



*Università degli Studi di Padova*

---

*Facoltà di Agraria e Medicina Veterinaria*

---

*Corso di laurea interfacoltà in Scienze e Tecnologie Animali*

---

*Tesi di laurea*

*Studio delle risposte produttive e fisiologiche di  
conigli in accrescimento allevati con diverse  
condizioni luminose e in presenza di  
un arricchimento della gabbia*

*Relatore: Dott.ssa De Fassi Negrelli Rizzi Chiara*

*Laureando: Diego Salvadori*

*Anno Accademico 2006-2007*



# Indice

<b>Riassunto</b> .....	5
<b>1. Introduzione</b> .....	7
1.1. Classificazione, origine e diffusione del coniglio ( <i>Oryctolagus cuniculus</i> ).....	7
1.2. Produzione e consumi della carne di coniglio .....	9
1.3. Caratteristiche della filiera produttiva cunicola italiana .....	11
1.4. Il benessere animale negli attuali sistemi di allevamento per conigli .....	13
1.5. Metodologie per la misurazione del benessere nel coniglio.....	15
1.6. Le Raccomandazioni europee sul benessere del coniglio .....	17
1.7. Condizioni microclimatiche: valori ottimali nel settore da ingrasso .....	19
1.8. Tipologie di arricchimento ambientale per le gabbie dei conigli in accrescimento .	21
1.8.1. Piattaforma sopraelevata e zone rifugio (scatola; tunnel) .....	22
1.8.2. Materiali fibrosi (erba medica; fieno; paglia).....	23
1.8.3. Lettieria di paglia .....	24
1.8.4. Tronchetto di legno.....	25
<b>2. Obiettivi</b> .....	29
<b>3. Materiali e metodi</b> .....	31
3.1. Descrizione dell'allevamento .....	31
3.2. Animali e protocollo sperimentale .....	32
3.3. Rilievi sperimentali .....	34
3.4. Trattamento dei dati ed elaborazione statistica .....	41
<b>4. Risultati e discussione</b> .....	43
4.1. Condizioni microclimatiche nei locali di allevamento .....	43
4.2. Prestazioni produttive e stato sanitario .....	44
4.3. Consumi di tronchetto .....	48
4.4. Lunghezza dei denti incisivi .....	51
4.5. Caratteristiche fisico-chimiche delle ossa (femore e tibia) .....	52
4.6. Profilo ematochimico .....	55
<b>5. Conclusioni</b> .....	59
<b>6. Bibliografia</b> .....	61



## Riassunto

La presente ricerca ha inteso valutare gli effetti di una diversa durata del fotoperiodo (9L:15D vs 5L:19D) e di un arricchimento ambientale della gabbia (tronchetto di legno), sulle prestazioni produttive e su alcuni parametri fisiologici di conigli in accrescimento allevati da 44 a 80 giorni d'età in gabbia singola. Allo scopo, sono stati utilizzati 64 conigli maschi svezzati a 28 giorni d'età, appartenenti all'ibrido commerciale Hycole.

Gli animali erano equamente suddivisi in due locali che differivano unicamente per il programma luce, riconducibile in massima parte alla lunghezza del fotoperiodo e, in misura minore, alla tipologia di radiazione luminosa, naturale nel gruppo L (9 ore luce/d), artificiale nel gruppo B (5 ore luce/d). Tutti i conigli erano alimentati *ad libitum* con un mangime commerciale in pellet. In ciascuna stanza la metà degli animali presentava sul pavimento della gabbia un tronchetto di legno: gruppo M (solo mangime); gruppo T (mangime e tronchetto).

In relazione al fotoperiodo, il diverso numero di ore luce giornaliere non ha indotto effetti significativi sulle prestazioni zootecniche. Al termine della prova, i conigli del gruppo B hanno mostrato denti incisivi mandibolari mediamente più corti ( $P < 0,05$ ) rispetto a quelli misurati nel gruppo L. La determinazione delle caratteristiche delle ossa, ha evidenziato, sia nel femore che nella tibia, una significativa ( $P < 0,01$ ) riduzione di tutti i macrominerali (calcio, fosforo, magnesio) nei soggetti appartenenti al gruppo B. In questi ultimi, le tibie hanno presentato una maggior ( $P < 0,05$ ) resistenza. L'analisi chimica sui campioni di sangue non ha evidenziato effetti riconducibili al diverso fotoperiodo.

In questa prova non sono stati quindi osservati effetti sugli animali tali da preferire un'illuminazione artificiale di 5 ore luce/d in alternativa ad una naturale con 9 ore luce/d.

In relazione all'arricchimento ambientale, rispetto al gruppo M, il gruppo T ha mostrato nel corso della seconda fase (da 62 a 80 giorni d'età), un significativo incremento ( $P < 0,05$ ) del consumo di mangime (219 g/d vs 201 g/d) che si è poi tradotto in un miglioramento ( $P < 0,01$ ) della crescita ponderale (51,86 g/d vs 46,34 g/d), consentendo così di raggiungere dei pesi vivi al macello (80 giorni d'età) tendenzialmente ( $P = 0,07$ ) più favorevoli. Il rosicchiamento del tronchetto di legno non ha provocato modificazioni della tavola dentaria. Il rilievo delle caratteristiche ossee ha evidenziato una riduzione ( $P < 0,05$ ) del contenuto di calcio nelle tibie dei conigli appartenenti al gruppo T. L'esame del profilo ematochimico ha rilevato un aumento ( $P < 0,001$ ) dell'azoto ureico nei conigli che disponevano del tronchetto.

L'impiego del tronchetto di legno può essere vantaggiosamente utilizzato come oggetto di arricchimento ambientale, lasciando tuttavia spazio ad ulteriori approfondimenti.

# 1. Introduzione

## 1.1. Classificazione, origine e diffusione del coniglio (*Oryctolagus cuniculus*)

Il coniglio domestico (*Oryctolagus cuniculus*) è un mammifero che non appartiene all'ordine dei Roditori, come comunemente si crede e com'è stato riportato fino a qualche anno fa in alcuni dizionari (Dizionario Garzanti, 2001), ma a quello dei Lagomorfi, che si differenziano principalmente per la presenza di quattro incisivi superiori, mentre i Roditori ne possiedono due (Tabella 1.1.).

Il coniglio oggi allevato deriva dal coniglio selvatico europeo, appartenente al genere *Oryctolagus*, la cui specie *O. cuniculus*, così chiamata per la sua abitudine di costruire tane sotterranee, ha dovuto adattarsi alle necessità della domesticazione, modificando le proprie abitudini crepuscolari-notturne, la propria taglia, le proprie doti di velocità e di scatto.

**Tabella 1.1.** Classificazione sistematica del coniglio (Balasini, 2001)

Tipo	Cordati	}	per la presenza di una colonna vertebrale estesa sino alla regione cefalica
Sottotipo	Vertebrati		
Classe	Mammiferi	}	per la presenza di ghiandole mammarie alveolari e di una placenta strettamente connessa alla parete uterina
Sottotipo	Vertebrati		
Ordine	Lagomorfi	}	per la presenza di due incisivi su ogni arcata (roditore) e per il loro raddoppio sull'arcata superiore (lagomorfo)
Famiglia	Leporidi		
Sottofamiglia	Leporini	}	per la notevole lunghezza delle orecchie e degli arti posteriori atti al salto e, di contro, per la brevità della coda
Genere	<i>Oryctolagus</i>		
Specie	<i>O. cuniculus</i>		

Per quanto riguarda l'origine e la diffusione, la filogenesi dei Lagomorfi è nota a partire dalla preistoria grazie al ritrovamento di fossili che hanno dimostrato l'esistenza di un animale con una dentatura avente caratteristiche intermedie fra i Roditori e i Lagomorfi, i cui molari hanno caratteristiche simili a quelle dei conigli mentre gli incisivi hanno caratteristiche da roditore.

I più antichi resti fossili appartenenti al genere *Oryctolagus* sono stati rinvenuti nel sud della Spagna. Prima dell'era glaciale i conigli selvatici erano diffusi in tutta l'Europa centro-meridionale, dopo l'ultima glaciazione li ritroviamo solo nella penisola Iberica e nell'Africa nord-occidentale (Zamboni, 2007).

Quando i Fenici, nei loro viaggi, giunsero nell'attuale Spagna intorno al 1100 a.C., notarono e apprezzarono le carni di un piccolo mammifero scambiato, per la sua somiglianza, con le procavie diffuse in Siria e in Palestina. In realtà erano dei conigli selvatici e, poiché nel linguaggio arabo fenicio la procavia era detta "shaphan", essi chiamarono queste nuove terre "i-shaphan-im", ovvero "terra delle procavie", da cui il nome poi latinizzato dai Romani in "Hispania" e quindi Spagna (Avanzi, 2007).

Gli antichi Romani ne iniziarono l'allevamento allestendo dei locali all'aperto chiamati *leporari* e, involontariamente, contribuirono alla loro diffusione a causa di alcuni soggetti fuggiti che iniziarono a replicarsi allo stato libero adattandosi a diversi tipi di ambienti.

Furono però i monaci francesi, nel Medioevo, ad iniziare il vero e proprio processo di addomesticamento, iniziando ad operare una selezione in base alle caratteristiche di docilità (adattamento alla cattività) e funzionali (taglia e mantello) (Arnold 2000a e 2000b).

A partire dal XV secolo i navigatori usavano abbandonare qualche coppia di conigli sulle isole per avere, al loro successivo passaggio, una riserva di carne. Ciò contribuì alla diffusione del coniglio in tutti i Continenti, ma questo popolamento incontrollato, dovuto all'elevata prolificità del coniglio, fu spesso causa di notevolissimi danni per la distruzione della flora autoctona. A tal riguardo Darwin citò il caso dell'isola di Porto Santo dove nel 1418 fu liberata una coppia di conigli i cui discendenti in cinque anni distrussero tutta la vegetazione, tanto da costringere la popolazione locale ad abbandonarla. Del resto, che l'incontrollata procreazione di questo prolifico animale allo stato libero sia nociva, lo dimostra quanto avvenne in Australia. Tre coppie di conigli, liberate nel 1859 nel Nuovo Galles del Sud, portarono la popolazione cunicola selvatica a 20 milioni di esemplari nel 1890, rappresentando una vera calamità per le colture, tanto che gli Agricoltori australiani dovettero importare dal Sud America la *mixomatosi* (Balasini, 2001).

Oggi, l'allevamento del coniglio si pratica in quasi tutti i Paesi del mondo, ad eccezione di quelli Mediorientali e dell'Oceania; la sua rilevanza economica è molto diversificata, ma in alcuni Paesi europei, come Italia, Spagna e Francia, rappresenta una quota significativa della produzione zootecnica vendibile, sia per la produzione di carne che per l'industria delle pellicce. Al contrario, nel Nord Europa, come in Irlanda e Gran Bretagna, il coniglio viene allevato quasi esclusivamente a scopi amatoriali o come animale da compagnia. Questa eterogeneità nell'utilizzo del coniglio all'intero dell'Unione Europea comporta la necessità, nella stesura della futura legislazione comunitaria riguardante il benessere del coniglio allevato, di raggiungere un giusto compromesso fra le esigenze di benessere animale e le ragioni economiche di allevatori e operatori della filiera cunicola.

## 1.2. Produzione e consumi della carne di coniglio

L'Italia, con le sue 222.000 t , corrispondenti a circa 100 milioni di capi all'anno, fornisce il 40,2% della produzione europea di carne di coniglio, ed è il secondo Paese nella classifica della produzione mondiale dopo la Cina (Tabella 1.2.).

**Tabella 1.2.** Produzione mondiale di carne di coniglio nel 2004 (FAOSTAT, 2007)

Paesi	Produzione di carne (t)
Cina	460.000
Italia	222.000
Spagna	110.862
Francia	85.200
Egitto	69.840
Repubblica Ceca	38.500
Germania	33.000
Resto del mondo	102.054
<b>Totale</b>	<b>1.121.456</b>

Nel nostro Paese, alla fine degli anni Sessanta, l'allevamento cunicolo era tradizionalmente legato alla famiglia rurale. Poi, come conseguenza della forte espansione nella domanda di carne da parte della popolazione italiana, la produzione cunicola ha goduto, nel decennio successivo, di un forte incremento, analogamente a quanto si è osservato per le carni suine e avicole. Successivamente, la crescita è continuata (Tabella 1.3.), ma ad un ritmo più rallentato per effetto della stagnazione dei consumi di carne.

**Tabella 1.3.** Evoluzione della produzione di carne di coniglio in Italia (FAOSTAT, 2007)

Anno	Produzione di carne di coniglio (t)					
	1961	1973	1983	1993	1998	2004
<b>Italia</b>	48.870	109.260	177.000	202.700	217.000	222.000

Il forte aumento della produzione cunicola è stato reso possibile dalla diffusione di tipi genetici ad elevata capacità riproduttiva e velocità di accrescimento, come la Bianca di Nuova Zelanda e la Californiana. La successiva comparsa degli ibridi commerciali hanno ulteriormente aumentato le potenzialità produttive e riproduttive dell'allevamento. L'impiego di gabbie in rete metallica ha permesso un aumento della densità degli animali allevati e un miglioramento della loro gestione. Infine, l'introduzione di mangimi pellettati ha svincolato l'allevamento dalla disponibilità di sottoprodotti aziendali, migliorando così l'efficienza alimentare.

Negli ultimi anni, in Italia, i consumi domestici di carne di coniglio vengono stimati in circa 4,0 kg/pro-capite all'anno e, con una produzione di 222.000 t, il nostro livello di autoapprovvigionamento oscilla intorno al 99 %. Quindi, fra le principali categorie di carni prodotte dal comparto zootecnico italiano, quelle cunicole, assieme alle avicole, sono le uniche ad essere in grado di soddisfare la domanda interna (Tabella 1.4.).

**Tabella 1.4.** Statistiche zootecnia italiana da carne nel 2003 (ASSALZOO, 2004; FAOSTAT 2007)

	<b>Produzione (t)</b>	<b>Consumo individuale (kg/pro-capite)</b>	<b>Livello di autoapprovvigionamento (%)</b>
Carni bovine	1.128.220	23	63
Carni suine	1.588.660	31	67
Carni avicole	1.134.000	18,9	106
Carni cunicole	222.000	4	99

Attualmente, il settore cunicolo, con una produzione lorda vendibile di 759 milioni di euro, corrispondenti all'8,3 % dell'intero comparto zootecnico da carne, si colloca al quarto posto dopo le carni bovine, suine e avicole (Tabella 1.5.).

**Tabella 1.5.** Produzione lorda vendibile della zootecnia italiana da carne nel 2004 (INEA, 2005)

	<b>P.L.V. (milioni di euro)</b>	<b>Incidenza sul totale (%)</b>
Carni bovine	3.559	38,9
Carni suine	2.390	26,1
Carni avicole	1.994	21,8
Carni cunicole	759	8,3
Carni ovicaprine	310	3,4
Altre carni	135	1,5
<b>Totale</b>	<b>9.147</b>	<b>100,0</b>

La carne di coniglio viene quindi considerata la prima fra le carni “alternative”, a sottolineare da un lato la sua importanza e, dall'altro il fatto di costituire un piatto non comune e abitudinario come quello fornito dalle carni bovine, suine ed avicole (Bittante e coll. 1993).

Però, va sottolineato che, negli ultimi anni, le carni di coniglio stanno acquisendo quote di mercato più consistenti per effetto del cambiamento delle preferenze dei consumatori in quanto, appartenendo alle cosiddette “carni bianche”, si caratterizzano per un'elevata digeribilità, un basso contenuto in colesterolo e sodio, un buon apporto di proteine e l'assenza di fattori allergenici e antinutrizionali (Parigi Bini e coll., 1992).

### **1.3. Caratteristiche della filiera produttiva cunicola italiana**

La filiera di produzione è costituita dall'organizzazione delle attività che legano fra di loro tutte le differenti fasi che concorrono alla realizzazione del prodotto finale.

La filiera produttiva cunicola italiana è costituita da circa 8.000 allevamenti che occupano più di 10.000 addetti e si configura come una struttura di tipo dualistica. Da una parte vi è una grande quantità di piccoli e piccolissimi allevamenti ognuno dei quali si caratterizza per non avere più di 50 fattrici e, in questa tipologia di aziende, l'allevamento cunicolo assolve il preciso scopo di integrare i redditi percepiti dalle altre attività agricole. Dall'altra parte vi è un numero più contenuto di allevamenti intensivi (o professionali) che forniscono il 65 % della produzione nazionale e si caratterizzano per avere un numero di fattrici non inferiore alle 400 (Polidori e Bettocchi 2004).

Nel 98% dei casi, gli allevamenti sono a ciclo chiuso. In altre parole, nello stesso allevamento sono presenti il settore riproduzione e il settore ingrasso (anche se spesso in locali separati); il rinnovo del settore riproduzione viene effettuato dallo stesso allevatore selezionando gli animali con le migliori capacità riproduttive oppure acquisendo degli ibridi commerciali dai centri di riproduzione specializzati localizzati, quasi esclusivamente, in Francia. Meno spesso è possibile trovare da una parte allevamenti specializzati nel settore riproduzione e dedicati alla vendita del coniglietto svezzato, e dall'altra parte allevamenti specializzati nella sola fase di ingrasso.

Per ciò che concerne la diffusione territoriale, la filiera produttiva cunicola italiana non risulta omogenea, caratterizzandosi in modo diverso in dipendenza della localizzazione geografica (Nord, Centro e Sud Italia) sia per motivi climatici (il clima influenza i cicli biologici degli animali) che per motivi tecnico-strutturali ed organizzativi. Una differenziazione territoriale legata al clima riguarda il peso vivo del coniglio prodotto: nel Nord Italia il peso alla macellazione del coniglio supera i 2,6 kg, nel Centro scende a 2,4 – 2,5 kg, mentre nel Sud Italia il peso alla macellazione si aggira intorno ai 2 kg. Dal punto di vista tecnico-strutturale, la maggior parte delle aziende che praticano la cunicoltura come attività prevalente in allevamenti di medio-grandi dimensioni ad elevato livello tecnologico, si trovano nell'Italia settentrionale e soprattutto in Veneto, Lombardia, Piemonte ed Emilia Romagna, mentre al centro troviamo delle aziende di piccole dimensioni, in particolare in Toscana, Lazio, Umbria, Marche e Abruzzo; infine, nel Sud si trovano principalmente aziende piccole e a conduzione familiare, solamente in Campania sta nascendo una struttura produttiva specializzata con presenza di allevamenti sia di medie che di grandi dimensioni produttive (Polidori e Bettocchi 2004).

Il Veneto ha una produzione di carne di coniglio di 80.000 t/anno e fornisce il 36% dell'intera produzione nazionale. In valore assoluto, la maggiore concentrazione di allevamenti si riscontra nelle province di Treviso (250 allevamenti), Vicenza (91 allevamenti), Padova (74 allevamenti) e Verona (71 allevamenti) (Coniglio Veneto, 2002). Padova e Verona risultano, comunque, le province con un maggior numero di allevamenti di grosse dimensioni, con una media pari a circa 800 fattrici. Tuttavia, la culla storica della coniglicoltura italiana si trova nella Marca Trevigiana, ed è rappresentata dai tre comuni di Volpago del Montello (36 allevamenti con 32.930 fattrici), Montebelluna (23 allevamenti con 12.580 fattrici) e Trevignano (20 allevamenti con 15.200 fattrici).

Negli allevamenti professionali vengono ormai utilizzati esclusivamente mangimi in pellet prodotti da aziende mangimistiche che forniscono anche assistenza tecnica all'allevatore e, spesso, assicurano il ritiro dell'animale da macello (Gamberini, 2001).

In Italia operano attualmente 51 grandi macelli, concentrati soprattutto al Nord. I suoi gestori effettuano spesso anche la funzione di grossisti e di importatori/esportatori di carne cunicola. Accanto a questi vi sono anche piccole strutture di macellazione il cui ambito operativo è essenzialmente locale (Polidori e Bettocchi 2004).

L'ultima fase della filiera è la distribuzione. Viene stimato che le vendite della carne di coniglio destinata al consumo domestico transitino per il 39% attraverso le strutture della grande distribuzione organizzata come ipermercati, supermercati e discount, mentre il peso dei punti di vendita tradizionali (macellerie) viene stimato intorno al 40%. L'autoconsumo familiare, pari al 7% sul totale, ha un'elevata incidenza. Il rimanente 14 % viene attribuito alle altre forme di distribuzione come la vendita diretta e il commercio ambulante (Lunati, 1998; Corrent, 2002) (Tabella 1.6). Tuttavia, il peso dei canali distributivi non è uniforme sul territorio nazionale. Infatti, al Settentrione e al Centro, la grande distribuzione assume un ruolo preponderante mentre, al Sud, prevalgono i punti di vendita tradizionali (Lunati, 1997).

**Tabella 1.6.** Ripartizione delle vendite per canale (Corrent,2002)

	<b>Grande distribuzione</b>	<b>Vendita tradizionale (macellerie)</b>	<b>Autoconsumo familiare</b>	<b>Altri</b>
<b>Italia</b>	39%	40%	7%	14%

#### **1.4. Il benessere animale negli attuali sistemi di allevamento per conigli**

Oggi viene attribuita grande importanza al benessere degli animali allevati, sia da parte dei consumatori, che sono disposti a pagare i beni a prezzi più elevati se rispondono a determinati requisiti, in merito non solo alla salubrità dei prodotti, ma anche alle caratteristiche di allevamento degli animali, sia da parte degli allevatori in quanto, più l'animale si avvicina ad uno stato di benessere, tanto più le sue prestazioni produttive si approssimano alla completa estrinsecazione del suo patrimonio genetico (Lazzaroni, 1999) e, infine, anche da parte del legislatore il quale intende regolamentare il settore cunicolo sotto gli aspetti del benessere animale, come già è stato fatto per altre specie allevate.

Il benessere animale, comprendendo numerosi aspetti della condizione dell'animale, è difficile da definire nelle diverse situazioni ambientali (Verga, 1997; Verga e Ferrante, 2002).

Nel corso degli anni sono state proposte diverse definizioni di "benessere animale", a partire da quella di Hughes (1976), secondo la quale benessere è "uno stato di perfetta integrità fisica e mentale in cui l'animale è in completa armonia con l'ambiente che lo circonda". Tale concetto ha subito alcune evoluzioni fino ad arrivare alla definizione di Broom (1986), secondo la quale "il benessere di un organismo è il suo stato in relazione agli sforzi che compie per adattarsi in modo ideale all'ambiente che lo circonda", in altre parole, una condizione di buon benessere è quella in cui un animale si adatta rapidamente all'ambiente nel quale si trova, mentre, una situazione di scarso benessere si ha quando gli sforzi per adattarsi sono numerosi e costano un elevato impegno.

Tuttavia, la definizione più dettagliata e facilmente apprezzabile è quella delle "cinque libertà", enunciate per la prima volta nel Brambell Report del 1965 e poi riprese nel 1991 dal FAWC (Farm Animal Welfare Council), secondo il quale gli animali devono essere protetti e quindi liberi 1) dalla fame e dalla sete; 2) da una stabulazione inadeguata e dalle intemperie; 3) dalle malattie e dalle ferite; 4) dalla paura e dallo stress e, infine, 5) devono essere liberi di esprimere un repertorio comportamentale normale per la loro specie.

