

## **UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA**

Dipartimento di Agronomia, Animali, Alimenti, Risorse naturali e  
Ambiente

Corso di Laurea Triennale in Scienze e Tecnologie Animali

### **Effetto dell'arricchimento ambientale con semi di canapa sul comportamento di galline ovaiole in un sistema cage-free**

Relatore: Prof.ssa Angela Trocino

Correlatore: Dott.ssa Claudia Ciarelli

Laureanda: Giulia Zorzi

Matricola n. 2007138

ANNO ACCADEMICO 2022 – 2023

# INDICE

RIASSUNTO.....	1
ABSTRACT.....	3
INTRODUZIONE.....	5
Il mercato avicolo internazionale e nazionale.....	5
I sistemi di allevamento della gallina ovaioia.....	11
Allevamento in gabbie convenzionali.....	11
Allevamento in gabbie arricchite.....	12
End of the Cage Age.....	14
I sistemi di allevamento cage – free.....	15
Benessere per la gallina ovaioia.....	20
Indicatori di benessere.....	24
OBIETTIVI.....	27
MATERIALI E METODI.....	28
Approvazione etica.....	28
Strutture di stabulazione.....	28
Animali e disegno sperimentale.....	31
Gestione dell'allevamento.....	32
Rilievi sperimentali.....	33
RISULTATI E DISCUSSIONE.....	39
CONCLUSIONI.....	52
BIBLIOGRAFIA.....	53

## RIASSUNTO

I sistemi di allevamento della gallina ovaiole hanno subito notevoli mutamenti negli ultimi anni in risposta all'interesse dei consumatori per la sostenibilità ambientale e il benessere animale. A causa della limitata libertà di movimento e dell'ambiente poco stimolante fornito dall'allevamento in gabbia tradizionale, quest'ultimo è stato vietato in Europa a partire dal 2012. L'uso di gabbie "modificate" è tutt'oggi permesso; tuttavia, agli allevatori europei verrà vietato o comunque limitato l'utilizzo anche di questo tipo di gabbie a partire dal 2027. A tal proposito si stanno studiando nuovi sistemi di allevamento cage-free che assicurino condizioni di allevamento migliori. Riducendo la densità degli animali per metro quadrato, fornendo loro stimoli per esprimere i comportamenti specie-specifici e limitando le fonti di competizione e stress, si possono ridurre i comportamenti anomali e gli atti di aggressività fra i volatili. Tutto ciò si traduce in migliori prestazioni e salute animale, oltre che minori costi, con un incremento della qualità del prodotto alimentare e della sicurezza della filiera. Allevamenti alternativi alle gabbie sono: allevamenti a terra, inclusi quelli in voliera, all'aperto, e di tipo biologico. L'allevamento in voliera o aviario è un'alternativa adottabile da aziende che non hanno la possibilità di ospitare un allevamento estensivo. Tuttavia, queste strutture presentano ancora criticità legate soprattutto all'uso scorretto della struttura da parte degli animali e ad una loro disomogenea distribuzione nelle diverse zone dell'aviario. Per questo le strutture cage-free sono tutt'oggi soggette a modifiche per ovviare a questi problemi. Un aiuto importante in tal senso è dato dagli arricchimenti ambientali. Le galline interagiscono con gli arricchimenti forniti e soddisfano così i loro comportamenti esplorativi limitando l'espressione di comportamenti anomali. La presente tesi di laurea ha quindi inteso valutare gli effetti dell'integrazione di semi di canapa come arricchimento ambientale e alimentare sul comportamento, sulla produzione e sulla qualità delle uova deposte da galline Hy-line Brown allevate in un sistema cage-free. L'arricchimento è stato inoltre distribuito con due modalità differenti: a spaglio nella zona a terra o in mangiatoie circolari. La prova sperimentale è durata 4 settimane, con le galline da 35 alle 39 settimane di età.

La somministrazione dei semi di canapa non ha modificato il peso vivo delle galline, ma ha influenzato il loro comportamento di deposizione. Nei recinti in cui non venivano

somministrati i semi, le galline deponevano più frequentemente le uova a terra (1,28%;  $P < 0,001$ ) e al terzo livello (1,05%;  $P < 0,001$ ) anziché nei nidi. In questi stessi recinti l'incidenza di uova rotte è risultata maggiore rispetto ai recinti in cui sono stati somministrati i semi di canapa (1,04% vs. 0,58%;  $P < 0,05$ ). Nei recinti con l'arricchimento, sono state trovate meno uova a terra e al terzo livello. Le differenze sono state più accentuate nei moduli dove i semi di canapa erano distribuiti in mangiatoia (0,31% di uova a terra vs. 0,89% nei recinti con somministrazione a spaglio;  $P < 0,001$ ; 0,12% al terzo livello vs. 0,45% nei recinti a spaglio;  $P < 0,05$ ). La percentuale di uova rotte nei moduli con l'arricchimento dei semi di canapa è risultata minore rispetto ai moduli senza questo arricchimento (0,58% vs. 1,04%;  $P < 0,05$ ). La presenza della mangiatoia, però, ha portato ad una maggiore frequenza di piling rispetto ai recinti dove la canapa era somministrata a spaglio (7,20% vs. 5,86%) o non era somministrata affatto (3,31%) ( $P < 0,001$ ). Inoltre, le osservazioni di pulizia del piumaggio sono risultate minori nei recinti in cui sono stati somministrati i semi rispetto agli altri recinti (15,1% nei recinti con somministrazione a spaglio e 11,3% nei recinti con mangiatoia vs. 19,5% negli altri recinti;  $P < 0,001$ ). Per poter esprimere una valutazione più completa sull'effetto dell'inclusione di semi di canapa come arricchimento ambientale, le variazioni di comportamento osservate dovrebbero essere pesate rispetto ai comportamenti considerati di positive welfare (es. comportamenti di comfort come il bagno di sabbia, esplorazione dell'ambiente) e quelli di negative welfare (es. piling, aggressioni). In conclusione, l'arricchimento con semi di canapa ha ridotto la presenza delle uova a terra favorendo la deposizione nei nidi e per questo deve essere considerato positivamente.

## **ABSTRACT**

### *Effect of environmental enrichment with hemp seeds on the behavior of laying hens in a cage-free system*

Laying hen farming systems have undergone significant changes in recent years in response to consumers' interest in environmental sustainability and animal welfare. Due to the limited freedom of movement and the barren environment provided by traditional cages, these enclosures have been banned in Europe since 2012. The use of "modified" cages is still permitted today, however European farmers will also be banned from using this type of cage starting from 2027. In this regard, new cage-free farming systems are being studied that could respect animal welfare. By reducing the animal stocking density, providing hens with stimuli to express species-specific behaviors and limiting the sources of competition and stress, abnormal behaviors and acts of aggression among birds can be reduced. All this translates into better performance, better animal health, lower costs compared to conventional systems with the result of an increase in the quality of the food product and the safety of the supply chain. Farming systems alternative to cages are those on the ground (including aviaries), outdoor and free range systems, besides organic systems. Aviaries are an alternative that can be adopted by farms that do not have the possibility of hosting extensive breeding. However, these systems still present critical issues linked above all to the incorrect use of the structure by the animals and to their uneven distribution in the different areas of the aviary. Thus, cage-free systems are still subject to modifications to overcome these problems. An important help in this sense is given by environmental enrichments. The hens interact with the enrichments provided and thus satisfy their exploratory behaviors by limiting the expression of anomalous behaviors. Thus, this thesis aimed to evaluate the effects of hemp seed supplementation as an environmental and food enrichment on the behavior, production and quality of eggs laid by Hy-line Brown hens reared in a cage-free aviary system. The enrichment was distributed in two different ways: broadcast directly on the litter or in circular feeders. The experimental trial lasted 4 weeks, with the age of laying hens from 35 to 39 weeks.

The administration of hemp seeds did not change the live weight of the hens, but rather influenced their laying behavior. In pens where seeds were not administered, hens more

frequently laid eggs on the floor (1.28%;  $P < 0.001$ ) and at the third level (1.05%;  $P < 0.001$ ) rather than in the nests. In these same pens, the incidence of broken eggs was higher than in pens where hemp seeds were provided (1.04% vs. 0.58%;  $P < 0.05$ ). Less eggs were found on the floor and at the third level in the enriched pens compared to the control ones. The differences were larger in the modules where the hemp seeds were distributed in the feeder (0.31% of eggs on the floor vs. 0.89% in the pens with administration on the litter;  $P < 0.001$ ; 0.12% at the third level vs. 0.45%;  $P < 0.05$ ). The percentage of broken eggs in the modules with the hemp seed enrichment was lower than in the modules without this enrichment (0.58% vs. 1.04%;  $P < 0.05$ ). The presence of the feeder, however, led to a higher frequency of piling compared to pens where hemp was given on the floor (7.20% vs. 5.86%) or not at all (3.31%) ( $P < 0.001$ ). In addition, feather cleaning events were lower in pens where seed was administered than in the other pens (15.1% in pens with seed on the litter and 11.3% in feeder pens vs. 19.5% in the other pens;  $P < 0.001$ ). In order to express a complete evaluation about the effect of the inclusion of hemp seeds as an environmental enrichment, the observed behavioral changes should be weighed against the behaviors considered positive welfare (e.g. comfort behaviors such as dust bathing, exploration of the environment) and those of negative welfare (e.g. piling, aggression). In conclusion, the enrichment with hemp seeds reduced the presence of eggs on the floor favoring the laying in the nests and for this reason it can be considered positively.

# INTRODUZIONE

## **Il mercato avicolo internazionale e nazionale**

Il settore avicolo è uno dei più tecnologicamente avanzati in gran parte del mondo e la sua crescita è ancora in aumento. Lo sviluppo dell'industria delle carni avicole e delle uova da consumo è favorito da una popolazione mondiale crescente e dalla sempre più alta richiesta da parte dei consumatori di un prodotto alimentare sano ed economicamente accessibile. Infatti, come dichiarato dall'Organizzazione delle Nazioni Unite per l'alimentazione e l'agricoltura (FAO, Food and Agriculture Organization of the United Nations) le carni avicole, oltre ad avere prezzi di mercato più bassi, sono anche più magre rispetto alle carni bovine e suine, e risultano essere una buona fonte di fosforo e vitamine del gruppo B. Le uova sono caratterizzate da prezzi di mercato accessibili, hanno alto contenuto di proteine ad alto valore biologico e sono facilmente digeribili. Nonostante le uova contengano consistenti livelli di colesterolo, la FAO ha ammesso che il consumo di 1 o 2 uova di gallina al giorno non è considerato rischioso per la salute umana. Per soddisfare la crescente domanda, la produzione mondiale di carne di pollame è passata da 9 a 133 milioni di tonnellate tra il 1961 e il 2020 e la produzione di uova è aumentata da 15 a 93 milioni di tonnellate (FAO, 2023). Oggi la carne di pollame rappresenta quasi il 40% della produzione mondiale di carne e negli ultimi tre decenni, la produzione mondiale di uova è aumentata del 150%. Gran parte di questa crescita si è verificata in Asia, dove la produzione è quasi quadruplicata. Il progresso nell'allevamento è stato possibile anche per la selezione di animali specializzati più produttivi, insieme ad un'esperta gestione dell'allevamento. Le fasi di alimentazione, macellazione e lavorazione sono state ottimizzate, favorendo spesso le grandi aziende rispetto alle piccole. La produzione di pollame su piccola scala continuerà comunque a generare reddito e a offrire prodotti di origine avicola in territori in via di sviluppo (FAO, 2023).

Sempre secondo i dati FAO (2023), gli Stati Uniti d'America sono il più grande produttore mondiale di carne di pollame, coprono il 17% della produzione globale. Al secondo posto troviamo la Cina, seguita dal Brasile. La Cina è il più grande produttore di uova a livello internazionale (38% della produzione globale), seguita da Stati Uniti (7% della produzione globale) e India (7% della produzione globale) (FAO,2023).

L'Europa ha un settore avicolo dal valore di 33 miliardi di euro e gioca un ruolo strategico sia come importatore che come esportatore. La produzione di uova all'interno dell'UE copre il 2,3% della produzione agricola totale europea e la produzione di carne avicola corrisponde al 5,3% (Bagnara, 2023).

La produzione europea di carni avicole, dopo la costante crescita negli ultimi decenni, ha registrato un lieve calo nel 2021 (-1,9%) (Figura 1). Nonostante ciò l'UE rimane autosufficiente con circa 12,2 milioni di tonnellate di carne prodotte, con un grado di autoapprovvigionamento al 114% che le permette così di confermare la posizione di esportatore netto. Le esportazioni riguardano prodotti di scarso valore che hanno come destinazioni principali le Filippine e il Ghana. Le importazioni invece sono prevalentemente petti e tagli pregiati provenienti da Brasile e Tailandia. La Figura 1 mostra le ripartizioni delle quote europee di produzione di carne avicola e come si può vedere, il principale produttore è la Polonia con il 21% delle produzioni totali in Europa. Nel 2021 la Polonia ha registrato un calo delle produzioni pari al 5,8%. La Turchia si colloca al secondo posto con una quota del 15%, nonostante in Figura 1 non sia rappresentata. Seppur con una piccola riduzione produttiva del 0,2% nel 2021, la Turchia ha aumentato le sue produzioni del 36% nell'ultimo decennio. Francia e Spagna contribuiscono entrambe alla produzione europea di carni avicole con una quota del 13%. La Spagna ha visto la propria produzione crescere di oltre il 27% dal 2010. L'Italia si posiziona al 5° posto nel contesto europeo con una quota dell'11%. Il mercato avicolo italiano risulta già autosufficiente, per questo i ritmi di crescita sono più lenti rispetto agli altri Paesi. La produzione nazionale punta su un'espansione geografica e all'innovazione del settore, nonché al miglioramento degli standard qualitativi degli allevamenti e delle carni. Rispetto agli altri Paesi europei, sono quelli dell'Est Europa ad aver incrementato maggiormente le produzioni negli ultimi anni; in particolare Romania e Ungheria hanno incrementato rispettivamente del 61% e del 43%. Ciò è stato possibile grazie al miglioramento delle condizioni economiche che ha permesso investimenti per rendere più efficienti i sistemi produttivi (Ismea, 2022).

