

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA



FACOLTÀ DI AGRARIA E FACOLTÀ MEDICINA VETERINARIA
CORSO DI LAUREA IN SCIENZE E TECNOLOGIE ANIMALI

TESI DI LAUREA

MIGLIORAMENTO DELLA CONVERSIONE ALIMENTARE E DELL'EFFICIENZA DI UTILIZZAZIONE PROTEICA NEL CONIGLIO IN ACCRESCIMENTO

Relatore:

Ch.mo Prof. GEROLAMO XICCATO

Correlatore:

Dott. ssa ANGELA TROCINO

Dott. MARCO TAZZOLI

Laureando: **MARCO DESOLEI**

Matricola n. 534880

ANNO ACCADEMICO 2008-2009

INDICE

RIASSUNTO	5
SUMMARY	7
1. INTRODUZIONE	9
1.1. <i>L'allevamento del coniglio</i>	9
1.2. <i>Efficienza dell'allevamento e conversione alimentare</i>	10
1.3. <i>Anatomia e fisiologia dell'apparato digerente</i>	11
1.4. <i>Patologie enteriche</i>	13
1.5. <i>Enteropatia epizootica del coniglio</i>	14
1.6. <i>Alimentazione del coniglio e disturbi digestivi</i>	15
1.6.1. <i>Fabbisogni energetici e capacità di ingestione dei conigli in accrescimento....</i>	15
1.6.2. <i>I disturbi digestivi: le teorie classiche</i>	16
1.6.3. <i>Apporto di amido</i>	17
1.6.4. <i>Apporto di fibra</i>	18
1.6.5. <i>Apporto di proteina</i>	20
1.7. <i>Escrezione di azoto</i>	21
2. OBIETTIVI	25
3. MATERIALI E METODI	27
3.1. <i>Descrizione dell'allevamento</i>	27
3.2. <i>Animali, diete e rilievi sperimentali</i>	28
3.3. <i>Controllo veterinario e stato di salute</i>	31
3.4. <i>Mangimi sperimentali</i>	31
3.5. <i>Prova di digeribilità</i>	32
3.6. <i>Prelievo del contenuto ciecale e del tessuto intestinale</i>	32
3.7. <i>Analisi chimiche</i>	33
3.8. <i>Macellazione commerciale</i>	34
3.9. <i>Trattamento dei dati ed elaborazione statistica</i>	35
4. RISULTATI E DISCUSSIONE	37
4.1. <i>Composizione chimica delle diete sperimentali</i>	37
4.2. <i>Digeribilità e valore nutritivo delle diete sperimentali</i>	38
4.3. <i>Prestazioni produttive e stato di salute</i>	39
4.4. <i>Caratteristiche del contenuto ciecale e dei tessuti intestinali</i>	42
4.5. <i>Risultati di macellazione e qualità della carne</i>	43
4.6. <i>Efficienza di utilizzazione proteica ed escrezione di azoto</i>	45
5. CONCLUSIONI	49
6. BIBLIOGRAFIA	51

RIASSUNTO

La presente tesi ha inteso valutare l'effetto della somministrazione a conigli in accrescimento di diete caratterizzate da diversi livelli di proteina grezza (15% vs 17%) e rapporti amido e fibra digeribile (FD) in sostituzione della fibra indigeribile (ADF) (rapporto (amido+FD)/ADF: 1,3, 2,0 e 3,1) su stato di salute, prestazioni produttive, conversione alimentare, escrezione azotata e risultati di macellazione con gli obiettivi di migliorare la conversione alimentare, aumentare l'efficienza di utilizzazione proteica, ridurre l'età di macellazione, ottenere elevate qualità della carcassa e della carne.

Allo scopo, 282 conigli ibridi svezzati di 37 giorni sono stati alloggiati in gabbie individuali fino all'età di macellazione (79 d) e alimentati con 6 diete sperimentali secondo un disegno bifattoriale 3x2 (3 rapporti (amido+FD)/ADF per 2 livelli di proteina grezza).

All'aumentare del rapporto (amido+FD)/ADF da 1,3 a 2,0 a 3,1, la digeribilità della sostanza secca è significativamente aumentata da 50,8% a 60,5% e 71,5% ($P<0,001$); si è ridotta la mortalità dal 15,8% al 4,5% e 4,9% ($P=0,02$); è significativamente diminuito il consumo alimentare ed è migliorata la conversione alimentare (da 3,98 a 3,40 e 2,87 $P<0,001$). A livello ciecale, il contenuto totale di acidi grassi volatili è aumentato da 63,0 a 79,2 e 78,5 mmol/l ($P=0,02$) e si è ridotta l'incidenza dell'acido propionico da 4,0 e 4,2 a 3,5% ($P=0,04$).

L'escrezione di azoto è diminuita del 20 e del 40% con le diete a rapporto (amido+FD)/ADF pari a 2,0 e 3,1 rispetto alle diete con rapporto pari a 1,3. Il peso vivo al macello dei conigli è risultato tendenzialmente superiore all'aumentare del rapporto (amido+FD)/ADF. Tuttavia, per la maggiore incidenza del tubo digerente negli stessi animali (da 18,4% e 18,5% a 19,2%, $P=0,03$), la resa di macellazione è diminuita (da 60,7% a 60,1% e 59,9%, $P=0,05$), mentre il peso della carcassa è risultato simile nei tre gruppi (1732 g in media).

La riduzione del livello proteico dal 17% al 15% ha avuto effetti più limitati, rispetto a quelli indotti dalla variazione, delle frazioni fibrose della dieta: è significativamente diminuita la digeribilità della sostanza secca delle diete (dal 61,6 al 60,3%, $P<0,01$) e si è ridotto il contenuto di azoto ammoniacale a livello ciecale. Non sono state modificate le prestazioni produttive durante l'allevamento e la qualità della carcassa e della carne. La diminuzione del contenuto di proteina grezza della dieta dal 17 al 15% ha determinato una diminuzione significativa (-13%) della quantità di azoto escreto nell'ambiente.

SUMMARY

The present thesis aimed to evaluate the effect of diets with different crude protein levels (15% vs 17%) and ratios of starch and digestible fibre (DF) in substitution of indigestible fibre (ADF) (ratio(starch+DF)/ADF=1.3, 2.0 and 3.1) on health status, productive performance, food conversion, nitrogen excretion and slaughter results in growing rabbits with the objectives of improving feed conversion, increasing the efficiency of protein utilization, reducing the age of slaughter, and obtaining high-quality carcasses and meat.

To this aim, 282 hybrid rabbits were put into individual cages, from weaning (37 d of age) to slaughter (79 d) and fed six diets according to a 3x2 bifactorial arrangement with 3 ratios (starch+DF)/ADF and 2 levels of crude protein.

As the ratio (starch+DF)/ADF increased from 1.3 to 2.0 to 3.1, dry matter digestibility significantly increased from 50.8% to 60.5% and 71.5% ($P<0.001$); mortality (15.8% to 4.5% and 4.9%, $P=0.02$) and feed intake significantly decreased and feed conversion improved (from 3.98 to 3.40 and 2.87 $P<0.001$). In the caecum, the total content of volatile fatty acids increased from 63.0 to 79.2 and 78.5 mmol/l ($P=0.02$) and the propionic proportion decreased from 4.0 and 4.2 to 3.5% ($P=0.04$).

Nitrogen excretion during the trial in rabbits fed diets with (starch+DF)/ADF ratios of 2.0 and 3.1 was 20% and 40% lower than in rabbits fed diets with ratio of 1.3.

At slaughter rabbit, live weight tended to increase with the ratio (starch+DF)/ADF. However, dressing percentage decreased (60.7% to 60.1% and 59.9%, $P=0.05$), due to the increasing incidence of digestive tract (18.4% and 18.5% to 19.2%, $P=0.03$), and the carcass weight was similar in the three groups (1732 g on average).

Reducing dietary protein level from 17 to 15% had less effects than changing the fibrous fractions of the diet: dry matter digestibility significantly decreased (61.6 to 60.3%, $P<0.01$) and N-ammonia lowered in the caecum, but growth performance, slaughter results, carcass and meat quality were not affected. The decrease of dietary crude protein from 17% to 15% lowered the amount of nitrogen excreted in the environment by 13%.

1. INTRODUZIONE

1.1. L'allevamento del coniglio

L'Italia è al secondo posto a livello mondiale dopo la Cina per la produzione di carne di coniglio e detiene il primato europeo con il 40% della produzione comunitaria, che in termini quantitativi risulta essere pari a 225.000 t di carne macellata (dati FAO), e un'esportazione pari a 4.200 t (Maniero, 2008). È da considerare che parte della produzione sfugge ad una precisa rilevazione statistica, in quanto viene esclusa una miriade di aziende che allevano un numero limitato di capi, prevalentemente destinati all'auto-consumo.

L'allevamento del coniglio nel nostro paese assume una posizione di rilievo: rappresenta infatti il 9% della P.L.V. zootecnica, ponendo la carne di coniglio al quarto posto dopo la produzione di carne bovina, suina ed avicola. La carne di coniglio viene 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 altre carni (Dalle Zotte, 2002).

Le carni di coniglio, come quelle avicole, sono definite "carni bianche" e sono caratterizzate da un basso contenuto di lipidi, colesterolo e sodio, da un buon apporto di proteine e dall'assenza di fattori allergenici o antinutrizionali (Dalle Zotte, 2002).

Attualmente, la maggior parte delle aziende che praticano cunicoltura come attività primaria si trova nell'Italia settentrionale e precisamente in Veneto, Lombardia, Piemonte, Emilia Romagna. Il Veneto da solo ha una produzione di carne di coniglio pari a 80.000 t/anno che rappresenta il 38% della produzione nazionale. La maggior concentrazione di allevamenti si riscontra nelle province di Treviso (250 allevamenti), Vicenza (91 allevamenti), Padova (74 allevamenti), Verona (71 allevamenti) (Coniglio Veneto, 2002). Padova e Verona risultano essere le province con maggior numero di allevamenti di grosse dimensioni e con una media di circa 800 fattrici possedute.

In Veneto la coniglicoltura si concentra principalmente in tre comuni della provincia di Treviso: Volpago del Montello (36 allevamenti con 32.930 fattrici), Montebelluna (23 allevamenti con 12.580 fattrici), e Trevignano (20 allevamenti con 15.200 fattrici).

La stima dei consumi domestici di carne di coniglio si aggira attorno a 4,0 kg/procapite annui.

Il peso vivo di vendita oscilla fra i 2,2 e i 3,0 kg a seconda delle regioni, con valori medi che si aggirano sui 2,5 kg. Il peso della carcassa, in media 1,6 kg, è più elevato che negli

altri paesi europei, imponendo cicli d'allevamento più lunghi (75-85 giorni), contro i (65-70 giorni) di Francia e Spagna dove il consumatore preferisce carcasce più leggere.

Gli allevamenti industriali sono generalmente organizzati a ciclo chiuso, in quanto coesistono il settore della riproduzione e quello dell'ingrasso (spesso in locali separati). La gestione aziendale della produzione è controllata con la ciclizzazione delle fattrici e l'impiego dell'inseminazione artificiale.

La coniglicoltura italiana è caratterizzata da un basso livello di integrazione con il settore mangimistico; circa il 30% degli allevatori risulta legato ad associazioni mentre la quota rimanente è totalmente indipendente ed autonoma. Il settore della distribuzione risulta ripartito tra la grande distribuzione organizzata che acquista direttamente dal grande macellatore (65% del mercato) e macellerie tradizionali che acquistano tramite il grossista (35% del mercato) (Xiccato e Trocino, 2007).

1.2. Efficienza dell'allevamento e conversione alimentare

La produzione di carne di coniglio, nelle attuali condizioni di gestione dall'allevamento, ha come principale onere le spese per l'acquisto dei mangimi. Il costo per l'alimentazione rappresenta la parte preponderante del bilancio aziendale, aggirandosi sul 65-70% delle spese totali. La variabile più importante di misura dell'efficienza alimentare e dei costi alimentari è l'indice di conversione alimentare (IC), in quanto relaziona la quantità di alimento consumato con l'accrescimento dell'animale. Negli allevamenti, una riduzione dell'IC è il primo intervento da eseguire per ridurre i costi legati all'alimentazione.

L'IC medio in allevamenti francesi, italiani e spagnoli risulta essere pari a 3,60, 3,82 e 3,63 (Lebas, 2007; Xiccato e coll., 2007; Rosell e González, 2007). Il maggior valore dell'IC in Italia va ascritto al maggior peso di macellazione: come è noto, infatti, all'aumentare del peso (e dell'età) l'efficienza di trasformazione degli alimenti in peso peggiora sensibilmente.

Per la regolazione chemiostatica dell'appetito, nei conigli il fattore alimentare che influenza maggiormente l'IC della dieta risulta essere la concentrazione energetica; infatti un incremento di 0,5 MJ ED/kg riduce l'IC di 0,15-0,20 punti (Maertens, 2008). L'uso di diete più energetiche per migliorare l'IC risulta interessante soprattutto nelle fasi finali dell'ingrasso, mentre queste diete difficilmente trovano impiego nella fase di svezzamento, perché in questa fase risulta di primaria importanza la salute intestinale degli animali ed il consumo di mangime è minore.

Altri fattori che incidono direttamente sull'indice di conversione sono legati più che altro ad aspetti gestionali quali ad esempio il peso degli animali alla macellazione, la

mortalità, il ritmo riproduttivo, l'eventuale restrizione alimentare e il consumo di alimento per la termoregolazione.