Per cui, secondo quest'ultima definizione, la valutazione del benessere deve coinvolgere una serie di indicatori di tipo diverso, quali indicatori zootecnici, patologici, fisiologici e comportamentali che, interagendo tra loro, possono fornire evidenze sullo stato di adattamento dell'animale all'ambiente (Broom, 1993; Morisse, 1999; Verga e Ferrante, 2002).

Mentre le prime tre libertà sono facilmente identificabili e misurabili e, generalmente, perseguite dall'allevatore per le forti ricadute sulla produttività, le altre due, ovvero l'assenza di paura e stress, e la libertà di esprimere un repertorio comportamentale specie-specifico, sono più difficili da garantire, soprattutto nel coniglio, anche a causa delle limitate conoscenze scientifiche disponibili in merito (Trocino, 2004).

Quindi, possiamo affermare che, lo studio del comportamento di una specie animale rappresenta la base per la comprensione delle sue esigenze e, di conseguenza, per l'adeguamento delle condizioni di stabulazione a tali esigenze. In questo senso, il coniglio si differenzia dalle altre specie allevate essendo l'unico animale domestico per il quale gli esperti fanno riferimento al comportamento espresso allo stato selvatico (Morisse, 1998; Verga, 2000). Tale scelta dipende dal fatto che il processo di domesticazione del coniglio è recente e non ha indotto differenze comportamentali marcate rispetto al coniglio selvatico, se non nell'intensità e nella frequenza di alcuni comportamenti particolari, quali ad esempio la maggiore attività diurna del coniglio domestico.

Nel corso degli ultimi decenni si è passati da piccole conigliere munite talvolta di recinti esterni a moderni capannoni attrezzati per l'allevamento intensivo e dedicati al settore riproduzione e al settore ingrasso. Il cambiamento strutturale del settore cunicolo ha però fortemente modificato le condizioni di allevamento del coniglio, ponendo forti problematiche legate al rispetto del benessere animale. Se è vero che in condizioni di allevamento intensivo l'animale riesce a soddisfare meglio le proprie esigenze nutritive, climatiche e igieniche rispetto agli allevamenti all'aperto e che le cause naturali (predatori, rumori, ecc.) in grado di determinare paura nell'animale vengono a mancare, è anche vero che in allevamento molto difficilmente il coniglio può esprimere un normale comportamento sociale, a causa dell'allevamento in gabbie di piccole dimensioni, come pure alcuni sistemi di gestione possono modificare e peggiorare la condizione di benessere.

Dal punto di vista pratico, i problemi di benessere che si riscontrano nell'allevamento intensivo del coniglio sono in parte simili a quelli che si osservano per le altre specie di interesse zootecnico. Infatti, i sistemi di gestione e stabulazione intensivi possono creare problemi all'omeostasi dell'organismo, agendo come stressogeni (Verga, 2000) e riducendo sia il benessere che la produttività (Drescher, 1996), con conseguenze che vanno dalla diminuzione della fertilità e dell'accrescimento a varie anomalie comportamentali. Fra le anomalie comportamentali, le *stereotipie*, che si manifestano a seguito di una condizione di stress cronico (Van Zutphen e coll., 1993), si caratterizzano per il fatto di essere ripetitive e apparentemente prive di scopi (Lawrence e Rushen, 1993). Le stereotipie possono quindi esser indice di una condizione di scarso benessere (Podbercheck e coll., 1991). Esempi di stereotipie, nel coniglio, sono il mordere la gabbia (Stauffacher, 1992) o il battere la zampa posteriore sul pavimento della gabbia (Verga, 2000). Alcuni autori però non considerano le stereotipie come dei comportamenti anormali, ma piuttosto come comportamenti "normali" in un contesto ambientale inadeguato (Morisse e Maurice, 1997).

## 1.5. Metodologie per la misurazione del benessere nel coniglio

Una misurazione oggettiva della condizione di benessere e dello stato di adattamento dell'animale all'ambiente, rappresenta uno strumento fondamentale per un'adeguata valutazione e un confronto efficace fra diverse situazioni di allevamento. Come già precedentemente affermato, nelle differenti specie animali allevate, compreso il coniglio, il benessere può essere misurato utilizzando separatamente o, meglio, in maniera congiunta indicatori di diverso tipo (Broom, 1993; Verga, 2000), quali:

- **Indicatori produttivi (o zootecnici):** riguardano le *performance* produttive e riproduttive, come gli accrescimenti ponderali e gli indici di conversione alimentare; la fertilità e la quota di rimonta; il numero di nati e degli svezzati.

Gli indicatori produttivi risultano fra quelli più facilmente misurabili, anche se la loro interpretazione deve essere fatta con prudenza. Infatti, il peggioramento delle prestazioni produttive o riproduttive è in genere indicativo di un peggioramento delle condizioni degli animali. Tuttavia, il raggiungimento di elevati risultati produttivi non può essere considerato, da solo, una garanzia dello stato di benessere degli animali.

- **Indicatori fisiologici:** come ampiamente descritto in molte specie animali, una condizione prolungata di stress comporta una serie di alterazioni dell'equilibrio omeostatico che si traducono in variazioni del quadro fisiologico (Broom, 1993). In condizioni di stress elevato, le variazioni dell'equilibrio fisiologico possono provocare un effetto negativo sul sistema immunitario che non andrebbe sottovalutato, con una diminuzione delle difese dell'animale e la possibile comparsa di patologie più o meno importanti. Pertanto, la misura della concentrazione di alcune variabili emato-chimiche (es. ormoni corticosteroidi) può dare oggettive indicazioni sulla condizione di stress degli animali (Koolhaas e coll., 1993).

Tuttavia, le stesse modalità di prelievo ematico possono causare stress all'animale alterando il livello di queste variabili, soprattutto gli indicatori di stress acuto.

- **Indicatori patologici:** consistono soprattutto nella misurazione delle cause di morbilità e mortalità e la presenza di patologie manifeste o latenti.

Gli indicatori patologici, come quelli produttivi, rimangono fra quelli più facilmente misurabili, anche se la loro interpretazione deve essere fatta con cautela. Infatti, la presenza di condizioni sanitarie inadeguate è di per sé causa di scarso benessere in allevamento e, viceversa, uno stress cronico prolungato può tradursi in una maggiore suscettibilità alle patologie a causa di una riduzione della risposta immunitaria (Broom, 1993; Koolhaas e coll., 1993; Napolitano e De Rosa, 1997).

- **Indicatori comportamentali (o etologici):** anche se nel coniglio domestico manca un modello animale per la valutazione degli indicatori comportamentali in allevamento, l'osservazione del repertorio comportamentale (*etogramma*) può essere comunque vantaggiosamente utilizzata per confrontare diverse situazioni di allevamento e individuare l'eventuale comparsa di stereotipie. Tuttavia, i risultati degli studi relativi all'etogramma del coniglio domestico possono, spesso, variare fra i diversi autori, poiché le condizioni sperimentali in cui vengono compiuti sono sovente differenti (Morisse, 1999).

Utile informazioni sull'adattamento e benessere dei conigli possono anche essere ottenute mediante l'osservazione del comportamento degli stessi quando vengono sottoposti ai cosiddetti "test di reattività", nel corso dei quali si misura la reazione e il timore degli animali nei confronti dell'uomo o nei confronti di un nuovo ambiente.

Il test di *immobilità tonica* è utilizzato per valutare la risposta anti-predatoria e, quindi, il timore dell'animale nei confronti dell'uomo (Carli, 1982; Bilcik e coll., 1998). Nel corso del test, il coniglio, posizionato sul dorso all'interno di una struttura in legno deputata al mantenimento dell'equilibrio, entra in uno stato pseudocatatonico (immobilità tonica), la cui durata è di solito positivamente correlata con il livello di paura dell'animale.

Il test di *open-field*, o di campo aperto, misura invece la reazione dell'animale nei confronti di un ambiente sconosciuto (Meijsser e coll., 1989; Ferrante e coll., 1992; de Passillé e coll., 1995). Le indicazioni bibliografiche sull'interpretazione del comportamento degli animali durante il test di open-field non sono univoche, poiché le motivazioni alla base di uno stesso comportamento possono essere molteplici (de Passillé e coll., 1995; Rushen, 2000). Ad esempio, l'attività locomotoria del coniglio posto all'interno di un recinto dalle alte pareti di legno durante il test di open-field può dipendere dalla necessità di esplorare il nuovo ambiente alla ricerca di cibo e riparo o dall'istinto di fuggire da un predatore. In ogni caso, un'elevata attività locomotoria ed esplorativa durante questo test sono ritenute indice di un buon adattamento dell'animale, mentre un aumento dei tempi di *freezing* e immobilità rappresenta una risposta adattativa di tipo passivo ed è considerato negativamente.

Da quanto sopra esposto emerge in maniera chiara come la valutazione del benessere sia piuttosto complessa e richieda la valutazione congiunta di più indicatori di diverso tipo per ottenere un quadro completo sulla condizione dell'animale (Verga e Ferrante, 2002).

## **1.6. Le Raccomandazioni europee sul benessere del coniglio**

Il controllo e il rispetto del benessere animale nell'allevamento commerciale del coniglio sono stati trascurati per lungo tempo dal punto di vista legislativo. I principi generali enunciati nelle direttive comunitarie (91/628/CEE, 93/119/CE, 95/29/CE, 98/58/CEE) e nei decreti legislativi nazionali (623/1985, 532/1992, 388/1998, 333/1998, 146/2001) sulla protezione degli animali in allevamento e durante le fasi di trasporto e di macellazione possono essere applicati all'allevamento del coniglio, ma non forniscono indicazioni specifiche per questo animale (Porfiri, 2002).

Dal 1996, in seguito alla richiesta di alcuni Paesi del Nord Europa, il Comitato Permanente per la Protezione degli Animali in Allevamento (ETS 87, 1976), ha iniziato la stesura di specifiche Raccomandazioni relative al benessere del coniglio domestico e che rappresenteranno la base per la futura legislazione a livello comunitario e nazionale (Morisse, 1998). A tal riguardo, l'Agenzia Europea per la Sicurezza Alimentare (EFSA), su incarico della Commissione Europea, ha istituito un Gruppo di Lavoro, all'interno del Panel of Animal Health and Animal Welfare (AHAW), che ha portato alla pubblicazione, nel 2005, dell'AHAW Report, ovvero di un documento scientifico indipendente riassuntivo di tutti gli ultimi dati scientifici disponibili sul benessere del coniglio allevato. Inoltre, anche i tecnici del settore e le associazioni di allevatori dei Paesi maggiormente interessati alla produzione commerciale del coniglio da carne (Italia, Francia e Spagna) stanno compiendo un grande sforzo per portare avanti le istanze del settore produttivo, al fine di limitare, nella versione finale delle Raccomandazioni, le posizioni più animaliste e oltranziste espresse dalla maggior parte degli altri Paesi europei, per i quali il coniglio è esclusivamente un animale da compagnia e allevato a scopo amatoriale (Porfiri, 2002).

Nell'ultima bozza delle Raccomandazioni viene affermato che i conigli allevati sono geneticamente vicini a quelli utilizzati in laboratorio ed ai conigli selvatici. Per questo motivo, data la scarsità di ricerche svolte sul benessere del coniglio allevato e, allo stesso tempo, dato il suo largo impiego come animale da laboratorio, viene spesso presa in considerazione, per la valutazione del benessere, la vasta bibliografia disponibile su alcuni aspetti neuro-endocrini e fisiologici del coniglio e sugli effetti della stabulazione in laboratorio. Inoltre, per quel che riguarda le caratteristiche biologiche specie-specifiche, importanti da garantire nel coniglio allevato, vengono prese in considerazione quelle del coniglio selvatico in quanto, essendo il processo di addomesticazione avvenuto piuttosto recentemente, non si registrano evidenti differenze comportamentali, se non nella frequenza di alcuni comportamenti particolari, come la maggiore attività diurna nel coniglio domestico.

Le Raccomandazioni sul benessere del coniglio affrontano svariati aspetti della gestione dell'allevamento. Nella maggior parte dei casi si tratta di norme di buon senso e di elementi in grado di migliorare anche i risultati produttivi dell'allevamento, avendo sempre come fine ultimo la salvaguardia e il controllo dello stato di salute degli animali.

In generale, si raccomanda che le condizioni di stabulazione in allevamento permettano al coniglio la completa espressione delle sue caratteristiche biologiche, e a tal riguardo viene affermato che, gli attuali sistemi di allevamento, non consentono il rispetto di alcune di queste caratteristiche. In particolare, si afferma che ai conigli deve essere possibile effettuare alcuni passi consecutivi, sedersi con le orecchie erette, assumere la posizione eretta o sopra le zampe posteriori e contemporaneamente, realizzare un normale sviluppo morfologico e fisiologico. Le strutture di stabulazione devono essere costruite in modo da limitare il rischio di malattie, disordini comportamentali e ferite che gli animali si possono reciprocamente procurare e, inoltre, dev'essere possibile che i conigli vedano i conspecifici nelle gabbie vicine.

Si stabilisce poi che i conigli dovrebbero essere allevati in gruppo, sia nel settore riproduttivo che nel settore ingrasso, con un consistente aumento delle dimensioni delle gabbie attualmente utilizzate. Infatti, ad esempio, per un gruppo di 8 conigli all'ingrasso, con un peso alla macellazione superiore a 2,4 kg, si passerebbe dagli attuali 4800 cm<sup>2</sup> (600 cm<sup>2</sup>/coniglio) a 9900 cm<sup>2</sup> (1500 cm<sup>2</sup> per ciascun coniglio per i primi 5 conigli e 800 cm<sup>2</sup> per ogni coniglio in più) (Trocino, 2005). In altre parole, sulla stessa superficie utilizzata oggi, potrebbero essere allevati solamente la metà degli animali. Un aumento di superficie di tal entità non sembra però sufficientemente giustificato dai risultati della ricerca, sia per i conigli allevati individualmente (Xiccato e coll., 1999) che per i conigli in gruppo tenuti in gabbie, recinti o parchetti (Combes e Lebas, 2003; Mirabito, 2003; Maertens, 2004).

Infine, secondo lo stesso documento, i conigli devono essere mantenuti in un ambiente stimolante mediante l'inserimento, nella gabbia, di strutture d'arricchimento e, i locali d'allevamento, devono essere attrezzati con impianti che permettano il mantenimento di buone condizioni microclimatiche, relativamente a ventilazione, temperatura, umidità ed illuminazione.

Per quanto riguarda gli aspetti relativi all'arricchimento ambientale e all'illuminazione, oggetto di studio in questa Tesi di Laurea, viene evidenziata la necessità, nei conigli all'ingrasso, di realizzare ulteriori studi sperimentali in quanto, l'attività di ricerca finora svolta, è stata piuttosto frammentaria, a volte con risultati contraddittori e spesso trascurando le ricadute di carattere zootecnico e produttivo.

## 1.7. Condizioni microclimatiche: valori ottimali nel settore da ingrasso

Per quanto riguarda i parametri microclimatici, i principi generali enunciati dal decreto legislativo relativo all'“Attuazione della direttiva 98/58/CE sulla protezione degli animali negli allevamenti” (D.Lgs 146/2001) possono essere applicati all'allevamento del coniglio, ma forniscono solo indicazioni generiche.

Nei moderni allevamenti cunicoli, le condizioni microclimatiche assumono un particolare rilievo in quanto si sono dimostrate in grado di condizionare pesantemente il benessere e la produttività degli animali (Mori e Bagliacca, 1990). Come è noto, nell'allevamento cunicolo intensivo si concentra un elevato numero di animali per unità di superficie. Questi producono, con i loro processi fisiologici, due tipi di calore: il calore sensibile (Kcal) e il calore latente (vapore acqueo) (Moore, 1985; Frazzi e Calamari, 1986). Con queste due produzioni vengono influenzati due dei principali parametri microclimatici: la temperatura e l'umidità relativa, determinando così la necessità di un ricambio d'aria da effettuarsi ad una certa velocità per poter mantenere ideali le condizioni igienico-ambientali. È infatti attraverso una corretta ventilazione che si impedisce il ristagno dei gas nocivi e si regola la temperatura e l'umidità relativa in allevamento (Biancardi, 1979; Mori, 1986; Samoggia, 1987). Infine, gli impianti di illuminazione, devono essere in grado di assicurare un appropriato fotoperiodo e un'intensità luminosa adeguata alle caratteristiche biologiche della specie. Nell'allevamento cunicolo i valori microclimatici ottimali sono:

- **Temperatura:** nei conigli all'ingrasso, una temperatura troppo elevata (oltre i 27÷28°C) riduce il consumo alimentare (circa dell'1÷2% per ogni aumento di 1°C) e di conseguenza la velocità di crescita. Temperature troppo basse, invece (inferiori ai 10°C), fanno aumentare il consumo di alimento ma riducono la velocità di crescita, per effetto del dispendio energetico di termoregolazione (Heinzl e Crimella, 1990; Mori e Bagliacca, 1990).

Dunque, al variare della temperatura, cambia il comportamento alimentare dell'animale e, per questo motivo, è importante garantirgli una condizione di benessere termico che, nel caso dei conigli in accrescimento, è compreso fra i 13 e i 20 °C (Tabella 1.7.) (Graziani e Dubini, 1982; Mori e Bagliacca, 1990).

- **Umidità Relativa:** i conigli sono più sensibili alle basse (inferiori al 50%) piuttosto che alle alte umidità relative. Comunque, essendo questo fattore microclimatico strettamente legato alla temperatura, l'umidità dell'aria diventa un problema con temperature al di fuori dei livelli ottimali, in quanto ne aggrava gli effetti negativi (Pagano Toscano e coll., 1990).

In ogni caso, per temperature comprese tra 13÷20 °C, come nel caso dei conigli in accrescimento, il tasso igrometrico ideale oscilla fra il 55 e il 65% (Graziani e Dubini, 1982).

- **Ventilazione e qualità dell'aria:** anche i parametri quanti-qualitativi dell'aria sono importanti. La ventilazione infatti, influisce sulla temperatura e sull'umidità relativa (Samoggia, 1987). Il corretto ricambio d'aria deve inoltre consentire il mantenimento dei gas nocivi e delle polveri entro i livelli massimi tollerati dagli animali (Tabella 1.7.).

Nei conigli all'ingrasso, la velocità dell'aria, a livello delle gabbie, dovrebbe essere di 0,3 m/s durante il periodo estivo, ed i 0,1 m/s durante il periodo invernale (Tabella 1.7.) (Bittante e coll., 1993).

- **Illuminazione:** uno dei fattori meno approfondito è la luce, per la quale esistono pochi lavori sperimentali. Gli studi relativi all'importanza della durata e dell'intensità del fotoperiodo sul comportamento e sulle prestazioni produttive dei conigli risalgono alla seconda metà degli anni '20 del secolo scorso (Pearce e Van Allen, 1926; Brown, 1928), ma solamente con gli studi di Bradbury (1944) il fattore luce, legato all'andamento stagionale, venne messo in relazione ai fenomeni riproduttivi.

Oggi tutti i ricercatori sono concordi nell'affermare che le fattrici necessitano, al fine di un costante ciclo riproduttivo, un fotoperiodo di tipo lungo (16 ore di luce giornaliera) con un'elevata intensità luminosa (30÷40 lux). I maschi riproduttori, invece, per essere attivi ma tranquilli, necessitano di sole 10 ore luce giornaliera a più bassa intensità luminosa (10÷20 lux), anche se di solito, per esigenze di praticità, vengono alloggiati negli stessi capannoni delle fattrici e ricevono gli stessi programmi luce (Colin, 1990).

Per i soggetti nei reparti da ingrasso, al fine di limitare fenomeni di nervosismo e migliorare il consumo alimentare, considerando anche il fatto che il coniglio è un animale con abitudini crepuscolari, è necessario mantenere un fotoperiodo più breve (Roca e Castello, 1980; Morisse, 1986; Arduin, 2000). Sembrano infatti sufficienti 8÷10 ore di luce giornaliera (Grazzani e Dubini, 1982; Heinzl e Crimella, 1990) a bassa intensità luminosa (5÷20 lux) per assicurare tranquillità e una corretta assunzione alimentare (Tabella 1.7.) mentre, un regime di buio totale sembra far scendere eccessivamente il consumo alimentare, ripercuotendosi in modo negativo sull'accrescimento (Zanoni, 1980).

**Tabella 1.7.** Condizioni microclimatiche ottimali nel settore da ingrasso (Roca e Castello, 1980; Grazzani e Dubini, 1982; Heinzl e Crimella, 1990; Mori e Bagliacca, 1990; Bittante e coll., 1993)

Temperatura	Umidità Relativa	Velocità dell'aria		Qualità dell'aria			Illuminazione	
		estate	inverno	CO2	NH3	polveri	durata	intensità
°C	%	m/s	m/s	%	ppm	mg/m <sup>3</sup>	ore luce/die	lux
<b>13÷20</b>	<b>55÷65</b>	<b>0,3</b>	<b>0,1</b>	<b>&lt;0,15</b>	<b>&lt;10</b>	<b>&lt;5</b>	<b>8÷10</b>	<b>5÷20</b>

## **1.8. Tipologie di arricchimento ambientale per le gabbie dei conigli in accrescimento**

I conigli all'ingrasso sono in genere stabulati individualmente o, più frequentemente, in gabbie bicellulari di dimensioni standard, secondo la tradizione locale (Luzi e coll., 2003; Verga e coll., 2004b). L'ingrasso in gabbie di colonia, utilizzate per l'allevamento in piccoli gruppi fino a 8 soggetti, era in passato poco diffuso in Italia perché adatto ad un coniglio macellato giovane e ad un peso vivo più leggero di quello usuale nel nostro Paese (Bittante e coll., 1993). Attualmente, fra i sistemi di stabulazione cosiddetti "alternativi", si annoverano i parchetti comuni (o recinti di colonia) i quali vengono utilizzati per l'allevamento in gruppi di grandi dimensioni, fino a 20-30 soggetti (Verga e coll., 2004b).

Nell'allevamento intensivo, come già evidenziato in altre specie animali, la mancanza di stimoli, dovuta ad un ambiente di allevamento eccessivamente deprivato, può causare problemi di benessere nel coniglio (Hughes e Ducan, 1988). Lo stato d'*inanità* degli animali, ovvero di scarso benessere dovuto agli inutili sforzi compiuti per adattarsi in modo ideale all'ambiente che li circonda, può provocare delle situazioni di stress comportamentali e fisiologici, che possono portare a loro volta a delle sintomatologie di carattere patologico e a un peggioramento delle prestazioni zootecniche (Lawrence e Rushen, 1993; Fraser e Broom, 1994; Hansen e Berthelsen, 2000; Moberg e Mench, 2000). Dunque, al fine di ridurre le problematiche di benessere del coniglio allevato intensivamente, devono essere valutate varie tipologie ambientali che considerino, oltre allo spazio disponibile e al numero di animali, anche eventuali forme di arricchimento ambientale che possono essere introdotte all'interno delle gabbie (Huls e coll., 1991; Brooks e coll., 1993; Lidfors, 1997; Maurice, 1997). Come visto nel paragrafo 1.6., anche le Raccomandazioni europee sul benessere del coniglio sottolineano tali esigenze.