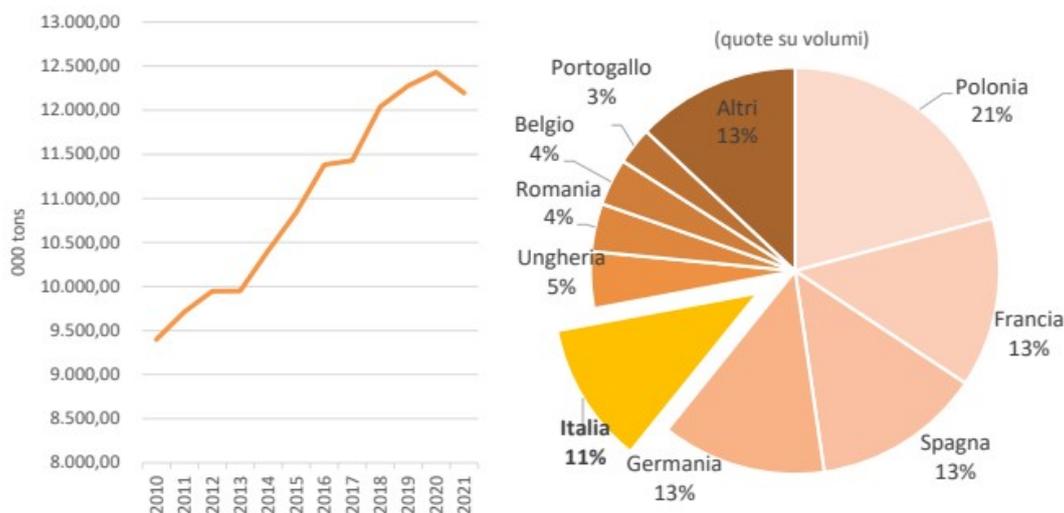


Figura 1: Dinamica della produzione europea di carni avicole e quote dei principali Paesi produttori nel 2021, esclusa la Turchia (Ismea, 2022).

Per quanto riguarda la produzione di uova, l'Unione Europea è autosufficiente con più di 375 milioni di galline ovaiole e 7,1 milioni di tonnellate di uova prodotte nel 2021, comprendendo nel conteggio sia le uova da consumo che da riproduzione, dette anche uova "da cova". La produzione è aumentata dell'1,7% rispetto al 2020. L'Italia contribuisce per il 12% alla produzione di uova e con 808000 tonnellate si conferma il quarto Paese produttore comunitario dopo Francia (14%), Germania (14%) e Spagna (12%) (Figura 2) (Commissione Europea, 2023).

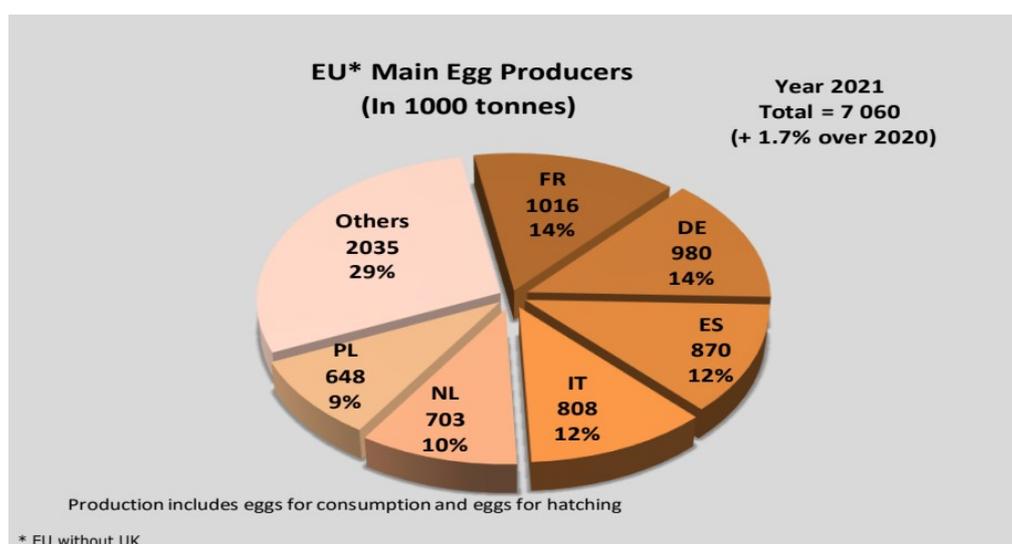


Figura 2: Ripartizione delle quote di produzione di uova dei principali Paesi produttori in UE (Commissione Europea, 2023).

Secondo il report della Commissione Europea, nel 2021 il 44,9% delle galline ovaiole risultano allevate in gabbie arricchite e il 35,6% a terra, mentre il 12,8% sono allevate all'aperto e il 6,6% utilizzando il metodo biologico. In Italia, a differenza dell'UE, prevale l'allevamento a terra (54,5%); il 35,6% dei capi nazionali in deposizione è stato accasato in gabbie arricchite; il 4,9% in allevamenti all'aperto e il 5% in allevamenti biologici (Commissione Europea, 2023). La quota di uova proveniente da galline in gabbie arricchite in Italia (35,6%) continua a scendere dal 45% del 2019 al 42% del 2020. In molti Paesi Comunitari è da tempo in corso una graduale riduzione dell'offerta di uova provenienti da allevamenti in gabbia (Unaitalia, 2021).

In Italia la filiera avicola è di grandissimo rilievo. Nel complesso, il fatturato 2021 del settore nazionale delle carni avicole e uova si è attestato a circa 5.900 milioni di euro (4.830 milioni per le carni, 1.070 milioni per le uova). La maggior parte degli allevamenti di galline ovaiole sono concentrati nel Nord Italia soprattutto in Veneto, Lombardia ed Emilia-Romagna, dove si trovano rispettivamente il 25%, il 24% e il 18% dei capi. La Sicilia è la regione del Sud con la maggiore quota nazionale di ovaiole (7%), mentre al Centro la prima regione produttrice è il Lazio che alleva il 5% delle ovaiole. L'Emilia Romagna è la regione con più galline allevate con metodo biologico, i.e. 712000 galline, pari al 10% dei capi allevati in regione. A livello nazionale i capi allevati all'aperto sono circa 3,5 milioni e quasi due milioni di questi sono certificati come biologici (Ismea, 2021). L'Italia gode di un alto livello di autoapprovvigionamento nel settore delle uova, arriviamo al 96%, e si stima un consumo di 213 uova a persona (13,4 chili pro capite) nel corso dell'anno 2021. Ancora più alto è il grado di autoapprovvigionamento nel settore della carne avicola: raggiunge il 108%, confermandosi l'unico settore zootecnico autosufficiente in Italia. Le carni di pollo e tacchino rappresentano la quasi totalità (96,7%) della produzione avicola nazionale. Il consumo pro capite medio in Italia è di 21,4 kg di carne avicola (Unaitalia, 2021).

Come descritto dall'Istituto dei Servizi per il Mercato Agricolo Alimentare (Ismea, 2022), fino al 2020 gli acquisti di uova sono cresciuti del 20% con una domanda sempre più orientata verso le tipologie bio e allevate a terra. Anche gli acquisti di carne avicola sono aumentati, rispettivamente del 9% in quantità e del 19% in valore. Tuttavia, nel

2022 il settore avicolo è stato fortemente colpito dall'impennata dei costi. A causa dell'incremento dei costi dell'energia e delle materie prime destinate all'alimentazione animale, nei primi tre mesi del 2022 sono stati stimati complessivamente aumenti degli input produttivi del 50% per le uova e del 21,1% per la carne avicola. Ciò ha portato all'innalzamento dei prezzi medi di mercato e conseguentemente la domanda al consumo di uova e carni avicole ha iniziato a calare nel primo trimestre del 2022 (Ismea, 2022). Secondo il report di Rabo Research, le prospettive per il 2023 sono positive. L'elevata inflazione in corso e la recessione economica influenzeranno le scelte dei consumatori, che avendo un potere di spesa più limitato, opteranno per prodotti più economici. Ciò si traduce in genere nel rafforzamento della domanda di pollo e uova: prodotti dal prezzo più basso nei mercati in cui sono disponibili opzioni più costose, come ad esempio tagli di carne bovina o equina. Nei mercati emergenti in Asia, Africa e America Latina la crescita della domanda sarà limitata dalla scarsità dell'offerta, portando a prezzi costantemente elevati e sebbene il pollo sia la proteina meglio posizionata in termini di accessibilità, il prezzo potrebbe risultare maggiore rispetto a ciò che i consumatori sono disposti a pagare. Ciò porterebbe al crollo della domanda, soprattutto tra i consumatori a basso reddito. Oltre a questi cambiamenti del mercato, i produttori dovranno affrontare altre sfide, vale a dire i prezzi dei mangimi e dell'energia, il costo e la disponibilità della manodopera, l'influenza aviaria e il commercio. Si prevedono prezzi delle materie prime per mangimi leggermente inferiori rispetto alla seconda metà del 2022, ma i costi di altri input, come energia e manodopera, rimarranno elevati. I commercianti internazionali dovranno prestare attenzione agli interventi del governo che, durante periodi di prezzi alimentari elevati e limitata capacità di spesa dei consumatori, potrebbero aprire le importazioni o adottare restrizioni alle esportazioni.

L'influenza aviaria (IA) sarà un fattore che condiziona molti mercati in tutto il mondo. La potenziale diffusione dell'IA in Sud America rischia di scuotere i mercati globali, in particolare se si verifica in aree di produzione chiave nelle regioni del Sud o del Centro-Ovest. Rilevante sarà considerare l'adattamento alla vaccinazione. Per prevenire la diffusione dell'IA è importante utilizzare programmi ottimali di biosicurezza, monitoraggio e compensazione. In conclusione, si prevede che il 2023 sarà caratterizzato da condizioni di produzione ad alto costo e mercati guidati dai prezzi; per

questo avere un buon livello di efficienza e approvvigionamento, oltre a una buona capacità di formulazione dei mangimi, biosicurezza e flessibilità farà una grande differenza. Il futuro del settore richiede anche filiere sostenibili per migliorare il benessere animale e ottimizzare la gestione delle risorse ambientali con l'obiettivo di limitare l'impatto del cambiamento climatico.

## **I sistemi di allevamento della gallina ovaioia**

La fase di allevamento della gallina ovaioia segue la fase di allevamento della pollastra e inizia a partire dalle 16-17 settimane di età fino a 72-74 settimane e oltre in funzione della persistenza di deposizione delle galline e della situazione di mercato. Conclusa la fase di pollastra, gli animali sono di solito trasferiti in una diversa struttura per iniziare la fase di ovaioia, dove raggiungeranno la maturazione sessuale e inizieranno la produzione delle uova. Il trasferimento avviene sempre in gruppo, lo stesso vale per la macellazione.

In quanto agli animali, vengono utilizzate due tipologie di ibridi commerciali: ceppi a piumaggio bianco che producono uova a guscio bianco e ceppi a piumaggio colorato che producono uova a guscio pigmentato. Queste ultime sono le uova predilette dal consumatore italiano. Per la produzione di uova colorate in Italia sono generalmente utilizzati i ceppi Lohmann e Hy-line Brown, mentre i ceppi per la produzione di uova bianche sono rappresentati da Lohmann White e Hy-line White.

Per l'allevamento della gallina ovaioia in Europa sono attualmente consentiti e regolamentati quattro metodi. Ad ogni metodo di allevamento corrisponde un numero che viene riportato nell'etichetta delle uova da consumo: 0 = allevamento biologico; 1 = allevamento all'aperto; 2 = allevamento a terra; 3 = allevamento in gabbia arricchita (Meluzzi, 2015).

### **Allevamento in gabbie convenzionali**

Questo sistema non è più permesso in Europa per l'allevamento della gallina ovaioia, ma rimane il più utilizzato nel resto del mondo. L'animale viene allevato per l'intero ciclo di ovodeposizione in gabbia, solitamente insieme ad altri 4-5 capi, senza la possibilità di uscire e con limitato spazio di movimento (Figura 3). Questo sistema permette l'allevamento di un'elevata densità di galline ovaioie consentendo una produzione notevolmente maggiore rispetto all'allevamento a terra. Secondo la Direttiva Europea 1999/74, che indica le disposizioni obbligatorie per le diverse tipologie di allevamento della gallina ovaioia, ogni gallina accasata in gabbie convenzionali deve disporre di minimo 550 cm<sup>2</sup> di superficie e 10 cm di spazio in mangiatoia e per l'abbeveratoio, in mancanza di tettarelle o coppette per bere. Si possono avere diverse

file di gabbie a più piani di altezza, fino ad arrivare anche a 8-12 piani di gabbie. Per rispondere a un'esigenza della gallina, può essere introdotto un dispositivo per accorciare le unghie. La gallina non è a contatto diretto con le proprie feci pertanto si riduce l'incidenza di malattie parassitarie e l'incidenza di uova sporche. Le uova, grazie alla pendenza del pavimento grigliato, rotolano in canalette lontane dalla portata della gallina, dove verranno poi raccolte. La gallina in gabbia necessita di ridotta manodopera e la sua cattura è facilitata. La limitata libertà di movimento dell'animale si traduce in un minor consumo di mangime e in una migliore efficienza alimentare. Questo sistema ha però maggiori spese di impianto rispetto all'allevamento a terra dovute all'investimento per l'acquisto del sistema di gabbie. Anche un mantenimento ottimale della temperatura e dell'umidità all'interno dell'impianto risulta più impegnativo. Oltre tutto, l'animale può soffrire di fragilità ossea dovuta alla mancanza di esercizio fisico (Meluzzi, 2015).



*Figura 3: Esempio di allevamento in gabbie convenzionali (The Map Report, 2020).*

### **Allevamento in gabbie arricchite**

Le gabbie arricchite sono chiamate in questo modo proprio perché sono “arricchite” di accessori obbligatori allo scopo di creare un ambiente stimolante per la gallina e permetterle così di esprimere tratti tipici del suo naturale comportamento (Figura 4). Questi accessori comprendono: una zona di lettiera per razzolare e becchettare, un

trespolo per l'appollaiamento con almeno 15 cm di spazio per gallina, minimo un nido ogni 7 galline per la deposizione delle uova e dispositivi per accorciare le unghie. Appollaiarsi, razzolare, becchettare e scegliere il nido sono esempi di normali comportamenti esprimibili dalla gallina. Nelle gabbie arricchite gli animali hanno maggior spazio a disposizione: come descritto nella Direttiva 1999/74/CE lo spazio minimo deve essere di 750 cm<sup>2</sup> per capo, di cui 600 cm<sup>2</sup> utilizzabili. Esistono diverse tipologie di gabbie in commercio e il numero di animali per gabbia è variabile. Il limite di densità è di 9 animali per m<sup>2</sup> di zona utilizzabile, come scritto nella Direttiva di riferimento. All'interno della stalla le gabbie sono solitamente sovrapposte l'un l'altra e le strutture sono dotate di mangiatoie e abbeveratoi. La mangiatoia deve garantire 12 cm di spazio a gallina e il sistema di abbeveraggio deve essere appropriato al numero di capi. Le deiezioni cadono attraverso la superficie grigliata della gabbia su un nastro trasportatore posto al di sotto di ogni piano di gabbie, che trasporta e rimuove le deiezioni in automatico. Questo sistema di allevamento può essere tuttavia associato a un'alta percentuale di uova rotte o incrinata rispetto all'allevamento in gabbie convenzionali. Questo perché le galline, avendo più spazio disponibile, possono deporre l'uovo in zone inusuali, per esempio al di fuori del nido o mentre sono sul trespolo (Meluzzi, 2015).



