



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

CORSO DI LAUREA IN SCIENZE E TECNOLOGIE ANIMALI

Dipartimento di Agronomia Animali Alimenti Risorse Naturali e Ambiente

TESI DI LAUREA

Effetto della numerosità, del sistema di razionamento e
del tipo di pavimentazione su prestazioni produttive, stato
di salute e qualità del prodotto in conigli da carne allevati
in colonia

Relatore: CH.MO PROF. GEROLAMO XICCATO

Correlatore: DOTT. MARCO BIROLO

Laureando: RICCARDO CASSON

Matricola n.1033290

ANNO ACCADEMICO 2013–2014

Indice

Riassunto	5
Abstract	7
Introduzione	9
<i>Elementi di anatomia e fisiologia digestiva del coniglio</i>	9
<i>Alimentazione del coniglio all'ingrasso</i>	12
<i>Piani di restrizione alimentare nel coniglio da carne</i>	13
Tecnica di alimentazione e restrizione alimentare	13
Efficienza alimentare	15
Stato sanitario degli animali	16
Caratteristiche della carcassa e della carne	18
Benessere animale	19
<i>Tipi di stabulazione per conigli da carne allevati in colonia</i>	19
Obiettivi	23
Materiali e metodi	25
<i>Descrizione dell'allevamento</i>	25
<i>Animali, disegno sperimentale e rilievi</i>	28
<i>Programma di razionamento e mangimi sperimentali</i>	31
<i>Trattamenti sanitari e controllo veterinario</i>	33
<i>Macellazione e dissezione</i>	35
<i>Analisi chimiche</i>	40
<i>Trattamento dei dati ed elaborazione statistica</i>	40
Risultati e discussione	43
<i>Stato di salute</i>	43
<i>Prestazioni produttive</i>	44
<i>Risultati di macellazione e qualità della carcassa e della carne</i>	50
Conclusioni	57
Bibliografia	59

Riassunto

Il presente studio ha inteso valutare stato di salute, prestazioni produttive, caratteristiche della carcassa e qualità della carne in conigli sottoposti a due sistemi di alimentazione (*ad libitum* vs. razione), stabulati su due tipi di pavimento (grigliato di plastica vs. rete metallica ricoperta da tappetini di plastica) e allevati in gruppi di diversa numerosità (gruppi da 6, 8, 16 e 32 conigli). Sono stati utilizzati 368 conigli ibridi commerciali, distribuiti secondo un disegno sperimentale tri-fattoriale, allevati in gabbie polifunzionali (gruppi da 6 animali) e in recinti collettivi costituiti da uno, due o quattro moduli comunicanti tra loro, ciascuno di superficie pari a 0,5 m² (gruppi da 8, 16 e 32 animali rispettivamente). Le gabbie polivalenti, utilizzate come controllo, presentavano un tipico fondo in rete metallica, mentre i recinti avevano un fondo in grigliato di plastica o in rete metallica ricoperta da tappetini di plastica. Ogni gruppo sperimentale era formato per metà da soggetti maschi e per metà da femmine.

Il programma di restrizione alimentare era di tipo temporale, basato sulla limitazione del tempo di accesso alle mangiatoie. Il piano di restrizione (in media 90% dell'ingestione volontaria) prevedeva nella prima settimana una riduzione delle ore di alimentazione da 14 a 8 ore al giorno, un accesso all'alimento costante di 8 ore al giorno durante la seconda settimana e una fase di aumento graduale (1 h/d) nel corso della terza e quarta settimana di allevamento. Dalla quinta settimana, tutti i conigli sono stati alimentati *ad libitum*.

Il numero di animali per recinto non ha influenzato significativamente lo stato sanitario dei conigli, mentre ha modificato le prestazioni produttive nel corso della prima settimana di prova, quando l'accrescimento medio degli animali è risultato significativamente superiore nelle gabbie polifunzionali rispetto ai recinti con numero di animali variabile da 8 a 32 ($P < 0,01$). Al contrario, nel secondo periodo di prova gli animali alloggiati nelle gabbie polivalenti hanno mostrato accrescimenti significativamente inferiori (43 g/d vs. 47,3 g/d, 48,2 g/d, 48,1 g/d, rispettivamente nei gruppi da 6, 8, 16 e 32 animali; $P < 0,001$). Durante lo stesso periodo di allevamento, i conigli nelle gabbie polifunzionali hanno presentato un consumo di alimento inferiore (163 vs. 172, 173 e 175 g/d, rispettivamente nei gruppi da 6, 8, 16 e 32 animali; $P = 0,02$) e un peggiore indice di conversione ($P = 0,03$). Tuttavia, alla fine del periodo sperimentale, pesi e accrescimenti sono risultati simili nelle gabbie polifunzionali e nei recinti, indipendentemente dal numero di animali presenti.

La restrizione alimentare non ha modificato significativamente la percentuale di conigli ammalati, morti ed esclusi alla fine della prova. I disturbi digestivi sono insorti prima nei conigli alimentati a volontà, ma a partire della terza settimana, quando sono aumentate le ore di alimentazione, anche gli animali razionati hanno mostrato una simile frequenza di disturbi enterici. Nel primo periodo di prova, a causa della ridotta ingestione alimentare, i conigli razionati hanno presentato accrescimenti significativamente più bassi rispetto agli animali alimentati *ad libitum* (50,2 g/d vs. 52,8 g/d; $P<0,01$). Durante il secondo periodo di allevamento, con l'aumento della disponibilità alimentare, i conigli razionati hanno recuperato le loro performance produttive, mostrando accrescimenti e consumi in linea con quelli degli animali sempre alimentati a volontà. Nell'intero periodo di allevamento, l'applicazione del programma di restrizione alimentare ha prodotto un significativo miglioramento dell'indice di conversione (2,90 vs. 3,02; $P<0,001$). Tuttavia, al macello i conigli razionati hanno mostrato un peso inferiore rispetto agli animali alimentati a volontà (2695 g vs. 2750 g; $P=0,02$). Inoltre, il razionamento alimentare ha ridotto significativamente il peso della carcassa fredda ($P<0,01$) e la resa di macellazione dei conigli (61,0% vs. 61,6%; $P<0,01$).

La tipologia di pavimentazione entro recinto, grigliato in plastica o rete metallica ricoperta da tappetini di plastica, non ha modificato in alcun modo lo stato di salute, le performance produttive e la qualità della carcassa e della carne degli animali. Solo l'incidenza del *longissimus lumborum* sulla carcassa di riferimento è risultata superiore nei conigli allevati su pavimentazione in rete con tappetini (12,6% vs. 12,3%; $P=0,03$).

In conclusione, l'impiego del razionamento alimentare non ha dimostrato effetti positivi sullo stato di salute degli animali, ma ha migliorato significativamente l'indice di conversione. Tuttavia, i risultati di macellazione sono stati parzialmente condizionati dal razionamento, soprattutto in termini di riduzione della resa di macellazione. L'adozione di recinti modulari, come prima descritto, ha confermato la possibilità di allevare i conigli in colonie anche molto numerose, con prestazioni produttive elevate, in linea con quelle ottenute in gabbie polivalenti. Il tipo di pavimentazione entro recinto, plastica o rete ricoperta da tappetino, è risultato irrilevante per tutte le variabili misurate. Solo eventuali informazioni relative al comportamento degli animali, alla resistenza all'usura e facilità di pulizia delle due pavimentazioni, oltre che ragioni di tipo economico, potranno essere utili a orientare la scelta per un tipo di pavimentazione piuttosto che un'altra.

Abstract

Effect of group size, feed restriction and floor type on growth performance, health status and carcass quality in rabbits housed in colony

The present study aimed at evaluating health status, productive performance, carcass traits and meat quality in rabbits subjected to two feeding systems (*ad libitum* vs. restricted), housed in pens with two types of floor (plastic grilled vs. wire net covered by plastic mats) and reared in groups of different number (groups of 6, 8, 16 and 32 rabbits).

In this study, 368 commercial hybrid rabbits were used, assigned to experimental groups according to a tri-factorial design, reared in multifunctional cages (groups of 6 animals) and in collective pens composed by one, two or four modules each of 0,5 m² communicating with each other (groups of 8, 16 and 32 animals, respectively). The multifunctional cages, used like control, had a typical wire net floor, while the pens had a plastic grilled or a wire net covered by plastic mats. All experimental groups were formed by half males and half females.

The feed restriction program was based on the limitation of the access to the feeders. The restriction plan (90% of voluntary ingestion on average) provided a feeding time reduction in the first week, a constant access to the feeders during 8 hours per day in the second week, and a phase of gradual increase (+1 h of access per day) during the third and fourth weeks of rearing. From the fifth week, all rabbits were fed *ad libitum*.

The number of animals per pen did not significantly influence the health status of the rabbits, while it affected the productive performance during the first three weeks of trial, when the daily growth rate of the animals in the multifunctional cages was significantly higher compared to the pens with 8, 16 or 32 rabbits ($P < 0.01$). On the contrary, in the second period the animals housed in multifunctional cages showed significantly lower daily growth (43.0 g/d vs. 47.3 g/d, 48.2 g/d and 48.1 g/d, respectively for groups of 6, 8, 16 and 32 animals; $P < 0.001$). During the same period, the rabbits reared in multifunctional cages showed a lower consumption of food (163 vs. 172, 173 and 175 g/d, respectively for groups of 6, 8, 16 and 32 animals; $P = 0.02$) and a worse feed conversion ($P = 0.03$). However, at the end of the experimental period, live weights and growth rates were similar in multifunctional cages and pens, irrespective of the number of housed animals.

The feed restriction did not significantly affect the rate of sick and dead rabbits or excluded rabbits at the end of the trial. Digestive problems appeared before in the rabbits fed *ad libitum*, but from the third week, as the feeding time increased, the restricted animals showed a similar incidence of digestive disorders. In the first period, restricted rabbits showed significantly lower growth rates than the animals fed *ad libitum* (50.2 g/d vs. 52.8 g/d; $P<0.01$) due to the reduced feed intake. During the second period, restricted rabbits recovered their productive performance, showing growth rates and feed consumption similar to those of the animals always fed *ad libitum*. Throughout the experimental period, the use of feed restriction produced a significant improvement of the conversion index (2.90 vs. 3.02; $P<0.001$). However, at the slaughterhouse, the restricted rabbits showed a lower live weight than the animals fed *ad libitum* (2695 g vs. 2750 g; $P=0.02$). In addition, feed restriction reduced cold carcass weight ($P<0.01$) and dressing percentage (61.0% vs. 61.6%; $P<0.01$).

Within the pens, the type of floor, plastic gridded or wire net covered by plastic mats, did not affect health status, productive performance, carcass and meat quality of rabbits. Only the proportion of *longissimus lumborum* muscle on the reference carcass weight was higher in the rabbits reared on the wire net floor with plastic mats (12.6 vs. 12.3%; $P=0.03$).

In conclusion, the application of a feed restriction did not affect the health status of the animals, but it significantly improved feed conversion index. However, slaughter results were partially impaired by feed restriction, especially in terms of carcass dressing percentage. The adoption of modular pens, as before described, confirmed the possibility of rearing rabbits even in large colonies maintaining high growth performance and meat quality, in line with those obtained in conventional multifunctional cages. The type of floor within the pens, plastic or wire net covered by plastic mats, was insignificant for all measured variables. Only information relating to animal behavior, durability and easy cleaning of the two floors, as well as economic reasons, will be useful to choose a type of floor rather than another under field conditions.

Introduzione

Elementi di anatomia e fisiologia digestiva del coniglio

Il coniglio (*Oryctolagus cuniculus*) è un erbivoro monogastrico appartenente alla famiglia dei Leporidi, dell'ordine dei Lagomorfi. Allo stato selvatico si nutre principalmente di radici, giovani foglie, germogli, ecc., in altre parole di alimenti che contengono un'elevata quantità di proteine e carboidrati digeribili, oltre a una moderata presenza di fibra (Xiccato e Trocino, 2010).

L'apparato digerente del coniglio è quello tipico delle specie monogastriche, formato da bocca, faringe, esofago, stomaco, intestino tenue e intestino crasso (Figura 1).

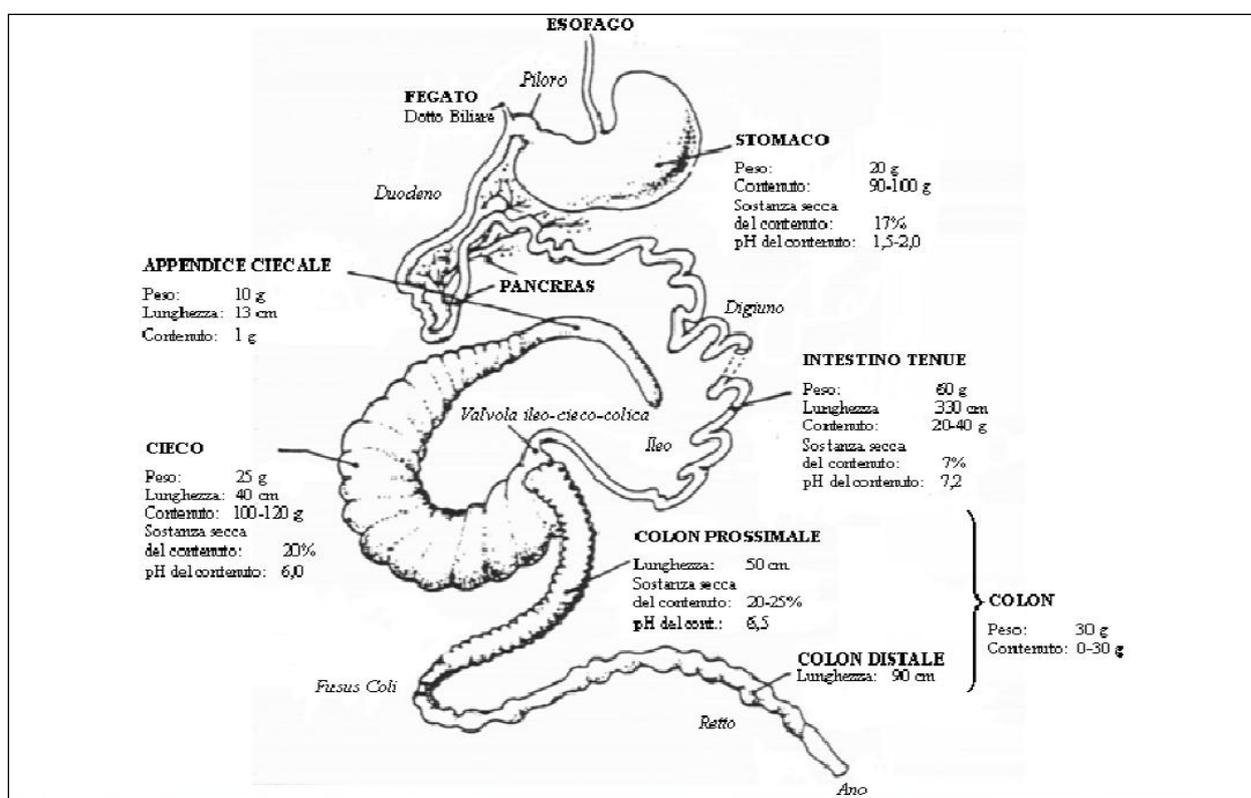


Figura 1. Apparato digerente del coniglio (Biffi, 1997).

I comparti più importanti del digerente sono lo stomaco e il cieco. Nello stomaco avvengono l'immagazzinamento del cibo per un tempo breve e una prima digestione a carico dei succhi gastrici; da qui l'alimento passa nell'intestino tenue e crasso, dove continua e si completa il processo digestivo. Il cieco, così chiamato perché è un sacco a fondo chiuso, costituisce una porzione considerevole del volume del digerente e grazie alla presenza di una microflora

batterica, che è presente soprattutto in questo tratto dell'apparato digestivo, è capace di operare processi fermentativi. Al cieco seguono il colon, in cui avviene il riassorbimento di acqua ed elementi minerali, e il retto.