Secondo alcuni Autori, l'arricchimento ambientale può essere definito come "un miglioramento delle funzionalità biologiche degli animali allevati intensivamente risultante dalla modificazione del loro ambiente" (Newberry, 1995; Newberry e Estevez, 1997).

L'arricchimento ambientale può avvenire con diverse modalità, ovvero mediante la predisposizione nella gabbia di (Lehman, 1987; Stauffacher, 1992; Mirabito, 2004):

- piattaforma sopraelevata e zone rifugio (scatola; tunnel);
- materiali fibrosi (erba medica; fieno; paglia);
- lettiera di paglia;
- tronchetto di legno;

### **1.8.1. Piattaforma sopraelevata e zone rifugio (scatola; tunnel)**

Per quanto riguarda il cosiddetto “arredamento” della gabbia, che consiste nella predisposizione al suo interno di una piattaforma sopraelevata oppure di una zona rifugio (scatola o tunnel) allo scopo di permettere agli animali di nascondersi, riposarsi e di fare esercizio fisico, non sembra sufficientemente sostenuto dai risultati della ricerca scientifica (Mirabito, 1998). Infatti, contrariamente a quello che si pensa che avvenga in natura, i conigli domestici in allevamento non utilizzano le strutture eventualmente disponibili per nascondersi quando sono disturbati (Lidford, 1997; Finzi e coll., 1997; Hansen e Berthelsen, 2000; Postollec e coll., 2002; Maertens e coll., 2004).

Il tunnel, introdotto all'interno dei parchetti per conigli all'ingrasso, viene utilizzato solamente nelle prime 2 settimane successive allo svezzamento (Postollec e coll., 2002). Finzi e coll., (1997), in conigli in accrescimento, hanno verificato che solo per il 2% del tempo gli animali sfruttano la possibilità di nascondersi dentro ad un tunnel introdotto nelle loro gabbie, dimostrando così che la presenza di un rifugio non è così indispensabile per il coniglio domestico. Maertens e coll. (2004) hanno confrontato le prestazioni ottenute in parchetti comuni di 34 conigli (17 conigli/m<sup>2</sup>) senza arricchimento con quelle conseguite in parchetti comuni di 17 conigli (8,95 conigli/m<sup>2</sup>) arricchiti con una scatola per nascondersi e una piattaforma sopraelevata in plastica. I ricercatori hanno osservato che la scatola è stata utilizzata solamente nelle prime settimane successive allo svezzamento, mentre la piattaforma è stata utilizzata più frequentemente solo verso la fine della fase d'ingrasso; inoltre, nei parchetti arricchiti, non sono stati ottenuti significativi miglioramenti nelle prestazioni zootecniche. Jehl e coll. (2003) hanno confrontato le risposte produttive conseguite in gabbie per conigli all'ingrasso senza arricchimento con quelle ottenute in gabbie arricchite con una piattaforma sopraelevata in rete, senza però osservare alcun miglioramento significativo dell'accrescimento medio ponderale giornaliero. Postollec e coll. (2003) hanno inoltre osservato un peggioramento del tasso di accrescimento in gabbie per conigli all'ingrasso arricchite con una piattaforma sopraelevata in rete.

Da quanto sopra esposto si evince che le tecniche di arricchimento dell'ambiente di allevamento dei conigli all'ingrasso mediante la predisposizione di piattaforme o di zone rifugio, risultino essere inefficaci ai fini produttivi. Infatti, se il significato dell'arricchimento ambientale è quello di diversificare l'ambiente di vita in maniera tale da renderlo meno stressante e di conseguenza migliorare le funzionalità biologiche degli animali, è possibile supporre che l'utilizzo di tale tipologia di strutture non sia sufficiente a raggiungere questi scopi.

### **1.8.2. Materiali fibrosi (erba medica; fieno; paglia)**

L'utilizzo dell'erba medica come materiale di arricchimento ambientale sembra portare a un significativo miglioramento delle prestazioni zootecniche.

A tal riguardo, Verga e coll. (2004a) hanno condotto una sperimentazione allo scopo di valutare gli effetti sulla produttività dei conigli all'ingrasso dell'apporto di differenti quantitativi di erba medica nelle diete (25% vs 50%). Nel complesso, le due diete differivano solo per il tenore in fibra. Per la sperimentazione sono stati utilizzati dei conigli di razza Bianca di Nuova Zelanda dallo svezzamento (35 d) alla macellazione (91 d). Le prestazioni produttive sono risultate migliori negli animali che ricevevano un apporto di erba medica del 25%. Infatti, l'incremento totale è risultato significativamente maggiore negli animali alimentati con tale apporto (peso finale 3.039 g vs 2.904 g,  $P < 0,05$ ) come pure l'incremento medio giornaliero ( $P < 0,05$ ) e il peso della carcassa ( $P < 0,0001$ ).

Tale fenomeno si spiega per il fatto che l'utilizzo, nella composizione della dieta, di differenti materie prime, come l'erba medica, pur mantenendo quantitativamente inalterato l'apporto di nutrienti, influisce in maniera disomogenea sull'accrescimento in quanto i rapporti fra le diverse frazioni, soprattutto a livello di fibra, determinano variazioni di assorbimento (Verga e coll., 2004a; Corese, 2005).

Per quanto riguarda l'impiego del fieno come materiale di arricchimento ambientale, Berthelsen e Hansen (1999) hanno osservato in conigli stabulati in gabbie individuali, una riduzione delle stereotipie (mordere la gabbia) per quegli animali che potevano avere accesso a del fieno distribuito sopra alle loro gabbie. Gli autori concludono affermando che l'ingestione di fieno possa ridurre significativamente la manifestazione delle stereotipie e quindi di migliorare il benessere dei conigli. Va sottolineato però che, la riduzione nella durata dei comportamenti anormali, potrebbe essere dovuta al tempo dedicato dal coniglio per trascinare, all'interno della gabbia, il fieno distribuito sopra alla gabbia stessa.

In alternativa al fieno, alcuni ricercatori hanno sperimentato l'utilizzo della paglia fornita tramite una rastrelliera posizionata tra due gabbie vicine. L'interesse verso la paglia sembra però esaurirsi molto velocemente e la riduzione dei comportamenti anormali è risultata solo momentanea.

In ogni caso, queste ultime due tipologie di arricchimento ambientale trovano difficile applicazione nell'allevamento commerciale a causa delle difficoltà legate alla possibilità di ricalcolare, in modo preciso, il bilancio della razione (Ferrante, 2005).

### 1.8.3. Lettiera di paglia

Allo scopo di migliorare il benessere dei conigli all'ingrasso, le Raccomandazioni europee ritengono che almeno una parte della gabbia debba essere ricoperta con una lettiera in paglia che, oltre a svolgere la funzione di pavimento, potrebbe anche permettere agli animali di assumere delle posture e di espletare un'attività più diversificata e rappresentare quindi una sorta di arricchimento ambientale (Mirabito, 2004).

Tali richieste non vengono tuttavia giustificate da confortanti risultati sperimentali. Infatti, nonostante l'allevamento su rete metallica sia sempre stato considerato negativamente dal punto di vista del benessere animale, nei conigli all'ingrasso, contrariamente a quello che avviene per i riproduttori, la brevità del periodo di accrescimento annulla il rischio della comparsa di piaghe podali dovute a difetti della pavimentazione (Trocino, 2005). Inoltre, nonostante la rete non permetta l'espressione di alcuni comportamenti che si possono trovare in natura, come graffiare o scavare il suolo, indicazioni presenti in letteratura affermano che i conigli all'ingrasso, messi in condizioni di avere libero accesso ad un'area coperta con paglia, scelgono, senza possibilità di equivoco, la superficie in rete e senza lettiera (Morisse e coll., 1999; Orova e coll., 2004).

Animali allevati in gruppo su lettiera hanno anche mostrato un aumento del tempo dedicato alle attività di comfort verso il proprio corpo e alla locomozione (Tabella 1.8.), esprimendo di conseguenza un minore stato di benessere per il fatto che si sporcano continuamente la pelliccia, e devono dedicare più tempo a pulirsi, e che si muovono spesso alla ricerca di un posto più comodo all'interno del parchetto (Dal Bosco e coll., 2002; Ferrante, 2003). La presenza della lettiera in paglia, infine, nonostante sembri ridurre i comportamenti aggressivi fra i conigli allevati in gruppo, peggiora le loro prestazioni produttive in quanto, non permettendo l'allontanamento immediato delle feci, facilita la trasmissione di malattie (coccidiosi) fra gli animali (Lambertini e coll., 2001).

**Tabella 1.8.** Effetto del tipo di pavimentazione sulle prestazioni produttive e sul repertorio comportamentale (% del tempo di osservazione) in conigli all'ingrasso (Dal Bosco e coll., 2002)

	<b>Gabbia bicellulare</b>	<b>Parchetto con lettiera</b>	<b>Parchetto con rete</b>
<b>Peso vivo finale, g</b>	2785 <sup>B</sup>	2428 <sup>Aa</sup>	2517 <sup>Ab</sup>
<b>Accrescimento, g/d</b>	40,1 <sup>B</sup>	33,0 <sup>Aa</sup>	34,7 <sup>Ab</sup>
<b>Mortalità, %</b>	3,5 <sup>A</sup>	13,2 <sup>Bb</sup>	9,8 <sup>Ba</sup>
<b>Riposo, %</b>	60 <sup>b</sup>	50 <sup>a</sup>	54 <sup>ab</sup>
<b>Ingestione, %</b>	16 <sup>b</sup>	12 <sup>a</sup>	11 <sup>a</sup>
<b>Comfort, %</b>	7 <sup>a</sup>	11 <sup>c</sup>	9 <sup>b</sup>
<b>Locomozione, %</b>	13 <sup>a</sup>	18 <sup>c</sup>	16 <sup>b</sup>

a, b:  $P < 0,05$ ; A, B:  $P < 0,01$

#### 1.8.4. Tronchetto di legno

I denti dei conigli si caratterizzano per avere una crescita di tipo continua e, per assicurare un loro consumo regolare, in particolare degli incisivi (Figura 1.1.), è necessario che questi animali possano rosicchiare degli alimenti di una certa durezza, come per esempio degli oggetti di legno (Balasini, 2001), e quindi un tronchetto di legno appunto.

A tal fine è bene ricordare che il rosicchiamento può avere degli effetti positivi anche sul sistema nervoso in quanto è in grado di ridurre lo stress nei conigli. Ciò potrebbe a sua volta migliorare i processi digestivi in quanto lo stress influenza le secrezioni ormonali ed enzimatiche (Kermauner e coll., 2004).

La formula dentaria del coniglio è  $2/1 - 0/0 - 3/2 - 3/3$ . Gli incisivi hanno la funzione di tagliare l'alimento, mentre i molari hanno quella di tritularlo grossolanamente.

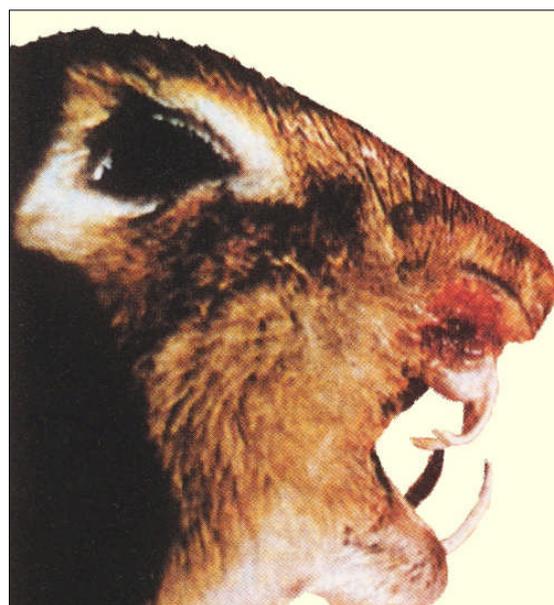
Tutti i 28 denti sono di tipo permanente, quindi il coniglio presenta una dentatura "unica" per tutta la vita in quanto mancante di quella caduca da latte.

Inoltre, essendo di tipo non radicolati (Bortolami e coll., 2000), cioè privi di radice, crescono ininterrottamente nel corso dell'intera vita dell'animale ad una media di 1-2,4 mm/settimana (Gidenne e Lebas, 2006).

Man mano che gli incisivi crescono, in base alle modalità con cui sono usati nella masticazione, si consumano. Se ciò non avviene in modo regolare il coniglio potrebbe avere, in alcuni casi estremi, un abnorme sviluppo degli incisivi (Figura 1.2.), i quali possono fuoriuscire dalla bocca e penetrare nell'occhio o perforare il palato, portando a morte l'animale (Balasini, 2001).



**Figura 1.1.** Denti incisivi superiori e inferiori di un coniglio della presente prova al termine della macellazione (80 giorni d'età)



**Figura 1.2.** Sviluppo abnorme dei denti incisivi nel coniglio, con perforazione del palato (Balasini, 2001)

Attualmente, la ricerca scientifica riguardante gli effetti, nei conigli all'ingrasso, dell'arricchimento ambientale mediante l'utilizzo del tronchetto di legno, fornisce risultati contrastanti. Infatti, in alcuni casi non sono stati osservati significativi miglioramenti delle prestazioni zootecniche e, altre volte, non sono state segnalate chiare influenze positive sul comportamento degli animali.

Mirabito e coll. (2000) hanno osservato, in condizioni di instabilità sanitaria, un netto peggioramento del tasso di mortalità nei conigli all'ingrasso allevati in parchetti arricchiti con un tronchetto di legno rispetto a quelli di controllo. I conigli allevati nei parchetti arricchiti avevano sviluppato un'enterocolite simultanea e gli autori hanno affermato che, l'incremento del tasso di mortalità, passato dal 16 al 23%, fosse dovuto al tronchetto di legno. Quindi, secondo gli stessi autori, tale tipologia di arricchimento potrebbe favorire le contaminazioni orali fra i conigli appartenenti alla stessa gabbia.

In un'altra sperimentazione, della stessa tipologia e sempre in condizioni di instabilità sanitaria, Maertens e Van Oeckel (2001) non hanno osservato, in termini di mortalità, alcuna differenza tra i gruppi a confronto. Inoltre, in quest'ultimo studio, i ricercatori hanno notato un miglioramento, anche se non significativo, del peso vivo finale e dell'incremento medio ponderale giornaliero oltre che ad una riduzione della percentuale dei conigli non vendibili a causa di ferite dovute a fenomeni di aggressione fra conigli dello stesso gruppo (Tabella 1.9.).

**Tabella 1.9.** Prestazioni produttive di conigli all'ingrasso allevati in parchetti arricchiti mediante l'utilizzo del tronchetto di legno (Maertens e Van Oeckel, 2001)

	<b>Gruppo controllo</b>	<b>Gruppo arricchito</b>
<b>Peso vivo finale (78 giorni), g</b>	2490	2533
<b>Accrescimento, g/d</b>	37,6	37,9
<b>Consumo alimentare, g/d</b>	113	114
<b>Mortalità ed eliminazioni, %</b>	21,7	21,7
<b>Conigli non vendibili, %</b>	6,7	3,8



**Figura 1.3.** Tronchetto di legno legato ad un filo pendente dal tetto della gabbia (Luzi e coll., 2003)

Luzi e coll. (2003) hanno valutato gli effetti dell'introduzione di un tronchetto di legno sul comportamento e sulla produttività di conigli all'ingrasso. Il pezzo di legno, di *robinia pseudoacacia*, è stato legato ad un filo pendente dal tetto della gabbia (Figura 1.3.), e ciò allo scopo di limitare eventuali problemi di contaminazione fecale. Per la sperimentazione sono stati utilizzati 96 conigli che a partire da 55 giorni d'età fino alla macellazione (90 d) sono stati allevati in 12 gabbie-colonia (8 animali per gabbia ad una densità di 750 cm<sup>2</sup>/coniglio) in *semi-plein air system*, metà delle quali arricchite con il tronchetto di legno.

Dall'analisi dei parametri produttivi è emerso che, l'incremento medio ponderale giornaliero, per tutto il periodo sperimentale, il peso alla macellazione e i pesi delle carcasse a caldo e a freddo, sono risultati statisticamente differenti ( $P < 0,01$ ), indicando valori più elevati negli animali allevati con l'arricchimento ambientale rispetto a quelli di controllo, mentre analoghe sono risultate le percentuali di resa a caldo e a freddo (Tabella 1.10.). Sia nei gruppi sperimentali che in quelli di controllo, il tasso di mortalità è risultato nullo e, inoltre, al momento della macellazione, non sono state riscontrate lesioni sulla carcassa.

Dall'analisi dei dati comportamentali è emerso che le gabbie arricchite con il tronchetto di legno possono permettere agli animali l'esecuzione di una gamma più ampia di comportamenti specie-specifici, come saltare e odorare, riducendo anche la possibile comparsa di stereotipie (mordere la gabbia) e, infine, i conigli hanno mostrato anche un incremento significativo ( $P < 0,05$ ) dei livelli di comportamento alimentare e della ciecotrofia.

Gli autori concludono affermando che, la riduzione dei comportamenti anormali e un miglioramento delle prestazioni produttive, sono indice di un generale miglioramento del benessere. Di conseguenza, tale tipologia di arricchimento può arrecare vantaggio sia agli animali, innalzando il loro livello di benessere, sia all'allevatore, tramite il miglioramento delle performance zootecniche dei conigli in fase d'ingrasso.

**Tabella 1.10.** Prestazioni produttive di conigli all'ingrasso allevati in gabbie di colonia arricchite mediante l'utilizzo del tronchetto di legno. Medie stimate (LSM), errore standard (SEM) e probabilità (P) delle variabili analizzate (Luzi e coll., 2003)

Variabile	Gruppo controllo	Gruppo arricchito	P
Accrescimento, g/d	46,2 ± 5,6	49,6 ± 2,7	**
Peso vivo finale (90 giorni), g	2835 ± 34	2973 ± 34	**
Peso carcassa a caldo, g	1826 ± 21	1916 ± 21	**
Peso carcassa a freddo, g	1763 ± 22	1847 ± 21	**
Resa carcassa a caldo, %	64,5 ± 0,3	64,5 ± 0,3	n.s.
Resa carcassa a freddo, %	62,2 ± 0,3	62,2 ± 0,3	n.s.

n.s.= non significativo \*\*= $P < 0,01$

Anche Verga e coll. (2004b) hanno attuato l'introduzione di un tronchetto di legno di *robinia pseudoacacia* per valutarne gli effetti sul comportamento e sulla produttività dei conigli all'ingrasso. Per lo studio sono stati utilizzati 72 conigli allevati dallo svezzamento (35 d) alla macellazione (75 d) in gabbie standard da ingrasso a 2 (1045 cm<sup>2</sup>/coniglio), 3 (697 cm<sup>2</sup>/coniglio), e 4 (522 cm<sup>2</sup>/coniglio) animali per gabbia.

I dati produttivi si sono però dimostrati analoghi sia confrontando le gabbie arricchite con quelle di controllo sia confrontando gabbie con diverso numero di conigli (2-3-4).

Dal punto di vista comportamentale, i conigli in gabbie arricchite hanno presentato una maggior incidenza di comportamenti quali il salto, l'annusare e la toelettatura reciproca fra conigli (*allo-grooming*), mentre l'aggressività è stata quasi del tutto assente e i comportamenti di allerta e le stereotipie (mordere la gabbia) si sono presentati in quantità inferiore rispetto a quanto evidenziato per gli animali di controllo (Grafico 1.1.).

Gli autori concludono affermando che l'arricchimento costituito dall'introduzione di un pezzo di legno nelle gabbie per conigli all'ingrasso, possa costituire un sistema efficace per ridurre lo stress derivante da un ambiente eccessivamente deprivato senza peggiorare le prestazioni produttive e senza implicare la necessità di rilevanti modifiche strutturali.

Tali risultati non vengono però confermati da Jordan e coll. che, nel 2004, in conigli all'ingrasso allevati in gabbie individuali arricchite mediante l'utilizzo di differenti tipologie di tronchetti di legno, non hanno osservato significative riduzioni delle stereotipie, come il mordere la gabbia, che è una delle anomalie comportamentali più comuni nei sistemi di allevamento in gabbia (Love, 1994; Gunn e Morton, 1995).

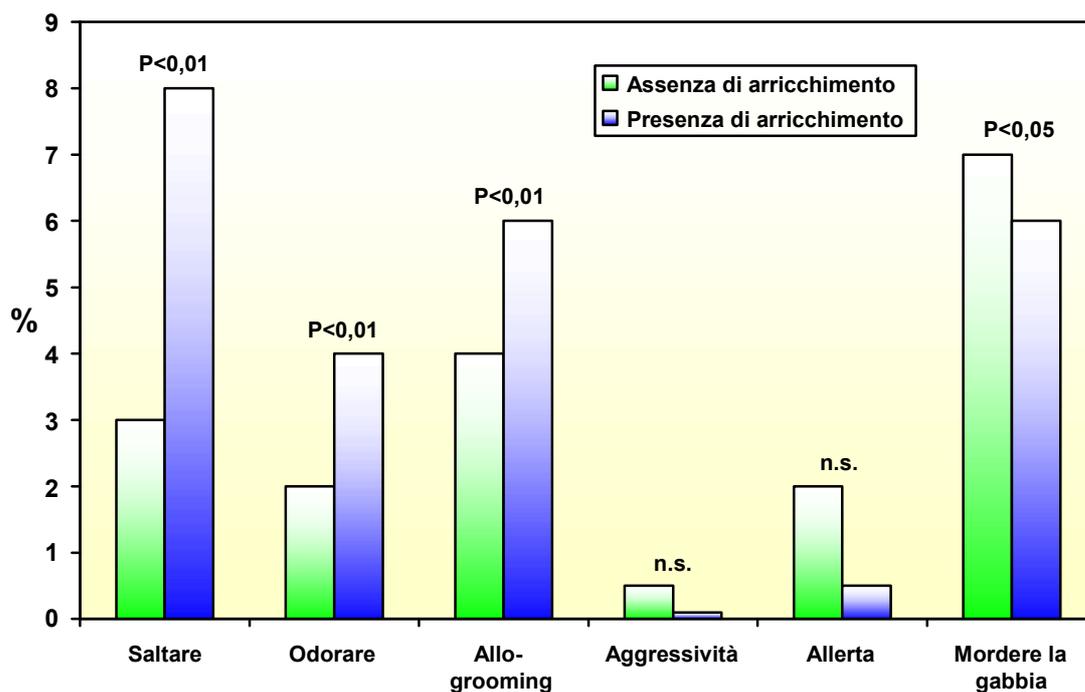


Grafico 1.1. Comportamento dei conigli con o senza tronchetto di legno (Verga e coll., 2004b)

## 2. Obiettivi

Il grande sviluppo del settore cunicolo avvenuto negli ultimi decenni ha portato alla nascita di allevamenti intensivi, sempre più specializzati. L'impiego di gabbie in rete metallica ha permesso un aumento della densità degli animali allevati e un miglioramento della loro gestione, portando il settore al massimo sviluppo.