Una riduzione del consumo di alimento per kg di carne prodotto ha un effetto importante anche nella gestione aziendale dei reflui zootecnici: l'elevata diffusione di allevamenti cunicoli intensivi comporta una produzione consistente di deiezioni, con importanti ricadute sull'escrezione azotata nell'ambiente.

1.3. Anatomia e fisiologia dell'apparato digerente

Il coniglio è un erbivoro monogastrico dotato di un apparato digerente composto da bocca, esofago, stomaco, intestino tenue, e intestino crasso (Figura 1).

La sua fisiologia digestiva è molto simile a quella di un monogastrico ma allo stesso tempo differente in quanto caratterizzata dal meccanismo della ciecotrofia che determina anche spettacolari adattamenti anatomici e comportamentali (Xiccato e Trocino, 2008).

Il cibo ingerito nella cavità orale subisce un processo di masticazione, e quindi triturazione, attuato da una dentatura che si compone di 28 denti permanenti coadiuvata da guance e lingua. L'alimento viene così finemente sminuzzato per facilitare l'azione idrolizzante degli enzimi digestivi e contemporaneamente viene a contatto con la saliva ottenendo come risultato finale il bolo alimentare, un composto semidenso che facilita il processo di deglutizione.

Una parziale digestione dell'amido avviene già a livello orale grazie alla ptialina, enzima amilolitico contenuto nella saliva che scinde i legami 1-4 alfa-glicosidici con formazione di destrine demolite infine a zuccheri semplici quali maltosio (87%) e glucosio (13%). Una volta oltrepassata la faringe il bolo tramite un movimento peristaltico involontario e non reversibile percorre l'esofago (15 cm di lunghezza) raggiunge il cardias ed entra nello stomaco.

Lo stomaco è un organo voluminoso in grado di secernere al suo interno il succo gastrico, prodotto dalla mucosa del fondo, composto essenzialmente da HCl, pepsinogeno, muco e altri fattori della digestione come la lipasi gastrica. L'azione principale dell'acido cloridrico è di mantenere un ambiente molto acido (pH 1,5-2) con funzione batteriostatica, ma anche in grado di denaturare le proteine ed attivare il pepsinogeno in pepsina.

Quest'ultima demolisce i legami peptidici delle proteine trasformandole in polipeptidi di 4-12 aminoacidi.

Dopo un breve periodo di permanenza nello stomaco il chimo acido oltrepassa il piloro ed entra nell'intestino tenue costituito da duodeno, digiuno e ileo. Qui il succo

pancreatico, la bile e il succo enterico completano l'azione digestiva sul chimo trasformandolo in composti facilmente assorbibili dalla mucosa intestinale.

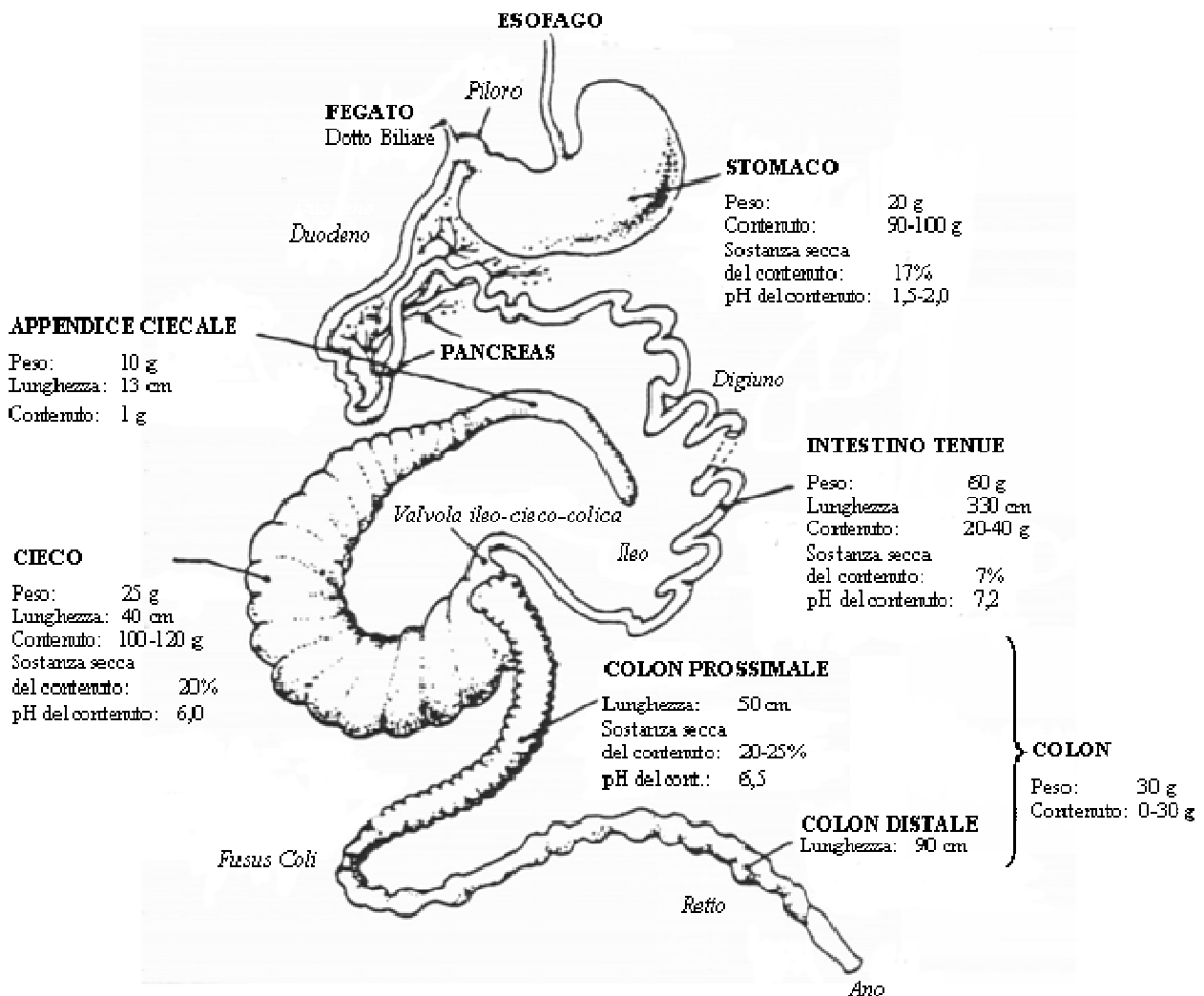


Figura 1. Apparato digerente del coniglio (12 settimane di età) (Biffi,1997).

Il succo pancreatico è prodotto dal pancreas esocrino, ghiandola con parenchima diffuso situato a livello duodenale costituita da una fitta rete di vasi e capillari, ed è composto da una fase acquosa ricca di bicarbonato e cloruri e da una fase organica rappresentata dagli enzimi pancreatici. La fase acquosa alcalina ha la funzione principale di neutralizzare l'acidità del chimo affinché su questo possano operare adeguatamente gli enzimi, lipasi, proteasi ed amilasi. La bile prodotta dagli epatociti è composta da colesterolo, sali biliari e lecitina e provvede all'emulsione dei grassi favorendo il successivo attacco delle lipasi pancreatiche.

Le cellule che rivestono le ghiandole intestinali, infine, producono i succhi enterici che agiscono sui substrati proteici grazie all'azione di aminopolipeptidasi e dipeptidasi, sugli acidi nucleici attraverso le nucleasi e sui glucidi mediante la maltasi e la lattasi (Cheeke, 1987).

Tutto ciò che non viene assorbito nell'intestino tenue attraversa la valvola ileo-ciecolica e raggiunge il cieco, organo molto sviluppato lungo circa 45-50 cm, formato da un corpo affusolato, strutturato in setti comunicanti tra loro, che termina con una grossa appendice.

Le contrazioni di questo comparto spingono il contenuto verso il colon il quale funge da organo selezionatore, poiché con movimenti peristaltici convoglia il materiale grossolano come la fibra verso la parte distale, mentre le onde antiperistaltiche attuate dalle pieghe del colon, spingono le particelle più piccole e i liquidi nuovamente verso il cieco. In quest'ultimo si accumula quindi materiale formato da particelle piccole e dense ricche di sostanze facilmente fermentabili, che subiscono una fermentazione microbica che porta alla formazione di acidi grassi volatili (AGV). Insieme alle spoglie batteriche, questo materiale va a costituire le feci molli, o ciecotrofo, formate da una sequenza di sfere dalla consistenza pastosa (diametro 4-5 mm) rivestite da una pellicola di muco.

Nel colon, diviso in colon prossimale e colon distale dal *fusus coli*, avviene il riassorbimento dei liquidi e la formazione delle feci dure come anticipato. Nel colon prossimale avviene la selezione della parte fibrosa non digerita che, attraverso movimenti peristaltici, arriva al colon distale dove le particelle più grossolane (superiori ai 3 mm di lunghezza) ricche di fibra indigeribile subiscono un ulteriore riassorbimento di acqua e vanno a costituire le feci dure (Cheeke, 1987; Castrovilli e Greppi, 1990).

Per garantire un adeguato transito alimentare il coniglio necessita di un elevato apporto di fibra nella dieta, sebbene questa venga digerita e utilizzata solo parzialmente.

La r ingestione dei ciecotrofi, o ciecotrofia è un comportamento naturale del coniglio, che avviene principalmente nelle prime ore del mattino. I ciecotrofi vengono assunti prelevandoli direttamente dall'ano, ingeriti senza essere masticati permangono nello stomaco senza essere intaccati dagli enzimi, grazie al rivestimento di muco. In questo modo possono continuare la loro fermentazione e produzione di AGV. Una volta che anche il rivestimento viene degradato, i ciecotrofi e i materiali da essi derivati vengono digeriti e assorbiti in seguito dall'intestino tenue. La composizione del ciecotrofo differisce molto da quella delle feci dure, essendo più ricco di proteine, di vitamine idrosolubili (B e C) e più povero in fibra.

1.4. Patologie enteriche

L'allevamento intensivo e industrializzato odierno, grazie ad un aumento sostanziale del livello di igiene e una serrata profilassi chimica e farmacologia, è riuscito a superare molti dei problemi sanitari che in passato colpivano diffusamente il coniglio, quali salmonellosi, listeriosi, pseudotubercolosi, coccidiosi. Attualmente, le principali patologie responsabili della

quasi totalità delle perdite all'interno di un allevamento cunicolo sono essenzialmente di tipo enterico e respiratorio. Peeters (1992), classifica le enteriti in:

1. Enteriti multifattoriali: causate da agenti moderatamente patogeni (alcuni ceppi di *Escherichia coli* e *Bacillus piliformi*), causano una mortalità del 5-20%.
2. Enteriti specifiche: dovute ad agenti molto patogeni, indipendenti da fattori ambientali o alimentari predisponenti (ceppi di *E. coli* enteropatogeni, *Eimeria piriformis*, *Eimeria intestinalis*, *Eimeria flavescens*). Hanno comparsa improvvisa e causano oltre il 30% di mortalità.
3. Enterotossiemia-iota: indotta dalla proliferazione di *Clostridium spiroforme* in conseguenza a dismicrobiosi ciecali di diversa eziologia.
4. Enteriti sub-cliniche: decorrenti con peggioramento dell'indice di conversione e saltuariamente con manifestazioni diarroiche.

Stress di allevamento, manipolazione, età, peso allo svezzamento, ambiente di allevamento ed escursioni termiche ambientali possono rappresentare fattori favorevoli all'insorgenza di disturbi digestivi ed enteropatie.

La patologia enterica che determina attualmente i danni maggiori negli allevamenti di tipo intensivo è l'Enteropatia Epizootica del Coniglio (EEC).

1.5. Enteropatia epizootica del coniglio

Patologia caratteristica soprattutto del periodo post-svezzamento, l'enteropatia epizootica può essere descritta anche come una forma grave di enteropatia mucoide, complicata da agenti eziologici secondari che rendono spesso il quadro difficilmente interpretabile. Questa patologia, inizialmente sporadica, ha assunto una rilevanza importante a partire dal 1995. La mortalità può raggiungere valori pari al 60% con morbilità che raggiunge il 100% (Pérez de Rozas e coll., 2005).

L'enteropatia epizootica ha un'eziologia sconosciuta di tipo multifattoriale. Gli agenti identificati come concorrenti alla comparsa della malattia sono riferibili a cause infettive, batteriche, alimentari, all'utilizzo scorretto di antibiotici e a cause ambientali. Si considerano come valide tutte queste ipotesi, non avendo ancora identificato in maniera certa l'agente responsabile della malattia.

L'alimentazione gioca un ruolo determinante sullo sviluppo e attività della flora microbica, attraverso il substrato che la stessa ha a disposizione a livello di cieco e ileo terminale (Gidenne e coll., 2003).

Le cause ambientali che favoriscono l'insorgenza dell'enteropatia sono quelle che influiscono sul livello di stress dell'animale. Tra queste è importante considerare cause legate

alla gestione dell'allevamento: svezzamento precoce, ritmi di allevamento troppo intensivi, densità di allevamento troppo elevate. Fra i fattori strettamente ambientali si possono citare sbalzi di temperatura, livelli non ottimali di umidità, concentrazione elevata di ammoniaca, ventilazione non corretta.