Il coniglio si differenzia dagli altri erbivori per il meccanismo fisiologico della ciecotrofia. Questa consiste in un processo di formazione e ingestione di un particolare tipo di feci, denominate feci molli, che il coniglio preleva con la bocca direttamente dall'ano, senza masticarle, soprattutto durante le prime ore del mattino. Dopo l'ingestione alimentare, grazie a delle rapide contrazioni, il materiale alimentare, oltre ad essere mescolato, progredisce dal cieco verso il colon; le piccole particelle più dense sono trattenute nelle haustre del colon prossimale, le quali favoriscono la regressione delle particelle verso il cieco dove permangono per alcune ore e fermentano. Le particelle di maggiore lunghezza e minore densità vengono invece rapidamente allontanate verso il colon distale e l'ano, generando le cosiddette feci dure, le quali sono espulse poco dopo l'ingestione dell'alimento e rappresentano quindi la forma di rapida escrezione dei costituenti fibrosi della dieta.

Il materiale alimentare più denso e di dimensioni minori permane quindi nel cieco, dove il coniglio, come la gran parte degli erbivori, ha una popolazione microbica simbiotica costituita da batteri e protozoi che fermentano le sostanze alimentari indigerite. Gli acidi grassi volatili prodotti dalle fermentazioni microbiche sono direttamente assorbiti attraverso la mucosa ciecale. La composizione degli AGV nel cieco del coniglio è caratteristica della specie, con una prevalenza di acido acetico (C_2 , 70-85% degli AGV totali), seguita dall'acido butirrico (C_4 , 8-20%), propionico (C_3 , 3-10%) e caprilico (C_5 , 0,5-1%). L'incidenza dei diversi acidi grassi e il loro livello percentuale variano con l'età degli animali e durante il giorno in funzione della ciecotrofia. Inoltre, la dieta, secondo la sua composizione, del contenuto di fibra e sostanze fermentabili, può modificare le proporzioni degli AGV prodotti e la composizione della microflora ciecale (Xiccato e Trocino, 2010).

Dopo 6-8 ore di fermentazione, il materiale trattenuto nel cieco viene espulso sotto forma di feci molli, o ciecotrofi. Il ciecotrofo si presenta come un aggregato di palline di colore nerastro, molli, composte da un maggiore contenuto di acqua, proteine, composti azotati non proteici e vitamine idrosolubili (B e C) rispetto alle feci dure, che sono invece ricche di fibra grezza e frazioni fibrose (Figura 2). A livello del colon e prima dell'escrezione, i ciecotrofi sono rivestiti da uno strato mucoso che protegge le proteine e le sostanze nutritive dalla degradazione

enzimatica e dagli acidi presenti nello stomaco; questa protezione viene degradata dopo alcune ore di permanenza nel tratto gastrico, e contemporaneamente, acidi grassi volatili (AGV) continuano a svilupparsi all'interno del ciecotrofo. Segue la digestione del ciecotrofo nell'intestino tenue.



Figura 2. Aspetto tipico del ciecotrofo (a sinistra) e delle feci dure (in basso a destra). (http://www.aeaweb.net/schedearticoli/feci_coniglio/guida_feci_coniglio.htm).

La ciecotrofia è un comportamento adattativo da non confondere con la coprofagia, cioè l'ingestione delle feci vere e proprie, che è invece un comportamento abnorme, segno di carenze e squilibri alimentari. Viceversa, il ciecotrofo contiene una quantità di sostanze e principi nutritivi elevati e contribuisce da un lato al recupero di sostanze altrimenti indigerite, dall'altro a evitare l'intasamento del tubo digerente da parte della fibra insolubile.

L'ingestione alimentare e l'escrezione delle feci dure avvengono nella seconda metà della giornata o nelle ore notturne, a differenza dell'escrezione e re-ingestione delle feci molli che avvengono durante le ore diurne, con variabilità tra le 8:00 e le 17:00 (Xiccato e Trocino, 2010).

La ciecotrofia può essere quindi definita come un comportamento che permette all'animale di migliorare l'assimilazione, e di conseguenza l'utilizzazione dei nutrienti presenti negli alimenti. Il processo di assorbimento avviene tramite i seguenti passaggi:

1. veloce separazione della parte meno digeribile della dieta, attraverso le feci vere e proprie, chiamate feci dure;
2. permanenza nel cieco e fermentazione del materiale denso, più proteico e energetico;
3. assorbimento, tramite la mucosa ciecale, degli AGV prodotti dalle fermentazioni;

4. emissione, re-ingestione e successiva digestione dei ciecotrofi, arricchiti dall'apporto della flora microbica in termini di proteina e vitamine.

Alimentazione del coniglio all'ingrasso

Il post-svezzamento è il periodo che intercorre tra l'allontanamento dei piccoli dalla fattrice, a circa 30-35 giorni di età, fino a circa 50-55 giorni di età, periodo durante il quale si completa lo sviluppo fisiologico digestivo e si realizza la prima fase di accrescimento dell'animale. Questo periodo si presenta molto delicato, poiché gli animali sono più esposti a patologie metaboliche multifattoriali che avvengono con maggior frequenza nei momenti di stress tipici di questa fase di allevamento, i.e. l'allontanamento dalla madre, lo sviluppo di una nuova microflora ciecale a seguito della modificazione nella dieta (da latte a solida), l'inizio della ciecotrofia, ecc.

Per evitare l'insorgenza e la diffusione di patologie intestinali, nelle diete post-svezzamento si usano limitate quantità di alimenti, quali i cereali, al fine di limitare l'apporto di amido (<12%), e apporti piuttosto elevati di alimenti ricchi di fibra insolubile (ADF >18-19% e ADL >4-5%). È anche utile aumentare l'apporto di fibra solubile e digeribile con l'inclusione di alimenti che ne sono ricchi, come le polpe secche di barbabietola. È importante anche l'integrazione delle diete con fonti proteiche, in particolare farine di estrazione di soia e di girasole, con una percentuale variabile tra il 10% e il 15%, per apportare almeno il 15-16% di proteina grezza e bilanciare adeguatamente l'apporto amminoacidico. Le diete del primo periodo, inoltre, presentano un ridotto contenuto di energia (9,2-9,6 MJ/kg) e sono normalmente addizionate con medicinali e coccidiostatici.

A circa 50-55 giorni di età, vengono somministrate le diete da ingrasso che, rispetto alle precedenti, presentano un maggiore contenuto di energia (10-10,5 MJ/kg), un minor contenuto di proteine (15-15,5%) e non contengono antibiotici. Queste diete sono formulate per evitare il sensibile peggioramento dell'indice di conversione alimentare (ICA) nel secondo periodo di allevamento e permettere una sufficiente deposizione di grasso nelle carcasse.

Le diete da ingrasso sono caratterizzate da un limitato contenuto di erba medica e di materie prime con un elevato tenore proteico, per lasciare spazio a cereali e sottoprodotti dei cereali, quali orzo e crusca di frumento.

La settimana precedente alla macellazione degli animali, gli allevatori possono impiegare una terza tipologia di mangime privo di coccidiostatico e leggermente grassato. Questa dieta,

adatta alla fase di finissaggio, è caratterizzata da un elevato contenuto energetico, ottenuto grazie ad un aumento di amido e lipidi, e un ridotto rapporto proteina digeribile/energia digeribile.

Piani di restrizione alimentare nel coniglio da carne

Tecnica di alimentazione e restrizione alimentare

Negli allevamenti commerciali di conigli, i programmi di razionamento alimentare sono utilizzati per i maschi riproduttori e le fattrici a riposo, per evitare un eccessivo ingrassamento e un conseguente peggioramento delle prestazioni riproduttive. Diversamente, le fattrici in gravidanza e in allattamento e i conigli in accrescimento sono solitamente alimentati *ad libitum*.

I conigli da carne dovrebbero essere sempre alimentati *ad libitum*, dal periodo di post-svezzamento fino alla macellazione, per garantire la massimizzazione dell'accrescimento giornaliero e il raggiungimento del giusto peso finale. In queste condizioni di consumo volontario degli alimenti, l'energia digeribile (ED) assunta è utilizzata per il 45% per il mantenimento e per il 55% per la crescita (Xiccato e Trocino, 2010). Una diminuzione dell'ingestione di alimenti comporta una minore assunzione di energia digeribile, e quindi l'animale non presenta un'adeguata disponibilità energetica destinata all'accrescimento, riducendo pertanto la velocità di crescita.

L'impiego di un piano di restrizione alimentare moderato consente, però, di migliorare l'indice di conversione (IC) grazie al miglioramento della digeribilità dei nutrienti e all'appiattimento della curva di crescita degli animali. Ma la ragione più importante per cui si applica il razionamento nei conigli è legata al tentativo di limitare l'insorgenza e la diffusione di malattie digestive in allevamento e la conseguente riduzione della mortalità nella fase di post-svezzamento (Gidenne e coll., 2012).

Si possono attuare restrizioni alimentari di tipo qualitativo o quantitativo. Il razionamento qualitativo è applicato variando i rapporti tra i diversi principi nutritivi che compongono la dieta, mentre la restrizione alimentare quantitativa può essere applicata in modo diretto, diminuendo la quantità giornaliera di mangime somministrata agli animali, o indiretto, riducendo la disponibilità d'acqua.

Studiando i sistemi di razionamento idrico, Boisot e coll. (2005) hanno osservato che nel caso di conigli alimentati *ad libitum* il rapporto tra acqua e mangime assunti è pari a 1,68 (Figura 3). Quando i conigli sono razionati al 65% dell'ingestione volontaria, compensano la mancanza

di alimento con una maggiore assunzione di acqua, aumentando il rapporto acqua/mangime a 3,46. Quando si attua un drastico razionamento idrico, permettendo l'accesso all'acqua di bevanda per una sola ora al giorno, si realizza un livello di razionamento pari al 75% dell'*ad libitum* e il rapporto acqua/alimento si riduce a 1,2 (Gidenne e coll., 2012). Ne deriva che l'uso del razionamento idrico finalizzato a ottenere il razionamento alimentare non è tra le soluzioni auspicabili perché è efficace solo nel caso di una privazione eccessiva dell'apporto di acqua (1-1,5 ore al giorno) e quindi contestabile dal punto di vista del benessere animale.

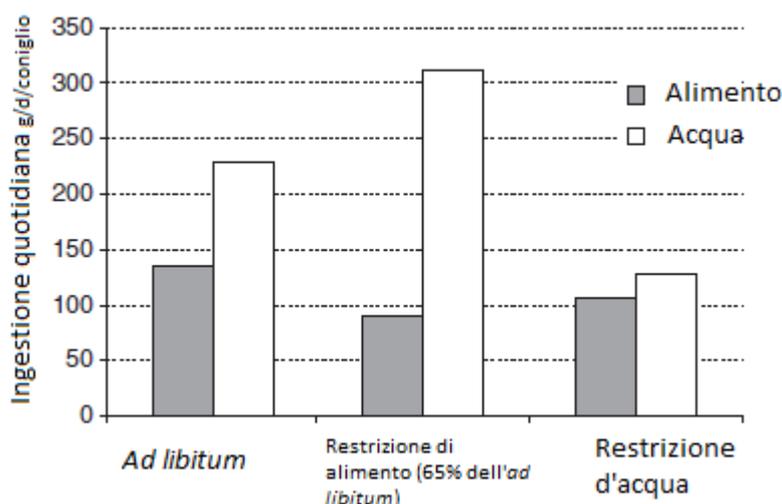


Figura 3. Restrizione alimentare ottenuta con una riduzione della quantità di mangime o della disponibilità d'acqua in conigli in accrescimento (modificato da Gidenne e coll., 2012).

Quasi sempre, i programmi di restrizione alimentare prevedono livelli di razionamento maggiori durante il primo periodo di allevamento, che gradualmente vengono diminuiti fino a passare ad un sistema di alimentazione *ad libitum* nella fase finale di ingrasso.

Come detto in precedenza, la fase di post-svezzamento è particolarmente delicata, a causa dei numerosi fattori stressanti cui sono sottoposti i piccoli conigli in questo periodo. Applicando dei programmi di razionamento moderati, è possibile migliorare lo stato sanitario degli animali, senza peggiorare in modo significativo le prestazioni produttive degli animali (Gidenne e coll., 2012).

Efficienza alimentare

I fini produttivi dell'allevamento di specie monogastriche, come polli, suini e conigli, consistono nell'ottimizzazione della conversione alimentare e nella massimizzazione della massa muscolare, attraverso adeguati sistemi di alimentazione e composizione delle diete. Il parametro più utilizzato nella pratica per valutare le prestazioni produttive e la redditività è l'indice di conversione alimentare (ICA). Questo indice può essere facilmente misurato in qualunque sistema di allevamento ed esprime il rapporto tra la quantità di mangime consumato e l'accrescimento realizzato. Negli ultimi anni, in seguito alla continua spinta selettiva genetica, al miglioramento delle tecniche di alimentazione (compreso il razionamento) e migliori controlli sanitari e ambientali (temperatura, umidità, ventilazione, ecc.), si è ottenuto un netto miglioramento dell'indice di conversione nell'allevamento del coniglio (Gidenne e coll., 2013).

Confrontando dati del 2006, si può notare che gli allevamenti cunicoli italiani presentano un indice di conversione maggiore (3,82) rispetto a quelli spagnoli (3,63) e francesi (3,58); questa discrepanza è data principalmente dal maggiore peso di macellazione e dalla durata del periodo di allevamento, decisamente più lunga in Italia (Xiccato e coll., 2007; Rosell e González, 2007; Lebas, 2007; Gidenne e coll., 2013).

Mediamente i conigli nel periodo di post-svezzamento (da 30 a 49 giorni di età) presentano un IC che si aggira tra 2,1 e 2,3; quest'ultimo aumenta gradualmente fino a raggiungere valori di 3,6-3,9 nel periodo di finissaggio, ovvero da 50 a 72 giorni d'età dell'animale (Gidenne e coll., 2013).

I programmi di razionamento alimentare possono contribuire in modo importante al contenimento dell'IC; infatti, questo diminuisce in modo proporzionale al livello di razionamento durante la fase di restrizione stessa (Figura 4), anche grazie al miglioramento dell'efficienza digestiva. Inoltre, quando i conigli in precedenza razionati sono alimentati *ad libitum*, presentano una decisa crescita compensativa, più che proporzionale all'aumento dei consumi alimentari.

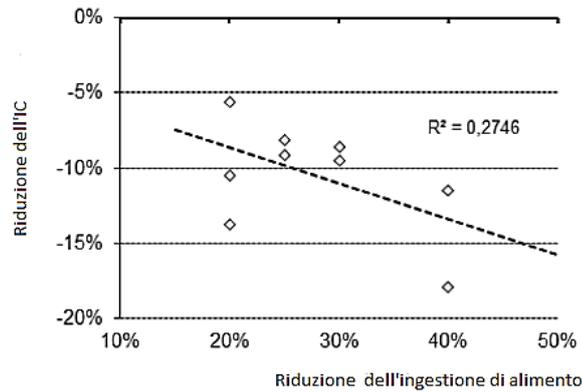


Figura 4. Variazione dell'indice di conversione (IC) in funzione del livello di razionamento applicato in conigli in accrescimento (Gidenne e coll., 2013).

Stato sanitario degli animali

L'obiettivo della selezione genetica è ottenere animali con prestazioni produttive sempre più elevate (rapidi accrescimenti stimolati da grandi capacità d'ingestione), tuttavia questo fattore comporta degli aspetti negativi soprattutto nel primo periodo di allevamento, a causa di un'alta incidenza delle malattie metaboliche e un elevato tasso di mortalità (Cerolini, 2008). Questi problemi possono essere prevenuti e controllati applicando dei programmi di restrizione alimentare.