Il cambiamento strutturale del settore cunicolo ha però fortemente modificato le condizioni di allevamento, ponendo forti problematiche legate al rispetto del benessere dei conigli. Oggi, infatti, il benessere animale negli allevamenti intensivi viene considerato con sempre maggiore attenzione, sia da parte dei consumatori, che richiedono un prodotto zootecnico rispettoso di determinati requisiti in merito alle caratteristiche di allevamento degli animali, sia da parte degli allevatori in quanto, più il soggetto si avvicina ad uno stato di benessere, tanto più le prestazioni produttive si approssimano alla completa estrinsecazione del suo patrimonio genetico e, infine, anche da parte del legislatore il quale intende regolamentare il settore cunicolo sotto gli aspetti del benessere animale, come già è stato fatto per altre specie allevate.

Riguardo a questo ultimo aspetto, il settore cunicolo è ancora poco regolamentato in quanto mancante di una specifica legislazione, anche se, su incarico della Commissione Europea, l'Agenzia Europea per la Sicurezza Alimentare (EFSA) ha istituito un Gruppo di Lavoro, all'interno del Panel of Animal Health and Animal Welfare (AHAW) impegnato, già da alcuni anni, nella preparazione di Raccomandazioni specifiche per il coniglio.

Tra i fattori della produzione che si propongono di regolamentare, le modalità di stabulazione rivestono un ruolo primario. Gli aspetti di maggior interesse nei conigli in accrescimento riguardano la densità di allevamento, il numero di animali per gabbia e il tipo di pavimentazione. Tuttavia, poichè il coniglio domestico attualmente utilizzato mantiene ancora alcune caratteristiche peculiari a quello selvatico, per il fatto che il processo di domesticazione è da considerarsi piuttosto recente, viene altresì affermato che i conigli in allevamento debbano essere mantenuti in un ambiente stimolante mediante l'inserimento, nella loro gabbia, di apposite forme di arricchimento ambientale. Infatti, come già evidenziato in altre specie animali, anche nell'allevamento cunicolo intensivo la mancanza di stimoli può causare problemi di benessere nel coniglio.

Lo stato di inattività dei conigli, ovvero di scarso benessere dovuto agli inutili sforzi compiuti per adattarsi in modo ideale all'ambiente che li circonda, eccessivamente privato

di stimoli, può provocare delle situazioni di stress comportamentali e fisiologici, che possono portare, a loro volta, a delle sintomatologie di carattere patologico e a un peggioramento delle prestazioni zootecniche.

Il gruppo di esperti sottolinea anche come, attualmente, sussista un numero carente di ricerche scientifiche rivolte alla sperimentazione delle diverse forme di arricchimento ambientale, impedendo così di fatto l'emanazione di precise raccomandazioni.

Fra le diverse tipologie di arricchimento riscontrate in bibliografia, quella che prevede l'utilizzazione del tronchetto di legno ha l'indubbio vantaggio d'essere poco costoso, oltre che compatibile e facilmente applicabile nei processi produttivi ordinari. Inoltre, i denti del coniglio si caratterizzano per avere una crescita di tipo continua e, per assicurare un loro consumo regolare, in particolare degli incisivi, è necessario che questi animali possano rosicchiare degli alimenti di una certa durezza come, per esempio, degli oggetti di legno. Il rosicchiamento potrebbe avere degli effetti positivi anche sul sistema nervoso incrementando così il benessere animale, e migliorando a sua volta i processi digestivi in quanto, le secrezioni ormonali ed enzimatiche, possono essere influenzate in parte dallo stress. Tuttavia, in merito a ciò, non sono mai state condotte delle ricerche approfondite.

Per quanto riguarda le modalità d'illuminazione, il gruppo di esperti afferma che ai conigli deve essergli fornito un programma luce adeguato alle caratteristiche biologiche della specie, pur senza dare indicazioni specifiche sul rapporto di ore luce/buio. Infatti, fra i parametri microclimatici, la luce è uno dei fattori meno approfonditi, sull'influenza della quale pochi e non troppo recenti sono i lavori sperimentali.

Al riguardo si indicano generalmente dei valori relativi alla sola durata e intensità dell'illuminazione. In generale, per i conigli in accrescimento viene suggerito un fotoperiodo di circa 8÷10 ore di luce giornaliera a bassa intensità luminosa al fine di assicurare tranquillità e una corretta assunzione alimentare da parte degli animali. Tuttavia, non è stato ben chiarito se l'adozione di un programma luce più breve possa sortire degli effetti positivi.

La presente prova ha inteso pertanto valutare gli effetti di una diversa durata del fotoperiodo (9L:15D vs 5L:19D) e dell'arricchimento ambientale per mezzo di un tronchetto di legno (solo mangime vs mangime e tronchetto) sulle prestazioni produttive e su alcuni parametri fisiologici (lunghezza dei denti incisivi, caratteristiche fisico-chimiche delle ossa e quadro ematochimico) di conigli in accrescimento allevati da 44 a 80 giorni d'età.

## 3. Materiali e metodi

### 3.1. Descrizione dell'allevamento

La prova è stata condotta in due locali di allevamento dell'Azienda Agraria Sperimentale "Sasse Rami" di Veneto Agricoltura a Ceregnano, in provincia di Rovigo.

L'edificio, costruito interamente in muratura, era munito di riscaldamento e presentava delle ampie finestrate laterali che garantivano un appropriato ricambio d'aria. Nel corso della prova, le condizioni microclimatiche, all'interno dei ricoveri, erano costantemente monitorate con l'utilizzo di un termoigrografo e di un luxmetro (Figura 3.2.) e, i valori rilevati, venivano giornalmente registrati in apposite schede. Prima dell'arrivo dei conigli, i locali di allevamento sono stati sottoposti ad un lungo periodo di vuoto sanitario, seguito da un'accurata pulizia e disinfezione dell'ambiente e delle attrezzature e, infine, da un trattamento fungicida per la prevenzione delle micosi mediante fumigazione.

I conigli sono stati allevati individualmente in gabbie di tipo commerciale da ingrasso (Mod. Rendita, Meneghin srl, Treviso), disposte con sistema "flat-deck", ovvero su di un solo piano (Figura 3.1.), il che ha consentito una migliore sorveglianza degli animali. Ciascuna gabbia, delle dimensioni di 28x41x28 cm, ha fornito una superficie di 1150 cm<sup>2</sup>/capo. Il fondo (o pavimentazione) era in rete metallica elettrosaldata e zincata a caldo. Le gabbie erano dotate di un abbeveratoio ad ugello (Mod. Lubing, Meneghin srl, Treviso) e di una mangiatoia per la distribuzione manuale del mangime. La mangiatoia, in materiale plastico, era di forma circolare e presentava un bordo antispreco in acciaio inox (Figura 3.1.).

Le due stanze di allevamento erano adiacenti e differivano unicamente per la durata del fotoperiodo. In ciascun locale, metà delle gabbie sono state arricchite per mezzo di un tronchetto di legno (Figura 3.1.).



**Figura 3.1.** Sinistra: gabbie "flat-deck" in uno dei locale di prova; Destra: mangiatoia e tronchetto

### 3.2. Animali e protocollo sperimentale

Per la prova sono stati utilizzati 64 conigli maschi svezzati a 28 giorni d'età, appartenenti all'ibrido commerciale "Hycole" che, a partire da 44 giorni di vita, sono stati allevati fino alla macellazione, avvenuta a 80 giorni d'età.

Al loro arrivo nella stalla dell'Azienda Agraria Sperimentale, prima di essere posti nelle gabbie, gli animali sono stati immatricolati mediante l'applicazione, a livello del padiglione auricolare, di una marca metallica per consentirne l'identificazione.

I conigli sono stati poi suddivisi in due gruppi (32 soggetti per ciascun gruppo) e trasferiti così in altrettanti locali, fra loro adiacenti, ciascuno dei quali caratterizzato da un differente programma luce: *gruppo L* (fotoperiodo naturale-Lungo); *gruppo B* (fotoperiodo artificiale-Breve).

In entrambi i locali gli animali erano stabulati individualmente e la metà delle gabbie era arricchita con un tronchetto di legno di salice (*Salix alba*) posto sul pavimento della gabbia e di dimensioni pari a 19 cm di lunghezza e 5 cm di diametro: *gruppo M* (solo Mangime); *gruppo T* (mangime + Tronchetto).

Nel corso della prova, le condizioni microclimatiche sono state monitorate costantemente in modo da poter accertare che i valori di tali parametri fossero simili fra i due locali di allevamento. Lo scopo era infatti quello di ottenere una condizione tale che i conigli dei due gruppi con diverso fotoperiodo, fossero soggetti solamente agli effetti della diversa durata delle ore di luce/buio, e non quindi all'intensità di illuminazione.

Nel locale dei conigli appartenenti al *gruppo B*, le finestre erano completamente oscurate, e la luce veniva fornita tramite lampade a bulbo incandescente opportunamente disposte in modo che tutti gli animali disponessero della stessa intensità luminosa. Il programma luce prevedeva un'illuminazione quotidiana fornita per un periodo di tempo limitato, e pari a 5 ore (dalle ore 8.00 alle ore 13.00) mentre, per le restanti 19 ore della giornata, le condizioni erano di semioscurità.

Al contrario, nel locale dei conigli appartenenti al *gruppo L*, il fotoperiodo seguiva il ritmo naturale della stagione (autunno-inverno) in cui è stata effettuata la prova. All'inizio del periodo di allevamento (28 novembre) il sole sorgeva alle ore 7.20 del mattino e tramontava alle ore 16.40 del pomeriggio mentre, al termine della prova (3 gennaio), l'alba era alle ore 7.45 del mattino e il tramonto avveniva alle ore 16.50 del pomeriggio. Il fotoperiodo era quindi pari ad una media di circa 9 ore di luce e 15 ore di buio giornaliero. L'intensità luminosa all'interno del locale, provvisto di finestre, variava in base al momento della giornata e in base alle condizioni meteorologiche esterne.

Il protocollo sperimentale prevedeva la collocazione dei conigli all'interno delle gabbie in modo del tutto casuale secondo uno schema bifattoriale 2x2 (2 modalità di alimentazione x 2 fotoperiodi). I due fotoperiodi erano rappresentati dal **gruppo L**, con fotoperiodo naturale-lungo (9 ore di luce/d), e dal **gruppo B**, con fotoperiodo artificiale-breve (5 ore di luce/d). Le due modalità di alimentazione, invece, erano costituite dal **gruppo M**, che aveva a disposizione solo il mangime pellettato, e dal **gruppo T**, che disponeva dello stesso mangime in pellet e di un tronchetto. Nel complesso si sono ottenute quattro tesi sperimentali: **LM; LT; BM; BT**, come semplificato nella tabella seguente:

**Tabella 3.1.** Tesi sperimentali ottenute dallo schema bifattoriale 2x2 e ripartizione dei conigli

	<b>GRUPPO M</b> <i>solo Mangime</i>	<b>GRUPPO T</b> <i>mangime + Tronchetto</i>	<i>n° totale conigli</i>
<b>GRUPPO L</b> <i>fotoperiodo Lungo (9 h luce/d)</i>	<b>LM</b> (16 conigli)	<b>LT</b> (16 conigli)	<b>32</b>
<b>GRUPPO B</b> <i>fotoperiodo Breve (5 h luce/d)</i>	<b>BM</b> (16 conigli)	<b>BT</b> (16 conigli)	<b>32</b>
<i>n° totale conigli</i>	<b>32</b>	<b>32</b>	<b>64</b>

Nel corso della prova tutti i conigli sono stati alimentati con un mangime composto commerciale (**Tabella 3.2.**) in pellet, somministrato *ad libitum*.

I tronchetti di legno sono stati analizzati allo scopo di valutare la loro composizione chimica (**Tabella 3.2.**).

**Tabella 3.2.** Caratteristiche chimiche del mangime e dei tronchetti di legno di salice (*Salix alba*)

		<b>Mangime</b>		<b>Tronchetto di legno</b>	
		<b>I periodo*</b>	<b>II periodo</b>	<b>Tronco intero</b>	<b>Solo corteccia</b>
<b>Sostanza secca (ss)</b>	%	89,76	89,83	90,00	88,54
<b>Proteina grezza</b>	% ss	18,00	17,35	1,22	7,05
<b>Lipidi grezzi (o estratto etereo)</b>	% ss	3,54	3,67	0,86	1,55
<b>Fibra (o cellulosa) grezza</b>	% ss	14,21	15,66	71,74	32,33
<b>Ceneri</b>	% ss	8,01	8,87	0,54	10,30
<b>NDF</b>	% ss	35,20	36,27	92,71	55,41
<b>ADF</b>	% ss	17,82	19,19	77,71	46,46
<b>ADL (lignina)</b>	% ss	3,16	2,72	11,81	18,86
<b>Emicellulose (NDF-ADF)</b>	% ss	17,38	17,08	15,00	8,95
<b>Cellulosa (ADF-ADL)</b>	% ss	14,66	16,47	65,90	27,60
<b>Calcio (Ca)</b>	% ss	1,27	1,40	0,18	4,02
<b>Fosforo (P)</b>	% ss	0,73	0,71	0,02	0,09
<b>Magnesio (Mg)</b>	% ss	0,37	0,35	0,03	0,14

\* Integrazione per kg di mangime: vit. A (10000 ui); vit. D3 (1800 ui); ;  $\alpha$ -tocoferolo 91% (15 mg)

### 3.3. Rilievi sperimentali

Nel corso della prova i rilievi sperimentali hanno riguardato le condizioni microclimatiche nei locali di allevamento, le prestazioni produttive e lo stato sanitario dei conigli.

Al termine della fase di allevamento, a 80 giorni d'età, sono stati selezionati 30 soggetti per la macellazione (15 per ogni gruppo sperimentale), rappresentativi entro il gruppo, per peso medio e variabilità. Su questi conigli, prima di esser macellati, è stato effettuato un prelievo sanguigno al fine di conoscere il profilo ematochimico. Al termine della macellazione, è stata effettuata una misurazione della lunghezza dei denti incisivi. Inoltre, sono stati asportati gli arti posteriori dalle carcasse per poter effettuare delle analisi fisico-chimiche sulle ossa lunghe (femore e tibia).

In laboratorio, le analisi chimiche hanno riguardato la determinazione dei livelli minerali dei femori e delle tibie, la composizione dei mangimi e dei tronchetti di legno. Le analisi fisiche hanno invece interessato solo le ossa lunghe.

Di seguito si riportano in dettaglio i rilievi effettuati sull'ambiente di allevamento, sugli animali nel corso della prova e sui campioni di materiale biologico raccolti.

- **Condizioni microclimatiche nei locali di allevamento:** l'ambiente di allevamento è stato oggetto di monitoraggio continuo per il controllo delle condizioni termoigrometriche che venivano rilevate ad intervalli di due ore mediante termoigrografo (TIG-ITH, LSI-Lastem, Milano) (Figura 3.2.).

L'intensità luminosa è stata monitorata con rilievi effettuati in tre momenti della giornata (alle ore 9.00; 12.00; 16.00), ponendo all'altezza delle gabbie un luxmetro con sensori al silicio (HD 8366, Delta Ohm, Padova) (Figura 3.2.).



**Figura 3.2.** Sinistra: termoigrografo (LSI-Lastem, Milano); Destra: luxmetro (Delta Ohm, Padova)

- **Prestazioni produttive e stato sanitario:** all'inizio della prova e fino alla fine del periodo di allevamento sono stati rilevati, con cadenza settimanale, il consumo di mangime e il peso vivo di ogni coniglio mediante pesata individuale. Dai valori ottenuti sono stati quindi calcolati l'indice di conversione alimentare e l'accrescimento medio ponderale giornaliero.

Per quanto riguarda le condizioni sanitarie, lo stato di salute dei conigli veniva controllato quotidianamente per poter misurare l'eventuale morbilità degli animali: attraverso un controllo visivo veniva individuata l'eventuale presenza di diarree, feci molli o altri disturbi conclamati, mentre, gli animali che presentavano segni di malattia, minori accrescimenti o scarsa reattività, venivano sottoposti a palpazione addominale e ispezione accurata al fine di accertare la presenza di costipazione e blocco ciecale.

- **Consumi di tronchetto:** settimanalmente, in concomitanza con la pesata dell'alimento residuo nella mangiatoia, si è proceduto al rilevamento del peso del tronchetto inserito nelle gabbie dei conigli appartenenti al gruppo arricchito, in modo così da poter determinare il consumo di legno.

Dato che i tronchetti erano stati ottenuti da piante presenti in azienda mediante taglio effettuato circa un mese precedente l'inizio della prova, si è proceduto anche al monitoraggio della loro perdita idrica utilizzando dei tronchetti campione posti nelle due stanze esternamente alle gabbie, al fine di poter calcolare con esattezza la quantità di legno effettivamente ingerita dai conigli.

- **Lunghezza dei denti incisivi:** al termine della macellazione, avvenuta con animali a 80 giorni d'età, si è proceduto alla misurazione, mediante calibro (sensibilità 0,01 mm), della lunghezza dei denti incisivi superiori e inferiori (Figura 3.3.).



**Figura 3.3.** Denti incisivi superiori e inferiori di un coniglio della presente prova al macello

I denti del coniglio crescono in modo ininterrotto nel corso dell'intera vita dell'animale ad una media di 1-2,4 mm/settimana (Gidenne e Lebas, 2006).

Tale misurazione è stata effettuata allo scopo di verificare se il rosicchiamento del tronchetto o la diversa durata del fotoperiodo a cui sono stati sottoposti gli animali, potessero aver sortito effetti rilevanti sulle caratteristiche fisiche della tavola dentaria.

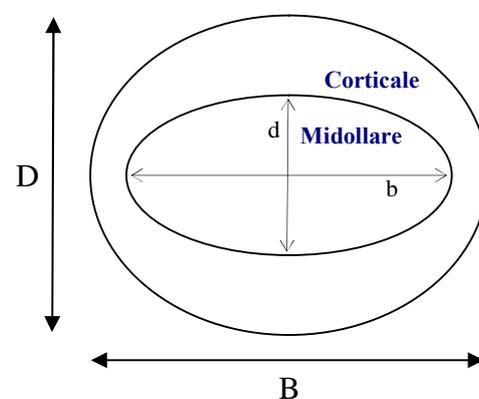
- **Caratteristiche fisiche delle ossa (femore e tibia):** al termine della macellazione dei 30 soggetti rappresentativi entro ciascun gruppo sperimentale per peso medio e variabilità, sono state distaccate le ossa lunghe (femore e tibia) dagli arti posteriori delle carcasse.

Successivamente, previa determinazione del loro peso spolpato, i femori e le tibie sono state asciugate per sette giorni all'aria aperta, secondo metodica suggerita dalla bibliografia (Newman e Leeson, 1999). Al termine, è stato rilevato il peso asciutto delle ossa, in modo così da poter calcolare le perdite d'acqua per evaporazione. In seguito, i campioni ossei sono stati congelati a  $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ , al fine di conservarli in attesa delle ulteriori analisi riguardanti il rilevamento delle caratteristiche fisiche (parametri di resistenza ossea e parametri dimensionali) e chimiche (contenuto di ceneri e di macroelementi).

I parametri di resistenza ossea hanno riguardato la determinazione della **forza di frattura (F)**, del **momento d'inerzia (MI)**, del **momento di flessione (MF)**, del **modulo di elasticità (ME)** e dello **stress (S o resistenza)**. Il rilievo dei parametri dimensionali ha invece riguardato la **lunghezza totale** delle ossa, misurata per mezzo di un calibro avente sensibilità di 0,01 mm; lo **spessore della parete corticale** e i **diametri esterni e interni (massimi e minimi)** rilevati a livello del punto medio della diafisi.

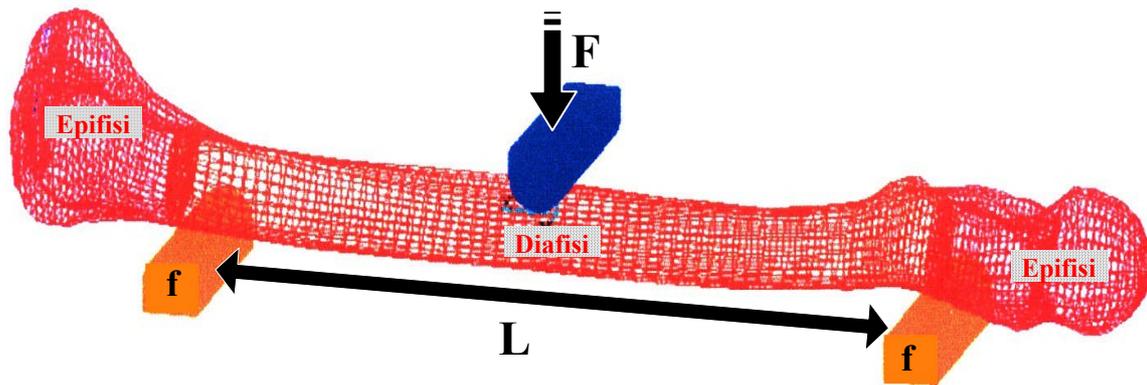
Di seguito vengono descritte le metodiche adottate per la determinazione di ciascun parametro dimensionale e di resistenza ossea.

Prima di procedere alla frattura dell'osso, nello stesso punto di applicazione del carico, con il micrometro digitale (Mitutoyo, Giappone), avente sensibilità di 0,001 mm, sono stati misurati i diametri esterni massimo "**B**" e minimo "**D**" (Figura 3.4.). In seguito alla frattura sono stati misurati, sempre con il micrometro digitale, lo spessore della parete corticale esterna (Figura 3.4.) e, per differenza, sono stati ottenuti i diametri della cavità midollare (Figura 3.4.), sia a livello del diametro massimo "**b**", che minimo "**d**".



**Figura 3.4.** Micrometro digitale (Mitutoyo, Giappone): misura dello spessore della parete corticale dell'osso (a sinistra); esempio grafico della misurazione dei diametri interni ed esterni dell'osso (a destra)

La “forza di frattura (F)”, espressa in kg, si riferisce alla forza peso massima che deve essere applicata sull’osso affinché questo si rompa. La determinazione della forza di frattura si basa sul principio del ‘three point bending test’, ovvero sulla misurazione della resistenza alla frattura con il sistema a tre punti (Figura 3.5.), comunemente utilizzato per calcolare la resistenza ossea in molte specie animali (Crenshaw, 1981).

