



UNIVERSA
UNIVERSIS
PATAVINA
LIBERTAS



Dipartimento di Scienze Animali
Università degli Studi di Padova

Programma di miglioramento della qualità della gestione dell'offerta delle produzioni cunicole e di rafforzamento dei rapporti di filiera

Azione 4.2

Studio sistemi di allevamento a terra

RELAZIONE SCIENTIFICA

Responsabile scientifico: Prof. Gerolamo Xiccato

Collaboratori alla ricerca: Dott.ssa Angela Trocino

Indice

1. OBIETTIVI DELLA RICERCA E SINTESI DELLE ATTIVITÀ SVOLTE	2
2. MATERIALE E METODI	3
Descrizione dell'allevamento	3
Attrezzature	3
Animali e protocollo sperimentale	4
Rilievi comportamentali e test di reattività	6
Macellazione, spolpo e qualità della carne	7
Trattamento dei dati ed elaborazione statistica	8
3. RISULTATI E DISCUSSIONE	9
3.1. Prova 1 – primo anno di ricerca: effetto del tipo di pavimentazione	9
Prestazioni produttive	9
Qualità della carcassa e della carne	10
Caratteristiche delle ossa	11
Test di reattività	12
3.2 Prova 2 – primo anno di ricerca: effetto della densità di allevamento	13
Prestazioni produttive	13
Qualità della carcassa e della carne	14
Caratteristiche delle ossa	15
Test di reattività	16
3.3. Prova di validazione – secondo anno di ricerca: effetto della pavimentazione e della densità in conigli allevati in recinti collettivi	17
Prestazioni produttive	17
Qualità della carcassa e della carne	18
Caratteristiche delle ossa	20
Test di reattività	20
4. CONCLUSIONI	21
5. BIBLIOGRAFIA	23

1. Obiettivi della ricerca e sintesi delle attività svolte

Il progetto esecutivo per l'azione 4.2 (Studio di sistemi di allevamento a terra) prevedeva per il primo anno la realizzazione di due cicli di ingrasso con l'obiettivo di confrontare due tipi di pavimentazione/lettiera e due numerosità di conigli allevati in recinti collettivi di dimensioni differenti in modo da ottenere densità di allevamento diverse.

Sulla base dei risultati del primo anno, nel secondo anno era previsto uno studio per la validazione di un sistema di allevamento a terra con recinti collettivi caratterizzati da diversi tipi di pavimentazione.

Nel corso dei primi 5 mesi del progetto (da dicembre 2005 ad aprile 2006) è stato avviato e realizzato il primo studio previsto. In particolare, data l'importanza del tipo di pavimentazione sul benessere animale nonché sulle condizioni igienico-sanitarie, la prima sperimentazione ha inteso valutare l'idoneità del grigliato metallico rispetto alla rete tradizionale dal punto di vista tecnico. Per la sua resistenza, il grigliato potrebbe essere una pavimentazione ideale nei sistemi di allevamento a terra, in grado di sostenere il peso degli animali e degli operatori addetti al controllo degli animali nei recinti e di garantire, nel contempo, l'allontanamento delle deiezioni. Sono state valutate le prestazioni produttive, lo stato di salute, la qualità della carcassa e della carne, la reattività e il comportamento di conigli in accrescimento allevati in colonia alla densità di 12 animali/m².

Non avendo riscontrato marcate differenze nei risultati produttivi e comportamentali fra gli animali allevati sui due tipi di pavimentazione, nella seconda parte del primo anno di attività (maggio 2006-novembre 2006) è stata realizzata una seconda prova per confrontare due differenti densità di allevamento (12 vs 15 animali/m²) in recinti collettivi con pavimentazione in grigliato metallico.

Nel secondo anno, come previsto dal progetto esecutivo, è stato dapprima realizzato un test preliminare per verificare la fattibilità di un allevamento a terra su pavimento in cemento non fessurato, allestendo due recinti, uno con lettiera di paglia e uno senza lettiera. Tale test è stato sospeso dopo pochi giorni a causa dell'impossibilità di allontanare le deiezioni solide e liquide e il rapido degradarsi delle condizioni igienico-sanitarie in entrambi i tipi di recinto. Di conseguenza, sulla base dei risultati ottenuti nel primo anno di ricerca e come previsto dal progetto esecutivo, si è proceduto realizzare una prova di validazione per la messa a punto di un sistema di recinti collettivi dotati di pavimento fessurato, confrontando in particolare quattro tipi di pavimento (grigliato in acciaio,

grigliato in plastica, rete metallica, lettiera di paglia su rete metallica) e due densità di allevamento (12 vs 16 animali/m²). La prova di validazione è stata realizzata con le metodologie e i rilievi utilizzati nel primo anno di attività.

2. Materiale e metodi

Descrizione dell'allevamento

Le attività sperimentali dell'intero progetto sono state condotte nei locali di allevamento del Dipartimento di Scienze Animali presso l'Azienda Agraria Sperimentale dell'Università di Padova.

L'edificio, costruito in muratura, era munito di impianto di riscaldamento in grado di mantenere una temperatura minima di 17°C, con valori massimi non superiori ai 24°C durante il periodo d'allevamento. Le ampie finestre laterali garantivano sia il ricambio d'aria che una sufficiente illuminazione naturale (circa 12 h). I locali occupati dagli animali erano dotati di termoigrometri digitali per il rilevamento giornaliero dei valori massimi e minimi di temperatura ed umidità.

Prima dell'inizio delle prove e dell'immissione degli animali, è stato eseguito un vuoto sanitario con accurata pulizia e disinfezione dell'ambiente e delle attrezzature, incluso un trattamento fumigante con enilconazolo (Clinafarm smoke, Janssen-Cilag Animal Health, Cologno Monzese, Milano, Italia) per la prevenzione delle micosi.

Attrezzature

Per quanto riguarda le attività sperimentali svolte nel **primo anno** di ricerca, nella prima prova, i conigli sono stati alloggiati in gruppi di 8 animali in 30 recinti costituiti da pareti di rete zincata alte circa 80 cm, con pavimento di 110 x 60 cm e una superficie individuale pari a 825 cm², realizzando una densità di allevamento pari a 12,1 conigli/m². Metà dei recinti era attrezzata con pavimento in grigliato di acciaio, metà con pavimento in rete sovrastante le fosse di raccolta e asportazione delle deiezioni. Il pavimento in grigliato era costituito da profilati di acciaio zincato di sezione quadrata di 2 cm di lato, distanziati fra di loro di 1,5 cm. Il pavimento in rete zincata elettrosaldato era costituito da rete con fili da 2,5 mm di diametro formanti maglie rettangolari di 75 x 15 mm. Nella seconda prova, i conigli sono stati alloggiati in gruppi di 8 o 10 animali in 30 recinti di dimensione uguale alla prima prova (110 x 60 cm), assicurando una superficie individuale pari a 825 e 660

cm², corrispondenti a densità di allevamento di 12,1 o 15,2 conigli/m², rispettivamente. Tutti i recinti erano attrezzati con pavimento in grigliato d'acciaio, come sopra descritto.