Un sistema di alimentazione *ad libitum* consente ai conigli di alimentarsi in modo naturale, come avverrebbe allo stato selvatico, ingerendo tanti piccoli pasti durante la giornata. Tuttavia, i conigli alimentati *ad libitum* in allevamento possono ingerire durante la giornata grandi quantità di alimento, con importanti variazioni fra un giorno e l'altro legate alla maturazione dell'apparato digerente e alle variazioni delle condizioni ambientali (soprattutto in alcune stagioni caratterizzate da improvvise variazioni di temperatura, es. autunno). Le brusche variazioni d'ingestione di cui sopra determinano un importante e improvviso ingombro del tratto intestinale e favoriscono una disbiosi nella microflora batterica e la conseguente proliferazione e diffusione di agenti patogeni nel tratto digestivo. La diffusione di questi ultimi provoca l'insorgenza di patologie enteriche anche molto gravi, come l'enteropatia epizootica del coniglio (EEC).

L'EEC è una malattia multifattoriale che può essere descritta come una forma grave di enteropatia mucoide. Essa può verificarsi in seguito a cause di tipo infettivo, batterico,

alimentare, farmacologico o ambientale (inadeguati tassi di umidità, temperatura, ventilazione e livelli di ammoniaca). La sintomatologia di questa malattia prevede un'iniziale riduzione dell'assunzione di mangime e acqua da parte dell'animale, che conduce a un veloce deperimento e disidratazione dello stesso. Nei casi più gravi, i conigli colpiti dalla patologia muoiono in pochi giorni a seguito di forti diarree, spesso accompagnate da muco fluido trasparente.

Boisot e coll. (2003) hanno dimostrato che applicando un livello di razionamento del 65% dell'*ad libitum* si ottiene una significativa riduzione della mortalità causata dall'EEC (Figura 5). Effetti positivi sul controllo della mortalità sono stati riscontrati anche in altre prove sperimentali, applicando diversi livelli di restrizione alimentare (dal 60% all'80% dell'*ad libitum*) nelle prime tre settimane del post-svezzamento, sia con riduzioni dirette delle quantità di mangime somministrato agli animali (Gidenne e coll., 2009a), sia con limitazioni dell'apporto idrico (Bovera e coll., 2013).

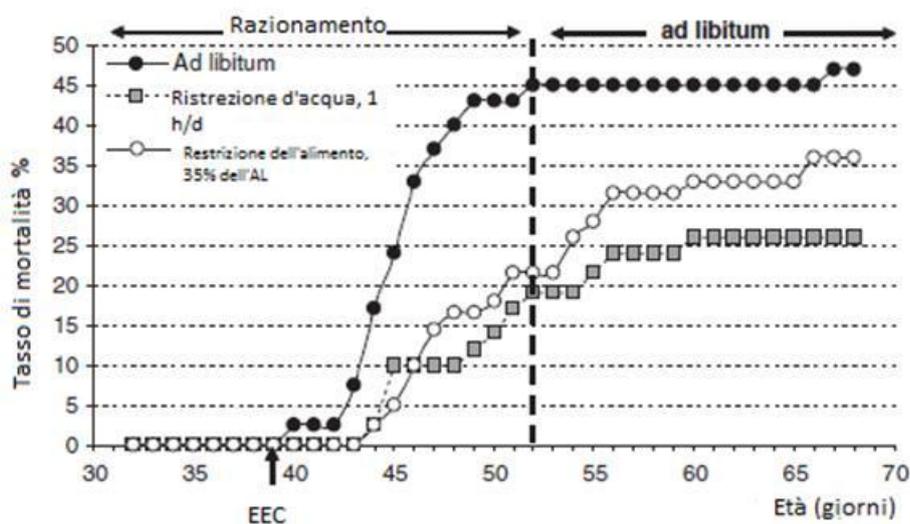


Figura 5. Tasso di mortalità in funzione alla restrizione alimentare applicata in conigli all'ingrasso (modificato da Gidenne e coll., 2012).

Un passaggio molto delicato dei programmi di razionamento è rappresentato dal periodo di re-alimentazione, quando i conigli ingeriscono cibo *ad libitum* per compensare la loro fame pregressa, aumentando la possibilità di “indigestioni” e il conseguente peggioramento della salute intestinale. Infatti, si raccomanda un passaggio graduale dalla fase di restrizione a quella di alimentazione volontaria.

Dallo studio dei dati riportati in bibliografia, nonostante la variabilità dei risultati ottenuti nei diversi lavori, si può concludere che solamente con una riduzione di almeno il 20% del consumo volontario è possibile ridurre il numero di animali morti e le conseguenti perdite economiche durante il periodo di allevamento, mentre sono necessari livelli di restrizione ancor più severi per controllare anche il tasso di morbilità (<70%) (Gidenne e coll., 2012).

Caratteristiche della carcassa e della carne

L'applicazione di livelli di razionamento espone al rischio di peggiorare le performance produttive dei conigli in accrescimento, in altre parole gli animali sottoposti a restrizioni alimentari troppo rigide e durature presentano accrescimenti stentati durante il periodo di allevamento e non raggiungono il peso vivo medio richiesto alla macellazione. Infatti, le prestazioni produttive degli animali, oltre ad essere influenzate dallo stato di salute in allevamento e dalla composizione delle diete, dipendono dal livello di restrizione alimentare applicato.

Gli accrescimenti si riducono in maniera proporzionale alla percentuale di razionamento che viene adottato (Gidenne e coll., 2012). Di conseguenza la restrizione alimentare influisce anche sulle caratteristiche della carcassa, modificando le curve di deposizione tissutali, in particolare la deposizione di grasso (Tabella 1).

Tabella 1. Prestazioni produttive e caratteristiche della carcassa in funzione alla modalità di distribuzione della dieta e al livello di razionamento applicato in conigli in accrescimento (modificato da Gidenne e coll., 2009a).

	Livello di razionamento (% <i>ad libitum</i>)		Prob.
	100	75	
Ingestione tra 35 e 63 giorni di età, g/d	146	103	<0,01
Peso vivo a 73 giorni, g	2733	2555	<0,01
Peso della carcassa, g	1544	1394	<0,01
Peso del tubo digerente pieno, g	459	506	<0,001
Resa di macellazione, %	56,4	54,5	<0,01
Grasso totale, % carcassa	3,42	2,82	<0,001
Grasso perirenale, % carcassa	1,95	1,42	<0,001

Gli animali sottoposti a razionamento presentano gli organi dell'apparato digerente più pesanti rispetto agli animali sempre alimentati a volontà. Con l'applicazione di programmi di razionamento si ottengono conigli che, oltre a mostrare un notevole peso dell'apparato digerente, non presentano adeguati depositi adiposi nella carcassa, mentre i principali parametri di qualità della carne (colore, pH e perdite di cottura) risultano poco influenzati dalla strategia alimentare adottata (Gidenne e coll., 2012).

Benessere animale

Applicare programmi di razionamento significa non rispettare appieno le cinque libertà indicate dalle norme generali in materia di benessere animale, ridefinite nel 2011 dal *Farm Animal Welfare Committee*, poiché si limita l'accesso al cibo, violando così la libertà dalla fame e dalla sete. È pur vero però che la restrizione alimentare permette di controllare l'insorgenza di patologie enteriche in pieno accordo con la libertà dal dolore e dalle malattie. Inoltre, va considerato che il razionamento alimentare è solitamente applicato per un periodo limitato del giorno e del ciclo di allevamento stesso.

D'altra parte i conigli sembrano adattarsi rapidamente ai programmi di restrizione alimentare; infatti, abitualmente ingeriscono quasi tutto il mangime dopo poche ore dalla distribuzione dell'alimento e ritornano a un comportamento alimentare tipico della specie (piccoli e frequenti pasti durante la giornata) dopo pochi giorni dall'inizio della fase di re-alimentazione.

È importante considerare se, nonostante sia permesso un accesso alle mangiatoie limitato rispetto a degli animali alimentati a volontà, l'adozione di strategie di restrizione alimentare non comporti un aumento delle manifestazioni di aggressività tra gli animali della stessa gabbia. A tal proposito, un aspetto importante è rivestito dal numero di mangiatoie presenti nella gabbia. Infatti, un fronte mangiatoia sufficientemente ampio può ridurre la competizione tra gli animali per accedere all'alimento, evitando l'allontanamento dei soggetti più deboli da parte degli individui dominanti.

Tipi di stabulazione per conigli da carne allevati in colonia

Le tipologie di gabbie utilizzate negli allevamenti intensivi per la produzione del coniglio da carne sono due: le gabbie bicellulari (2 animali per gabbia), dove si realizza solo la fase

d'ingrasso dei conigli, largamente utilizzate in Italia e in Ungheria, e le gabbie polivalenti (5-8 conigli per gabbia), diffuse soprattutto in Spagna, Francia e Belgio, dove la fattrice viene allontanata dalla nidiata svezzata che vi rimane invece fino al momento della macellazione. Per entrambe le tipologie di stabulazione si garantiscono superfici individuali da 500 a 600 cm² per una densità di allevamento da 18-20 a 16 conigli/m². A tal proposito l'EFSA (2005) è intervenuta proponendo misure di riferimento per le gabbie (lunghezza, larghezza, profondità, altezza e superficie) e, soprattutto, indicando un carico massimo alla macellazione pari a 40 kg/m², che garantiscano sia il benessere degli animali sia il mantenimento di buone performance produttive.

Nelle gabbie bicellulari e nelle piccole colonie, è possibile che si verifichino condizioni di stress legate all'impossibilità per l'animale di eseguire alcuni comportamenti naturali perché posti in spazi angusti e questo potrebbe tradursi in un peggioramento delle prestazioni produttive dei conigli.

L'allevamento di conigli all'ingrasso in colonia e in recinti di dimensioni maggiori potrebbe essere una valida soluzione che, tuttavia, comporta per l'allevatore la necessità di un investimento per il rinnovo delle strutture. Inoltre, è possibile che avvenga un aumento delle lesioni e ferite causate dalle lotte per stabilire la gerarchia all'interno del gruppo di animali e per contendersi l'accesso alle mangiatoie. È stato osservato che in gabbie bicellulari non si verificano quasi mai manifestazioni di aggressività, a differenza delle gabbie collettive dove se ne riscontra un'alta incidenza (7,1%; Szendrő e Dalle Zotte, 2011). In quanto alle prestazioni, è stata osservata la riduzione dei pesi finali degli animali allevati in recinti collettivi piuttosto che in gabbie bicellulari (2839 g vs. 2655 g) (Xiccato e coll., 2013).

Un altro elemento da considerare, che potrebbe influenzare le performance produttive, è la numerosità del gruppo, in quanto più animali sono presenti in una gabbia, più aumenta la probabilità di aggressioni nella colonia, soprattutto nelle fasi finali del ciclo produttivo con l'approssimarsi della maturità sessuale.

Negli anni sono stati eseguiti molti studi sulle relazioni fra benessere animale, prestazioni produttive e tipologia di pavimentazione nelle gabbie. In generale, la rete metallica rappresenta la soluzione più diffusa, igienicamente e tecnicamente superiore, ma considerata generalmente in modo negativo dal consumatore/opinionista attento al benessere animale. È stato osservato tuttavia che una pavimentazione alternativa ricoperta di paglia potrebbe essere causa sia di

problemi igienico-sanitari, che di riduzione delle performance produttive. Infatti, la paglia, oltre ad avere la capacità di trattenere le feci e le urine, può essere ingerita dai conigli, ingombrando così il tratto digestivo, e di conseguenza, determinare un accrescimento rallentato, compromettendo il peso medio finale (Dal Bosco e coll., 2002).

In altri studi sono stati messi a confronto diversi tipi di pavimentazioni: classico pavimento in rete zincata, pavimento grigliato in acciaio e pavimento con doghe di plastica (Trocino e Xiccato, 2006; Princz e coll., 2009). Le differenti pavimentazioni non hanno interferito sulle prestazioni produttive degli animali, e sono risultate adeguate dal punto di vista zootecnico all'allevamento cunicolo, mentre rimangono da approfondire gli aspetti in materia di benessere, quali la preferenza degli animali a un particolare tipo di pavimentazione piuttosto che un'altra.

Obiettivi

Negli ultimi anni, con la comparsa e la notevole diffusione dell'enteropatia epizootica del coniglio e le sempre maggiori limitazioni a livello europeo e nazionale riguardo all'utilizzo degli antibiotici nell'allevamento cunicolo, si è reso necessario il ricorso a strategie alternative in grado di controllare l'impatto della malattia, contenere la mortalità e garantire al contempo la redditività degli allevatori. Tra queste, si è diffusa la tecnica del razionamento alimentare ed è aumentata la consapevolezza che il controllo del microclima e il cambiamento delle modalità di stabulazione degli animali possano migliorare il loro benessere, ridurre lo stress e, quindi, aumentare la resistenza alle malattie.

Ad oggi rimangono da chiarire diversi dubbi riguardo la reale efficacia dei programmi di razionamento nel controllo delle patologie enteriche e il miglioramento degli indici di conversione, ma in particolar modo mancano indicazioni precise su livelli e tempi di restrizioni da adottare e sulle modalità di realizzazione più appropriate in campo.

Inoltre, vi è ancora una mancanza di dati inerenti alle performance produttive e lo stato di salute di conigli allevati in colonie di diversa numerosità. Allo stesso tempo rimangono da sviluppare le pavimentazioni delle gabbie alternative alla classica rete di ferro, in grado di aumentare il confort dei conigli in allevamento.

Fatte queste premesse, il presente studio si è posto gli obiettivi di:

- definire la numerosità più appropriata dei gruppi di conigli allevati in recinti di diversa dimensione, a parità di densità di allevamento (gruppi composti da 6, 8, 16 e 32 conigli);
- valutare l'applicabilità nella pratica e identificare gli effetti sullo stato sanitario dei conigli prodotti da un programma di razionamento di tipo temporale e variabile (*ad libitum* vs. razionamento);
- determinare le performance produttive di animali che alloggiano in recinti in cui si trovano due diverse tipologie di pavimentazione (rete metallica con tappetino vs. grigliato di plastica).

Materiali e metodi

Descrizione dell'allevamento

La prova è stata svolta nel periodo febbraio-aprile 2014 nelle strutture di stabulazione per conigli presso l'Azienda Agraria Sperimentale "Toniolo" dell'Università di Padova (Figura 6).



Figura 6. Stabulario per conigli dell'Azienda Agraria Sperimentale "Toniolo".

Il ricambio d'aria in questa struttura è garantito da finestre con sistema d'apertura a vasistas e da grandi ventilatori automatici a estrazione (Figura 7), mentre il condizionamento della temperatura ambientale avviene tramite un impianto di riscaldamento centralizzato a convezione.

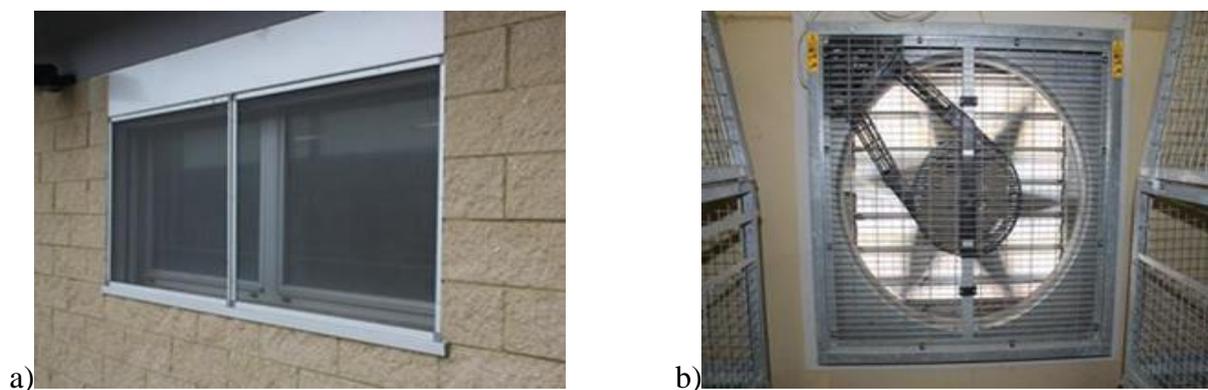


Figura 7. Finestre (a) e ventilatori automatici ad estrazione (b) per il ricambio d'aria.

Prima dell'arrivo dei conigli, le gabbie e le attrezzature sono state accuratamente lavate con idropulitrice e sterilizzate con bruciatore a gas. Successivamente, il locale di allevamento è stato sottoposto ad un lungo periodo di vuoto sanitario, seguito da trattamento disinfettante (Virkon® Antek International-A DuPont Company, Suffolk, UK).

