



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

Dipartimento di Agronomia, Animali, Risorse naturali e Ambiente

CORSO DI LAUREA IN SCIENZE E TECNOLOGIE ANIMALI

TESI DI LAUREA

Valutazione del benessere in due genotipi di galline ovaiole allevate in un sistema cage free

Relatore

Prof.ssa Angela Trocino

Correlatore

Dott.ssa Claudia Ciarelli

Laureanda
Eleonora Nalon
Matricola n. 1149076

Anno accademico

2021/2022

INDICE

RIASSUNTO	5
ABSTRACT	7
INTRODUZIONE	9
Mercato e struttura del settore avicolo: mondo, Europa e Italia	9
Sistemi di allevamento per le galline ovaiole: transizione al cage-free	15
Transizione al cage – free: Iniziativa dei Cittadini Europei “End the cage age”	20
Benessere e salute delle galline nei sistemi cage – free	21
OBIETTIVI	27
MATERIALI E METODI	29
Approvazione etica	29
Strutture di stabulazione	29
Animali e disegno sperimentale	33
Periodi sperimentali e gestione dell’allevamento	34
Rilievi sperimentali	36
Rilievi sugli animali (Animal based measures)	37
Rilievi sulla produzione e la qualità delle uova	40
Analisi statistica	41
RISULTATI E DISCUSSIONE	43
CONCLUSIONI	62
BIBLIOGRAFIA	63

RIASSUNTO

L'allevamento della gallina ovaiole per la produzione di uova da consumo ha subito notevoli cambiamenti negli ultimi anni passando dall'utilizzo di gabbie convenzionali, abolite dal 1° gennaio 2012 con l'entrata in vigore della Direttiva UE 1999/74, a sistemi di stabulazione alternativi per permettere un maggior benessere alle galline. A livello europeo l'opinione pubblica ha mostrato un forte interesse per il benessere degli animali imponendosi come obiettivo finale delle loro iniziative quello della completa eliminazione delle gabbie, non solo per le pollastre e le galline ovaiole ma anche per altre specie di interesse zootecnico.

I sistemi cage-free come l'allevamento a terra, all'aperto, in voliera e con sistema biologico forniscono alle galline ovaiole un maggiore spazio che gli permette di compiere tutti i comportamenti specie-specifici, i.e. becchettare, razzolare e appollaiarsi grazie alla presenza dei posatoi. Tuttavia, questi sistemi presentano numerose problematiche legate soprattutto ad un errato utilizzo delle strutture da parte delle galline stesse, portando a lesioni all'apparato scheletrico e locomotore, aggressività tra gli animali, maggiore mortalità all'interno dei nidi per schiacciamento e soffocamento e una disomogenea distribuzione degli animali all'interno della struttura. Le problematiche di questi sistemi non sono solo legate agli animali, ma anche alla produzione e alla qualità delle uova deposte, poiché una scorretta utilizzazione dei nidi comporta una maggiore perdita di uova per rottura e/o una maggiore deposizione di uova a terra e sporche.

Fatta questa premessa, la presente tesi sperimentale ha avuto l'obiettivo principale di valutare il benessere di galline ovaiole allevate all'interno di un sistema cage-free ad aviario mettendo a confronto due linee genetiche e due soluzioni di stabulazione con maggiore e minore disposizione di posatoi all'interno dell'aviario. Allo scopo, sono state utilizzate 1800 galline di due genetiche, Lohmann White LSL e Hy-Line Brown allevate in 8 moduli con 225 galline per modulo, metà dei quali attrezzati con una parete provvista di posatoi supplementari. Gli animali sono stati controllati dall'accasamento (17 settimane di età) alle 39 settimane di età, utilizzando diversi indicatori di benessere e misure di produzione.

In media, il peso vivo delle galline Hy-Line Brown è risultato significativamente superiore rispetto a quello delle galline Lohmann White (1723 g vs. 1465 g; $P < 0,001$). Solo alla fine del periodo, settimane 36 e 39, lo 0,5-1,0% delle galline Lohmann White hanno mostrato problemi di perdita di integrità del piumaggio. Dalla settimana 28 è stata osservata la comparsa di lesioni podali soprattutto nelle galline Lohmann White. A 39 settimane di età la frequenza di galline con lesioni podali è risultata superiore nei moduli senza parete attrezzata ($P = 0,02$). A 39 settimana di età le galline bianche hanno presentato una minore frequenza di lesioni sternali rispetto a quelle marroni (10,5% vs. 20,5%; $P < 0,001$) e la frequenza delle lesioni è risultata maggiore nei moduli con parete attrezzata rispetto a quelli senza (12,5% vs. 18,0%; $P = 0,12$). Infine, in quanto alla pulizia del piumaggio, in tutto

il periodo, fino all'80% delle galline Lohmann White ha presentato un piumaggio sporco, mentre la presenza della parete attrezzata non ha modificato la frequenza di galline con piumaggio sporco.

La distribuzione degli animali all'interno dell'aviario è risultata diversa in funzione del genotipo, con una maggiore frequenza di galline bianche posizionate sul terzo livello, sui posatoi e sui davanzali della parete attrezzata rispetto alle galline marroni ($P < 0.001$). D'altra parte, la frequenza di galline marroni sul primo e sul secondo livello è risultata maggiore rispetto alle galline bianche. La presenza della parete attrezzata ha ridotto la frequenza di galline a terra (28.9% vs. 32.4%; $P < 0.001$) e sul primo livello dell'aviario (19.1% vs. 20.2%; $P < 0.05$) con in media il 4,49% delle galline posizionate sui posatoi.

In merito alla produzione di uova, la percentuale di quelle di categoria A è risultata superiore nel caso delle galline marroni rispetto alle bianche. Nei moduli con parete attrezzata la percentuale di deposizione di uova sporche si è attestata sull'8,33%, mentre la percentuale di ovodeposizione di uova rotte è risultata significativamente superiore nelle galline marroni (1,5%) rispetto alle bianche.

In conclusione, le galline bianche e le galline marroni hanno utilizzato diversamente gli spazi, sono state sottoposte a stress diversi per collisione con le strutture nei movimenti in salita e in discesa dall'aviario, hanno mostrato differenze nella presenza e frequenza di lesioni a livello delle zampe e a livello sternale, oltre che una diversa produzione e qualità delle uova. L'introduzione di una parete attrezzata con posatoi supplementari ha visto uno spostamento degli animali verso queste strutture a svantaggio dei livelli dell'aviari in rete e nonostante la presenza su questi di abbeveratoi, mangiatoie e nidi. D'altra parte, lo spostamento degli animali verso la parete attrezzata ha influenzato anche la produzione di uova nel sistema poiché è aumentata la percentuale di uova a terra soprattutto nel caso delle galline bianche.

In prospettiva, la raccolta puntuale di indicatori comportamentali e animal-based deve essere integrata con la valutazione delle produzioni in termini di quantità e qualità per individuare le soluzioni più efficienti per l'animale e per la gestione dell'allevamento da parte dell'allevatore in sistemi nuovi e non ancora standardizzati.

ABSTRACT

Welfare evaluation in laying hens of two genotypes kept in a cage free system

The breeding of laying hens for the production of table eggs has shown considerable changes in the last years, from the use of conventional cages, which were abolished since the 1st January 2012 with the entry in force of the EU Directive 1999/74, to the adoption of alternative housing systems to improve the welfare of the hens. At the European level, public opinion has shown a strong interest in the welfare of animals kept in cages and has imposed as the final objective of their initiatives the complete phase of these enclosures, not just for chickens and laying hens but also for other species of zootechnical interest.

Cage-free system - such as barns, free-range, aviary and organic systems - provide laying hens with more space to perform all species-specific behaviors such as pecking, scratching and roosting due to the presence of perches. However, these systems present a series of issues, mainly related to the incorrect use of the structures by the hens themselves, which lead to skeletal and locomotor system injuries, aggression among the animals, increased mortality inside the nests due to crushing and suffocation, and irregular distribution of the animals inside the structure. The problems of these systems are not only related to the animals, but also to the production and quality of the eggs laid, as incorrect use of the nests leads to increased egg loss through breakage and/or increased laying of dirty, ground eggs.

Thus, the main objective of this experimental thesis was to evaluate the welfare of laying hens kept in a cage-free avian system by comparing two genetic strains and two different types of housing, suing more or less perches. For this purpose, 1800 hens of two genetic strains, Lohmann White LSL and Hy-Line Brown, were reared in 8 modules with 225 hens per module, half of which were fitted with a supplementary wall of perches. Hens were monitored from 17 and 39 weeks of age by means of different welfare indicators and production measures.

On average, live weight of Hy-Line Brown hens was significantly higher than that of Lohmann White hens (1723 g vs. 1465 g; $P < 0.001$). As for animal-based measures related to welfare, only by the end of the period, 36 and 39 weeks of age, 0.5-1.0% of Lohman White hens showed some plumage losses. From 28 weeks, also pododermatitis appeared especially in Lohamnn White and at 39 week of age, the occurrence of hens with pododermatitis was higher in pens without additional perches than in those with ($P = 0.02$). At the same age, white hens showed a lower occurrence of keel lesions compared to brown hens (10.5% vs. 20.5%; $P < 0.001$). Moreover, hens in enriched pens had a higher keel lesion frequency compared to those in pens without additional perches (12.5% vs. 18.0%; $P = 0.12$). Finally, along the whole period, until 80% of Lohmann White hens had dirt plumage while Brown hens were always clean. On the other hand, the perches enrichment did not affect the neatness of the plumage.

The distribution and the use of the aviary by hens changed with the genotype, whereas the presence on the third and highest level of the aviary, on the perches and balcony of the wall was higher for white compared to brown hens ($P < 0.001$). On the other hand, the presence on the first and second level of the aviary was higher for brown compared to white hens. In pens with the enriched wall, the rate of hens on the litter (28.9% vs. 32.4%; $P < 0.001$) and on the first level of the aviary (19.1% vs. 20.2%; $P < 0.05$) was lower, whereas on average 4.49% of hens stood on additional perches.

As for egg production, the rate of eggs suitable for selling was higher in brown compared to white hens, due to a higher rate of dirty eggs in white hens. In pens with the enriched wall, the oviposition rate of dirty eggs stood at 8.33%, while the oviposition rate for broken eggs reached 1.5% in brown hens (1.5%).

In conclusion, white and brown hens used differently the aviary areas, they were submitted to different stresses due to their capability of moving within the system, and they showed difference in the occurrence of lesions, besides in the quantity and quality of egg production. The use of supplementary perches moved hens towards this equipment with a decreased use of areas (first, second and third level of the aviary) equipped with drinkers, feeders and nests. On the other hand, this also affected the egg production within the system since in pens with additional pens the rate of eggs laid on the floor increased, especially in the case of white hens.

As for perspectives, the collection of behavioural measures and animal-based indicators for welfare must be integrated with the evaluation of production in terms of quantity and quality to point out most efficient solutions for hens welfare and for farm management in such new and not yet standardized systems.

INTRODUZIONE

Mercato e struttura del settore avicolo: mondo, Europa e Italia

Secondo i dati della Food and Agriculture Organization (FAO, 2018), il maggior produttore di uova a livello mondiale è la Cina, che rappresenta il 37% del mercato globale grazie alla rapida crescita economica negli ultimi anni e a costi di produzione più favorevoli. La Cina è seguita da Europa, Stati Uniti e India che assieme producono quasi il 60% delle uova a livello mondiale mentre Messico, Brasile, Russia, Giappone, Indonesia e Turchia contribuiscono nel loro insieme per un 16% (Figura 1). Negli ultimi tre decenni, la produzione mondiale di uova è aumentata del 150%.

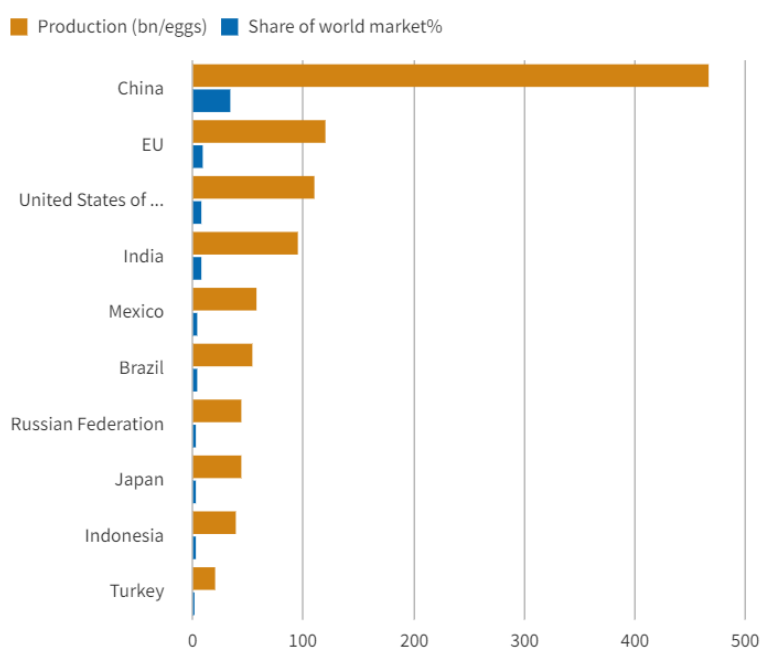
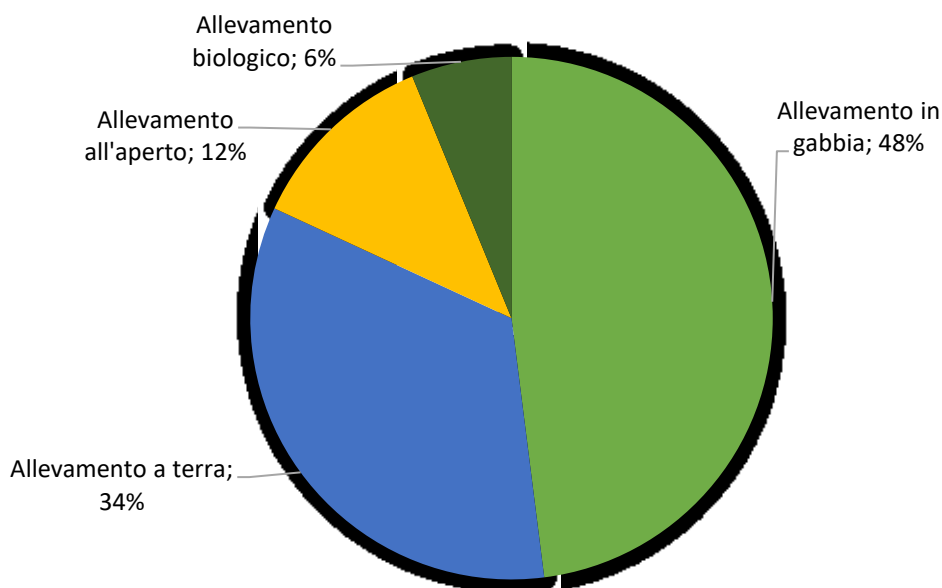


Figura 1. Produzione di uova a livello mondiale e ripartizione delle uova per paese sul totale (FAO 2018)

Grazie alle norme di commercializzazione e attraverso le misure di sostegno dei mercati, gli allevatori europei allevano oltre 360 milioni di galline ovaiole che producono 6,7 milioni di tonnellate di uova all'anno di cui circa 6,1 milioni di tonnellate sono destinate al consumo e le restanti sono "uova fecondate" o "uova da cova" (Ismea, 2021).

In Europa (escluso il Regno Unito), al 2020, quasi la metà delle galline è allevata in gabbia, mentre le rimanenti, circa 193,6 milioni, sono allevate con sistemi che non prevedono l'uso di gabbie e, nello specifico, il 33% viene allevato in sistemi definiti a terra, il 12% in allevamenti all'aperto e il 6% con sistema di produzione biologico (Figura 2).



Fonte: Stati membri; metodi di produzione comunicati secondo il regolamento UE 2017/1185 della Commissione Europea

Figura 2. Ripartizione delle galline allevate in Europa* nel 2020 in funzione delle diverse tipologie di allevamenti ai sensi del regolamento europeo 2017/1185 della Commissione Europea (Commissione Europea 2021)

*Europa senza Regno Unito

A livello europeo, la Germania alleva il maggior numero di galline ovaiole seguita da Polonia, Francia, Spagna e, al quarto posto, dall'Italia. La Germania alleva gran parte delle galline in sistemi di allevamenti a terra (circa il 60% delle galline totali), mentre Polonia e Spagna utilizzano soprattutto gabbie arricchite (Figura 3).

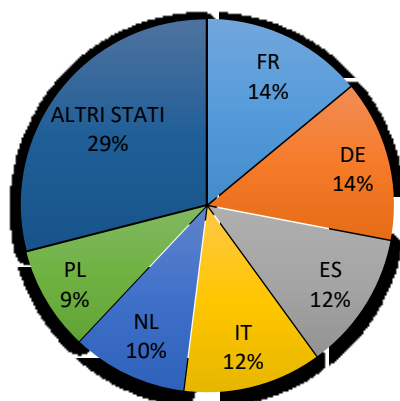
Number of laying hens by farming method (maximum capacity) according to notifications under Commission Implementing Regulation (EU) 2017/1185, Art. 12(b) - Annex III.10

Member State (MS)	2020		% by farming method in respective country			
	Total laying hens in MS	% MS / EU	% enriched	% barn	% free range	% organic
DE	56,260,281	15.1%	5.6%	60.1%	21.2%	13.0%
PL	50,150,219	13.5%	81.0%	13.7%	4.4%	0.8%
FR**	48,255,709	13.0%	54.1%	11.7%	23.0%	11.2%
ES	47,129,970	12.7%	77.6%	13.0%	8.0%	1.4%
IT	41,047,911	11.0%	42.0%	49.5%	3.7%	4.9%
NL	33,126,050	8.9%	15.2%	60.6%	17.8%	6.4%
BE	10,735,941	2.9%	37.2%	43.3%	13.6%	5.9%
RO	8,741,379	2.3%	58.8%	33.0%	6.6%	1.7%
PT	8,732,646	2.3%	86.2%	10.7%	2.8%	0.4%
SE	8,725,649	2.3%	5.5%	76.1%	3.7%	14.7%
HU	7,501,107	2.0%	71.0%	28.0%	0.7%	0.3%
AT	7,119,691	1.9%	0.0%	61.0%	26.5%	12.5%
CZ	7,111,571	1.9%	67.6%	30.9%	1.0%	0.4%
BG	5,505,594	1.5%	71.0%	25.3%	3.6%	0.0%
EL**	4,616,611	1.2%	77.3%	12.2%	5.1%	5.4%
FI	4,504,894	1.2%	50.5%	39.3%	3.2%	7.1%
DK	4,366,464	1.2%	12.6%	48.4%	8.0%	31.0%
IE**	3,651,519	1.0%	51.5%	1.1%	43.8%	3.7%
LV	3,255,160	0.9%	75.2%	21.5%	3.0%	0.2%
SK	3,154,986	0.8%	76.7%	21.0%	2.1%	0.2%
LT	2,837,711	0.8%	83.2%	15.9%	0.3%	0.6%
HR	2,316,358	0.6%	61.9%	34.1%	3.6%	0.4%
SI	1,450,580	0.4%	24.3%	55.1%	18.1%	2.6%
EE	1,122,167	0.3%	81.7%	9.5%	4.0%	4.7%
CY	535,865	0.1%	71.4%	17.2%	9.6%	1.8%
MT	360,585	0.1%	99.4%	0.6%	0.0%	0.0%
LU	103,720	0.0%	0.0%	75.6%	0.0%	24.4%
TOTAL	372,420,338	100%	48.0%	33.9%	11.9%	6.2%

** 2019 data

Figura 3. Numero di galline allevate nei diversi Stati europei distribuite nei diversi sistemi di allevamento (Commissione Europea 2021)

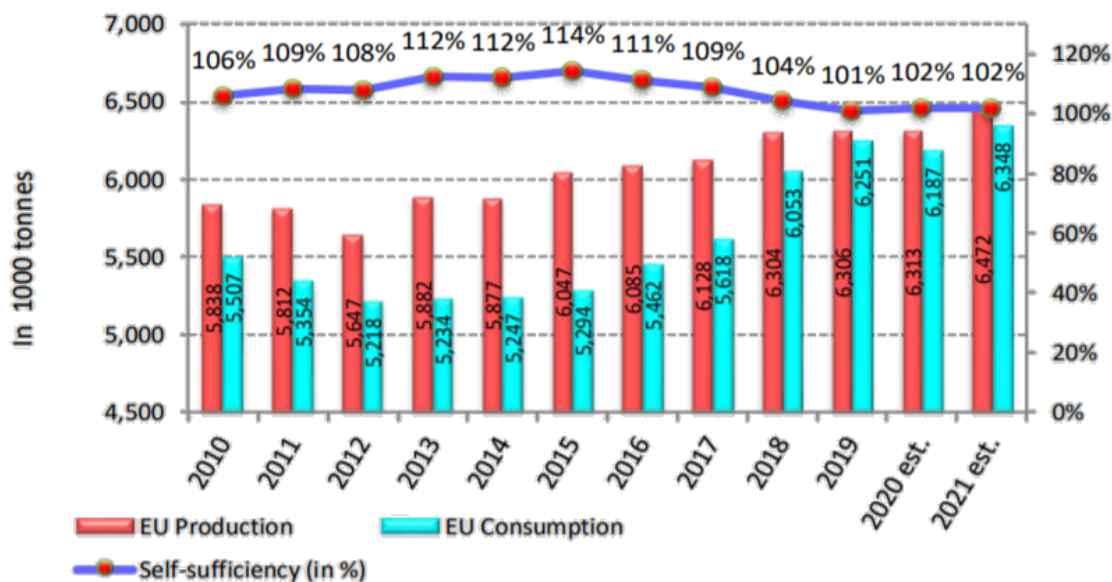
A livello di produzione nel 2020 Germania e Francia, seguite da Spagna e Italia, sono stati i maggiori produttori di uova da consumo e uova fecondate producendo assieme il 52% della produzione totale. (Figura 4).