Il periodo di latenza può variare da un minimo di due giorni ad una o due settimane in cui l'animale reagisce alla patologia. Nel caso in cui il decorso si prolunghi, l'animale può andare incontro ad una remissione della sintomatologia, rimanendo però estremamente debilitato e suscettibile a nuove infezioni. I primi sintomi osservabili alla comparsa della malattia sono una drastica riduzione dell'assunzione di mangime e di acqua, che conduce a un veloce deperimento dell'animale e alla sua disidratazione. Successivamente, possono comparire diarrea molto liquida e muco fluido, filante e generalmente trasparente. La diarrea e il muco non sono presenti qualora la malattia si presenti con un decorso iperacuto. In questo caso, l'animale giunge a morte in due giorni e presenta solo una grave costipazione a livello ciecale e, a volte, un forte gonfiore addominale. Lo stomaco e il cieco sono dilatati, provocando il blocco del piloro. Il contenuto dello stomaco può essere liquido o in alternativa estremamente compatto e il suo pH in corso di malattia è decisamente più acido (Pérez de Rozas e coll., 2005). Non sono generalmente osservate lesioni e sintomi di tipo infiammatorio, ragion per cui è corretto parlare di enteropatia e non di enterite o enterocolite.

1.6. Alimentazione del coniglio e disturbi digestivi

Il coniglio è un erbivoro selezionatore di concentrati e, in base alla fisiologia dell'apparato digerente, appartiene a quel gruppo di erbivori caratterizzati da una fermentazione intestinale (ciecale) piuttosto che pregastrica (ruminanti). In termini nutrizionali questa specie non si definisce "esigente", grazie alla ciecotrofia che permette il recupero di molti nutrienti, tra cui alcune proteine e vitamine, lasciando nelle feci solo composti inutilizzabili.

In allevamento, tuttavia, devono essere fornite diete con formulazioni che garantiscano il corretto funzionamento del comparto gastrointestinale da un lato e un soddisfacente apporto di nutrienti dall'altro, in modo da coprire le esigenze in tutte le fasi di allevamento, al fine di ottenere un prodotto di qualità con costi di produzione controllati (Mateos e Vidal, 1995).

1.6.1. Fabbisogni energetici e capacità di ingestione dei conigli in accrescimento

Il sistema energetico adottato per i conigli si basa sull'energia digeribile (ED): essa è l'espressione del valore nutritivo dell'alimento e dei fabbisogni energetici dei conigli (Xiccato, 1989).

L'energia lorda (EL) esprime l'energia sviluppata dalla completa ossidazione dei principi nutritivi. L'energia digeribile (ED), si ottiene per differenza sottraendo all'EL l'energia persa con le feci; l'energia metabolizzabile (EM), si ottiene sottraendo all'ED l'energia persa con le urine e i gas di fermentazione; l'energia netta si calcola sottraendo all'EM l'energia persa come incremento di calore dovuto ai processi digestivi. L'uso dell'energia metabolizzabile nel sistema energetico del coniglio non è tuttora consolidato a causa della sua difficile stima, ma anche per la costanza del rapporto EM/ED. Nel coniglio le perdite di energia dovute a fermentazioni sono pressoché trascurabili, e quelle dovute invece alle urine sono limitate (circa il 5%).

Nel razionamento pratico, ci si riferisce ai fabbisogni globali mantenimento + produzione in condizioni di alimentazione *ad libitum*. L'ingestione di mangime è condizionata dalla concentrazione energetica dello stesso. Esiste una soglia energetica pari a circa 9,5 MJ ED/kg mangime, al di sotto della quale l'ingestione viene regolata da un meccanismo di tipo fisico legato all'ingombro nel tubo digerente (Lebas, 1989). Al di sopra di tale soglia invece la regolazione è di tipo chemiostatico: il livello di glucosio ematico agisce su determinati centri ipotalamici (centri della sazietà) e a determinate concentrazioni causa una riduzione dell'ingestione alimentare. In altre parole, oltre la soglia di 9,5 MJ ED/kg mangime all'aumento della concentrazione energetica del mangime corrisponde una diminuzione parziale dell'ingestione alimentare, mentre l'ingestione giornaliera di energia rimane costante.

Il fabbisogno energetico e quindi l'ingestione nel coniglio sono variabili con il peso corporeo (dipendente dall'età, sesso, razza), le funzioni vitali e produttive (mantenimento, accrescimento, gravidanza, lattazione) e le condizioni ambientali (temperatura, umidità, velocità dell'aria). Per conigli in accrescimento (0,5-3,0 kg peso vivo), l'ingestione di energia è circa 900-1000 kJ/d/kg di peso metabolico, circa il doppio del fabbisogno di mantenimento.

1.6.2. I disturbi digestivi: le teorie classiche

In condizioni di allevamento intensivo, la mortalità nella fase di svezzamento (da 20 a 35 giorni di età) e nel post-svezzamento (fino a 40-45 giorni) è spesso imputabile a disturbi digestivi, la cui insorgenza può essere favorita dall'imaturità dell'apparato gastrointestinale del coniglio e, soprattutto, può essere associata ad un regime alimentare non bilanciato.

Secondo Morisse e coll. (1985), una carenza di sostanze fermentabili associata ad un eccesso di fibra favorirebbe lo sviluppo di una microflora patogena a livello intestinale (cieco), soprattutto *Escherichia coli*. In assenza di carboidrati dai quali trarre energia, si utilizzerebbe la proteina a scopo energetico e dalla sua fermentazione si avrebbe un

innalzamento dei livelli di NH_3 con aumento del pH (>7) e scarsi livelli di acidi grassi volatili (AGV), condizioni queste favorevoli alla proliferazione di ceppi patogeni di *E. coli* enteropatogeni (EPEC, Entero Pathogenic *Escherichia coli*).

Secondo Cheeke (1987), al contrario un eccessivo apporto di amido alimentare, associato ad un basso livello di fibra, comporterebbe un eccessivo flusso di amido a livello ciecale, soprattutto nei giovani animali in cui l'attività dell'amilasi intestinale è ancora piuttosto limitata. L'eccesso di amido a livello ciecale sarebbe oggetto di rapida fermentazione da parte dei batteri amilolitici ivi presenti, con brusco incremento di AGV e rapido abbassamento del pH (5-5,5). In questo contesto, si avrebbero le condizioni favorevoli per la proliferazione di batteri patogeni ed in particolar modo di *Clostridium spiroforme*. Inoltre, il glucosio in eccesso costituisce il substrato che i clostridi utilizzano per sintesi di una tossina iota necrotizzante che mostra reazione crociata con altre tossine tipo iota prodotte dal *Clostridium perfringens* (Boriello e Carman, 1983).

Fatte le premesse di cui sopra, sull'insorgenza di disturbi digestivi legati a specifici agenti patogeni o favoriti/provocati dal regime alimentare, diventa importante fare alcune precisazioni in relazione al contenuto di amido e fibra delle diete e al loro ruolo sulla fisiologia digestiva e l'insorgenza di malattie digestive.

1.6.3. Apporto di amido

Nell'alimentazione del coniglio, l'amido rappresenta la fonte energetica per eccellenza in quanto altamente digeribile, il suo impiego è tuttavia condizionato dalla possibile insorgenza di disturbi digestivi, soprattutto quando si tratta di animali giovani (Gidenne, 1996). La digeribilità dell'amido varia, infatti, in base allo stato fisiologico dell'animale ed alle fonti. Gli animali giovani non digeriscono appieno questo polisaccaride, in quanto mancano del giusto corredo enzimatico (amilasi) che sarà pressoché completo intorno alle 5-6 settimane di età. In quanto alla fonte, l'amido delle cariossidi di mais è molto meno digeribile di quello contenuto nell'orzo (Blas e coll., 1990).

Esiste un'ampia bibliografia relativa all'effetto del livello di amido sulle prestazioni produttive in giovani conigli rapportate al loro stato di salute (Blas e Gidenne, 1998). Nei conigli più giovani nel post-svezzamento si consiglia un apporto di amido inferiore all'8% (Gidenne e Fortun-Lamothe, 2002) per il rischio di un eccessivo flusso di amido a livello ciecale. Gidenne e coll. (2006) hanno osservato in conigli allo svezzamento (28-35 d) un maggior impatto della fibra rispetto all'amido sullo stato di salute a livello ciecale.

Secondo Gùtierrez e coll. (2002), le prestazioni produttive migliorano e la mortalità si riduce in conigli svezzati a 25 giorni di età con la somministrazione di una dieta al 22,6% s.s

di amido e 33,6% s.s di NDF, evidenziando una limitata capacità di digestione della fibra nel periodo dai 25 ai 39 giorni di età. Gli stessi autori hanno evidenziato un effetto negativo dell'aumento del contenuto di NDF dal 33,6% al 40,6% s.s in termini di minore digeribilità di sostanza secca, amido e proteina grezza con conseguente peggioramento delle prestazioni produttive e aumento della mortalità (dal 7,5% al 22,6%).

Allo stato attuale delle conoscenze, si può comunque affermare che il contenuto ottimale di amido in diete per conigli in svezzamento va dal 10 al 13% (Maertens, 1992; Gidenne e Fortun-Lamothe, 2002), arrivando a valori di amido del 17-20% per le fasi successive di ingrasso e per i riproduttori (Maertens, 1992; Xiccato, 1993).

1.6.4. Apporto di fibra

Il coniglio è un erbivoro e come tale la fibra (fibra grezza) rappresenta un componente fondamentale nella sua dieta, variando dal 15 al 20% e oltre. Come già descritto, la fibra nel coniglio ha un significato funzionale piuttosto che nutrizionale garantendo un'adeguata peristalsi intestinale e funzionalità digestiva. La fibra viene comunemente definita come la struttura scheletrica della cellula vegetale che non viene attaccata dal corredo enzimatico gastrointestinale dell'uomo. Schematicamente la parete cellulare di una pianta è composta da microfibrille di cellulosa inserite in una matrice composta da una rete di lignina che cementa un'altra matrice di polisaccaridi e alcune glicoproteine come le emicellulose (arabinoxylani, xyloglucani) e le pectine (Gidenne, 2003).

La fibra è indigeribile in tutti gli animali, in quanto i loro enzimi non sono in grado di scindere i legami dei polisaccaridi della parete vegetale. Ciò che degrada la fibra in un secondo momento e che la mette a disposizione dell'organismo sono gli enzimi dei microrganismi intestinali. La struttura molto organizzata della lignocellulosa impone una lenta degradazione da parte degli enzimi idrolitici della flora intestinale; al contrario, emicellulose e pectine che presentano una struttura meno ordinata sono fermentate rapidamente. Le emicellulose formano legami con la cellulosa e sono presenti per circa il 20-25% della s.s nei foraggi; le pectine hanno struttura lineare e sono presenti soprattutto a livello della lamella mediana. Anch'esse come le emicellulose svolgono un'azione cementante fra le varie cellule parietali. La lignina, a causa della sua struttura chimica, rimane largamente indigerita e contribuisce piuttosto a mantenere elevato il transito intestinale.

Le fibre possono essere analizzate con diversi metodi, l'analisi Weende misura la cosiddetta "fibra grezza", che rappresenta le componenti strutturali quali cellulosa, pentosani e lignina, attraverso l'impiego di solventi acidi e basici, tralasciando però le emicellulose e le pectine che solubilizzano a contatto dei solventi e vanno quindi a far parte degli estrattivi

inazotati. Una migliore caratterizzazione del contenuto dei vari carboidrati strutturali viene fornita dall'analisi Van Soest (Goering e Van Soest, 1970) che ormai in molte valutazioni ha sostituito di fatto il metodo Weende. Essa prevede il trattamento del campione con una prima soluzione a pH neutro che solubilizza il contenuto cellulare, lasciando nel residuo le pareti cellulari definite la fibra neutro detergente (neutral detergent fibre, NDF), costituita da emicellulose, cellulosa, lignina e ceneri insolubili. L'impiego di una soluzione acida consente in seguito di solubilizzare le emicellulose. Il residuo così ottenuto, la fibra acido detergente (acid detergent fibre, ADF), viene trattato con una soluzione fortemente acida (acido solforico al 72%) che solubilizza la cellulosa e lascia nel residuo principalmente la lignina (acid detergent lignin, ADL). A differenza dell'analisi Van Soest l'analisi gravimetrico-enzimatica, messa a punto da Carrè e Brillouet (1989), permette di estrarre le pareti cellulari insolubili in acqua (water insolubile cell wall), corrispondenti all'NDF più le pectine insolubili.

Negli ultimi anni sono stati sviluppati altri metodi per poter misurare il contenuto della fibra dietetica totale (total dietary fibre, TDF) corrispondente alla somma dei polisaccaridi non amilacei solubili ed insolubili (pectine, β -glucani, emicellulose e cellulose) e delle lignine. La TDF e la fibra totale insolubile (total insolubile fibre) sono determinate tramite gravimetria enzimatica che divide la fibra in due frazioni: fibra solubile (pectine solubili, pentosani, B-glucani e altri idrocolloidi) e fibra insolubile (pectine insolubili, emicellulose, cellulosa e lignina). Teoricamente la differenza (solubili e insolubili) tra il residuo TDF e il residuo NDF dovrebbe dare come risultato il contenuto delle pectine anche se questo è condizionato dal contenuto di proteina e ceneri associato all'NDF e di cui il residuo TDF è invece depurato.

In definitiva, a causa della struttura altamente variabile delle pectine insolubili e dei polisaccaridi non amilacei solubili in acqua, i metodi in uso oggi non ci danno ancora informazioni complete su queste variabili.

L'effetto benefico della fibra sulla fisiologia digestiva del coniglio è stato largamente dimostrato nella bibliografia internazionale (Lebas, 1989; Blas e Gidenne, 1998; De Blas e Mateos, 1998). L'apporto minimo consigliato è del 5% di fibra indigeribile (ADL) (Gidenne, 2003). Al di sotto di tale valore si può verificare un drastico rallentamento della motilità ciecale con conseguente possibilità da parte della microflora di intaccare la frazione proteica della dieta causando un innalzamento del livello di azoto ammoniacale e quindi del pH che favorisce lo sviluppo della componente microbica patogena (Gidenne, 1996; Bennegadi e coll., 2000).