Nel corso della prova la temperatura media è diminuita da 23°C a 20°C circa fino a 60 giorni di età degli animali, poi è aumentata raggiungendo un picco di circa 25°C a fine prova (Figura 8a). La temperatura massima media misurata è stata pari a 23°C, con una variazione da 19°C a 26°C. La temperatura minima media è risultata pari a 20°C, con variazioni da 17°C a 22°C. L'umidità relativa massima si è attestata su un valore medio del 41%, mostrando variazioni dal 31% al 53%, mentre l'umidità relativa minima è stata mediamente pari al 34% con un intervallo di variazione dal 27% al 43% (Figura 8b).

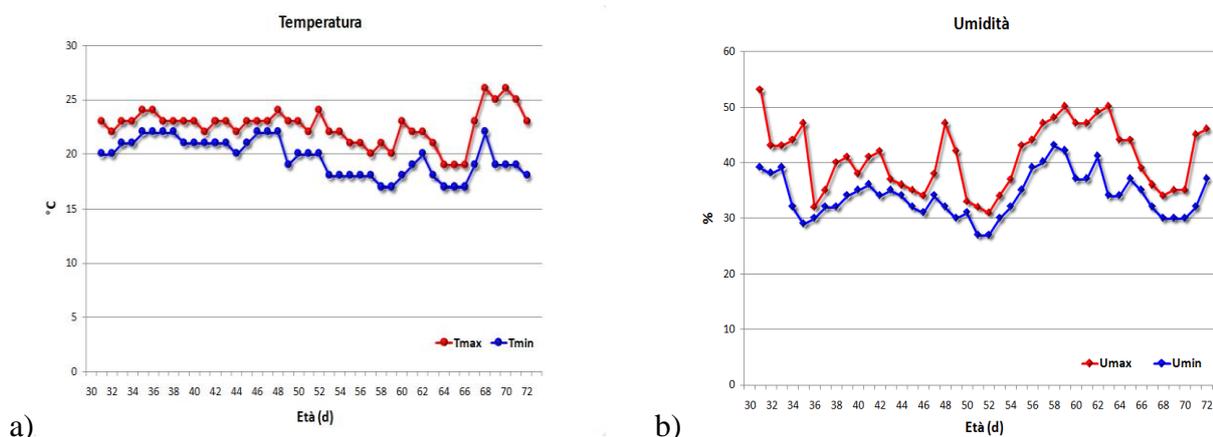


Figura 8. Variazione dei valori minimi e massimi giornalieri di temperatura (a) e umidità relativa (b) all'interno dell'allevamento sperimentale nel corso della prova.

Nel locale di allevamento erano presenti moduli sperimentali per lo svezzamento e l'ingrasso (64 cm di larghezza \times 78 cm di profondità, con una superficie pari a 0,50 m²), ciascuno capace di contenere 8 conigli (16 conigli/m²). I moduli potevano o meno essere messi in comunicazione tra loro mediante un'apertura sulla parete divisoria, creando recinti composti da 1, 2 o 4 moduli così da contenere gruppi di conigli di diversa numerosità (8, 16 e 32, rispettivamente nei recinti da 1, 2 e 4 moduli).

Le pareti perimetrali dei recinti presentavano un'altezza di 1,1 m, composte da rete di ferro zincato con una dimensione della maglia di 20 mm \times 20 mm e un diametro di 2 mm (Figura 9a). Sulla parte frontale di ogni gabbia era presente una porta di 625 mm \times 620 mm che permetteva la movimentazione degli animali da parte degli operatori. Le gabbie erano prive di tamponatura superiore.

Nello stesso locale erano inoltre disponibili gabbie polivalenti (Figura 9b), di dimensioni standard (38 cm \times 87 cm \times 40 cm, con superficie pari a 0,36 m²), dove alloggiavano 6 conigli per gabbia.

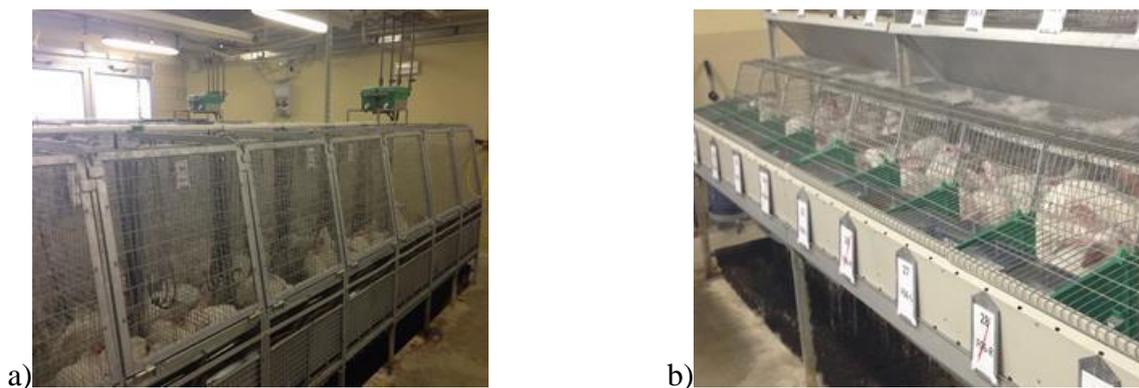


Figura 9. Struttura dei recinti (a) e delle gabbie polyvalenti (b).

Sulla parte posteriore dei recinti e delle gabbie polyvalenti è stata sistemata la linea di erogazione dell'acqua con due abbeveratoi a ugello, distanziati di 43 cm, collegati con un serbatoio per l'erogazione idrica a bassa pressione e a temperatura ambiente (Figura 10).

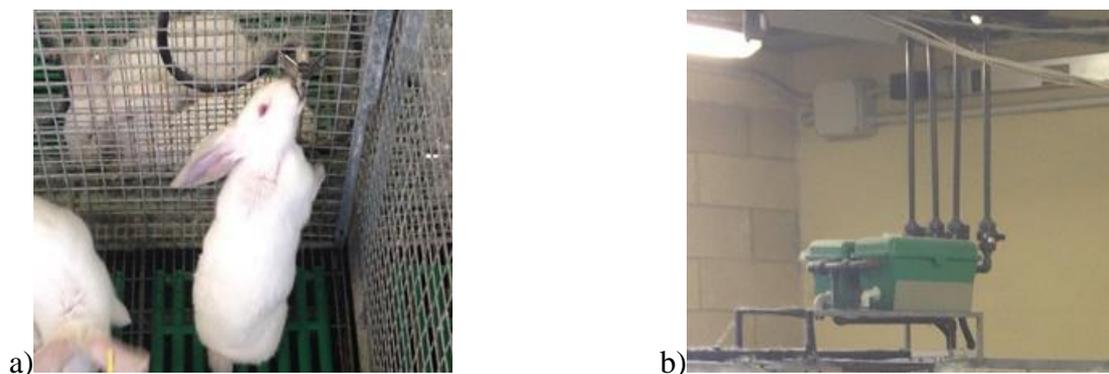


Figura 10. Abbeveratoio a goccia (a) e serbatoio per l'erogazione idrica (b).

I moduli dei recinti sono stati muniti di due pavimenti diversi, metà dei moduli presentava grigliato di plastica (trattamento P) e metà dei moduli rete metallica con quattro tappetini di plastica (trattamento T) (Figura 11). Il pavimento, su cui alloggiavano i gruppi sottoposti a trattamento T, era in rete di ferro zincato, con fessure di 1 cm di larghezza e 7 cm di lunghezza e un diametro del filo di rete pari a 3 mm, mentre il pavimento su cui si trovavano gli animali assoggettati a trattamento P, era in grigliato di plastica "Slat" (Meneghin s.r.l., Povegliano, Treviso), che presentava fessure di 7 cm di lunghezza e 1 cm di larghezza intervallate da uno spazio pieno di 0,7 cm.



Figura 11. Pavimentazione in rete metallica ricoperta da 4 tappetini di plastica (a sinistra) e grigliato di plastica (a destra).

I diversi moduli sono stati messi in comunicazione praticando un'apertura di 30 cm di larghezza e 40 cm di altezza sulla parete laterale di separazione dei moduli, in funzione alla numerosità del gruppo di allevamento (8 conigli in un modulo, quindi 16 animali in 2 moduli comunicanti e 32 conigli in 4 moduli comunicanti).

Animali, disegno sperimentale e rilievi

A 30 giorni di età, 400 conigli ibridi da carne sono stati trasferiti da un allevamento commerciale alla stalla per conigli dell'Azienda Agraria Sperimentale dell'Università di Padova.

I conigli sono stati selezionati il giorno precedente l'inizio della prova dalle nidiature di 50 fattrici pluripare, composte da almeno 8 coniglietti (metà maschi e metà femmine), omogenee per peso e numerosità e senza apparenti problemi sanitari. I coniglietti delle due nidiature sono stati identificati apponendo un segno rosso (per le femmine) o nero (per i maschi) sulla testa.

Gli animali sono stati trasportati presso la stalla sperimentale con mezzo autorizzato all'interno di gabbie da trasporto a bassa densità in modo da ridurre al minimo lo stress. Al loro arrivo i conigli presentavano un ottimo stato di salute.

All'arrivo, 368 conigli (in prova) sono stati alloggiati nei 40 moduli per l'allevamento in colonia in gruppi di 8 conigli per modulo (metà maschi e metà femmine e della densità di pari a 16 animali/m²) e in 8 gabbie polivalenti per fattrici e nidiature in gruppi di 6 conigli per gabbia (metà maschi e metà femmine). I restanti 32 conigli, che costituivano la riserva, sono stati posizionati in altre 8 gabbie polivalenti per fattrici e nidiature in gruppi di 4 conigli per gabbia (metà maschi e metà femmine).

Come già descritto, i 40 moduli in prova, potevano essere in comunicazione tra loro creando recinti con gruppi di conigli di diversa numerosità (8, 16 e 32 animali per recinto), secondo lo schema sotto riportato (Figura 12).

Ai conigli è stato messo subito a disposizione il mangime sperimentale S somministrato *ad libitum* (trattamento L) o in maniera razionata (trattamento R) secondo il piano dettagliato nei paragrafi successivi (*Diete sperimentali e Sistema di razionamento*).

Una metà dei recinti era stata munita di pavimento in grigliato di plastica (Trattamento P), mentre nell'altra metà dei recinti era collocata una pavimentazione in rete metallica con 4 tappetini di plastica (Trattamento T). Tutte le gabbie polivalenti erano munite di fondo di rete metallica priva di tappetino. Inoltre, in tutti i recinti e in tutte le gabbie polivalenti, erano presenti 2 mangiatoie rimovibili e 2 abbeveratoi a goccia.

Il disegno sperimentale prevedeva il confronto tra conigli allevati in gabbie polivalente (controllo) con 6 conigli e conigli allevati in recinti composti da moduli con 8 animali, sottoposti o meno a razionamento, secondo un modello bi-fattoriale 2×2 : 2 tipologie di gabbia (polivalente vs. recinti) \times 2 sistemi di alimentazione (*ad libitum* vs. razionato). All'interno dei recinti, i trattamenti erano distribuiti secondo un modello tri-fattoriale senza interazione: 3 livelli di numerosità (08, 16 e 32 animali) \times 2 combinazioni di pavimento (grigliato di plastica vs. rete + tappetino) \times 2 sistemi di alimentazione (*ad libitum* vs. razionato). I gruppi erano denominati come di seguito riportato e distribuiti come rappresentato nella Figura 12:

- F06-L: gabbia polivalente con 6 conigli, pavimento in rete, alimentazione *ad libitum*;
- F06-R: gabbia polivalente con 6 conigli, pavimento in rete, alimentazione razionata;
- P08-L: recinto con 8 conigli, pavimenti in plastica, alimentazione *ad libitum*;
- P08-R: recinto con 8 conigli, pavimento in plastica, alimentazione razionata;
- P16-L: recinto con 16 conigli, pavimento in plastica, alimentazione *ad libitum*;
- P16-R: recinto con 16 conigli, pavimento in plastica, alimentazione razionata;
- P32-L: recinto con 32 conigli, pavimenti in plastica, alimentazione *ad libitum*;
- P32-R: recinto con 32 conigli, pavimento in plastica, alimentazione razionata;
- T08-L: recinto con 8 conigli, pavimento in rete e tappetino, alimentazione *ad libitum*;
- T08-R: recinto con 8 conigli, pavimento in rete e tappetino, alimentazione razionata;
- T16-L: recinto con 16 conigli, pavimento in rete e tappetino, alimentazione *ad libitum*;
- T16-R: recinto con 16 conigli, pavimento in rete e tappetino, alimentazione razionata;
- T32-L: recinto con 32 conigli, pavimento in rete e tappetino, alimentazione *ad libitum*;
- T32-R: recinto con 32 conigli, pavimento in rete e tappetino, alimentazione razionata.

Corridoio lato finestre										
Modulo	40	39	38	37	36	35	34	33	32	31
Recinto	20		19				18		17	16
Trattamento	P16-L		T32-L				T16-L		P08-L	T08-L
Trattamento	P08-R		T08-R	P16-R		P32-R		T16-R		
Recinto	11	12	13		14			15		
Modulo	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Corridoio										
Modulo	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11
Recinto	10		9	8	7		6			
Trattamento	T16-R		P08-R	T08-R	P16-R		T32-R			
Trattamento	P32-L			T16-L		P08-L	T08-L	P16-L		
Recinto	1			2		3	4	5		
Modulo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Corridoio ingresso										
Recinto			28	27	26	25	24	23	22	21
Trattamento			F06-R	F06-L	F06-R	F06-L	F06-R	F06-L	F06-R	F06-L
Trattamento			Ris8	Ris7	Ris6	Ris5	Ris4	Ris3	Ris2	Ris1
Recinto			36	35	34	33	32	31	30	29

Figura 12. Definizione dei gruppi sperimentali e distribuzione dei recinti.

Legenda: P: pavimento in grigliato di Plastica; T: pavimento in rete con Tappetino; 08: recinti con 8 conigli (1 modulo); 16: recinti con 16 conigli (2 moduli); 32: recinti con 32 conigli (4 moduli); L: conigli alimentati *ad libitum*; R: conigli razionati; F06: gabbie polivalenti con 6 conigli (controllo); Ris: gabbie polivalenti con 4 conigli di riserva.

La prova ha avuto inizio il giorno seguente all'arrivo dei conigli (età 31 d) con la pesata iniziale degli animali e delle mangiatoie, oltre all'identificazione dei conigli mediante l'applicazione di una marca auricolare numerata in plastica di diversa colorazione, in base al tipo di pavimentazione su cui erano collocati i conigli (sei colorazioni differenti delle marche auricolari: azzurro, bianco, giallo, nero, rosso e verde).

Tutte le operazioni sono state eseguite con cura in modo da evitare ogni ulteriore stress agli animali.

Nel pomeriggio dello stesso giorno è stato effettuato il bilanciamento dei gruppi in modo da assicurare pesi medi e variabilità simili per tutti i trattamenti sperimentali. Per ogni recinto è stata predisposta una scheda per la registrazione dei dati relativi al peso vivo individuale degli animali e al consumo di ogni recinto e gabbia. La pesatura degli animali avveniva due volte la settimana,

mentre il controllo dei consumi alimentari era quotidiano.

Durante il primo periodo di allevamento, da 30 a 55 giorni d'età dei conigli, è stata distribuita una dieta da svezzamento (S), medicata e con coccidiostatico. In seguito, da 56 a 59 giorni d'età degli animali, è stata effettuata una transizione alimentare utilizzando una miscela tra la dieta da svezzamento S (50%) e la dieta da ingrasso I (50%), per poi procedere nell'ultima fase del ciclo produttivo di allevamento, da 60 a 72 giorni d'età, con la dieta da ingrasso (I) non medicata e priva di coccidiostatico.