La produzione include le uova da consumo e le uova fecondate

Figura 4. Produzione di uova nei diversi stati europei* nel 2020. Uova totali = 6945 (+0,8% in più del 2019) (Commissione Europea 2021) (FR: Francia, DE: Germania, ES: Spagna, IT: Italia, NL: Paesi Bassi, PL: Polonia)
*Europa senza Regno Unito

Secondo i dati della Commissione Europea, la produzione di uova e il loro consumo dal 2010 ad oggi sono di gran lunga aumentate garantendo sempre un'autosufficienza superiore al 100% (Figura 5).



Source : DG AGRI EU Agricultural Outlook
The outlook report does not include hatching eggs

* EU without UK

Figura 5. Produzioni e consumi di uova in Europa dal 2010 ad oggi (Commissione Europea 2021)

L'Unione Europea ha adottato una serie di norme per la commercializzazione delle uova che garantiscono sempre una qualità costante ed elevata del prodotto ai consumatori. I regolamenti sono dettagliati e le uova, per essere commercializzate all'interno dell'Unione Europea, devono essere classificate per qualità e peso, confezionate, immagazzinate, trasportate e pronte alla vendita al dettaglio; le confezioni e le uova devono essere contrassegnate (Regolamento UE, n.589/2008).

In Italia, la produzione è passata da 4 miliardi di uova prodotte nel 1958 agli attuali 12,5 miliardi pari a circa 796 mila tonnellate di prodotto. La produzione 2020 è stata realizzata da 41 milioni di galline ovaiole accasate in oltre 2.600 allevamenti concentrati maggiormente al Nord Italia in Veneto, Lombardia ed Emilia Romagna (75% degli animali allevati) (Figura 6).



Figura 6. Distribuzione del numero di galline allevate in Italia (Ismea 2021)

Secondo i dati registrati in Anagrafe Nazionale (Figura 7), nel 2020 il 49% dei capi in Italia è stato allevato "a terra", il 42% in allevamenti con "gabbie arricchite", il 4% in allevamenti all'aperto e il 5% in allevamenti biologici situati soprattutto in Emilia Romagna. Risulta in calo rispetto agli anni precedenti, e inferiore alla media europea, il numero di uova prodotte in allevamenti di galline allevate in gabbie arricchite.

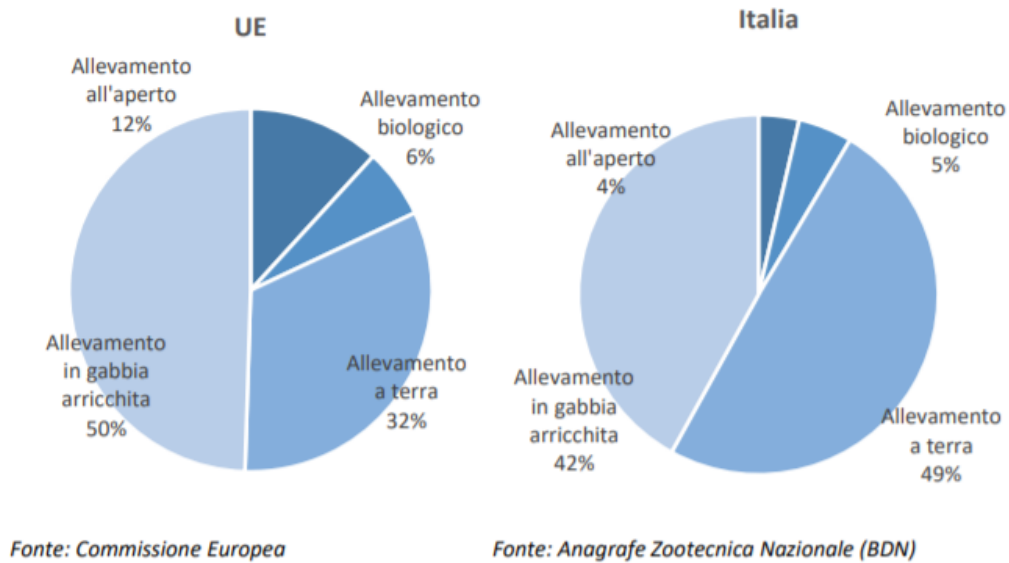


Figura 7. Ripartizione dei capi in allevamento per tipologia di allevamento in Italia e in Unione Europea, anno 2020 (Ismea 2021)

Più della metà degli allevamenti presenti sul territorio italiano sono di grandi dimensioni con più di 1000 capi allevati, mentre solo il 9% allevano tra i 250 e i 1000 capi.

Il consumo procapite nazionale annuo è pari a 219 uova fra consumo diretto e indiretto (circa il 40% del prodotto viene usato nell'industria di trasformazione sotto forma di ovoprodotti). Grazie alla forte spinta di crescita avuta in questo settore, la produzione di uova interna al paese permette una piena autosufficienza e lo porta ad essere l'unico settore della zootecnia italiana ad essere autosufficiente.

Sistemi di allevamento per le galline ovaiole: transizione al cage-free

L'allevamento della gallina ovaiole è caratterizzato dall'utilizzo di ibridi che producono uova a guscio bianco o pigmentato a partire dall'età di 16–17 settimane (fase pollastra) fino a circa 72–80 settimane (fase ovaiole) a seconda della produttività dell'animale e dalla situazione del mercato. Gli animali arrivano in allevamento tutti assieme e vengono eliminati tutti contemporaneamente a fine ciclo produttivo.

L'allevamento della gallina ovaiole si è diffuso e si è intensificato sfruttando l'utilizzo della gabbia come sistema di stabulazione. Tuttavia, come spiegato da Meluzzi (2015), negli anni '80 in Europa si sono venuti a formare movimenti di opinione che hanno messo sotto accusa il sistema di allevamento in gabbia della gallina ovaiole in quanto l'animale veniva così sfruttato e costretto a vivere in cattività forzata e in condizioni innaturali. Questi movimenti hanno portato all'approvazione da parte della *Comunità Economica Europea* della Direttiva 88/166 relativa alla protezione delle ovaiole allevate in batteria. La Direttiva definiva i requisiti specifici che le gabbie erano tenute a rispettare per poter essere utilizzate, garantendo il principio che ogni animale deve avere un ricovero, essere alimentato correttamente e ricevere cure appropriate a seconda dei suoi fabbisogni fisiologici ed etologici.

Questa direttiva è stata abolita con l'entrata in vigore della Direttiva UE 1999/74 recepita in Italia dal DL 267/2003. La direttiva 1999/74/CE stabilisce le norme minime di protezione delle galline ovaiole. Queste non sono applicate solo agli stabilimenti con meno di 350 galline o a stabilimenti di galline ovaiole riproduttrici. In questa direttiva viene anche data la definizione di galline ovaiole che è “le galline della specie *Gallus gallus*, mature per la deposizione di uova, allevate ai fini della produzione di uova non destinate alla cova” (Gazzetta ufficiale delle Comunità europee, 1999). A partire dal 1° gennaio 2002 gli impianti di allevamento degli stati membri che siano essi nuovi, ristrutturati o messi in funzione per la prima volta, dovevano soddisfare dei requisiti specifici di spazio e attrezzature per le galline ovaiole al loro interno. L'articolo 5 della direttiva prevedeva che gli stati membri provvedessero affinché dal 1° gennaio 2012 fosse vietato l'utilizzo e l'allevamento di galline in gabbie non modificate.

La Direttiva regola la produzione delle uova da consumo secondo tre tipologie di sistemi di allevamento della gallina ovaiole: allevamento in gabbie convenzionali (non modificate), allevamento in gabbie arricchite o modificate e allevamento con sistemi alternativi alla gabbia cioè allevamento “a terra”, inclusi gli aviari o voliere, “all'aperto” e biologico. Questo ultimo è regolato da specifica normativa.

A seguito di queste leggi, è stato imposto l'obbligo di riportare sugli imballaggi e sulle uova un codice alfanumerico che permette di identificare il sistema di allevamento utilizzato dalla ditta produttrice, oltre a stato di produzione, codice Istat del comune di ubicazione dell'allevamento, sigla della provincia dell'allevamento e codice identificativo dell'allevamento di produzione. I sistemi di

allevamento sono così codificati: 0 = allevamento biologico; 1 = allevamento all'aperto; 2 = allevamento a terra; 3 = allevamento in gabbia.

Allevamento in gabbia convenzionale

Questo tipo di allevamento è uno dei più diffusi al mondo, ma con la Direttiva 1999/74, a partire dal 2003 in Europa non è stato più possibile costruire nuovi allevamenti con gabbie convenzionali e l'utilizzo delle gabbie convenzionali è stato vietato a partire dall'1 gennaio 2012.

Nell'allevamento in gabbia convenzionale (Figura 8 e Figura 9) erano allevate dalle 4 alle 5 galline per gabbia con 550 cm² di superficie per gallina, un dispositivo per accorciare le unghie utile per soddisfare un'esigenza comportamentale dell'animale. Rispetto ad un allevamento a terra, questo sistema consentiva di allevare una maggiore densità di animali per m², utilizzava diverse file di gabbie (da 4–6 a 8–12), riducendo o eliminando quasi del tutto il contatto tra gli animali e le proprie feci, avendo così una minore incidenza di malattie parassitarie. Ulteriori vantaggi di questo allevamento erano una maggiore produttività delle galline con minore incidenza di uova sporche, maggiore salubrità del prodotto e una migliore efficienza alimentare legata al ridotto utilizzo di alimento per il mantenimento. L'utilizzo di questo sistema facilitava la cattura delle galline a fine ciclo permettendo l'impiego di minore manodopera.

L'allevamento in gabbia convenzionale presentava per contro diversi svantaggi legati ad una maggiore fragilità ossea delle galline per la scarsa attività motoria, una maggiore difficoltà di condizionamento ambientale e maggiori spese di impianto.



Figura 8; Figura 9. Allevamento di galline in gabbia convenzionale

Allevamento in gabbia arricchita

Il sistema di allevamento delle galline in gabbia arricchita (Figura 10) nasce per soddisfare e permettere alla gallina di realizzare comportamenti innati, come appollaiarsi, razzolare, becchettare e scegliere un nido. Per far fronte a queste esigenze all'interno della gabbia è messo a disposizione delle galline un posatoio per l'appollaiamento, un nido per la deposizione delle uova, un'area per razzolare e un dispositivo per accorciare le unghie. Questi accessori devono però rispondere alle esigenze di una produzione intensiva. Di conseguenza, il nido è ricavato da uno spazio della gabbia con pavimento inclinato che permette all'uovo di rotolare fino al nastro uova per la raccolta automatica e separato dal resto della gabbia da una "tenda" di plastica ancorata al soffitto della gabbia stessa. L'area di razzolamento è formata da un tappetino in plastica posizionato sul pavimento di rete.

In commercio sono presenti diverse tipologie di gabbie di diverse dimensioni che permettono di ospitare dalle 10 alle 60 galline (le più diffuse ospitano 20 o 30 galline) e sono disposte completamente sovrapposte al nastro trasportatore della pollina posto sotto ogni piano di gabbie. Le gabbie più utilizzate presentano dimensioni da 240 o 360 cm di lunghezza per 65 cm di profondità e 45 cm di altezza.



Figura 10. Allevamento di galline in gabbia arricchita

Allevamento in sistemi alternativi alla gabbia

L'elemento principale che accomuna questi sistemi di allevamento è che gli animali hanno maggiore libertà di movimento e distrazione e possono realizzare comportamenti tipici di specie.

Il sistema più "tradizionale" utilizzato è rappresentato dall'**allevamento a terra** (Figura 11) su lettiera permanente distribuita prima dell'accasamento delle pollastre che ricopre circa il 60% della pavimentazione. Il restante 40% è coperto da grigliato posto al centro del ricovero appoggiato sopra una fossa biologica per la raccolta delle deiezioni. Grazie alla presenza della fossa di raccolta, la

gestione della lettiera è piuttosto semplice in quanto risulta meno umida per la scarsa presenza di feci. I nidi, individuali e collettivi, sono situati ai lati o al centro del ricovero in una zona poco illuminata in quanto durante la deposizione le galline preferiscono zone di penombra. Ogni lato del ricovero presenta due file sovrapposte di nidi con fondo inclinato per permettere all'uovo di rotolare fino al nastro di raccolta.

Nell'allevamento a "terra" delle galline ovaiole, secondo la Direttiva UE 1999/74, la densità di allevamento è di 9 galline/m². Ogni unità di allevamento ospita all'incirca 10–15.000 ovaiole.



Figura 11. Allevamento di galline a terra

Se è presente un'area esterna alla quale le galline possono accedere attraverso delle aperture, il sistema di allevamento è definito **allevamento "all'aperto"** (Figura 12). I parchetti esterni presentano vegetazione dove le galline hanno la possibilità di integrare la loro dieta con le essenze vegetali presenti.



Figura 12. Allevamento di galline all'aperto

Un altro sistema, definito a terra, che si sta diffondendo in sostituzione alla gabbia, è quello che prevede l'utilizzo di **voliere o aviari** (Figura 13 e 14). L'aviario è molto simile all'allevamento a terra, ma con la differenza che si sviluppa in altezza e le voliere si distribuiscono su più piani presentando ciascuna una fila di nidi. I piani di grigliato che formano le voliere sono sovrapposti e al di sotto di ognuno è presente un nastro di raccolta delle deiezioni. La pavimentazione è ricoperta da lettiera permanente. Le galline in questo tipo di allevamento hanno la possibilità di muoversi da un piano all'altro della voliera accedendo anche alla zona nidi.

In base alla Direttiva Europea 1999/74, la densità di animali è di 9 soggetti/m² di superficie utilizzabile, potendo sfruttare anche lo spazio in altezza. La densità delle ovaiole presenti aumenta quindi fino a 20–22 capi/m² di ricovero.



Figura 13. Allevamento di galline in voliera o aviario

(Fonte: Stabulario Università degli Studi di Padova, Azienda Agraria Sperimentale "L. Toniolo")

Il Regolamento CE 1804/99 recepito in Italia con il DM 29 marzo 2001 disciplina l'**allevamento** della gallina ovaiole con metodo **biologico**. Secondo i principi generali delle produzioni biologiche, le produzioni animali devono aiutare l'equilibrio dei sistemi di produzione agricola rispondendo alle esigenze nutrizionali delle colture e migliorando la sostanza organica del suolo. La produzione senza terra quindi non è conforme alle norme della produzione biologica.

Gli animali devono avere a disposizione un'area di pascolo e il numero di animali deve essere limitato consentendo una gestione completa tra animale e vegetale riducendo così ogni forma di

inquinamento ambientale. Nella produzione di uova biologiche, le galline impiegate devono essere razze rustiche e autoctone provenienti da allevamenti biologici ma, in mancanza di soggetti sufficienti, è possibile utilizzare pollastre che provengono da allevamenti convenzionali con età inferiore alle 18 settimane.

Le galline allevate con sistema biologico, non possono essere tenute in gabbia ma devono essere tenute all'interno di pollai, con zona di raccolta feci e dotati di parchetti esterni. All'interno del ricovero sono presenti nidi per la deposizione delle uova e ogni nido è sufficiente per 8 galline. Per quanto riguarda i posatoi ogni gallina deve avere a disposizione 18 cm di posatoio. Questi ultimi sono adatti a soddisfare l'esigenza naturale della gallina di appollaiarsi nelle parti più alte e permettono all'animale di isolarsi dall'umidità della lettiera e dal contatto diretto con le deiezioni durante la notte.

Ogni ricovero può avere una superficie massima di 1.600 m² e contenere massimo 3.000 galline (densità di capi 6 capi/m²). Ogni gallina ha a disposizione anche uno spazio esterno di 4 m² al quale accede tramite delle aperture.

Transizione al cage – free: Iniziativa dei Cittadini Europei “End the cage age”

A livello europeo, l'opinione pubblica ritiene che la tutela del benessere degli animali negli allevamenti sia molto importante e che sia necessario un miglioramento rispetto all'attuale condizione (Commissione europea, 2016). Oltre un milione di cittadini europei ha dimostrato un forte interesse e ha sottoscritto l'iniziativa “*End the Cage Age*” riguardante il miglioramento dello standard del benessere degli animali negli allevamenti dell'Unione Europea (IEEP, 2020). Questa iniziativa ha come obiettivo quello di eliminare negli allevamenti di grandi dimensioni l'utilizzo delle gabbie nell'allevamento per galline ovaiole, pollastre, polli da carne, quaglie, anatre, oche e conigli, oltre che l'impiego di box parto per le scrofe e di cuccette individuali per vitelli. Questi cambiamenti potrebbero influire positivamente sul benessere animale e di conseguenza migliorare l'opinione pubblica sugli allevamenti di grandi dimensioni.

Le recenti pubblicazioni di Farm to Fork and Biodiversity Strategy (2019) hanno influenzato il settore agricolo europeo, che ha ricevuto un forte segnale di spinta verso il cambiamento, a livello di produzione e di consumi con la richiesta dei consumatori per prodotti alternativi a quelli di origine animale.

Il report dell'*Institute for European Environmental Policy* (IEEP, 2020) ha messo in luce il contributo che l'allevamento cage free può dare a livello europeo, realizzando gli obiettivi di sostenibilità che l'Europa si è impegnata a raggiungere entro il 2030. All'interno del report sono inoltre riportati i vantaggi e i costi che comporta la transizione al cage free considerando il benessere degli animali, gli aspetti ambientali e quelli socio-economici. Tuttavia, per poter raggiungere questi potenziali

obbiettivi sono necessari ulteriori sviluppi. E quindi indispensabile un'ampia cooperazione tra le parti interessate lungo tutta la catena di produzione e i consumatori, in modo da poter raggiungere il benessere degli animali in modo ecologicamente ed economicamente sostenibile.

Benessere e salute delle galline nei sistemi cage – free

I sistemi cage – free forniscono alle galline ovaiole una maggiore disponibilità di spazio, disponibilità di posatoi e lettiera, permettendo all'animale di assumere comportamenti specie-specifici. D'altra parte, questi sistemi di allevamento possono compromettere lo stato di benessere dell'animale se non utilizzati correttamente dallo stesso: lesioni sternali e disturbi al cuscinetto del piede, plumofagia e affollamenti all'interno dei nidi (EFSA, 2005; Rodenburg et al., 2008; Sandilands et al., 2009; Heerkens et al., 2016). Fra tutti, l'apparato più sensibile a danni negli allevamenti cage free è quello scheletrico soprattutto quando si fa riferimento alla gallina ovaiole e alla produzione di uova.