La prova di validazione svolta nel **secondo anno** di ricerca è stata condotta utilizzando una nuova serie di 40 recinti messi a punto sulla base dei risultati ottenuti nel corso del primo anno di sperimentazione. I conigli sono stati immessi nei recinti in colonie di 6 animali. I recinti erano costituiti da pareti in rete metallica alte 120 cm e privi di copertura e presentavano un pavimento sopraelevato su una fossa per l'asportazione delle deiezioni. I recinti presentavano quattro diversi tipi di pavimentazione (10 recinti per tipo): grigliato in metallo, grigliato in plastica, rete metallica, lettiera di paglia su rete metallica. I recinti presentavano una larghezza fissa di 64 cm e una parete di fondo mobile che poteva essere spostata in modo da modificare la lunghezza del modulo e, quindi, la superficie disponibile e la densità di allevamento. Per ciascun tipo di pavimentazione sono state utilizzate due dimensioni (78 x 64 cm e 58 x 64 cm), corrispondenti a due superfici disponibili per animale (832 e 619 cm²) e due densità di allevamento (12,0 e 16,2 conigli/m²).

In tutti i tipi di recinto, erano presenti due mangiatoie e due abbeveratoi ad ugello per consentire un ampio fronte di alimentazione e abbeverata tale da evitare competizione tra gli animali. Le mangiatoie a distribuzione manuale del mangime permettevano la misurazione accurata dei consumi di gruppo.

Animali e protocollo sperimentale

Per quanto riguarda le attività sperimentali del **primo anno** di ricerca, la prima prova ha interessato 240 conigli ibridi commerciali (Grimaud Freres, Francia) svezzati a 29 giorni di età e allevati fino alla macellazione (71 giorni). Al loro arrivo in stalla, i conigli, provenienti da un allevamento commerciale, sono stati suddivisi in colonie da 8 animali ciascuno e posti in 30 recinti con pavimento in grigliato o rete (15 recinti per tesi sperimentale). La seconda prova ha interessato 360 conigli ibridi commerciali (Grimaud Freres, Francia) svezzati a 28 giorni di età e allevati fino alla macellazione (70 giorni). Al loro arrivo in stalla, i conigli, provenienti da un allevamento commerciale, sono stati posti in 40 recinti in colonie di 8 o di 10 animali realizzando 2 densità di allevamento, ossia bassa densità, pari a 12,1 conigli/m² (20 recinti), e alta densità, pari a 15,2 conigli/m² (20 recinti).

Nella prova di validazione condotta nel **secondo anno** di ricerca, sono stati utilizzati 240 conigli svezzati a 36 giorni di età e suddivisi in 40 colonie di 6 conigli ciascuna, poste in altrettanti recinti differenziati per tipo di pavimentazione (grigliato in metallo, grigliato

in plastica, rete metallica, lettiera di paglia su rete metallica) e per densità di allevamento (12,0 o 16,2 animali/m², rispettivamente) (5 recinti per ciascun tipo di pavimentazione e densità di allevamento).

Sia nel primo che nel secondo anno, prima di essere posti nei recinti, i conigli sono stati sottoposti ad ispezione sanitaria, sessati e pesati. Al loro arrivo, gli animali presentavano ottime condizioni igienico-sanitarie. I conigli sono stati immatricolati mediante applicazione di una marca auricolare metallica con numerazione seriale. Per ogni recinto è stata predisposta una scheda per la registrazione dei dati di peso individuale e consumo per recinto, nonché l'annotazione di eventuali problemi, sanitari e non, intercorsi durante la prova.

Nelle prove del primo anno, i coniglietti sono stati alimentati a volontà per tutto il periodo sperimentale con un mangime commerciale da accrescimento (proteina grezza 15,6%; fibra grezza 16,1%; ADL 4,1%; amido 13,9%; energia digeribile stimata 2300 kcal/kg). Nella prova di validazione del secondo anno, i conigli sono stati alimentati a volontà con un mangime commerciale da accrescimento simile a quello utilizzato nel primo anno (proteina grezza 15,9%; fibra grezza 16,0%; ADL 3,9%; amido 11,6%; energia digeribile stimata 2350 kcal/kg).

Nel corso del periodo di allevamento, il peso individuale degli animali e il consumo nel recinto sono stati rilevati tre volte la settimana. Lo stato di salute degli animali è stato verificato quotidianamente.

Nella prima prova condotta nel **primo anno** di ricerca, a scopo preventivo contro l'enterocolite epizootica, tra 43 e 47 giorni di età gli animali sono stati sottoposti a trattamento sanitario nell'acqua di bevanda con tiamulina 12,5% (60 g/100 l) e aminosidina 20% (75 g/100 l). Lo stato sanitario è risultato ottimale durante l'intera prova, con la morte di soli cinque animali e una bassa frequenza di animali ammalati, prevalentemente per disturbi digestivi, concentrati nelle prime tre settimane di prova. Nella seconda prova, considerata l'ottima situazione sanitaria della prima prova e dell'allevamento di provenienza degli animali, non è stato necessario effettuare alcun trattamento sanitario. Lo stato sanitario è risultato ottimale durante l'intera prova, con la morte di soli sette animali e una ridotta incidenza di animali ammalati, prevalentemente nella prima fase dell'allevamento. All'esame autoptico effettuato presso l'Istituto Zooprofilattico delle Venezie di Padova, la morte degli animali è stata attribuita a varie forme di enterite, coccidiosi e malattie respiratorie.

Anche nella prova di validazione del **secondo anno** non sono stati riscontrati particolari problemi di salute, con la morte di soli sei animali, e non è stato necessario il trattamento antibiotico.

In entrambe le prove del primo anno, gli animali morti sono stati prontamente sostituiti con animali di peso simile allevati nei medesimi locali come riserve. Questo accorgimento è stato utilizzato per evitare che la riduzione del numero di animali per recinto potesse comportare anche una variazione della densità di allevamento.

Nella prova di validazione del secondo anno, invece, la densità di allevamento all'interno delle gabbie in cui si è verificata la morte di qualche animale è stata mantenuta costante modificando le dimensioni dei recinti mediante lo spostamento delle pareti di fondo, progettate per essere mobili e tali da permettere di modulare la dimensione dei recinti.

Rilievi comportamentali e test di reattività

Nelle due prove del **primo anno**, la valutazione dell'etogramma è stata effettuata su un numero di 12 recinti (per un totale di 96 animali), omogeneamente ripartiti per trattamento sperimentale, tramite riprese video 24 ore su 24 a 69 giorni di età nella prima prova e a 68 giorni nella seconda prova. Nella prova di validazione del **secondo anno**, l'etogramma è stato registrato su 32 recinti (per un totale di 192 animali) tramite riprese video per 24 ore a 70 giorni di età.

Durante le due prove del primo anno, la video-ripresa è stata effettuata con il metodo "scan sampling", utilizzando un apparecchio a scansione "ciclica" regolato in modo da registrare su nastro magnetico il segnale di una telecamera per un minuto, per poi passare in successione alle altre telecamere. La registrazione è avvenuta con la tecnica "time-lapse" in grado di rallentare la velocità di avanzamento del nastro magnetico per una durata di 12 ore consecutive.