Dopo 6 settimane di allevamento, a 73 giorni di età, tutti i conigli in prova sono stati trasferiti e macellati presso il macello Agricolo Tre Valli di San Giorgio in Bosco (PD) per determinare le rese individuali. Successivamente, 112 carcasse, provenienti da conigli di peso rappresentativo (4 per ciascun modulo dei recinti da 8 e 16 animali, 8 per ogni modulo dei recinti da 32 animali e 2 per ciascuna gabbia polivalente), sono state trasferite al DAFNAE dell'Università di Padova per eseguire lo spolpo e la dissezione delle carcasse secondo le procedure descritte in seguito.

Programma di razionamento e mangimi sperimentali

Durante le prime tre settimane di prova, il razionamento è stato realizzato nei gruppi R mediante la riduzione del tempo di accesso alla mangiatoia, ottenendo un razionamento medio pari al 90% dell'*ad libitum*, che è stato gradualmente ridotto fino a lasciare agli animali libero accesso alle mangiatoie.

Il programma di razionamento, dettagliato in tabella 2, è stato realizzato dapprima riducendo progressivamente da 14 a 8 ore il tempo di alimentazione (prima settimana) per poi mantenerlo a 8 ore (seconda settimana), quindi aumentarlo fino a 15 ore (terza settimana) per ritornare progressivamente all'alimentazione a volontà (quarta settimana). La restrizione è stata effettuata con l'asportazione delle mangiatoie dai recinti e dalle gabbie polivalenti tra le ore 6:00 e le ore 9:00, in tempi quanto più rapidi possibili, e la re-immissione delle mangiatoie nei recinti a orari via via anticipati: inizialmente alle 19:00 fino alle ore 22:00 e successivamente anticipando l'orario di entrata. Un tale programma ha consentito di ottenere un livello di razionamento reale in linea con quello previsto nella prima settimana, seguito da consumi tendenzialmente superiori alle aspettative nelle due settimane successive.

Tabella 2. Orario di introduzione e rimozione delle mangiatoie nei recinti e ore di accesso alla mangiatoia nei recinti razionati.

Settimana	1a settimana							2a settimana							3a settimana							4a settimana							5a e 6a settimana	
Età conigli	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	da 59 a 72	
Giorni di prova	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	da 29 a 42	
Ore di alimentazione	14	13	12	11	10	9	8	8	8	8	8	8	8	8	8	9	10	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	24	
Uscita mangiatoia	9	9	9	9	8	7	6	6	6	6	6	6	6	6	6	7	8	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	--	
Entrata mangiatoia	19	20	21	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	--

Il programma di alimentazione prevedeva l'impiego di un mangime da svezzamento (Dieta S) medicato e contenente coccidiostatico nel primo periodo (tre settimane, fino a 54 giorni di età), distribuito *ad libitum* o razionato, e di un mangime da ingrasso (Dieta I) non medicato e senza coccidiostatico, distribuito *ad libitum* nel secondo periodo, fino alla macellazione a 72 giorni di età. Il passaggio tra i due mangimi è stato reso meno brusco grazie a un periodo di 3 giorni di transizione alimentare ottenuta miscelando tra loro i due mangimi (50% + 50%).

I mangimi sono stati formulati in modo da rispondere ai fabbisogni dei conigli in accrescimento (De Blas e Mateos, 2010; Xiccato e Trocino, 2010) nelle fasi di post-svezzamento (0-21 giorni di prova) e di finissaggio (21-42 giorni di prova) (Tabella 3).

Tabella 3. Formula delle diete sperimentali.

Materie prime (%)	Dieta S	Dieta I
Medica disidratata 16% (PG:16,0%)	34,00	25,35
Crusca + cruschetto di frumento (PG: 13,6%)	19,00	24,00
Orzo nazionale (PG: 10,26%)	12,00	16,00
Polpe secche di bietola (PG: 8,0%)	19,00	16,00
Soia f.e. 46% (PG: 46,0%)	5,00	4,00
Girasole f.e. 29% (PG: 28,6%)	7,00	10,00
Olio di soia	1,00	1,50
Melasso	1,50	1,50
Carbonato di calcio	0,10	0,40
Fosfato bicalcico	0,35	0,25
Cloruro sodico	0,40	0,40
L-lisina liquida	0,10	0,10
DL-metionina	0,10	0,10
Integratore vitaminico-minerale	0,40	0,40
Coccidiostatico (Clinacox 0,2%, pari a 1 mg/kg Diclazuril)	0,05	–

Le diete utilizzate sono state formulate dal responsabile scientifico e prodotte da un mangimificio commerciale. La dieta S era medicata (Ossitetraciclina, pari a 1,450 mg/kg) e conteneva coccidiostatico (Clinacox 0,2%, pari a 1 mg/kg Diclazuril); la dieta I era priva di coccidiostatico e di antibiotico (Tabella 3). Le due diete sono state prodotte in pellet con diametro di 3,5 mm e lunghezza di 10–11 mm.

La composizione chimica delle diete sperimentali è riportata in Tabella 4. Il mangime sperimentale da svezzamento ha presentato una composizione chimica misurata sostanzialmente simile a quanto previsto in sede di formulazione con PG pari al 15,3%, NDF 35,7%, ADF 19,7%, ADL 5,0%, amido 11,2%. Anche la composizione del mangime utilizzato nel periodo d’ingrasso (I) ha sostanzialmente confermato quanto previsto in sede di formulazione, a parte un contenuto di ADF leggermente superiore (18,8%) e un contenuto di amido di circa un punto inferiore (13,1%) rispetto al contenuto previsto. Come da formulazione, tra i due mangimi S e I non sono state rilevate differenze sostanziali, a parte un moderato aumento del contenuto di amido (+2%) e di energia digeribile (stimata) e una lieve riduzione di NDF e ADF.

Tabella 4. Composizione chimica misurata delle diete sperimentali.

	Dieta S	Dieta I
Sostanza secca, %	87,9	88,0
Proteina grezza, %	15,3	15,2
Estratto etereo, %	3,1	3,7
Fibra grezza, %	16,6	15,1
Ceneri, %	6,8	6,6
NDF, %	35,7	34,8
ADF, %	19,7	18,8
ADL, %	5,0	5,0
Amido, %	11,2	13,1

Trattamenti sanitari e controllo veterinario

Lo stato sanitario degli animali è stato costantemente monitorato dal personale veterinario del Dipartimento, allo scopo di individuare rapidamente l’insorgenza di malattie, soprattutto disturbi digestivi, e programmare adeguatamente l’inizio di eventuali trattamenti antibiotici.

Nel corso della sperimentazione lo stato di salute degli animali è stato nel complesso abbastanza buono, anche grazie alla somministrazione di mangime medicato durante il primo periodo di allevamento (Tabella 5).

Nella maggior parte dei casi, gli animali morti erano colpiti da malattia digestiva, caratterizzata da presenza di diarrea e/o muco, gonfiore addominale, prostrazione; sintomi ascrivibili a enteropatia epizootica del coniglio, sebbene non diagnosticata ufficialmente per la nota mancanza di un agente eziologico riconosciuto e la notevole variabilità della sintomatologia.

Tabella 5. Numerosità dei gruppi sperimentali in prova (animali iniziali, morti, esclusi dalla macellazione e avviati alla macellazione commerciale).

Recinto	Trattamento	Iniziali, n.	Morti, n.	Esclusi, n.	Macellazione commerciale, n.
1	P32-L	32	4	0	28
2	T16-L	16	0	1	15
3	P08-L	8	0	0	8
4	T08-L	8	1	0	7
5	P16-L	16	0	0	16
6	T32-R	32	5	0	27
7	P16-R	16	5	0	11
8	T08-R	8	1	0	7
9	P08-R	8	1	0	7
10	T16-R	16	2	0	14
11	P08-R	8	0	0	8
12	T08-R	8	0	0	8
13	P16-R	16	1	0	15
14	P32-R	32	3	1	28
15	T16-R	16	1	0	15
16	T08-L	8	0	0	8
17	P08-L	8	0	0	8
18	T16-L	16	4	0	12
19	T32-L	32	1	0	31
20	P16-L	16	0	0	16
21	F06-L	6	0	0	6
22	F06-R	6	0	0	6
23	F06-L	6	0	1	5
24	F06-R	6	0	0	6
25	F06-L	6	0	0	6
26	F06-R	6	0	0	6
27	F06-L	6	0	0	6
28	F06-R	6	0	0	6
Totale, n.		368	29	3	336

I conigli sono stati considerati malati quando mostravano feci diarroiche e/o muco, oppure, in assenza di segni clinici di malattia digestiva, quando era registrata la riduzione del peso vivo (perdita di peso rispetto la volta precedente) per due o più giorni consecutivi.

Per calcolare la morbilità, ogni animale ammalato (e poi guarito) è stato conteggiato una sola volta, anche in caso di ricomparsa dei sintomi. Gli animali morti sono stati esclusi dal calcolo della morbilità e conteggiati solo ai fini della mortalità. Il rischio sanitario è stato calcolato come la somma delle percentuali di mortalità e di morbilità (Bennegadi e coll., 2000).

L'andamento della mortalità e della morbilità, le modalità di comparsa e di regressione dei disturbi e dei problemi sanitari non sono stati considerati tali da rendere necessario l'intervento antibiotico in acqua da bere nel corso della prova su tutti gli animali.

Al momento della diagnosi di malattia, gli animali ammalati venivano spostati in gabbie individuali e trattati con Amminosidina 20% (Amminosidina 20% liquido 1 l, Ceva Salute Animale SpA, Agrate Brianza) per via orale alla dose di 1 cc/capo fino alla regressione dei sintomi e alla ripresa dei consumi di alimento. In circa un terzo dei casi, i problemi sanitari degli animali malati sono regrediti in meno di una settimana dalla comparsa, grazie alla somministrazione quotidiana dell'antibiotico indicato e prescritto dal veterinario.

Alle perdite per mortalità vanno aggiunte quelle dovute a scarto degli animali che, al momento della macellazione, non avevano raggiunto il peso minimo di 2300 g (3 conigli).

Macellazione e dissezione

Come indicato in precedenza, a 72 giorni di età, i 336 conigli che avevano raggiunto il peso minimo di macellazione richiesto (>2300 g) sono stati avviati alla macellazione commerciale.

Le mangiatoie nei recinti sono state rimosse alle 24:00 del giorno precedente la macellazione, mentre l'acqua è rimasta disponibile fino al momento del carico, effettuato dalle 6:00 alle 7:00. Al momento del carico, gli animali sono stati pesati individualmente e caricati nelle gabbie per il trasporto (50 cm × 100 cm × 30 cm), in numero di 8 conigli per gabbia. Il trasporto ha avuto una durata di circa 60 minuti.

Al macello, gli animali sono stati pesati individualmente prima dell'appendimento in catena, avvenuto tra le 8:30 e le 10:30, con un'attesa tra l'arrivo e la macellazione variabile da 45 minuti a 2 ore e mezza. Gli animali sono stati storditi con scarica elettrica e dissanguati mediante incisione giugulare.

La macellazione degli animali è stata effettuata secondo la normale prassi del macello in modo

conforme ai protocolli sperimentali di macellazione dei conigli, proposti a livello internazionale (Blasco e coll., 1996). Le operazioni di macellazione si sono articolate nei seguenti passaggi: stordimento con scarica elettrica; dissanguamento mediante giugulazione; scuoiatura; separazione dell'apparato digerente pieno e della vescica; transito delle carcasse nel tunnel di refrigerazione (2-3°C) per due ore.

All'uscita del tunnel di refrigerazione, le carcasse sono state pesate in modo da ottenere le rese individuali a freddo di tutti gli animali portati al macello. Le carcasse dei primi 112 conigli macellati (4 per ciascun modulo dei recinti da 8 e 16 animali, 8 per ogni modulo dei recinti da 32 animali e 2 per ciascuna gabbia polivalente), selezionati il giorno precedente in base ai pesi finali e rappresentativi del peso medio entro gruppo sperimentale, sono state inserite in sacchetti trasparenti per uso alimentare, sistemate in cassette e trasportate presso i laboratori di DAFNAE. Le carcasse dei rimanenti animali in prova (224) sono state pesate e lasciate al macello per essere inserite nel circuito commerciale.

Le carcasse riportate al laboratorio sono state conservate in cella a 4°C per essere sottoposte ad analisi reologiche, spolpo e dissezione. Il mattino seguente, a partire dalle ore 9:00, è stato misurato il pH in due punti ravvicinati dei muscoli *longissimus lumborum* e *biceps femoris* mediante pHmetro dotato di elettrodo specifico per la penetrazione nella carne e per il contatto con il tessuto muscolare (Basic 20, Crison Instruments Sa, Carpi, Italia) e di sonda termica (Xiccato e coll., 1994) (Figura 13).



Figura 13. Misura del pH sui muscoli *longissimus lumborum* e *biceps femoris*.

Sugli stessi muscoli è stato misurato il colore mediante colorimetro Minolta Spectrophotometer CM-508 C (Minolta, Milano) (Figura 14), secondo il metodo CIELab che prevede la misura di luminosità (L^*), indice del rosso (a^*) e indice del giallo (b^*) (Rennere, 1982).



Figura 14. Misura del colore sui muscoli *longissimus lumborum* e *biceps femoris*.

Le carcasse sono quindi state pesate e sottoposte a dissezione (Figura 15). La carcassa commerciale è stata privata di testa, fegato, organi toracici e reni, componenti di scarso o nullo valore commerciale e nutrizionale, ottenendo la cosiddetta “carcassa di riferimento” (Blasco e Ouhayoun, 1996). Questa è stata quindi ulteriormente sezionata per misurare l’incidenza del grasso separabile (perirenale, periscapolare e sottocutaneo), indice di adiposità della carcassa.



Figura 15. Dissezione della carcassa commerciale.

Sulle carcasse di riferimento sono state quindi separati gli arti posteriori (cosce) e i lombi, indici di muscolosità. Dall’arto posteriore destro, la carne è stata separata dalle ossa per misurare il rapporto muscoli/ossa, indice correlato con lo stesso rapporto misurato sulla carcassa intera e indicatore della muscolosità della carcassa (Blasco e Ouhayoun, 1996).

Il femore proveniente dallo spolpo dell’arto posteriore destro è stato isolato e pulito, per misurarne peso, lunghezza, diametro massimo e diametro minimo nel punto medio (Figura 16a). Lo stesso osso è stato sottoposto a frattura nel punto medio mediante dinamometro mono-colonna (modello: LS5, Lloyd Instruments Ltd, Bognor Regis, UK), con cella di carico da 500 kg (risoluzione 1 g, accuratezza 0,5%) utilizzando un dispositivo di piegatura a tre punti (3 point bend

fixture/3PBF) (Figura 16b). La distanza utilizzata tra i punti di appoggio era di 40 mm e la velocità di discesa del cuneo di 2 mm/sec. Le dimensioni del femore e la forza di frattura sono considerate indici di sviluppo scheletrico.

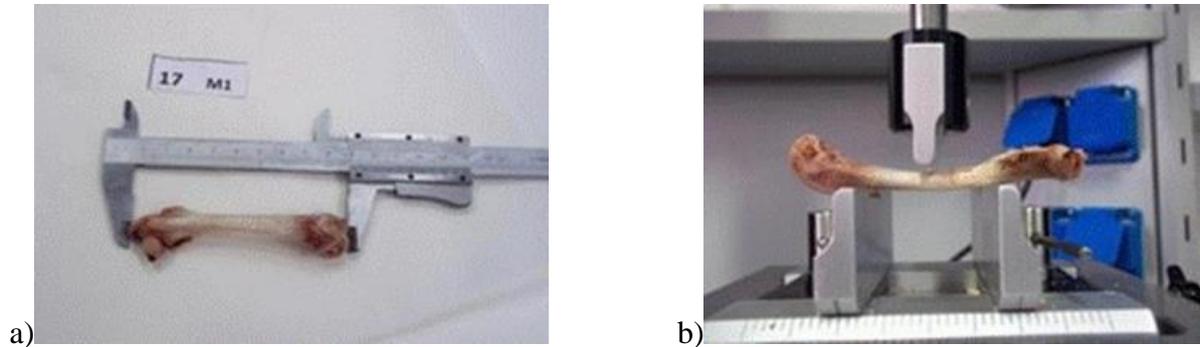


Figura 16. Misura della lunghezza del femore (a) e frattura dello stesso (b) con dispositivo di piegatura a tre punti.