Come da descrizione di Schiavone (2009), lo scheletro presenta diverse funzioni quali sostegno del corpo, locomozione, accumulo e cessione di sali minerali, protezione degli organi interni e funzione emopoietica (produzione di elementi ematici). Le ossa dello scheletro degli avicoli domestici, sono leggere e tra queste troviamo ossa piatte, spugnose e le ossa lunghe collegate all'apparato respiratorio attraverso diverticoli.

La matrice del tessuto osseo viene classificata sulla base del metabolismo dei sali minerali, soprattutto del calcio, in labile e non labile dividendo le ossa in ossa labili e non labili. Tra le prime rientrano: tibia, femore, ossa pubiche, ulna, scapola, costole, sterno, ileo e ischio, mentre tra le ossa non labili cranio, metatarso e zampe. Un altro criterio di classificazione è la struttura delle ossa a fine sviluppo ulteriormente divise in: osso compatto, osso spugnoso e tessuto osseo midollare situato nell'osso midollare.

Una caratteristica delle femmine di volatili durante l'ovodeposizione è la presenza di questo terzo tipo di osso formato da trabecole ossee localizzate nella cavità midollare delle ossa lunghe occupandone più o meno completamente il lume. Le trabecole ossee sono caratterizzate dalla presenza di cellule che intervengono in modo attivo nel bilancio di ioni minerali destinati all'ovulazione, sotto l'azione di ormoni specifici come paratormone e calcitonina. Gli ormoni secreti nell'ovaio dai follicoli in accrescimento (sistema endocrino) controllano la produzione di osso midollare. Questo tipo di tessuto osseo è rapidamente demolito (osso labile) e quindi non ha funzioni meccaniche, ma di riserva di minerali, soprattutto di calcio, essenziali per formazione dell'embrione e del guscio dell'uovo. Il calcio, sotto forma di carbonato, è la componente principale del guscio dell'uovo e proviene per il 65–75% dall'alimento e per il 25–35% dall'apparato scheletrico (Castellini,

2002). La gallina ovaiole necessita di 3 g di calcio al giorno, il 5% della dieta sarà costituito da calcio che sarà quindi sufficiente alla formazione del guscio dell'uovo.

Una carenza di calcio nell'organismo porta ad un minor consumo di mangime, minor accrescimento e, nelle galline ovaiole, riduzione dello spessore del guscio delle uova e presenza di osteoporosi localizzata soprattutto negli arti inferiori, che risultano fragili e non in grado di sostenere il peso dell'animale. Al contrario, un eccesso di calcio riduce notevolmente il grado di acidità intestinale.

In quanto allo sterno, questo è una grande lamina ossea schiacciata in senso dorsoventrale con superficie dorsale concava e convessa la superficie ventrale. Forma e dimensione dello sterno variano a seconda dell'attitudine al volo dell'uccello dal momento che esso riceve le inserzioni dei muscoli alari. La superficie di inserzione dei muscoli allo sterno è ampliata dalla carena molto sviluppata nei buoni volatori, che sporge centralmente con direzione ventrale finendo caudalmente con il processo xifoideo. Lo sterno cranialmente si articola con l'osso coracoide. Generalmente lo sterno nelle galline si presenta dritto senza avvallamenti, deviazioni o altre anomalie palpabili. Heerkens et al. (2016) hanno invece osservato che le lesioni sternali possono raggiungere livelli elevati colpendo dal 56% al 97% nelle galline ovaiole alla fine del ciclo produttivo; secondo altri autori la frequenza delle lesioni allo sterno aumenta con l'età, dal 5,5% ad inizio deposizione fino al 97% alla fine del ciclo produttivo.

Sono stati studiati diversi fattori potenzialmente in grado di provocare lesioni sternali quali: il tipo genetico, l'alimentazione, i sistemi di allevamento e, nei sistemi alternativi alla gabbia, l'uso dei posatoi, abbeveratoi e rampe (Ferrari, 2019). Questi ultimi elementi influenzano il tasso di atterraggi di successo e sono associati alla prevalenza di disturbi allo sterno (Heerkens, 2016). Inoltre, è importante porre l'attenzione all'elevato fabbisogno di calcio richiesto dalle galline ovaiole durante la produzione. Questo comporta il prelievo di questo minerale dalle ossa lasciandole fragili e deboli (Whitehead e Fleming, 2000; Fleming et al., 2004). Questa condizione porta la gallina ad essere maggiormente soggetta a fratture derivanti sia da collisione con oggetti presenti nella struttura di allevamento, ma anche fratture e deviazioni imputabili ad un'elevata permanenza nella posizione stazionaria (Casey-Trott et al., 2015). Questo non accade in condizioni dove l'animale non è sottoposto ad una produzione continua in quanto le pause nella produzione permettono alla gallina di ricostituire il calcio delle ossa mantenendole più robuste.

Lo sterno, a causa della posizione anatomica prominente, risulta essere il primo punto in cui l'animale si scontra con un oggetto o una superficie in seguito a una caduta o un cattivo atterraggio. È possibile distinguere le fratture e le deviazioni dello sterno. Le prime possono essere considerate il risultato di collisioni ripetute con elementi strutturali dei sistemi di stabulazione; le seconde sembrano derivare principalmente da un carico di pressione prolungato quando l'animale staziona sul posatoio (Sandilands et al., 2009; Pickel et al., 2011; Wilkins et al., 2011). Le deviazioni dello sterno sono anomalie che riguardano la forma dell'osso manifestandosi come deviazione da un

piano rettilineo bidimensionale teoricamente piatto nel piano trasversale o sagittale. La deviazione implica una compressione sulla superficie ventrale della chiglia con deviazione (moderata) da un piano teorico 2D diritto o trasversale (a forma di C) o deviazione (grave) da un piano trasversale (a forma di C) o sagittale mediano (a forma di S) (Saraiva et al., 2019). Le deviazioni minori, spesso non sono causate da rotture, ma hanno origine dalla decalcificazione e dalla pressione dell'osso dello sterno sui posatoi.

È possibile identificare le fratture come curve acute e/o sezioni frammentate dello sterno che possono estendersi dalla zona ventrale alla dorsale sul piano sagittale oppure svilupparsi dalla superficie craniale a quella caudale, o come combinazione delle due situazioni. Una frattura viene identificata tramite la palpazione dello sterno attraverso la presenza di materiale calloso sulla superficie ventrale e laterale derivante dal processo di guarigione rigenerativa nel periodo successivo alla frattura. Le fratture possono essere anche associate a ferite e/o frammentazioni dell'osso. Altre lesioni possono essere più superficiali e riguardare solo il tessuto che circonda lo sterno, come ferite cutanee ed ematomi. È possibile valutare il danno allo sterno esaminando il petto della gallina e facendo scorrere le dita lungo e sopra lo sterno assicurandosi di esaminare anche le estremità dell'osso (Welfare Quality Project, 2019).

Nella valutazione della deviazione dello sterno, viene assegnato il punteggio di 0 nel caso in cui non vi sia presente nessun tipo di deformazione o ispessimento e lo sterno risulta completamente dritto al tatto. Se sono presenti deviazioni come sterno appiattito, piegato o a forma di S in forma lieve, è attribuito un punteggio pari a 1; nel caso in cui la gallina presenti una deformazione grave il punteggio attribuito è quello di 2 (Figura 14).

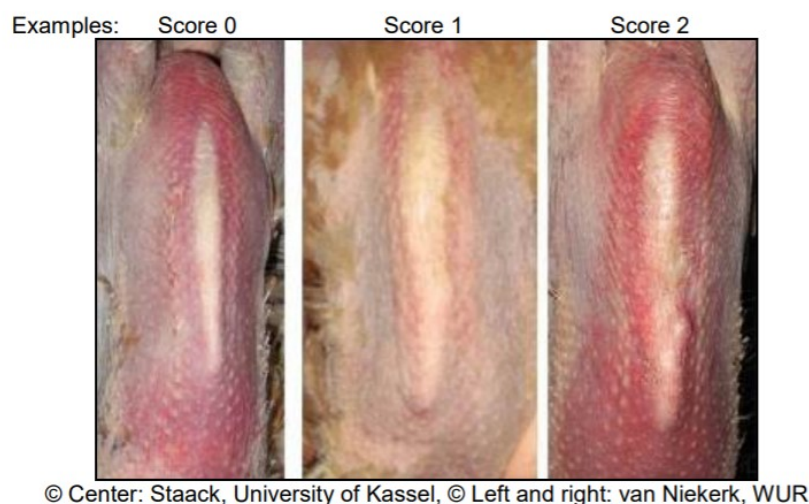


Figura 14. Comparazione di deviazioni dello sterno e assegnazione dei punteggi da 0 a 2
(Fonte: University of Kassel, 2019)

È possibile valutare anche il grado di protrusione con un simile sistema di punteggi, con 0 viene indicato uno sterno normale con assenza di protrusione e il muscolo del petto si presenta rotondo e

ben sviluppato; con 1 ci si riferisce al caso di prominenza da leggera a moderata, e si usa 2 quando il muscolo del petto ha un profilo depresso e lo sterno è gravemente prominente (Figura 15).

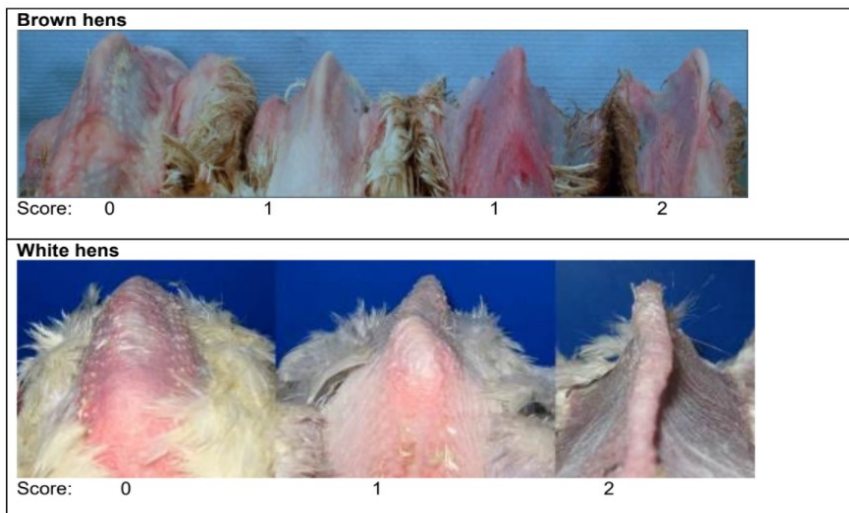


Figura 15. Comparazione e classificazione della protrusione di petti di galline marroni e bianche
(Fonte: University of Kassel, 2019)

In quanto agli arti, il piede delle galline ovaiole dovrebbe risultare liscio e privo di ferite o anomalie, ma a causa di diversi fattori, come il genotipo, la struttura di allevamento e l'igiene, si possono presentare alcuni disturbi che riguardano il cuscinetto plantare, i.e. ipercheratosi, dermatite e bubble foot. L'ipercheratosi è rappresentata da un ispessimento dello strato corneo della pelle del cuscinetto del piede dovuta a una pressione prolungata su di esso quando l'animale è in posizione eretta o quando afferra e si appollaia sui posatoi (Weitzenbürger et al., 2006; Rönchen et al., 2008). La dermatite del cuscinetto del piede è caratterizzata da una lesione infetta dell'epitelio dei cuscinetti metatarsali (Wang et al., 1998). Il bubble foot si presenta come infiammazione e grave gonfiore del cuscinetto del piede causando forte dolore e disagio all'animale (Tauson e Abrahamsson, 1994) che può guarire da solo durante il ciclo produttivo. La causa di questo disturbo può variare nei sistemi cage free e la sua incidenza è legata alla progettazione dei posatoi, alla lettiera e al tipo di ibrido allevato (Abrahamsson e Tauson, 1995; Wang et al., 1998; Weitzenbürger et al., 2006; Pickel et al., 2011).

Un'altra problematica riscontrata nei sistemi cage free è la plumofagia, i.e. la rimozione e l'ingestione di penne fra galline. Normalmente il piumaggio dovrebbe risultare liscio e privo di qualsiasi segno di lesione per poter fornire all'animale una copertura protettiva e isolante per la pelle. La plumofagia è un fenomeno che consiste nel beccare le piume di un altro soggetto; questo è identificabile e misurabile attraverso l'osservazione della copertura del piumaggio nelle zone della testa, collo, dorso e attorno alla cloaca. Per la zona della testa, viene attribuito il valore di 0 se il piumaggio si presenta completo oppure lievemente danneggiato; se invece il danno è moderato e le piume sono danneggiate, ma le aree prive di piume presentano un diametro inferiore ai 2,5 centimetri, allora il

punteggio assegnato è pari a 1. Quando l'area senza piume è maggiore di 2,5 centimetri, allora la valutazione è di 2 (Figura 16).



Figura 16. Galline ovaiole spennate a livello della testa

L'assenza di penne in queste aree è un indicatore dell'aggressività delle galline allevate in allevamento rappresentando anche uno tra i maggiori problemi a livello economico in allevamento, ma non solo. Infatti, l'assenza e la perdita delle piume nella zona dell'addome sono maggiori nelle galline ad alta produzione a causa dell'abrasione che si verifica in allevamento sulle superfici (Welfare Quality Project, 2019).

Nonostante siano stati svolti numerosi studi riguardanti l'insorgenza di questo fenomeno, non sono ancora state identificate delle cause ben definite in quanto tale fenomeno è influenzato da diversi fattori come ambiente, alimentazione, management, stress e paura. Come spiegato nel Welfare Quality Project (2019), la valutazione del benessere delle galline ovaiole in allevamento richiede più competenze per misurare diversi indicatori al fine di fornire una valutazione più completa del benessere degli animali in qualsiasi sistema.

OBIETTIVI

Il cage-free è un sistema di allevamento che al momento, nelle intenzioni dell'Unione Europea e nell'immaginario collettivo dei consumatori, deve sostituire gli allevamenti con gabbie arricchite che, a loro volta, sono stati installati al posto delle vecchie batterie di gabbie (fuori legge dal 2012 secondo la normativa europea, Direttiva 1999/74/EC). Le gabbie arricchite, infatti, non rispondono ancora alle richieste dell'opinione pubblica e delle associazioni animaliste (CIWF, 2018). Questa tendenza è in atto anche in America, dove la California ha già bandito le gabbie a partire dal 2022.

In questi sistemi di allevamento cage-free, gli animali possono esprimere al meglio le loro attitudini comportamentali, quali appollaiarsi, razzolare e becchettare, grazie anche alla presenza di elementi strutturali di diverso tipo (per esempio i posatoi). D'altra parte, nei sistemi cage-free si riscontrano numerose problematiche riconducibili a: difficoltà di controllo degli animali da parte dell'allevatore; difficoltà di movimento degli animali negli spazi a disposizione; difficoltà di adattamento degli animali al momento del trasferimento; disomogenea distribuzione degli animali negli spazi e nei nidi con elevata mortalità, anche per soffocamento; mancata o non corretta utilizzazione dei nidi con conseguenti perdite di uova per rotture; deposizione di uova a terra. Come trattato in introduzione, anche lesioni degli apparati scheletrico e locomotore (quali deviazioni e lesioni sternali, lesioni podali con bubble foot e ipercheratosi), oltre che aggressività fra gli animali (associata a plumofagia e cannibalismo), rappresentano altre problematiche che causano una riduzione del benessere animale in questi tipi di allevamento.

Fatta questa premessa, l'obiettivo della presente tesi sperimentale è stato quello valutare lo stato di benessere di galline ovaiole allevate in un sistema cage-free ad aviario confrontando due tipi genetici diversi e due diverse soluzioni di stabulazione, con maggiore o minore disponibilità di posatoi, dal momento dell'accasamento (17 settimane) fino a 39 settimane di età. Allo scopo, sono stati considerati come indicatori animal based di benessere animale la condizione corporea delle galline ovaiole e la presenza di lesioni di diverso tipo. Inoltre, è stata valutata l'utilizzazione della struttura da parte degli animali in termini di distribuzione delle galline e della deposizione delle uova nelle diverse parti dell'aviario. Infine, per valutare la facilità di movimento nella struttura sono state considerate le collisioni con elementi strutturali e altri animali durante gli spostamenti nell'aviario nel corso della giornata nelle prime fasi di allevamento, laddove queste collisioni sono potenzialmente correlate con la presenza di lesioni sternali e nelle fasi iniziali indicano anche la capacità di adattamento degli animali alla nuova struttura.

MATERIALI E METODI

Approvazione etica

Lo studio è stato approvato dall'Organismo per la Protezione del Benessere Animale, OPBA dell'Università di Padova (project 28/2020; Prot. n. 204398). Tutti gli animali sono stati gestiti seguendo i principi della Direttiva EU 2010/63/EU, riguardante la protezione degli animali a fini scientifici e di sperimentazione. Tutto il personale coinvolto per la gestione degli animali era personale addestrato (dottorandi o studenti delle lauree triennale e magistrale in Scienze e Tecnologie animali) o laureati in Medicina Veterinaria.

Strutture di stabulazione

La prova è stata svolta presso l'Azienda Agraria Sperimentale "L. Toniolo" dell'Università di Padova (Figura 17). La stalla era provvista di ventilatori ad estrazione e cooling system per il raffrescamento dell'aria che sono stati programmati per mantenere all'interno del capannone 18–25°C, 40–60% di umidità relativa.



Figura 17. Stalla galline ovaiole nell'azienda agraria sperimentale "L. Toniolo"

All'interno era presente una voliera a tre piani articolata in 8 moduli separati (dimensione singolo modulo 2,40 m x 2,25 m x 3,00 m), ciascuno dei quali poteva ospitare un numero massimo di 225 animali per una densità di 9 galline/m² di superficie utile a disposizione (inclusa la superficie dei piani dell'aviario) (Figura 18).



Figura 18. Singolo modulo

Ogni modulo era equipaggiato con 4 nidi collettivi (2 adiacenti sul primo piano e 2 adiacenti sul secondo piano) adatti per 60 galline/nido. (Figura 19).



Figura 19. Nidi del primo e del secondo piano dell'aviaro

La voliera era equipaggiata con nastri per la raccolta delle uova adiacenti ai nidi collettivi (Figura 20) e nastri sottostanti ogni piano di voliera per la raccolta delle deiezioni. (Figura 21).

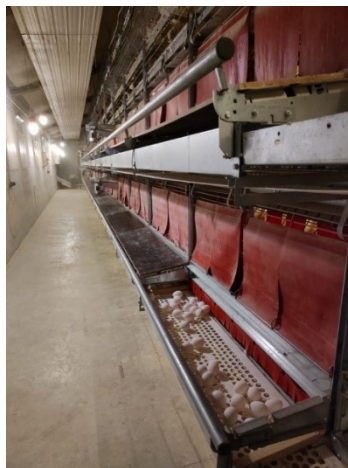


Figura 20. Retro della struttura con nastro uova



Figura 21. Nastri per la raccolta delle feci, zona di inizio e fine del nastro

Il nastro della raccolta delle uova permetteva la raccolta separata delle uova deposte in ciascun piano di ciascun modulo e per singolo nido. (Figura 22).



Figura 22. Nastro per la raccolta separata delle uova deposte per singolo nido

Ogni modulo era equipaggiato con posatoi che venivano utilizzati dagli animali per muoversi fra i tre piani e la superficie a terra. (Figura 23).



Figura 23. Posatoi fra i piani dell'aviario

La distribuzione del mangime in mangiatoie lineari e quella dell'acqua in abbeveratoio a goccia erano automatizzate. Erano presenti all'interno dello stabulario due file di mangiatoie su tutti e tre i piani dell'aviario ed una sola fila di abbeveratoi automatizzati a goccia sul primo e sul secondo piano. (Figura 24).



Figura 24. Mangiatoie lineari e abbeveratoi a goccia con tazzina

Metà dei moduli era stata attrezzata con una parete formata da posatoi aggiuntivi, disposti ad altezze diverse (30 cm, 60 cm, 90 cm, 120 cm), assente nei restanti moduli. Questi posatoi permettevano alle galline una maggiore attività all'interno del modulo (Figura 25).