Durante il secondo anno, l'acquisizione di un videoregistratore digitale a 16 ingressi e di un numero sufficiente di telecamere ha permesso di effettuare la video-ripresa in continuo e in contemporanea su tutte le gabbie.

Per ciascun coniglio è stata registrata la frequenza dei seguenti comportamenti: riposo (con il corpo raccolto o con il corpo disteso), self-grooming, allo-grooming, alimentazione, abbeverata, movimento, corsa, salto, fermo vigile, allerta, mordere, annusare, eventuale presenza di comportamenti anomali e interazioni aggressive (Morisse e coll., 1999; Dal Bosco e coll., 2002).

Sono stati effettuati inoltre il test di immobilità tonica, per valutare la reazione anti-predatoria del coniglio e il livello di timore nei confronti dell'uomo, e il test di open-field, per valutare la reazione e la capacità di adattamento del coniglio nei confronti di una nuova situazione (Ferrante e coll., 1992).

Macellazione, spolpo e qualità della carne

In quanto alle ricerche del primo anno, nella prima prova, a 71 giorni di età, 90 conigli sono stati selezionati per la macellazione commerciale, prelevando i primi 3 conigli (secondo il numero seriale) dai 30 recinti e assicurando un peso vivo ed una variabilità omogenei. Nella seconda prova, a 70 giorni di età, 120 conigli sono stati selezionati per la macellazione commerciale con la stessa procedura, prelevando i primi 3 conigli (secondo il numero seriale) dai 40 recinti.

Nella prova di validazione del secondo anno, a 78 giorni di età sono stati macellati 120 conigli da 40 recinti (3 conigli per recinto).

Mangime e acqua sono rimasti disponibili fino al momento del carico. Le macellazioni sono state eseguite presso un macello commerciale. Gli animali sono stati pesati sia in allevamento, prima di essere caricati nel camion, che al macello, immediatamente prima della macellazione. Tutti gli animali sono stati soppressi mediante incisione giugulare, preceduta da stordimento con scarica elettrica secondo la normale prassi del macello.

La macellazione degli animali è stata effettuata in modo conforme ai protocolli sperimentali di macellazione dei conigli proposti a livello internazionale (Blasco e coll., 1993). Le carcasse sono state quindi chiuse in sacchetti di plastica e trasportate presso il Dipartimento di Scienze Animali di Padova e poste in cella a 4°C.

Il mattino seguente, in due punti ravvicinati del muscolo *longissimus lumborum* e del *biceps femoris* è stato misurato il pH mediante pHmetro dotato di elettrodo combinato Ingold (406 M3), munito di punta conica per una migliore penetrazione e contatto con il tessuto muscolare (Parigi Bini e coll., 1992). Sugli stessi muscoli è stato misurato il colore mediante colorimetro Minolta Spectrophotometer CM-508 C (Minolta, Milano), utilizzando il metodo CieLab che prevede la misura della luminosità (L^*), dell'indice del rosso (a^*) e dell'indice del giallo (b^*) (Rennere, 1982). Le carcasse sono state quindi pesate e sottoposte a dissezione, sempre conformemente al protocollo di Blasco e coll. (1993). La carcassa priva di testa, fegato, organi toracici e reni, componenti di scarso o nullo valore commerciale e nutrizionale, denominata convenzionalmente "carcassa di riferimento", è stata ulteriormente sezionata per evidenziare l'incidenza dell'arto posteriore e del grasso

separabile (perirenale e periscapolare), quest'ultimo considerato un valido indice di adiposità dell'intera carcassa. L'arto posteriore destro è stato separato e conservato a -18°C per le successive indagini.

Le ossa dell'arto posteriore sono state quindi separate dalla carne per determinare il rapporto muscoli/ossa, utilizzato come indice di riferimento della carnosità dell'intera carcassa. Sulle ossa separate (femore e tibia nelle prove del primo anno e femore nella prova di validazione del secondo anno) è stata misurata con dinamometro TA-HDI (Stable Micro Systems, Ltd, Gran Bretagna) la resistenza alla frattura (Xiccato e coll., 1999).

Trattamento dei dati ed elaborazione statistica

I dati di consumo alimentare e di peso vivo raccolti nel corso delle prova sono stati immessi in fogli elettronici ed elaborati per il calcolo dei consumi, degli accrescimenti e degli indici di conversione nell'intera prova.

L'elaborazione statistica dei risultati è stata effettuata mediante analisi della varianza con il metodo dei minimi quadrati (Least Square Means), considerando come unità sperimentale il recinto (e quindi utilizzando i dati medi di recinto) e come fattore principale l'effetto del tipo di pavimentazione nella prima prova del **primo anno** e l'effetto della densità di allevamento nella seconda prova. Nella prova di validazione del **secondo anno** sono stati considerati due effetti principali, ossia il tipo di pavimentazione e la densità di allevamento, e la loro interazione. I dati di macellazione sono stati analizzati come dati individuali.

Le variabili rilevate nel corso dei test di open field e di immobilità tonica sono state sottoposte a test di normalità e considerate con distribuzione normale quando il valore del test di Schapiro-Wilk è risultato superiore 0,80. Nel caso di normalità, i dati sono stati sottoposti ad analisi della varianza come sopra descritto. In caso di non normalità, i dati sono stati analizzati mediante analisi della varianza non parametrica (test di Kruskal-Wallis e Mann-Whitney con la PROC NPAR1WAY (SAS, 1991). La stessa procedura è stata seguita per l'elaborazione dei dati dell'etogramma.

3. Risultati e discussione

3.1. Prova 1 – primo anno di ricerca: effetto del tipo di pavimentazione

Prestazioni produttive

Le prestazioni produttive da 29 a 71 giorni di età sono riportate in tabella 1. Il peso vivo finale e l'accrescimento medio giornaliero non sono stati significativamente influenzati dal tipo di pavimentazione, mentre il consumo alimentare è risultato superiore negli animali stabulati su pavimento in grigliato ($P<0,001$), con un corrispondente peggioramento della conversione alimentare ($P<0,001$).

Tabella 1 Prestazioni produttive

	Pavimentazione		Prob.	DSR ¹
	Grigliato	Rete		
Recinti, n	15	15		
Peso iniziale, g	628	629	0,96	31
Peso finale, g	2705	2676	0,42	98
Accrescimento ponderale, g/d	49,5	48,7	0,34	2,0
Consumo alimentare, g/d	154 ^A	148 ^B	<0,001	6
Indice di conversione	3,12 ^A	3,04 ^B	<0,001	0,06

¹DSR: deviazione standard residua.

Indipendentemente dai fattori sperimentali, i conigli hanno raggiunto alla fine del ciclo di allevamento un peso vivo molto soddisfacente per l'età. Tali risultati hanno permesso di dimostrare la compatibilità dell'allevamento in gruppo con la piena espressione delle potenzialità produttive dei tipi genetici selezionati per la produzione della carne.

La rappresentazione grafica dell'andamento della crescita e dell'ingestione degli animali ha permesso di evidenziare alcune differenze in funzione dell'età degli animali. In particolare, nelle ultime due settimane è stato possibile evidenziare un consumo leggermente inferiore nei conigli allevati nei recinti con pavimentazione in rete rispetto a quelli dei recinti in grigliato (figura 1).