Gli arti posteriori sinistri sono stati conservati sottovuoto in sacchetti di plastica a -18°C fino alla determinazione della tenerezza della carne. A questo scopo, questi sono stati scongelati, estratti dai sacchetti, asciugati, pesati per determinare le perdite di scongelamento e posti nuovamente in sacchetti sottovuoto. In seguito, si è proceduto alla cottura a bagnomaria per 2,5 ore e fino alla temperatura interna di 80°C (Figura 17).



Figura 17. Bagno termostato utilizzato per la cottura della carne.

Terminata la cottura, i campioni sono stati estratti dai sacchetti, asciugati e pesati per misurare le perdite di cottura. Dopo il raffreddamento di circa un'ora, la coscia cotta è stata sezionata in 3 porzioni e la porzione centrale è stata isolata dal femore avendo cura di non danneggiare l'integrità della massa muscolare (Figura 18). In seguito, questa porzione è stata pesata e sottoposta nel suo

insieme alla misura dello sforzo massimo di taglio con il dinamometro sopra indicato utilizzando il dispositivo Allo-Kramer a 10 lame dello spessore di 2 mm, distanza tra le lame di 5 mm, con cella di carico di 500 kg e velocità di taglio di 500 mm/min (Figura 18).



Figura 18. Preparazione della porzione centrale della coscia per misurare lo sforzo di taglio.

Anche i *longissimus lumborum* sono stati conservati sottovuoto a -18°C fino alla cottura e determinazione della tenerezza della carne (Figura 19).



Figura 19. Muscoli *longissimus dorsi* cotti e preparati per misurare lo sforzo di taglio.

I muscoli sono stati scongelati, asciugati, pesati per determinare le perdite di scongelamento e nuovamente confezionati sottovuoto per essere poi sottoposti a cottura per un'ora e fino alla temperatura interna di 80°C . Sono state misurate le perdite di cottura e, dopo raffreddamento per un'ora, il muscolo cotto è stato rifilato dalle estremità craniale e caudale per una lunghezza di 8 cm. Il muscolo è stato pesato e sottoposto alla determinazione dello sforzo massimo di taglio con dinamometro e sonda Allo-Kramer a 10 lame e a condizioni di misura analoghe a quelle utilizzate per la carne dell'arto posteriore (Figura 20).

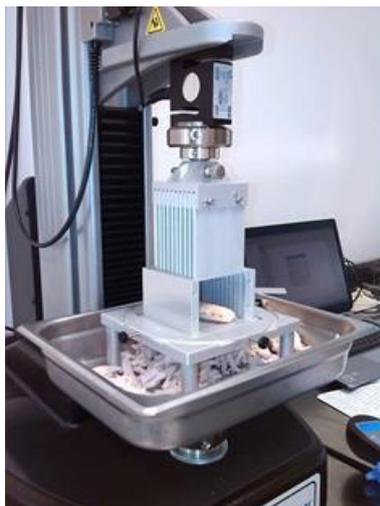


Figura 20. Taglio del muscolo *l.lumborum* e misura dello sforzo di taglio con sonda Allo–Kramer.

Analisi chimiche

Le analisi chimiche sui campioni di mangimi sono state effettuate seguendo le procedure armonizzate EGRAN (Gidenne e coll., 2001), sui campioni macinati mediante mulino a rotore (mod. ZM 100, Retsch, Haan, Germany) con griglia di 1 mm di diametro. I campioni macinati sono stati analizzati per determinare il contenuto di sostanza secca, ceneri e proteina grezza con metodiche AOAC (2000). L'estratto etereo è stato determinato dopo il trattamento con idrolisi acida (EC, 1998). Le frazioni fibrose, aNDF (senza sodio solfito), ADF e ADL (con acido solforico), sono state analizzate secondo Mertens (2002), AOAC (2000, procedura 973.187) e Van Soest e coll. (1991), rispettivamente, usando la procedura sequenziale e il sistema dei sacchetti filtranti (Ankom Technology, New York, USA).

Trattamento dei dati ed elaborazione statistica

L'elaborazione statistica dei risultati individuali relativi a prestazioni produttive, risultati di macellazione, qualità della carcassa e della carne è stata effettuata mediante analisi della varianza con il metodo dei minimi quadrati (Least Square Means), utilizzando la procedura PROC MIXED (SAS, 2014). Nel modello sono stati considerati come fattori principali la numerosità del gruppo, il sistema di alimentazione, il sesso e, come effetto random, il recinto. Sono state testate tutte le possibili interazioni. I dati medi di recinto (accrescimenti, consumi e indici di conversione) sono stati analizzati mediante PROC GLM (SAS) e considerando i fattori principali sopra specificati.

I dati dei conigli nelle gabbie standard polifunzionali sono stati quindi esclusi e i dati raccolti a

livello individuale e a livello di recinto sono stati quindi analizzati con le stesse procedure di cui sopra e considerando come fattori principali la numerosità del gruppo, il tipo di pavimentazione, il sistema di alimentazione, il sesso e le possibili interazioni.

Considerato che l'effetto del sistema di alimentazione e del sesso sono risultati simili sia quando sono stati analizzati i dati di tutti i gruppi di numerosità (06, 08, 16 e 32) sia quando sono stati esclusi i dati dei conigli/gabbie delle gabbie polifunzionali con 6 animali, nelle tabelle si riportano i risultati delle analisi di tutti gli animali per quanto riguarda l'effetto della numerosità del gruppo, del sistema di alimentazione e del sesso e i risultati delle analisi sui soli recinti 08, 16 e 32 per quanto riguarda l'effetto del tipo di pavimentazione. Le interazioni, che non sono mai risultate significative, non sono state riportate nelle tabelle.

Risultati e discussione

Stato di salute

Nell'intera prova sono morti 29 animali, con una mortalità complessiva pari al 7,9%, compatibile con gli obiettivi dello studio, ma superiore alle perdite medie in allevamento nella fase di ingrasso (3-6%). Questa mortalità va ascritta al mancato intervento antibiotico in acqua di bevanda, che sarebbe stato prescritto in condizioni di campo, ma è stato evitato in questo studio proprio per le relazioni importanti fra stato di salute e trattamenti sperimentali.

Il numero di animali per recinto non ha modificato significativamente la percentuale di conigli ammalati (10,4%, 1,6%, 3,9% e 7,0% per i gruppi 06, 08, 16 e 32; $P>0,05$), quella dei conigli morti ed esclusi alla fine della prova (2,1%, 4,7%, 10,9% e 10,9%; $P>0,05$), o il rischio sanitario (12,5%, 6,3%, 14,8% e 18,0%; $P>0,05$) (dati non riportati in tabella). Anche il sistema di razionamento non ha modificato la percentuale di animali malati (5,4% e 5,4%; $P>0,05$) o la percentuale di animali morti ed esclusi (6,5% e 10,9% nei conigli alimentati *ad libitum* e in quelli sottoposti a razionamento; $P>0,05$) (dati non riportati in tabella).

La rappresentazione grafica del numero di animali ammalati giornalmente presenti in allevamento dà una chiara indicazione di come i disturbi digestivi siano comparsi prima negli animali alimentati sempre *ad libitum*, a partire dai 40 giorni di età, e di come abbiano raggiunto l'apice dopo 8-10 giorni per ridursi a valori compatibili con i risultati produttivi dell'allevamento solo 14-15 giorni dopo la comparsa dei primi sintomi, intorno ai 54-56 giorni di età degli animali (Figura 21). Nei conigli alimentati con sistema razionato, l'evoluzione del fenomeno è stata simile, si è completata in circa 15 giorni, ma con un posticipo di circa una settimana rispetto a quanto osservato per gli animali alimentati *ad libitum*.

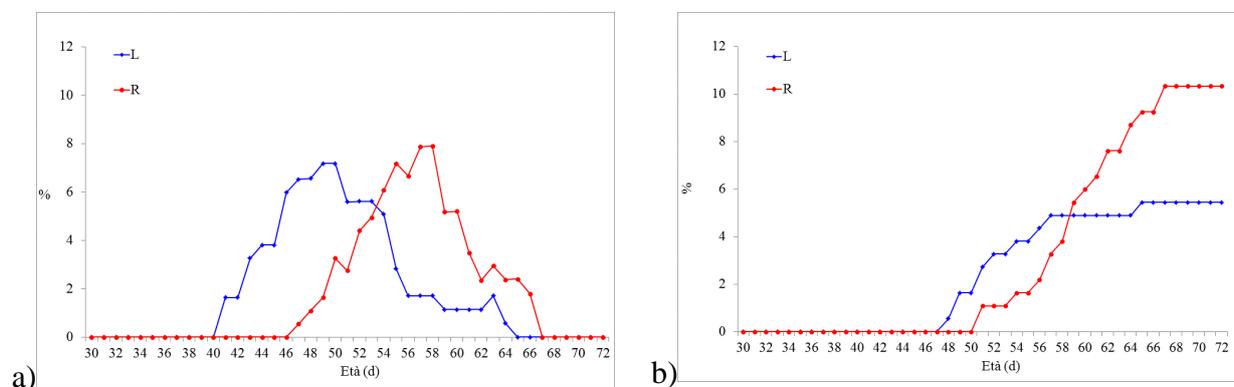


Figura 21. Morbilità giornaliera (a) e mortalità cumulativa (b) nel corso della prova in funzione del sistema di alimentazione.

Anche la mortalità, riportata cumulativamente come somma degli animali morti quotidianamente, è apparsa prima nei conigli alimentati *ad libitum* e in corrispondenza del picco di massima morbilità registrato per gli stessi animali, intorno ai 48 giorni di età. A distanza di 2-3 giorni sono anche morti i primi animali alimentati con sistema razionato. La mortalità ha mostrato un rallentamento intorno ai 56 giorni di età per i conigli alimentati *ad libitum* che si erano ammalati prima, mentre è proseguita con un ritmo costante fino ai 66-68 giorni di età nei conigli sottoposti a razionamento, tanto da superare in percentuale la mortalità dell'altro gruppo (Figura 21).

Prestazioni produttive

Le prestazioni produttive dei conigli nel corso della sperimentazione sono risultate diverse in alcuni momenti della prova in funzione del numero di animali per recinto e hanno risentito dell'impiego del razionamento alimentare, mentre non sono state influenzate dal tipo di pavimentazione presente nei recinti (Tabella 6 e Tabella 7).

In relazione all'effetto del numero di animali per recinto, nel corso della prima settimana di prova l'accrescimento medio degli animali è risultato significativamente superiore nelle gabbie polifunzionali standard con soli 6 animali (gruppo N06) rispetto ai recinti di un numero di animali variabile da 8 a 32, ma senza differenze tra i recinti con numerosità diversa (Tabella 6 – dati individuali). Successivamente, nel corso della quinta settimana di prova, gli animali N06 hanno mostrato un accrescimento significativamente inferiore rispetto ai conigli nei recinti, a seguito di un peggioramento delle condizioni di salute in questo gruppo, fino al momento poco toccato dai disturbi digestivi. Questo a sua volta ha determinato un minore accrescimento anche quando è stato considerato tutto il secondo periodo di allevamento. Tuttavia, considerato il trend opposto nel primo e nel secondo periodo, alla fine del periodo sperimentale le prestazioni produttive (pesi e accrescimenti) sono risultate simili nelle gabbie polifunzionali e nei recinti e, entro recinti, indipendenti dal numero di animali per recinto (Tabella 6).

Il consumo alimentare non ha mostrato differenze significative nel primo periodo di allevamento in funzione del trattamento, mentre nel secondo periodo è stato misurato un consumo alimentare significativamente superiore nei recinti (con 8, 16 e 32 animali) piuttosto che nelle gabbie polifunzionali, da ascrivere al peggiore stato di salute misurato soprattutto nella quinta e sesta settimana di prova ($P < 0,05$) (Tabella 7 – dati di gabbia/recinto). Di conseguenza, nel secondo periodo anche l'indice di conversione nelle gabbie polifunzionali è risultato

peggiore. Tuttavia, nell'intero periodo sperimentale, come per gli accrescimenti e per i consumi, l'indice di conversione è risultato simile e indipendente dalla numerosità.

Il razionamento alimentare è stato praticato a partire dalla prima settimana di prova prevedendo una riduzione progressiva del numero di ore di alimentazione da 14 a 8 ore. Nella seconda settimana le ore di alimentazione sono rimaste costanti, mentre a partire dalla terza è stato praticato un graduale aumento, da 8 a 15 ore, proseguito nella quarta settimana in cui le ore di alimentazione sono aumentate da 15 a 22, prima di passare all'alimentazione *ad libitum* nella quinta settimana, come sopra descritto (vedi Tabella 2). Le ore di alimentazione nel periodo di razionamento sono state quelle della sera e della notte (nelle prime tre settimane) per includere le ore del pomeriggio e del mattino nella quarta settimana.

Le variazioni delle ore di alimentazione di cui sopra hanno conseguito appieno l'obiettivo di ridurre gradualmente il livello di alimentazione dal 100% a 31 giorni di età fino al minimo del 65% a 36 giorni di età (Figura 22). Nella seconda settimana di prova, nonostante il mantenimento a 8 ore costanti del tempo di alimentazione, il livello di razionamento è progressivamente e gradualmente aumentato da circa il 70% a circa il 78%, indice di una capacità del coniglio di aumentare il ritmo di consumo alimentare quando gli venga ridotto il tempo di accesso alla mangiatoia. Questa capacità è stata confermata nella terza settimana, quando l'aumento del tempo di accesso alla mangiatoia da 8 a 15 ore ha permesso ai conigli di raggiungere rapidamente il 100% e di superarlo alla fine della terza settimana di prova (52 d). Nella quarta settimana di prova, sebbene le ore di alimentazione fossero ancora inferiori a quelle del gruppo *ad libitum* e in aumento fra 16 e 22, il livello di alimentazione dei razionati è risultato superiore al 100% fino dai primi giorni della settimana (103-107%).

Il razionamento alimentare ha effettivamente condizionato le prestazioni produttive dei conigli nel periodo in cui è stato applicato (Tabella 6): nella prima e seconda settimana di prova, i conigli sottoposti a razionamento alimentare hanno mostrato accrescimenti giornalieri significativamente inferiori (-24,6% e -5,1% nella prima e seconda settimana di prova) rispetto ai conigli alimentati sempre *ad libitum*, mentre nella terza settimana di prova la situazione si è invertita e i conigli precedentemente razionati hanno mostrato maggiori ritmi di crescita (+21,5%). Il forte recupero degli animali razionati rispetto a quelli sempre alimentati a volontà sono stati in parte dovuti al calo degli accrescimenti e al rallentamento dei consumi nei conigli alimentati *ad libitum* durante la terza settimana, a causa della maggiore incidenza di disturbi e patologie digestive, che, seppure a un livello non significativo, ha interessato i conigli alimentati sempre *ad libitum*, così come descritto sopra (Figura 21).