Figura 25. Parete attrezzata e parete non attrezzata con videocamera

Il sistema è stato inoltre attrezzato per il monitoraggio da remoto con un sistema di videosorveglianza in tempo reale che utilizzava 48 telecamere Infrared mini-dome 4 mp con obiettivo fisso da 36 mm, risoluzione 1080 p, grado di protezione IP67 (HAC-HDW1220MP; Zhejiang Dahua Technology Co., Ltd.; Hangzhou, Cina). Le telecamere sono installate su un solo lato dell'aviario e posizionate in modo da registrare gli animali a terra, al piano inferiore e al piano superiore dell'aviario (incluso il terzo livello) oltre che l'interno dei nidi.

Animali e disegno sperimentale

Sono state accasate 1800 pollastre, ibridi commerciali, 900 Lohmann White LSL e 900 Hy-Line Brown a 112 giorni di vita (17 settimane di età; arrivo il 12 luglio 2021). Le galline sono state accasate negli 8 moduli disponibili, collocando 225 galline per singolo modulo (Figura 26).



Figura 26. Vista delle galline nei moduli dell'aviario: Hy-Line Brown (a sinistra) e Lohmann White LSL (a destra).

Gli animali sono stati accasati secondo un disegno sperimentale bifattoriale che prevedeva la combinazione di due genetiche e due tipi di parete attrezzata, in modo da avere quattro gruppi sperimentali con 2 repliche per ogni gruppo sperimentale (Tabella 1).

Tabella 1. Organizzazione dei gruppi sperimentali e repliche

Gruppi sperimentali e repliche	Fattore principale	Gruppo controllo	Gruppo sperimentale
2 tipi genetici (4 repliche/moduli)	Genetica	Hy-Line Brown (HB)	Lohmann White LSL (LW)
2 tipi parete attrezzata (4 repliche/moduli)	Arricchimento parete	Parete non attrezzata (N)	Parete attrezzata con trespoli supplementari (S)
4 gruppi sperimentali (2 repliche/moduli per gruppo)			

Periodi sperimentali e gestione dell'allevamento

Gli animali, accasati a 112 giorni di età, saranno mantenuti in allevamento fino alla macellazione commerciale (prevista per il mese di Giugno 2022).

Dall'arrivo degli animali, sono stati distinti tre periodi:

1. *fase di accasamento*, dalle 17 alle 20 settimane di età;
2. *fase iniziale di deposizione*, dalle 19 alle 23 settimane di età;
3. *fase di ovodeposizione*, dalle 24 alle 39 settimane di età. La settimana di inizio (24 settimane di età) è stata definita in funzione della percentuale di ovodeposizione, considerando come minimo il raggiungimento dell'80% di ovodeposizione.

Nel corso dell'allevamento, il **programma luce** è stato impostato in funzione della data di accasamento degli animali (12 luglio 2021) e dell'illuminazione nell'allevamento di provenienza (luce naturale) come riportato in Tabella 2. Le ore di luce totali durante la giornata a partire dalla 17° settimana erano 16. Sono state portate a 16,5 ore nella settimana 18, allo scopo di stimolare sessualmente le galline che erano già state sottoposte a un programma luce crescente di tipo naturale. Tuttavia, a partire dalla settimana 31, è stata prevista una riduzione a 16 ore con l'obiettivo di controllare l'eventuale effetto negativo del numero di ore di luce sull'aggressività degli animali sottoposti a un fotoperiodo con un numero di ore di luce eccessivo. Secondo il manuale per la corretta gestione delle galline Hy-Line Brown, quando queste galline vengono allevate in un sistema che prevede l'utilizzo della voliera è consigliato, come è stato fatto durante la prova, utilizzare un sistema di spegnimento delle luci che simuli il tramonto per incoraggiare gli animali a salire nelle zone rialzate dell'aviario durante la notte. Inoltre, la stimolazione luminosa deve essere prolungata per tutto il periodo del picco di produzione raggiungendo le 16 ore di illuminazione a circa 30 settimane di età. Secondo il manuale per la corretta gestione delle galline Lohmann White LSL, 14–16 ore di luce a partire dalla 25° settimana devono essere mantenute fino alla fine della produzione.

Nel sistema utilizzato, l'accensione delle luci è stata impostata alle ore 05:00 della mattina con spegnimento alle ore 21:00, fatto salvo il periodo 18–30 settimane di età in cui le luci si spegnevano alle ore 21:30. L'accensione è stata programmata con effetto alba e tramonto, quindi accensione e spegnimento graduali.

In quanto ai nidi, dalla 17 alla 27° settimana di età, sono stati tenuti sempre aperti. Nelle settimane successive, l'apertura è stata impostata alle ore 05:15 e la chiusura alle ore 17:15. Queste operazioni erano automatizzate e gestite dalla centralina del sistema operativo in stalla.

Tabella 2. Programma di illuminazione e apertura nidi negli 8 moduli dell'aviaro

Settimana di età	17	18-27	28	30	31	32	33	34	35	39
Data (lunedì)	12/07/21	19/07/21	30/09/21	11/10/21	18/10/21	25/10/21	01/11/21	08/11/21	15/11/21	13/12/21
Ore di luce	16	16,5	16,5	16,5	16	16	16	16	16	16
Accensione luci (h)	05:00	05:00	05:00	05:00	05:00	05:00	05:00	05:00	05:00	05:00
Spegnimento luci (h)	21:00	21:30	21:30	21:30	21:00	21:00	21:00	21:00	21:00	21:00

Apertura nidi (h) Moduli 1-4	sempre tutto aperto	Nidi chiusi durante la notte apertura 05:15 chiusura 17:15
---------------------------------	---------------------	--

Apertura nidi (h) Moduli 5-8	sempre tutto aperto	Nidi chiusi durante la notte apertura 05:15 chiusura 17:15
---------------------------------	---------------------	--

La distribuzione del mangime, anch'essa automatizzata, è stata effettuata in cinque momenti della giornata: ore 05:10, 09:00, 13:00, 16:30 e 19:00. Le diete utilizzate e la loro composizione nutrizionale è stata scelta in funzione delle diverse esigenze nelle fasi di accasamento e ovodeposizione e mediando fra gli standard dei due tipi genetici utilizzati (Lohmann Tierzucht GmbH, 2016; Hy-Line 2018).

In Tabella 3 sono riportate le formule, in termini di materie prime utilizzate, con relativo del periodo di somministrazione da cartellino delle diete utilizzate.

Tabella 3. Caratteristiche dei mangimi utilizzati nel corso della prova

<u>Periodo di somministrazione</u>	<u>Ingredienti e composizione chimica (da cartellino)</u>
<u>Mangime predeposizione pollastre</u>	Granturco, mangimi a base di farina di semi di soia decorticati (da soia ogm), farina glutinata di granturco, carbonato di calcio (da rocce calciche macinate), farinaccio di frumento, semi di soia tostata (da soia ogm); crusca di avena, fosfato monocalcico, trebbie essiccate di distilleria, olio vegetale di soia, zeolite, bicarbonato di sodio, cloruro di sodio. Vitamine pro-vitamine e sostanze ad effetto analogo chimicamente ben definite; composti di oligoelementi; aminoacidi, loro sali analoghi, promotori della digestione. Proteina grezza:17,8%; Grassi grezzi: 4,3% ; Fibra grezza: 3,6%; Ceneri grezze: 8,6%; Calcio: 1,90%; Fosforo: 0,70%; Lisina: 1,02%; Metionina: 0,42%; Sodio: 0,15%
<u>Mangime deposizione ovaiole</u>	Granturco, mangimi a base di farina di semi di soia decorticati (da soia ogm), farina glutinata di granturco, carbonato di calcio (da rocce calciche macinate), farinaccio di frumento, semi di soia tostata (da soia ogm); crusca di avena, fosfato monocalcico, trebbie essiccate di distilleria, olio vegetale di soia, bicarbonato di sodio, cloruro di sodio; vitamine pro-vitamine e sostanze ad effetto analogo chimicamente ben definite; composti di oligoelementi; aminoacidi, loro sali analoghi, promotori della digestione. Umidità: 17,0%; Proteina grezza: 18%; Grassi grezzi: 4,4%; Fibra grezza: 3%; Ceneri grezze: 14,2%; Calcio: 4,10%; Fosforo: 0,65%; Lisina:1,06%; Metionina: 0,33%; Sodio: 0,15%

Rilievi sperimentali

In ogni periodo, sono stati programmati specifici rilievi per valutare l'effetto dei fattori testati, come di seguito riassunto per singola fase.

Fase di accasamento (17–20 settimane di età)

1. Rilievo della distribuzione degli animali nelle diverse parti dell'aviario tramite osservazione diretta da remoto dopo lo spegnimento delle luci per valutare la localizzazione degli animali durante il riposo notturno.
2. Rilievo della distribuzione degli animali nelle diverse parti dell'aviario tramite osservazione diretta in presenza delle ore meridiane di attività delle galline per valutare la loro distribuzione nell'aviario e l'utilizzazione delle diverse parti dello stesso.
3. Rilievo delle cadute e collisioni fra animali e struttura come conseguenza dello spostamento da una parte all'altra dell'aviario. Questa misura è stata fatta per valutare la capacità di spostamento/adattamento degli animali.
4. Rilievi sugli animali per la valutazione della condizione corporea: peso vivo, stato del piumaggio, lesioni podali e deviazioni dello sterno.

Fase iniziale di deposizione (19–23 settimane) e fase di ovodeposizione (24–39 settimane di età)

1. Rilievo della distribuzione degli animali nelle diverse parti dell'aviario tramite osservazione diretta in presenza delle ore meridiane di attività delle galline per valutare la loro distribuzione nell'aviario e l'utilizzazione delle diverse parti dello stesso.
2. Rilievi sugli animali per la valutazione della condizione corporea: peso vivo, stato del piumaggio, lesioni podali e deviazioni dello sterno.

3. Rilievo di ovodeposizione, misurando le uova deposte giornalmente nelle diverse parti dell'avaiario (dentro e fuori dai nidi) e distinguendo fra uova buone, rotte e sporche.
4. Rilievo della qualità delle uova, misurando peso, altezza e diametro oltre che eventuali difetti delle uova anche alla speratura.

Di seguito, si presenta la descrizione puntuale dei diversi rilievi, inclusi i tempi di campionamento.

Rilievi sugli animali (Animal based measures)

Dall'arrivo degli animali e per tutta la durata della prova, una volta la settimana nella fase di accasamento (le prime 4 settimane), ogni 15 giorni nella fase iniziale di deposizione e una volta al mese nella fase successiva, è stata effettuata la misurazione del **peso vivo** di circa il 25% degli animali in ogni unità sperimentale (50 per modulo, omogeneamente distribuiti fra i tre livelli di ogni modulo; 400 in totale).

Al momento della pesata, è stata effettuata anche la valutazione dello **stato del piumaggio** su tre zone (collo-testa, groppa posteriore, cloaca; Figura 28) (Bilcik and Keeling, 1999; Van Niekerk et al., 2012). Considerando complessivamente le aree identificate per la valutazione, è stato attribuito un punteggio su scala 0-2: 0, nessun danno o danni limitati al piumaggio; 1, danni moderati al piumaggio con presenza di qualche zona senza piume; 2, presenza di molte zone senza piume (Van Niekerk et al., 2012) (Figura 27). Nella Figura 28, si presenta la copertura di piumaggio riferita solo alla zona-testa collo.

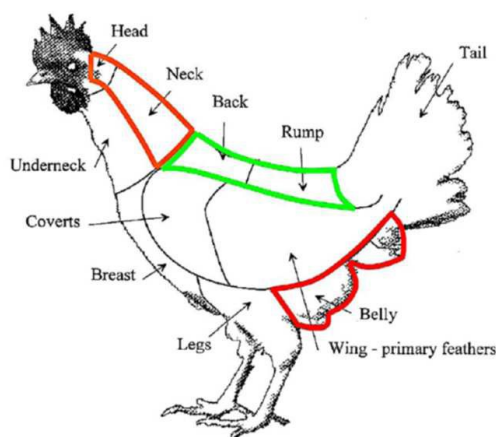


Figura 27. Aree identificate per la valutazione dello stato del piumaggio



Figura 28. A sinistra, situazione di copertura piumaggio normale; al centro e a destra progressivo peggioramento

Sugli stessi animali considerati per la rilevazione del peso e del piumaggio, sono state valutate **lesioni podali** su una scala 0–2: 0, assenza di lesioni; 1, presenza di poche lesioni riconducibili a ipercheratosi o piccole ferite; 2, presenza di più lesioni, incluse quelle riferibili ad un pronunciato gonfiore della zampa visibile anche sul dorso della stessa (bubble foot) (Figura 29). Sono state osservate entrambe le zampe, ma il punteggio è stato attribuito alla zampa che presentava le condizioni peggiori (Van Niekerk et al., 2012).



Figura 29. Zampa che presenta una leggera proliferazione dell'epitelio (a sinistra), zampa con gonfiore pronunciato (a destra)

Sulle stesse galline ovaiole considerate per la rilevazione del peso e delle lesioni, sono state effettuate palpazione ed esame visivo per valutare la **deviazione dell'osso dello sterno** rispetto alla sua condizione normale (Figura 30), secondo una scala binomiale: 0, nessuna deformazione; 1, presenza di deformazione (Butterworth et al., 2009) (Figura 31).



Figura 30. Nessuna deformazione dello sterno (a sinistra) e deformazione dello sterno (a destra) (Butterworth et al., 2009)



Figura 31. Valutazione delle deviazioni dello sterno durante la prova

Rilievo della distribuzione degli animali tramite osservazione diretta

Dall'accasamento e fino alle 39 settimane di età, una volta la settimana alle ore 11:00, è stato misurato il numero di animali presenti su ogni zona dell'aviario contando separatamente gli animali a terra; quelli sul primo e secondo piano, distinguendo fra rete, posatoi, nidi; quelli sul terzo piano, sulla rete e sui posatoi; e quelli sui posatoi, quando presenti, e sui davanzali in legno della parete attrezzata per ogni modulo.

Collisioni

Nella fase di accasamento (prime quattro settimane), è stata programmata una registrazione settimanale (sabato–domenica) della durata di 24 ore per la valutazione del comportamento delle galline ovaiole su ogni modulo e corrispondente parete attrezzata. Queste registrazioni sono state utilizzate per valutare le collisioni fra animali e strutture e i mancati atterraggi degli animali nelle diverse parti dell'aviario. Sono state utilizzate le registrazioni delle telecamere che visualizzavano la zona dell'aviario A TERRA, che davano visione completa di quello che accadeva sulla lettiera a terra e rispetto alle pareti attrezzate (a sinistra nelle due immagini in Figura 32) e ai piani dell'aviario (a destra nelle due immagini in Figura 32).

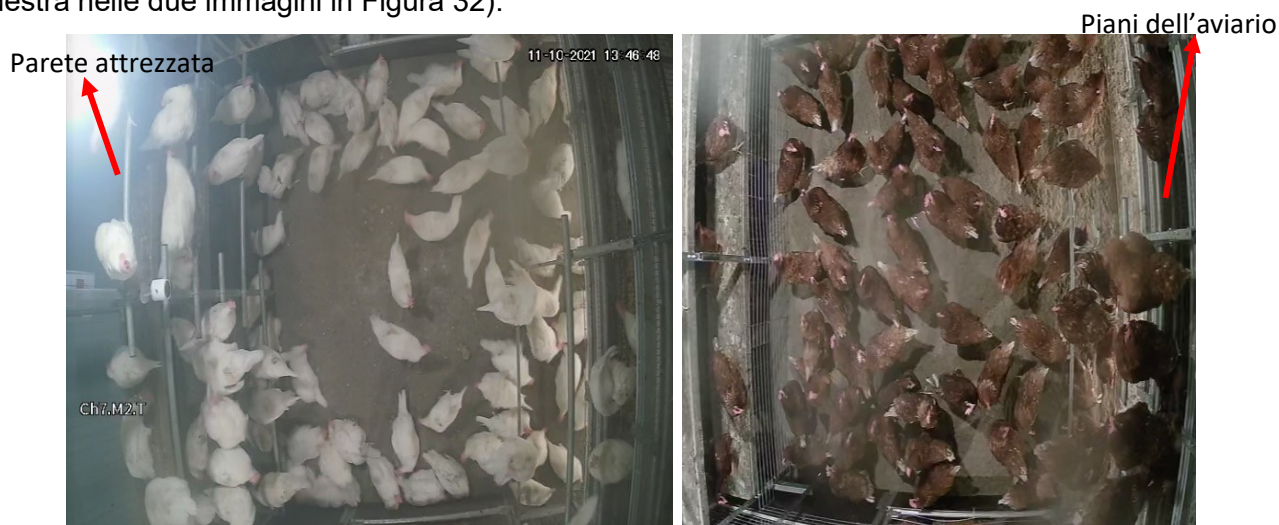


Figura 32. Fotogramma zona "a terra": genetica Lohmann White LSL (a sinistra), genetica Hy-Line Brown (a destra)

Per la presente tesi, sono stati considerati e analizzati i video relativi alla settimana 17 e alla settimana 20 per le ore di luce. Le ore di buio sono state escluse perché, come atteso, gli animali non si muovono durante quelle ore. La raccolta dati ha considerato primi 10 minuti di video di ogni ora per ogni modulo al fine di conteggiare il numero di cadute che hanno dato luogo ad un mancato atterraggio rispetto all'obiettivo della gallina (qualsiasi parte della struttura) e/o collisioni. Il totale delle osservazioni è stato di 10 minuti per 13 ore (dalle ore 9.00 alle ore 21.00) per 8 moduli per le due settimane considerate.

Sono state distinti i mancati atterraggi da parte della gallina (che comportavano scontro con qualsiasi parte dell'aviario o con altri animali) (Stratmann et al., 2019), specificando erano originati da movimento degli animali in salita verso l'aviario o in discesa da questo.

Nel dettaglio per le cadute in discesa è stato rilevato il numero di animali che:

- parte da uno dei 3 piani dell'aviario e cade a terra;
- parte da uno dei 3 piani dell'aviario e cade sui davanzali (arricchimenti);
- parte da uno dei 3 piani dell'aviario e cade sui posatoi (arricchimenti);
- parte da uno dei 3 piani dell'aviario e cade sulla rete di contenimento del modulo o altro elemento dell'aviario (extra).

Per le cadute in salita andava rilevato il numero di animali che:

- da terra cade cercando di salire sull'aviario (indipendentemente dal piano);
- da terra cade cercando di salire sui posatoi (arricchimento);
- dai posatoi/davanzali (arricchimenti) cade cercando di raggiungere l'aviario.

Rilievi sulla produzione e la qualità delle uova

Produzione e qualità delle uova

In tutto il periodo di allevamento dall'inizio della produzione di uova, due volte la settimana (martedì e venerdì) è stato riportato il conteggio di uova buone, uova sporche e uova rotte distinguendo il tipo di frattura da posatoio, buco singolo, frattura a stella, e uovo completamente svuotato per ogni nido di ogni piano dell'aviario, per le uova deposte a terra o sulle reti dei piani e per ogni modulo dell'aviario (Figura 33).

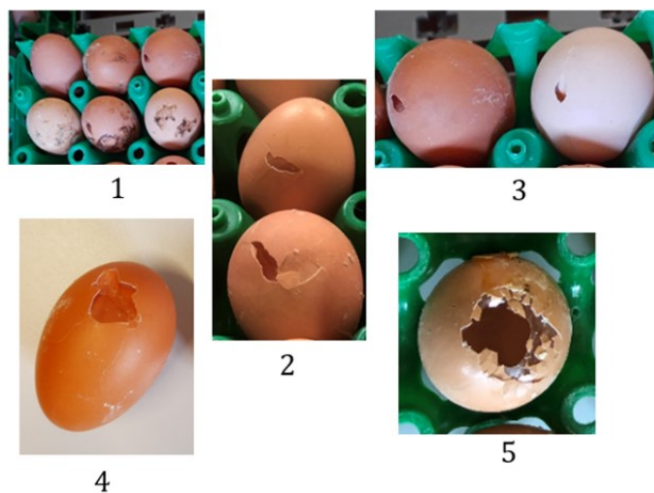


Figura 33. Uova sporche (1), uova con frattura da posatoio (2), uova con frattura da buco singolo (3), uova con frattura a stella (4) e uovo completamente svuotato (5)

A partire dalla settimana 25, una volta ogni 15 giorni, e dalla settimana 31, una volta ogni 4 settimane, su un campione di 100 uova per ogni modulo (per un totale di 800 uova per rilievo) è stata anche effettuata la misurazione delle caratteristiche esterne della qualità delle uova (peso su tutte le uova campionate; altezza e diametro su metà delle uova campionate) e, alla speratura delle uova, l'identificazione di eventuali fratture e/o difetti (su tutte le uova campionate. È stato quindi calcolato l'indice di forma e la superficie (Sirri et al., 2018).