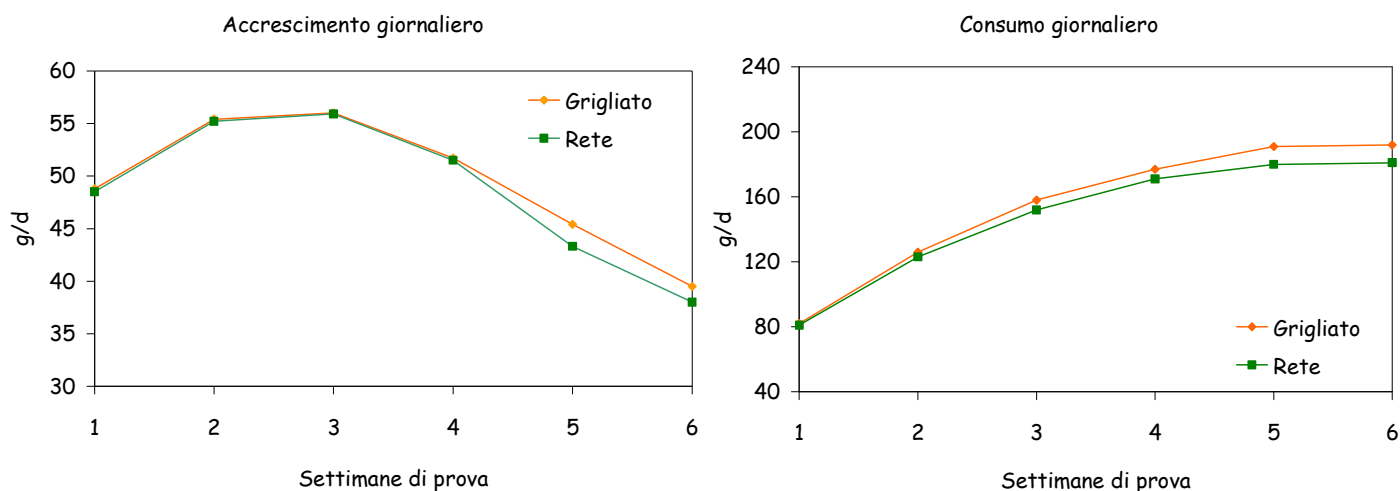


Figura 1 Accrescimento e consumo settimanali

Qualità della carcassa e della carne

I risultati di macellazione e le caratteristiche qualitative delle carcasse in funzione dei fattori sperimentali sono riportati in tabella 2. Non sono state evidenziate differenze significative fra i gruppi sperimentali ($P > 0,05$). In generale, la resa è risultata adeguata agli standard commerciali (resa a freddo, 57,7%).

Tabella 2 Risultati di macellazione e qualità della carcassa

	Pavimentazione		Prob.	DSR
	Grigliato	Rete		
Conigli, n	45	45		
Peso al macello (PV), g	2705	2665	0,29	1282
Perdite di trasporto, %PV	1,6	1,8	0,40	0,86
Carcassa fredda (CF), g	1570	1547	0,31	109
Resa al macello, %PV	57,7	57,7	0,94	1,4
Carcassa riferimento (CR), g	1294	1280	0,45	92
Resa carcassa di riferimento, %CF	82,4	82,7	0,26	1,3
Grasso totale, %CR	3,9	3,7	0,41	0,9
Arti posteriori, %CR	33,7	33,8	0,40	1,0
Rapporto muscoli/ossa arto post.	7,93	7,83	0,38	0,6

Anche per la qualità della carne, si evidenzia la mancanza di effetti ($P > 0,05$) dei fattori sperimentali sul pH e sul colore del muscolo *longissimus lumborum* (tabella 3). L'indice

della luminosità, del rosso e del giallo sono risultati simili nei diversi gruppi sperimentali. Lo stesso dicasi per il rapporto muscoli/ossa dell'arto posteriore.

Tabella 3 pH e colore del muscolo *Longissimus lumborum*

	Pavimentazione		Prob.	DSR
	Grigliato	Rete		
Conigli, n	45	45		
pH	5,52	5,51	0,33	0,07
Luminosità, L*	49,7	50,0	0,56	2,3
Indice del rosso, a*	-1,74	-1,86	0,31	0,60
Indice del giallo, b*	3,47	3,67	0,53	1,54

Caratteristiche delle ossa

L'analisi delle caratteristiche delle ossa lunghe (femore e tibia) dell'arto posteriore non ha evidenziato significative differenze fra gli animali in funzione del tipo di pavimentazione utilizzato per l'allevamento (tabella 4).

Tabella 4 Caratteristiche delle ossa

	Pavimentazione		Prob.	DSR
	Grigliato	Rete		
Conigli, n	45	45		
Femore:				
Peso, g	9,8	9,9	0,49	0,7
Lunghezza massima, mm	47,3	47,7	0,34	2,2
Diametro massimo, mm	4,7	4,7	0,54	0,5
Diametro minimo, mm	3,7 ^b	3,5 ^a	0,03	0,3
Forza di rottura, kg	40,5	41,1	0,64	5,3
Tibia:				
Peso, g	8,2	8,3	0,37	0,7
Lunghezza massima, mm	50,1	50,5	0,22	1,5
Diametro massimo, mm	4,3	4,3	0,60	0,3
Diametro minimo, mm	3,1	3,1	0,62	0,2
Forza di rottura, kg	43,0	43,2	0,83	4,5

Solo il diametro minimo del femore è risultato significativamente minore negli animali allevati su rete, ma in valore assoluto la differenza è stata molto limitata (+0,2 mm) e non ha prodotto variazioni significative nella resistenza alla frattura dell'osso stesso.

Test di reattività

La reazione degli animali nei confronti dell'uomo, misurata mediante il test di immobilità tonica, non ha evidenziato differenze significative fra i due gruppi di animali né nel numero di tentativi necessari per indurre l'immobilità né nella durata dello stato di immobilità (tabella 5).

Tabella 5 Risultati del test di immobilità tonica

	Pavimentazione		Prob.	DSR
	Grigliato	Rete		
Conigli, n	24	24		
Tentativi, n	1,73	1,81	0,80	0,83
Durata, sec	46,7	34,8	0,31	28,5

Il comportamento degli animali nei confronti di una nuova condizione ambientale è stato testato nel corso del test di *open field* (tabella 6).

Tabella 6 Risultati del test di open field

	Pavimentazione		Prob.	DSR
	Grigliato	Rete		
Conigli, n	48	48		
Latenza, sec	25,2	30,5	0,22	20
Spostamenti, n	64,6	61,9	0,69	31
Spostamenti centrali, n	2,9	3,3	0,59	3,5
Movimento, sec	52,1	53,4	0,80	24
Esplorazione, sec	369	381	0,26	48
Allerta, sec	4,3	4,4	0,97	5,1
Corsa ¹ , sec	4,1	3,6	0,29	-
Mordere ¹ , sec	39,7	27,0	0,51	-
Fermo vigile, sec	57,9	60,6	0,79	46
Groomig ¹ , sec	8,0	5,9	0,60	-
Tentativi di fuga ¹ , n	0,4	0,5	0,92	-

¹Analisi della varianza non parametrica

Anche in questo caso non è stato possibile evidenziare differenze nella risposta dei due gruppi sperimentali, con un comportamento sostanzialmente simile negli animali allevati in recinti con pavimento in grigliato o in rete.