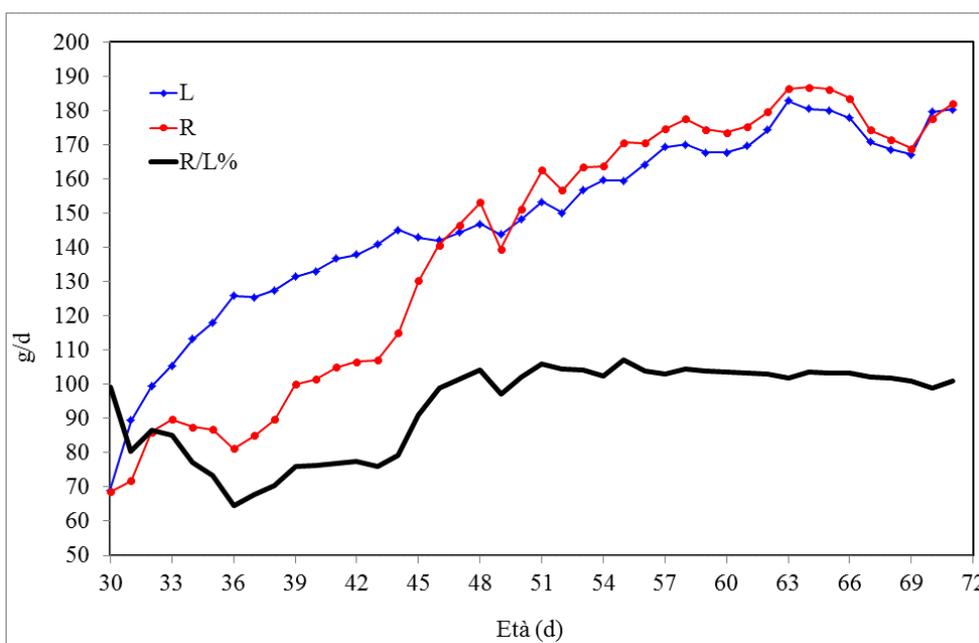


Figura 22. Consumo giornaliero degli animali alimentati *ad libitum* (L), di quelli sottoposti a razionamento (R), e livello di razionamento alimentare (R/L%).

A 52 giorni di età, dopo tre settimane di prova, le differenze di peso fra animali razionati e alimentati *ad libitum* erano ancora evidenti e significative, ma alla fine della prova le stesse differenze erano scomparse dal punto di vista statistico, seppure ancora evidenti in valore assoluto (2809 g vs. 2845 g) e pari all'1,3%. Da rilevare che la riduzione delle differenze si è realizzata nelle ultime settimane di prova in cui il tasso di accrescimento, seppure in calo per tutti gli animali, è diminuito meno per gli animali razionati che non per quelli alimentati sempre *ad libitum*. La differenza fra i due gruppi è risultata più marcata e significativa nell'ultima settimana di prova (la sesta).

Degna di nota appare l'interazione fra la numerosità degli animali per recinto e il sistema di alimentazione sui consumi alimentari, significativa per i consumi alimentari misurati nella prima e nella seconda settimana di prova e, di conseguenza, nel primo periodo. In questo periodo, infatti, è stato misurato un consumo pari a 132, 133, 125 e 125 g/d per i conigli alimentati *ad libitum* dei gruppi 06, 08, 16 e 32 e pari a 111, 110, 112 e 110 g/d per i conigli razionati degli stessi gruppi (dati non riportati in tabella). In particolare, avendo i conigli *ad libitum* alloggiati in gabbie o recinti con numerosità minore (N06 e N08) ingerito una maggiore quantità di alimento rispetto a quelli con numerosità maggiore (N16 e N32), le differenze di consumo fra gli animali razionati e quelli alimentati *ad libitum* sono risultate più marcate nel caso delle gabbie polifunzionali con 6 animali e dei recinti con 8 animali rispetto ai recinti con 16 e 32 conigli.

Le differenze fra i due sessi si sono esplicitate nell'ultimo periodo della prova, con un

effetto sull'intero periodo sperimentale, e con un maggiore accrescimento giornaliero delle femmine che a 72 giorni hanno anche fatto registrare un peso vivo superiore (+54 g) rispetto ai maschi (Tabella 6).

Tabella 6. Prestazioni produttive dei conigli dallo svezzamento alla macellazione: dati individuali.

	Numerosità (N)				Pavimento (P) ¹		Razionamento (R)		Sesso (S)		Probabilità					DSR
	06	08	16	32	Plastica	Tappeto	<i>ad libitum</i>	Razionati	Femmine	Maschi	N	P ¹	R	S	N×R	
Conigli, n	47	61	114	114	145	144	172	164	168	168						
Peso vivo																
31 d	817	815	810	812	811	814	815	812	815	811	0,82	0,59	0,57	0,49	0,92	50,6
52 d	1928	1899	1879	1874	1879	1890	1924	1866	1909	1881	0,25	0,59	<0,01	0,16	0,17	165
72 d	2786	2845	2843	2834	2825	2857	2845	2809	2854	2800	0,40	0,23	0,14	0,03	0,29	208
Accrescimento medio giornaliero, g/d																
Settimana 1	56,5	51,9	52,6	51,7	52,7	51,4	60,6	45,7	54,0	52,4	<0,01	0,09	<0,001	0,03	0,72	6,14
Settimana 2	52,5	51,8	50,6	49,8	50,2	51,4	52,5	49,8	51,5	50,8	0,35	0,33	0,01	0,58	0,12	9,51
Settimana 3	51,1	51,6	50,2	50,8	50,2	51,6	46,0	55,9	51,5	50,4	0,90	0,38	<0,001	0,44	0,15	11,9
Settimana 4	45,5	49,7	49,0	50,7	48,7	49,9	48,9	48,5	48,9	48,5	0,12	0,37	0,81	0,78	0,18	12,5
Settimana 5	43,4	50,4	52,6	51,9	50,8	52,5	48,8	50,3	49,3	49,8	<0,001	0,11	0,17	0,69	0,78	9,29
Settimana 6	47,0	44,1	45,7	43,6	44,6	45,0	43,9	46,3	47,2	43,0	0,27	0,71	0,05	<0,001	0,29	9,96
1° periodo	52,9	51,6	50,9	50,6	50,9	51,2	52,8	50,2	52,1	51,0	0,28	0,68	<0,01	0,19	0,09	7,17
2° periodo	43,0	47,3	48,2	48,1	47,4	48,4	46,1	47,2	47,3	46,0	<0,001	0,19	0,15	0,09	0,57	6,37
Totale	48,0	49,5	49,6	49,3	49,1	49,8	49,5	48,7	49,7	48,5	0,26	0,25	0,15	0,03	0,24	4,74

¹Dati riferiti solo ai recinti da 8, 16 e 32 conigli.

Tabella 7. Prestazioni produttive dei conigli dallo svezzamento alla macellazione: dati di recinto.

	Numerosità (N)				Pavimento (P) ¹		Razionamento (R)		Probabilità				DSR
	06	08	16	32	Plastica	Tappeto	<i>ad libitum</i>	Razionati	N	P ¹	R	N×R	
Recinti, n	8	8	8	4	10	10	14	14					
Consumo medio giornaliero, g/d													
Settimana 1	97	98	98	98	98	98	111	84	0,78	0,51	<0,001	0,02	1,83
Settimana 2	121	120	117	116	117	119	134	103	0,15	0,44	<0,001	0,05	4,47
Settimana 3	145	146	141	139	141	143	141	144	0,20	0,59	0,16	0,12	6,18
Settimana 4	155	164	160	164	160	165	161	161	0,25	0,16	0,91	0,11	8,71
Settimana 5	168	178	179	180	176	182	175	176	0,04	0,20	0,58	0,37	8,33
Settimana 6	166	175	180	183	174	184	175	177	<0,01	0,04	0,50	0,82	7,91
Primo periodo	121	121	119	118	119	120	129	111	0,20	0,58	<0,001	0,03	3,52
Secondo periodo	163	172	173	175	170	177	170	171	0,02	0,07	0,71	0,25	6,93
Totale	142	147	146	147	144	148	150	141	0,16	0,11	<0,001	0,12	4,23
Indice di conversione													
Settimana 1	1,77	1,90	1,89	1,91	1,88	1,92	1,86	1,88	<0,01	0,37	0,65	0,84	0,07
Settimana 2	2,29	2,31	2,32	2,33	2,33	2,30	2,55	2,07	0,70	0,25	<0,001	0,31	0,06
Settimana 3	2,86	2,85	2,85	2,79	2,86	2,80	3,08	2,60	0,90	0,29	<0,001	0,50	0,16
Settimana 4	3,42	3,30	3,32	3,23	3,28	3,28	3,30	3,34	0,33	0,98	0,59	0,15	0,18
Settimana 5	3,89	3,53	3,41	3,47	3,47	3,47	3,61	3,54	<0,01	0,98	0,48	0,88	0,24
Settimana 6	4,28	4,29	4,30	4,56	4,25	4,52	4,46	4,26	0,74	0,25	0,26	0,63	0,44
1° periodo	2,29	2,34	2,34	2,33	2,34	2,34	2,44	2,21	0,17	0,99	<0,001	0,26	0,05
2° periodo	3,80	3,64	3,61	3,65	3,60	3,66	3,70	3,65	0,03	0,40	0,28	0,35	0,12
Totale	2,96	2,96	2,95	2,97	2,94	2,98	3,02	2,90	0,94	0,19	<0,001	0,16	0,05

¹Dati riferiti solo ai recinti da 8, 16 e 32 conigli.

Risultati di macellazione e qualità della carcassa e della carne

I risultati di macellazione sono apparsi in linea con quanto previsto per il tipo genetico utilizzato e il peso di macellazione raggiunto (Tabella 8). Per un peso medio di carcassa dopo refrigerazione pari a 1665 g, la resa di macellazione si è attestata sul 61,3% con un'incidenza degli arti posteriori al 33,5% della carcassa di riferimento e un peso del *l. lumborum* pari al 12,5% della stessa carcassa (Tabella 8). Il pH del *l. lumborum* si è attestato sul valore medio di 5,61, con una luminosità (L*) pari a 53, un indice del rosso, a*, pari a -2,0 e un indice del giallo, b*, pari a 1,2, entrambi molto bassi e vicini allo zero; il pH del *b. femoris* è risultato superiore e pari a 5,81 con una luminosità (49,5) inferiore al *l. lumborum*, un indice del rosso sempre piuttosto basso (-2,5) e un indice del giallo superiore (3,9) (Tabella 9). Sempre in media, le perdite di scongelamento e cottura sono risultate superiori per il *l. lumborum* (6,9% e 34,3%) che per l'arto posteriore (2,1% e 28,7%), così come maggiore è stato lo sforzo di taglio misurato sul lombo (4,79 kg/g) rispetto a quanto rilevato per i muscoli dell'arto posteriore (2,62 kg/g) (Tabella 10).

L'effetto della numerosità del gruppo e del tipo di pavimentazione, già scarso sulle prestazioni produttive, è risultato irrilevante sui risultati di macellazione, mentre alcune differenze rilevate per l'effetto del sistema di alimentazione sono state esaltate (Tabella 8). Il peso degli animali in stabulario e al macello prima e delle carcasse fredde e di riferimento dopo è risultato significativamente inferiore per i conigli sottoposti a razionamento alimentare rispetto a quelli alimentati sempre *ad libitum*. Negli animali razionati è stata misurata anche una minore resa di macellazione (-0,6 punti percentuali) e una minore incidenza del *l. lumborum* (-0,3 punti percentuali) (Tabella 8).

Il pH e il colore del muscolo *l. lumborum* e dell'arto posteriore non sono stati invece modificati da alcuno dei fattori sperimentali testati in relazione al sistema di allevamento e di alimentazione (Tabella 9), così come non si sono misurate differenze significative per le perdite di scongelamento o cottura e per lo sforzo di taglio misurati sui tagli principali della carcassa (Tabella 10). La variazione significativa delle perdite di scongelamento in funzione della numerosità del gruppo, con i valori minori per il lombo dei conigli del gruppo N06 e maggiori per quelli del gruppo N32, non è stata supportata e accompagnata da alcuna altra differenza di qualità della carne.

Più importante sulle variabili descritte è stato invece l'effetto del sexo. In quanto ai risultati di macellazione, le femmine hanno mostrato maggiori pesi vivi allo stabulario e al macello, ma anche maggiori perdite di trasporto e maggiori pesi delle carcasse (Tabella 8). D'altra parte, nelle

stesse femmine è risultata inferiore la resa di macellazione, a fronte di una maggiore incidenza di grasso separabile, una maggiore incidenza del *l. lumborum* sulla carcassa di riferimento e un maggior rapporto muscoli/ossa misurato sugli arti posteriori (Tabella 8). Mentre le caratteristiche del *l. lumborum* sono risultate simili nei due sessi per pH e colore, sul *b. femoris* è stato misurato un valore minore dell'indice del rosso e dell'indice del giallo nelle femmine piuttosto che nei maschi (Tabella 9). Sia sul *l. lumborum* che sull'arto posteriore, poi, le femmine hanno mostrato minori perdite di cottura rispetto ai maschi, pur senza conseguenze sulla forza necessaria per il taglio e, quindi, sulla loro tenerezza (Tabella 10).

Le caratteristiche del femore, infine, misurate come indicatore dello sviluppo scheletrico degli animali non sono state modificate in alcun modo dal sistema di stabulazione, dal sistema di alimentazione o dal sesso degli animali (Tabella 11).

Tabella 8. Risultati di macellazione e caratteristiche della carcassa.

	Numerosità (N)				Pavimento (P) ¹		Razionamento (R)		Sesso (S)		Probabilità				DSR	
	06	08	16	32	Plastica	Tappeto	<i>ad libitum</i>	Razionati	Femmine	Maschi	N	P ¹	R	S	N×R	
Conigli, n	47	61	114	114	145	144	172	164	168	168						
Peso stabulario	2759	2809	2804	2798	2789	2819	2819	2766	2823	2762	0,57	0,24	0,03	0,01	0,18	204
Peso macello, g	2689	2739	2733	2729	2715	2753	2750	2695	2744	2701	0,56	0,12	0,02	0,06	0,16	197
Perdite trasporto, %	2,52	2,48	2,49	2,49	2,63	2,35	2,43	2,57	2,78	2,21	0,99	0,04	0,26	<0,001	0,14	1,11
Peso carcassa fredda (CF), g	1654	1676	1677	1673	1662	1668	1694	1646	1677	1663	0,79	0,11	<0,01	0,38	0,11	135
Resa a freddo, %	61,4	61,2	61,4	61,3	61,2	61,4	61,6	61,0	61,1	61,5	0,82	0,45	<0,01	0,02	0,37	1,68
Spolpo carcasse, n	16	32	32	32	48	48	56	56	56	56						
Testa, % CF	7,34	7,69	7,57	7,73	7,65	7,67	7,54	7,63	7,42	7,75	0,19	0,80	0,35	<0,01	0,03	0,52
Fegato, % CF	3,91	4,13	4,52	4,27	4,27	4,27	4,15	4,27	4,27	4,15	0,02	0,98	0,34	0,38	0,86	0,62
Organi toracici, % CF	3,05	3,18	3,28	3,23	3,22	3,24	3,12	3,25	3,14	3,24	0,21	0,76	0,09	0,17	0,58	0,37
Carcassa riferimento (CR), g	1493	1437	1442	1437	1436	1446	1471	1433	1475	1429	0,51	0,64	0,07	0,03	0,07	106
Grasso separabile, %	2,93	2,48	2,52	2,66	2,48	2,63	2,72	2,58	2,79	2,51	0,25	0,30	0,34	0,06	0,02	0,77
Arti posteriori, % CR	33,3	33,6	33,3	33,7	33,6	33,5	33,5	33,4	33,4	33,6	0,25	0,30	0,39	0,18	0,47	0,84
<i>Longissimuslumborum</i> , % CR	12,7	12,3	12,6	12,3	12,3	12,6	12,6	12,3	12,8	12,2	0,34	0,03	0,03	<0,001	0,74	0,74
Muscoli/ossa coscia	6,05	5,81	5,69	5,78	5,72	5,80	5,88	5,79	5,94	5,73	0,09	0,43	0,29	0,02	0,07	0,46

¹Dati riferiti solo ai recinti da 8, 16 e 32 conigli.

Tabella 9. pH e colore dei muscoli *longissimus lumborum* e *biceps femoris*.

