioral and physiological development. *Poultry Science* 98:9–28.
- Cavani, C. 2015. Avicoltura intensiva e statistiche di produzione. Allevamento della gallina ovaioia. In: Cavani, C, Castellini C., Cerolini S., Cesari V., Dal Bosco A., Finzi A., Gualterio L., Guarino M., Guidobono Cavalchini L., e Marzoni Fecia di Cossato M. (Eds.) *AVICOLTURA E CONIGLICOLTURA*. Point Veterinarie Italie, Milano, Italia, pp. 13-20, pp. 297-327.
- Colson, S., Arnould, C., Michel, V. 2008. Influence of rearing conditions of pullets on space use and performance of hens placed in aviaries at the beginning of the laying period. *Applied Animal Behaviour Science* 111:286–300.
- Czarick, M., Mou, C., Fairchild, B. 2020. Poultry Housing Tips Using Circulation Fans to Improve Foot Pad Health. *Poultry Science Department*. 35: 3.
- De Castro, P. 2011. Prefazione. In De Castro P., Prodi R. (Eds.) *Corsa alla terra: Cibo e agricoltura nell'era della nuova scarsità*. Donzelli Editore, Roma, Italia, pp. 3-6.

EFSA Panel on Animal Health and Animal Welfare AHAW. 2015. Scientific Opinion on welfare aspects of the use of perches for laying hens. EFSA Journal. 13: 4131.

EFSA. 2023. Welfare of laying hens on farm. EFSA Journal. 21: 07789.

El-Komy, E., Abdelsalam, A., Ramadan, G., Abdel-Halim, A. 2024. The Impact of Layer Strains Genotype on Egg Quality and Eggshell Ultrastructural. Egyptian Journal of Veterinary Sciences. 55: 1751–1763.

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations), 2021. Gateway to poultry production and products. Disponibile su: <https://www.fao.org/poultry-production-products/production/en/> . Data accesso: 17/08/2024.

Farkas, T. P., Szász, S., Orbán, A., Mezőszentgyörgyi, D., Pető, L., Sütő, Z. 2022. Examination of nesting behavior of laying hens of different genotypes housed in indoor alternative pens using a video system. Applied Sciences 12:9093.

FAWC. 2012. Education, communication and knowledge application in relation to farm animal welfare. Animal Welfare. 21: 295–296.

Fiorilla, E., Ozella, L., Sirri, F., Zampiga, M., Piscitelli, R., Tarantola, M., Ponzio, P., Mugnai, C. 2024. Effects of housing systems on behaviour and welfare of autochthonous laying hens and a commercial hybrid. Applied Animal Behaviour Science. 274: 106247.

Flock, D.K. 2019. 60 years genetic improvement of laying hens. Poultry news. 2: 8-10.

Gautron, J., Dombre, C., Nau, F., Feidt, C., Guillier, L. 2022. Review: Production factors affecting the quality of chicken table eggs and egg products in Europe. Animal. 16: 100425.

Gautron, J., Réhault-Godbert, S., Van de Braak, T. G. H., Dunn, I. C. 2021. Review: What are the challenges facing the table egg industry in the next decades and what can be done to address them? Animal. 15: 100282.

Gazzetta ufficiale dell'Unione europea 26.10.2012. Articolo 13 del Trattato sul Funzionamento dell'Unione Europea (versione consolidata). Disponibile su: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/PDF/?uri=CELEX:12012E/TXT>. Data accesso: 01/09/2024.

Gazzetta ufficiale dell'Unione europea n. L 163/6 del 24/6/2008. Regolamento (CE) n. 589/2008 della commissione del 23 giugno 2008 recante modalità di applicazione del regolamento (CE) n. 1234 /2007 del Consiglio per quanto riguarda le norme di commercializzazione applicabili alle uova. Disponibile su: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/ALL/?uri=CELEX%3A32008R0589>. Data accesso: 15/09/2024.

Gazzetta ufficiale dell'Unione europea n. L 276/33 del 20/10/2010. Direttiva 2010/63/UE del parlamento europeo e del consiglio del 22 settembre 2010 sulla protezione degli animali utilizzati a fini scientifici (Testo rilevante ai fini del SEE). Disponibile su: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/?uri=celex:32010L0063>. Data accesso: 01/10/2024.

Gazzetta ufficiale dell'Unione europea n. L 299/1 del 16/11/2007. Regolamento (CE) n. 1234/2007 del consiglio del 22 ottobre 2007 recante organizzazione comune dei mercati agricoli e disposizioni specifiche per taluni prodotti agricoli (regolamento unico OCM). Disponibile su: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/ALL/?uri=CELEX:32007R1234>. Data accesso: 17/09/2024.

Gazzetta Ufficiale n. 219 del 20 settembre 2003. Decreto Legislativo 29 luglio 2003 n. 267. Attuazione delle direttive 1999/74/CE e 2002/4/CE per la protezione delle galline ovaiole e la registrazione dei relativi stabilimenti di allevamento. Disponibile su: <https://www.normattiva.it/uri-res/N2Ls?urn:nir:stato:decreto.legislativo:2003-07-29;267>. Data accesso: 30/08/2024.

Gazzetta ufficiale n. L 031 del 01/02/2002 pag. 0001 – 0024. Regolamento (CE) n. 178/2002 del Parlamento europeo e del Consiglio, del 28 gennaio 2002, che stabilisce i principi e i requisiti generali della legislazione alimentare, istituisce l'Autorità europea per la sicurezza alimentare e fissa procedure nel campo della sicurezza alimentare. Disponibile su: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/?uri=celex%3A32002R0178>. Data accesso: 17/09/2024.