3.2 Prova 2 – primo anno di ricerca: effetto della densità di allevamento

Prestazioni produttive

Le prestazioni produttive da 28 a 70 giorni di età sono riportate in tabella 7. Il peso vivo finale, l'accrescimento medio giornaliero e il consumo di alimento non sono stati significativamente influenzati dalla densità di allevamento (12 vs 15 conigli/m²) e, di conseguenza, l'indice di conversione è risultato simile nei due gruppi di animali.

Tabella 7 Prestazioni produttive

	Densità		Prob.	DSR
	D12	D15		
Recinti, n	20	20		
Peso iniziale, g	631	621	0,25	26
Peso finale, g	2715	2693	0,31	67
Accrescimento ponderale, g/d	49,6	49,3	0,52	1,4
Consumo alimentare, g/d	152	150	0,14	6
Indice di conversione	3,06	3,03	0,33	0,08

Come accaduto nella prima prova, anche nella seconda prova, indipendentemente dalla densità di allevamento, i conigli hanno raggiunto alla fine del ciclo di allevamento un peso vivo molto soddisfacente per l'età. Tali risultati hanno permesso di confermare la compatibilità dell'allevamento in gruppo con la piena espressione delle potenzialità produttive dei tipi genetici selezionati per la produzione della carne.

In figura 2 sono rappresentati graficamente l'andamento della crescita e dell'ingestione degli animali. L'accrescimento medio giornaliero è stato significativamente diverso alla seconda e terza settimana in funzione della densità, mostrando un vantaggio per il gruppo D12 nella seconda settimana e D15 nella terza. Degna di nota è la significativa riduzione del consumo misurata nell'ultima settimana di prova negli animali allevati alla densità

maggiore, che potrebbe essere imputata a una riduzione dello spazio di accesso alle mangiatoie.

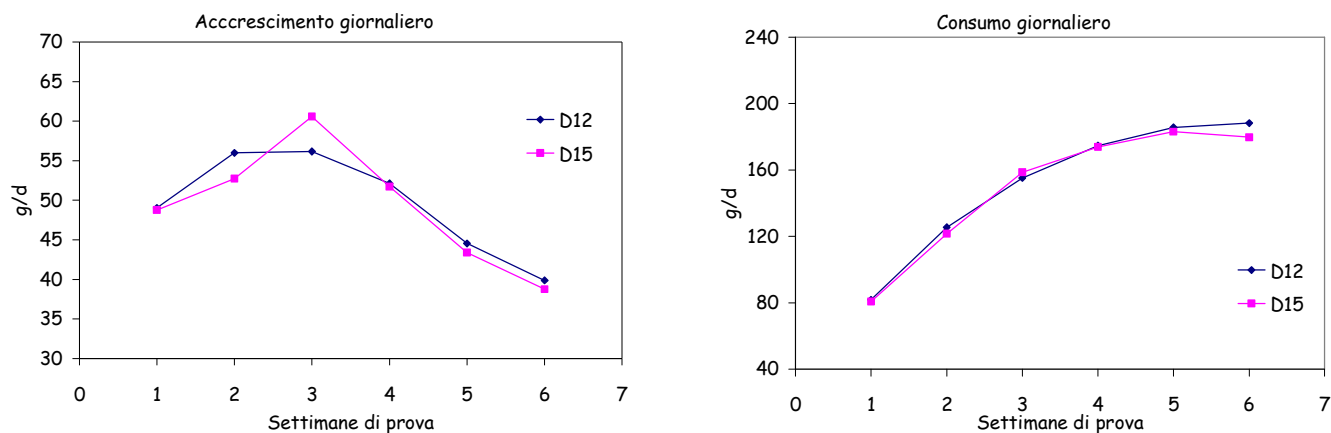


Figura 2 Prestazioni durante la prova

Qualità della carcassa e della carne

I risultati di macellazione e le caratteristiche qualitative delle carcasse in funzione della densità di allevamento sono riportati in tabella 8. Non sono state evidenziate differenze significative fra i gruppi sperimentali ($P > 0,05$). In generale, la resa è stata buona (circa 58%, resa a freddo), anche se non particolarmente elevata a causa della giovane età degli animali.

Tabella 8 Risultati di macellazione e qualità della carcassa

	Densità		Prob.	DSR
	D12	D15		
Conigli, n	60	60		
Peso al macello (PV), g	2693	2649	0,16	178
Perdite di trasporto, %PV	1,8	1,6	0,17	0,8
Carcassa fredda (CF), g	1564	1542	0,26	114
Resa al macello, %PV	58,1	58,2	0,66	1,4
Carcassa riferimento (CR), g	1290	1276	0,40	97
Resa carcassa di riferimento, %CF	82,5	82,7	0,23	1,2
Grasso totale, %CR	3,9	3,8	0,78	0,9
Arti posteriori, %CR	33,7	33,6	0,59	1,0
Rapporto muscoli/ossa arto post.	7,87	7,74	0,29	0,66

Anche per la qualità della carne è stata evidenziata la mancanza di effetti significativi ($P>0,05$) dei fattori sperimentali sul pH e il colore del *longissimus lumborum* (tabella 9).

Tabella 9 pH e colore del muscolo *Longissimus lumborum*

	Densità		Prob.	DSR
	D12	D15		
Conigli, n	60	60		
pH	5,51	5,54	0,03	0,07
Luminosità, L*	49,9	49,5	0,30	2,4
Indice del rosso, a*	-1,86	-1,79	0,51	0,6
Indice del giallo, b*	3,68	3,65	0,91	1,5

Caratteristiche delle ossa

L'analisi delle caratteristiche delle ossa lunghe dell'arto posteriore non ha evidenziato differenze fra gli animali in funzione della densità di allevamento, se non una maggiore lunghezza massima della tibia degli animali allevati alla densità minore ($P<0,01$), che però non si è tradotta in differenze significative nella resistenza alla frattura (tabella 10).

Tabella 10 Caratteristiche delle ossa

	Densità		Prob.	DSR
	D12	D15		
Conigli, n	45	45		
Femore:				
Peso, g	9,9	10,0	0,40	0,8
Lunghezza massima, mm	47,6	48,0	0,34	2,1
Diametro massimo, mm	4,73	4,67	0,26	0,3
Diametro minimo, mm	3,62	3,60	0,68	0,3
Forza di rottura, kg	40,2	39,4	0,30	4,8
Tibia:				
Peso, g	8,30	8,10	0,10	0,7
Lunghezza massima, mm	50,5 ^B	49,2 ^A	0,001	2,0
Diametro massimo, mm	4,32	4,34	0,53	0,2
Diametro minimo, mm	3,10	3,13	0,38	0,2
Forza di rottura, kg	43,1	46,7	0,55	4,8

Test di reattività

Il test di immobilità tonica non ha evidenziato differenze di reattività significative in funzione della densità di allevamento (tabella 11). Anche le differenze di comportamento nel test di *open field* sono risultate modeste e limitate ad un maggiore tempo di esplorazione e a un minore tempo speso in attività di masticazione per gli animali D12, allevati alla densità di 12 animali/m² (P<0,05) (tabella 12). I conigli D12 hanno anche dedicato un tempo maggiore al grooming (9,7 vs 5,5 sec, P=0,02). Una maggiore esplorazione e un maggior tempo dedicato al grooming sono considerati positivamente come una risposta attiva nei confronti dell'ambiente da parte di animali che non sono stressati dalla condizione di allevamento.