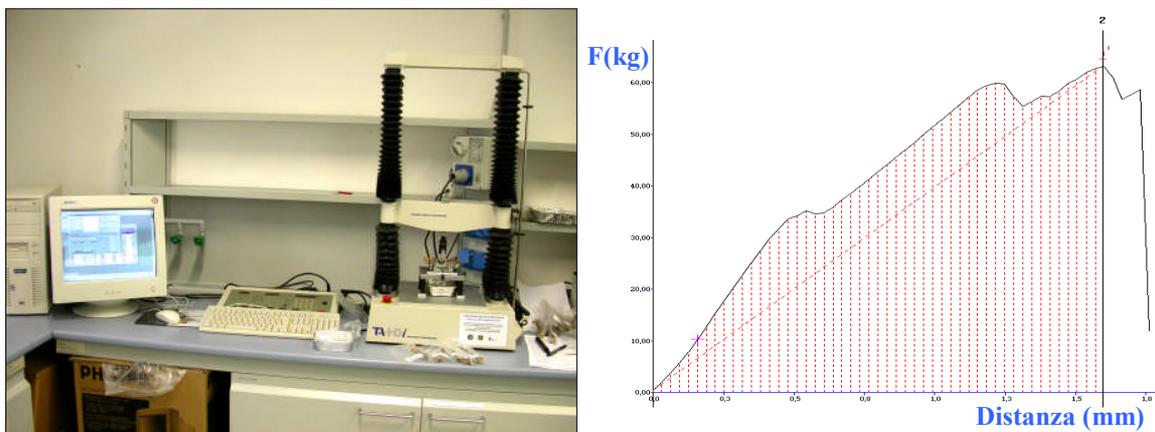


**Figura 3.5.** Rappresentazione grafica del test di frattura con sistema a tre punti. “F” indica il carico applicato ed il punto in cui viene esercitato; “L” è la distanza tra i due fulcri “F”

Il test di resistenza alla frattura con sistema a tre punti è stato eseguito utilizzando l’analizzatore di struttura TA.HDi (Stable Micro Systems, Ltd., Gran Bretagna) (Figura 3.6.), consistente in un dinamometro a doppia colonna con cella di carico del peso massimo pari a 100 kg e avente una risoluzione di 2 grammi.

La forza peso “F” è stata applicata a livello del punto medio della distanza “L”, corrispondente quindi alla metà della diafisi dell’osso.

La distanza “L”, tra i due fulcri “F” su cui l’osso è stato appoggiato, è stata impostata, sia per la tibia che per il femore, a 30 mm e, la velocità di rottura, era pari a 2 mm/secondo.



**Figura 3.6.** Analizzatore di struttura (a sinistra); rappresentazione grafica forza di frattura (a destra)

Entrambe le ossa sono state posizionate sul supporto con la parte dorsale verso l'alto (Newman and Leeson, 1999) e con il diametro massimo perpendicolare alla forza applicata (Figura 3.7.). Tutti i dati sono stati elaborati dal programma software "Texture Expert 1.0 per Windows" che permette di calcolare la forza massima applicata per rompere l'osso ("F") e di visualizzare una rappresentazione grafica della misura stessa (Figura 3.6.).

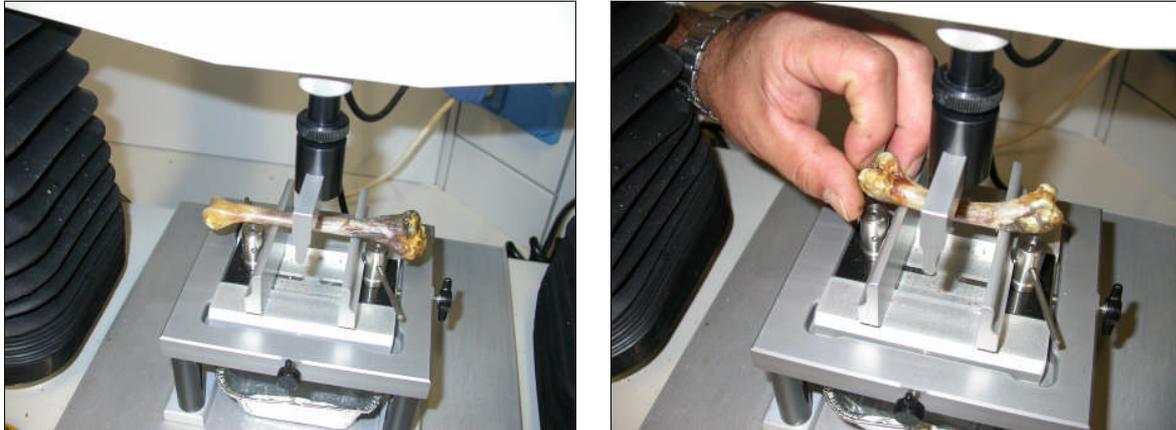


Figura 3. 7. Misura della forza di frattura ("F") delle ossa: tibia (a sinistra); femore (a destra)

Il "momento di inerzia" (MI) rappresenta una stima della resistenza alla flessione (o piegatura) dell'osso e viene determinato a partire dallo spessore della parete corticale in corrispondenza del punto di frattura praticato a livello della porzione media della diafisi (Combes e coll., 2001). Per il calcolo di questo parametro fisico, si sono utilizzate le misure dei diametri massimi e minimi dell'osso, sia esterni che interni. In questo modo è possibile ottenere, in corrispondenza della sezione di taglio, un'ipotetica struttura ellittica della parete corticale avente spessori variabili, come illustrato nella figura 3.4. (Crenshaw, 1981). L'analisi del momento di inerzia consente quindi di riassumere le dimensioni e la ripartizione geometrica delle masse ossee della porzione corticale a livello del punto di frattura (Combes e coll., 2001). Ciò permette di misurare l'efficienza, da parte della struttura geometrica ossea, di resistere all'azione di flessione, o di piegatura (Kocamis e coll., 2000). Il momento di inerzia è stato determinato come segue:

Unità di misura:  $mm^4$

$$MI = \frac{\pi}{64} [BD^3 - bd^3]$$

dove:

B = diametro esterno massimo (mm);

D = diametro esterno minimo (mm);

b = diametro interno massimo della cavità midollare (mm);

d = diametro interno minimo della cavità midollare (mm).

Il “**momento di flessione**” (MF) indica la forza di frattura applicata all’osso corretta per la distanza tra i due fulcri su cui esso poggia (Crenshaw, 1981). Il momento di flessione permette quindi il confronto fra ossa di diversa lunghezza.

Unità di misura:  $kg/cm$

$$MF = \frac{(F \times L)}{4}$$

dove:

F = *forza di frattura massima applicata per rompere l’osso (kg)*;

L = *distanza tra i fulcri (cm)*.

Il “**modulo di elasticità**” (ME) indica la capacità dell’osso di ritornare alla sua forma originale dopo essere stato deformato da una forza. Quindi, il modulo di elasticità, rappresenta la misura del grado di rigidità di un osso (Newman e Leeson, 1998).

Per il calcolo di questo parametro fisico, è stato considerato il primo tratto rettilineo della curva di frattura. In questo tratto si deve scegliere un punto sulle ascisse (deflessione, mm) che sia comune a tutte le ossa in modo da poter confrontare dati di ossa diverse.

Unità di misura:  $kg/cm^2$

$$ME = \frac{F \times L^3}{48 \times MI \times \Delta}$$

dove:

F = *forza di frattura massima applicata per rompere l’osso (kg)*;

L = *distanza tra i fulcri (cm)*;

MI = *momento di inerzia ( $mm^4$ )*;

$\Delta$  = *punto di deflessione scelto (cm)*.

Lo “**stress**” (S o **resistenza**) indica la forza di frattura applicata per unità di superficie dell’osso e dà un’indicazione della resistenza del tessuto osseo. Pertanto, lo stress è indipendente dalla forma o dalle dimensioni dell’osso stesso (Newman e Leeson, 1998).

Unità di misura:  $kg/cm^2$

$$S = \frac{F \times L \times C}{4 \times MI}$$

dove:

F = *forza di frattura massima applicata per rompere l’osso (kg)*;

L = *distanza tra i fulcri (cm)*;

C =  $\frac{1}{2} D$  = *distanza dall’asse centrale alla circonferenza esterna dell’osso (cm)*;

MI = *momento di inerzia ( $mm^4$ )*.

### 3.4. Trattamento dei dati ed elaborazione statistica

I dati di consumo alimentare e di peso vivo raccolti nel corso della prova sono stati immessi su supporto elettronico ed elaborati per il calcolo degli accrescimenti medi ponderali giornalieri e degli indici di conversione alimentare nell'intera prova.

L'elaborazione statistica di tutti i dati, relativi alle prestazioni produttive, alla lunghezza dei denti incisivi, al profilo ematochimico e alle caratteristiche fisico-chimiche delle ossa, è stata effettuata mediante l'analisi della varianza con il metodo dei minimi quadrati LSM (Least Square Means) utilizzando il procedimento "General Linear Model" (Modello Lineare Generale) del pacchetto statistico SAS (2000) considerando, come fattori principali, l'effetto della durata del fotoperiodo **F** ("Lungo" e "Breve"); il tipo di alimentazione **A** ("solo Mangime" e "mangime + Tronchetto") e le relative interazioni (LM; LT; BM; BT), secondo il seguente modello:

$$Y_{ijk} = \mu + F_i + A_j + (FA)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

dove:

$Y_{ijk}$  = *dato sperimentale*

$\mu$  = *media generale*

$F_i$  = *effetto dell'i-esima durata del fotoperiodo (i = 1,2)*

$A_j$  = *effetto dell'j-esimo tipo di alimentazione-arricchimento (j = 1,2)*

$(FA)_{ij}$  = *effetto dell'interazione fotoperiodo x alimentazione*

$\varepsilon_{ijk}$  = *errore del modello dovuto all'effetto casuale*

Come indice della discrepanza fra i valori dei dati osservati ed i valori dei dati stimati, è stata calcolata la Root Mean Square Error (RMSE), ovvero la radice dello scarto (o errore) quadratico medio, che fornisce una stima quantitativa della grandezza di differenza fra simulazione e osservazione.

Nel confrontare le differenze tra i diversi livelli di ogni fattore inserito nel modello, è stato utilizzato il test t di Student adottando una soglia minima di significatività statistica pari a  $P < 0,05$ . Per il confronto delle differenze fra più di due medie è stato utilizzato il test di Duncan (Duncan, 1955) adottando una soglia minima di probabilità  $P < 0,05$ .



## 4. Risultati e discussione

### 4.1. Condizioni microclimatiche nei locali di allevamento

In **Tabella 4.1.** vengono riportati i dati microclimatici medi rilevati nel corso dell'intera prova e riferiti ai due locali di allevamento caratterizzati da un differente programma luce, il *gruppo L* con fotoperiodo naturale-lungo (9 ore luce/d) e il *gruppo B* con fotoperiodo artificiale-breve (5 ore luce/d).

Le temperature hanno fatto registrare valori medi compresi tra 16 e 19 °C, assicurando ai conigli una regolare condizione di benessere termico (Graziani e Dubini, 1982; Mori e Bagliacca, 1990). Le condizioni termiche osservate nei due locali di allevamento presentavano valori lievemente diversificati, che nel caso del locale B erano sulla soglia inferiore della termoneutralità. L'umidità relativa ha seguito lo stesso trend dei valori termici, facendo registrare percentuali più elevate nel locale L rispetto al B, raggiungendo per i due locali valori medi di circa 55%.

Infine, per quanto riguarda l'intensità luminosa, riscontrata a livello delle gabbie durante le ore di luce, è possibile osservare come, in ambedue i locali, siano stati registrati dei valori medi di 10 - 12 lux, necessari per assicurare tranquillità e allo stesso tempo una corretta assunzione alimentare da parte dei conigli in fase d'ingrasso. Anche per questo fattore microclimatico, ponendo a confronto gli ambienti di allevamento, non sono stati riscontrati valori eccessivamente differenti fra loro.

Si può quindi ritenere che i parametri microclimatici (temperatura, umidità relativa e intensità luminosa) rilevati nel corso della prova, fossero discretamente omogenei fra i due locali di allevamento che, quindi, differivano unicamente per il programma luce, riconducibile in massima parte alla lunghezza del fotoperiodo e, in misura minore, alla tipologia di radiazione luminosa (naturale; artificiale).

**Tabella 4.1.** Valori microclimatici medi rilevati nei due locali di allevamento

Parametro microclimatico		LOCALE GRUPPO L <i>fotoperiodo naturale-lungo</i> 9 ore luce/d	LOCALE GRUPPO B <i>fotoperiodo artificiale-breve</i> 5 ore luce/d
		Media ± DS	
Temperatura	°C	19,02 ± 1,95	15,85 ± 2,25
Umidità relativa	%	59,01 ± 6,68	51,47 ± 6,01
Intensità luminosa	lux	12 ± 7	10 ± 3
con cielo sereno	lux	15,1 ± 7	
con cielo coperto	lux	9,5 ± 4	

## 4.2. Prestazioni produttive e stato sanitario

Le prestazioni produttive degli animali allevati da 44 a 80 giorni d'età sono riportate in [tabella 4.2.](#) , [4.3.](#) e [4.4.](#). In generale, i soggetti, inizialmente omogenei per peso vivo, hanno manifestato, in tutti i gruppi sperimentali considerati, dei valori medi di accrescimento, consumo e conversione, in linea con le potenzialità produttive del tipo genetico utilizzato.

**Effetto del fattore fotoperiodo** ([Tabella 4.2.](#) e [4.3.](#)): fra i due gruppi di conigli allevati con un diverso programma luce (9 h luce/d vs 5 h luce/d), non sono state registrate differenze statisticamente significative delle performance zootecniche. Gli animali, infatti, sia nella prima che nella seconda fase d'ingrasso, e poi globalmente nell'intero periodo di allevamento, non hanno esibito valori statisticamente differenti in termini di peso vivo, accrescimento medio giornaliero, consumo di mangime e indice di conversione alimentare ([Tabella 4.2.](#)). Anche per quanto riguarda i consumi dei singoli principi nutritivi riferiti ad unità di peso vivo metabolico ([Tabella 4.3.](#)), sia nella prima che nella seconda fase di allevamento, i conigli appartenenti al gruppo L hanno fatto registrare valori simili a quelli manifestati dal gruppo B.

A tal riguardo è opportuno ricordare come l'ormone della crescita (GH, detto anche somatotropina o STH), e gli ormoni tiroidei, triiodotironina (T3) e tiroxina (T4), siano i principali ormoni legati al fattore luce in grado di influenzare l'indice di conversione alimentare e l'incremento medio ponderale nei conigli (Bordi, 1986).

Nella nostra esperienza, l'effetto di un diverso fotoperiodo, che avrebbe potuto coinvolgere gli ormoni GH e tiroidei, non ha però sortito variazioni di rilievo.

Tuttavia, i risultati ottenuti confermano quanto già osservato in precedenza da altri Autori. Nei conigli all'ingrasso infatti, nonostante l'ingestione alimentare si concentri nel periodo di oscurità (Prud'Hon e coll., 1975; Reyne e coll., 1978a; Reyne e coll., 1978b; Gidenne e Lebas, 2005), l'aumento delle ore di buio giornaliero non determina incrementi del consumo di mangime in quanto i periodi di attività alimentare e di riposo si presentano con una frequenza simile a quella riscontrabile quando gli animali si trovano in condizioni d'illuminazione normali (Reyne e coll., 1979; Jilge, 1982).

**Effetto del fattore alimentazione** ([Tabella 4.2.](#) e [4.3.](#)): nel corso della prima fase di prova (da 44 a 62 giorni d'età), i conigli che avevano a disposizione il tronchetto di legno, hanno esibito prestazioni produttive simili a quelle manifestate dal gruppo di animali che disponevano solo del mangime, raggiungendo così dei pesi vivi, a 62 giorni di vita, fra loro sovrapponibili; analogamente, anche il consumo e l'indice di conversione alimentare non hanno evidenziato differenze significative ([Tabella 4.2.](#)).

Al contrario, durante la seconda fase di allevamento (da 62 a 80 giorni d'età), gli animali stabulati nelle gabbie provviste del tronchetto di legno, hanno esibito accrescimenti medi giornalieri statisticamente ( $P < 0,01$ ) superiori a quelli esibiti dal gruppo di conigli senza arricchimento (51,86 g/d vs 46,34 g/d). Sempre in questo secondo periodo di prova, anche i consumi alimentari giornalieri sono incrementati in modo significativo ( $P < 0,05$ ) nei soggetti con tronchetto (219 g/d) rispetto a quelli che avevano a disposizione solamente il mangime (201 g/d) (Tabella 4.2.). Infine, considerando l'intero periodo di prova (da 44 a 80 giorni d'età), il tronchetto di legno ha indotto, nei conigli allevati nelle gabbie arricchite, un significativo ( $P < 0,05$ ) aumento del consumo di mangime (197 g/d vs 187 g/d), che si è poi tradotto in un significativo ( $P < 0,05$ ) miglioramento dell'accrescimento medio ponderale giornaliero (52,51 g/d vs 49,08 g/d), consentendo così di raggiungere, a 80 giorni di vita, dei pesi finali tendenzialmente ( $P = 0,07$ ) più favorevoli (3256 g vs 3126 g) (Tabella 4.2.). Per quanto riguarda i consumi dei singoli principi nutritivi riferiti ad unità di peso vivo metabolico (Tabella 4.3.), nella prima fase di prova i conigli appartenenti al gruppo M hanno esibito valori simili a quelli del gruppo T. Tutti i valori si sono invece diversificati significativamente ( $P < 0,01$ ) nella seconda fase di allevamento, aumentando nel gruppo di conigli allevati in presenza del tronchetto di legno.

**Tabella 4.2.** Prestazioni produttive di conigli in accrescimento allevati da 44 a 80 giorni d'età. Effetto dei fattori principali: fotoperiodo (Lungo vs Breve); alimentazione (Mangime vs Tronchetto)

	Effetto fattore fotoperiodo			Effetto fattore alimentazione			RMSE	G. L.
	GRUPPO L (9 h luce/d)	GRUPPO B (5 h luce/d)	Prob	GRUPPO M solo mangime	GRUPPO T + tronchetto	Prob		
<b>Osservazioni, n</b>	31	30		30	31			
<b>Peso vivo, g</b>								
a 44 d, g	1389	1336	n.s.	1359	1366	n.s.	123	54
a 62 d, g	2344	2270	n.s.	2291	2323	n.s.	196	54
a 80 d, g	3215	3167	n.s.	3126	3256	=0,07	257	54
<b>Prima fase (44-62 d)</b>								
Accrescimento, g/d	53,07	51,90	n.s.	51,82	53,15	n.s.	7,1198	54
Consumo, g/d	179	178	n.s.	177	181	n.s.	14,1343	54
Indice conversione	3,43	3,47	n.s.	3,47	3,44	n.s.	0,4003	54
<b>Seconda fase (62-80 d)</b>								
Accrescimento, g/d	48,35	49,86	n.s.	46,34	51,86	<0,01	7,0118	54
Consumo, g/d	209	211	n.s.	201	219	<0,05	25,2004	54
Indice conversione	4,36	4,27	n.s.	4,38	4,25	n.s.	0,4678	54
<b>Intero periodo</b>								
Accrescimento, g/d	50,71	50,88	n.s.	49,08	52,51	<0,05	5,3199	54
Consumo, g/d	192	192	n.s.	187	197	<0,05	16,3150	54
Indice conversione	3,80	3,79	n.s.	3,83	3,79	n.s.	0,2683	54

Prob.= probabilità

RMSE= radice dell'errore quadratico medio

G.L.= gradi di libertà

n.s.= non significativo

In riferimento all'impiego del tronchetto di legno come oggetto di arricchimento ambientale, i risultati ottenuti in questa prova confermano quanto osservato in precedenza da alcuni Autori, anche se in presenza di condizioni sperimentali per alcuni aspetti diverse dalle nostre. Luzi e coll. (2003) hanno riscontrato un significativo ( $P < 0,01$ ) miglioramento dei pesi vivi finali e degli accrescimenti giornalieri di conigli all'ingrasso allevati in gabbie-colonia arricchite con un tronchetto di legno. Effetti positivi sono stati rilevati anche da Maertens e Van Oeckel (2001), che hanno osservato un tendenziale miglioramento del peso vivo finale e dell'incremento ponderale di conigli in accrescimento allevati in parchetti collettivi arricchiti con un pezzo di legno.

Al contrario, la letteratura riporta altre indicazioni secondo le quali l'aggiunta di un tronchetto di legno non indurrebbe effetti positivi sulle prestazioni zootecniche (Verga e coll., 2004b). Tuttavia, va a tal riguardo osservato, come i differenti esiti riscontrati possano essere riconducibili a condizioni sperimentali non omogenee fra loro.

**Tabella 4.3.** Consumo di sostanza secca e dei singoli principi nutritivi di conigli in accrescimento allevati da 44 a 80 giorni d'età. Valori espressi in grammi al dì per kg di peso vivo metabolico. Effetto dei fattori principali: fotoperiodo (Lungo vs Breve); alimentazione (Mangime vs Tronchetto)

	Effetto fattore fotoperiodo			Effetto fattore alimentazione			RMSE	G. L.
	GRUPPO L (9 h luce/d)	GRUPPO B (5 h luce/d)	Prob	GRUPPO M solo mangime	GRUPPO T + tronchetto	Prob		
<b>Osservazioni, n</b>	31	30		30	31			
<b>Prima fase (44-62 d)</b>								
Sostanza secca, g	101,00	103,00	n.s.	101,00	103,00	n.s.	5,5513	57
Proteina grezza, g	18,13	18,54	n.s.	18,18	18,48	n.s.	0,9992	54
Lipidi grezzi, g	3,57	3,65	n.s.	3,58	3,64	n.s.	0,1965	54
Ceneri, g	8,07	8,25	n.s.	8,09	8,23	n.s.	0,4447	54
NDF, g	35,45	36,25	n.s.	35,56	36,15	n.s.	1,9541	54
ADF, g	17,95	18,35	n.s.	18,00	18,30	n.s.	0,9892	54
ADL (lignina), g	3,18	3,25	n.s.	3,19	3,25	n.s.	0,1754	54
Calcio (Ca), g	1,28	1,31	n.s.	1,28	1,30	n.s.	0,0705	54
Fosforo (P), g	0,74	0,75	n.s.	0,74	0,75	n.s.	0,0405	54
Magnesio (Mg), g	0,37	0,38	n.s.	0,37	0,38	n.s.	0,0205	54
<b>Seconda fase (62-80 d)</b>								
Sostanza secca, g	86,45	89,04	n.s.	85,17	90,93	<0,01	7,5053	57
Proteina grezza, g	15,00	15,45	n.s.	14,78	15,67	<0,01	1,3022	54
Lipidi grezzi, g	3,17	3,27	n.s.	3,13	3,32	<0,01	0,2755	54
Ceneri, g	7,67	7,90	n.s.	7,55	8,01	<0,01	0,6657	54
NDF, g	31,36	32,30	n.s.	30,89	32,76	<0,01	2,7222	54
ADF, g	16,59	17,09	n.s.	16,34	17,33	<0,01	1,4403	54
ADL (lignina), g	2,35	2,42	n.s.	2,32	2,46	<0,01	0,2041	54
Calcio (Ca), g	1,21	1,25	n.s.	1,19	1,26	<0,01	0,1051	54
Fosforo (P), g	0,61	0,63	n.s.	0,60	0,64	<0,01	0,0533	54
Magnesio (Mg), g	0,30	0,31	n.s.	0,30	0,32	<0,01	0,0263	54

Prob.= probabilità

RMSE= radice dell'errore quadratico medio

G.L.= gradi di libertà

n.s.= non significativo

**Effetto dell'interazione fotoperiodo x alimentazione (Tabella 4.4):** dall'analisi delle performance zootecniche, riferite alle quattro tesi sperimentali LM, LT, BM e BT, ciascuna derivante dalla combinazione dei due fattori principali, è possibile osservare come, le migliori interazioni in termini di prestazioni produttive, sembrano esser state ottenute nel gruppo di animali allevati con il fotoperiodo di tipo lungo (9 h luce/d) e in presenza del tronchetto di legno. Infatti, considerato l'intero periodo di prova, l'accrescimento giornaliero è risultato statisticamente ( $P<0,05$ ) più favorevole nei conigli appartenenti al gruppo LT (53,99 g/d) rispetto a quelli del gruppo LM (Tabella 4.4.).