Analisi statistica

La percentuale di ovodeposizione settimanale (rispetto alle galline presenti e alle galline accasate) e il peso vivo degli animali sono stati analizzati utilizzando la PROC MIXED e considerando come effetti principali il genotipo, la presenza di parete attrezzata, l'età delle ovaiole (da 17 a 39 settimane), e le loro interazioni, e come effetto random il recinto. I dati relativi dalla frequenza di lesioni nelle galline sono stati analizzati con il test χ^2 considerando le differenze fra animali in funzione del genotipo e della presenza di parete attrezzata alle diverse età.

I dati relativi alle caratteristiche fisiche esterne delle uova sono stati analizzati con ANOVA utilizzando un modello misto che considerava come effetti principali il genotipo, la presenza di parete attrezzata, l'età delle ovaiole, oltre che le loro interazioni. Il modulo è stato considerato come effetto random. Per l'analisi è stata utilizzata la procedura PROC MIXED del SAS (Statistical Analysis System, 2013). Il test χ^2 è stato utilizzato per confrontare le differenze nella frequenza dei difetti delle uova in funzione dell'età delle galline e dell'illuminazione del nido.

La distribuzione delle galline nei differenti livelli dell'aviario e la distribuzione delle uova (diversa tipologia) deposte nei differenti livelli dell'aviario sono state analizzate con procedura MIXED del SAS, considerando come effetti principali il genotipo, la presenza di parete attrezzata, l'età delle ovaiole (da 17 a 39 settimane), e le loro interazioni, e come effetto random il recinto.

Le differenze tra le medie dei minimi quadrati con $P \leq 0,05$ sono state considerate statisticamente significative.

RISULTATI E DISCUSSIONE

Rilievi sugli animali

I nuovi sistemi per l'allevamento della gallina ovaioia si stanno orientando verso l'impiego di strutture che non prevedono l'utilizzo della gabbia. Questi sistemi di allevamento cage free, che includono l'allevamento in aviario/voliera, permettono alle galline ovaioie maggior spazio per muoversi compiendo anche i loro comportamenti specifici di specie. Tuttavia, gli animali possono utilizzare male lo spazio a disposizione, distribuendosi in maniera non omogenea e procurandosi lesioni di diverso tipo, e possono manifestare aggressività tra gli animali. La presenza di arricchimenti, ad esempio posatoi a livelli differenti, può consentire agli animali di scappare sottraendosi dagli attacchi da parte delle altre galline presenti (Ferrante e Lolli, 2009), ma può anche essere un fattore di rischio rispetto alla frequenza e manifestazione di lesioni sugli animali (Heerkens et al., 2016).

Tra le misure animal based, già il peso vivo e la sua evoluzione alle diverse età sono indicative della condizione e dell'adattamento degli animali alle condizioni di allevamento. In media, il peso vivo delle galline Hy-Line Brown è risultato significativamente superiore rispetto a quello delle galline Lohmann White (1723 g vs. 1465 g; $P < 0,001$) (Figura 34.a) ed è stata misurata un'interazione significativa fra il genotipo e l'età degli animali come rappresentato nella Figura 34.c. All'inizio della prova, 17 settimane di età, le galline Hy-Line Brown pesavano 1250 g mentre le Lohmann White misuravano 1080 g. Alla fine del periodo considerato, il peso delle galline bianche si è attestato sui 1632 g rispetto ai 1986 g delle galline marroni. Rispetto agli standard di razza, il peso a 17 settimane delle galline Lohmann White LSL presenti nell'aviario all'accasamento è risultato inferiore rispetto ai 1214 g di riferimento e questa differenza rispetto allo standard si è mantenuta anche a 39 settimane di età, quando il peso previsto era di 1728 g. Lo stesso trend è stato osservato per le galline Hy-Line Brown, che secondo lo standard avrebbero dovuto avere un peso vivo fra i 1400 g e i 1440 g a 17 settimane. D'altra parte, gli stessi animali hanno avuto un peso in linea con lo standard a 39 settimane di età.

Infine, non è stata misurata alcuna differenze nel peso degli animali in funzione della presenza della parete attrezzata con posatoi supplementari nei moduli dell'aviario (Figura 34.b).

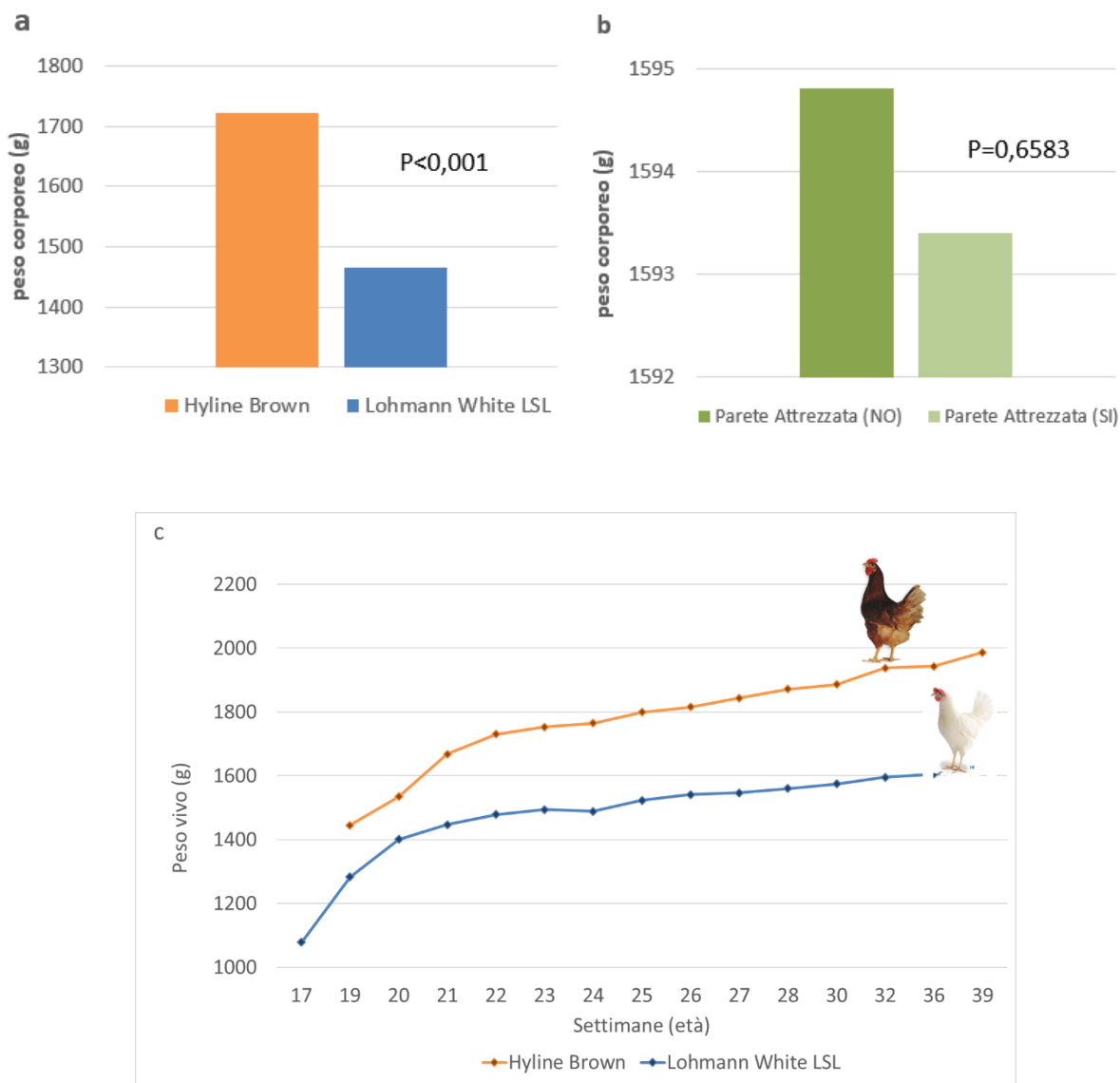


Figura 34. Effetto del genotipo (a), della presenza della parete attrezzata (b) e dell'interazione fra genotipo ed età delle galline (c) sul peso vivo delle galline in prova da 17 a 39 settimane di età, in ascisse il peso vivo degli animali in grammi [Interazione genotipo x parete, P-value: <0.001; DSR: 126 g]

Nel corso del periodo di allevamento, l'integrità del piumaggio delle galline si è mantenuta fino al rilievo effettuato alle 32 settimane di età e solo successivamente (settimana 36 e 39), è stato riportato qualche problema sulle galline Lohmann White in particolare per una frequenza dello 0,5-1,0% degli animali controllati, ad indicare nel complesso l'assenza di fenomeni sistematici e diffusi di plumofagia (Figura 35.a). Considerata la bassa frequenza di animali con problemi, non è stato riportato alcun effetto significativo del tipo genetico (Figura 35.a) o della presenza della parete attrezzata (Figura 35.b).

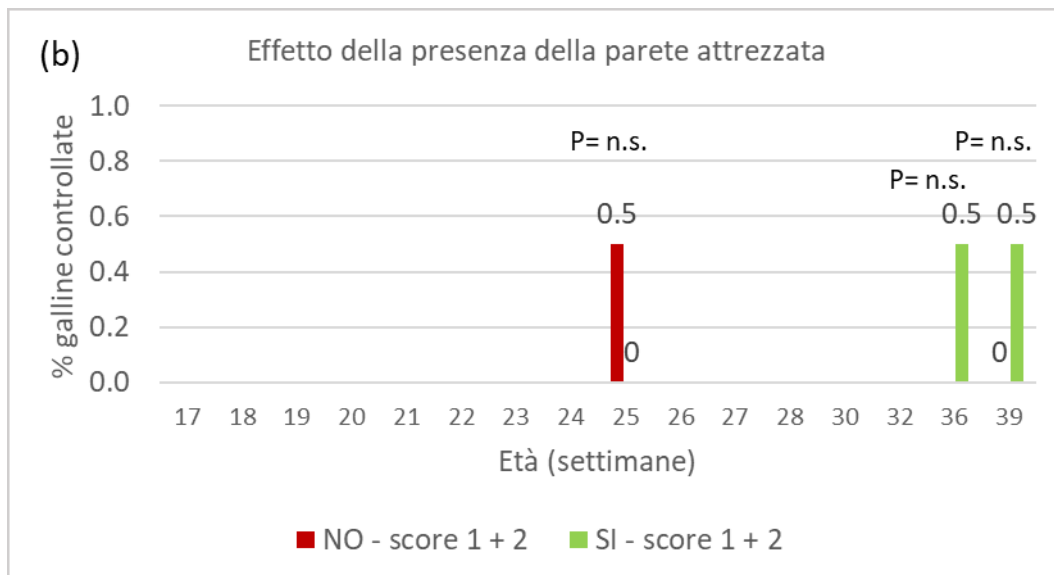
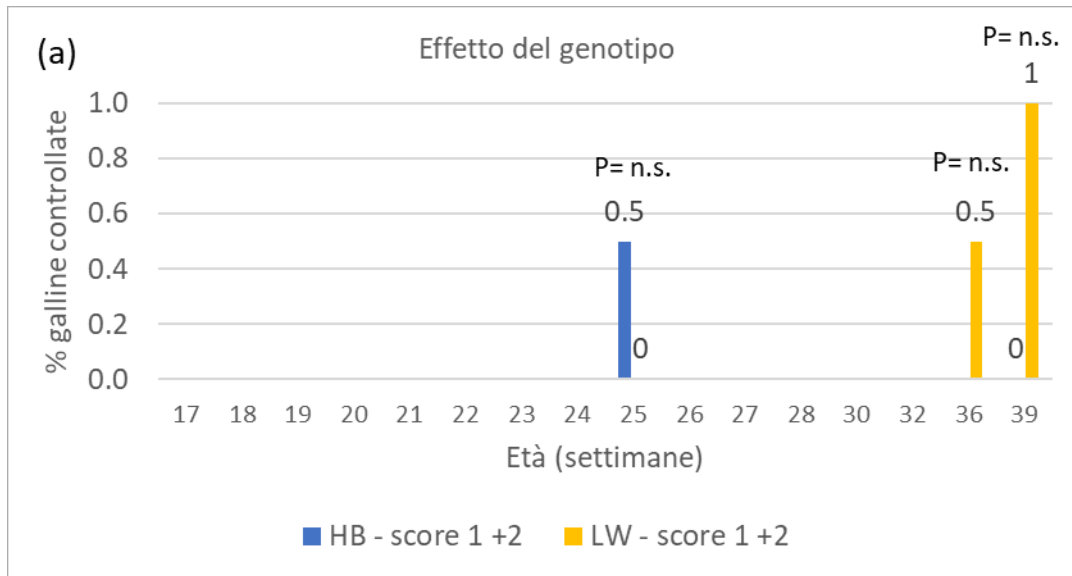


Figura 35. Effetto del genotipo (Hy-Line Brown-HB vs. Lohmann White –LW) (a) e della presenza della parete attrezzata (b) sull'integrità del piumaggio delle galline in prova da 17 a 39 settimane di età. La frequenza di animali con score 1 e quella di animali con score 2 sono state considerate congiuntamente. (NO=assenza della parete attrezzata; SÌ=presenza della parete attrezzata)

D'altra parte, se fino a 28 settimane di età non è stato possibile rilevare alcun problema a livello delle zampe delle galline, nel secondo periodo è stata osservata la comparsa di lesioni (sia score 1 che score 2) soprattutto nelle galline Lohmann White ($P=0.11$) con la maggiore incidenza in occasione dell'ultima misurazione effettuata a 39 settimane di età dove la frequenza di galline bianche con lesioni da score 1 e score 2 è risultata rispettivamente pari al 9,90 e al 5,5% (Figura 36.1). In quanto all'effetto della presenza della parte attrezzata con posatoi, è stato possibile indentificare un effetto di mitigazione della sua presenza sul problema. Infatti, la frequenza di lesioni podali con score 1

(7,5% vs. 2%) e score 2 (3,5% vs. 2,0%) è risultata maggiore nei recinti senza posatoi rispetto a quelli con (P=0,02) (Figura 36.b).

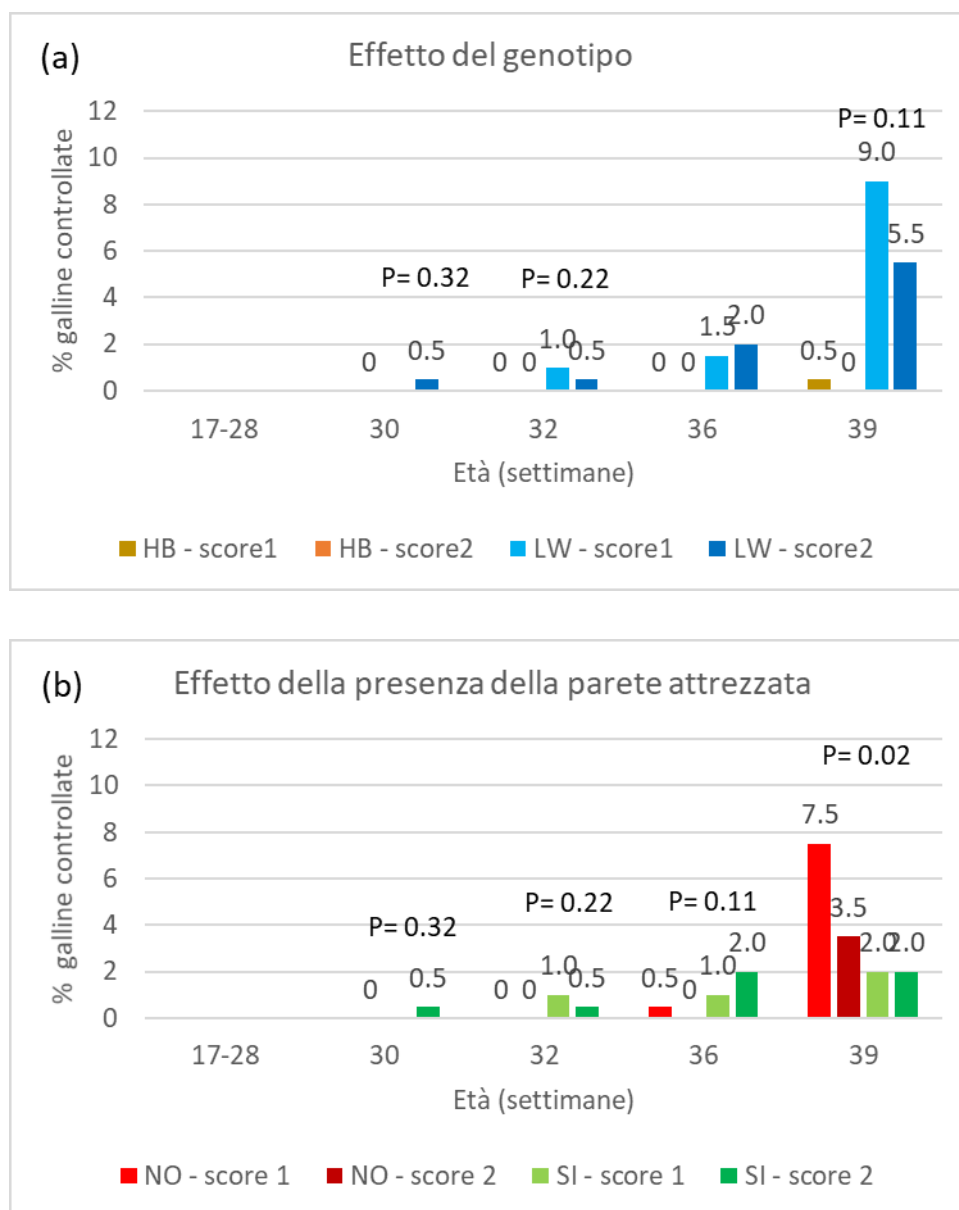


Figura 36. Effetto del genotipo (Hy-Line Brown-HB vs. Lohamann White -LW) (a) e della presenza della parete attrezzata (b) sulla presenza di **lesioni podali** delle galline in prova da 17 a 39 settimane di età. (NO=assenza della parete attrezzata; SI=presenza della parete attrezzata)

Anche le lesioni sternali hanno cominciato ad essere evidenti verso le 25-26 settimane di età, con un incremento marcato a partire dalle 32 settimane e con differenze significative evidenti a 39 settimane di età in funzione del tipo genetico a vantaggio delle galline bianche rispetto a quelle marroni (10,5% vs. 20,5%; P<0,001) (Figura 37.a) e dell'assenza della parete attrezzata con posatoi aggiuntivi rispetto a quelle senza (12,5% vs. 18,0%; P=0,12) (Figura 37.b).