D'altra parte un apporto eccessivo di fibra induce un aumento della velocità di transito con diminuzione della digeribilità della dieta e quindi peggioramento dell'indice di conversione.

In animali svezzati a 25 giorni e alimentati con diete al 25, 30 e 35% di NDF, Nicodemus e coll. (2004) hanno osservato una diminuzione della mortalità per enteropatia epizootica soprattutto utilizzando diete con apporto intermedio di fibra. Parallelamente, Soler e coll. (2003) hanno riscontrato una netta contrazione, dal 14 a meno del 6%, della mortalità per la medesima malattia aumentando la fibra solubile dal 7 al 12%. Mantenendo invariato il contenuto di ADF e sostituendo l'amido e la frazione proteica con fibra digeribile (pectine ed emicellulose) (Pérez e coll., 2000; Gidenne e coll., 2001), sono diminuiti i problemi digestivi ed è migliorato lo stato di salute del coniglio, come conseguenza del positivo effetto della fibra digeribile sulle attività fermentative ciecali (Gidenne e Bellier, 2000). Secondo Gidenne (2003) un rapporto fibra digeribile/ADF > 1,3 con ADF > 15% dovrebbe essere evitato per ridurre rischi di patologie digestive e mortalità nell'ingrasso.

In altri studi, tuttavia, è stato osservato che anche un aumento del rapporto fibra digeribile/ADF pari a 1,4 con la riduzione del contenuto di amido ha ridotto la mortalità in seguito al miglioramento dell'attività microbica intestinale. È stato attribuito pertanto anche alla fibra digeribile un ruolo positivo nell'impianto e sviluppo della microflora ciecale a scapito di quella patogena (Carraro e coll., 2007; Xiccato e coll., 2008).

1.6.5. Apporto di proteina

Le proteine sono composti organici costituenti fondamentali di tutte le cellule animali e vegetali e contribuiscono alla formazione dei tessuti e, di conseguenza, dei vari organi.

A differenza dei vegetali dove la sintesi degli amminoacidi avviene a partire da azoto inorganico e glucidi, gli animali non sono in grado di sintetizzare tutti gli amminoacidi e devono quindi assumerli necessariamente con la dieta. Questi amminoacidi vengono perciò denominati "essenziali". Nel coniglio gli amminoacidi essenziali sono: lisina, treonina, arginina, isoleucina, leucina, metionina, cistina, fenilalanina, tirosina, triptofano, valina e istidina.

I fabbisogni proteici e amminoacidici variano con l'età e lo stato fisiologico del coniglio: sono superiori nelle prime fasi dell'accrescimento e minori nell'animale maturo. Il livello di proteina alimentare necessario per soddisfare le esigenze del coniglio è variabile a seconda del profilo aminoacidico apportato, della digeribilità della proteina e del livello di ingestione. Quest'ultimo infine è correlato direttamente alla concentrazione di energia digeribile (ED) della dieta. Il fabbisogno si aggira intorno al 15-16 % di PG o 10,5%-11% di

proteina digeribile (PD) per i conigli in accrescimento. Un altro parametro utile nella valutazione del valore nutritivo dei mangimi è dato dal rapporto tra PD/ED, in quanto l'appetito nei conigli è regolato a livello chemiostatico (Fraga, 1998). Nei conigli in accrescimento, il rapporto PD/ED ottimale è tra 10,5-11,0 g/MJ (Xiccato, 1993), che assicura un'ingestione giornaliera di 19-20 g di PG o di 12-14 g di PD. Con questi valori di ingestione si ottiene il massimo accrescimento muscolare, mentre con valori inferiori e con un minor rapporto PD/ED la crescita diminuisce.

La ciecotrofia copre solo il 15-20% del fabbisogno proteico dei conigli allevati in modo intensivo (De Blas e Mateos, 1998). Si rende sempre necessario quindi, un corretto apporto di amminoacidi con la dieta e un'integrazione con amminoacidi di sintesi. Bisogna anche valutare le differenze di digeribilità tra gli amminoacidi di sintesi e quelli forniti dalle materie prime. In generale, la digeribilità degli amminoacidi di sintesi è circa il 30% superiore a quella degli amminoacidi apportati con gli alimenti (De Blas e Mateos, 1998).

Ancora oggi è oggetto di numerosi studi di settore la concentrazione ottimale nella dieta di amminoacidi essenziali. Secondo De Blas e Mateos (1998), il contenuto di lisina deve essere superiore allo 0,75% e quello degli amminoacidi solforati non inferiore al 0,54% al fine di non compromettere la crescita, l'efficienza alimentare e la qualità della carcassa.

Le proteine fermentate dalla flora ciecale sono convertite in ammoniaca che rappresenta la maggiore fonte di azoto per la sintesi di proteina microbica. Circa il 25% dell'ammoniaca ciecale origina dal catabolismo dell'urea ematica assorbita attraverso la parete ciecale e successivamente viene convertita in ammoniaca dalla flora ureolitica. Più limitate sono le informazioni disponibili sulla relazione fra la concentrazione di fibra digeribile e di proteina, il cui squilibrio potrebbe modificare l'attività ciecale a favore delle fermentazioni proteolitiche, con un innalzamento della concentrazione di azoto ammoniacale e del pH e conseguente insorgenza e sviluppo di batteri altamente patogeni (Bennegadi e coll., 2000).

Gutiérrez e coll. (2003) hanno confrontato quattro fonti proteiche (f.e. di girasole, f.e. di soia, concentrato proteico di soia e di patate) in diete isoproteiche e isoenergetiche: l'impiego di f.e. di girasole e concentrato proteico di soia, a ridotto contenuto di fattori anti-nutrizionali, ha migliorato la digeribilità ileale della proteina e le prestazioni produttive, riducendo inoltre il livello di mortalità.

1.7. Escrezione di azoto

La valutazione dell'escrezione di azoto nell'ambiente da parte degli allevamenti zootecnici è divenuta tematica di ricerca e approfondimento molto rilevante a causa

dell'attenzione del legislatore europeo e nazionale verso la quantificazione dell'output nell'ambiente, la gestione dei reflui e la limitazione del carico di azoto per ettaro. Recentemente, Xiccato e coll. (2007) hanno quantificato i contenuti di azoto nei reflui di allevamenti cunicoli definendo per gli allevamenti a ciclo chiuso (riproduzione+ingrasso) con coniglia fattrice di 4 kg di peso vivo e una produttività media di 43 conigli venduti/anno al peso di macellazione di 2,5 kg, l'escrezione totale pari a 7,7 kg/fattrice/anno e quelle di azoto netto al campo pari a 5,3 kg/fattrice/anno. Negli allevamenti a ciclo aperto da riproduzione con fattrici di 4 kg di peso vivo che svezzano 47 coniglietti del peso di 0,9 kg, l'escrezione di azoto è risultata pari a 1,8 kg/fattrice/anno. Negli allevamenti a ciclo aperto da ingrasso con conigli acquistati a 0,9 kg e venduti a 2,5 kg di peso vivo e con 7 cicli di ingrasso/anno, l'escrezione di azoto netto al campo è risultata pari a 0,58 kg/coniglio all'ingrasso medio nazionale/anno.

Il recepimento della direttiva Nitrati CEE 676/91 con il DLG 152/99 ha di fatto definito le zone vulnerabili ai nitrati di origine agricola, ponendo come parametro il carico di azoto per ettaro. La normativa definisce i criteri per la gestione dei reflui, ma non dà indicazioni sui fattori in grado di modificare l'escrezione azotata degli allevamenti. In generale, l'escrezione azotata è influenzata da numerosi fattori, i più importanti dei quali, per quanto riguarda la sola fase di ingrasso, risultano essere il livello di proteina nelle diete e l'età di macellazione dei conigli.

Secondo Maertens e coll. (1997), soddisfatti i fabbisogni aminoacidici con l'integrazione di aminoacidi di sintesi, è possibile ridurre il livello proteico della dieta dal 17,1% al 15,7% senza compromettere le prestazioni zootecniche, con una riduzione dell'azoto escreto dell'11%. Un ulteriore abbassamento del livello proteico sino al 13,8% di PG comporta una riduzione dell'accrescimento giornaliero del 9%, ma anche ad una diminuzione dell'escrezione del 38%.

Xiccato e coll. (1999) hanno osservato che conigli alimentati con diete ad alti livelli proteici dai 36 giorni sino alla macellazione, hanno presentato un'escrezione azotata maggiore rispetto ai conigli alimentati con bassi livelli proteici (da 102 a 84 g), mentre l'azoto ritenuto dal corpo è stato pressoché simile (da 66 a 64 g). La somministrazione della dieta a minore concentrazione proteica ha ridotto l'accrescimento medio giornaliero e la ritenzione azotata del 2% ma ha portato ad una riduzione dell'azoto escreto nell'ambiente pari al 18% durante tutto il periodo di allevamento.

L'escrezione di azoto cambia notevolmente in funzione dell'età di macellazione dei conigli, tanto che l'allungamento di una sola settimana di ciclo di ingrasso determina una riduzione dell'accrescimento medio giornaliero del 4%, l'azoto ritenuto del 2% mentre quello

escreto giornalmente aumenta del 32%. La somministrazione di diete a livello proteico più basso nel periodo dai 32 ai 56 giorni di età (dal 16,0 al 14,5%) determina un minore accrescimento giornaliero (-6%) e una conseguente minore escrezione di azoto corporeo (-6%), e al tempo stesso una escrezione azotata nell'ambiente inferiore del 7%. Questo ha dimostrato che in questa fase una riduzione della quantità di proteina riduce l'accrescimento e non determina vantaggi sostanziali per l'ambiente. Nel secondo periodo, invece, una riduzione del livello proteico delle diete (dal 15,4 al 14,3%) non ha modificato l'accrescimento medio giornaliero e l'azoto ritenuto, mentre l'ulteriore abbassamento del livello proteico (13,1%) ha ridotto l'accrescimento e la ritenzione di azoto solo del 3%, ma ha abbassato del 15% la quantità di azoto escreto rispetto alla dieta a più alta concentrazione proteica.

L'impiego di diete differenziate per livelli proteici durante l'allevamento degli animali permette di soddisfare al meglio le esigenze nutrizionali dei conigli e garantire le massime prestazioni produttive, con il vantaggio di ridurre l'escrezione azotata nell'ambiente.

2. OBIETTIVI

L'analisi delle problematiche più frequenti nel comparto cunicolo spinge a testare piani alimentari per conigli in post-svezzamento ed ingrasso in grado di ridurre l'insorgenza e la gravità delle malattie digestive aumentare l'efficienza alimentare e limitare l'escrezione azotata, riducendo l'età di macellazione degli animali e garantendo ottimali prestazioni produttive e qualitative.

Gli studi realizzati hanno dimostrato che l'aumento del rapporto fibra digeribile/fibra indigeribile riduce il rischio sanitario in allevamento, e che la fibra digeribile potrebbe sostituire l'amido ai fini della prevenzione delle malattie digestive, pur consentendo adeguati livelli di energia digeribile nel mangime.

Inoltre un'attenta valutazione dell'apporto aminoacidico, ed il mantenimento di corretti rapporti proteina/energia, permetterebbero una riduzione del livello proteico nella dieta e la conseguente riduzione di escrezioni azotate nell'ambiente senza compromettere i ritmi di crescita e la qualità del prodotto.

La riduzione dell'età di macellazione permetterebbe di ottimizzare il ciclo riproduttivo delle coniglie, attualmente basato sul riaccoppiamento a 18-19 giorni *post-partum*, con un interparto di 7 settimane che permette quindi di realizzare 7,4 cicli riproduttivi per anno, per un peso di macellazione realizzato a età superiori a 80-85 d. Il raggiungimento del peso commerciale di macellazione a 78-80 giorni permetterebbe di adottare un ritmo con interparto di 42 giorni e di realizzare 8,6 cicli riproduttivi per anno, con un importante miglioramento dell'efficienza del settore riproduzione. La macellazione a età inferiori consentirebbe inoltre altri vantaggi, tra cui il miglioramento della conversione alimentare e la riduzione dell'escrezione azotata.

Fatte queste premesse, nella presente prova si è inteso valutare l'impiego della somministrazione a conigli all'ingrasso di diete caratterizzate da due livelli di proteina (15 vs 17%), e tre livelli di amido (10-14-18%) e fibra digeribile (18-20-22%) in sostituzione alla fibra indigeribile (ADF) con gli obiettivi di migliorare lo stato di salute e la conversione alimentare, aumentare l'efficienza di utilizzazione proteica, ridurre l'età di macellazione ed ottenere elevate qualità della carcassa e della carne.

3. MATERIALI E METODI

3.1. Descrizione dell'allevamento

La prova è stata condotta presso le nuove strutture di stabulazione dell'Azienda Agraria Sperimentale "Toniolo" dell'Università di Padova (Figura 2), nel periodo ottobre-novembre 2008. Il ricambio d'aria è stato garantito da ampie finestre con sistema di apertura a vasistas e da grandi ventilatori automatici ad estrazione.



Figura 2. Stabulario per conigli dell'Azienda Agraria Sperimentale "Toniolo"

La temperatura massima non ha mai superato i 23°C e la temperatura minima è risultata pari a 14°C (Figura 3a). I valori medi di temperatura minima e massima si sono attestati rispettivamente sui 17 e 20°C. L'umidità relativa massima giornaliera ha fatto registrare un valore medio del 75%, con un minimo del 45% e un massimo dell'90% (Figura 3b). L'umidità relativa minima è risultata mediamente pari al 65% ed è variata dal 36% al 83%.