Tabella 11 Risultati del test di immobilità tonica

	Densità		Prob.	DSR
	D12	D15		
Conigli, n	24	24		
Tentativi, n	1,81	1,94	0,66	0,85
Durata, sec	43,9	38,3	0,58	30,0

Tabella 12 Risultati del test di open field

	Densità		Prob.	DSR
	D12	D15		
Conigli, n	48	48		
Latenza, sec	29,2	24,2	0,32	21
Spostamenti, n	68,5	69,4	0,87	25
Spostamenti centrali, n	3,3	2,72	0,36	2,8
Movimento, sec	58,4	53,6	0,27	17
Esplorazione, sec	388	361	0,02	48
Allerta ¹ , sec	3,4	4,5	0,82	-
Corsa ¹ , sec	3,6	5,2	0,44	-
Mordere ¹ , sec	14,4 ^A	40,1 ^B	0,01	-
Fermo vigile, sec	62,4	47,2	0,13	42
Grooming ¹ , sec	9,7 ^b	5,5 ^a	0,02	-
Tentativi di fuga ¹ , n	0,1	0,4	0,12	-

¹Analisi della varianza non parametrica

3.3. Prova di validazione – secondo anno di ricerca: effetto della pavimentazione e della densità in conigli allevati in recinti collettivi

Prestazioni produttive

Le prestazioni produttive sono state influenzate dal tipo di pavimentazione, essendosi osservati accrescimenti medi giornalieri significativamente inferiori nei recinti con lettiera di paglia rispetto agli altri tipi di pavimentazione (43,0 vs 46,3 g/d; P=0,02) accompagnati da minori consumi alimentari (148 vs 162 g/d; P<0,001) (tabella 13, figure 3 e 4). Questo ha portato a differenziare nettamente il peso di macellazione a svantaggio degli animali allevati su paglia (2865 vs 2987, 3023, 2991 g; P=0,03, per i conigli allevati su lettiera di paglia, grigliato di acciaio, grigliato di plastica e rete, rispettivamente). La conversione alimentare non è variata con la pavimentazione dei recinti e, in media, è rimasta su valori di 3,5. Al di là delle prestazioni produttive, la presenza della lettiera ha determinato un grave insudiciamento degli animali, con accumulo di deiezioni solide e un evidente stato di irrequietezza dei conigli, che ha comportato la necessità di una sostituzione della lettiera molto frequente e onerosa sia dal punto di vista economico che di manodopera.

Tabella 13 Prestazioni produttive

	Tipo di pavimentazione					Densità			DSR
	Grigliato di acciaio	Grigliato di plastica	Rete di acciaio	Paglia su rete	Prob.	D12	D16	Prob.	
Recinti, n	10	10	10	10		20	20		
Peso iniziale, g	1106	1102	1099	1103	0,83	1105	1100	0,34	17
Peso finale, g	2987	3023	2991	2865	0,03	2946	2987	0,29	118
Accrescimento, g/d	45,9	46,8	46,1	43,0	0,02	44,9	46,0	0,23	2,8
Consumo, g/d	163	162	161	148	<0,001	157	159	0,39	7
Indice conversione	3,57	3,46	3,49	3,44	0,14	3,51	3,47	0,25	0,13