In seguito al miglioramento dell'incremento ponderale, gli animali appartenenti al gruppo LT hanno anche raggiunto, al termine della prova, pesi vivi finali ( $P=0,05$ ) più elevati (3347 g) se confrontati con il gruppo LM (Tabella 4.4.).

I soggetti appartenenti ai gruppi BM e BT si sono invece collocati in posizioni intermedie (Tabella 4.4.).

**Stato sanitario:** le condizioni di salute sono risultate buone nel corso dell'intera prova, con la morte di soli 2 conigli (3,12 %). In termini di mortalità, non è stata riscontrata alcuna differenza significativa fra i gruppi a confronto.

**Tabella 4.4.** Prestazioni produttive di conigli in accrescimento allevati da 44 a 80 giorni d'età. Effetto dell'interazione fotoperiodo x alimentazione: **LM vs LT vs BM vs BT**

	Effetto dell'interazione fotoperiodo x alimentazione					RMSE	G. L.
	GRUPPO LM	GRUPPO LT	GRUPPO BM	GRUPPO BT	Prob		
<b>Osservazioni, n</b>	16	15	14	16			
<b>Peso vivo, g</b>							
a 44 d, g	1374	1404	1343	1328	n.s.	123	54
a 62 d, g	2287	2402	2296	2244	n.s.	196	54
a 80 d, g	3082 <sup>b</sup>	3347 <sup>a</sup>	3169 <sup>ab</sup>	3165 <sup>ab</sup>	=0,05	257	54
<b>Prima fase (44-62 d)</b>							
Accrescimento, g/d	50,69	55,45	52,94	50,85	n.s.	7,1198	54
Consumo, g/d	175	184	179	178	n.s.	14,1343	54
Indice conversione	3,53	3,33	3,40	3,54	n.s.	0,4003	54
<b>Seconda fase (62-80 d)</b>							
Accrescimento, g/d	44,17	52,52	48,52	51,20	n.s.	7,0118	54
Consumo, g/d	196	221	207	216	n.s.	25,2004	54
Indice conversione	4,48	4,25	4,28	4,26	n.s.	0,4678	54
<b>Intero periodo</b>							
Accrescimento, g/d	47,43 <sup>b</sup>	53,99 <sup>a</sup>	50,73 <sup>ab</sup>	51,03 <sup>ab</sup>	<0,05	5,3199	54
Consumo, g/d	183	200	190	194	n.s.	16,3150	54
Indice conversione	3,89	3,71	3,76	3,81	n.s.	0,2683	54

**Prob.**= probabilità    **RMSE**= radice dell'errore quadratico medio    **G.L.**= gradi di libertà    **n.s.**= non significativo  
a; b= lungo una stessa riga, lettere diverse indicano differenze statisticamente significative

### 4.3. Consumi di tronchetto

Il consumo di tronchetto, riferito alla quantità giornaliera media di materiale legnoso consumato dai conigli LT e BT, è riportato in [tabella 4.5.](#)

Nel corso della prima fase di sperimentazione, il consumo di tronchetto dei conigli appartenenti ai due gruppi a confronto, ha fatto registrare valori fra loro del tutto sovrapponibili. Nella seconda fase, invece, le quote giornaliere di consumo, oltre ad essersi notevolmente ridotte in entrambi i gruppi, hanno risentito di un effetto significativo ( $P < 0,05$ ) del programma luce. Il consumo infatti è risultato superiore nei soggetti allevati con fotoperiodo più breve. Ciononostante, considerando l'intero periodo di prova, i valori, fra i due gruppi, non sono risultati differenti a livello statistico ([Tabella 4.5.](#)).

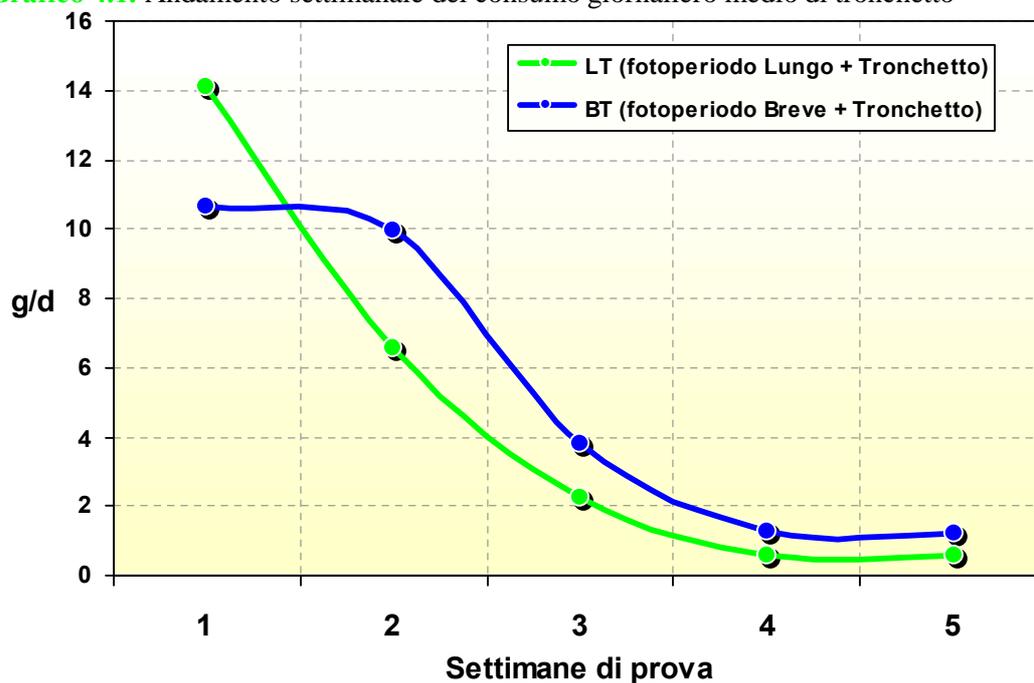
**Tabella 4.5.** Quota giornaliera media di tronchetto consumato da parte di ciascun coniglio  
Effetto dell'interazione fotoperiodo x alimentazione: LT vs BT

	Effetto interazione fotoperiodo x tronchetto			RMSE	G. L.
	GRUPPO LT	GRUPPO BT	Prob.		
Osservazioni, n	16	16			
Consumo di tronchetto					
Prima fase (44-62 d), g/d	10,33	10,31	n.s.	2,5839	30
Seconda fase (62-80 d), g/d	1,11	2,02	<0,05	1,0385	30
Intero periodo, g/d	4,69	5,24	n.s.	0,9844	30

Prob.= probabilità    RMSE= radice dell'errore quadratico medio    G.L.= gradi di libertà    n.s.= non significativo

Il [grafico 4.1.](#) riporta il consumo giornaliero di tronchetto rilevato nei due gruppi nel corso della prova (5 settimane di prova, da 44 a 80 giorni di vita).

**Grafico 4.1.** Andamento settimanale del consumo giornaliero medio di tronchetto



Com'è possibile osservare dal [grafico 4.1.](#), le quantità giornaliere di materiale consumato hanno subito una marcata flessione con il trascorrere delle settimane di prova.

Ci potrebbe quindi esser stato un esaurimento nel tempo dell'interesse nei confronti del tronchetto. Tale ipotesi viene suggerita da alcuni Autori che hanno riscontrato un forte calo dell'interesse da parte dei conigli nei confronti di un tronchetto già dopo 5 giorni (Huls e coll., 1991) o due settimane (Gunn e coll., 1994). Al contrario, Verga e coll. (2004b), analizzando l'etogramma di conigli allevati in presenza di un tronchetto di legno, hanno osservato, per tutta la durata della sperimentazione (da 35 a 75 giorni d'età), un costante e rinnovato interesse nei confronti dell'oggetto. Brooks e coll. (1993), in coniglie da laboratorio, riscontrarono interazioni con un tronchetto anche per due anni di seguito.

Il motivo della marcata flessione nel tempo del consumo di legno ([Grafico 4.1.](#)) potrebbe anche trovare spiegazione osservando il modo in cui i conigli hanno rosicchiato i tronchetti ([Figura 4.1.](#)). Gli animali, all'inizio hanno preferito consumare tutta la corteccia esterna, e solo quando questa era in buona parte esaurita, hanno cominciato a rosicchiare anche la parte interna relativa allo xilema, in particolare alle due estremità e al centro del tronchetto.



**Figura 4.1.** Immagini relative a dei tronchetti di legno utilizzati nella presente prova per l'arricchimento ambientale delle gabbie. A *sinistra* un tronchetto prima della sperimentazione; al *centro* e a *destra* dei tronchetti con diverso grado di consumo al termine del periodo sperimentale

Tali modalità di consumo del legno potrebbero esser state influenzate oltre che dalla forma e posizione del tronchetto, anche dalle sue caratteristiche fisico-chimiche. Infatti, la corteccia risulta più tenera rispetto al sottostante xilema. Inoltre, la palatabilità, influenzata dalla composizione chimica, è differente in quanto, rispetto allo xilema, la corteccia presenta un maggior contenuto proteico e minerale, e un minor livello di fibre (Tabella 3.2.). Per questi motivi i conigli avrebbero preferito consumare la corteccia nel corso delle prime settimane di prova, perché più tenera, e solo successivamente la porzione sottostante, più dura da rosicchiare, e quindi consumata in quantità giornaliere molto più ridotte.

Infine, è possibile affermare che l'effetto dell'arricchimento ambientale, ottenuto per mezzo dell'inserimento di un tronchetto di legno nelle gabbie per conigli in accrescimento, possa non solo influenzare il comportamento, e quindi il benessere del soggetto, ma anche alcuni aspetti nutrizionali, in quanto viene coinvolta la fisiologia digestiva dell'animale. Infatti, nel corso della seconda fase di allevamento, i conigli appartenenti al gruppo T hanno fatto registrare incrementi ponderali significativamente più favorevoli, unitamente a un maggior consumo di mangime. Questo fatto potrebbe indicare che le quantità di legno ingerito, comunque sempre molto ridotte nel secondo periodo di prova, possano aver influenzato in qualche modo il transito del bolo alimentare, inducendo un aumento del consumo di mangime e quindi un maggior apporto nutrizionale ai fini della crescita ponderale.

In altre ricerche (Luzi e coll., 2003) è stato osservato anche un aumento della ciecotrofia, fatto questo che può aver contribuito ad un ulteriore apporto energetico e proteico.

Tuttavia, in questa prova, data l'assenza di dati riguardanti l'aspetto della ciecotrofia e del transito intestinale, tali ipotesi potranno esser meglio chiarite con futuri approfondimenti.

Inoltre, appare opportuno considerare il fatto che la corteccia del salice (*Salix alba*) si caratterizzi anche per essere particolarmente ricca di tannini, soprattutto del tipo catechinico, pari all'8-13% sulla sostanza secca (Kari e coll., 1985) e di salicina, pari allo 0,5-1% sulla sostanza secca (Schmidt e Heide, 1995), trasformata poi dall'organismo in acido salicilico, avente effetti antipiretici e analgesici. L'azione combinata della salicina e dei tannini può avere anche effetti antinfiammatori (Lewis, 2003). Va a tal riguardo segnalato come al momento vi sia una sostanziale carenza di informazioni riguardanti gli effetti che l'acido salicilico possa esercitare sulla fisiologia del coniglio. Limitati numericamente appaiono anche i lavori riguardanti gli effetti dei tannini sul coniglio (Mitjavilla e coll., 1977; Chang e coll., 1994; Furlan e coll., 2004) che tuttavia possono determinare, oltre certi livelli nel mangime, una riduzione dell'assorbimento intestinale delle proteine (Cervera e Carmona, 1998) e di alcuni minerali come il calcio (Al-Mamary e coll., 2001; EFSA, 2005).

#### 4.4. Lunghezza dei denti incisivi

La misurazione della lunghezza dei denti incisivi (Tabella 4.6.) è stata effettuata allo scopo di verificare se vi siano stati, su tale parametro, effetti significativi legati ai due fattori presi in considerazione. I denti del coniglio infatti, sono a crescita continua e, per questo motivo è bene che vi sia un regolare consumo della tavola dentaria. Questo ultimo aspetto è di particolare importanza soprattutto negli incisivi, la cui crescita è notevole.

**Effetto del fattore fotoperiodo (Tabella 4.6.):** il diverso programma luminoso sembra aver influenzato l'accrescimento dei denti in quanto i conigli appartenenti al gruppo B hanno esibito valori di lunghezza degli incisivi, in particolare di quelli mandibolari ( $P < 0,05$ ), più ridotti rispetto agli animali allevati con un maggior numero di ore di luce giornaliera.

Nei mammiferi, la crescita e l'eruzione dei denti sono stimolati dagli ormoni tiroidei, triiodotironina (T3) e tiroxina (T4) (Swenson e Reece, 2002), le cui secrezioni possono essere influenzate anche dalla durata del fotoperiodo (Bordi, 1986).

Nei conigli appartenenti al gruppo B, il minor numero di ore di luce potrebbe quindi aver ridotto le concentrazioni ematiche degli ormoni tiroidei. Tale ipotesi dev'essere tuttavia confermata da ulteriori approfondimenti dato che l'effettiva influenza del fattore luce sul quadro ormonale tiroideo nel coniglio non è ancora stata del tutto chiarita.

Nella presente prova, l'interpretazione di questo risultato è quindi di difficile formulazione. Tuttavia, essendo state riscontrate medesime prestazioni zootecniche fra i due gruppi con differente durata del fotoperiodo, le diverse condizioni dentarie riscontrate non sembrano condizionare in alcun modo la capacità di assunzione del mangime da parte dei conigli all'ingrasso.

**Effetto del fattore alimentazione (Tabella 4.6.):** contrariamente a quanto atteso, nei conigli appartenenti al gruppo T, il tronchetto di legno non ha determinato alcuna modifica significativa nella lunghezza e quindi nel consumo degli incisivi, rispetto al gruppo di animali che avevano a disposizione solo il mangime in pellet.

**Tabella 4.6.** Valori di lunghezza degli incisivi rilevati sulle carcasse dei conigli (80 giorni d'età). Effetto dei fattori principali: fotoperiodo (Lungo vs Breve); alimentazione (Mangime vs Tronchetto)

	Effetto fattore fotoperiodo			Effetto fattore alimentazione			RMSE	G. L.
	GRUPPO L (9 h luce/d)	GRUPPO B (5 h luce/d)	Prob.	GRUPPO M solo mangime	GRUPPO T + tronchetto	Prob.		
<b>Osservazioni, n</b>	15	15		15	15			
<b>Lunghezza denti</b>								
Incisivi superiori, mm	6,86	6,58	n.s.	6,76	6,68	n.s.	0,7262	26
Incisivi inferiori, mm	5,82	5,27	<0,05	5,52	5,56	n.s.	0,7094	26

Prob.= probabilità

RMSE= radice dell'errore quadratico medio

G.L.= gradi di libertà

n.s.= non significativo

#### 4.5. Caratteristiche fisico-chimiche delle ossa (femore e tibia)

Questi rilievi sono stati effettuati allo scopo di verificare gli effetti dei due fattori principali, fotoperiodo e modalità di alimentazione (Tabella 4.7.) e delle relative interazioni (Tabella 4.8.), sulla crescita e sulle condizioni ossee dei conigli all'ingrasso.

**Effetto del fattore fotoperiodo (Tabella 4.7.):** per quanto riguarda le caratteristiche fisiche, non sono state osservate differenze significative fra i due gruppi. L'unica eccezione riguarda lo stress (o resistenza) della tibia, il quale ha fatto registrare un valore statisticamente ( $P < 0,05$ ) più elevato nei conigli appartenenti al gruppo B. Quindi, nel caso della tibia, il programma luce di tipo breve sembrerebbe migliorare la resistenza del tessuto osseo.

Per quanto riguarda le caratteristiche chimiche, gli animali allevati con il fotoperiodo artificiale breve hanno manifestato una significativa ( $P < 0,01$ ) riduzione di quasi tutti i valori percentuali dei macroelementi considerati, sia nel femore che nella tibia. Tale esito, di non facile interpretazione, richiama il fatto che il gruppo L, oltre ad esser stato esposto ad una maggiore quantità d'ore di luce giornaliera, godeva anche di un'illuminazione di tipo naturale che, seppur filtrata dal vetro, comprendeva anche i raggi solari ultravioletti.

**Effetto del fattore alimentazione (Tabella 4.7.):** per quanto riguarda le caratteristiche fisiche, sia nel femore che nella tibia, non sono state osservate differenze significative.

Per quanto concerne le caratteristiche chimiche, il contenuto percentuale di calcio nella tibia è risultato statisticamente ( $P < 0,05$ ) inferiore nel gruppo T. Ciò potrebbe esser dovuto agli effetti dei tannini presenti nella corteccia del tronchetto di salice (8-13% ss di tannini).

A tal riguardo va infatti riportato come alcuni Autori, in conigli alimentati con diete caratterizzate da livelli di tannini pari al 3,5% di catechine equivalenti, abbiano osservato una significativa riduzione dell'assorbimento di calcio, e non del magnesio (Al-Mamary e coll., 2001), per effetto di un'ipotetica maggior propensione dei tannini di legarsi al calcio, o in relazione ad un'alterata velocità di transito intestinale (Mitjavilla e coll., 1977; Chang e coll., 1994). Tali ipotesi confermano quanto osservato nella presente prova in quanto, a fronte di un alterato assorbimento del calcio, il magnesio è rimasto invariato.

Infine, altre indicazioni (EFSA, 2005) suggeriscono come i tannini possano modificare anche l'assorbimento del fosforo per effetto di interazioni con le fitasi microbiche. Questo aspetto non è stato però da noi riscontrato, forse a causa delle differenti metodiche analitiche.

**Effetto dell'interazione fotoperiodo x alimentazione (Tabella 4.8.):** per la maggior parte dei parametri considerati non sono state registrate differenze significative. Le uniche eccezioni riguardano il peso e la lunghezza delle tibie che risultano statisticamente ( $P < 0,05$ ) maggiori nei conigli BM, mentre i gruppi LT e BT si sono collocati in posizioni intermedie.

**Tabella 4.7.** Caratteristiche fisico-chimiche del femore e della tibia.

Effetto dei fattori principali: fotoperiodo (**Lungo vs Breve**); alimentazione (**Mangime vs Tronchetto**)

	Effetto fattore fotoperiodo			Effetto fattore alimentazione			RMSE	G. L.
	GRUPPO L (9 h luce/d)	GRUPPO B (5 h luce/d)	Prob	GRUPPO M solo mangime	GRUPPO T + tronchetto	Prob		
<b>Osservazioni, n</b>	15	15		16	14			
<b>Femore</b>								
<b>Caratteristiche fisiche:</b>								
Peso spolpato e asciutto, g	8,79	8,82	n.s.	8,84	8,78	n.s.	0,6678	26
Lunghezza, mm	98,40	98,80	n.s.	99,20	98,00	n.s.	0,5540	26
Forza di frattura (picco), kg	27,82	27,21	n.s.	26,49	28,43	n.s.	5,1907	26
Momento flessione, kg/mm	20,84	20,39	n.s.	19,89	21,34	n.s.	3,8930	26
Momento inerzia, mm <sup>4</sup>	127	118	n.s.	122	123	n.s.	20,6055	26
Stress (o resistenza), kg/mm <sup>2</sup>	6,86	7,02	n.s.	6,73	7,14	n.s.	1,6447	26
Modulo elasticità, kg/mm <sup>2</sup>	229	257	n.s.	218	267	n.s.	66,4376	24
<b>Caratteristiche chimiche*:</b>								
Ceneri, % ss	59,43	58,56	n.s.	59,02	58,97	n.s.	1,3986	26
Calcio (Ca), % ss	25,69	24,66	<0,01	25,39	24,97	n.s.	0,9706	26
% ceneri	48,47	46,44	<0,01	47,82	47,09	n.s.	1,5936	26
Fosforo (P), % ss	11,54	11,20	<0,01	11,38	11,36	n.s.	0,3104	26
% ceneri	14,05	14,54	n.s.	14,55	14,04	n.s.	0,6355	26
Magnesio (Mg), % ss	0,40	0,37	<0,01	0,38	0,40	n.s.	0,0229	26
% ceneri	0,68	0,64	<0,01	0,64	0,67	n.s.	0,0402	26
<b>Tibia</b>								
<b>Caratteristiche fisiche:</b>								
Peso spolpato e asciutto, g	7,12	7,25	n.s.	7,19	7,19	n.s.	0,4441	26
Lunghezza, mm	104,60	105,20	n.s.	105,60	104,20	n.s.	0,2085	26
Forza di frattura (picco), kg	34,95	39,03	n.s.	37,09	36,89	n.s.	7,1552	26
Momento flessione, kg/mm	26,23	29,24	n.s.	27,81	27,67	n.s.	5,3664	26
Momento inerzia, mm <sup>4</sup>	65,94	63,87	n.s.	62,85	66,96	n.s.	8,2578	26
Stress (o resistenza), kg/mm <sup>2</sup>	13,72	15,74	<0,05	15,24	14,29	n.s.	2,6753	26
Modulo elasticità, kg/mm <sup>2</sup>	338	404	n.s.	344	397	n.s.	95,6752	24
<b>Caratteristiche chimiche*:</b>								
Ceneri, % ss	60,67	60,00	n.s.	60,43	60,24	n.s.	1,7900	26
Calcio (Ca), % ss	26,97	25,64	<0,01	26,74	25,87	<0,05	1,1092	26
% ceneri	49,97	47,26	<0,01	49,31	47,93	<0,05	1,6495	26
Fosforo (P), % ss	11,96	11,46	<0,01	11,82	11,60	n.s.	0,3594	26
% ceneri	11,53	11,57	n.s.	11,45	11,65	n.s.	0,5508	26
Magnesio (Mg), % ss	0,42	0,38	<0,01	0,40	0,40	n.s.	0,0223	26
% ceneri	0,67	0,64	<0,01	0,66	0,67	n.s.	0,0379	26

**Prob.**= probabilità      **RMSE**= radice dell'errore quadratico medio      **G.L.**= gradi di libertà      **n.s.**= non significativo

\*= le caratteristiche chimiche sono riferite all'osso spolpato, asciutto e sgrassato

**Tabella 4.8.** Caratteristiche fisico-chimiche del femore e della tibia.  
Effetto dell'interazione fotoperiodo x alimentazione: **LM vs LT vs BM vs BT**