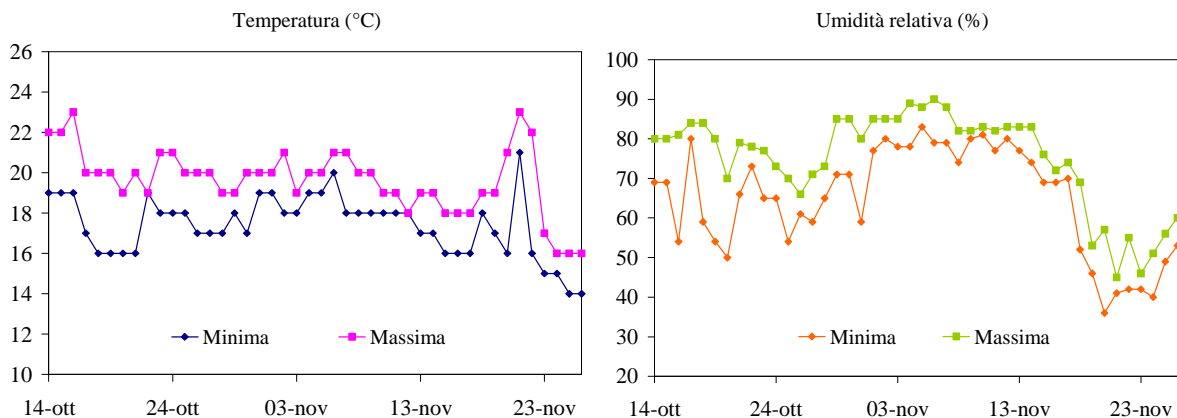


Figura 3. Andamento delle temperature minime e massime (a) e dell'umidità relativa minima e massima (b) nel corso della prova

Nel locale di allevamento erano presenti gabbie commerciali per lo svezzamento e l'ingrasso e gabbie sperimentali da digeribilità (25 x 44 x 28 cm) in rete zincata (Figura 4 e 5). Entrambe le tipologie di gabbie erano dotate di mangiatoia per la distribuzione manuale del mangime, posta esternamente e progettata per evitare sprechi di mangime, e di abbeveratoio ad ugello.

Le gabbie utilizzate per la determinazione della digeribilità *in vivo* e del valore nutritivo dei mangimi inoltre erano provviste di un deflettore in acciaio per la separazione delle urine dalle feci e di cassetto in rete zincata con maglie di circa 3 mm, posto sotto la gabbia per la raccolta delle feci (Figura 5).

Prima dell'arrivo dei conigli, il locale di allevamento è stato sottoposto ad un lungo periodo di vuoto sanitario, seguito da trattamento disinfettante e fungicida con enilconazolo (Clinafarm Smoke, Janssen–Cilag Animal Health, Cologno Monzese, Milano, Italia).



Figura 4. Batteria di gabbie di digeribilità **Figura 5.** Particolare delle gabbie di digeribilità

3.2. Animali, diete e rilievi sperimentali

I conigli sono stati prelevati da un allevamento commerciale (Nogara, Verona). All'età di 36 giorni, sono stati selezionati 282 conigli ibridi Grimaud da fattrici pluripare che non avevano presentato problemi sanitari nel periodo precedente e con nidiata omogenea per peso e numero. Gli animali, già vaccinati contro la mixomatosi, sono stati trasportati presso la stalla dell'Azienda Agraria Sperimentale dell'Università di Padova all'interno di 28 gabbie da trasporto a bassa densità (10-11 per gabbia), in modo da ridurre al minimo lo stress da trasporto.

Al loro arrivo gli animali presentavano un ottimo stato di salute e un peso medio di 951 ± 31 g. Sono stati quindi posti nelle gabbie individuali da ingrasso e digeribilità e assegnati alle diete sperimentali.

I conigli sono stati suddivisi in sei gruppi da 47 animali ciascuno ($6 \times 47 = 282$) e alimentati con sei diete formulate secondo un disegno bifattoriale (2 livelli di proteina x 3 rapporti (amido+FD)/ADF), come semplificato nello schema seguente:

	Proteina 15%	Proteina 17%
(Amido10+FD18)/ADF22	Dieta A15	Dieta A17
(Amido14+FD20)/ADF18	Dieta B15	Dieta B17
(Amido18+FD22)/ADF14	Dieta C15	Dieta C17

Le diete A15, C15, A17 e C17 sono state formulate e prodotte in mangimificio, mentre le diete B15 e B17 sono state ottenute al momento della distribuzione agli animali miscelando in parti uguali le diete A15 e C15 e le diete A17 e C17, rispettivamente.

All'arrivo, gli animali sono stati pesati e i mangimi sperimentali distribuiti. La prova è cominciata il giorno successivo all'arrivo dei conigli (all'età di 37 giorni). I conigli sono stati allevati per 42 giorni e fino alla macellazione realizzata a 79 giorni di età.

I conigli sono stati immatricolati mediante l'applicazione di una marca auricolare per consentirne l'identificazione individuale. Tutte le operazioni sono state eseguite con cura in modo da evitare ogni ulteriore stress per gli animali. Per ogni animale è stata predisposta una scheda per la registrazione dei dati individuali relativi a consumo e peso vivo, nonché l'annotazione di eventuali problemi sanitari intercorsi durante la prova (Scheda 1).

Nel corso del periodo sperimentale, il peso vivo dei conigli ed il consumo individuale di alimento sono stati misurati individualmente tre volte la settimana (lunedì, mercoledì e venerdì).

Per misurare il valore nutritivo dei mangimi, è stata realizzata una prova di digeribilità su 60 animali (10 animali per dieta) nel periodo dai 49 ai 53 giorni di età.

A 45 giorni di età, sono stati sacrificati 36 conigli (6 per gruppo sperimentale), allo scopo di valutare le condizioni della mucosa intestinale e misurare l'attività fermentativa ciecale, riducendo così la numerosità dei gruppi sperimentali da 47 a 41 animali per dieta.

A 79 giorni di età, sono stati selezionati 120 animali (20 per gruppo sperimentale), rappresentativi per peso medio e variabilità, da macellare secondo le procedure commerciali presso un macello commerciale.

Scheda 1. Scheda individuale per la registrazione giornaliera dei dati.

Prova 2008 / 2° semestre Conversione					Animale:	Sesso:	
					Gabbia:	Trattamento:	
Data		età (gg)	Peso mangiatoia		Consumo mangime	Peso animale	Note
			Piena	Residua			
Mar	14/10	36					Arrivo animali
Mer	15/10	37					Inizio prova
Gio	16/10	38					
Ven	17/10	39					
Sab	18/10	40					
Dom	15/10	41					
Lun	20/10	42					
Mar	21/10	43					
Mer	22/10	44					
Gio	23/10	45					
Ven	24/10	46					
Sab	25/10	47					
Dom	26/10	48					
Lun	27/10	49					Inizio prova digeribilità
Mar	28/10	50					
Mer	29/10	51					
Gio	30/10	52					
Ven	31/10	53					Fine prova digeribilità
Sab	01/11	54					
Dom	02/11	55					
Lun	03/11	56					
Mar	04/11	57					
Mer	05/11	58					
Gio	06/11	59					
Ven	07/11	60					
Sab	08/11	61					
Dom	09/11	62					
Lun	10/11	63					
Mar	11/11	64					
Mer	12/11	65					
Gio	13/11	66					
Ven	14/11	67					
Sab	15/11	68					
Dom	16/11	69					
Lun	17/11	70					
Mar	18/11	71					
Mer	19/11	72					
Gio	20/11	73					
Ven	21/11	74					
Sab	22/11	75					
Dom	23/11	76					
Lun	24/11	77					
Mar	25/11	78					
Mer	26/11	79					Macellazione commerciale

3.3. Controllo veterinario e stato di salute

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

Nel corso della prova la mortalità si è attestata su valori medi dell'8,5% con 21 animali morti, di cui 7, 6, 3, 1, 3 e 1 per i conigli alimentati con le diete A15, A17, B15, B17, C15 e C17, rispettivamente. I decessi si sono verificati in seguito a problemi digestivi come accertato dalle osservazioni necroscopiche dalle analisi sugli animali morti realizzate dall'Istituto Zooprofilattico Sperimentale delle Venezie (sede di Legnaro).

I problemi sanitari sono tuttavia regrediti spontaneamente e non si è resa necessaria l'adozione di alcun trattamento antibiotico.

3.4. Mangimi sperimentali

I mangimi, di tutte le diete, sono stati pellettati con un diametro di 3,5 mm e una lunghezza di 1,0-1,1 cm.

Le diete sono state formulate in modo da presentare 2 livelli proteici (15 e 17%). Entro livello proteico, le diete prodotte presentavano concentrazioni teoriche crescenti di amido dal 10 al 18% e di FD dal 18 al 22%, cui corrispondeva un decremento del livello di ADF dal 22 al 14%. Il rapporto FD/ADF aumentava da 0,8 a 1,6 e quello amido/ADF da 0,5 a 1,3. Il livello proteico delle diete era aumentato grazie una maggiore inclusione di f.e. di soia 48% PG e di girasole 35% PG (+7-8 punti) e orzo (+4-5 punti) compensata da una riduzione di crusca di frumento (-12/15 punti).

L'aumento del livello di FD e amido era realizzato a scapito della fibra indigeribile (ADF) ed era ottenuto mediante l'aumento dell'inclusione di polpe secche di bietola (+30 punti), orzo (+26-28 punti) e farine proteiche (+13-15 punti) a svantaggio del livello di erba medica disidratata (-58 punti) e crusca (-13-14 punti).

Le diete sono state integrate con aminoacidi di sintesi, micro e macro minerali e vitamine in modo da soddisfare i fabbisogni nutrizionali dei giovani conigli.

Le formule delle diete sperimentali sono riportate nella tabella 1.

Tabella 1. Formula e composizione chimica stimata delle diete sperimentali

	Dieta A15	Dieta C15	Dieta A17	Dieta C17
	PG 15%	PG 15%	PG 17%	PG 17%
	Amido 10%	Amido 18%	Amido 10%	Amido 18%
	FD 18%	FD 22%	FD 18%	FD 22%
	ADF 22%	ADF 14%	ADF 22%	ADF 14%
Medica disidratata 16% (PG:16,10%)	63,30	5,00	60,00	5,50
Crusca di frumento (PG: 13,90%)	32,00	18,00	18,00	5,00
Orzo nazionale (PG: 10,26%)	0,00	27,00	8,00	33,50
Polpe secche di bietola (PG: 8,00%)	0,00	30,00	0,00	30,00
Soia f.e. 48% (PG: 47,90%)	0,00	10,00	4,60	15,50
Girasole f.e. 35% (PG: 35,0%)	0,00	5,00	5,00	6,00
Olio di soia	1,50	1,00	1,00	0,50
Melasso	1,50	1,50	1,50	1,50
Carbonato di calcio	0,00	0,63	0,00	0,38
Fosfato bicalcico	0,28	0,70	0,73	1,15
Cloruro sodico	0,40	0,40	0,40	0,40
L-lisina liquida	0,30	0,10	0,10	0,00
DL-metionina	0,15	0,10	0,10	0,00
Integratore vitaminico-minerale	0,40	0,40	0,40	0,40
Colina	0,07	0,07	0,07	0,07
Coccidiostatico	0,10	0,10	0,10	0,10

3.5. Prova di digeribilità

La digeribilità apparente fecale e il valore nutritivo delle diete sperimentali sono stati determinati in una prova di digeribilità *in vivo*, utilizzando 60 conigli in accrescimento (10 animali per dieta) di 49 giorni, condotta secondo metodiche armonizzate EGRAN (Perez e coll., 1995). La raccolta delle feci è stata effettuata per 4 giorni consecutivi (da 49 a 53 giorni di età). Le feci, raccolte giornalmente, sono state conservate separatamente per ciascun animale in sacchetti di plastica a -18°C fino alle determinazioni analitiche. Durante il periodo di raccolta, il consumo di alimento e il peso vivo degli animali sono stati controllati quotidianamente.

3.6. Prelievo del contenuto ciecale e del tessuto intestinale

Allo scopo di misurare le caratteristiche chimiche del contenuto ciecale e la morfologia della mucosa intestinale, 36 animali (6 per dieta) sono stati macellati a 45 giorni di età, assicurando la rappresentatività in termini di peso medio e variabilità entro gruppo sperimentale.

I conigli sono stati pesati subito prima della macellazione, quindi soppressi mediante un'iniezione intracardiaca di un prodotto commerciale per eutanasia animale (Tanax, Hoechst Roussel Vet GmbH Unterschleißheim, Munich, Germany).

Di seguito, l'intero apparato digerente è stato rimosso e pesato prima e dopo lo svuotamento del contenuto intestinale. Anche il cieco e lo stomaco sono stati pesati separatamente. Sono stati realizzati due prelievi di tessuto intestinale; uno in corrispondenza della porzione terminale dell'ileo (a circa 5 cm dalla valvola ileo-cieco-colica) ed uno nella porzione mediana del digiuno. Il contenuto ciecale è stato campionato e analizzato. Sul campione fresco è stato misurato il pH. Circa 50 g di contenuto ciecale sono stati diluiti con 10 ml di una soluzione al 25% di acido ortofosforico e, quindi, conservati a -18°C per le successive analisi.