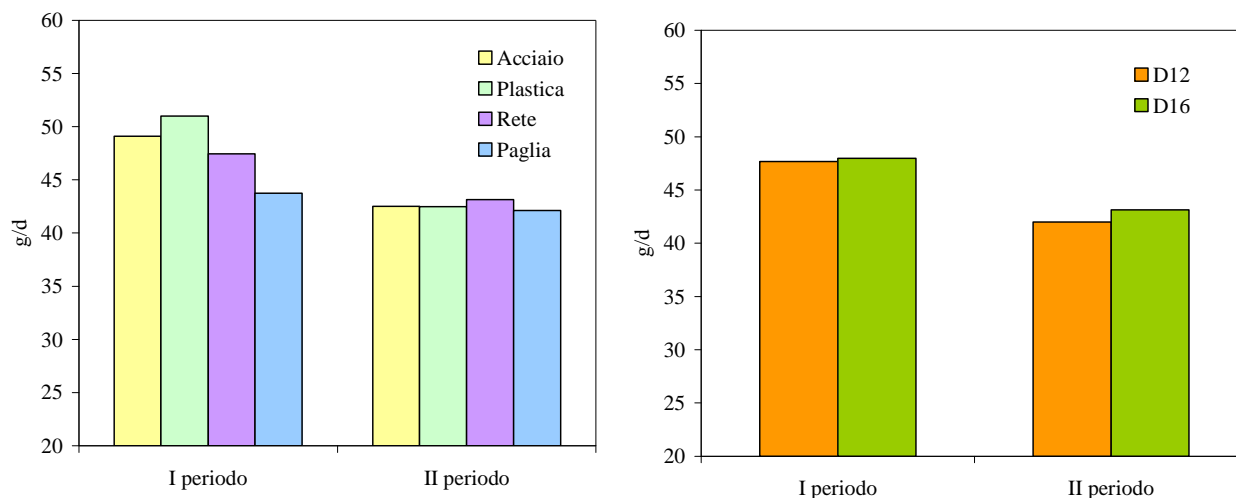


Figura 3 Accrescimento medio giornaliero

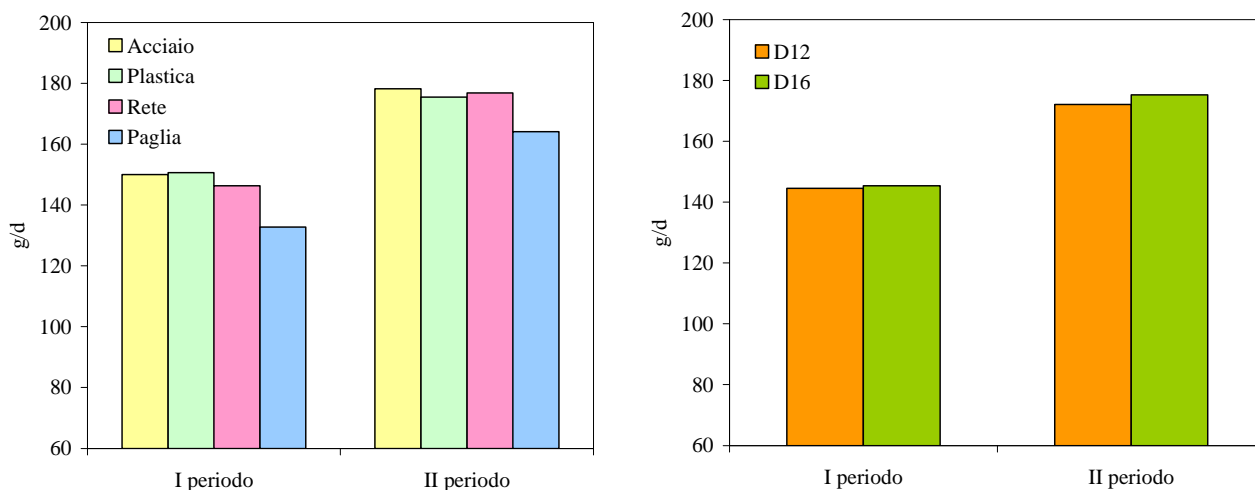


Figura 4 Consumo alimentare medio giornaliero

Qualità della carcassa e della carne

Alla macellazione commerciale, le principali variazioni osservate in funzione del tipo di pavimentazione sono riconducibili alle differenze di peso degli animali dei quattro gruppi sperimentali (tabella 14). Gli animali più leggeri allevati nei recinti con paglia hanno infatti evidenziato anche una minore resa di macellazione (58,6 vs 59,9% media degli altri tre gruppi; $P < 0,001$), maggiore incidenza della testa, inferiore percentuale di grasso separabile (2,3 vs 3%; $P < 0,001$), pur senza effetti sul rapporto muscoli/ossa dell'arto posteriore.

Tabella 14 Risultati di macellazione e qualità della carcassa

	Tipo di pavimentazione					Densità			DSR
	Grigliato di acciaio	Grigliato di plastica	Rete di acciaio	Paglia su rete	Prob.	D12	D16	Prob.	
Conigli, n	30	30	30	30		60	60		
Peso al macello (PV), g	2938	2940	2890	2772	<0,01	2880	2890	0,56	184
Perdite di trasporto, %PV	3,0	3,2	3,3	3,2	0,80	3,0	3,3	0,14	1,3
Carcassa fredda (CF), g	1743	1767	1741	1625	<0,001	1711	1727	0,27	119
Resa al macello, %PV	59,3	60,1	60,2	58,6	<0,001	59,4	59,7	0,17	1,7
Carcassa di riferimento, g	1448	1476	1452	1352	<0,001	1423	1441	0,17	102
Resa carcassa riferimento, %CF	83,1	83,5	83,4	83,2	0,41	83,2	83,4	0,07	0,9
Grasso, %CR	3,0	2,8	3,1	2,3	<0,01	2,7	2,9	0,18	0,9
Arti posteriore, %CR	32,8	32,7	33,1	33,8	<0,01	33,0	33,2	0,68	0,8
M/O arto posteriore	5,88	5,68	5,64	5,53	0,27	5,69	5,67	0,94	0,49

Per quanto attiene alla qualità della carne, misurata in termini di pH, indici di luminosità, del giallo e del rosso, non sono state osservate differenze significative in funzione del tipo di pavimentazione (tabella 15).

Tabella 15 pH e colore dei muscoli *longissimus lumborum* e *biceps femoris*

	Tipo di pavimentazione					Densità			DSR
	Grigliato di acciaio	Grigliato di plastica	Rete di acciaio	Paglia su rete	Prob.	D12	D16	Prob.	
<i>Longissimus lumborum</i>									
pH	5,76	5,79	5,79	5,79	0,37	5,79	5,78	0,53	0,10
Luminosità, L*	49,60	50,48	49,99	49,90	0,70	50,38	49,61	0,14	2,70
Indice del rosso, a*	-1,92	-1,62	-1,86	-2,03	0,04	-1,96	-1,75	0,07	0,61
Indice del giallo, b*	2,46	2,05	2,42	1,20	0,25	1,82	2,25	0,28	2,28
<i>Biceps femoris</i>									
pH	5,95	6,00	5,98	5,99	0,39	5,98	5,98	0,77	0,12
Luminosità, L*	48,34	48,50	48,94	48,49	0,74	48,83	48,30	0,23	2,21
Indice del rosso, a*	-2,65	-2,52	-2,57	-2,52	0,65	-2,58	-2,56	0,57	0,42
Indice del giallo, b*	3,73	3,71	4,12	3,49	0,45	3,56	3,96	0,17	1,36

Solo per l'indice del rosso del *longissimus lumborum* è stato misurato un effetto significativo e ancora una volta a svantaggio del gruppo allevato su lettiera (P=0,04), che però in valore assoluto è risultato modesto e poco apprezzabile.

Il secondo fattore sperimentale, ossia la densità di allevamento, non ha determinato variazioni significative delle prestazioni produttive degli animali, delle caratteristiche di macellazione, dissezione della carcassa e qualità della carne.

Caratteristiche delle ossa

Le caratteristiche del femore sono state misurate per evidenziare eventuali differenze di sviluppo scheletrico riferibili al sistema di allevamento utilizzato (tabella 16). Né il tipo di pavimentazione né la densità di allevamento hanno modificato il peso, la lunghezza massima, il diametro massimo e minimo e la resistenza alla frattura del femore.

Tabella 16 Caratteristiche del femore

	Tipo di pavimentazione					Densità			DSR
	Grigliato di acciaio	Grigliato di plastica	Rete di acciaio	Paglia su rete	Prob.	D12	D16	Prob.	
Conigli, n	30	30	30	30		60	60		
Peso, g	12,2	12,7	12,5	12,1	0,23	12,4	12,4	0,98	0,86
Lunghezza massima, mm	9,25	9,27	9,29	9,20	0,58	9,22	9,29	0,18	0,20
Diametro massimo, mm	0,89	0,92	0,90	0,90	0,64	0,90	0,91	0,38	0,05
Diametro minimo, mm	0,67	0,68	0,68	0,68	0,70	0,67	0,68	0,67	0,03
Forza di rottura, kg	38,6	37,7	38,3	37,2	0,88	38,0	37,9	0,91	5,5

Test di reattività

L'elaborazione dei dati relativi al test di immobilità tonica ha evidenziato un effetto del tipo di pavimentazione sul numero di tentativi necessari per indurre l'immobilità (tabella 17). Negli animali allevati in recinti su paglia, l'immobilità è stata indotta con un numero inferiore di tentativi (1,52 vs 2,38 degli animali su grigliato di acciaio, 2,25 su grigliato di plastica e 1,99 sulla rete; $P=0,02$). In altre parole, gli animali allevati su lettiera di paglia appaiono meno adattati e più spaventati dalla presenza dell'uomo rispetto agli altri animali, segno di una minore condizione di benessere in allevamento. La densità di allevamento non ha invece influenzato la reattività dei conigli nei confronti dell'uomo.