*Figura 4: Esempio di gabbia arricchita (Libero Blog, 2007).*

## **End of the Cage Age**

L'interesse dei consumatori per la sostenibilità ambientale e il benessere animale è in forte aumento in tutto il mondo. Le gabbie, a causa dei ridotti spazi e dell'ambiente poco stimolante, non consentono all'animale di esprimere il suo naturale comportamento e di raggiungere la condizione ideale di benessere. Sono considerati ambienti innaturali e forzati per gli animali. Le proteste sociali, iniziate negli anni '80 in Europa, hanno stimolato la ricerca di nuovi sistemi di allevamento che considerino maggiormente l'etologia e il benessere della specie. Ciò ha portato all'abolizione delle gabbie convenzionali in UE con la Direttiva 1999/74/CE per la protezione delle galline ovaiole recepita in Italia dal Decreto Legislativo 267/2003. Il Decreto vietava la costruzione o la nuova messa in funzione di impianti con gabbie convenzionali dal 2003 e aboliva definitivamente le gabbie convenzionali dal 1° gennaio 2012. La Direttiva non viene applicata agli stabilimenti con meno di 350 galline ovaiole e agli stabilimenti di allevamento di galline ovaiole riproduttrici. È attualmente permesso, invece, l'utilizzo di gabbie "arricchite" o "modificate" dotate di un ambiente più stimolante e di una minore densità di animali per metro quadrato (Direttiva 1999/74 e DL 267/2003). Questi sistemi hanno migliorato il benessere animale, permettendo alla gallina di esprimere alcuni tratti specie-specifici. Tuttavia, per il consumatore le gabbie modificate non sono sufficienti a migliorare le condizioni di vita degli animali. Nel 2018 è stata promossa l'Iniziativa dei Cittadini Europei (ICE) "End of the Cage Age" per eliminare definitivamente l'uso delle gabbie per animali in Europa e promuovere allevamenti in sistemi "cage-free". Oltre un milione e mezzo di cittadini Europei hanno firmato l'iniziativa permettendole di raggiungere l'attenzione della Commissione Europea nel 2020. L'ICE è stata quindi discussa in Parlamento Europeo e il 30 giugno 2021 la Commissione Europea ha dichiarato il suo impegno a presentare entro la fine del 2023 una proposta legislativa per eliminare gradualmente e infine vietare definitivamente dal 2027 l'uso di sistemi di gabbie per tutti gli animali specificati nell'iniziativa. Gli animali contemplati sono galline ovaiole per uova da consumo, galline ovaiole riproduttrici, pollastre, polli da carne riproduttori, quaglie, anatre, oche, scrofe, vitelli e conigli.

Con la strategia "From Farm to Fork" presentata nel 2022, la Commissione si era già impegnata a proporre una revisione della legislazione in materia di benessere degli

animali anche per quanto riguarda il trasporto e l'allevamento. In riferimento a queste disposizioni, gli allevatori di galline ovaiole dovranno adattarsi in futuro alla rimozione delle gabbie e alla sostituzione di esse con sistemi di allevamento alternativi, chiamati anche “cage-free” (Unione Europea, 2023).

### **I sistemi di allevamento cage-free**

Sistemi di allevamento cage-free per le galline ovaiole sono: allevamenti a terra, all'aperto, di tipo biologico o in voliere. Quest'ultimo sistema è un'alternativa adottabile da aziende che non hanno la possibilità di ospitare un allevamento estensivo. Tutti questi allevamenti cage-free offrono ai volatili una maggiore interazione sociale e l'opportunità di esprimere comportamenti naturali aggiuntivi rispetto all'allevamento in gabbie modificate, come distendere le ali, allungare le zampe e persino fare il “bagno di sabbia” (razzolamento al suolo fra la polvere per mantenersi naturalmente puliti). Il benessere, la salute animale e la libertà di movimento sono migliori rispetto alle gabbie, ma le prestazioni zootecniche e le condizioni igienico sanitarie possono essere meno soddisfacenti. Questi nuovi ambienti di allevamento richiedono ibridi commerciali con caratteristiche differenti rispetto agli ibridi per l'allevamento in gabbia, per esempio sono desiderati comportamenti sociali tranquilli, piumaggio resistente, attitudine alla preparazione del nido (Meluzzi, 2015).

L'allevamento a terra è praticato al chiuso, in ricoveri o in capannoni con finestre dove gli animali sono liberi di muoversi su tutta la superficie (Figura 5). Secondo la Direttiva UE 99/74 la densità di allevamento è di 9 galline/m<sup>2</sup> e mediamente ogni allevamento ospita da 10 a 15 mila galline. La maggior parte del pavimento è ricoperto da lettiera permanente, rinnovata ad ogni nuovo ciclo di allevamento. Al centro del ricovero la superficie è pavimento grigliato al di sotto del quale si trova la fossa biologica per la raccolta delle deiezioni. Per la lettiera vengono utilizzati trucioli di legno bianco o paglia sminuzzata e ne vengono distribuiti da 2 a 4 kg di materiale per m<sup>2</sup> di pavimento. La lettiera assorbe solo il 30% delle deiezioni totali, la maggior parte cade nella fossa biologica dove viene periodicamente raccolta da raschiatori meccanici. Grazie a questo sistema l'umidità ambientale è ridotta e di conseguenza anche la necessità di ventilazione. Sopra il grigliato sono posizionati gli abbeveratoi, circolari o a goccia, e mangiatoie circolari. La differenza di altezza tra il grigliato e la zona di lettiera non deve

essere eccessiva, per facilitare il passaggio tra le due zone sono utilizzabili dall'animale scalette oppure appoggi. Le galline depongono le uova all'interno di nidi, solitamente posizionati in zone poco illuminate ai lati o al centro del capannone perché le galline preferiscono le zone in penombra per l'azione di deposizione. I nidi sono individuali oppure collettivi, sovrapposti l'uno all'altro e l'accesso è impedito durante le ore notturne. La raccolta delle uova è automatica, effettuata tramite nastro trasportatore (Meluzzi, 2015).



*Figura 5: Esempio di allevamento a terra (L'Indipendente, 2022).*

L'allevamento in aviario o voliere si sta diffondendo solo recentemente; risulta essere un'ottima opzione di transizione per le aziende che adottano ancora sistemi in gabbia e non hanno sufficiente spazio per allevamenti estensivi a terra o all'aperto. Questo sistema, infatti, permette l'uso tridimensionale dello spazio. La voliera può avere più piani sovrapposti (massimo 4) oltre alla zona di lettiera a terra e la gallina è libera di muoversi da un piano a un altro. Generalmente l'aviario è formato da una zona a terra ricoperta da lettiera permanente, due file di grigliato e una fila di nidi, in totale quattro piani utilizzabili dall'animale (Figura 6). I materiali per la lettiera permanente sono gli stessi utilizzabili per l'allevamento a terra; le mangiatoie sono lineari e gli abbeveratoi a goccia. In base alla Direttiva europea 1999/74 la densità consentita è di 9 galline per m<sup>2</sup> di superficie utilizzabile dagli animali. Si possono raggiungere i 20-22 animali per m<sup>2</sup> se

si sfrutta lo spazio in altezza. A questo proposito, alcuni Paesi europei come Germania e Austria, hanno imposto limiti di densità massima di 18 galline/m<sup>2</sup> di ricovero. L'allevamento in aviario o voliere può essere contrassegnato sull'etichetta delle uova da consumo con il numero 2, che indica uova provenienti da allevamento "a terra". Se i ricoveri dispongono di parchetto per l'accesso all'esterno può essere utilizzato il numero 3, che indica uova provenienti da allevamento "all'aperto" (Meluzzi, 2015).



*Figura 6: Esempio di allevamento in aviario su struttura a tre livelli di altezza (Clerici s.r.l., 2023).*

Nell'allevamento all'aperto la gallina dispone di un ricovero al chiuso e di un parchetto esterno a cui ha accesso continuo e diretto tramite apposita apertura. Le aperture devono avere altezza minima di 35 cm e larghezza di 40 cm e sono distribuite su tutta la lunghezza dell'edificio. È importante che il parchetto sia coperto prevalentemente da vegetazione e che ci siano appropriate protezioni dalle intemperie e dai predatori. Come specificato nel Regolamento CE 2295/2003 sulle norme di commercializzazione delle uova, la densità di galline allevate deve essere adeguata alla superficie disponibile degli spazi aperti e alla natura del suolo. La densità massima è di 2.500 galline per ettaro di terreno disponibile, oppure una gallina per 4 m<sup>2</sup>. Se la gallina ha a disposizione almeno 10 m<sup>2</sup> di superficie e agli animali è consentito libero accesso a tutto il parchetto esterno per l'intera vita, può essere consentita una densità 2,5 m<sup>2</sup> per gallina. Gli spazi all'aperto

non si devono estendere oltre un raggio di 150 metri dall'apertura più vicina dell'edificio, possono arrivare a 350 metri se presente numero sufficiente di ripari e di abbeveratoi (Allegato III Reg. CE n. 2295/2003).

Le disposizioni per allevare con metodo biologico sono riportate nel Regolamento CEE 1804/99 che fornisce informazioni dettagliate sulla gestione dell'allevamento, sull'origine degli animali da utilizzare, sulle loro diete, sulle cure veterinarie e sulle strutture zootecniche. Nell'allevamento biologico, l'animale è in equilibrio con l'ambiente e vengono rispettate le sue naturali esigenze fisiologiche. Il principio è la creazione di un legame complementare tra animale, vegetale e terra. Ci si concentra più su una produzione di qualità piuttosto che massimizzare le quantità. Le produzioni animali devono rispondere adeguatamente all'apporto di elementi nutritivi delle colture aziendali, così da migliorare la sostanza organica del suolo e sviluppare un'agricoltura durevole. In coerenza con questo principio è necessaria un'area di pascolo all'aperto e il numero di capi deve essere limitato in modo da minimizzare qualsiasi forma di inquinamento ambientale: ogni gallina ha minimo 4 m<sup>2</sup> di spazio esterno disponibile. Oltre al parchetto, gli animali dispongono di un ricovero con le caratteristiche simili a quelle di quello utilizzato per l'allevamento a terra, ad eccezione delle dimensioni (Figura 7). Il ricovero deve avere superficie massima di 1.600 m<sup>2</sup>, la densità massima è di 6 galline/m<sup>2</sup> e non può contenere più di 3.000 capi. Esso dispone di aperture verso l'esterno che permettono l'accesso dell'animale alla zona di pascolamento per almeno 1/3 della sua vita. Nel ricovero sono presenti posatoi per soddisfare la naturale esigenza della gallina di appollaiarsi e inoltre aiutano a limitare il contatto dell'animale con le deiezioni e lo isolano dall'umidità della lettiera, sia di giorno che di notte. Ogni gallina deve disporre di almeno 18 cm di posatoio. Le uova sono deposte su nidi presenti all'interno del ricovero, generalmente è presente 1 nido ogni 8 galline. Va promossa la diversità biologica e a tale scopo si scelgono le razze in base alle loro condizioni di adattamento all'ambiente. Per l'allevamento biologico dell'ovaiola si impiegano razze rustiche e autoctone provenienti anch'esse da allevamenti biologici. Se il numero di questi capi non risulta sufficiente, la legge permette l'utilizzo di pollastre provenienti da altre tipologie di allevamenti purché siano di età inferiore a 18 settimane. Per l'alimentazione devono essere utilizzati prodotti vegetali biologici coltivati all'interno della stessa azienda e la razione è atta a soddisfare i normali fabbisogni in ogni stadio

fisiologico. È vietato per Regolamento l'uso di alimenti geneticamente modificati (OGM), antibiotici o farmaci a effetto preventivo, prodotti di sintesi, coccidiostatici e stimolatori di crescita o produzione. La pratica del debeccaggio, che serve per prevenire ferite reciproche tra le galline, non è di prassi nell'allevamento biologico, ma può essere autorizzata dalle autorità se necessario per migliorare la sicurezza, l'igiene e il benessere dell'animale (Regolamento CE n.1804/1999).



*Figura 7: Esempio di allevamento con metodo biologico (Gruppo Eurovo, 2022).*

## **Benessere per la gallina ovaioia**

Il benessere animale viene definito come “uno stato di completa salute, sia fisica che mentale, nel quale l’animale è in armonia con il proprio ambiente” (Hughes, 1976). Oltre a questa definizione possiamo avvalerci delle “cinque libertà per la tutela del benessere animale” enunciate da Farm Animal Welfare Council (FAWC) nel 1979:

1. libertà dalla fame, dalla sete e dalla cattiva nutrizione;
2. libertà dai disagi ambientali;
3. libertà dalle malattie e dalle ferite;
4. libertà di poter manifestare le caratteristiche comportamentali specie-specifiche;
5. libertà dalla paura e dallo stress.

Perché l’animale sia definito in salute e in uno stato di benessere, l’allevatore deve garantirgli le cinque libertà precedentemente elencate. Nel dettaglio, all’animale deve essere sempre messa a disposizione acqua da bere e alimento a sufficienza per soddisfare le sue esigenze fisiologiche, in un ambiente sicuro e adatto alle proprie caratteristiche in modo che possa liberamente esprimere i suoi tratti comportamentali specie-specifici. Va evitata qualsiasi pratica che causi stress o dolore all’animale, come ad esempio le mutilazioni, e in caso di necessità devono essere garantite le cure veterinarie.