3.7. Analisi chimiche

I campioni di mangimi e feci sono stati macinati mediante un molino a rotore (mod. ZM 100, Retsch, Haan, Germany) con griglia di 1 mm di diametro. Le analisi chimiche dei mangimi e delle feci sono state eseguite secondo la metodologia ufficiale (A.O.A.C., 2000) e seguendo le procedure armonizzate a livello europeo (EGRAN, 2001). Il contenuto di fibra è stato determinato con metodo Weende per la fibra grezza e con metodo Van Soest per le frazioni fibrose (NDF, ADF e ADL). Il contenuto di fibra dietetica totale (TDF, Total Dietary Fibre) è stato determinato mediante procedura gravimetrica-enzimatica prevedendo il trattamento con α -amilasi, proteasi e aminoglucosidasi (Megazyme Int. Ireland Ltd., Wicklow, Ireland) (Metodi AOAC 991.43, 32-07, 32-21, 985.29, 32-05). Il contenuto di FD è stato calcolato come differenza fra il contenuto di TDF e quello di ADF. Il contenuto di pectine è stato calcolato per differenza tra il contenuto di TDF e quello di NDF. Il contenuto energetico dei mangimi e delle feci è stato misurato con bomba calorimetrica adiabatica (Martillotti e coll., 1987).

Le analisi del contenuto ciecale sono state realizzate sui campioni dopo scongelamento a 4°C per 16 ore. Cinque grammi di contenuto ciecale sono stati posti in una provetta da centrifuga e addizionati con 20 ml di acqua distillata. Le provette sono state centrifugate per 10 min a 10000 g/min. Una prima aliquota di 5 ml di surnatante è stata utilizzata per la determinazione del contenuto di azoto ammoniacale (N-NH₃), mentre una seconda aliquota di 1 ml di surnatante è stata destinata alla determinazione degli acidi grassi volatili (AGV). Sulla prima aliquota, opportunamente diluita, è stato determinato l'N-NH₃ mediante pHmetro (PHM 84, Research pH-meter, Radiometer, Copenhagen, Denmark) munito di elettrodo specifico (mod. 9512, Orion Research Incorporated, Boston, USA) (Martillotti e coll., 1987). Sulla seconda aliquota è stato aggiunto lo standard interno ed è stata misurata la concentrazione totale e la percentuale molare degli AGV mediante gas-cromatografia (HRGC 5300 Carlo Erba, Milano, Italy) su colonna capillare (JXR, Mega, Milano, Italy), secondo il

metodo descritto da Osl (1988). L'analisi è stata effettuata utilizzando una colonna capillare di silice fusa (lunghezza: 30 m; diametro interno: 0,25 mm) e idrogeno (flusso di 2 ml/min) come gas di trasporto. La temperatura iniziale della colonna è stata di 40°C per 2 min, con un successivo aumento di 5°C/min, cui è seguita per 1 min una isoterma, quindi un aumento di 7°C/min fino a 140°C, ed un ulteriore aumento di 15°C/min fino a 200°C.

3.8. Macellazione commerciale

A 79 giorni di età, dagli animali in prova sono stati selezionati 120 animali (20 per dieta), rappresentativi entro gruppo per peso medio e variabilità, da sottoporre a macellazione commerciale. Gli animali sono stati trasportati in gabbie da 50 x 100 x 30 cm, caricando 10 conigli per gabbia (20 conigli/m²). Mangime e acqua sono rimasti disponibili fino al momento del carico (dalle 5:30 alle 6:30). Il trasporto ha avuto una durata di circa 60 minuti. La macellazione è stata realizzata presso un macello commerciale. Gli animali sono stati pesati in allevamento prima di essere caricati nelle gabbie, quindi ripesati al macello prima della macellazione. La macellazione è iniziata verso le 9:30 ed è terminata verso le 10:30. Gli animali sono stati soppressi mediante incisione giugulare, preceduta da stordimento con scarica elettrica secondo la normale prassi del macello.

La macellazione degli animali è stata effettuata in modo conforme ai protocolli sperimentali di macellazione dei conigli proposti a livello internazionale (Blasco e coll., 1993). Le operazioni alla macellazione si sono articolate nei seguenti passaggi:

- misurazione del peso vivo ante-macellazione;
- stordimento e giugolazione dell'animale;
- scuoiatura dell'animale;
- separazione e pesatura dell'apparato digerente pieno e della vescica;
- avvio delle carcasse al tunnel di refrigerazione a 4°C e permanenza in questo per 2 h.

All'uscita dal tunnel di refrigerazione, le carcasse refrigerate sono state, chiuse in sacchetti di plastica e trasportate presso il Dipartimento di Scienze Animali dell'Università degli Studi di Padova, dove sono state poste in cella a 4°C. Il mattino seguente è stato misurato il pH in due punti ravvicinati dei muscoli *longissimus lumborum* e *biceps femoris* mediante pHmetro (Crison Basic C20) dotato di elettrodo combinato a lancia e di sonda termica (Xiccato e coll., 1994) (Figura 6). Sugli stessi muscoli è stato misurato il colore mediante colorimetro Minolta Spectrophotometer CM-508 C (Minolta, Milano) (Figura 7), secondo il metodo Hunter L*a*b* che prevede la misura della luminosità (L*), dell'indice del rosso (a*) e dell'indice del giallo (b*) (Rennere, 1982). Sono stati calcolati l'indice croma (C) [$C^*=(a^{*2}+b^{*2})^{0,5}$] e l'indice tinta (T) [$T^*=\text{arctangente}(b^*/a^*)$].

Le carcasse sono state quindi pesate e sottoposte a dissezione, conformemente al protocollo di Blasco e coll. (1993). La carcassa priva di testa, fegato, organi toracici e reni, denominata convenzionalmente “carcassa di riferimento”, è stata ulteriormente sezionata per misurare l’incidenza dell’arto posteriore destro e del grasso separabile (perirenale, periscapolare), considerati validi indici di muscolosità e di adiposità dell’intera carcassa. Le ossa sono state quindi separate dalla carne dell’arto posteriore destro per determinare il rapporto muscoli/ossa, utilizzato come indice di riferimento della carnosità dell’intera carcassa (Parigi Bini e coll., 1992).

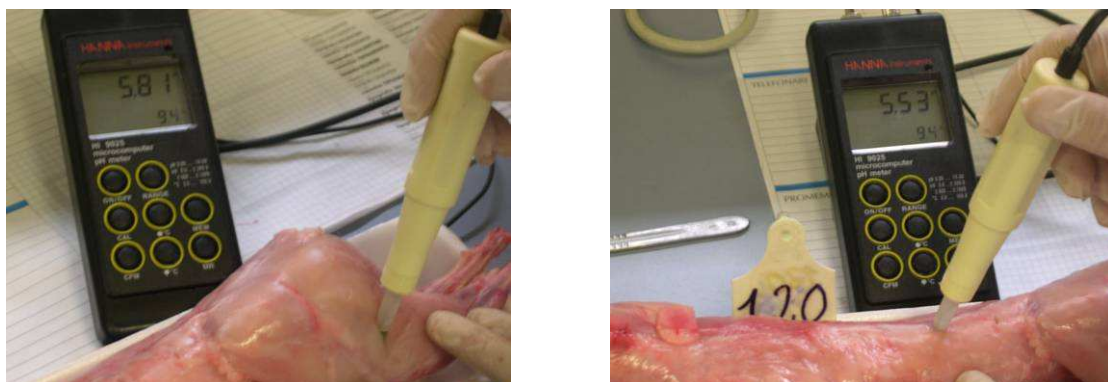


Figura 6. Misura del pH sui m. *longissimus dorsi* e *biceps femoris*



Figura 7. Misura del colore sui m. *longissimus dorsi* e *biceps femoris*

3.9. Trattamento dei dati ed elaborazione statistica

I dati di allevamento sono stati immessi su supporto elettronico (Microsoft Excel 7.0) e utilizzati per una valutazione immediata e un controllo continuo delle prestazioni.

Le prestazioni produttive dallo svezzamento alla macellazione, le rese di macellazione e la qualità della carcasse e della carne sono stati sottoposti ad analisi della varianza considerando come fattori di variabilità il livello di proteina, il rapporto (FD+amido)/ADF, il sesso degli animali e la loro interazione. I dati relativi alla digeribilità in vivo, alla mucosa

intestinale e all'attività fermentativa ciecale sono stati sottoposti ad analisi della varianza considerando come fattori di variabilità il livello di proteina e il rapporto (amido+FD/ADF) della dieta e la loro interazione.

L'analisi statistica è stata effettuata mediante analisi della varianza, utilizzando la procedura GLM del SAS (1991).

Ai fini dell'analisi statistica dei risultati di morbidità e mortalità, i conigli sono stati considerati malati in caso di diarrea o presenza di muco o di netta e prolungata riduzione del consumo alimentare (approssimativamente -20% rispetto alla misurazione precedente) e dell'accrescimento (perdita di peso per due o più giorni consecutivi). Nel calcolo della morbidità, ogni animale malato è stato considerato una sola volta anche in caso di episodi ripetuti, mentre gli animali morti sono stati esclusi dal calcolo della morbidità e inclusi solo nel calcolo della mortalità. Il rischio sanitario è stato calcolato come la somma di morbidità e mortalità (Bennegadi e coll., 2000).

I valori medi di mortalità, morbidità e rischio sanitario sono stati confrontati utilizzando la procedura CATMOD del SAS (1991) e considerando l'effetto della dieta somministrata e dei fattori principali (rapporto (amido+FD)/ADF e livello di proteina).

4. RISULTATI E DISCUSSIONE

4.1. Composizione chimica delle diete sperimentali

La composizione chimica delle diete misurata in laboratorio è riportata nella Tabella 2. Non sono state misurate differenze rilevanti fra la composizione chimica prevista in fase di formulazione e quella misurata analiticamente. Solo il contenuto di proteina grezza della dieta B17 è risultato leggermente superiore alle previsioni, considerato anche che la dieta è stata ottenuta come miscela delle diete A17 e C17. Le diete sono risultate molto diverse dal punto di vista chimico, con un contenuto di fibra grezza dal 10 al 20% circa, un livello di NDF dal 27 al 40% circa e ADL da un minimo dell'1,5% ad un massimo del 5%. Il contenuto di FD è variato dal 20 al 24% con le maggiori variazioni a carico delle pectine, piuttosto che delle emicellulose. Il contenuto di amido, infine, è variato da un minimo dell'8% ad un massimo del 18%.

Tabella 2. Composizione chimica delle diete sperimentali (analisi di laboratorio, % t.q.)

	Dieta					
	A15	B15	C15	A17	B17	C17
Sostanza secca, %	90,3	89,5	89,0	90,0	89,6	89,1
Proteina grezza, %	14,9	15,3	15,2	16,9	17,0	16,7
Estratto etereo, %	4,0	3,4	3,2	3,2	2,8	2,4
Fibra grezza, %	19,7	15,6	10,3	18,8	14,9	9,8
Ceneri, %	7,7	6,8	5,9	8,0	7,1	5,9
TDF, %	44,2	41,7	37,9	42,7	41,7	37,1
NDF, %	39,9	33,5	29,1	37,5	32,1	27,1
ADF, %	23,3	18,0	13,8	22,6	17,9	13,2
Emicellulose (NDF-ADF), %	16,6	15,6	15,3	14,9	14,2	13,9
ADL, %	5,1	3,2	1,9	4,8	3,1	1,5
Fibra digeribile (TDF-ADF)	20,9	23,7	24,2	20,1	21,5	23,9
Pectine (TDF-NDF), %	4,4	8,1	8,9	5,2	7,3	10,0
Amido, %	8,3	13,4	17,7	9,9	13,9	18,0
Energia lorda, MJ/kg	17,00	16,64	16,33	16,73	16,46	16,13
Rapporto amido/ADF	0,36	0,75	1,29	0,44	0,78	1,36
Rapporto FD/ADF	0,90	1,32	1,76	0,89	1,20	1,81
Rapporto FD/PG	1,40	1,55	1,59	1,19	1,23	1,43
Rapporto (amido+FD)/ADF	1,3	2,1	3,0	1,3	2,0	3,2

Da un punto di vista teorico, e come previsto, la dieta B15 è risultata essere una classica dieta per conigli all'ingrasso, relativamente sicura per il soddisfacimento dei fabbisogni nutrizionali e per la prevenzione delle patologie digestive: il contenuto di proteina grezza era infatti adeguato, l'apporto fibroso intermedio e sufficiente per il periodo considerato con un adeguato livello di fibra indigeribile (ADF al 18%) e di FD (23,7%) per un

rapporto FD/ADF pari ai limiti massimi raccomandati da Gidenne (2003); contemporaneamente, il livello di amido (13,4%) ha assicurato un adeguato apporto energetico per gli animali in fase di accrescimento. La dieta A15 è apparsa molto povera dal punto di vista energetico, mentre la dieta C15 è risultata rischiosa per lo sviluppo di patologie digestive a causa del ridotto apporto di fibra indigeribile (ADL: 1,9%) rispetto ad un contenuto di amido elevato (17,7%) (Lebas e coll., 1989; Gidenne e García, 2006).

Il rapporto (amido+FD)/ADF è risultato pari a 1,3 in media per le diete A, 2,0 per le diete B e 3,1 per le diete C, e quindi perfettamente in linea con il rapporto previsto in fase di formulazione.

Sempre da un punto di vista teorico, il maggiore contenuto di proteina delle diete A17, B17 e C17 avrebbe dovuto rappresentare un ulteriore fattore di rischio di disturbi digestivi (Carabaño e coll., 2008).

4.2. Digeribilità e valore nutritivo delle diete sperimentali

La Tabella 3 riporta l'analisi dell'effetto dei fattori sperimentali considerati sulla digeribilità della sostanza secca e dei principi nutritivi, mentre nella Tabella 4 sono riportati gli stessi valori in funzione delle diete sperimentali con la probabilità dell'interazione Rapporto amido/FD x Livello di proteina e il valore nutritivo delle diete.