	Effetto dell'interazione fotoperiodo x alimentazione					RMSE	G. L.
	GRUPPO LM	GRUPPO LT	GRUPPO BM	GRUPPO BT	Prob.		
<b>Osservazioni, n</b>	8	7	8	7			
<b>Femore</b>							
<b>Caratteristiche fisiche:</b>							
Peso spolpato e asciutto, g	8,49	9,10	9,18	8,47	n.s.	0,6678	26
Lunghezza, mm	98,50	98,50	99,90	97,60	n.s.	0,5540	26
Forza di frattura (picco), kg	25,88	29,75	27,21	27,21	n.s.	5,1907	26
Momento flessione, kg/mm	19,39	22,29	20,39	20,39	n.s.	3,8930	26
Momento inerzia, mm <sup>4</sup>	126	128	118	118	n.s.	20,6055	26
Stress (o resistenza), kg/mm <sup>2</sup>	6,49	7,22	6,97	7,06	n.s.	1,6447	26
Modulo elasticità, kg/mm <sup>2</sup>	183	275	255	259	n.s.	66,4376	21
<b>Caratteristiche chimiche*:</b>							
Ceneri, % ss	59,31	59,55	58,39	58,74	n.s.	1,3986	26
Calcio (Ca), % ss	25,58	25,80	25,20	24,13	n.s.	0,9706	26
% ceneri	48,28	48,66	47,36	45,51	n.s.	1,5936	26
Fosforo (P), % ss	11,45	11,63	11,32	11,08	n.s.	0,3104	26
% ceneri	18,60	18,59	19,05	18,18	n.s.	0,6355	26
Magnesio (Mg), % ss	0,39	0,42	0,37	0,38	n.s.	0,0229	26
% ceneri	0,66	0,70	0,63	0,65	n.s.	0,0402	26
<b>Tibia</b>							
<b>Caratteristiche fisiche:</b>							
Peso spolpato e asciutto, g	6,90 <sup>b</sup>	7,34 <sup>ab</sup>	7,48 <sup>a</sup>	7,03 <sup>ab</sup>	<0,05	0,4441	26
Lunghezza, mm	104,90 <sup>b</sup>	104,20 <sup>c</sup>	106,30 <sup>a</sup>	104,10 <sup>c</sup>	<0,05	0,2085	26
Forza di frattura (picco), kg	33,83	36,07	40,35	37,70	n.s.	7,1552	26
Momento flessione, kg/mm	25,37	27,07	30,24	28,24	n.s.	5,3664	26
Momento inerzia, mm <sup>4</sup>	64,09	67,82	61,64	66,10	n.s.	8,2578	26
Stress (o resistenza), kg/mm <sup>2</sup>	13,70	13,89	16,78	14,70	n.s.	2,6753	26
Modulo elasticità, kg/mm <sup>2</sup>	285	390	403	404	n.s.	95,6752	21
<b>Caratteristiche chimiche*:</b>							
Ceneri, % ss	60,75	60,60	60,11	59,89	n.s.	1,7900	26
Calcio (Ca), % ss	27,11	26,83	26,37	24,90	n.s.	1,1092	26
% ceneri	50,09	49,86	48,54	45,99	n.s.	1,6495	26
Fosforo (P), % ss	12,02	11,90	11,62	11,31	n.s.	0,3594	26
% ceneri	19,79	19,66	19,33	18,88	n.s.	0,5508	26
Magnesio (Mg), % ss	0,41	0,42	0,38	0,39	n.s.	0,0223	26
% ceneri	0,68	0,69	0,64	0,65	n.s.	0,0379	26

**Prob.**= probabilità    **RMSE**= radice dell'errore quadratico medio    **G.L.**= gradi di libertà    **n.s.**= non significativo

\*= le caratteristiche chimiche sono riferite all'osso spolpato, asciutto e sgrassato

a; b; c= lungo una stessa riga, lettere diverse indicano differenze statisticamente significative

#### 4.6. Profilo ematochimico

L'esame chimico sui campioni di sangue prelevati al termine del periodo di allevamento (80 giorni d'età) è stato effettuato allo scopo di verificare gli effetti dei due fattori principali, fotoperiodo e modalità di alimentazione (Tabella 4.9.), su alcuni dei principali parametri ematici (ematocrito) e plasmatici (profilo energetico, proteico, enzimatico; macromineraie).

L'interpretazione dei valori ematochimici di conigli appartenenti ai singoli gruppi a confronto, oltre a consentire la verifica di alcuni aspetti produttivi e della condizione di salute, permette di verificare l'eventuale presenza di effetti rilevanti dei fattori sperimentali considerati, sulla condizione fisiologica degli animali (Giulioti e coll., 2004; Rubino e coll., 2005).

**Effetto del fattore fotoperiodo (Tabella 4.9.):** fra i due gruppi non sono state osservate differenze significative nei valori relativi all'ematocrito (PCV) e ai parametri coinvolti con il metabolismo energetico (glucosio; colesterolo; trigliceridi), proteico (proteine totali; albumine; globuline; azoto ureico) e minerale (calcio; fosforo inorganico; magnesio).

Per quanto attiene il quadro enzimatico, non sono state osservate differenze statisticamente rilevanti nel contenuto dell'ALP (fosfatasi alcalina), il quale è un enzima direttamente coinvolto nel metabolismo osseo.

Per quel che riguarda gli indici della funzionalità epatica (urea, proteine totali, albumine globuline, LDH, ALP, ALT; AST;  $\gamma$ GT), è stato osservato un livello dell'enzima LDH (lattico deidrogenasi) significativamente ( $P < 0,05$ ) più elevato nel gruppo di conigli allevati con il programma luce di tipo breve (468 U/l) rispetto a quelli con fotoperiodo più lungo (304 U/l) (Tabella 4.9.). L'LDH è un enzima che presiede al metabolismo della cellula epatica, intervenendo nella glicolisi anaerobica ed in particolare nella reazione che catalizza la trasformazione del piruvato in lattato. Considerando il valore di LDH espresso in valore assoluto, è possibile affermare che, l'incremento osservato nella presente prova sia tuttavia irrilevante dal punto di vista diagnostico in quanto, l'eventuale presenza di un danno epatico si manifesta con valori di LDH due o tre volte superiori alla norma.

**Effetto del fattore alimentazione (Tabella 4.9.):** per la maggior parte dei parametri ematochimici considerati, i conigli appartenenti ai due gruppi a confronto non hanno esibito differenze rilevanti.

L'unica eccezione riguarda il contenuto di urea, il quale ha registrato un valore statisticamente ( $P < 0,001$ ) più elevato nei conigli allevati in presenza del tronchetto di legno (6,86 mmol/l) rispetto a quelli senza arricchimento (5,65 mmol/l) (Tabella 4.9.).

Tale incremento del livello plasmatico di urea potrebbe esser dovuto al maggior apporto di composti azotati che i conigli alloggiati nelle gabbie in presenza del tronchetto di legno hanno assunto come conseguenza del significativo aumento, nel corso della seconda fase di allevamento, del consumo giornaliero di proteina grezza espressa per unità di peso vivo metabolico (Tabella 4.3.).

Queste indicazioni meriterebbero tuttavia ulteriori approfondimenti al fine di stabilire se la maggiore quota azotata assunta sia stata dovuta effettivamente al solo aumento del consumo giornaliero di mangime riscontrato in presenza dell'arricchimento ambientale, oppure se anche per effetto di un positivo incremento della ciecotrofia. In precedenti sperimentazioni (Luzi e coll., 2003) della stessa tipologia, dei conigli in accrescimento allevati in presenza di un tronchetto di legno hanno infatti mostrato un significativo incremento sia dei livelli di comportamento alimentare che della ciecotrofia.

**Tabella 4.9.** Profilo ematochimico di conigli in accrescimento a 80 giorni d'età.  
Effetto dei fattori principali: fotoperiodo (**Lungo vs Breve**); alimentazione (**Mangime vs Tronchetto**)

	Effetto fattore fotoperiodo			Effetto fattore alimentazione			RMSE	G. L.
	GRUPPO L (9 h luce/d)	GRUPPO B (5 h luce/d)	Prob	GRUPPO M solo mangime	GRUPPO T + tronchetto	Prob		
<b>Osservazioni, n</b>	15	15		15	15			
<b>Profilo ematologico</b>								
Ematocrito (PCV), l/l	0,44	0,42	n.s.	0,43	0,43	n.s.	0,0238	26
<b>Profilo metabolico</b>								
<b>energetico:</b>								
Glucosio, mmol/l	7,31	7,22	n.s.	7,24	7,28	n.s.	0,4513	26
Colesterolo, mmol/l	1,22	1,05	n.s.	1,14	1,13	n.s.	0,2361	26
Trigliceridi, mmol/l	0,56	0,63	n.s.	0,61	0,58	n.s.	0,1843	26
<b>proteico:</b>								
Proteine totali, g/l	59,43	57,15	n.s.	57,44	59,14	n.s.	3,4210	26
di cui Albumine, g/l	51,85	51,37	n.s.	50,72	52,49	n.s.	2,8170	26
di cui Globuline, g/l	7,58	5,78	n.s.	6,71	6,65	n.s.	2,6667	26
Azoto ureico, mmol/l	6,13	6,38	n.s.	5,65	6,86	<0,001	0,9514	26
<b>enzimatico:</b>								
LDH, U/l	304	468	<0,05	392	380	n.s.	218	26
ALP, U/l	382	379	n.s.	361	400	n.s.	86	26
ALT, U/l	47,44	38,45	n.s.	43,88	42,01	n.s.	13,0756	26
AST, U/l	38,78	42,94	n.s.	44,15	37,56	n.s.	18,7098	26
γGT, U/l	8,02	7,02	n.s.	7,52	7,52	n.s.	1,8382	26
<b>macromineraie:</b>								
Calcio (Ca), mmol/l	3,74	3,76	n.s.	3,70	3,80	n.s.	0,1692	26
Fosforo (P), mmol/l	2,03	1,96	n.s.	2,01	1,98	n.s.	1,9970	26
Magnesio (Mg), mmol/l	1,07	1,01	n.s.	1,00	1,08	n.s.	0,1004	26

Prob.= probabilità

RMSE= radice dell'errore quadratico medio

G.L.= gradi di libertà

n.s.= non significativo

Dai risultati ottenuti in riferimento al quadro minerale, e in particolare del calcio, appare opportuno considerare come non siano stati osservati valori significativamente differenti fra i gruppi M e T, e ciononostante il fatto che i conigli allevati in presenza del tronchetto abbiano registrato, nel corso della seconda fase di prova, un significativo incremento del consumo giornaliero di calcio espresso per unità di peso vivo metabolico (Tabella 4.3.).

Comunque, anche i tannini che, come già detto, sono presenti nella corteccia di salice, possono esercitare degli effetti sul profilo minerale del sangue. I tannini possono infatti indurre nel coniglio, oltre ad un certo livello nella dieta, una riduzione delle capacità di assorbimento minerale a livello intestinale, in particolare del calcio (Mitjavilla e coll., 1977; Chang e coll., 1994; Al-Mamary e coll., 2001; EFSA, 2005).

Tuttavia, il livello plasmatico del calcio si caratterizza per un'elevata omeostasi.

In quasi tutti i mammiferi, ad eccezione del coniglio, l'assorbimento del calcio varia in funzione delle reali necessità fisiologiche dell'organismo. L'assorbimento di questo minerale è regolato a livello intestinale dall'ormone 1,25-didrossicolecalciferolo (1,25-DHCC), derivato dalla vitamina D (colecalfiferolo). In questi animali il livello ematico del calcio è mantenuto costante dall'azione congiunta dell'ormone paratiroideo (anche chiamato paratormone o PTH), prodotto dalle ghiandole paratiroidi, e della calcitonina (CT), secreta dalle cellule parafollicolari presenti nella tiroide (Swenson e Reece, 2002).

Nel coniglio invece, il metabolismo del calcio presenta alcune peculiarità che, per questo motivo, si differenzia dagli altri mammiferi. Infatti, l'ormone 1,25-DHCC svolge la funzione di stimolare l'assorbimento del calcio solamente nei casi di deficit in quanto, di norma, tutto il calcio presente nell'alimento viene direttamente assorbito. Successivamente, il calcio in eccesso, veicolato dal sangue, viene espulso attraverso i reni con l'urina. Pertanto, anche nel coniglio il livello ematico del calcio si mantiene a livelli fisiologici sempre costanti. A tal riguardo rimangono ancora del tutto sconosciute nel coniglio le funzioni esercitate dagli ormoni PTH e CT nel processo di assorbimento del calcio (Mateos e de Blas, 1998).

Per quanto riguarda gli indici della funzionalità epatica (urea, proteine totali, albumine globuline, LDH, ALP, ALT; AST;  $\gamma$ GT) non sono state osservate differenze significative fra il gruppo alimentato solo con mangime e i conigli che disponevano anche del tronchetto di legno di salice (Tabella 4.9.). Tale esito, che dovrà essere confermato da ulteriori ricerche, sembra indicare come l'ingestione dei tannini, soprattutto del tipo catechinico presenti nella corteccia del salice, non abbiano avuto effetti tali da considerarli, almeno a questi livelli, epatotossici.



## 5. Conclusioni

Nella presente prova, i rilievi effettuati sulle prestazioni produttive e su alcuni parametri fisiologici di conigli in accrescimento allevati da 44 a 80 giorni d'età, forniscono risultati che permettono di formulare delle prime valutazioni sugli effetti dei due fattori sperimentali considerati, ossia la diversa durata del fotoperiodo (9 ore luce/d vs 5 ore luce/d) e l'inserimento, come oggetto di arricchimento ambientale, di un tronchetto di legno all'interno delle gabbie di stabulazione (solo mangime vs mangime + tronchetto).

In relazione al fotoperiodo, il diverso numero di ore luce non ha indotto alcun effetto significativo sulle prestazioni zootecniche, sia nella prima che nella seconda fase di prova.

La differente durata del periodo luminoso sembra invece influenzare l'accrescimento dei denti in quanto, i soggetti appartenenti al gruppo B (5 ore luce/d) hanno mostrato incisivi mandibolari mediamente più corti ( $P < 0,05$ ) rispetto a quelli misurati nel gruppo L (9 ore luce/d). Le diverse condizioni dentarie ottenute non sembrano tuttavia comportare modificazioni della capacità di assunzione del mangime.

Per quanto concerne le caratteristiche fisiche delle ossa lunghe degli arti posteriori (femore e tibia), non sono stati osservati effetti di rilievo del diverso programma luce. L'unica eccezione riguarda il parametro di resistenza (o stress) della tibia, per il quale è stato registrato un valore più elevato ( $P < 0,05$ ) nei conigli appartenenti al gruppo B.

Riguardo alle caratteristiche chimiche delle ossa, sia nel femore che nella tibia, il tenore di tutti i macroelementi analizzati (calcio, fosforo, potassio) hanno subito una significativa ( $P < 0,01$ ) flessione nei soggetti allevati con il fotoperiodo artificiale breve. Tale esito richiama il fatto che, a differenza di questi ultimi, il gruppo L, oltre ad esser stato esposto ad un maggior numero di ore luce giornaliera, godeva anche di un'illuminazione di tipo naturale che, seppur filtrata dal vetro, comprendeva anche i raggi solari ultravioletti.

L'analisi chimica sui campioni di sangue non ha evidenziato effetti rilevanti del diverso fotoperiodo su alcuni dei principali parametri ematici (ematocrito) e plasmatici (profilo energetico, proteico, enzimatico, minerale).

L'utilizzo del tronchetto di legno come forma di arricchimento ambientale delle gabbie di allevamento ha determinato un miglioramento dei risultati produttivi, ascrivibile al maggior consumo di mangime ( $P < 0,05$ ) misurato nei conigli del gruppo T durante la seconda fase di prova (da 62 a 80 giorni d'età). In questi animali, l'incremento del consumo alimentare si è poi tradotto in un significativo ( $P < 0,01$ ) miglioramento dell'accrescimento medio ponderale giornaliero, consentendo così di raggiungere, a 80

giorni di vita, dei pesi vivi finali tendenzialmente ( $P=0,07$ ) più favorevoli rispetto ai soggetti appartenenti al gruppo M che disponevano solo del mangime in pellet.

Nei conigli del gruppo T, il rosicchiamento del tronchetto non ha determinato alcuna modifica significativa nella lunghezza e quindi nel consumo dei denti incisivi.

Il rilievo delle caratteristiche fisiche dei femori e delle tibie non ha evidenziato effetti significativi dovuti alla presenza dell'arricchimento ambientale all'interno delle gabbie.

Riguardo alle caratteristiche chimiche delle ossa, è stata osservata una riduzione ( $P<0,05$ ) del contenuto percentuale di calcio nelle tibie degli animali allevati in presenza del tronchetto. Tale esito potrebbe esser dovuto al tipo di legno utilizzato nella presente prova (*Salix alba*). I salici infatti, si caratterizzano per un elevato contenuto di tannini di tipo catechinico presenti soprattutto nella corteccia esterna i quali, nel coniglio, risultano esser stati spesso responsabili di una certa riduzione dell'assorbimento intestinale del calcio.

Per la maggior parte dei parametri ematochimici rilevati, la presenza dell'arricchimento ambientale non ha sortito effetti significativi. L'unica eccezione riguarda il contenuto dell'azoto ureico, per il quale è stato osservato un aumento ( $P<0,001$ ) nei conigli che disponevano del tronchetto. Ciò potrebbe esser dovuto al maggior apporto di composti azotati che i conigli appartenenti al gruppo T hanno assunto come conseguenza del significativo aumento del consumo giornaliero di proteina grezza espressa per unità di peso vivo metabolico. Tuttavia, il maggior contenuto di urea nel sangue potrebbe esser dovuto anche all'incremento del comportamento ciecotrofo, questo ultimo da noi non verificato, ma riscontrato precedentemente in una prova della stessa tipologia (Luzi e coll., 2003).

In conclusione, l'incremento delle prestazioni produttive ottenute nel gruppo di conigli allevati in presenza del tronchetto di legno possono essere indice di un generale miglioramento del benessere. Di conseguenza, nei conigli all'ingrasso tale tipologia di arricchimento ambientale può arrecare vantaggio sia agli animali, innalzando il loro livello di benessere, sia all'allevatore, tramite il miglioramento delle performance zootecniche.

Come visto, il fattore fotoperiodo non ha invece determinato effetti di rilievo sui parametri produttivi e fisiologici tali da giustificare la sostituzione di un'illuminazione naturale di 9 ore luce/d con un programma d'illuminazione artificiale di 5 ore luce/d.

I dati ottenuti nella presente prova confermano in parte quelli ottenuti in precedenza, lasciando tuttavia ancora aperti alla sperimentazione alcuni aspetti relativi al tipo di luce e alle componenti chimiche delle diverse tipologie di legno da utilizzare come tronchetto.

Infine, appare ulteriormente interessante l'approfondimento degli effetti che tali fattori possono esercitare sul comportamento, sulla fisiologia digestiva e sulla qualità delle carni.

## 6. Bibliografia

- AHAW Report, 2005. The impact of the current housing and husbandry systems on the health and welfare of farmed domestic rabbits. *The EFSA Journal*, 267, 1-31.
- Al-Mamary M., Al-Habori M., Al-Aghbari A., Al-Obeidi A., 2001. In vivo effect of dietary sorghum tannins on rabbit digestive enzymes and mineral absorption. *Nutrition Research*, 21, 1393-1401.
- AOAC, 2000. Official Method of analysis (17<sup>th</sup> edition). *Association of Official Analytical Chemists*. Arlington, VA, USA.
- Arduin M., 2000. Metodo biologico per l'allevamento del coniglio. Atti del Convegno Nazionale "Parliamo di... allevamenti nel 3° millennio", Fossano 12-13 Ottobre 2000.
- Arnold J., 2000a. L'élevage du lapin au Moyen age (1e partie). *Cuniculture* 27 (1), 17-20.
- Arnold J., 2000b. L'élevage du lapin au Moyen age (2e partie). *Cuniculture* 27 (2), 71-75.
- ASSALZOO, 2004. Associazione Nazionale Produttori Alimenti Zootecnici. Bilancio di un anno. *Assalzo Newsletter, speciale Venezia*. Giugno 2004, 5, anno II.
- Avanzi M., 2007. La scheda del coniglio.  
[http://www.protty.it/scheda\\_coniglio\\_avanzi/coniglio.htm](http://www.protty.it/scheda_coniglio_avanzi/coniglio.htm). Accessed 18 Gennaio 2007.
- Balasini D., 2001. Zootecnica applicata, avicunicoli e allevamenti alternativi. *Ed. Calderini Edagricole*, Bologna, 95-96.
- 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. *Proc. 7<sup>th</sup> World Rabbit Congress*, 4-7 July 2000, Valencia, Spain, Vol. C, 109-117.
- Berthelsen H., Hansen L.T., 1999. The effect of hay on the behaviour of caged rabbits. *Animal Welfare*, 8, 149-157.
- Biancardi G., 1979. Patologia di gruppo negli allevamenti intensivi del coniglio: importanza dei fattori cubatura e temperatura dei ricoveri cunicoli nell'agro padano. *Selezione Veterinaria*, 6-7, 816-819, (citato da Heinzl e Crimella, 1990).
- Bilcik B., Keeling L.J., Newberry R.C., 1998. Effect of ground size on tonic immobility in laying hens. *Behav. Proc.*, 43, 53-59.
- Bittante G., Andrighetto I., Ramanzin M., 1993. Tecniche di produzione animale. *Liviana Editrice*, Padova, p. 408.
- Bordi A., 1986. Aspetti fisioclimatici dell'allevamento del coniglio. *Riv. Coniglicoltura*, 23 (12), 36-41.

- Bortolami R., Callegari E., Beghelli V., 2000. Anatomia e fisiologia degli animali domestici. *Ed. Calderini Edagricole*, Bologna, 191-199.
- Bradbury J.T., 1944. Seasonal incidence of anoestrus in the post partum rabbit. *Anat. Rec.*, 88, 424, (citato da Pagano Toscano e coll., 1990).
- Brambell Report, 1965. Report of the Technical Committee to Enquire into the Welfare of Animals kept under Intensive Livestock Husbandry Systems. *Command Report 2836*, Her Majesty Stationery Office, London, (citato da Morisse, 1999).
- Brooks D.L., Huls W., Leaman C., Thomson J., Parker J., Twomery S., 1993. Cage enrichment for female NZW rabbits. *Laboratory Animal Science*, 22, 30-35.
- Broom D.M., 1986. Indicators of poor welfare. *Br. Vet. Journal*, 142, 524-526.
- Broom D.M., 1993. Animal Welfare: its scientific measurement and current relevance to animal husbandry in Europe. In: Phillips C., Piggins D. (Eds.) *Farm Animals and the Environment*. CAB International, Wallingford Oxon, UK, 245-253.
- Brown W.H., 1928. Influence of light environment on the growth and nutrition of normal rabbits with special reference to the action of neon light. *J. Exp. Med.*, 48, 31 (citato da Pagano Toscano e coll., 1990).
- Carli G., 1982. Animal hyponosis: an attempt to reach a definition. *Arch. Ital. Biol.*, 120, 138-159.
- Cervera C., Carmona F., 1998. Climatic environment. In: *The Nutrition of the Rabbit*, de Blas C., Wiseman J. (Eds.), CAB International, Wallingford, UK, 273-295.
- Chang M.C.J., Bailey J.W., Collins J.L., 1994. Dietary tannins from Cowpeas, and tea transiently alter apparent calcium absorption but not absorption, and utilization of protein in rats. *Journal of Nutrition*, 124, 283-288.
- Colin M., 1990. I problemi legati all'estate nell'allevamento dei conigli. *Rivista di Coniglicoltura*, 27(8), 11-18.
- Combes S., Auvergne A., Darche F., Lebas F., 2001. Evolution avec l'âge de la résistance mécanique des os chez le lapin. *9èmes Journées de la Recherche Cunicole*, 28-29 November 2001, Paris, France, 15-18.
- Combes S., Lebas S., 2003. Les modes du logement du lapin en engraissement: Influence sur la qualité des carcasses et des viandes. *10èmes Journées de la Recherche Cunicole*, 19-20 November 2003, Paris, France, 185-200.
- Coniglio Veneto, 2002. La Coniglicoltura nella Regione Veneto. Indagine conoscitiva della realtà produttiva regionale. *Regione del Veneto, Piano di Sviluppo Rurale*, 135 p..