Analizziamo ora le caratteristiche specie-specifiche della gallina ovaioia e le pratiche utilizzabili in allevamento. Come viene descritto da Broom e Fraser (2015), le galline sono sempre allevate insieme perché sono animali sociali in grado di riconoscere gli altri membri del gruppo e creare un sistema gerarchico definito, chiamato anche “ordine di beccata”. Le galline infatti, si beccano a vicenda, principalmente su regione dorsale e testa, per stabilire l’ordine gerarchico. L’animale che riesce a sottomettere gli altri influenzerà le attività quotidiane dei membri, come mangiare e bere, l’occupazione del nido e delle zone del ricovero. Se una nuova gallina viene introdotta nel gruppo rischia di subire ferite dagli altri membri che non la riconoscono nel sistema. La gallina allevata in solitaria invece, manifesta stress e immunodepressione che può portare all’insorgere di malattie e sofferenza psicologica. La beccata fra gli individui del gruppo può aumentare e degenerare nel comportamento anomalo chiamato “pica” (*plumofagia*) (Figura 8), cioè la beccata aggressiva di penne e piume che può coinvolgere anche pelle

e carne attivando il fenomeno del cannibalismo. Questo accade quando gli ambienti di allevamento sono sovraffollati, l'intensità luminosa è eccessiva o non è presente una zona di lettiera che permetta la beccata a terra. La pica di pelle e carne può essere causata da una carenza proteica nella dieta. Gli abbeveratoi a tettarella sono associati a un'incidenza minore di pica; al contrario il mangime in pellet può aumentare il fenomeno. Pica e cannibalismo sono problemi diffusi negli avicoli e possono portare anche alla morte dell'animale. È stato dimostrato che se alle galline sono concessi più di 450 cm<sup>2</sup> di superficie per capo i disturbi comportamentali diminuiscono (Nicol, 1987a). Maggiore spazio riduce lo stress e permette una via di fuga all'animale dall'attacco dei conspecifici. Alcune razze di galline si mostrano più propense alla pica, per cui è importante valutare e scegliere razze tranquille, adatte all'allevamento in gruppo. Secondo uno studio che ha coinvolto diverse razze, la British Black Tail ha mostrato l'incidenza più bassa di pica delle piume (Compassion in World Farming, 2014). Il taglio del becco è una mutilazione fatta per evitare il fenomeno della pica e del cannibalismo tra le galline, ma compromette le capacità sensoriali e l'azione di beccare per la ricerca del cibo. Il metodo meno doloroso per effettuare il taglio del becco è utilizzando i raggi infrarossi (Broom e Fraser, 2015).



*Figura 8: Pica del piumaggio su regione della testa (Tutto sulle galline, 2018).*

La gallina è un animale molto attivo, in natura dedica la maggior parte del tempo alla ricerca del cibo. Attività tipiche sono esplorare, becchettare a terra, razzolare, appollaiarsi, allungare le zampe, aprire le ali e fare il tipico “bagno di sabbia”. Nello svolgimento del “bagno di sabbia” la gallina si rotola e razzola a terra in uno strato di sabbia o lettiera con l’intento di far entrare i granelli di polvere nel piumaggio. Questa azione mantiene l’integrità del piumaggio tenendo la pelle libera dai parassiti (Borchelt e Overmann, 1974) e disperdendo i lipidi in eccesso dalle penne (van Liere et al., 1990). In media una gallina effettua il bagno di sabbia una volta ogni due giorni (Vestergaard, 1982) per 20–30 minuti (Hoerning, 2004). Per questo è bene che la gallina abbia una zona a terra di lettiera, piuttosto che rete metallica, che le permetta il razzolamento tra la polvere. Fondamentale è avere un’ampia superficie di movimento; l’esercizio fisico aiuta a rafforzare le ossa e ne previene la rottura. Infatti l’osteoporosi è una delle principali cause di morte negli allevamenti in gabbia (Broom e Fraser, 2015). Secondo Tarlton et al. (2013) si può diminuire la fragilità ossea integrando nella dieta gli acidi grassi polinsaturi della serie omega 3. Per soddisfare l’esigenza di appollaiarsi, va reso disponibile un posatoio o una superficie sopraelevata ad altezza tale che la gallina a terra non riesca a raggiungere la cloaca della gallina appollaiata poiché può verificarsi il fenomeno della pica della cloaca fra galline e ciò causerebbe danni fisici rilevanti che potrebbero compromettere la deposizione delle uova. Le galline hanno la tendenza a costruirsi il nido, per cui è bene mettere a disposizione, oltre al nido già fornito nella struttura, anche materiale sparso utilizzabile dal volatile, come paglia o materassini di plastica. Se il bisogno del nido non viene soddisfatto, si può osservare un ritmo stereotipato dell’animale e frustrazione a lungo termine. Le ovaiole preferiscono deporre le uova in zone di penombra, perciò l’illuminazione del nido deve essere bassa; spesso i nidi sono integrati con tendine di plastica frontali. L’alta intensità luminosa nel nido è una delle cause di pica della cloaca. Se nella struttura l’intensità luminosa è minore di 5 lux, l’animale non mostra il comportamento esplorativo perché la sua vista è compromessa. Anche intensità troppo elevate non sono adeguate; il benessere è a rischio se la luminosità supera i 20 lux. È importante considerare che le galline sono molto sensibili a cambi repentini di temperatura, umidità dell’aria e illuminazione; inoltre possono preferire alcuni tipi di illuminazione fluorescente rispetto a quella incandescente (Broom e Fraser, 2015).

Per creare un ambiente più stimolante possono essere utilizzati diversi tipi di arricchimenti ambientali. L'arricchimento ambientale è un cambiamento nell'ambiente dell'animale o un oggetto che influenza positivamente la sua salute fisica e mentale. L'arricchimento può essere fisico, sensoriale e stimolatorio. La disponibilità su scala commerciale di arricchimenti ambientali per gli avicoli è limitata rispetto ad altre specie quali suini e bovini (Campbell et al., 2019). Nel caso della gallina ovaiole, in sistemi al chiuso sono utilizzabili alcuni oggetti: corde non di plastica; balle di fieno (Figura 9); segatura; blocchetti di erba medica; bottiglie di plastica; tappetini in gomma; secchielli; cartoni di uova. In sistemi con accesso all'esterno si possono aggiungere: recinti; nuove strutture per il ricovero; foraggio; attrezzature e ripari per creare ombra artificiale (Tainika e Şekeroğlu, 2021). La gallina interagisce con gli arricchimenti forniti e soddisfa così i suoi comportamenti esplorativi. Attualmente, la ricerca sta valutando nuove tipologie di arricchimento atte a migliorare l'adattamento delle galline ai diversi sistemi di allevamento. Per esempio, l'uso di arricchimenti visivi, quali immagini video trasmesse su uno schermo, può preparare le pollastre al nuovo ambiente di allevamento che avverrà con il passaggio alla fase di ovodeposizione. L'uso può essere anche un'occasione di ricerca comportamentale e viene soprattutto utilizzato per le galline destinate all'allevamento all'aperto che provengono da un allevamento in capannone (Campbell et al., 2019). Infatti, le pollastre riescono a visualizzare le immagini dei video grazie alla loro eccellente vista dei colori e la visione di immagini in movimento raffiguranti ambienti esterni con oggetti o predatori, le può preparare all'area in cui saranno destinate (Campbell et al., 2019). È difficile progettare un arricchimento strutturale che punti a migliorare la fragilità ossea poiché non è ancora chiaro l'effetto delle diverse tipologie di esercizio fisico che la gallina può effettuare sul suo sviluppo scheletrico.

D'altra parte risulta possibile potenziare la risposta immunitaria attraverso l'applicazione di lievi fattori di stress (Campbell et al., 2019). Moderato stress (distress) può essere positivo e può effettivamente giovare alla funzione immunitaria. L'introduzione di nuovi oggetti o il cambio di mangime, oltre a dare inizio a uno stress acuto, aiutano le pollastre ad adattarsi a nuovi scenari migliorando l'adattabilità futura e riducendo la paura, così da facilitare la transizione al momento del trasferimento nella struttura da ovaiole. Questo principio si applica anche alle pollastre allevate all'aperto

destinate ad ambienti differenti. Com'è stato dimostrato da Brantsaeter et al. (2016), l'effetto positivo alla risposta comportamentale è collegato alla complessità dell'ambiente di allevamento che ha il potenziale di stimolare lo sviluppo cerebrale negli avicoli.

Un sistema di allevamento caratterizzato da complessità ambientale è il sistema alternativo ad aviario o voliera che se utilizzato anche in fase di pollastra, garantisce l'adattabilità degli animali a condizioni traumatiche e li protegge da successivi periodi di stress (Tainika e Şekeroğlu, 2021). Nel complesso, gli arricchimenti ambientali hanno dimostrato di avere benefici per gli animali tra cui: riduzione della manifestazione di comportamenti anomali; migliori condizioni del piumaggio; riduzione del livello di stress; miglioramento delle prestazioni e potenziamento del sistema immunitario.



*Figura 9: Esempio di arricchimento ambientale con balle di fieno in un allevamento di broiler (Compassion in World Farming, 2019).*

### **Indicatori di benessere**

Gli indicatori di benessere permettono di valutare il benessere e il comportamento dell'animale. Per la gallina ovaia si utilizzano parametri misurati direttamente sull'animale quali: mortalità; morbilità; salute delle zampe; fratture dello sterno; stato del piumaggio e comportamento del gruppo. La misurazione di questi indicatori consente all'allevatore di monitorare l'efficienza manageriale, individuare problemi e stabilire eventuali nuovi obiettivi di allevamento. Uno dei principali indicatori è la

mortalità, che indica il numero di animali morti e la loro causa. L'ottimale è arrivare a fine ciclo con una mortalità minore del 3%. L'aumento di questo indice può derivare da diverse cause come: malattie; problemi di salute cronici; cattiva gestione dell'allevamento; alimentazione non adeguata; problemi di benessere. Facendo un controllo quotidiano degli animali, l'allevatore può osservare il loro comportamento e prevenire le situazioni di rischio per la mortalità. Allo stesso modo si rileva la morbilità, ovvero l'incidenza di malattie o ferite all'interno del gruppo di animali. Se si riscontrano ovaiole malate o ferite, queste vanno sottoposte a cure specifiche. Tuttavia, se il costo e il tempo per rimettere in salute l'animale non sono considerati vantaggiosi per l'allevatore, la gallina viene abbattuta, anche per limitare la sua sofferenza. I problemi di salute più comuni sono causati da malattie virali, infezioni batteriche e parassitosi. A questo proposito, un parametro che viene considerato è la salute delle zampe che possono essere soggette a pododermatiti (infezioni delle zampe derivate da ferite aperte), bumblefoot (lesione del cuscinetto plantare che può portare a zoppia), ipercheratosi (ispessimento strato corneo dell'epidermide) e crescita eccessiva degli artigli. Le pododermatiti sono comuni nei sistemi alternativi alle gabbie e derivano da lettiera troppo umida, oppure da cattiva alimentazione e fattori genetici. Importante perciò è prevenire problemi di infezione mantenendo l'umidità relativa della lettiera intorno a valori del 25-35% (Czarick, 2020). L'umidità può essere gestita tramite sistema di ventilazione e controllo periodico delle perdite di acqua dagli abbeveratoi. Il bumblefoot è causato dall'infezione di batteri *Staphylococcus aureus* che si annidano nelle lettiere alte non adeguatamente pulite. Per evitare l'ipercheratosi bisogna intervenire sulla struttura e fare in modo che l'animale non carichi eccessivo peso sulle zampe mentre è appollaiato. Una soluzione sono i posatoi rotondi o ovali che riducono il carico di peso rispetto a quelli quadrati (Compassion in World Farming, 2014).

In sistemi alternativi alle gabbie l'ossatura è rinforzata, ma aumentano i casi di sterno fratturato. Lo sterno è un osso esposto nei volatili, ciò lo rende soggetto a danneggiamenti quando la gallina urta parti dure della struttura, per esempio durante un salto o il passaggio da un livello all'altro. Le fratture allo sterno (carena) sono dolorose, hanno conseguenze negative sulla qualità di vita della gallina e sulla sua produzione di uova, oltre ad essere una penalizzazione al macello. Si può ridurre l'indice di fratture sternali scegliendo razze con sterno resistente e migliorando la progettazione della

struttura, specialmente dei posatoi. Attraverso il parametro “copertura delle piume” si valuta lo stato del piumaggio e la gravità di pica delle piume durante i vari stadi di allevamento. Un piumaggio compromesso causa difficoltà all’animale nella regolazione termica, che si traduce in uno scarso livello produttivo. La pelle esposta, inoltre, aumenta l’incidenza di ferite e cannibalismo. In un buon allevamento le galline con ottima condizione del piumaggio devono essere minimo il 75% del gruppo (Compassion in World Farming, 2014). I parametri relativi alla salute delle zampe, alla deformazione dello sterno e allo stato del piumaggio sono misurabili su animali presi a campione dal gruppo in zone differenti della struttura. Ad ogni animale selezionato si assegna un punteggio su una scala che va da 0 a 2 per ogni parametro considerato, dove 0 indica lo stato ottimale e 2 indica una situazione grave.

Un ultimo aspetto rilevabile è il comportamento del gruppo di animali nei confronti dell’uomo. Se gli animali vivono in ambienti stressanti, sottoposti a condizioni ambientali inadatte, tenderanno ad essere spaventati dalla presenza degli operatori. Comportamenti di fuga non sono un buon segnale; indicano che c’è qualche problema nella gestione dell’allevamento. L’ottimale è avere un gruppo non intimorito, che si lasci avvicinare dall’allevatore (Compassion in World Farming, 2014). In conclusione, l’impossibilità di esprimere comportamenti specie-specifici porta il manifestarsi di comportamenti anomali e a un calo del benessere che si traduce in una riduzione delle performance produttive.

## OBIETTIVI

I cittadini europei sono sempre più attenti agli effetti dei sistemi di allevamento sul benessere animale e sulla salute pubblica. Infatti, il benessere delle galline ovaiole dipende in gran misura dall'ambiente di allevamento, per il quale l'Unione Europea ha messo in atto alcune delle leggi più avanzate al mondo (Commissione Europea, 2023). Già dal 1 gennaio 2012, con la Direttiva del Consiglio UE 1999/74/CE del 19 luglio 1999, è stato vietato l'uso di gabbie non modificate. Inoltre, la Commissione Europea ha dichiarato nel 2021 l'impegno a eliminare gradualmente l'uso di qualsiasi tipo di gabbia per tutte le specie allevate in Unione Europea. Questo si traduce in una transizione totale degli allevamenti di galline ovaiole verso sistemi alternativi e cage-free, quali l'allevamento a terra, l'allevamento in voliera o aviario, l'allevamento all'aperto (free-range) e biologico. Tuttavia, tali sistemi presentano ancora criticità per il benessere degli animali con conseguenze sulla riuscita ottimale del ciclo di allevamento. Specialmente in sistemi ad aviario o voliere gli animali possono non utilizzare correttamente le strutture e non distribuirsi in maniera uniforme all'interno degli spazi con il rischio di creare sovraffollamento e il manifestarsi di comportamenti anomali. Inoltre, la dimensione del gruppo può rappresentare una situazione di rischio e di stress che in presenza di altre limitazioni o situazioni contingenti stressanti può scatenare l'aggressività fra gli animali fino a fenomeni di plumofagia e cannibalismo. In questo senso, l'introduzione di elementi di arricchimento ambientale può rappresentare una strategia per la prevenzione di comportamenti negativi, in quanto le galline hanno la possibilità di diversificare il loro comportamento e re-dirigere la loro attenzione.