Tabella 3. Digeribilità (%) della sostanza secca delle diete sperimentali: effetto del livello di proteina e del rapporto (amido+FD/ADF)

	Rapporto (amido+FD)/ADF				Livello proteina			DSR
	1,3	2,0	3,1	Prob.	15%	17%	Prob.	
Conigli, n	20	23	22		32	33		
Sostanza secca	50,8	60,5	71,5	<0,001	60,3	61,6	<0,01	2,0
Proteina grezza	74,1	73,2	74,2	0,19	73,2	74,5	<0,01	1,9
Estratto etereo	76,7	76,5	76,3	0,72	77,8	75,1	<0,001	1,7
Fibra grezza	7,2	19,0	32,3	<0,001	19,4	19,6	0,87	4,7
TDF	22,4	38,3	56,9	<0,001	38,4	40,0	0,05	3,1
NDF	16,1	29,0	48,1	<0,001	30,6	31,6	0,30	3,7
ADF	8,9	18,2	34,8	<0,001	19,9	21,4	0,17	4,3
Emicellulose	26,6	42,1	60,5	<0,001	42,7	43,5	0,34	3,3
Pectine	73,1	77,5	82,9	<0,001	77,5	78,2	0,59	5,5
Fibra digeribile	37,5	54,2	69,2	<0,001	52,8	54,5	0,02	2,7
Amido	97,2	97,8	98,6	<0,001	97,8	97,9	0,13	0,4
Energia lorda	50,3	59,7	70,7	<0,001	59,4	61,2	<0,01	2,1

La digeribilità della sostanza secca è notevolmente e significativamente aumentata all'aumentare del rapporto (amido+FD)/ADF di circa 10 punti percentuali dalle diete A alle diete B e di altri 10 punti dalle diete B alle diete C corrispondenti ad una variazione da 50,8% a 60,5% e 71,5%, rispettivamente (P<0,001). L'aumento del rapporto (amido+FD)/ADF non

ha modificato la digeribilità della proteina grezza o dell'estratto etereo, mentre ha significativamente aumentato quella della fibra e delle diverse frazioni fibrose.

Le differenze di formulazione fra le diete A, B e C, con la riduzione dell'inclusione di erba medica a favore di alimenti energetici contenenti amido e di materie prime ricche di fibra digeribile, spiegano l'aumento di digeribilità della sostanza secca e delle frazioni fibrose misurata, anche se le differenze sono risultate perfino superiori a quanto atteso.

Tabella 4. Digeribilità (%) della sostanza secca delle diete sperimentali

	Dieta						Prob. ¹
	A15	B15	C15	A17	B17	C17	
Conigli, n	10	11	11	10	12	11	
Sostanza secca	49,7	59,9	71,2	52,0	61,0	71,8	0,42
Proteina grezza	72,3	72,8	74,5	75,9	73,7	73,9	<0,01
Estratto etereo	76,3	78,1	79,0	77,0	74,8	73,5	<0,001
Fibra grezza	7,4	19,1	31,7	7,0	18,9	32,9	0,82
TDF	21,9	38,1	55,2	22,9	38,4	58,5	0,29
NDF	16,3	28,7	46,8	15,9	29,4	49,4	0,43
ADF	7,8	17,3	34,5	10,0	19,0	35,1	0,82
Emicellulose	28,2	41,8	57,9	24,9	42,5	63,0	<0,001
Pectine	72,9	76,8	82,7	73,2	78,3	83,1	0,94
Fibra digeribile	37,6	53,8	67,0	37,4	54,6	71,4	0,02
Amido	96,8	98,0	98,6	97,6	97,6	98,6	<0,001
Energia lorda	49,0	59,0	70,2	51,7	60,4	71,2	0,40
Energia digeribile, MJ/kg	8,33	9,85	11,47	8,64	9,93	11,48	
Proteina digeribile, g/kg	107,8	111,8	113,7	128,4	130,1	123,8	
Rapporto PD/ED, g/MJ	12,95	11,39	9,90	14,86	13,10	10,77	

¹Probabilità dell'interazione Rapporto amido+FD/ADF x Livello di proteina

L'effetto del livello di proteina è risultato più contenuto e limitato ad una maggiore digeribilità della sostanza secca, dell'energia lorda e della proteina grezza ($P < 0,01$) nelle diete a maggiore contenuto proteico, anche se le variazioni sono risultate molto più limitate rispetto a quanto misurato con la variazione del rapporto (amido+FD)/ADF. Anche la digeribilità della TDF e della fibra digeribile è risultata maggiore nelle diete al 17% di proteina grezza ($P \leq 0,05$), mentre è diminuita la digeribilità apparente dell'estratto etereo. In questo caso, la maggiore digeribilità può essere ascritta alla riduzione del contenuto di erba medica e all'aumento di alimenti proteici, quali soia e girasole.

4.3. Prestazioni produttive e stato di salute

La Tabella 5 riporta i risultati produttivi ottenuti nel corso della sperimentazione in funzione dei trattamenti alimentari. Indipendentemente dalle diete, il peso vivo medio (2955 g) raggiunto dai conigli a 79 giorni di età, l'accrescimento medio realizzato (46,4 g/d), con una conversione nel periodo di allevamento (da 37 a 79 giorni) mediamente pari a 3,40, si

possono ritenere già da soli un risultato estremamente soddisfacente, corrispondente alla migliore espressione del tipo genetico utilizzato in una situazione ambientale favorevole.

L'aumento del rapporto (amido+FD)/ADF, e quindi del valore nutritivo, della dieta non ha modificato i pesi vivi degli animali durante la prova in misura significativa, anche se per i conigli alimentati con le diete a più alto rapporto è stato misurato un tendenziale aumento ($P=0,11$) del peso vivo alla fine della sperimentazione.

Tabella 5. Prestazioni produttive dallo svezzamento alla macellazione commerciale

	(Amido+FD)/ADF (F)			Proteina (P)		Sesso (S)		Probabilità				DSR
	1,3	2,0	3,1	15%	17%	Femmine	Maschi	F	P	S	F x P	
Conigli, n.	69	78	78	111	114	113	112					
Peso vivo, g												
A 37 d	1002	1010	1009	1006	1008	1012	1003	0,35	0,65	0,06	0,88	34
A 58 d	2083	2111	2126	2106	2108	2104	2110	0,46	0,94	0,83	0,12	211
A 79 d	2911	2953	2995	2943	2963	2945	2961	0,11	0,53	0,60	0,23	237
Prima fase (37-58 d)												
Accrescimento, g/d	51,4	52,4	53,2	52,4	52,4	52,0	52,7	0,56	0,99	0,59	0,09	9,8
Consumo, g/d	163	141	121	144	140	142	141	<0,001	0,15	0,60	0,30	20
IC ¹	3,21	2,46	2,30	2,81	2,50	2,83	2,48	<0,001	0,13	0,10	0,14	1,56
Seconda fase (58-79 d)												
Accrescimento, g/d	39,5	40,1	41,4	39,9	40,7	40,1	40,5	0,23	0,36	0,59	0,65	6,9
Consumo, g/d	198	172	150	174	173	173	174	<0,001	0,60	0,72	0,24	19
IC	5,11	4,37	3,66	4,43	4,32	4,39	4,37	<0,001	0,12	0,74	0,38	0,56
Intero periodo												
Accrescimento, g/d	46,4	46,3	47,3	46,1	46,5	46,0	46,6	0,13	0,56	0,42	0,19	5,5
Consumo, g/d	181	157	135	159	156	158	157	<0,001	0,25	0,92	0,21	17
IC	3,98	3,40	2,87	3,47	3,37	3,45	3,39	<0,001	<0,001	0,05	0,74	0,23

¹Indice di conversione alimentare

L'effetto più evidente ($P<0,001$) è stato osservato sulla riduzione dei consumi alimentari sia nel primo (-26%) che nel secondo periodo di accrescimento (-24%), che si è naturalmente tradotta in un significativo miglioramento della conversione alimentare nei due periodi e nell'intero periodo di allevamento (da 3,98 per le diete A a rapporto 1,3, a 3,40 per le diete B a rapporto 2,0, fino a 2,87 per le diete C a rapporto 3,1, corrispondenti ad una riduzione del 28% dell'indice di conversione nelle diete C rispetto alle diete A).

L'aumento del livello proteico delle diete non ha modificato i risultati produttivi nel corso della sperimentazione. Sia nel primo che nel secondo periodo, gli accrescimenti e i consumi sono risultati statisticamente paragonabili ed il maggiore valore nutritivo delle diete al 17% ha solo permesso un significativo miglioramento ($P<0,001$) della conversione alimentare nell'intero periodo (da 3,47 a 3,37). In altre parole, l'apporto proteico è risultato compatibile con l'espressione delle potenzialità del tipo genetico utilizzato e i fabbisogni

proteici e aminoacidici soddisfatti già con il livello più basso di proteina utilizzato (15%). Inoltre, non sono state osservate interazioni negative fra il livello di proteina grezza più elevato, il contenuto di amido e fibra digeribile rispetto a quella indigeribile e lo stato di salute dei conigli.

L'effetto del sesso è risultato poco evidente e limitato all'osservazione di una conversione alimentare nell'intero periodo di prova peggiore nelle femmine rispetto ai maschi (3,45 vs 3,39; $P=0,05$) (Tabella 5).

La rappresentazione grafica delle prestazioni produttive dei conigli nelle settimane di prova (Figure 8 e 9) conferma i risultati sopra descritti anche quando si considerino periodi di tempo più limitati: l'accrescimento medio giornaliero non è stato modificato in modo univoco e costante dal rapporto (amido+FD)/ADF, mentre i consumi si sono differenziati fin dalla prima settimana di somministrazione dei mangimi (Figura 8); non sono state evidenziate forti differenze di accrescimento medio giornaliero o di consumo alimentare in funzione del livello proteico delle diete (Figura 9).

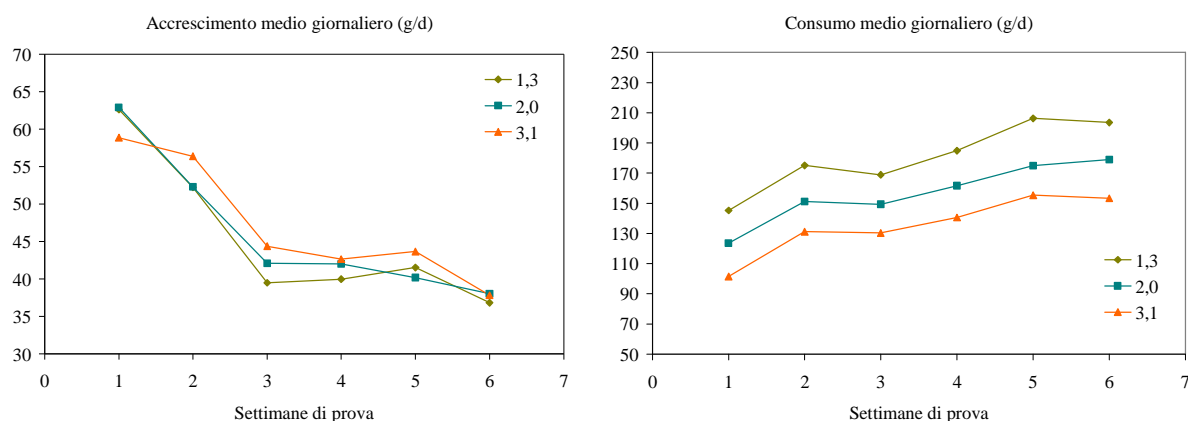


Figura 8. Prestazioni produttive: effetto del rapporto (amido+FD)/ADF

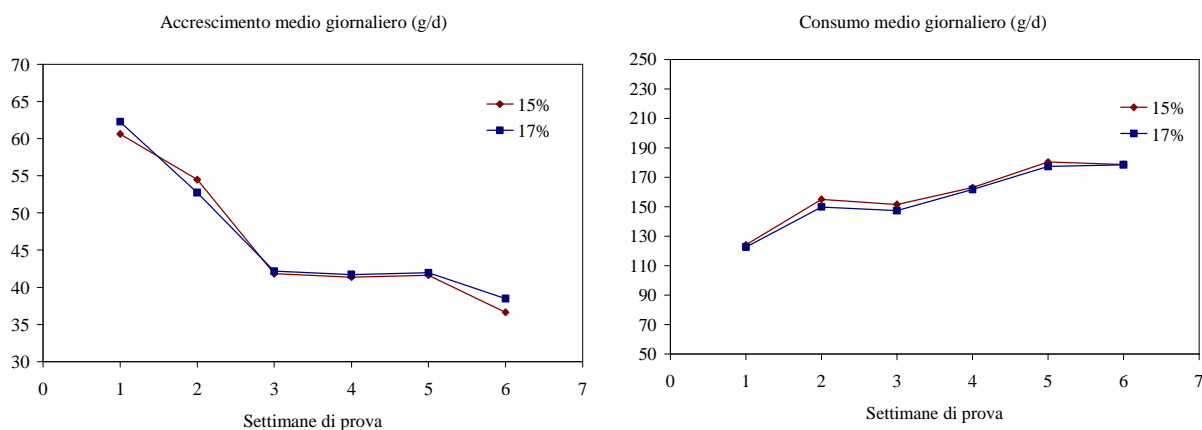


Figura 9. Prestazioni produttive: effetto del livello di proteina

La mortalità nel corso della prova ha raggiunto un valore medio dell'8,5% con un effetto significativo dei fattori sperimentali (Tabelle 6 e 7). In particolare, la mortalità si è significativamente ridotta all'aumentare del rapporto (amido+FD)/ADF dal 15,8 al 4,5 e 4,9% (P=0,02) con una relativa, anche se tendenziale (P<0,10) variazione del rischio sanitario. Mentre non è stato misurato un effetto significativo del livello proteico delle diete, degno di nota è il valore di elevata morbilità osservato con la dieta C17 (probabilità dell'interazione=0,08) imputabile a una certa frequenza di disturbi digestivi di breve durata verificatisi in questo gruppo soprattutto negli ultimi 10 giorni di allevamento prima della macellazione.