Tabella 17 Test di immobilità tonica

	Tipo di pavimentazione					Densità			DSR
	Grigliato di acciaio	Grigliato di plastica	Rete di acciaio	Paglia su rete	Prob.	D12	D16	Prob.	
Conigli, n	16	16	16	16		32	32		
Tentativi, n	2,39	2,25	1,99	1,53	0,02	1,89	2,19	0,16	0,68
Durata, sec	29,58	31,18	34,59	34,33	0,81	30,00	34,84	0,28	15

4. Conclusioni

L'attività sperimentale del presente progetto di ricerca ha consentito la messa a punto di un sistema di allevamento dei conigli all'ingrasso alternativo al sistema tipico in bicellulare, rappresentato da recinti collettivi costruiti con pareti in rete metallica in grado di garantire le migliori condizioni igieniche dell'allevamento, privi di copertura e quindi tali da permettere al coniglio tutti i comportamenti tipici della specie (compresa l'alzata sulle zampe posteriori e con le orecchie erette). L'allevamento in recinti collettivi dei conigli dallo svezzamento alla macellazione è risultato compatibile con il mantenimento di condizioni ottimali di salute e la produzione di carcasse di ottima qualità.

Le attività sperimentali condotte nel primo anno e nel secondo anno sono state dedicate alla valutazione della tipologia di pavimentazione fessurata e della densità di allevamento.

Dal confronto fra i diversi tipi di pavimentazione non sono emerse differenze significative in termini di prestazioni produttive, qualità della carcassa e qualità della carne fra conigli allevati in recinti collettivi su pavimentazione in grigliato di acciaio o di plastica e conigli tenuti sulla classica rete zincata. Al contrario, l'uso della lettiera di paglia su pavimento non fessurato si è dimostrato incompatibile con il mantenimento di adeguate condizioni igienico-sanitarie e tale da comportare l'abbandono dei test dopo pochi giorni. Anche in recinti su rete metallica, l'impiego delle lettiera di paglia, da molti autori considerata vantaggiosa e consigliabile per il confort dell'animale e per evitare la comparsa di piaghe podali, pur risultando compatibile con l'allevamento del coniglio fino alla macellazione, ha evidenziato effettivi significativamente negativi su prestazioni produttive e risultati di macellazione. Le caratteristiche delle ossa, utilizzate come indicatore della condizione di sviluppo scheletrico degli animali e, quindi, indirettamente come indicatori di benessere, non hanno evidenziato differenze significative in funzione del tipo di pavimentazione. La reattività e il livello di paura nei confronti dell'uomo sono apparsi superiori negli animali allevati su paglia, indice di una condizione di allevamento stressante.

La riduzione della densità di allevamento da 15-16 a 12 animali/m² non ha modificato le prestazioni produttive né la qualità della carcassa e della carne. In alcuni periodi di allevamento, le prestazioni produttive sono risultate perfino migliori negli animali allevati alla maggiore densità. Solo la reattività degli animali di fronte ad un nuovo ambiente è risultata tendenzialmente migliore nei conigli allevati alla minore densità.

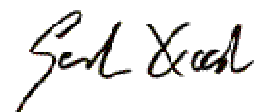
In conclusione, l'allevamento dei conigli in recinti collettivi con pavimentazione fessurata e in assenza di lettiera di paglia appare realizzabile, fornendo risultati produttivi e qualitativi comparabili a quelli dei sistemi standard di allevamento, garantendo la piena espressione comportamentale dei conigli all'ingrasso e una migliore condizione di benessere. Questa forma di allevamento risponde anche alle richieste dell'Unione Europea e garantisce l'immagine del sistema produttivo nei confronti del consumatore.

5. Bibliografia

- Blasco A., Ouhayoun J., Masoero G., 1993. Harmonization of criteria and terminology in rabbit meat research. *World Rabbit Sci.* 1, 3-10.
- Dal Bosco A., Castellini C., Mugnai C., 2002. Rearing rabbits on a wire net floor or straw litter: behaviour, growth and meat qualitative traits. *Livest. Prod. Sci.* 75, 149-156.
- EFSA (European Food and Safety Authority) 2005a. Scientific Opinion of the Scientific Panel on Animal Health and Welfare on "The impact of the current housing and husbandry systems on the health and welfare of farmed domestic rabbit", EFSA-Q-2004-023. *EFSA Journal*, 267, 1-31.
- EFSA (European Food and Safety Authority) 2005b. Scientific Report "The impact of the current housing and husbandry systems on the health and welfare of farmed domestic rabbit", EFSA-Q-2004-023. pp. 1-137. Annex to EFSA Journal, 267, 1-31.
- Ferrante V., Verga M., Canali E., Mattiello S., 1992. Rabbits kept in cages and in floor pens: reaction in the open-field test. *J. Appl. Rabbit Res.* 15, 700-707.
- Goering H., Van Soest P.J., 1970. *Forage fiber analysis*. US Dep. Agric. Hanab., 397.
- Morisse J.P., Boilletot E., Martrenchar A., 1999. Preference testing in intensively kept meat production rabbits for straw on wire grid floor. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 64, 71-80.
- Parigi Bini R., Xiccato G., Cinetto M., Dalle Zotte A., 1992. Effetto dell'età, del peso di macellazione e del sesso sulla qualità della carcassa e della carne cunicola. 1. Rilievi di macellazione e qualità della carcassa. *Zoot. Nutr. Anim.* 18, 157-172.
- Rennere M., 1982. La couleur de la viande et sa mesure. *Bull. Techn. C.R.Z.V. Theix, I.N.R.A.*, 47-54.
- Trocino A., Xiccato G., 2006. Animal welfare in reared rabbits: a review with emphasis on housing systems. *World Rabbit Sci.* 14, 77-93.
- Trocino A., Xiccato G., Sartori A., Queaque P.I. (2004). Group housing of growing rabbits: effect of stocking and cage floor on performance, welfare and meat quality. Proc. 8th World Rabbit Congress, Puebla, Messico, 7-10 September, 1277-1282.
- Trocino A., Carraro L., Fragkiadakis M., Xiccato G., 2006. Como la densidad y el tipo de suelo influyen en los rendimientos productivos y el bienestar de conejos de ingorde en jaulas colectivas. *Proc. XXXI Symposium de Cunicultura*, Lorca, Spagna, 24-25 mayo 2006, 45-51.
- Trocino A., Xiccato G., Majolini D., Fragkiadakis M. (2008). Floor and stocking density affect performance and welfare of fattening rabbits reared in colony. Proc. 9th World Rabbit Congress, Verona, Italy, June 10-13, (under evaluation).
- Xiccato G., Parigi Bini R., Dalle Zotte A., Carazzolo A., 1994. Effect of age, sex and transportation on the composition and sensory properties of rabbit meat. *Proc. 40th International Congress Meat Science and Technology*, The Hague, W-2.02.
- Xiccato G., Verga M., Trocino A., Ferrante V., Queaque P., 1999. Influence de l'effectif et de la densité par cage sur les performance productives, la qualité bouchère et le comportement chez le lapin. *Proc. 8èmes Journées de la Recherche Cunicole en France*, 6-9 June 1999, Paris, France, 59-62. 67.

Legnaro, 31 dicembre 2007

In fede
Il Responsabile scientifico
Prof. Gerolamo Xiccato

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Gerolamo Xiccato". The signature is written in a cursive, flowing style.