Fatta questa premessa, la presente tesi di laurea ha inteso valutare il comportamento di galline ovaiole allevate in un sistema cage-free in risposta all'integrazione alimentare con semi di canapa come arricchimento alimentare e ambientale. L'arricchimento è stato inoltre distribuito con due modalità differenti: a spaglio nella zona a terra o in mangiatoie circolari. L'obiettivo era la valutazione degli effetti dell'integrazione alimentare con semi di canapa sul comportamento e, quindi, sulla produzione e la qualità delle uova deposte.

# MATERIALI E METODI

## Approvazione etica

L'Organismo per la Protezione del Benessere Animale (OPBA) ha approvato la prova sperimentale svolta presso l'Università di Padova (progetto 28/2020; Prot. n. 204398). Gli animali sono stati gestiti nel rispetto dei principi sanciti dalla Direttiva UE 2010/63 inerente alla protezione degli animali allevati a fini sperimentali e scientifici.

## Strutture di stabulazione

La prova è stata svolta presso l'allevamento di galline ovaiole dell'Azienda Agraria Sperimentale "L. Toniolo" dell'Università degli Studi di Padova, Legnaro (PD). La stalla era stata opportunamente attrezzata da Officine Facco (Figura 10). L'illuminazione all'interno dello stabulario era totalmente artificiale e le finestre invernali ad apertura automatica permettevano l'ingresso dell'aria. La temperatura ambientale era controllata e mantenuta costante tramite ventilatori a estrazione e cooling system per il raffrescamento.



*Figura 10: Stabulario delle galline ovaiole in Azienda Agraria Sperimentale "L. Toniolo".*

L'aviario aveva dimensioni di 2,50 m di larghezza  $\times$  19,52 m di lunghezza  $\times$  2,83 m di altezza. La struttura era formata da tre livelli in altezza e una zona a terra costituita da lettiera. Gli abbeveratoi a goccia si trovavano al primo e al secondo livello, mentre le mangiatoie lineari, dotate di distribuzione del mangime automatizzata, erano disponibili

al primo e al terzo livello. Quest'ultimi era costituiti da pavimento grigliato, mentre il secondo livello ospitava i nidi, posizionati per tutta la lunghezza dell'aviario e per il fronte di destra e quello di sinistra (Figura 11). L'aviario era separato in 8 moduli (dimensione singolo modulo: 2,50 m x 2,44 m x 2,83 m), ciascuno dei quali poteva ospitare un numero massimo di 225 animali per una densità di 9 galline/m<sup>2</sup> di superficie utile a disposizione (inclusa la superficie dei piani dell'aviario). Ogni modulo era equipaggiato con 4 nidi collettivi dotati di tendine di plastica adatti ad ospitare 60 galline/nido. Le uova deposte nei nidi venivano raccolte tramite un unico nastro trasportatore collocato al centro dell'aviario e dietro ad ogni nido. L'azionamento del nastro da parte dell'operatore consentiva il trasferimento delle uova dai nidi alla testata dell'aviario dove venivano raccolte. Il nastro era opportunamente suddiviso in numeri così che si potessero identificare le uova prodotte in ogni coppia di nidi. La superficie grigliata del primo e del terzo piano era leggermente pendente per fare in modo che le poche uova deposte al di fuori dei nidi potessero rotolare in canalette dove venivano poi raccolte a mano. Tramite altri nastri trasportatori, sottostanti ogni piano della voliera, venivano raccolte ed eliminate le deiezioni, mentre per la pulizia della zona di lettiera a terra venivano azionati dei raschietti. Ogni modulo era equipaggiato con posatoi utilizzati dagli animali per muoversi fra i piani e la superficie a terra e su 4 degli 8 moduli erano posizionate rampe di rete metallica tra un piano e l'altro (Figura 12). Una centralina di automazione permetteva di monitorare e regolare diverse azioni come: la gestione della luce artificiale, la distribuzione di acqua e alimento, l'apertura e chiusura dei nidi, oltre che l'azionamento dei raschietti. Era possibile il monitoraggio da remoto in tempo reale degli animali grazie a 48 telecamere Infrared mini-dome 4 mp con obiettivo fisso da 36 mm, risoluzione 1080p, grado di protezione IP67 (HAC-HDW1220MP; Zhejiang Dahua Technology Co., Ltd.; Hangzhou, Cina) posizionate su un lato dell'aviario. Le 6 telecamere per modulo permettevano di visionare gli animali a terra, all'interno dei nidi e nei vari livelli. Consentivano inoltre la videoregistrazione per la registrazione di video utilizzati per la rilevazione comportamentale.



*Figura 11: Vista lato "A" dell'aviario.*

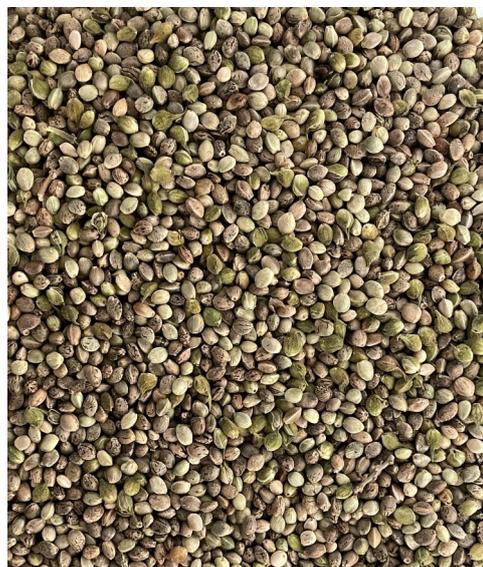


*Figura 12: A sinistra, modulo senza scalette; a destra, modulo con scalette.*

## **Animali e disegno sperimentale**

Il 15 novembre 2022 sono state accasate in azienda 1800 pollastre di razza Hy-line Brown di 120 giorni di età (17 settimane).

La prova sperimentale relativa alla presente tesi è durata 4 settimane, da lunedì 20 marzo 2023 a domenica 16 aprile 2023, corrispondente all'età delle galline che va dalle 35 alle 39 settimane. I semi di canapa (arricchimento) venivano distribuiti giornalmente in 4 moduli. La distribuzione avveniva lungo i corridoi di entrambi i lati dell'aviario (A e B) in quantità di 1,2 kg per lato (2,4 kg per modulo, circa il 10% dell'ingestione giornaliera del singolo modulo; per un totale di 67 kg di semi canapa nelle quattro settimane). Nei moduli numerati 1 e 3 i semi erano posti in mangiatoie circolari (una mangiatoia per lato) (Figura 13) e nei moduli numerati 2 e 4 erano invece distribuiti a terra a spaglio. Come sintetizzato nella Tabella 1, gli animali per modulo a inizio prova sperimentale non erano 225 come nella prima fase di accasamento, a causa di un certo tasso di mortalità.



*Figura 13: A sinistra, mangiatoia utilizzata per la distribuzione dei semi; a destra, particolare dei semi di canapa.*

Tabella 1: Moduli dell’aviario e trattamenti sperimentali.

MODULI	PRESENZA DI RAMPE	CANAPA	GALLINE PRESENTI AL 01/03/2023	KG DI CANAPA AL GIORNO	QUANTITÀ DI CANAPA PER 28 GIORNI (KG)
1	No	In mangiatoia	211	2,4	67
2	No	A spaglio	211	2,4	67
3	Si	In mangiatoia	215	2,4	67
4	Si	A spaglio	217	2,4	67
5	No	Non distribuita	218	-	-
6	No	Non distribuita	215	-	-
7	Si	Non distribuita	211	-	-
8	Si	Non distribuita	215	-	-

## Gestione dell’allevamento

All’interno della struttura le condizioni ambientali erano mantenute costanti grazie al sistema di ventilazione e cooling system a temperature comprese tra i 18°C e i 25°C e con un’umidità relativa tra il 40% e il 60%. Nel corso del ciclo di allevamento l’illuminazione è stata gestita in modo consono all’allevamento della Hy-line Brown, tenendo in considerazione l’età a inizio ciclo (17 settimane), e l’illuminazione dell’allevamento di provenienza (luce naturale). Le ore di luce al giorno sono state gradualmente aumentate iniziando da 12 ore di luce a 17 settimane di età, fino ad arrivare a 16 ore di luce a partire da 25 settimane di età fino a fine ciclo. Lo spegnimento e l’accensione delle luci avveniva in modo graduale per simulare la fase di tramonto e alba.

Durante il periodo di prova sperimentale della presente tesi (dalle 35 alle 39 settimane di età degli animali) l’accensione delle luci era impostata alle 4:00 del mattino, mentre lo spegnimento era previsto per le 20:00 di sera. L’intensità luminosa utilizzata era di 20 lux. I nidi collettivi disponevano di un programma di apertura e chiusura automatizzato. Dopo l’accasamento, la durata di apertura dei nidi è aumentata con l’avanzare dell’età delle ovaiole. Nel periodo di prova sperimentale considerato (dalle 35 alle 39 settimane di età) i nidi venivano aperti alle ore 5:45 del mattino fino alle 16:30 del pomeriggio. La distribuzione del mangime automatizzata lungo le mangiatoie lineari era effettuata 4

volte al giorno per tutta la durata del ciclo, con orari variabili per fase di allevamento. Nel corso del periodo di somministrazione dei semi di canapa la distribuzione automatica del mangime avveniva nei seguenti orari: 4:30, 8:00, 13:30, 16:30. Le diete commerciali somministrate sono state formulate per soddisfare le esigenze del tipo genetico Hy-line Brown nelle varie fasi di ovodeposizione.

## **Rilievi sperimentali**

### Rilievi sugli animali

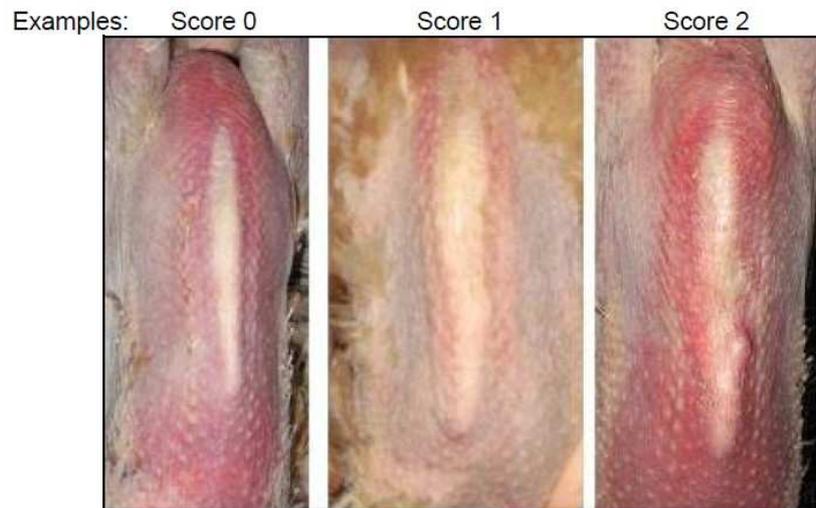
Per tutto il ciclo di allevamento è stata effettuata la misurazione del peso vivo degli animali e contemporaneamente, sugli stessi, sono stati valutati la condizione delle zampe e la deformazione dello sterno. Gli indici di valutazione si basano sulle indicazioni del Welfare Quality Protocol (2019). Per le misurazioni si prendeva in considerazione il 25% di animali per modulo (50 animali per modulo; 400 animali in totale) selezionati a campione in modo omogeneo fra le zone dell'unità. Nella fase di accasamento (prime 4 settimane) le misurazioni sono state realizzate ogni 15 giorni, nella fase di ovodeposizione (fase in cui si è svolta la prova dell'arricchimento con i semi di canapa) una volta al mese.

Per valutare le lesioni podali sono state osservate entrambe le zampe, attribuendo il punteggio sulla base della zampa che presentava le condizioni peggiori. Il punteggio 0 indicava assenza di lesioni; punteggio 1 se erano presenti poche lesioni riconducibili a ipercheratosi o piccole ferite; punteggio 2 se erano presenti numerosi lesioni in genere attribuite ad un pronunciato gonfiore della zampa visibile sul dorso della stessa (Figura 14).



*Figura 14: A sinistra, zampa con punteggio 1 che presenta una leggera proliferazione dell'epitelio; a destra, zampa con punteggio 2 con gonfiore pronunciato (Keppler, 2016).*

La valutazione dello sterno è stata effettuata attraverso la palpazione e l'esame visivo per verificare l'eventuale deviazione dell'osso rispetto alla sua condizione normale. Il punteggio è stato assegnato come segue: 0, nessuna deformazione rilevata; 1, lo sterno presenta deviazioni (appiattimento, forma a S, flessione) o sezioni ispessite in forma molto lieve; 2, sterno deviato o deformato (comprese le sezioni ispessite) (Figura 15).



*Figura 15: A sinistra, sterno normale; al centro, sterno presenta lievi deviazioni; a destra, sterno deviato o deformato (van Niekerk, 2019).*

### Produzione e qualità delle uova

In tutto il periodo di allevamento dall'inizio della produzione di uova e durante il periodo di prova sperimentale della presente tesi, si è realizzato giornalmente il conteggio del numero totale di uova e del numero di uova deposte distinguendo le uova buone da quelle sporche e rotte ed evidenziando la zona di deposizione (sul nastro uova, a terra, sulla rete al primo o secondo o terzo livello). Due volte a settimana (martedì e venerdì) si faceva una valutazione più dettagliata distinguendo le uova in: buone, sporche, con rottura a stella, con rottura lunga da posatoio, uova fratturate e svuotate, con guscio fragile o deforme. Inoltre si identificavano e contavano le uova deposte in ogni nido. Quest'ultime ricadevano sul nastro uova sul quale era possibile identificare quante uova erano state deposte per nido e verificare quindi la tipologia (buone, sporche, con rottura a stella, con rottura lunga da posatoio, uovo fratturato e svuotato, con guscio fragile o deforme).