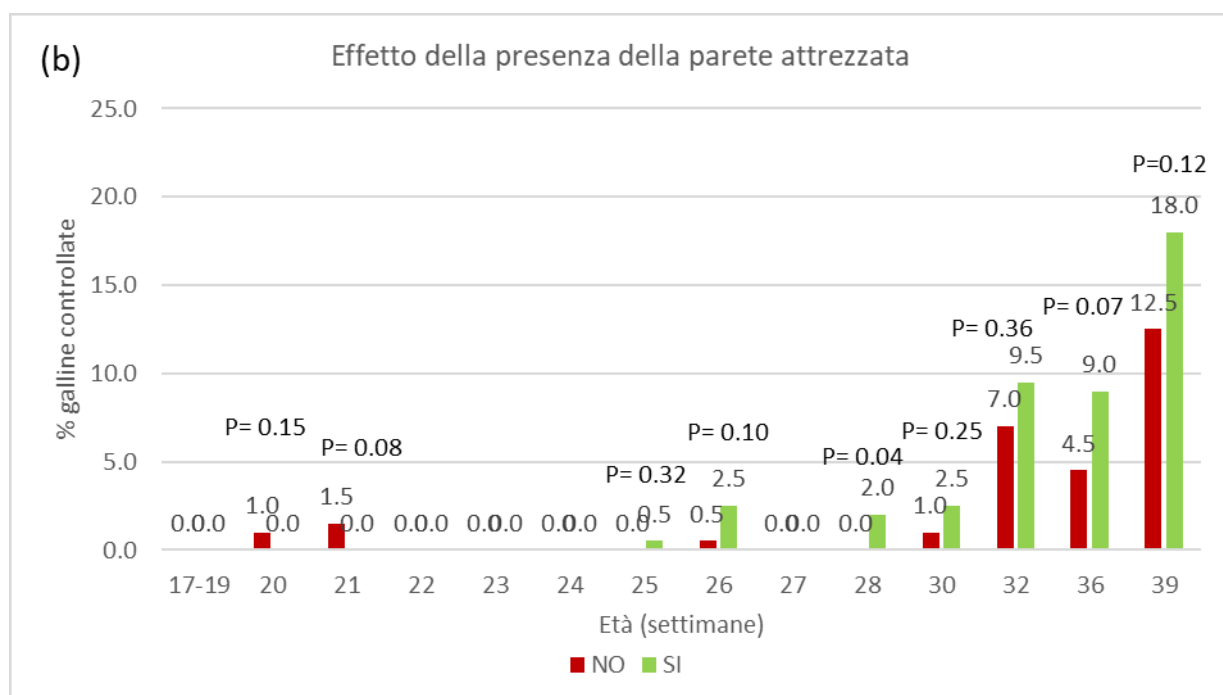
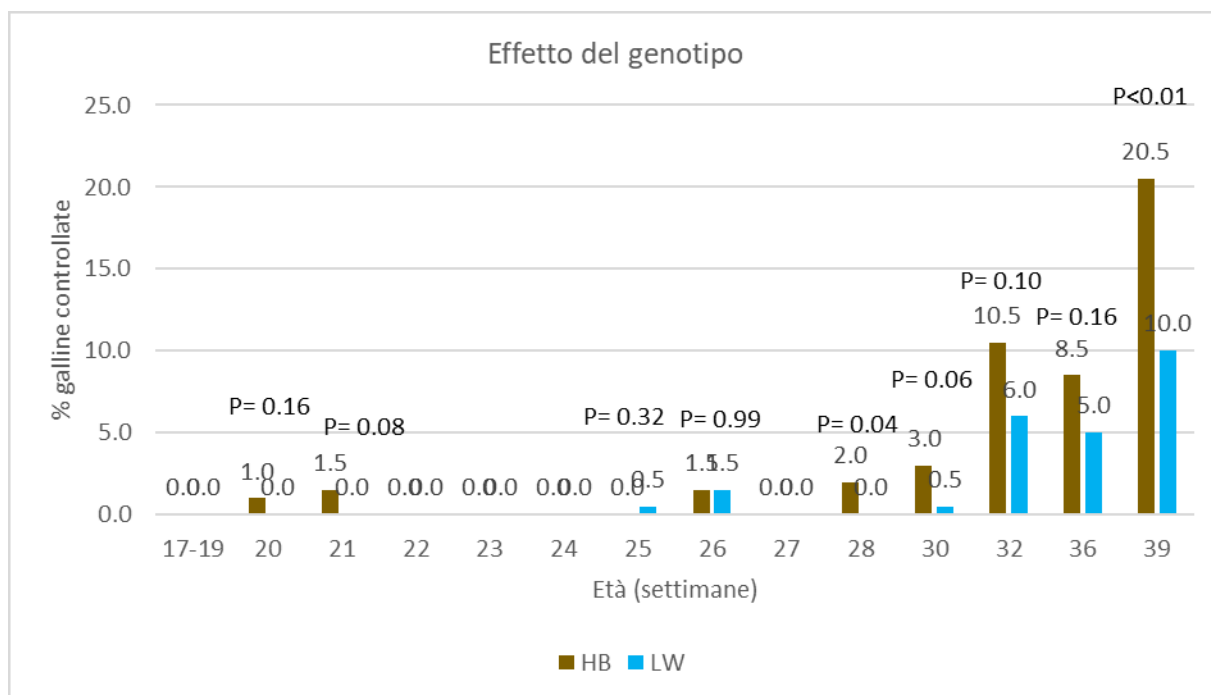


Figura 37. Effetto del genotipo (Hy-Line Brown-HB vs. Lohmann White -LW) (a) e della presenza della parete attrezzata (b) sulla presenza di **lesioni sternali** delle galline in prova da 17 a 39 settimane di età. (NO=assenza della parete attrezzata; SI=presenza della parete attrezzata)

Infine, in quanto alla pulizia del piumaggio utilizzata come indicatore animal based di benessere animale nella struttura misurato a partire da 24 settimane di età, è risultata sempre chiara e significativa la differenza fra le galline Lohmann White e quelle Hy-Line Brown, con le prime largamente interessate dal problema (fino all'80% delle galline controllate con piumaggio sporco) e

le seconde sempre con piumaggio pulito (Figura 38.a). D'altra parte, la presenza della parete attrezzata non ha modificato significativamente la frequenza di animali con piumaggio sporco (Figura 38.b).

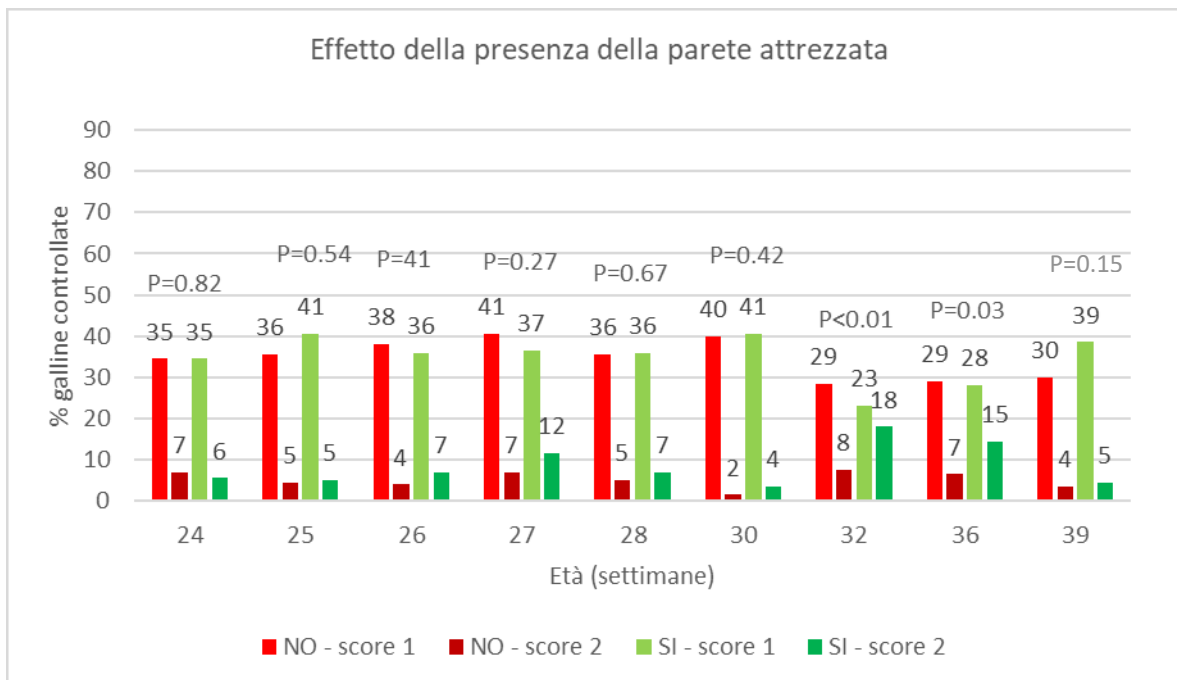
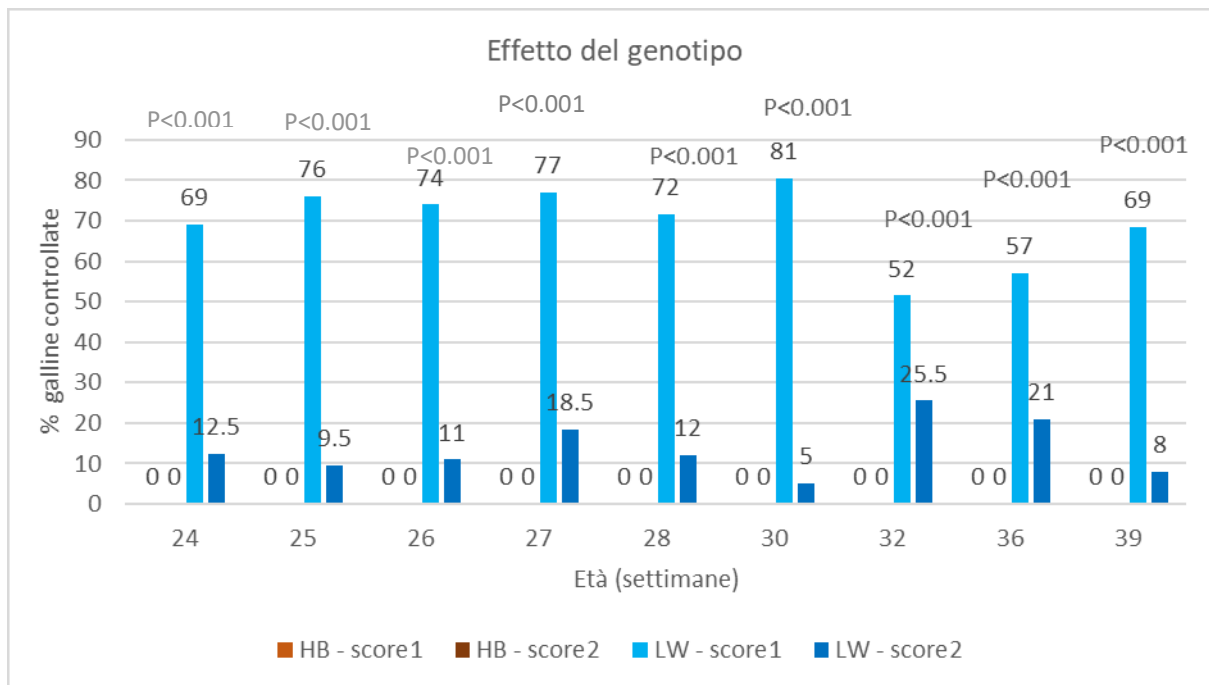


Figura 38. Effetto del genotipo (Hy-Line Brown-HB vs. Lohamann White-LW) (a) e della presenza della parete attrezzata (b) sulla **pulizia del piumaggio** delle galline in prova da 17 a 39 settimane di età. (NO=assenza della parete attrezzata; SI=presenza della parete attrezzata)

Collisioni degli animali con le diverse parti della struttura

La valutazione preliminare dei dati della settimana iniziale del periodo di accasamento delle galline ovaiole e di quella finale (17 e 20 settimane di età) mostra che il numero totale di collisioni degli animali nel tentativo di **salire** verso le diverse parti della struttura è stato maggiore all'inizio piuttosto che alla fine del periodo di accasamento (Figura 39) ad indicare, ragionevolmente una maggiore capacità degli animali di salire sull'aviario dopo 4 settimane di adattamento alla stessa. A 17 settimane, la maggiore difficoltà, dal punto di vista numerico, risulta associata agli spostamenti da terra verso la parete attrezzata.

Inoltre, il numero di cadute in salita è stato sicuramente superiore per le galline bianche piuttosto che per le galline marroni (1,00 vs. 0,25). Tuttavia, una valutazione più puntuale del risultato dovrebbe considerare anche il numero totale di spostamenti fra una parte e l'altra della struttura per valutare il grado di successo degli spostamenti. Infatti se è vero che sono state misurate più cadute in salita per le galline bianche, è anche vero che queste potrebbero avere avuto una maggiore attività motoria e un diverso grado di successo negli spostamenti effettuati.

In quanto ai risultati rispetto alla presenza di parete attrezzata con posatoi supplementari, in questo caso il numero totale di cadute in salita è risultato inferiore rispetto a quanto osservato in assenza ad indicare un possibile effetto positivo in questo senso di questo tipo di struttura.

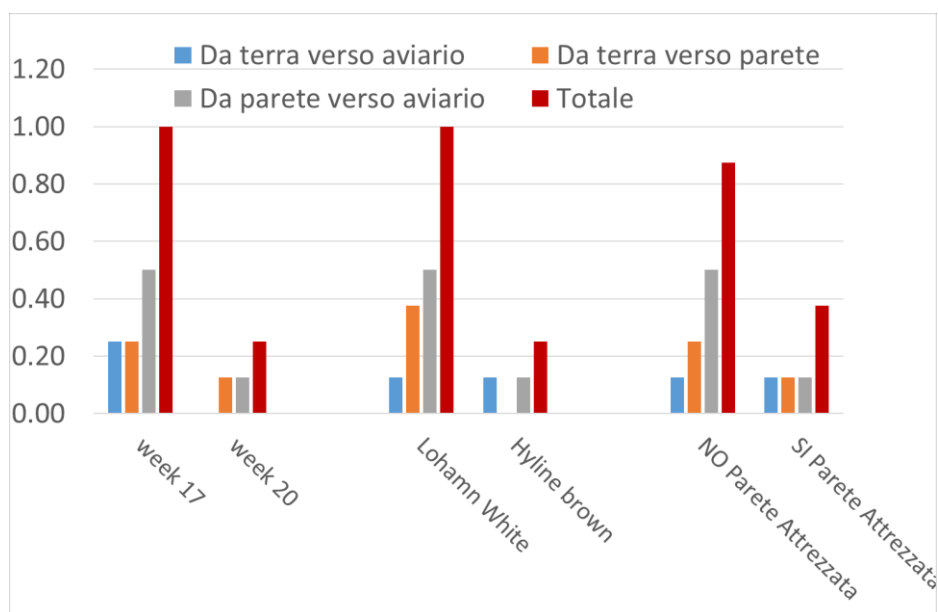


Figura 39. Numero di collisioni misurate al livello di modulo sul totale delle osservazioni (10 minuti per 13 ore dalle ore 9.00 alle ore 21.00) per 8 moduli a 17 e 20 settimane di età: collisioni originatesi in conseguenza del tentativo degli animali di **salire** verso parti diverse della struttura.

L'andamento delle collisioni originatesi nella **discesa** verso parti diverse della struttura è diverso in termini quantitativi e qualitativi rispetto a quanto descritto per gli spostamenti in salita (Figura 40). Il numero medio di cadute in discesa per modulo è risultato 8 volte maggiore a 17 settimane (1 vs. 8) e 56 volte maggiore a 20 settimane (0,25 vs. 14) rispetto alle collisioni in salita. Inoltre, fra la settimana 17 e la settimana 20 è stato osservato un aumento delle collisioni in discesa (da 8 a circa 14 per modulo). In ogni caso, sia a 17 che a 20 settimane, le collisioni maggiori sono state originate da discese a terra. Le differenze fra i tipi genetici hanno visto ancora una volta uno svantaggio per le galline bianche, per le quali si è osservato un maggior numero di collisioni in discesa rispetto alle marroni (12,25 vs. 9,00), mentre la presenza della parete attrezzata con posatoi ha ridotto il numero totale di collisioni (da 11,75 a 9,50).

La valutazione preliminare così effettuata dovrà essere integrata con la valutazione delle collisioni in discesa e in salita nel corso della prova e fino alle 39 settimane di età, con la valutazione degli spostamenti totali degli animali in salita e in discesa per il calcolo del tasso di successo degli stessi e con la valutazione delle correlazioni fra numero di cadute (in discesa o in salita) e incidenza di lesioni sternali nelle galline ovaiole dei due genotipi a fine ciclo.

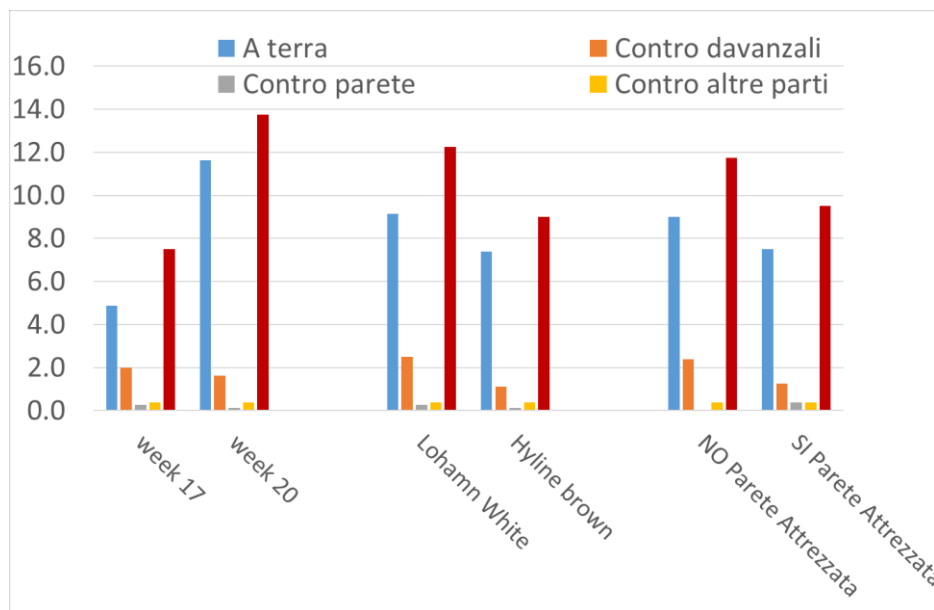


Figura 40. Numero di collisioni misurate al livello di modulo sul totale delle osservazioni (10 minuti per 13 ore dalle ore 9.00 alle ore 21.00) per 8 moduli a 17 e 20 settimane di età: collisioni originatesi in conseguenza del movimento in **discesa** verso parti diverse della struttura.

Distribuzione degli animali nelle diverse parti dell'aviaro

Dal momento dell'arrivo delle pollastre e fino a 35 settimane di età una volta alla settimana, le galline all'interno dei moduli sono state osservate in modo diretto, rilevando la loro distribuzione all'interno dell'aviaro e rispetto alla parete attrezzata, attraverso il conteggio del numero degli animali.

La distribuzione degli animali è risultata significativamente diversa in funzione del genotipo (Tabella 5), con una maggiore frequenza di galline bianche posizionate sul terzo livello, sui posatoi e sui davanzali della parete attrezzata rispetto alle galline marroni ($P < 0.001$). D'altra parte, la frequenza di galline marroni sul primo e sul secondo livello è risultata maggiore che per galline bianche.

Tabella 5. Effetto del **genotipo**, della presenza della **parete attrezzata** e dell'età (Tabella 6) sulla distribuzione degli animali (% animali presenti del modulo) nelle diverse parti del modulo dell'aviaro dalle 18 alle 35 settimane di età

	Genotipo (G)		Parete attrezzata (P)		P value			RSD
	LW	HB	No	Si	G	P	G x P	
Terra	31,0	30,3	32,4	28,9	0,39	<0,001	0,47	4,81
Primo livello	17,7	21,6	20,2	19,1	<0,001	<0,05	<0,05	2,47
Secondo livello	14,2	18,4	16,4	16,2	<0,001	0,67	<0,05	2,48
Terzo livello	19,6	15,7	17,2	18,0	<0,001	0,28	0,99	4,07
Nidi	6,87	6,79	6,79	6,87	0,82	0,80	0,25	1,92
Posatoi parete attrezzata	6,77	2,22	-	4,49	<0,001	-	-	1,38
Davanzali	7,99	5,48	7,05	6,43	<0,001	0,17	0,14	2,60

La presenza della parete attrezzata ha significativamente ridotto la frequenza di galline trovate a terra (28.9% vs. 32.4%; $P < 0.001$) e sul primo livello dell'aviaro (19.1% vs. 20.2%; $P < 0.05$) con in media il 4,49% delle galline posizionate sui posatoi della parete attrezzata (Tabella 5). Interazioni significative sono state misurate fra il genotipo e la presenza della parete attrezzata per la presenza di galline al primo livello e al terzo livello ($P < 0,05$). La Figura 35 rappresenta graficamente come, nella media di tutte le osservazioni, la frequenza di galline bianche al primo e al secondo livello sia stata inferiore nei moduli con parete attrezzata rispetto alle galline bianche nei moduli senza posatoi aggiuntivi, mentre poche e minime variazioni in funzione della presenza della parete attrezzata sono state osservate per le galline marroni.