- Corese M., 2005. Rapporto tra benessere animale e qualità della carne nel coniglio. *Webzine Sanità Pubblica Veterinaria*, 33, Dicembre 2005.
- Corrent E., 2002. Regards sur les filières en Espagne and Italie. *Cuniculture*, 164(29), 62-70.
- Crenshaw T.D., 1981. Bone strength as a trait for assessing mineralization in swine: a critical review of techniques involved. *Journal of Animal Science*, 53, 827-835, (citato da Combes e coll., 2001).
- de Passillé A.M., Rushen J., Martin F., 1995. Interpreting the behaviour of calves in an open-field test : a factor analysis. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 45, 201-213.
- Dal Bosco A., Castellini C., Mugnai C., 2002. Rearing rabbits on a wire net floor or straw litter: bahaviour, growth and meat qualitative traits. *Lives. Prod. Sci.*, 75, 149-156.
- Dizionario Garzanti, 2001. *Dizionario Garzanti di Italiano*, p. 298.
- D. Lgs. 146/2001. Attuazione della direttiva 98/58/CE relativa alla protezione degli animali negli allevamenti. Pubblicato nella *Gazzetta Ufficiale* n. 95 del 24 aprile 2001. <http://www.camera.it/parlam/leggi/deleghe/testi/01146dl.htm>. Accessed 31/01/2007.
- Dresher B., 1996. Deformations of vertebral column in breeding rabbits. Proc. 6<sup>th</sup> *World Rabbit Congress*, 9-12 July 1996, Toulouse, France, Vol. 2, 417-421.
- Duncan D.B., 1955. Multiple range and multiple F tests. *Biometrics*, 11, 1-12.
- EFSA, 2005. Opinion of the scientific panel on additives and products or substances used in animal feed on a request from the commission on the safety and efficacy of the product Farmatan for rabbits and piglets. *The EFSA Journal*, 222, 1-20.
- FAOSTAT, 2007. Food and Agriculture Organization of the United Nations. <http://faostat.fao.org/>. Accessed 19 Gennaio 2007.
- FAWC, 1991. Farm Animal Welfare Council. *First Press Notice*. 5/12 MAFF, London.
- Ferrante V., Verga M., Canali E., Mattiello S., 1992. Rabbits kept in cages and in floor pens: reaction in the open-field test. *J. Appl. Rabbit Res.*, 15, 700-707.
- Ferrante V., 2003. Tecnica di allevamento, benessere e produzione. *Riv. di Coniglicoltura*, 40(5), 34-38.
- Ferrante V., 2005. Benessere animale e sistemi di stabulazione. *Riv. Coniglicoltura*, 42(2), 30-32.
- Finzi A., Margrit R., Calabrese A., 1997. Une cage à 2 étages pour le bien-etre des lapins. *Cuniculture*, 136, 24(4), 159-161.
- Fraser D., Broom D.M., 1994. "*Farm animal behaviour and welfare*". 3<sup>rd</sup> ed. Baillere Tindall, London U.K.

- Frazzi E., Calamari L., 1986. Produzione di calore degli animali nei ricoveri per conigli. *Rivista di Coniglicoltura*, 10, (citato da Heinzl e Crimella, 1990).
- Furlan A.C., Scapinello C., Moreira A.C., Martins E.N., Murakami A.E., Jobim C.C., 2004. Performance of growing rabbits fed on diets containing high moisture sorghum silage grain with low or high tannin contents. In: *Proceedings 8<sup>th</sup> World Rabbit Congress*, 7-10 September 2004, Puebla, Mexico, 834-838.
- Gamberini A., 2001. Coniglicoltura. *Edizioni Calderini Edagricole*, Bologna.
- Gidenne T., Lebas F., 2005. Le comportement alimentaire du lapin. *11<sup>ème</sup> Journées de la Recherche Cunicole*, Paris, France, 183-196.
- Gidenne T., Lebas F., 2006. Il comportamento alimentare del coniglio. *Rivista di Coniglicoltura*, 43(3), 8-13.
- Giulioti L., Goracci J., Benvenuti N., Facdouelle I., Profumo A., 2001. Parametri ematici come possibili indicatori di benessere in bovine da latte. *Annuario Facoltà Medicina Veterinaria*, Pisa, vol. LVII, 281-289.
- Goering H., Van Soest P.J., 1970. *Forage fiber analysis*. US Dep. Agric. Hanab., 397.
- Gondret F., Larzul C, Combes S., Rochambeau H., 2005. Carcass composition, bone mechanical properties, and meat quality traits in relation to growth rate in rabbits. *Journal of Animal Science*, 83, 1526-1535.
- Grazzani R., Dubini E., 1982. Coniglicoltura razionale. Ed. *Ottaviano (MI)* , (citato da Mori e Bagliacca, 1990).
- Gunn D., Morton D.B., 1995. Inventory of the behaviour of New Zealand White rabbits in laboratory cages. *Applied Animal Behaviour Science*, 45, 277-292.
- Hansen L.T., Berthelsen H., 2000. The effect of environmental enrichment on the behaviour of caged rabbits. *Applied Animal Behaviour Science*, 68, 163-168.
- Heinzl E., Crimella C., 1990. Importanza dell'ambiente nell'allevamento cunicolo. *Rivista di Coniglicoltura*, 27(2), 13-16.
- Hughes B.O., 1976. Behaviour as an index of welfare. *Proc. V European Poultry Conference*, Malta, 1005-1018, (citato da Trocino, 2004).
- Hughes B.O., Duncan I.J.H., 1988. The notion of ethological "need", models of motivation and animal welfare. *Applied Animal Behaviour Science*, 36, 1696-1707.
- Huls W.L., Brooks D.L., Bean Kundsens D., 1991. Response of adult NZW rabbits to enrichment objects and paired housing. *Laboratory Animal Science*, 11, 609-612.
- INEA, 2005. Istituto Nazionale Economia Agraria. L'agricoltura italiana conta 2005, p. 33. <http://www.inea.it/pubbl/itaco.cfm>. Accessed 18 Gennaio 2007.

- Jehl N., Meplain E., Mirabito L., Combes S., 2003. Incidence de trois modes de logement sur les performances zootechniques et la qualité de la viande de lapin. *10ème Journées de la Recherche Cunicole*, Paris, France.
- Jilge B., 1982. Monophasic and diphasic patterns of the circadian caecotrophy rhythm of rabbits. *Laboratory Animals*, 16, 1-6.
- Jordan D., Varga A., Kermauner A., Gorjanc G., Štuhec I., 2004. The influence of environmental enrichment with different kind of wood on some behavioural and fattening traits of rabbits housed in individual wire cages. *Acta Agriculturae Slovenica*, supplement 1 (August 2004), 73-79.
- Kari E. Malterud, Torgunn E. Bremnes, Agnete Faegri, Turid Moe, Eva K. Sandanger Dugstad, 1985. Flavonoids from the wood of *Salix Caprea* as inhibitors of wood-destroying fungi. *Journal of Natural Products*, Vol. 48, No. 4, pp. 559-563.
- Kermauner A., Gur S., Jordan D., Štuhec I., 2004. The influence of environmental enrichment with different kind of wood on carcass quality of individually caged rabbits. *Acta Agriculturae Slovenica*, supplement 1 (August 2004), 81-86.
- Kocamis H., Yeni Y.N., Brown C.U., Kenney P.B., Kirkpatrick-Keller D.C., Killefer J., 2000. Effect of in ovo administration of insuline-like growth factor-I on composition and mechanical properties of chicken bone. *Poultry Science*, 79 (9), 1345-1350.
- Koolhaas J.M., Baumans V., Blom H.J.M., Von Holsr D., Timmermans P.J.A., Wiepkema P.R., 1993. Behaviour, stress and well-being. In: Van Zutphen L.F.M., Baumans V., Beynen A.C., (Eds.) *Principles of Laboratory Animal Science*. Elsevier Science Publisher, Amsterdam, Netherland, 389 p.
- Lambertini L., Vignola G., Zaghini G., 2001. Alternative pen housing system for fattening rabbits: effects of group density and bitter. *World Rabbit Science*, 9(4), 141-147.
- Lawrence A.B., Rushen J., 1993. Stereotypic Animal Behaviour: fundamental and applications to welfare. *CAB International*, Wallingford Oxon OX 10 8DE UK, 212 p.
- Lazzaroni C., 1999. Il benessere animale nell'allevamento avicunicolo: prospettive per il futuro. Atti convegno nazionale "Parliamo di... benessere e allevamento animale". Fossano 14-15 Ottobre 1999.
- Lebas F., Lamboley D., Delmas S, Auvergne A., 1998. Incidence du taux de phosphore alimentaire sur la croissance del lapins, leurs caractéristiques à l'abattage et la résistance mécanique des os. In : *Proc. 7èmes Journées de la Recherche Cunicole*, Lyon, France, 171-174.

- Lehman M., 1987. Interference of a restricted environment, as found in battery cages, with normal behaviour of young fattening rabbits. (citato da Verga, 2000).
- Lewis W.H., 2003. Medical botany: plants affecting human health. *2<sup>nd</sup> Edition Jphn Wiley and Sons, Hoboken*, 459-485.
- Lidfors L., 1997. Behavioural effects of environmental enrichment for individually caged rabbits. *Applied Animal Behaviour Science*, 52, 157-169.
- Love J.A., 1994. Group housing: Meeting the physical and social needs of the laboratory rabbit. *Laboratory Animal Science*, 44, 5-11.
- Lunati F., 1997. Il coniglio piace, ma per molti consumatori costa troppo.  
[http://www.coniglionline.com/an\\_sett\\_cun.pdf](http://www.coniglionline.com/an_sett_cun.pdf). Accessed 18 Gennaio 2007.
- Lunati F., 1998. La carne cunicola in primo piano.  
[http://www.coniglionline.com/carne\\_cun.pdf](http://www.coniglionline.com/carne_cun.pdf). Accessed 18 Gennaio 2007.
- Luzi F., Ferrante V., Heinzl E., Verga M., 2003. Effect of environmental enrichment on productive performance and welfare aspects in fattening rabbits. *Italian Journal of Animal Science*, 2 (suppl. 1), 438-440.
- Maertens L., Van Oeckel M.J., 2001. Effet du logement en cage ou parc et de son enrichissement sur les performances et la couleur de la viande des lapins. In : *Proc. 9<sup>èmes</sup> Journées de la Recherche Cunicole*, 28-29 November 2001, Paris, France, 31-34.
- Maertens L., Tuytens F., Van Poucke E., 2004. Grouphousing of broiler rabbits: performances in enriched vs barren pens. In: *Proceedings 8<sup>th</sup> World Rabbit Congress*, 7-10 September 2004, Puebla, Mexico, 1247-1250.
- Maertens L., 2004. Colony rearing of fattening rabbits. In: *Proceedings 8<sup>th</sup> World Rabbit Congress*, 7-10 September 2004, Puebla, Mexico, p. 1121.
- Mateos G.G., de Blas C., 1998. Minerals, vitamins and additives. In: *The Nutrition of the Rabbit*, de Blas C., Wiseman J. (Eds.), CAB International, Wallingford, UK, 145-175.
- Meijsser F. M., Kersten A.M.P., Wiepkema P.R., Metz J.H.M., 1989. An analysis of the open-field performance of sub-adult rabbits. *Applied Animal Behaviour Science*, 24, 147-155.
- Mirabito L., 1998. Bien-entre du lapin: les orientations. *Cuniculture*, 140, 25(2), 73-78.
- Mirabito L., Galliot P., Souchet C., 2000. Effect of different ways of cage enrichment on the productive traits and mortality of fattening rabbits. In: *Proc. 7<sup>th</sup> World Rabbit Congress*, 4-7 July 2000, Valencia, Spain, Vol. B, 447-452.

- Mirabito L., 2003. Logement et bien-être du lapin: les nouveaux enjeux. *10èmes Journées de la Recherche Cunicole*, 19-20 November, Paris, France, 163-172.
- Mirabito L., 2004. Sistemi di stabulazione e benessere del coniglio, le novità del settore. *Rivista di Coniglicoltura*, 41(5), 8-12.
- Mitjavilla S., Lacombe C., Carrera G., Derache R.J., 1977. Effect of tannin acid, and oxidized tannic acid on the functional state of rat intestinal epithelium. *Journal of Nutrition*, 107, 2113-2121.
- Moberg G.P., Mench J.A., 2000. The biology of animal stress: basic principles and implications for animal welfare. *CABI Publishing*, Wallingford, UK. P. 377.
- Moore J. A., 1985. Basic ventilations for rabbit buildings. *Journal of Applied Rabbit Research*, vol. 8, 2, 54-56, (citato da Heinzl e Crimella, 1990).
- Mori B., 1986. Allevamento del coniglio: microclima e ritmo riproduttivo. *Rivista di coniglicoltura*, 9, 45-50, (citato da Heinzl e Crimella, 1990).
- Mori B., Bagliacca M., 1990. Effetto dell'ambiente sulle prestazioni cunicole. *Rivista di Coniglicoltura*, 27(2), 17-21.
- Morisse J.P., 1986. Ecopatologia dell'allevamento cunicolo. *Atti delle giornate di studio in Coniglicoltura*, 119-140, (citato da Mori e Bagliacca, 1990).
- Morisse J. P., Maurice R., 1997. Influence of stocking density or group size on behaviour of fattening rabbits kept under intensive conditions. *Applied Animal Behaviour Science*, 54, 351-357.
- Morisse J.P., 1998. Le bien-être chez le lapin : rapport de synthèse. In : *Proc. 7èmes Journées de la Recherche Cunicole*, 13-14 May 1998, Lyon, France, 205-214.
- Morisse J.P., 1999. Benessere animale, obiettivo primario. *Rivista di Coniglicoltura*, 36(1), 20-27.
- Morisse J.P., Boiletot E., Martrenchar, A., 1999. Preference testing in intensively kept meat production rabbits for straw on wire grid floor. *Appl. Anim. Science*, 64, 71-80.
- Napolitano F., De Rosa G., 1997. Stress e immunità negli animali di interesse zootecnico. *Praxis Vet.* 4, 10-12.
- Newberry R.C., 1995. Environmental enrichment: increasing the biological relevance of captive environments. *Applied Animal Behaviour Science*, 44, 229-243.
- Newberry R.C., Estevez I., 1997. A dynamic approach to the study of environmental enrichment and animal welfare. *Applied Animal Behaviour Science*, 54, 53-57.
- Newman S., Leeson S., 1998. Effect of housing birds in cages or an aviary system on bone characteristics. *Poultry Science*, 77, 1492-1496.

- Orova Z., Szendrő Zs., Matics Zs., Radnai I., Biró-Németh E., 2004. Free choice of growing rabbits between deep litter and wire net floor in pens. In: *Proceedings 8<sup>th</sup> World Rabbit Congress*, 7-10 September 2004, Puebla, Mexico, 1263-1265.
- Pagano Toscano G., Zoccarato I., Banati G., Lazzaroni C., 1990. Fattori ambientali e prestazioni delle coniglie. *Rivista di Coniglicoltura*, 27(2), 23-29.
- Parigi Bini R., Xiccato G., Cinetto M., Dalle Zotte A., 1992. Effetto dell'età, del peso di macellazione e del sesso sulla qualità della carcassa e della carne cunicola. 1. Rilievi di macellazione e qualità della carcassa. *Zoot. Nutr. Anim.*, 18, 157-172.
- Pearce L., Van Allen C.M., 1926. Effect of light on normal rabbit, with special reference to the organic reaction. *J. Exp. Med.*, 44, 447 (citato da Pagano Toscano e coll., 1990).
- Podbersheck A.L., Blackshaw J.K., Beattie A.W., 1991. The behaviour of group penned and individually caged laboratory rabbits. *Applied Animal Behaviour Science*, 28, 365-373.
- Polidori R., Bettocchi A., 2004. Analisi della produzione e consumo della carne di coniglio: un modello di equilibrio parziale. *Aestimum*, 44, 87-107.
- Porfiri S., 2002. La normativa sul benessere. *Rivista di Coniglicoltura*, 39(1), 25-28.
- Postollec G., Boilletot E., Maurice R., Michel V., 2002. Effets de l'enrichissement du milieu sur les performances zootechniques et le comportement des lapins d'engraissement élevés en groupe In : *Journée Nationale ITAVI sur l'élevage du lapin de chair*, Nantes, 21 Novembre 2002, ITAVI Ed..
- Postollec G., Boilletot E., Maurice R., Michel V., 2003. Influence de l'apport d'une structure d'enrichissement (plate-forme) sur les performances zootechniques et le comportement des lapins élevés en parcs. *10ème Journées de la Recherche Cunicole*, Paris, France.
- Prud'Hon M., Cherubin M., Goussopoulos J., Carles Y., 1975. Évolution au cours de la croissance des caractéristique de la consommation d'aliments et liquides du lapin domestique nourri ad libitum. *Annales de Zootechnie*, 24(2), 289-298.
- Reyne Y., Prud'Hon M., Debicki A.M., Goussopoulos J., 1978a. Caractéristiques des consommations d'aliments solide et liquide chez la Lapine gestante puis allaitante nourrie ad libitum. *Annales de Zootechnie*, 27(2), 211-223.
- Reyne Y., Prud'Hon M., Angerain J., 1978b. Influence d'une réduction de la durée d'éclairément sur le comportement alimentaire du lapin en engraissement. *2èmes Journées de la Recherche Cunicole*. Comm. n° 7.

- Reyne Y., Gonssopoulos J., Prud'Hon M., 1979. Comportement alimentaire du Lapin de Gerenne élevé en captivité. Etude des rythmes d'ingestion d'aliment et d'eau en lumière permanente. *Annales de Zootechnie*, 28(2), 159-164.
- Robertson J.B., Van Soest P.J., 1981. The detergent system of analysis and its application to human food. In: W.P.T. James and O. Theander (eds.). *The Analysis of Dietary Fiber in Food*. Marcel Dekker, Inc., New York and Basel. 142-143.
- Roca T., Castello J.A., 1980. Trattato de cunicoltura. *Ed. Tecnograf, S.A.* (Barcellona).
- Rubino G., Micera E., Lacinio R., Petazzi F., Zarrilli A., 2005. Ormoni dello stress, parametri ematochimici e sieroproteici in agnelli di razza Altamura e Gentile. *Congresso Internazionale Fe.Me.S.P.Rum.*, Valenzano, Bari.
- Rushen J., 2000. Some issues in the interpretation of behavioural responses to stress. In: Moberg G.P., Mench J.A. (Eds.) *The Biology Of Animal Stress – Basic Principles and Implications for Animal Welfare*. CAB International, Wallingford Oxon, UK, 23-42.
- Samoggia G., 1987. Esigenze fisioclimatiche dei conigli nell'allevamento intensivo. *Rivista di Coniglicoltura*, 6, 16-20, (citato da Heinzl e Crimella, 1990).
- SAS, Statistical Analysis System Institute Inc., 2000. *User's guide, Statistics (version 6.03)*. Edition SAS Institute Inc., Cary, NC.
- Schmidt B., Heide L., 1995. The use of Salicis cortex in rheumatic disease: phytoterapie with known mode of action?, *Planta Med*, 61, p. 94.
- Stauffacher M., 1992. Group housing and enrichment cages for breeding, fattening and laboratory rabbits. *Animal Welfare*, 1, 105-125, (citato da Lidfors, 1997).
- Swenson M.J., Reece W.O., 2002. Fisiologia degli animali domestici "Dukes". *Gruppo Editoriale Idelson-Gnocchi*, Napoli, 695-696.
- Trocino A., 2004. Tecniche di allevamento per il benessere del coniglio. *Rivista di Coniglicoltura*, 41(4), 12-17.
- Trocino A., 2005. Benessere del coniglio, ecco le raccomandazioni europee. *Rivista di Coniglicoltura*, 42(3), 9-15.
- Van Zutphen L.F.M., Baumans V., Beyenen A. C., 1993. Principles of laboratory animal science. *Elsevier Science Publisher B.V.P.O.*, Box 211, 1000 AR Amsterdam, Netherlands, p.389.
- Verga M., 1997. Troppo stress fa male ai conigli. *Rivista di Coniglicoltura*, 34(6), 13-19.
- Verga M., 2000. Intensive rabbit breeding and welfare: development of research, trends and applications. *Proc. 7<sup>th</sup> World Rabbit Congress*, 4-7 July 2000, Valencia, Spain, Vol. B, 491-509.

- Verga M., Ferrante V., 2002. La ricerca su benessere e adattamento nel coniglio. *Rivista di Coniglicoltura*, 39(2), 31-39.
- Verga M., Castrovilli C., Ferrante V., Grilli G., Heinzl E., Luzi F, Toschi I., 2004a. Effetti della manipolazione e dell'arricchimento ambientale su indicatori integrati di benessere nel coniglio. *Rivista di Coniglicoltura*, 41(2), 26-35.
- Verga M., Zingarelli I., Heinzl E., Ferrante V., Martino P.A., Luzi F., 2004b. Effect of housing and environmental enrichment on performance and behaviour in fattening rabbits. In: *Proceedings 8<sup>th</sup> World Rabbit Congress*, 7-10 September 2004, Puebla, Mexico, 1283-1288.
- Voigt G.L., 2000. Tecniche e concetti di ematologia. *Ed. SCIVAC*.
- Xiccato G., Verga M., Trocino A., Ferrante V., Queaque P.I., Sartori A., 1999. Influence de l'effective et de la densité par cage sur les performance productive, la qualité bouchère et le comportement chez le lapin. In: *Proc. 8<sup>èmes</sup> Journées de la Recherche Cunicole*, 9-10 June 1999, Paris, France, 59-63.
- Zamboni L., 2007. Il coniglio: dalle origini ai giorni nostri.  
[http://www.conigliosolidale.it/fe\\_zamboni.htm](http://www.conigliosolidale.it/fe_zamboni.htm). Accessed 18 Gennaio 2007.
- Zanoni G., 1980. Effetti della luce e della temperatura. *Rivista di Coniglicoltura*, 17 (7), 43-44.