Dall'80% di produzione (a 26 settimane di età) e fino alla fine del ciclo di allevamento, si è effettuato 1 volta ogni 3 settimane il controllo della qualità delle uova attraverso la misurazione delle caratteristiche esterne (peso, altezza, lunghezza) e la speratura di esse per identificare eventuali fratture e difetti. Il campione di uova analizzato comprendeva 100 uova per modulo (800 uova in totale). Durante la prova di arricchimento con semi di canapa si sono valutate inoltre, le caratteristiche nutrizionali delle uova (composizione chimica e profilo in acidi grassi) in laboratorio su un numero rappresentativo di campioni.

### Rilievo distribuzione animali tramite osservazione diretta

Una volta a settimana, per tutto il ciclo di allevamento, sono stati contati il numero di animali presenti su ogni zona dell'aviario (a terra, sul primo livello, sul secondo livello, sul terzo livello, sui posatoi e sulle scalette) per ogni modulo alle ore 11.00.

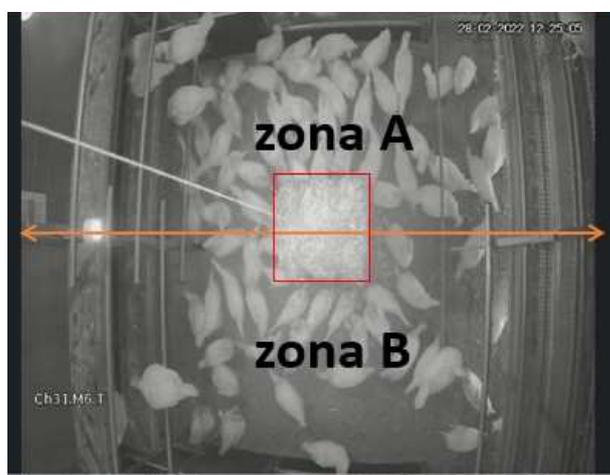
### Osservazioni comportamentali

Tre volte a settimana (lunedì, mercoledì e venerdì) si è valutato il comportamento delle galline prima, subito dopo e dopo un'ora dalla distribuzione dei semi di canapa attraverso osservazioni dirette su tutti i moduli e su entrambi i lati dell'aviario. La raccolta dati prevedeva il conteggio degli animali a terra, di quelli che becchettano a terra e di quelli presenti alla mangiatoia con i semi di canapa (ove presente). Si annotava inoltre l'eventuale residuo di semi del giorno precedente se presente in mangiatoia nei moduli 1 e 3.

La prima osservazione diretta degli animali in entrambi i lati dell'aviario (effettuata da una persona per lato) iniziava alle ore 10:30 e prevedeva il conteggio del numero di animali a terra e che becchettavano la lettiera. Trenta minuti dopo si iniziava con la somministrazione dei semi (1,2 kg per lato del modulo; 2,4 kg totali per modulo). Una volta fatto ciò si usciva dal modulo e si effettuava subito una seconda osservazione su entrambi i lati dell'aviario, considerando anche il conteggio degli animali presenti in mangiatoia nei moduli 1 e 3. Dopo un'ora dalla somministrazione si ripeteva una terza osservazione degli animali (animali a terra, che becchettavano a terra, alla mangiatoia ove presente).

## Registrazioni comportamentali

Per arricchire l'analisi comportamentale sono state visualizzate le registrazioni delle videocamere poste sul lato A dell'aviario. Le registrazioni mostravano la zona a terra dove si vede la lettiera e l'arricchimento con semi. Durante la visione del video, l'immagine è stata divisa in due zone (Zona A) e (Zona B) così da poter analizzare il comportamento nelle due zone in modo distinto (prima visione del video con analisi della zona A e successivamente riavvio del video per procedere con la zona B) (Figura 16). Le registrazioni erano previste il sabato e la domenica; l'avvio della registrazione iniziava dalla somministrazione della canapa nella giornata di sabato e si prolungava per le 24 ore successive. Sono state analizzate 4 giornate, una per settimana da inizio a fine somministrazione della canapa, tramite una scansione di 10 secondi ogni 30 minuti per ogni ora di registrazione (dalle :00 alle :30 di ogni ora) (Trocino et al., 2020; Thuy Diep et al., 2018) a partire dalle 00:00 fino alle 24:00. Durante la scansione di 10 secondi, si è provveduto a registrare il numero di galline presenti nell'area di lettiera aperta ("a terra") per recinto e il conteggio del numero di galline che effettuavano comportamenti visibili (Tabella 2) su una scheda di raccolta dati excel appositamente preparata.



*Figura 16: Telecamera utilizzata per la visualizzazione dei rilievi.*

Tabella 2: Etogramma utilizzato (modificato da Baxter et al., 2018).

BEHAVIOUR	DESCRIPTION
<b>Dustbathing</b>	Hen forced the sand or other materials into the plumage by squatting on the ground and making appropriate movements with the body, wings and leg.
Bagno di sabbia	La gallina inserisce la sabbia o altri materiali nel piumaggio accovacciandosi a terra e facendo movimenti appositi con il corpo, le ali e le zampe.
Appollaiato sulla mangiatoia ove presente	Riposo (R), passaggio (P), covare, (C).
<b>Pecking on the floor</b>	Peck on the floor (where present: forage on the floor).
<b>Beccare a terra</b>	Beccare a terra.
<b>Sitting inactive</b>	Sitting with no other activity.
Appollaiato a riposo	Appollaiato senza fare alcuna attività.
<b>Sitting pecking</b>	Sitting and ground pecking.
Appollaiato e beccare	Appollaiato e beccare a terra.
<b>Locomotion</b>	Standing or walking (running), with no other pecking or scratching activity.
Movimento	Stare in piedi o camminare (correre), senza beccare o grattare.
<b>Preening</b>	Hen directs its beak to its own plumage of several body parts (thorax, abdomen, shoulder, interior and exterior wings, rumps, back, and cloaca) and carries on pecking, nibbling, combing or rotating movements, once or repeatedly.
Pulizia del piumaggio	La gallina rivolge il becco sul proprio piumaggio in diverse parti del corpo (torace, addome, ali interne ed esterne, dorso e cloaca) e compie movimenti di beccata, rosicchiamento e pulendo, una o più volte.
<b>Piling</b>	Three or more mostly immobile (maximal movement duration <5 s) hens standing in closest possible proximity (overlapping of body outlines) with most hens facing in the same direction.
	Tre o più galline per lo più immobili (durata massima del movimento <5 s) in piedi il più vicino possibile (sovrapposizione del corpo) con la maggior parte delle galline rivolte nella stessa direzione.
<b>Missing</b>	Unable to record the state of the hen because the location of the hen is lost or hen is temporarily out of sight.
Non definibile	Impossibile registrare lo stato della gallina perché la posizione è persa o la gallina è temporaneamente fuori dalla visuale.
<b>Other (aggression)</b>	Any other behaviors.
Altro (aggressività)	Qualsiasi altro comportamento.

### Analisi statistica

Il numero di animali presenti a terra e i dati relativi al loro comportamento sono stati analizzati con ANOVA considerando come effetti principali la presenza o assenza di rampe, la somministrazione dei semi di canapa (assente, mangiatoia, a spaglio), l'ora di osservazione, utilizzando la procedura GLIMMIX del SAS (SAS, 2003). Il recinto

(modulo) è stato considerato come effetto random e la settimana di età come effetto ripetuto (settimane 36, 37, 38, 39).

## **RISULTATI E DISCUSSIONE**

### Rilievi sugli animali

Il peso vivo degli animali è una misura che permette di valutare l'adattamento delle galline alle condizioni di allevamento e il sopraggiungere di eventuali problemi legati alla gestione e/o alla salute degli animali. La valutazione del peso diventa ancora più importante nella valutazione di strutture cage-free in continua modifica orientate alla rimozione delle gabbie, all'aumento dello spazio a disposizione per gli animali e all'aggiunta di arricchimenti ambientali per migliorare il loro benessere.

Rispetto al periodo in cui è stata effettuata la prova di arricchimento con semi di canapa nella presente tesi, il peso vivo medio delle ovaiole è stato misurato a 33, 37 e 42 settimane di età durante il ciclo di allevamento. È risultato che la presenza delle rampe e la somministrazione dei semi di canapa non hanno modificato il peso vivo delle galline, se non per un tendenziale maggiore peso degli animali a 33 settimane di età nei recinti con rampe rispetto a quelli senza (2072 g vs. 2032 g;  $P = 0,07$ ), risultato che non è stato tuttavia confermato dalle altre osservazioni (Tabella 3). D'altra parte, non si sono evidenziate differenze di peso tra i recinti in presenza o in assenza dell'arricchimento con semi di canapa: il peso vivo medio è stato di 2026 g, e 2048 g a 37 e 42 settimane di età rispettivamente (Tabella 3).

La presenza delle rampe può permettere alle galline di usufruire di una diversa via di spostamento attraverso la struttura dell'aviario o di sottrarsi all'attacco degli altri componenti del gruppo favorendo una via di fuga, tuttavia possono risultare anche un rischio per la manifestazione di lesioni sugli animali. Per questa ragione è stata presa in considerazione la presenza di lesioni sternali e podali a 33, 37 e 42 settimane di età (Tabella 4). Le lesioni sternali si sono manifestate in modo significativamente superiore a 37 settimane di età nei recinti privi di rampe, con il 40% degli animali che hanno manifestato il problema rispetto ai recinti dove le rampe erano presenti (22,5%) ( $P < 0,001$ ). Anche in riferimento alle lesioni podali, nei recinti privi di rampe è stata misurata un'incidenza maggiore di animali con ferite alle zampe. Questo si può particolarmente notare a 33 settimane di età: il 74,5% degli animali osservati ha ricevuto punteggio 1 e il 4,50% ha ricevuto punteggio 2 per le condizioni delle zampe nei recinti in assenza di rampe; invece in presenza dell'arricchimento le percentuali erano

rispettivamente 60,5% e 2,5% ( $P < 0,01$ ) (Tabella 4). Nel complesso è risultata quindi un'incidenza minore di animali con lesioni sternali e podali nei recinti equipaggiati di rampe rispetto ai recinti privi dell'arricchimento.

*Tabella 3: Effetto dell'arricchimento con rampe e modalità di somministrazione della canapa sul peso vivo a 33, 37 e 42 settimane di età (Lsmeans).*

Variabili	Arricchimento con rampe (A)		Somministrazione della canapa (S)			P-value		RSD
	NO	SI	Mangiatoia	Spaglio	Controllo	A	S	
Peso vivo, g								
33 settimane	2032	2072	2061	2046	2048	0,07	0,84	161
37 settimane	2017	2035	2040	2001	2036	0,43	0,33	165
42 settimane	2035	2061	2063	2046	2034	0,23	0,51	158

Tabella 4: Effetto dell'arricchimento con rampe sulla comparsa di lesioni a 33, 37 e 42 settimane di età (Lsmeans).

Variabili	Arricchimento con rampe (A)		P-value
	NO	SI	
Presenza lesioni sternali, n/%			
33 settimane	43/21,5%	47/23,5%	0,632
37 settimane	80/40,0%	45/22,5%	<0,001
42 settimane	52/26,0%	46/23,0%	0,486
Lesioni podali a 33 settimane di età, n/%			
Punteggio 1,%	149/74,5%	121/60,5%	<0,01
Punteggio 2,%	9/4,50%	5/2,0%	<0,01
Lesioni podali a 37 settimane di età, n/%			
Punteggio 1,%	113/56,5%	110/55,0%	0,571
Punteggio 2,%	23/11,5%	18/9,00%	0,571
Lesioni podali a 42 settimane di età, n/%			
Punteggio 1,%	116/58,0%	123/61,5%	0,122
Punteggio 2,%	12/6,00%	4/2,00%	0,122

## Produzione e qualità uova

Durante il periodo della presenta prova sperimentale (dalle 36 alle 39 settimane di età degli animali), la percentuale di ovodeposizione per gallina presente è risultata pari al 96,7% , con una deposizione di uova di categoria A pari al 94,4% delle uova totali, ovvero uova pulite ed intatte adatte alla vendita per consumo alimentare. L'analisi dei dati in funzione della diversa tipologia di somministrazione dei semi di canapa (mangiatoia, spaglio, assenza) (Tabella 5) ha evidenziato come nei recinti in cui non venivano somministrati i semi, le galline depositavano più frequentemente le uova a terra (1,28%;  $P < 0,001$ ) e al terzo livello (1,05%;  $P < 0,001$ ) anziché nei nidi, un fenomeno che si cerca di evitare per diminuire l'incidenza di uova rotte o sporche. Infatti, si può inoltre notare che in questi stessi recinti l'incidenza di uova rotte è risultata maggiore rispetto ai recinti in cui sono stati somministrati i semi di canapa in mangiatoia o a spaglio (1,04% vs. 0,58%;  $P < 0,05$ ). Nei recinti con i semi di canapa, sono state trovare meno uova a terra e al terzo livello. Le differenze sono state più accentuate nei moduli dove i semi di canapa erano distribuita in mangiatoia (0,31% di uova a terra vs. 0,89% nei recinti con somministrazione a spaglio;  $P < 0,001$ ; 0,12% al terzo livello vs. 0,45% nei recinti a spaglio;  $P < 0,05$ ). La percentuale di uova rotte nei moduli con l'arricchimento dei semi di canapa è risultata infatti minore rispetto ai moduli senza questo arricchimento (0,58% vs. 1,04%;  $P < 0,05$ ). Nelle settimane di osservazione (36, 37, 38, 39) mediamente le galline hanno deposto il 97,9% delle uova all'interno dei nidi. Tuttavia, nei moduli con somministrazione della canapa in mangiatoia si è evidenziata una tendenza delle galline a depositare quantità maggiori di uova nei nidi (98,6% vs. 97,4%;  $P = 0,09$ ) (Tabella 5).

Tabella 5: Effetto della diversa somministrazione della canapa come arricchimento ambientale sulla percentuale di ovodeposizione (% delle galline presenti); sul tasso di uova pulite, sporche e rotte (% delle uova totali); e sulla distribuzione di deposizione (% delle uova totali deposte) nell'aviario (media±DS) (medie delle osservazioni da 36 a 39 settimane di età).