Gazzetta ufficiale n. L 203 del 03/08/1999 pag. 0053 – 0057. Direttiva 1999/74/CE del Consiglio del 19 luglio 1999 che stabilisce le norme minime per la protezione delle galline ovaiole. Disponibile su: <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/1999/74/oj/ita>. Data accesso: 10/09/2024.

Hadachek, Je., Ma, M., Sexton, R.J. 2024. Market structure and resilience of food supply chains under extreme events. *American Journal of Agricultural Economics* 106:21–44.

Heerkens, J. L. T., Delezie, E., Kempen, I., Zoons, J., Ampe, B., Bas Rodenburg, T., Tuytens, F.A.M. 2015. Specific characteristics of the aviary housing system affect plumage condition, mortality and production in laying hens. *Poultry Science* 94:2008–17.

Huber-Eicher, B. 2004. The effect of early colour preference and of a colour exposing procedure on the choice of nest colours in laying hens. *Applied Animal Behaviour Science* 86:63–76.

Hy-line international. 2024. Performance Guide—Hy-line BROWN Conventional System. Disponibile su: <https://www.hyline.com/filesimages/Hy-Line-Products/Hy-Line-Product-PDFs/Brown/BRN%20STD%20ENG.pdf>. Data accesso: 17/08/2024.

Hy-line. 2024. Hy-line Brown. Disponibile su: <https://www.hyline.com/varieties/brown>. Data accesso: 28/08/2024.

Hy-line. 2024. Hy-line W-80. Hy-line. Disponibile su: <https://www.hyline.com/varieties/w-80>. Data accesso: 15/08/2024.

ISMEA. 2021. Tendenza uova da consumo. Disponibile su: [file:///C:/Users/utente/Downloads/Tendenze_Uova_2021_def%20\(3\).pdf](file:///C:/Users/utente/Downloads/Tendenze_Uova_2021_def%20(3).pdf). Data accesso: 25/08/2024.

ISMEA. 2023. Tendenze e dinamiche recenti uova. Disponibile su: [file:///C:/Users/utente/Downloads/2023_Tendenze_UOVA_rev%20\(10\).pdf](file:///C:/Users/utente/Downloads/2023_Tendenze_UOVA_rev%20(10).pdf). Data accesso: 10/08/2024

Khalafalla, M. K., Bessei, W. 1995. Reliability of quasi-static compression as an indicator of eggshell quality. In: Proceedings of the 6th European Symposium on the Quality of Egg and Egg Products. pp. 67-75.

Kingori, A. M. 2012. Uses of poultry eggs: Egg albumen and egg yolk. Poultry Science. 5: 9–13.

Lippman, Z. B., Zamir, D. 2007. Heterosis: Revisiting the magic. Trends in Genetics. 23: 60–66.

OECD Data Explorer. 2024. Prospettive agricole OCSE-FAO 2020-2030. Disponibile su: <https://data-explorer.oecd.org/>. Data accesso: 25/08/2024.

Sass, C. A. B., Kuriya, S., da Silva, G. V., Silva, H. L. A., da Cruz, A. G., Esmerino, E. A., Freitas, M. Q. 2018. Completion task to uncover consumer's perception: a case study using distinct types of hen's eggs. Poultry Science. 97:2591–99.

Saunders-Blades, J. L., MacIsaac, J. L., Korver, D. R., Anderson, D. M. 2009. The effect of calcium source and particle size on the production performance and bone quality of laying hens. Poultry Science. 88: 338–353.

Schreiter, R., Damme, K., Klunker, M., Raoult, C., von Borell, E., Freick, M. 2020. Effects of edible environmental enrichments during the rearing and laying periods in a littered aviary—Part 2: physical development of pullets and performance, egg quality, and carcass composition in laying hens. Poultry Science 99:6685–96.

Sirri, F., Zampiga, M., Berardinelli, A., Meluzzi, A. 2018. Variability and interaction of some egg physical and eggshell quality attributes during the entire laying hen cycle. Poultry Science. 97: 1818–1823.

Van Niekerk, T. G. C. M., Gunnink, H., van Reenen, K. 2012. Welfare Quality assessment protocol for laying hens. Rep. 589:1–65. Disponibile su: <https://edepot.wur.nl/235525>. Data accesso: 25/09/2024.

Vinco, L. J., Bertocchi, L., Fusi, F., Trambajolo, G. 2024. Valutazione el Benessere Animale Nelle Galline Ovaiole: Manuale Esplicativo Controllo Ufficiale. 21: 57-59.

Wall, D. C., Malheiros, R. D., Anderson, K. E., Anthony, N. 2024. Comparing performance, morphological, physical, and chemical properties of eggs produced by 1940 Leghorn or a commercial 2016 Leghorn fed representative diets from 1940 to 2016. *Journal of Applied Poultry Research*. 33: 100463.

Wang, J., Yue, H., Wu, S., Zhang, H., Qi, G. 2017. Nutritional modulation of health, egg quality and environmental pollution of the layers». *Animal Nutrition* 3:91–96.

Welfare Quality Assessment Protocol for Poultry. 2009. Welfare Quality Project, Lelystad, The Netherland. Disponibile su: <https://edepot.wur.nl/233471>. Data accesso: 23/09/2024.

Williams, S., Strungis, J. C. 1977. The Development of Grooming Behavior in the Domestic Chicken, (*Gallus gallus domesticus*). *Poultry Science*. 58: 469-472.