Considerando i valori medi in tutto il periodo, la distribuzione degli animali ha mostrato una maggiore frequenza di questi a terra (30,7% degli animali del singolo modulo) e quindi sul primo piano dell'aviaro (19,7%). La frequenza di animali sul secondo piano è risultata minore e pari al 16,3%, mentre al terzo livello sono stati trovati il 17,7% degli animali del modulo. Al momento dell'osservazione, solo il 6,8% degli animali si trovava nel nido (verso le ore 11), mentre il 4,5% si trovava sui posatoi della parete attrezzata e il 6,7% sui davanzali della stessa. In definitiva, rispetto alla superficie di appoggio/spazio disponibile si può ritenere che la distribuzione degli animali sia stata sbilanciata e a favore degli spazi a terra e, soprattutto, della parete attrezzata, mentre è risultata inferiore l'utilizzazione del primo e soprattutto del secondo piano su cui erano presenti tutte le attrezzature quali mangiatoie, abbeveratoi e nidi.

L'effetto dell'età, riportato nella Tabella 6, sulla distribuzione degli animali nelle diverse parti dell'aviario indica differenze ($P < 0,001$) che possono essere rappresentate considerando la situazione nella prima settimana di osservazione, 18 settimane appena dopo l'accasamento, e alla fine del periodo considerato, verso le 35 settimane, con gli animali già al picco di ovodeposizione e sicuramente completamente adattati alla struttura. Nelle prime settimane la distribuzione risultava più equilibrata fra le superfici disponibili a terra, sul primo, secondo e terzo livello, pur mostrando sempre una minore frequenza di animali sul primo piano. Nel corso delle settimane, la variazione maggiore è stata misurata per la frequenza di animali a terra che è aumentata anche come conseguenza del fatto che fino alla settimana 27 lo spazio sotto l'aviario era chiuso e non accessibile, allo scopo di invitare gli animali ad utilizzare l'aviario. D'altra parte, la frequenza di animali sui diversi piani dell'aviario è diminuita all'aumentare dell'età con la riduzione maggiore a carico degli animali sul secondo piano (dal 17,4% al 14,7% di galline dalle 18 alle 35 settimane) e sul terzo piano (dal 22,4% al 17,7%) (Tabella 6).

Molto netta è stata la riduzione degli animali osservati nel nido la cui frequenza è scesa dall'11,6% al 2,95%, dalle fasi iniziali in cui gli animali esploravano il nido e si fermavano in questo alle fasi finali in cui le galline utilizzavano il nido soprattutto per la deposizione dell'uovo. In quanto all'uso della parete attrezzata, se le variazioni di frequenza di animali sui posatoi delle pareti attrezzate sono risultate piuttosto contenute, è invece aumentata notevolmente la frequenza di animali sui davanzali, dal 2,87% alle 17 settimane di età all'8,32% a 35 settimane di età.

Tabella 6. Effetto del genotipo (Tabella 5), della presenza della parete attrezzata (Tabella 5) e dell'età sulla distribuzione degli animali (% animali del modulo) nelle diverse parti del modulo dell'aviario dalle 18 alle 35 settimane di età

Settimane di età (S)	Animali (% presenti)						
	Terra	Primo livello	Secondo livello	Terzo livello	Nidi	Posatoio parete attrezzata	Davanzali
18	22,1	21,2	17,4	22,4	11,6	4,87	2,87
19	19,5	19,9	18,5	24,4	10,1	5,87	4,73
20	19,8	20,1	18,4	25,7	8,99	3,61	5,12
22	27,6	22,4	15,8	20,9	6,20	3,59	5,32
23	26,4	22,4	13,7	17,2	12,0	3,64	6,50
24	27,0	23,6	16,9	15,8	10,4	3,65	4,55
25	26,1	21,7	19,1	15,7	8,41	2,92	7,45
26	26,1	22,3	18,8	17,1	6,33	4,38	7,13
27	33,9	18,5	14,6	18,2	6,77	4,62	5,74
28	36,6	17,6	15,8	14,6	4,85	4,64	8,27
29	33,9	17,0	15,9	15,2	5,03	4,31	10,8
30	34,9	16,9	15,6	15,5	4,97	5,93	9,10
31	38,8	17,1	15,6	16,9	3,98	3,93	6,48
32	42,4	17,7	13,8	11,2	4,07	5,14	8,19
33	38,1	17,6	16,1	14,4	4,52	5,44	6,50
34	31,4	20,7	15,8	16,7	4,95	6,09	7,46
35	36,7	17,7	14,7	17,7	2,95	3,74	8,32
<i>P value</i>							
Età	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,06	<0,001
Età x genotipo	<0,01	<0,001	0,16	<0,001	<0,001	<0,05	<0,05
Età x parete attrezzata	0,31	0,2892	0,27	0,98	0,79	-	0,82

La Figura 41 riporta la distribuzione delle galline nelle diverse parti dell'aviario (dati medi dalle 18 alle 35 settimane) considerando la significativa interazione fra tipo genetico e presenza di parete attrezzata. Le galline bianche nei moduli con e senza parete attrezzata sono risultate diversamente distribuite al primo piano, mentre nelle galline marroni dei due tipi di moduli la frequenza non è risultata diversa. Anche le variazioni di frequenza al secondo piano sono risultate diverse in funzione della presenza della parete attrezzata entro tipo genetico, con maggiore frequenza delle bianche nei moduli con parete attrezzata rispetto alle bianche senza e viceversa nelle galline marroni. La frequenza di galline sui davanzali è poi risultata maggiore nel caso delle galline dei moduli senza parete attrezzata rispetto a quelli con, mentre per le galline marroni non sono state osservate differenze di utilizzazione dei davanzali nelle due tipologie di moduli.

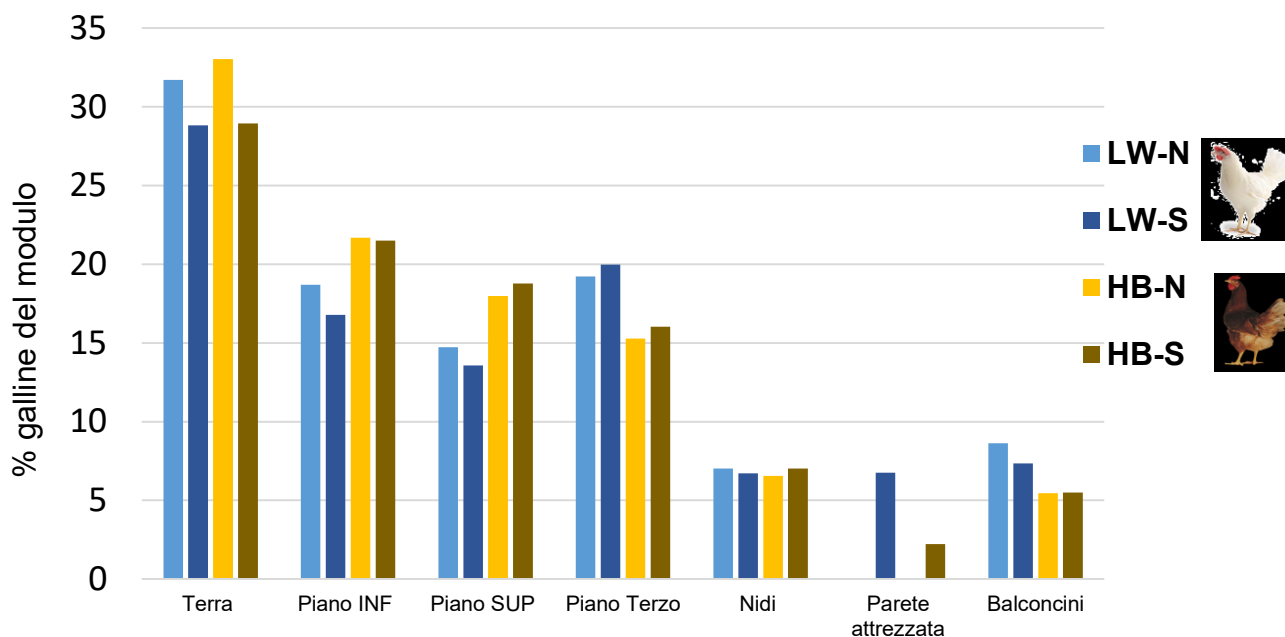


Figura 41. Percentuale della distribuzione delle galline osservate all'interno delle diverse zone dell'aviario quali terra, piano inferiore (primo piano), piano superiore (secondo piano), terzo piano, nidi, parete attrezzata e davanzali dalla settimana 17 alla settimana 35 di età (LW–N= Lohamn White LSL senza parete attrezzata; LW–S= Lohamn White LSL con parete attrezzata; HB–N=Hy–Line Brown senza parete attrezzata; HB–S= Hy–Line Brown con parete attrezzata). I dati sono media delle osservazioni per recinto effettuate da 18 a 35 settimane di età.

Produzione e qualità delle uova

Nella Figura 42 sono riportati i dati relativi alla percentuale di ovodeposizione (% gallina presente) delle galline dei due genotipi utilizzati in tutto il periodo considerato in questa tesi di laurea. La produzione di uova delle galline Lohmann White LSL è partita più precocemente rispetto alla genetica Hy–Line Brown, raggiungendo il picco di ovodeposizione (97,58%) a 30 settimane di età per poi mantenere un andamento stazionario con minime oscillazioni nelle settimane successive. Nel caso delle galline Hy–Line Brown, la curva di ovodeposizione è sempre stata leggermente inferiore e il picco di ovodeposizione (91,07%) registrato a 32 settimane di età è risultato più tardivo e inferiore rispetto allo standard da manuale di razza (picco di ovodeposizione a 27 settimane con il 97,5%).

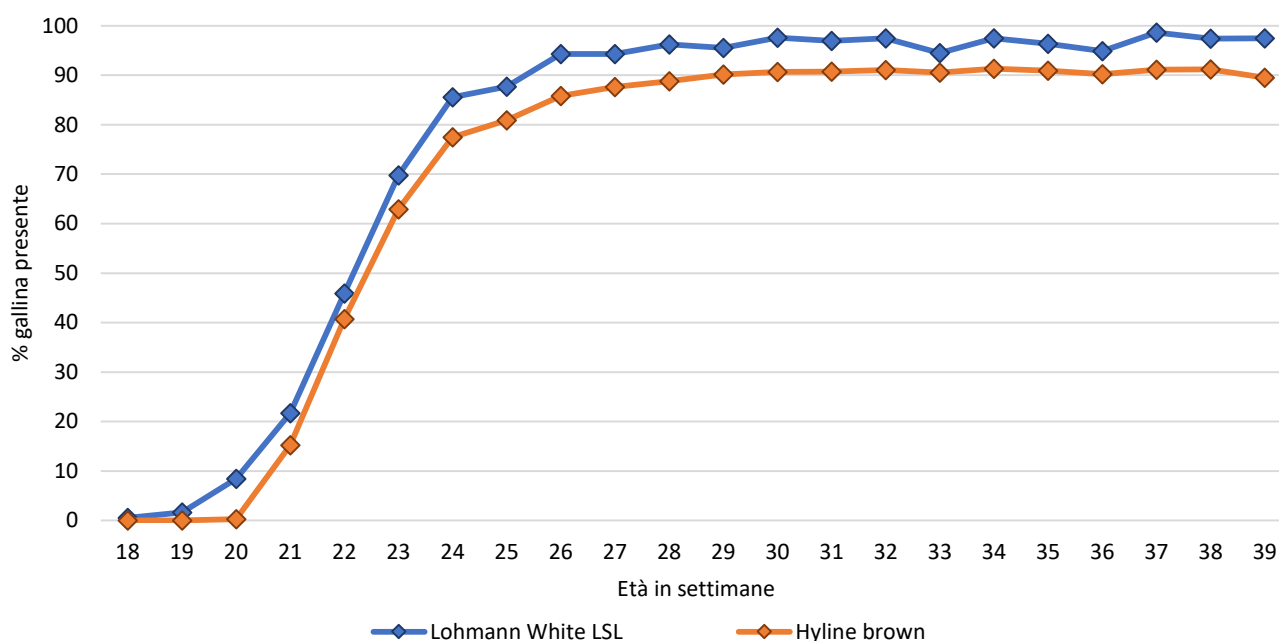


Figura 42. Percentuale di ovodeposizione settimanale (% galline presenti) per le linee genetiche Lohmann White LSL e Hy-Line Brown oggetto della prova da 18 alle 39 settimane di età.

In media, la percentuale di ovodeposizione è risultata significativamente diversa in funzione del tipo genetico ($P < 0,001$) (Tabella 7). La percentuale di ovodeposizione totale è risultata maggiore nelle galline bianche rispetto alle marroni sia quando riferita alle galline accasate che a quelle presenti. Nel primo caso, il vantaggio è risultato inferiore per le bianche che hanno mostrato una maggiore mortalità e maggiori perdite per l'eliminazione di animali che presentavano fratture e lesioni o che erano deceduti in seguito a schiacciamento nei nidi o aggressione da parte di altre galline. La percentuale di uova di categoria A è invece risultata superiore nel caso delle galline marroni rispetto alle bianche per le quali sono state superiori le perdite associate e uova sporche (8,33% di deposizione di uova sporche rispetto alle galline accasate nelle bianche). D'altra parte, la percentuale di ovodeposizione di uova rotte è risultata significativamente superiore nelle galline marroni rispetto alle bianche, seppure contenuta a valori dell'1,5% rispetto alle galline accasate o presenti (Tabella 7).

Da sottolineare l'effetto negativo della presenza della parete attrezzata con posatoi che ha aumentato significativamente la deposizione di uova sporche con un'interazione significativa con il tipo genetico in funzione della quale, la maggiore percentuale di ovodeposizione di uova sporche è da ascrivere alle galline bianche allevate nei moduli con parete attrezzata. D'altra parte, in caso di presenza di parete attrezzata con i posatoi è diminuita la percentuale di deposizione di uova rotte, seppure in un intervallo limitato dall'1,3% circa allo 0,85%. Di conseguenza, la percentuale di ovodeposizione di uova di categoria A nei moduli con parete attrezzata con posatoi è risultata significativamente inferiore rispetto ai moduli con i soli davanzali.

Tabella 7. Effetto del genotipo, della presenza della parete attrezzata e **dell'età** (Tabella 8) sulla percentuale di ovodeposizione settimanale per gallina accasata e per gallina presente dalle 21 alle 39 settimane di età (LS Means)

	Genotipo (G)		Parete attrezzata (P)		P value			RSD
	LW	HB	No	Si	G	P	G x P	
Dati per gallina accasata								
Totale uova	82,1	78,4	82,3	78,3	<0,001	<0,001	0,17	4,94
Totale uova cat. A	71,4	75,7	76,3	70,8	<0,001	<0,001	<0,01	5,99
Totale uova sporche	8,33	-0,97	3,15	4,71	<0,001	<0,001	<0,001	2,45
Totale uova rotte	0,66	1,49	1,29	0,86	<0,001	<0,001	<0,01	0,72
Dati per gallina presente								
Totale uova	84,6	78,3	83,9	79,0	<0,001	<0,001	<0,05	4,58
Totale uova cat. A	74,0	76,5	78,4	72,1	<0,01	<0,001	<0,05	5,71
Totale uova sporche	9,14	-1,20	3,14	4,79	<0,001	<0,01	<0,001	2,69
Totale uova rotte	0,66	1,48	1,29	0,85	<0,001	<0,01	<0,01	0,74

Le variazioni della percentuale di ovodeposizione di tutte le uova, delle uova di categoria A, di quelle rotte e di quelle sporche dall'inizio della deposizione, a 21 settimane di età, alle 39 settimane, mostrano un superamento dell'80% di ovodeposizione totale a partire dalla settimana 25, un aumento rapido fino al picco di produzione e quindi il mantenimento di elevati livelli di produzione (Tabella 8). Le variazioni nella deposizione di uova di scarto, sporche e rotte, sono state coerenti con l'aumento della percentuale di ovodeposizione totale e, dopo l'aumento iniziale correlato con l'aumento della produzione delle uova, non hanno mostrato sostanziali variazioni, assestandosi le prime intorno al 5% e le seconde intorno all'1% (Tabella 8).

Tabella 8. Effetto del genotipo (Tabella 7), della presenza della parete attrezzata (Tabella 7) e dell'età sulla percentuale di ovodeposizione settimanale per gallina accasata e per gallina presente dalle 21 alle 39 settimane di età (LS Means)

Settimane di età (S)	Percentuale per gallina accasata				Percentuale per gallina presente			
	Totale uova	Totale uova cat A	Totale uova sporche	Totale uova rotte	Totale uova	Totale uova cat A	Totale uova sporche	Totale uova rotte
21	16,2	15,5	-0,94	0,13	15,3	15,4	-1,16	0,10
22	42,9	40,9	-0,22	0,49	42,2	41,0	-0,42	0,47
23	61,0	57,7	1,28	0,21	60,6	58,8	1,10	0,19
24	74,5	69,8	2,70	0,44	74,4	70,3	2,55	0,41
25	86,4	80,4	3,34	0,99	86,6	81,2	3,21	0,97
26	87,7	79,5	4,90	1,60	88,1	80,4	4,33	1,60
27	90,3	82,3	5,09	1,21	90,8	83,5	5,04	1,20
28	88,8	82,2	3,90	0,99	89,6	83,6	3,85	0,98
29	91,0	81,8	6,31	1,16	91,9	83,3	6,34	1,16
30	89,4	82,7	3,67	1,24	90,5	84,4	3,66	1,24
31	89,7	80,1	5,81	1,94	91,0	81,8	5,37	1,95
32	89,8	83,0	3,26	1,85	91,4	85,1	3,26	1,87
33	88,0	80,1	4,40	1,83	89,6	82,1	4,45	1,85
34	91,5	83,5	5,20	1,10	93,5	85,8	5,34	1,11
35	90,1	81,7	5,01	1,46	92,4	84,3	5,21	1,47
36	86,6	78,6	5,42	0,83	89,4	81,6	5,69	0,82
37	89,5	81,2	5,81	0,88	92,7	84,5	6,16	0,89
38	88,3	81,0	4,65	1,05	91,7	84,6	4,97	1,07
39	83,2	75,3	5,09	0,99	86,3	78,5	5,48	1,00
<i>P value</i>								
Età (S)	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001
S x genotipo	0.78	0.25	<0.0001	<0.05	0.95	0.57	<0.0001	<0.05
S x parete attrezzata	0.87	0.99	0.74	0.90	0.63	0.94	0.83	0.90

La Tabella 9 riporta la distribuzione della deposizione delle uova nelle diverse parti dell'aviario (come percentuale di uova deposte in una certa posizione rispetto al totale delle uova deposte). In media, il 92,3% delle uova sono state deposte dentro i nidi, il 4,17% sulla rete dei livelli dell'aviario, il 3,40% a terra (Tabella 9). D'altra parte, il 65,9% delle uova è stato deposto al primo piano, il 27,9% al secondo piano con circa il 3,1% al terzo piano dell'aviario, evidenziando una disomogenea utilizzazione degli spazi. L'effetto del tipo genetico è risultato sempre significativo con una minore percentuale di uova deposte nel nido, sulla rete dei piani dell'aviario, sul secondo e sul terzo piano dell'aviario nelle galline bianche rispetto alle galline marroni, laddove le prime hanno invece mostrato un'elevata percentuale di uova a terra ($P < 0,001$) (Tabella 9). La presenza della parete attrezzata ha avuto un effetto sempre significativo sulla distribuzione delle uova deposte nelle diverse parti dell'aviario con una chiara riduzione delle uova deposte nel nido e un aumento delle uova a terra nei moduli attrezzati con parete e posatoi supplementari.