Variabili	Somministrazione della canapa (S)			P value
	Mangiatoia	Spaglio	Controllo	S
Osservazioni, n	8	8	16	
Ovodeposizione (% galline presenti)	95,0±2,85	99,4±3,86	95,7±7,89	0,495
Qualità delle uova (% delle uova totali)				
Uova cat. A	93,2±2,75	96,8±3,14	93,3±7,73	0,506
Uova sporche	1,21±0,46	2,06±1,65	1,33±0,45	0,175
Uova rotte	0,59 <sup>b</sup> ±0,49	0,56 <sup>b</sup> ±0,36	1,04 <sup>a</sup> ±0,55	0,018
Posizione di deposizione (% del totale delle uova deposte)				
Nidi	98,6±0,36	97,6±0,95	97,2±1,45	0,093
Rete	1,13±0,39	1,55±0,69	1,57±1,10	0,493
Terra	0,31 <sup>b</sup> ±0,35	0,89 <sup>ab</sup> ±0,55	1,28 <sup>a</sup> ±0,83	<0,001
Primo livello	0,52±0,27	0,74±0,72	0,30±0,31	0,111
Secondo livello	99,1 <sup>a</sup> ±0,18	97,9 <sup>ab</sup> ±0,92	97,4 <sup>b</sup> ±1,39	0,028
Terzo livello	0,12 <sup>b</sup> ±0,19	0,45 <sup>ab</sup> ±0,36	1,05 <sup>a</sup> ±0,88	0,022

### Rilievo distribuzione animali tramite osservazione diretta

Come mostrano i dati in Tabella 6, media delle osservazioni effettuate dalle 36 alle 39 settimane di età degli animali, l'arricchimento con rampe ha portato le galline ad aumentare la loro presenza a terra (61,8% vs. 54,0% nei recinti privi di rampe;  $P < 0,001$ ). D'altra parte, nei recinti privi dell'arricchimento con rampe la percentuale di animali osservati al primo e al terzo livello è risultata maggiore (rispettivamente 34,7% e 8,17%) rispetto ai recinti con rampe (25,8% al primo livello, e 6,22% al terzo livello ( $P < 0,001$ ;  $P < 0,05$ ). In particolare, in assenza di questo arricchimento la presenza di galline sul trespole esterno del primo livello e sul trespole interno del terzo livello (2,51% e 5,60%, rispettivamente) è risultata significativamente superiore rispetto ai moduli senza rampe (1,38% e 3,76%). In media si è riscontrato che lo 0,66% degli animali utilizzava le rampe al momento dell'osservazione (Tabella 6).

La diversa tipologia di somministrazione della canapa non ha influenzato il numero di animali presenti a terra (Tabella 6), ma ha condizionato la presenza delle galline al primo e al terzo livello. L'arricchimento con semi di canapa ha aumentato la percentuale di animali al primo livello rispetto ai moduli a cui non sono stati somministrati i semi (in media 32,9% vs. 27,7%;  $P < 0,05$ ). Inoltre, nei recinti provvisti di mangiatoia la percentuale di animali sul trespole esterno del primo piano è risultata superiore (2,54% vs. 1,80%;  $P = 0,055$ ). Al contrario, in presenza della mangiatoia con i semi di canapa, la percentuale di galline al terzo piano e sul corrispondente trespole interno è risultata significativamente inferiore rispetto agli altri moduli (Tabella 6).

Tabella 6: Effetto della presenza di rampe e della diversa somministrazione della canapa come arricchimento ambientale sulla distribuzione degli animali (% galline osservate) nell'aviario (media±DS) (medie delle osservazioni da 36 a 39 settimane di età).

Variabili	Arricchimento con rampe (A)		Somministrazione della canapa (S)			P-value	
	NO	SI	Mangiatoia	Spaglio	Controllo	A	S
Osservazioni, n	16	16	8	8	16		
% su animali osservati,							
Terra	54,0±4,20	61,8±7,03	57,3±7,45	55,1±6,83	59,5±6,70	<0,001	0,203
Piano 1 trespolo esterno	2,51±0,88	1,38±0,88	2,54±0,96	1,96±0,99	1,64±1,03	<0,001	0,055
Piano 1 trespolo interno	6,77±1,71	5,21±2,24	6,05±2,49	6,80±2,49	5,55±1,70	0,600	0,692
Piano 1 rete trespolo mangiatoia	25,5±4,55	19,2±4,20	24,07±7,11	24,2±5,08	20,5±4,07	0,629	0,891
Piano 1 totale	34,7±4,97	25,8±5,72	32,7 <sup>a</sup> ±9,43	33,0 <sup>a</sup> ±6,19	27,7 <sup>b</sup> ±5,17	<0,001	0,020
Piano 2 rete	2,05±0,76	2,11±0,97	2,42±0,87	2,03±1,23	1,93±0,60	0,844	0,808
Piano 2 trespolo esterno	1,09±0,65	1,44±0,90	1,48±1,13	1,05±0,59	1,27±0,70	0,222	0,567
Piano 2 totale	3,14±0,75	3,55±1,43	3,90±1,76	3,08±1,06	3,20±0,71	0,306	0,282
Piano 3 trespolo interno	5,60±2,56	3,76±1,36	2,74 <sup>b</sup> ±1,07	4,63 <sup>ab</sup> ±1,23	5,67 <sup>a</sup> ±2,43	0,005	0,002
Piano 3 trespoli mangiatoie	2,57±0,93	2,46±1,26	2,04±1,01	2,65±0,93	2,68±1,19	0,783	0,386
Piano 3 totale	8,17±3,21	6,22±2,00	4,78 <sup>b</sup> ±1,55	7,28 <sup>ab</sup> ±1,06	8,36 <sup>a</sup> ±3,18	0,022	0,005
Rampa 1	-	0,42±0,37	0,76±0,47	0,36±0,27	0,29±0,29	-	0,106
Rampa 2	-	0,90±0,61	0,55±0,67	1,22±0,75	0,92±0,49	-	0,325

## Osservazioni comportamentali

La Tabella 7 presenta i risultati relativi al numero di animali a terra e i loro comportamenti visibili durante le ore di luce in funzione della presenza o assenza di rampe e in funzione della diversa tipologia di somministrazione dei semi di canapa (assenza, mangiatoia, spaglio).

L'analisi dei dati relativi al numero di animali a terra nelle ore di luce non ha evidenziato significative differenze nel numero di galline presenti a terra tra i recinti in cui si trovavano le rampe e i recinti che ne erano privi ( $P = 0,884$ ) (Tabella 7). Mediamente, durante le ore di luce sono stati trovati a terra 72,6 animali. L'attività maggiormente svolta dalle ovaiole è stata beccare a terra, con il 57,65% delle galline a terra impegnate in questa attività. Statisticamente significative sono risultate le differenze relative ai comportamenti di inattività e pulizia del piumaggio in funzione della presenza o meno delle rampe. Nei recinti in cui erano presenti le rampe, la percentuale di animali inattivi è risultata superiore rispetto ai recinti che ne erano privi (12,7% vs. 7,92%;  $P < 0,05$ ). Anche il numero di animali che effettuava la pulizia del piumaggio è risultato significativamente superiore nei moduli dove le rampe erano presenti: 13,6% vs. 19,1% delle ovaiole a terra ( $P < 0,001$ ). Anche se solo a livello di tendenza dal punto di vista statistico ( $P < 0,10$ ), i risultati hanno inoltre mostrato una percentuale maggiore di galline in movimento nei recinti dove le rampe erano assenti ( $P < 0,10$ ) e una minore percentuale di galline coinvolte in situazioni di piling nei recinti dove le rampe erano presenti ( $P < 0,10$ ).

Nei recinti dove non sono stati somministrati semi di canapa, la percentuale di galline impegnate nella pulizia del piumaggio è risultata superiore (19,5%) rispetto agli altri gruppi con il 15,1% nei recinti dove la canapa era distribuita a spaglio e solo l'11,3% nei recinti dove la canapa era distribuita in mangiatoia (Tabella 7). Inoltre, la frequenza di animali coinvolti in piling è risultata superiore nei recinti con mangiatoia rispetto ai recinti dove la canapa era somministrata a spaglio (7,20% vs. 5,86%) o non era somministrata affatto (3,31%) ( $P < 0,001$ ). D'altra parte, non sono state osservate differenze significative nel numero di animali osservati a terra tra i recinti con diverse tipologie di somministrazione dei semi ( $P < 0,10$ ), mediamente 72,2 galline. Ovviamente,

nei recinti con mangiatoia le galline hanno interagito con questo oggetto, con in media il 7,36% delle ovaiole.

Tabella 7: Effetto della presenza di rampe e della diversa tipologia di somministrazione di semi di canapa sul numero di animali osservati a terra (n di galline presenti) e comportamenti visibili (osservazioni riferite alle sole ore di luce, 4 settimane di osservazioni) in galline Hyline Brown allevate in un aviario sperimentale (medie±DS).

Variabili	Rampe (R)		Tipologia somministrazione (S)			P-value	
	NO	SI	Mangiatoia	Spaglio	Controllo	R	S
Osservazioni (n)	208	208	104	104	208		
Galline a terra, n	69,6±18,8	75,5±14,2	72,2±22,4	70,6±17,3	73,8±13,0	0,884	0,086
Etogramma, %							
Beccare la mangiatoia	1,80±3,81	1,85±3,69	7,36 <sup>a</sup> ±3,99	0 <sup>b</sup> ±0	0 <sup>b</sup> ±0	0,396	<0,001
Bagno di sabbia	2,27±5,37	2,02±5,12	2,14±5,08	2,03±5,19	2,20±5,36	0,253	0,891
Beccare a terra	61,1±23,7	54,2±24,8	56,3±23,3	59,1±25,7	57,5±24,5	0,196	0,538
Inattività	7,92±10,67	12,7±13,6	8,63±11,3	10,8±13,7	11,0±12,3	0,045	0,175
Pulizia del piumaggio	13,6±12,0	19,1±16,3	11,3 <sup>c</sup> ±10,3	15,1 <sup>b</sup> ±14,0	19,5 <sup>a</sup> ±15,9	<0,001	<0,001
Movimento	6,83±6,42	6,19±7,03	6,58±6,77	6,75±7,58	6,35±6,29	0,079	0,757
Piling	6,13±15,12	3,71±11,1	7,20 <sup>a</sup> ±17,0	5,86 <sup>ab</sup> ±14,0	3,31 <sup>b</sup> ±10,4	0,093	<0,01
Aggressività	0,08±0,33	0,07±0,31	0,04±0,23	0,11±0,39	0,08±0,33	0,874	0,522
Non rilevabili	0,31±1,48	0,13±0,68	0,43±1,91	0,24±0,95	0,10±0,61	0,067	0,061

I grafici successivi (Figure 17 e 18) rappresentano i dati relativi al numero di animali presenti a terra e i loro comportamenti visibili in funzione dell'ora di osservazione durante la giornata (dalle 4:15 alle 19:30). Con l'eccezione dei comportamenti riferibili ad "aggressività" ( $P = 0,141$ ), si sono evidenziate significative differenze per tutti gli altri comportamenti ( $P < 0,001$ ).

Mediamente, il più alto numero di animali presenti a terra è stato osservato nelle prime ore della giornata, 4:15 (85,13) e alle ore 9:00 (87,53). Il numero di galline a terra era invece più basso alle 6:00 del mattino (66,1). Nel pomeriggio, il numero di ovaiole presenti a terra è stato relativamente costante: in media pari a 70,7 galline dalle ore 12:00 alle 18:00 (Figura 17a).

Nei recinti in cui era presente la mangiatoia con i semi di canapa si è notata una maggiore interazione con questa da parte degli animali alle ore 6:00 del mattino (2,84% degli animali a terra). La quantità di galline che beccavano la mangiatoia è cresciuta leggermente dalle ore 8:00 (1,78%) alle 14:00 (2,23%) per poi decrescere fino alla fine delle ore di luce (0,93% alle ore 19:00) (Figura 17b).

È poi evidente come le ovaiole abbiano svolto il bagno di sabbia principalmente alle ore 12:00 (16,29%) (Figura 18c).

La percentuale di galline che beccavano a terra è risultata crescente durante il giorno. Alle prime ore del mattino (dalle 4:15 alle 9:30) beccavano al suolo in media il 44,11% degli animali a terra; dalle ore 12:00 questo valore è aumentato arrivando all'83,93% delle galline che beccavano la lettiera alle ore 18:00 (Figura 18d).

Il comportamento di inattività ha mostrato un andamento pressoché decrescente nell'arco delle ore di luce con un picco alle ore 13:00 (16,17%); alle ore 4:15 si è osservata la percentuale di animali inattivi più alta della giornata (19,96%). Il valore più basso si è presentato invece alle ore 18:00 (2,17%) quando la maggior parte degli animali beccava a terra (83,93%). Alla fine della giornata (ore 19:00) il numero di animali inattivi tra quelli presenti a terra è ritornato a valori elevati e pari 14,2% (Figura 18e).

Le ovaiole si sono mostrate più propense alla pulizia del proprio piumaggio alle prime ore del mattino (33,23% alle ore 6:00) e a metà giornata (28,17% alle ore 12:00), mentre

le osservazioni sono state inferiori a fine giornata, con una veloce riduzione della percentuale di galline impegnate in questa attività a partire dalle ore 14:00 (Figura 18f).

Le osservazioni di galline in movimento sono cambiate nel corso della giornata in maniera coerente con la distribuzione automatizzata del mangime. La percentuale più bassa di galline in movimento si è rilevata alle ore 6:00 (2,44%), alle ore 12:00 (2,23%) e alle ore 14:00 (4,24%). Le osservazioni maggiori sono (galline che camminavano o correvano) sono state evidenziate alle ore 13:00 (9,01%) e alle ore 16:00 (12,43%) (Figura 18g).

Le osservazioni maggiori di piling sono state riportate nell'intervallo 8:00-9:30 con in media il 24,31% degli animali a terra impegnati in questo fenomeno negativo. Nel resto della giornata non si sono osservati significativi comportamenti di piling (Figura 18h).