	Numerosità (N)				Pavimento (P) ¹		Razionamento (R)		Sesso (S)		Probabilità					DSR
	06	08	16	32	Plastica	Tappeto	<i>ad libitum</i>	Razionati	Femmine	Maschi	N	P ¹	R	S	N×R	
Conigli, n	47	61	114	114	145	144	172	164	168	168						
<i>Longissimuslumborum</i>																
pH	5,62	5,59	5,59	5,61	5,60	5,57	5,59	5,62	5,59	5,62	0,40	0,13	0,17	0,14	0,38	0,09
L*	53,2	52,1	53,4	53,0	52,5	53,2	53,3	52,6	52,9	53,0	0,10	0,09	0,09	0,79	0,17	2,26
a*	-1,84	-2,06	-1,98	-1,98	-2,02	-1,99	-1,91	-2,02	-2,01	-1,92	0,63	0,86	0,34	0,44	0,92	0,56
b*	1,08	1,60	1,35	0,84	1,19	1,34	1,23	1,21	1,26	1,18	0,37	0,69	0,98	0,81	0,95	1,77
<i>Bicepsfemoris</i>																
pH	5,83	5,80	5,80	5,83	5,82	5,79	5,80	5,82	5,82	5,81	0,70	0,40	0,38	0,75	0,89	0,11
L*	49,4	49,4	49,7	49,2	49,2	49,2	49,5	49,4	49,2	49,7	0,64	0,89	0,89	0,17	0,50	1,71
a*	-2,43	-2,53	-2,57	-2,56	-2,57	-2,54	-2,50	-2,55	-2,64	-2,41	0,74	0,70	0,60	<0,01	0,12	0,42
b*	3,39	3,94	4,00	4,24	4,09	4,03	4,02	3,76	3,46	4,33	0,26	0,82	0,35	<0,01	0,43	1,38

¹Dati riferiti solo ai recinti da 8, 16 e 32 conigli.

Tabella 10. Perdite di cottura e tenerezza del *longissimus lumborum* e dell'arto posteriore.

	Numerosità (N)				Pavimento (P) ¹		Razionamento (R)		Sesso (S)		Probabilità					DSR
	06	08	16	32	Plastica	Tappeto	<i>ad libitum</i>	Razionati	Femmine	Maschi	N	P ¹	R	S	N×R	
Conigli, n	16	32	32	32	48	48	56	56	56	56						
<i>L. lumborum</i>																
Perdite scongelamento, %	4,90	6,43	6,63	7,17	6,90	6,88	6,53	6,04	6,63	5,93	0,03	0,95	0,22	0,08	0,42	2,00
Perdite cottura, %	35,5	34,3	34,6	35,0	34,3	34,3	34,7	35,0	34,5	35,2	0,26	0,93	0,47	0,03	0,55	1,85
Forza di taglio, kg/g	5,04	4,96	4,88	4,58	4,79	4,78	4,92	4,81	4,85	4,88	0,35	0,98	0,60	0,84	0,93	0,96
Arto posteriore																
Perdite scongelamento, %	2,26	2,22	2,06	1,97	2,09	2,07	2,14	2,11	2,22	2,03	0,49	0,88	0,88	0,22	0,54	0,75
Perdite cottura, %	29,1	28,6	28,7	28,8	28,5	28,9	28,9	28,7	28,5	29,1	0,75	0,23	0,56	0,02	0,32	1,26
Forza di taglio, kg/g	2,65	2,55	2,62	2,68	2,58	2,65	2,64	2,61	2,56	2,70	0,67	0,42	0,67	0,12	0,95	0,43

¹Dati riferiti solo ai recinti da 8, 16 e 32 conigli.

Tabella 11. Caratteristiche del femore.

	Numerosità (N)				Pavimento (P) ¹		Razionamento (R)		Sesso (S)			Probabilità					DSR
	06	08	16	32	Plastica	Tappeto	<i>ad libitum</i>	Razionati	Femmine	Maschi		N	P ¹	R	S	N×R	
Conigli, n	16	32	32	32	48	48		56		56	56						
Peso del femore, g	14,8	15,0	15,0	14,8	14,9	14,8	15,0	14,6	14,8	14,7		0,58	0,65	0,11	0,74	0,98	1,19
Lunghezza, mm	91,2	90,8	91,0	90,6	90,7	90,6	91,3	90,5	91,0	90,8		0,76	0,74	0,03	0,65	0,74	1,94
Diametro massimo, mm	9,01	8,64	8,73	8,92	8,81	8,70	8,92	8,73	8,94	8,71		0,35	0,45	0,21	0,12	0,99	0,75
Diametro minimo, mm	7,03	7,03	6,99	7,00	7,04	7,01	7,06	6,96	7,04	6,9		0,98	0,74	0,19	0,44	0,92	0,41
Forza di frattura, kg	41,0	40,6	42,8	42,8	41,3	42,9	41,3	42,3	41,6	42,0		0,41	0,22	0,38	0,78	0,71	6,18

¹Dati riferiti solo ai recinti da 8, 16 e 32 conigli.

Conclusioni

Il presente studio ha inteso valutare gli effetti su stato di salute, prestazioni produttive, caratteristiche della carcassa e qualità della carne in conigli sottoposti a differenti sistemi di alimentazione (*ad libitum* vs. razionamento) e allevati in diverse condizioni di stabulazione.

L'impiego del razionamento alimentare con un sistema basato su una progressiva riduzione del numero di ore di alimentazione prima e un progressivo aumento delle stesse dopo è risultato efficace: il razionamento alimentare è stato raggiunto nei termini e ai livelli programmati; la ripresa progressiva dell'alimentazione al termine del periodo di razionamento ha consentito di evitare un brusco sbalzo nei consumi alimentari del gruppo precedentemente razionato e i pronunciati effetti negativi già altre volte osservati sullo stato di salute degli animali; gli animali razionati hanno dimostrato di essere in grado di recuperare rapidamente sui conigli alimentati sempre *ad libitum* anche prima di avere libero accesso alla mangiatoie per 24 ore; la scelta di permettere agli animali di accedere alla mangiatoia nelle ore notturne ha permesso di mantenere adeguati ritmi di crescita durante la fase di razionamento, ragionevolmente perché trattasi di un ritmo di alimentazione più vicino a quello fisiologico degli animali; similmente, il progressivo allungamento della durata dell'alimentazione nelle ore serali e pomeridiane ha agevolato il recupero dei consumi durante la fase di re-alimentazione. Tuttavia, ancora una volta e nonostante tutti gli accorgimenti adottati per evitare brusche variazioni di consumo sia in fase di razionamento che di re-alimentazione, la restrizione alimentare non ha dimostrato effetti positivi sullo stato di salute: mortalità, morbilità e rischio sanitario sono risultati simili negli animali razionati e in quelli alimentati sempre *ad libitum*; i problemi digestivi sono comparsi prima negli animali alimentati sempre *ad libitum* e sono stati solo posticipati negli animali sottoposti a razionamento alimentare, senza effetti sui risultati dell'intero periodo sperimentale. Resta e va considerato positivamente il risparmio operato sui consumi alimentari, con un indice di conversione migliorato significativamente, grazie al razionamento alimentare, non solo nel primo periodo ma nell'intero periodo di allevamento, con una valenza economica di cui si deve tener conto. A fronte di questo risparmio sul mangime, bisogna comunque ricordare che i risultati di macellazione sono stati parzialmente condizionati dal razionamento alimentare, soprattutto in termini di riduzione della resa di macellazione di circa 0,5 punti percentuali, mentre gli effetti sulla qualità della carne, anche quando significativi, sono risultati molto limitati in valore assoluto e di irrilevante impatto economico.

Il sistema di allevamento, in gabbie polifunzionali con 6 animali vs. recinti con gruppi più numerosi da 8 a 16 e 32 animali, ha mostrato in generale effetti molto contenuti e poco rilevanti sulle variabili misurate. Anche in questo caso, vale la pena rilevare che nell'ultimo periodo di prova, ai pesi maggiori, può diventare limitante la superficie totale a disposizione dei conigli (piuttosto che la superficie individualmente disponibile) così come accaduto per i conigli allevati nelle gabbie polifunzionali (allevati alla densità di 16,7 animali/m² in 0,36 m²) rispetto ai conigli dei recinti (allevati alla densità di 16 animali/m² in moduli da almeno 0,50 m²). In effetti, per tutti i gruppi sperimentali il carico massimo alla macellazione è risultato superiore ai 40 kg/m² indicati dall'EFSA come valore soglia per la garanzia di prestazioni e benessere animale (46,4 kg/m² nelle gabbie polifunzionali con 6 conigli vs. 45,5 kg/m², 45,5 kg/m² e 45,3 kg/m², nei recinti con 8, 16 e 32 conigli). Non sono emerse differenze nelle prestazioni produttive e qualitative in funzione della numerosità dei conigli entro recinti (8, 16 o 32 animali), il che sta a indicare che mettere in comunicazione tra loro più recinti di dimensione contenuta (0,50 m² con 8 conigli per recinto) è probabilmente una soluzione più adatta al benessere del coniglio rispetto alla formazione di grandi recinti (da 1 a 2 m² e oltre) con numeri elevati di animali (>15-20).

Il tipo di pavimentazione entro recinto, plastica o rete ricoperta da tappetino, è risultato del tutto irrilevante su prestazioni produttive, risultati di macellazione, qualità della carcassa o della carne. Solo eventuali ulteriori informazioni, relative al comportamento degli animali da una parte e alle caratteristiche delle due pavimentazioni per durabilità, facilità di ispezione e di pulizia dall'altra, oltre che ragioni di tipo economico legate al costo delle due tipologie, potranno essere utili per la scelta e per l'orientamento verso un tipo di pavimentazione piuttosto che un'altra.

Bibliografia

- AOAC (Association of Official Analytical Chemist), 2000. Official Method of Analysis of the Association of Official Analytical Chemist. 17th Edition. Assoc. Off. Analyst. Chemist., Arlington, VA, USA.
- Bennegadi N., Gidenne t., Licois D. (2000). Non-specific enteritis in the growing rabbit detailed description and incidence according to fibre deficiency and sanitary status. In Proc. 7th World Rabbit Congress, Valencia, Spain, Vol. C, 109–117.
- Biffi B. (1997). Fisiologia digestiva e attività microbica. Riv. Coniglicoltura 34 (7/8), 22-27.
- Blasco A., Ouhayoun J. (1996). Harmonisation of criteria and terminology in rabbit meat research. World Rabbit Sci. 1, 3–10.
- Boisot P., Duperray J., Guyonvarch A. (2005). Intérêt d'une restriction hydrique en comparaison au rationnement alimentaire en bonnes conditions sanitaires et lors d'une reproduction expérimentale de l'Entéropathie Epizootique du Lapin (EEL). Proc. 11^{èmes} Journées de la Recherche Cunicole, 29–30 Novembre 2005, Paris, France, ITAVI, 133–136.
- Boisot P., Licois D., Gidenne T. (2003). Une restriction alimentaire réduit l'impact sanitaire d'une reproduction expérimentale de l'entéropathie épizootique (EEL) chez le lapin en croissance. Proc. 10^{èmes} Journées Recherche Cunicole, 19–20 Novembre 2003, Paris, France, ITAVI, 267–270.
- Bovera F., Lestingi A., Piccolo G., Iannaccone F., Attia Y.A., Tateo A. (2013). Effects of water restriction on growth performance, feed nutrient digestibility, carcass and meat traits of rabbits. Animal, 7, 1–7.
- Cerolini S. (2008). Avicoltura. Nutrizione e alimentazione degli avicoli. In: Romboli I., Marzoni Fecia di Cossato M., Schiavone A., Zaniboni L., Cerolini S. (Eds.) Avicoltura e Coniglicoltura Point Veterinaire Italie, Milano, Italy, 179-262.
- 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.
- De Blas J.C., Mateos G.G. (2010). Feed formulation. In: De Blas C., Wiseman J. The Nutrition of the Rabbit, 2nd Edition, CABI Publishing, Wallingford Oxon, UK, 222–232.
- EC, 1998. Commission Directive 98/64/EC of 3 September 1998 establishing Community methods of analysis for the determination of aminoacids, crude oils and fats, and olaquinox

- in feedingstuffs and amending Directive 71/393/EEC. Official J. Eur. Union 19.9.1998, L257/14.
- FSA (European Food and Safety Authority), 2005a. Scientific Report “The impact of the current housing and husbandry systems on the health and welfare of farmed domestic rabbit”. EFSA–Q–2004–023.1–137. Annex to EFSA Journal 267, 1–31.
- EFSA (European Food and Safety Authority), 2005b. 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.
- Gidenne T., Aubert C., Drouilhet L., Garreau H. (2013). L’efficacité alimentaire en cuniculture: impacts technico-économiques et environnementaux. 15^{èmes} Journées de la Recherche Cunicole, 19-20 novembre 2013, Le Mans, France, 1-13.
- Gidenne T., Combes S., Feugier A., Jehl N., Arveux P., Boisot P., Briens C., Corrent E., Fortune H., Montessuy S., Verdelhan S. (2009a). Feed restriction strategy in the growing rabbit. 1. Impact on digestion, rate of passage and microbial activity. *Animal* 3, 501–508.
- Gidenne T., Combes S., Fortun–Lamothe L. (2012). Feed intake limitation strategies for the growing rabbit: effect on feeding behaviour, welfare, performance, digestive physiology and health: a review. *Animal* 6, 1407–1419.
- Gidenne T., Perez J.M., Xiccato G., Trocino A., Carabano R., Villamide M.J., Blas E., Cervera C., Falcao–e–Cunha L., Maertens L. (2001). Technical note: attempts to harmonize chemical analyses of feeds and faeces, for rabbit feed evaluation. *World Rabbit Sci.* 9, 57–64.
- Lebas F. (2007). Productivité des élevages cunicoles professionnels en 2006. Résultats de RENELAP et RENACEB. *Cuniculture Magazine* 34, 31-39.
- Mertens D.R. 2002. Gravimetric determination of amylase-treated neutral detergent fiber in feeds with refluxing in beakers or crucibles: collaborative study. *J. AOAC Int.*, 85, 1217-1240.
- Princz Z., Dalle Zotte A., Metzger Sz., Radnai I., Biró-Németh E., Orova Z., SzendrőZs. (2009). Response of fattening rabbits reared under different housing conditions. 1. Live performance and health status. *Livestock Sci.* 121, 86-91.
- Rennere M. (1982). La couleur de la viande et sa mesure. *Bulletin Technique C.R.Z.V.* 47, 47-54.

- Rosell J.M., González F.J. (2007). Resultados de Gestión Técnica 2006. *Cunicultura* 189, 285-287.
- SAS (Statistical Analysis System Institute Inc.) (2014). User's Guide, Second Edition SAS Institute Inc., Cary, NC, USA. Disponibile al sito:
http://support.sas.com/documentation/cdl/en/statug/63033/HTML/default/viewer.htm#glm_to_c.htm. Accesso Luglio 2014.
- Szendró Zs., Dalle Zotte A. (2011). Effect of housing conditions on production and behaviour of growing meat rabbits. A review. *Livestock Sci.* 137, 296–303.
- Trocino A., Xiccato G. (2006). Animal welfare in reared rabbits: a review with emphasis on housing system. *World Rabbit Sci.* 14, 77–93.
- Van Soest P.J., Robertson J.B., Lewis B.A. (1991). Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci.* 74, 3583–3597.
- Xiccato G., Parigi Bini R., Dalle Zotte A., Carazzolo A. (1994). Effect of age, sex and transport on the composition and sensory properties of rabbit meat. In: Proc. 40th International Congress Meat Science and Technology, The Hague, The Netherland, W-2.02.
- Xiccato G., Trocino A. (2007). Italia: un sistema integrato di produzione cunicola. *Rivista di Coniglicoltura* 44 (5), 10-15.
- Xiccato G., Trocino A. (2010a). Energy and Protein Metabolism and Requirements. In: De Blas C., Wiseman J. (Eds.) *Nutrition of the Rabbit*, 2nd Edition, CAB International, Wallingford, Oxon, UK, 83–118.
- Xiccato G., Trocino A. (2010b). Feed and energy intake in rabbits and consequences on farm global efficiency. Proc. 6th International Conference on Rabbit Production in Hot Climates, 1–4 Febbraio 2010, Assiut, Egypt, 1–18. Disponibile al sito: <http://www.asic-wrsa.it/documenti/XiccatoAssiut2010.pdf> Accesso in Agosto 2013.
- Xiccato G., Trocino A., Filiou E., Majolini D., Tazzoli M., Zuffellato A. (2013). Bicellular cage vs. collective pen housing for rabbits: growth performance, carcass traits and meat quality. *Livestock Sci.* 155, 407–414.