Tabella 9 Effetto del genotipo, della presenza della parete attrezzata e dell'età (Tabella 10) sulla distribuzione della deposizione nell'aviario (% uova totali deposte per modulo) dalle 21 alle 39 settimane di età (LS Means)

	Genotipo (G)		Parete attrezzata (P)		P value			RSD
	LW	HB	No	Si	G	P	G x P	
% uova totali deposte per modulo								
Uova nel nido	89,4	95,1	93,7	90,8	<0,0001	<0,001	<0,0001	4,48
Uova su rete piani	1,67	6,66	3,64	4,69	<0,0001	<0,0001	<0,01	1,33
Uova a terra	8,80	-2,01	2,48	4,30	<0,0001	<0,001	<0,0001	3,90
Uova al primo livello	69,8	62,0	67,9	63,9	<0,0001	<0,0001	<0,0001	3,59
Uova al secondo livello	20,5	35,3	27,5	28,4	<0,0001	0,11	0,13	3,69
Uova al terzo livello	1,12	5,03	2,46	3,68	<0,0001	<0,0001	<0,0001	1,26

Le variazioni della distribuzione della deposizione delle uova nelle diverse parti dell'aviario (come percentuale di uova deposte in una certa posizione rispetto al totale delle uova deposte) in funzione dell'età è riportata nella Tabella 10. Mentre non sono state riportate variazioni significative per le uova deposte nel nido e sulla rete dei piani dell'aviario, all'aumentare dell'età è diminuita la percentuale di uova deposte al secondo livello (dal 74% delle prime settimane al 61% della settimana 39) ed aumentata quella delle uova deposte al secondo piano (dal 17-20% delle prime due settimane al 30% dell'ultimo rilievo) (Tabella 10).

Tabella 10 Effetto del genotipo (Tabella 9), della presenza della parete attrezzata (Tabella 9) e dell'età sulla distribuzione della deposizione nell'aviario (% uova totali deposte per modulo) dalle 21 alle 39 settimane di età (LS Means)

Settimane di età (S)	Uova nel nido	Uova su rete piani	Uova a terra	Uova al primo livello	Uova al secondo livello	Uova al terzo livello
21	89,6	3,69	6,47	74,1	17,5	2,19
22	93,5	4,94	1,40	74,7	20,5	3,65
23	96,2	3,94	-0,31	73,5	24,1	2,91
24	95,0	3,39	1,44	71,2	25,2	2,43
25	95,0	3,46	1,38	68,0	28,7	2,23
26	91,4	4,27	1,15	61,8	31,6	2,73
27	92,6	4,25	2,91	63,9	30,2	3,25
28	91,3	4,68	3,83	62,8	30,1	3,53
29	91,7	4,34	3,73	62,0	31,7	2,95
30	92,0	4,06	3,77	62,4	31,1	3,05
31	92,0	4,25	3,63	65,0	28,6	3,06
32	92,0	4,36	3,45	62,7	30,9	3,23
33	92,6	3,85	3,31	65,3	28,8	2,88
34	93,1	4,26	2,43	64,3	30,4	3,14
35	92,6	4,36	2,34	63,1	31,0	3,40
36	88,4	4,71	6,67	62,9	26,8	3,92
37	92,8	3,51	3,50	66,1	27,7	2,97
38	91,1	4,00	4,69	66,5	25,8	3,23
39	89,7	4,39	5,19	61,4	30,1	3,65
<i>P value</i>						
Età (S)	0.14	0.53	0.10	<0.0001	<0.0001	0.37
S x genotipo	0.97	<0.05	0.76	<0.01	<0.01	0.10
S x parete attrezzata	1.00	0.53	0.98	0.11	0.43	0.95

Come prevedibile, la qualità delle uova è risultata significativamente diversa in funzione del tipo genetico utilizzato (Tabella 11). Le uova delle galline Lohmann White sono risultate di peso inferiore con un minore indice larghezza/altezza e con una minore superficie ($P < 0,001$). Non sono state osservate differenze in funzione delle caratteristiche delle strutture di stabulazione, mentre con l'età le dimensioni dell'uovo sono progressivamente aumentate seppure in maniera diversa a volte in funzione del tipo genetico (probabilità dell'interazione tipo genetico per età significativa per peso, larghezza e superficie dell'uovo) (Tabella 11 e Figura 43).

Tabella 11. Effetto del genotipo, della presenza della parete attrezzata e dell'età sulla qualità delle uova (25-39 settimane)

	Genotipo (G)		Parete attrezzata (P)		P value						RSD
	LW	HB	No	Si	G	P	Età	G x P	G X E	P X E	
Peso (g)	61,95	64,47	63,21	63,21	<0,001	0,979	<0,001	0,42	<0,01	0,32	4,87
Altezza (mm)	57,63	56,32	57,01	56,93	<0,001	0,450	<0,001	0,64	0,39	0,40	2,49
Larghezza (mm)	43,56	44,84	44,17	44,23	<0,001	0,253	<0,001	0,37	0,02	0,70	1,25
Indice (L/A)	0,76	0,80	0,78	0,79	<0,001	0,135	0,05	0,77	1,00	0,14	0,22
Superficie (cm ²)	73,22	75,18	74,20	74,20	<0,001	0,991	<0,001	0,44	<0,001	0,30	3,78

L'andamento osservato in funzione dell'età è coerente con quanto riportato in bibliografia. Sirri et al. (2018) hanno misurato un aumento del peso delle uova delle galline all'aumentare dell'età e in tutto il ciclo produttivo con una variazione da 61,2 g a 64,5 g; sulle stesse uova è stata misurata una riduzione del rapporto altezza/larghezza. Anche Molnar et al. (2016) hanno riportato un aumento del peso dell'uovo di 0,07 g a settimana a partire da 60 settimane d'età e una riduzione di 0,04 unità del rapporto larghezza/altezza a settimana ($P < 0,001$).

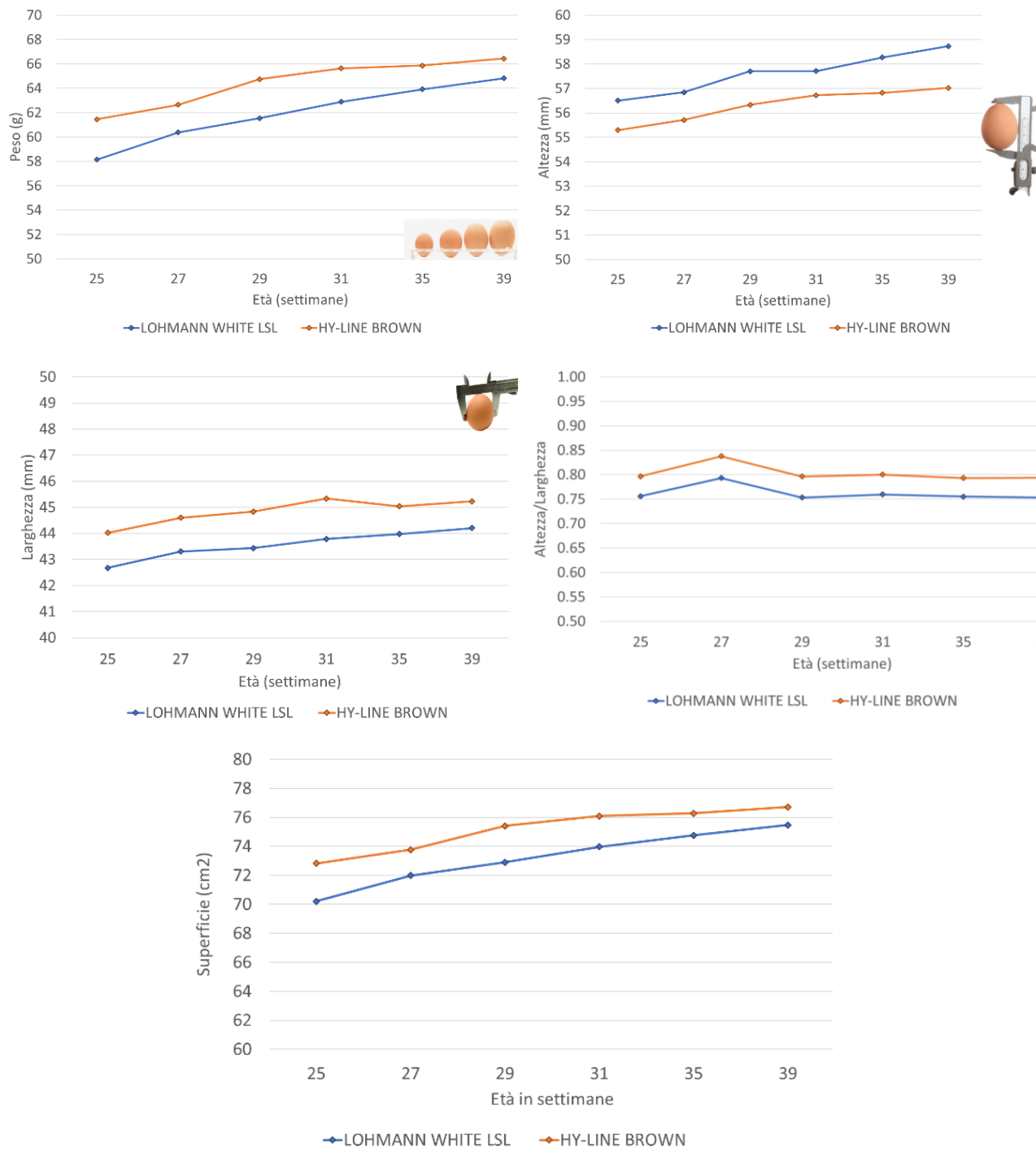


Figura 43. Qualità delle uova nelle galline Lohmann white e Hy-Line Brown dalle 25 alle 39 settimane di età.

CONCLUSIONI

La transizione ai sistemi cage free nell'allevamento delle galline ovaiole è stata accompagnata da un'evoluzione dei sistemi di allevamento, dai capannoni a terra a strutture più complesse che si sviluppano tridimensionalmente nelle quali gli animali sono liberi di muoversi, ma possono anche procurarsi lesioni di vario tipo o essere sottoposti a condizioni stressanti legate ad uso non corretto degli spazi e delle attrezzature e affollamenti.

Il comportamento degli animali in queste strutture può essere molto diverso e uno dei principali fattori di variazione è rappresentato dal genotipo. In effetti, nella prova oggetto della presente tesi le galline bianche e le galline marroni hanno utilizzato diversamente gli spazi, sono state sottoposte a stress diversi per collisione con le strutture nei movimenti in salita e in discesa dall'aviario, hanno mostrato differenze nella presenza e frequenza di lesioni a livello delle zampe e a livello sternale, oltre che una diversa produzione e qualità delle uova.

L'introduzione di una parete attrezzata con posatoi supplementari ha visto uno spostamento degli animali verso queste strutture a svantaggio dei livelli dell'aviario in rete e nonostante la presenza su questi di abbeveratoi, mangiatoie e nidi. Questo spostamento indica una preferenza degli animali per questo tipo di struttura che però può interagire anche con la presenza di lesioni sugli animali e deve essere quindi attentamente valutata da questo punto di vista. D'altra parte, lo spostamento degli animali verso la parete attrezzata ha influenzato anche la produzione di uova nel sistema poiché è aumentata la percentuale di uova a terra soprattutto nel caso delle galline bianche.

In prospettiva, accertata la diversa utilizzazione e distribuzione nella struttura delle galline, si ritiene opportuno studiare soluzioni che consentano lo spostamento degli animali in maniera omogenea in tutta la struttura. La raccolta puntuale di indicatori comportamentali e animal-based deve essere integrata con la valutazione delle produzioni in termini di quantità e qualità per individuare le soluzioni più efficienti per l'animale e per la gestione dell'allevamento da parte dell'allevatore in sistemi nuovi e non ancora standardizzati.

BIBLIOGRAFIA

Meluzzi A., 2015. Allevamento della gallina ovaioia. In: Cerolini S., Marzoni Fecia di Cossato M., Romboli I., Schiavone A., Zaniboni L. (Eds.) *Avicoltura e Coniglicoltura*, Point Veterinaire Italie, Milano, pp. 313–319.

Schiavone A., 2009. Cenni sull'apparato locomotore. In: Cerolini S., Marzoni Fecia di Cossato M., Romboli I., Schiavone A., Zaniboni L. (Eds.) *Avicoltura e Coniglicoltura*, Point veterinaire Italie, Milano, pp. 40–45.

Castellini C., 2002. Alimentazione. In: Castellini C., *Dispense di avicoltura elaborate da Cesare Castellini, Dipartimento Scienze Zootecniche Università degli studi di Perugia*, pp. 49–65

Ferrante V., Lolli S., 2009. Specie avicole. In: Carezzi C., Panzera M., (Eds) *Etologia applicata e benessere animale, Vol. 2–Parte speciale*, Point Veterinaire Italie, Milano, pp. 89–106

Stratmann A., Mühlemann S., Vögeli S., Ringgenberg N., 2019. *Frequency of falls in commercial aviary-housed laying hen flocks and the effects of dusk phase length*. *Applied Animal Behaviour Science* 216 (2019) pp.26–32.

Butterworth, A., Arnould C., Van Niekerk T.G.C.M., Veissier, I., Keeling L., Overbeke G., and Bedaux, V.; 2009. *Welfare Quality®, Assessment Protocol for Poultry (Broilers, Laying Hens)*

Tauson R.; Kjaer J.; Maria G A.; Cepero R. and Holm, K-E., 2006. *Applied scoring of integument and health in laying hens*

Van Niekerk T.G.C.M., Gunnink H. and van Reenen K., 2012. *Welfare Quality®, Assessment protocol for laying hens*. Wageningen UR Livestock Research, Report 589

Casey-Trott, T., Heerkens, J. L. T., Petrik, M., Regmi, P., Schrader, L., Toscano, M. J., Widowski, T., 2015. *Methods for assessment of keel bone damage in poultry*. *Poultry Science* 94, 2339–2350.

Heerkens, J. L. T., Delezie, E., Ampe, B., Rodenburg, T. B., Tuytens, F. A. M., 2016. *Ramps and hybrid effects on keel bone and foot pad disorders in modified aviaries for laying hens*. *Poultry Science* 95:2479–2488.

Saraiva, S., Esteves, A., Stilwell, G., 2019. *Influence of different housing systems on prevalence of keel bone lesions in laying hens*. *Avian Pathology* 48, 454–459.

Scholz, B., Rönchen, S., Hamann, H., Hewicker-Trautwein, M., Distl, O., 2008. *Keel bone condition in laying hens: a histological evaluation of macroscopically assessed keel bones*. Britta Scholz, 81.

Lohmann Tierzucht GmbH, 2016. *Guida per l'allevamento per sistemi a terra, voliera e free range*. Ali Lohmann Italia, pp. 1–52.

Hy – Line, 2018. *Guida di gestione*. Hy–line International, pp. 1–52.

- Sirri F., Zampiga M., Berardinelli A., Meluzzi A., 2018. *Variability and interaction of some egg physical and eggshell quality attributes during the entire laying hen cycle*. Poultry Science 97:1818–1823.
- Molnár, A., L. Maertens, B. Ampe, J. Buyse, I. Kempen, J. Zoons, and E. Delezie, 2016. *Changes in egg quality traits during the last phase of production: Is there potential for an extended laying cycle?* British Poultry Science 57:842–847.
- Ferrari P., 2019. *Le fratture della carena dello sterno: cause e raccomandazioni*, pp. 1–6
- Rodenburg, T.B., Tuytens, F.A.M., de Reu, K., Herman, L., Zoons, J. & Sonck, B., 2008. *Welfare assessment of laying hens in furnished cages and non-cage systems: An onfarm comparison*. Animal Welfare, 17, 363–373.
- Bishop, S.C., Fleming, R.H., McCormack, H.A., Flock, D.K. & Whitehead, C.C., 2000. *The inheritance of bone characteristics affecting osteoporosis in laying hens*. Poultry Science, 41, 33–40.
- Fleming, R.H., McCormack, H.A., McTeir, L. & Whitehead, C.C., 2004. *Incidence, pathology and prevention of keel bone deformations in the laying hen*. British Poultry Science, 45, 320–330.
- Sandilands, V., Moinard, C. & Sparks, N.H.C., 2009. *Providing laying hens with perches: Fulfilling behavioural needs but causing injury?* British Poultry Science, 50, 395–406.
- Pickel, T., Schrader, L. & Scholz, B., 2011. *Pressure load on keel bone and foot pads in perching laying hens in relation to perch design*. Poultry Science, 90, 715–724.
- Wilkins, L.J., McKinstry, J.L., Avery, N.C., Knowles, T.G., Brown, S.N., Tarlton, J. & Nicol, C.J., 2011. *Influence of housing system and design on bone strength and keel bone fractures in laying hens*. Veterinary Record, 169, 414.
- Scholz, B., Ronchen, S., Hamann, H., Hewicker-Trautwein, M. & Distl, O., 2008. *Keel bone condition in laying hens: A histological evaluation of macroscopically assessed keel bones*. Berliner Und Munchener Tierarztliche Wochenschrift, 121, 89–94.
- Wang, G., Ekstrand, C., & Svedberg, J., 1998. *Wet litter and perches as risk factors for the development of foot pad dermatitis in floor-housed hens*. British Poultry Science, 39(2), 191-197.
- Tauson, R., & Abrahamsson, P., 1994. *Foot and skeletal disorders in laying hens: Effects of perch design, hybrid, housing system and stocking density*. Acta Agriculturae Scandinavica A-Animal Sciences, 44(2), 110-119.
- Abrahamsson, P., & Tauson, R., 1995. *Aviary systems and conventional cages for laying hens: Effects on production, egg quality, health and bird location in three hybrids*. Acta Agriculturae Scandinavica A-Animal Sciences, 45(3), 191-203.
- Bilcik, B., & Keeling, L. J., 1999. *Changes in feather condition in relation to feather pecking and aggressive behaviour in laying hens*. British poultry science, 40(4), 444-451.
- Commissione Europea, 2021. Eggs – Market Situation – Dash board. Disponibile: https://ec.europa.eu/info/sites/default/files/food-farming-fisheries/farming/documents/eggs-dashboard_en.pdf, Visitato: 24/11/2021

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations), 2021. Gateway to poultry production and products. Disponibile: <https://www.fao.org/poultry-production-products/production/en/> , visitato: 27/11/2021

Ismea, 2021. Tendenza uova da consumo. Disponibile: [file:///C:/Users/user/Downloads/Tendenze_Uova_2021_def%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/user/Downloads/Tendenze_Uova_2021_def%20(1).pdf) , Visitato: 28/11/2021

Institute for European Environmental Policy (IEEP), 2020. Assessment of environmental and socio-economic impacts of increased animal welfare standards: Transitioning towards cage-free farming in the eu. Disponibile: [https://ieep.eu/uploads/articles/attachments/5acf278b-c1b1-4e88-a14e-6c5a4f04257a/Transitioning%20towards%20cage-free%20farming%20in%20the%20EU_Final%20report_October_web.pdf?v=63769792427#:~:text=The%20initiative%20aims%20to%20phase,\(where%20not%20already%20prohibited\),](https://ieep.eu/uploads/articles/attachments/5acf278b-c1b1-4e88-a14e-6c5a4f04257a/Transitioning%20towards%20cage-free%20farming%20in%20the%20EU_Final%20report_October_web.pdf?v=63769792427#:~:text=The%20initiative%20aims%20to%20phase,(where%20not%20already%20prohibited),) Visitato: 15/12/2021

Welfare Quality Project (2019). Welfare Quality assessment protocol for laying hens Version 2.0. Welfare Quality Network. http://www.welfarequality.net/media/1294/wq_laying_hen_protocol_20_def-december-2019.pdf , Visitato: 29/12/2021

Gazzetta ufficiale delle Comunità europee; 1999. Direttiva 1999/74/CE del consiglio del 19 luglio 1999. Disponibile: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/PDF/?uri=CELEX:31999L0074&from=EN> Visitato: 03/01/2022