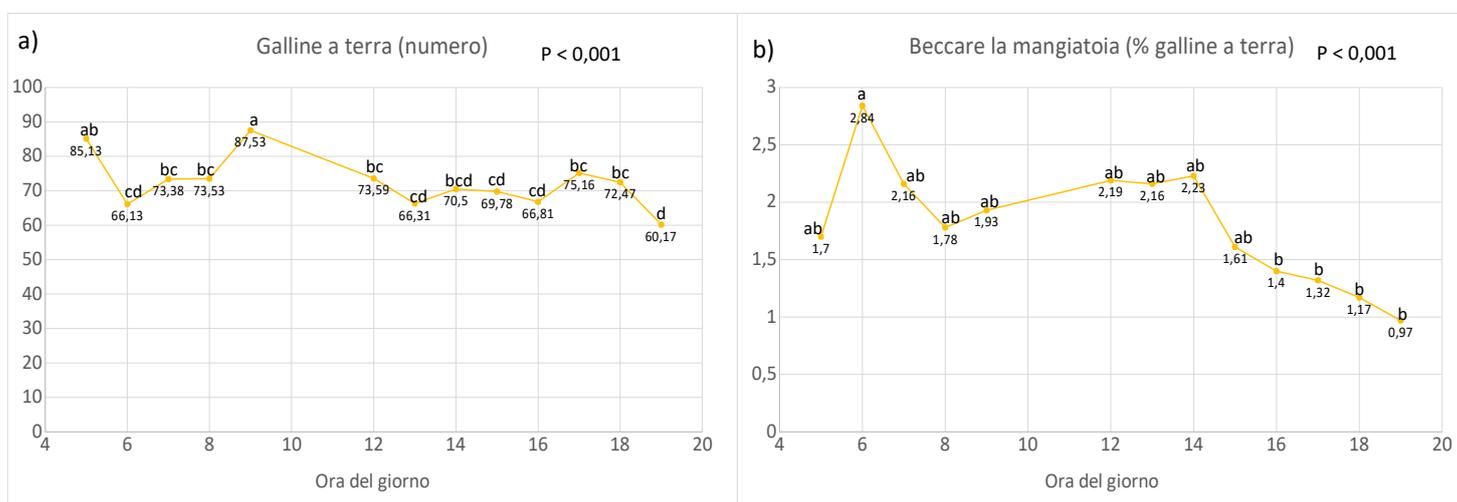


Figura 17: Effetto dell'ora del giorno sul numero di animali osservati a terra (n di galline presenti) e sul comportamento "beccare la mangiatoia" (osservazioni riferite alle sole ore di luce, 4 settimane di osservazioni) in galline Hyline Brown allevate in un aviario sperimentale (medie±DS).

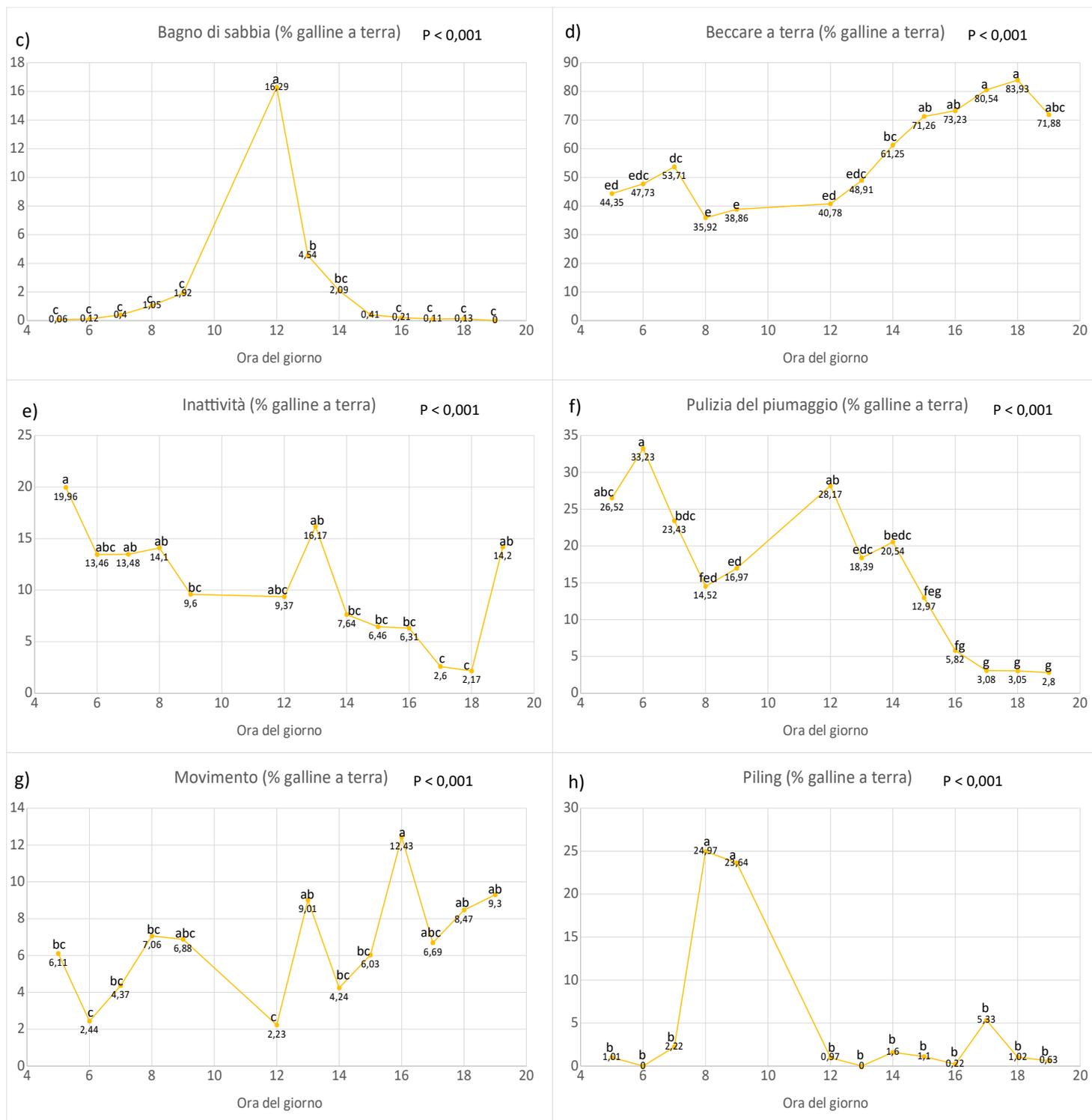


Figura 18: Effetto dell'ora del giorno su comportamenti visibili (osservazioni riferite alle sole ore di luce, 4 settimane di osservazioni) in galline Hyline Brown allevate in un aviario sperimentale (medie±DS).

## CONCLUSIONI

L'analisi dei dati ha evidenziato come i semi di canapa possano influenzare il comportamento di deposizione degli animali. Nei recinti in cui erano presenti i semi, in particolare nei moduli con somministrazione in mangiatoia, sono state trovate meno uova deposte a terra e al terzo livello in confronto agli altri recinti. Di conseguenza questo arricchimento ha aiutato a diminuire l'incidenza di uova rotte in questi stessi recinti favorendo la deposizione all'interno dei nidi. La presenza della mangiatoia, però, ha portato ad una maggiore frequenza di piling rispetto ai recinti dove la canapa era somministrata a spaglio o non era somministrata affatto. Inoltre, le osservazioni di pulizia del piumaggio sono risultate minori nei recinti in cui sono stati somministrati i semi rispetto agli altri recinti.

Le variazioni di comportamento osservate dovrebbero essere pesate rispetto ai comportamenti considerati di positive welfare (es. comportamenti di comfort come il dust bathing, esplorazione dell'ambiente) e quelli di negative welfare (es. piling, aggressioni) per poter esprimere una valutazione più completa sull'effetto dell'inclusione di semi di canapa come arricchimento ambientale. D'altra parte, l'effetto osservato di riduzione delle uova a terra deve essere considerato positivamente, sia dal punto di vista della produzione, sia dal punto di vista di una utilizzazione funzionale degli spazi, in particolare dei nidi. Ultimo aspetto specifico da considerare rispetto all'arricchimento con semi di canapa è il possibile valore aggiunto di questo tipo di arricchimento rispetto alla qualità finale del prodotto per il consumatore, considerato il suo apporto di acidi grassi della serie n-3.

## BIBLIOGRAFIA

Allegato III del Regolamento CE n. 2295/2003. Requisiti minimi che debbono soddisfare gli allevamenti di pollame a seconda dei diversi metodi di allevamento delle galline ovaiole. Gazzetta Ufficiale Europea del 24 dicembre 2003.

Bagnara G.L. 2023. I fabbisogni di ricerca della filiera agricola e della produzione delle uova: sfide e opportunità. In: Atti workshop finale del Progetto SISAL, 27 gennaio 2023, Azienda Agraria Sperimentale “Lucio Toniolo”, Legnaro (PD).

Borchelt P.L., Overmann S.R. 1974. Development of dustbathing in bobwhite quail. Effects of age, experience, texture of dust, strain, and social facilitation. *Developmental Psychobiology*, 7: 305–313. <https://doi.org/10.1002/dev.420070407>.

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. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0032579119302822>.

Commissione Europea. 2023. Agriculture and rural development. [https://agriculture.ec.europa.eu/farming/animal-products/eggs\\_it](https://agriculture.ec.europa.eu/farming/animal-products/eggs_it). Visitato il 15/02/2023.

Commissione Europea. 2023. Report about the protection of the welfare of laying hens at all stages of production. [https://food.ec.europa.eu/system/files/2023-03/aw\\_report-official-controls.pdf](https://food.ec.europa.eu/system/files/2023-03/aw_report-official-controls.pdf). Visitato l'11/04/2023.

Compassion in World Farming (CIWF). 2014. Migliorare il benessere delle galline ovaiole in allevamento – Indicazioni pratiche. <https://www.compassionsettorealimentare.it/media/7429807/migliorare-il-benessere-delle-galline-ovaiole-indicazioni-pratiche.pdf>. Visitato il 21/03/2023.

Czarick M. 2020. Poultry Housing Tips - Using Circulation Fans to Improve Foot Pad Health. University of Georgia, Poultry Science Department, 35: 3. <https://www.poultryventilation.com/wp-content/uploads/vol35n3.pdf>.

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. Gazzetta Ufficiale n. 219 del 20 settembre 2003.

Direttiva 1999/74/CE del Consiglio del 19 luglio 1999 che stabilisce le norme minime per la protezione delle galline ovaiole. GU L 203 del 3 agosto 1999, 53.

Broom D.M., Fraser A.F. 2015. The welfare of poultry. In: *Domestic Animal Behaviour and Welfare*, 5th edition (Eds) Makepeace C., Lainsbury A., Head T. CAB International, Oxfordshire, United Kingdom, 308-327.

FAO. 2023. Gateway to poultry production and products. <https://www.fao.org/poultry-production-products/production/en/>. Visitato il 15/02/2023.

FAO. 2023. Poultry in human nutrition. <https://www.fao.org/poultry-production-products/products-processing/poultry-in-human-nutrition/en/>. Visitato il 15/02/2023.

Farm Animal Welfare Council. 2009. Farm Animal Welfare in Great Britain: Past, Present and Future. [https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment\\_data/file/319292/Farm Animal Welfare in Great Britain - Past Present and Future.pdf](https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/319292/Farm_Animal_Welfare_in_Great_Britain_-_Past_Present_and_Future.pdf). Visitato l'11/04/2023.

Hoerning B. 2004. Welfare of laying hens in furnished cages. Welfare of laying hens in Europe. Tierhaltung, Bd, 28. <https://djgt.de/wp-content/uploads/2023/03/EFSA-Journal-2023-Welfare-of-laying-hens-on-farm.pdf>

Ismea. 2022. L'agricoltura soffre l'impennata dei costi di produzione. <https://www.ismea.it/flex/cm/pages/ServeBLOB.php/L/IT/IDPagina/11782>. Visitato il 18/02/2023.

Ismea Mercati. 2021. Tendenze uova da consumo. <https://www.ismeamercati.it/flex/cm/pages/ServeBLOB.php/L/IT/IDPagina/11350>. Visitato il 18/02/2023.

Ismea Mercati. 2022. Tendenze avicoli. <https://www.ismeamercati.it/flex/cm/pages/ServeBLOB.php/L/IT/IDPagina/12289>. Visitato il 18/02/2023.

Meluzzi A. 2015. Allevamento della gallina ovaiole. In: Avicoltura e Coniglicoltura (Eds) Cerolini S., Marzoni Fecia di Cossato M., Romboli I., Schiavone A., Zaniboni L. Le Point Vétérinaire Italie srl, Milano, Italia, 297–327.

Nicol C.J. 1987. Effect of cage height and area on the behavior of hens housed in battery cage. British Poultry Science, 28: 327-335.

RaboResearch Food & Agribusiness. 2022. Poultry Quarterly Q1 2023: Outlook 2023 – Bullish Markets Amid Rising Cost, Supply, and Avian Flu Worries. <https://research.rabobank.com/far/en/sectors/animal-protein/poultry-quarterly-q1-2023.html>. Visitato il 15/02/2023.

Regolamento CE n. 1804/1999 del Consiglio del 19 luglio 1999. Completa il regolamento CEE n. 2092/91 relativo al metodo di produzione biologico di prodotti agricoli e all'indicazione di tale metodo sui prodotti agricoli e sulle derrate alimentari. Gazzetta Ufficiale della Comunità europea del 24 agosto 1999.

Tainika B., Şekeroğlu A. 2021. Environmental Enrichments in Laying Hen Production Systems with Emphasis on Welfare and Egg Quality. Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology, 9(8): 1398-1406. <http://www.agrifoodscience.com/index.php/TURJAF/article/view/4240/2177>.

Tarlton J.F., Wilkins L.J., Toscano M.J., Avery N.C., Knott L. 2013. Reduced bone breakage and increased bone strength in free range laying hens fed omega-3 polyunsaturated fatty acid supplemented diets. *Bone*, 52: 578-586.

Unaitalia. 2021. Annata avicola 2021. <https://www.unaitalia.com/mercato/annata-avicola/#:~:text=Anche%20nel%202021%20il%20settore,8%25%20delle%20carni%20di%20tacchino>. Visitato il 18/02/2023.

Unaitalia. 2021. Settore uova. <https://www.unaitalia.com/settore-uova/>. Visitato il 15/02/2023.

Unione Europea. 2023. End the Cage Age (Basta animali in gabbia). [https://europa.eu/citizens-initiative/initiatives/details/2018/000004/end-cage-age\\_it](https://europa.eu/citizens-initiative/initiatives/details/2018/000004/end-cage-age_it). Visitato il 20/02/2023.

van Liere D.W., Kooijman J., Wiepkema P.R. 1990. Dustbathing behaviour of laying hens as related to quality of dustbathing material. *Applied Animal Behaviour Science*, 26: 127–141. [https://doi.org/10.1016/0168-1591\(90\)90093-S](https://doi.org/10.1016/0168-1591(90)90093-S).

Vestergaard K. 1982. Dust-bathing in the domestic fowl — diurnal rhythm and dust deprivation. *Applied Animal Ethology*, 8: 487–495. [https://doi.org/10.1016/0304-3762\(82\)90061-X](https://doi.org/10.1016/0304-3762(82)90061-X).

Welfare Quality. 2019. Assessment protocol for laying hens. Version 2.0. [http://www.welfarequalitynetwork.net/media/1294/wq\\_laying\\_hen\\_protocol\\_20\\_def-december-2019.pdf](http://www.welfarequalitynetwork.net/media/1294/wq_laying_hen_protocol_20_def-december-2019.pdf). Visitato il 04/04/2023.