Tabella 6. Mortalità, morbilità e rischio sanitario: effetto delle diete

	Dieta						Prob.
	A15	B15	C15	A17	B17	C17	
Mortalità, %	17,1	7,3	7,3	14,6	2,4	2,4	0,15
Morbilità, %	14,6	14,6	7,3	12,2	7,3	24,4	0,26
Rischio sanitario, %	31,7	21,9	14,6	26,8	9,8	26,8	0,17

Tabella 7. Mortalità, morbilità e rischio sanitario: effetto del rapporto (amido+FD)/ADF e del livello di proteina delle diete

	Rapporto (amido+FD)/ADF (F)				Livello proteina (P)			F x P Prob.
	1,3	2,0	3,1	Prob.	15%	17%	Prob.	
Mortalità, %	15,8 ^a	4,5 ^b	4,9 ^b	0,02	10,6	6,5	0,16	0,64
Morbilità, %	13,1	10,9	15,8	0,79	12,2	14,6	0,73	0,08
Rischio sanitario, %	29,2	15,4	20,7	0,09	22,8	21,1	0,66	0,10

4.4. Caratteristiche del contenuto ciecale

La Tabella 8 riporta i dati misurati a 45 giorni di età sui conigli utilizzati per i prelievi del contenuto ciecale. Così come anticipato nella presentazione dei risultati produttivi, il peso vivo dei conigli a 45 giorni di età è risultato simile indipendentemente dal trattamento alimentare. La somministrazione delle diete C con maggiore contenuto di amido e fibra digeribile ha aumentato significativamente (P<0,01) l'incidenza del cieco pieno e del tubo digerente pieno e, quindi, il grado di riempimento dell'intestino dei conigli alimentati con le diete C rispetto alle diete A e B. Ai livelli di amido e FD utilizzati è risultato quindi rallentato il transito intestinale, così come prevedibile sulla base della riduzione dei consumi alimentari.

Pur avendo misurato una contemporanea riduzione del pH ciecale (da 6,02 a 5,81 e 5,75), l'analisi statistica non ha evidenziato significatività delle differenze. Diversamente, il contenuto totale di AGV è risultato maggiore all'aumentare del rapporto (amido+FD)/ADF da 63,0 a 79,2 e 78,5 mmol/l (P=0,02) e si è ridotta l'incidenza dell'acido propionico da 4,0 a 4,2

e 3,5% (P=0,04). Non è stato misurato alcun effetto significativo del livello di proteina delle diete o dell'interazione fra i due fattori principali testati sulle variabili considerate al momento della macellazione degli animali, mentre il contenuto di azoto ammoniacale a livello ciecale è risultato tendenzialmente superiore (P=0,07) nei conigli alimentati con le diete a maggiore contenuto di proteina, segno di un maggiore flusso di proteina indigerita a livello ciecale.

Tabella 8. Caratteristiche del contenuto ciecale e della mucosa intestinale

	Rapporto (amido+FD)/ADF (F)				Livello di proteina (P)			F x P	DSR
	1,3	2,0	3,1	Prob.	15%	17%	Prob.		
Conigli, n	12	12	12		18	18			
Peso vivo (PV) (g)	1495	1511	1489	0,76	1494	1502	0,75	0,95	77
Stomaco pieno (% PV)	8,0	7,7	8,1	0,29	8,1	7,8	0,12	0,76	0,6
Cieco pieno (% PV)	7,3	7,4	8,5	<0,01	8,0	7,6	0,61	0,79	0,9
Tubo digerente pieno (% PV)	23,4	23,9	25,5	<0,01	24,6	23,9	0,17	0,82	1,4
Caratteristiche del contenuto ciecale									
pH	6,02	5,81	5,75	0,15	5,87	5,85	0,84	0,59	0,33
N-NH ₃ (mmol/l)	7,45	5,28	5,59	0,13	5,27	6,95	0,07	0,34	2,72
AGV totali (mmol/l)	63,0	79,2	78,5	0,02	71,8	75,5	0,47	0,78	15
C ₂ (% mol. AGV)	84,9	84,1	85,7	0,21	84,4	85,5	0,14	0,80	2,2
C ₃ (% mol. AGV)	4,0	4,2	3,5	0,04	3,9	3,9	0,98	0,27	0,7
C ₄ (% mol. AGV)	10,4	11,2	10,4	0,56	11,2	10,1	0,14	0,49	2,1
C ₅ (% mol. AGV)	0,54	0,48	0,41	0,21	0,50	0,45	0,40	0,80	0,18
C ₃ /C ₄	0,41	0,39	0,35	0,46	0,36	0,40	0,33	0,17	0,12

4.5. Risultati di macellazione e qualità della carne

Il peso vivo dei conigli giunti al macello è risultato tendenzialmente superiore all'aumentare del rapporto (amido+FD)/ADF delle diete (P=0,09) (Tabella 9). Tuttavia, per la maggiore incidenza del tubo digerente negli stessi animali (da 18,4 e 18,5 a 19,2%, P=0,03), la resa di macellazione è diminuita (da 60,7 a 60,1 e 59,9%, P=0,05) e il peso della carcassa è risultato simile nei tre gruppi (1732 g in media). I conigli alimentati con le diete C hanno inoltre evidenziato un maggiore stato di ingrassamento e una maggiore carnosità delle carcasse (rapporto muscoli/ossa arto posteriore da 6,18 a 6,46 a 6,71 all'aumentare del rapporto (amido+FD)/ADF, P=0,01).

Il livello proteico delle diete ricevute durante la fase di ingrasso non ha modificato i risultati di macellazione e le caratteristiche della carcassa, se non per un maggiore stato di ingrassamento misurato sui conigli alimentati con le diete al 15% di proteina (P=0,02).

Le differenze misurate in funzione del sesso confermano precedenti osservazioni: le femmine hanno un maggiore incidenza del tubo digerente, che si traduce in una peggiore resa di macellazione e un peso della carcassa fredda e della carcassa di riferimento inferiori

rispetto ai maschi a parità di età. L'incidenza della testa è maggiore nei maschi e lo stato di ingrassamento superiore nelle femmine.

Tabella 9. Risultati della macellazione commerciale e qualità della carcassa

	Amido+FD/ADF (F)			Proteina (P)		Sesso		Probabilità				DSR
	1,3	2,0	3,1	15%	17%	Femmine	Maschi	F	P	S	F x P	
Conigli, n	40	40	40	60	60	55	65					
Peso al macello (PV) (g)	2821	2881	2911	2863	2878	2847	2895	0,09	0,66	0,16	0,27	182
Perdite trasporto (%PV)	2,9	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,8	0,56	0,73	0,50	0,93	0,9
Tube digerente(%PV)	18,4	18,5	19,2	18,6	18,6	19,0	18,5	0,03	0,41	0,06	0,97	1,4
Carcassa fredda (CF) (g)	1712	1732	1746	1724	1736	1703	1757	0,47	0,60	0,02	0,17	123
Resa a freddo (PV)	60,7	60,1	59,9	60,2	60,3	59,8	60,7	0,05	0,71	<0,01	0,38	1,4
Dissezione carcassa fredda:												
Testa (%CF)	7,8	7,7	7,8	7,8	7,8	7,7	7,9	0,78	0,81	<0,01	0,07	0,4
Fegato (%CF)	5,3	5,2	5,1	5,2	5,2	5,2	5,2	0,42	0,81	0,89	0,78	0,8
Organi toracici, reni (%CF)	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	0,54	0,54	0,74	0,51	0,3
Carcassa rif. (CR) (g)	1432	1454	1466	1446	1456	1433	1469	0,36	0,61	0,07	0,13	107
Dissezione carcassa riferimento:												
Grasso separabile (%CR)	3,3	3,2	3,7	3,6	3,2	3,7	3,1	0,07	0,02	<0,01	0,36	1,0
Arti posteriori (%CR)	33,0	32,8	32,4	32,7	32,8	32,8	32,7	0,32	0,62	0,84	0,66	1,0
M/O arto posteriore	6,18	6,46	6,71	6,43	6,47	6,37	6,53	0,01	0,80	0,27	0,42	0,53

La qualità della carne misurata in termini di pH e indici di colore dei muscoli *longissimus lumborum* e *biceps femoris* non è stata significativamente e in maniera apprezzabile modificata dal trattamento alimentare (Tabella 10).

Tabella 10. Qualità della carne: pH e colore di *longissimus lumborum* e *biceps femoris*

	(Amido+FD)/ADF (F)			Proteina (P)		Sesso		Probabilità				DSR
	1,3	2,0	3,1	15%	17%	Femmine	Maschi	F	P	S	F x P	
Conigli, n	40	40	40	60	60	55	65					
<i>Longissimus lumborum:</i>												
P	5,63	5,64	5,66	5,64	5,65	5,64	5,65	0,73	0,59	0,71	0,78	0,11
*	49,6	50,0	50,4	50,4	49,6	50,1	49,8	0,46	0,12	0,49	0,46	2,69
a*	-1,80	-1,59	-1,82	+1,71	-1,76	-1,83	-1,65	0,46	0,74	0,30	0,13	0,92
b*	0,58	1,10	-0,05	0,36	0,73	0,29	0,79	0,03	0,29	0,16	0,56	1,90
C*	2,61	2,81	2,59	2,70	2,64	2,65	2,69	0,49	0,68	0,79	0,48	0,90
T*	-0,12	-0,12	-0,11	0,01	-0,10	0,01	-0,10	0,32	0,40	0,40	0,32	0,76
<i>Biceps fmoris</i>												
pH	5,83	5,86	5,88	5,83	5,88	5,86	5,86	0,62	0,15	0,95	0,53	0,14
L*	47,8	47,9	48,2	47,7	48,3	47,7	48,2	0,66	0,13	0,18	0,27	1,94
a*	-2,56	-2,58	-2,70	-2,57	-2,66	-2,73	-2,49	0,49	0,43	0,03	0,17	0,59
b*	3,80	3,71	3,62	3,89	3,53	3,72	3,70	0,78	0,09	0,90	0,18	3,71
C*	4,66	4,63	4,58	4,75	4,49	4,68	4,56	0,94	0,15	0,49	0,11	0,96
T*	-0,89	-0,92	-0,91	-0,91	-0,90	-0,92	-0,90	0,86	0,92	0,76	0,04	0,29

4.6. Efficienza di utilizzazione proteica ed escrezione di azoto

Per valutare l'impatto dei trattamenti alimentari sull'escrezione di azoto nell'ambiente, i dati di prestazioni sono stati utilizzati per calcolare il bilancio dell'azoto in funzione della dieta ricevuta suddividendo il periodo sperimentale nel post-svezzamento e nell'ingrasso (Tabella 11). Sia nel primo che nel secondo periodo di prova sperimentale, l'escrezione di azoto è variata significativamente con la dieta somministrata. Quando i dati sono stati riportati in funzione dei fattori sperimentali testati (Tabella 12), è stata evidenziata una significativa riduzione dell'escrezione di azoto all'aumentare del rapporto (amido+FD)/ADF e al diminuire del livello proteico della dieta. Tuttavia l'effetto della riduzione del rapporto (amido+FD)/ADF è stato molto più pronunciato rispetto a quanto misurato per la variazione del livello proteico (Figura 10), come diretta conseguenza della notevole riduzione del consumo di alimento all'aumentare delle frazioni fibrose più digeribili e dell'amido delle diete.

Tabella 11. Calcolo dell'escrezione di N in conigli alimentati con diete a diverso livello proteico da 37 giorni di età fino alla macellazione (79 giorni)

	Dieta					
	A15	B15	C15	A17	B17	C17
Peso vivo a 37 d (kg)	1002	1011	1007	1003	1010	1011
Peso vivo a 58 d (kg)	2069	2082	2164	2095	2141	2088
Peso vivo a 79 d (kg)	2879	2926	3022	2942	2979	2967
N corporeo a 37 d1 (g)	29,3	29,6	29,4	29,3	29,5	29,6
N corporeo a 58 d1 (g)	62,6	63,0	65,6	63,4	64,9	63,2
N corporeo a 79 d1 (g)	89,2	90,8	94,1	91,3	92,6	92,2
PG mangime (%)	14,9	15,3	15,2	16,9	17,0	16,7
Primo periodo (37-58 d)						
Consumo mangime 1° periodo (g/d)	164	141	126	162	142	116
N ritenuto (g)	33,3	33,5	36,2	34,1	35,4	33,6
N ingerito	82,3	72,5	64,1	91,8	80,9	65,3
N escreto (g)	49,0	39,0	27,9	57,8	45,6	31,7
N escreto (g/d)	2,33	1,86	1,33	2,75	2,17	1,51
Secondo periodo (58-79 d)						
Consumo mangime 2° periodo (g/d)	197	172	153	200	171	146
N ritenuto (g)	26,6	27,8	28,4	27,9	27,7	29,0
N ingerito	98,4	88,6	78,3	113,5	97,9	82,1
N escreto (g)	71,8	60,7	49,8	85,5	70,2	53,0
N escreto (g/d)	3,42	2,89	2,37	4,07	3,34	2,52
Intero periodo (37-79 d)						
Consumo mangime (g/d)	180	157	139	181	157	131
N ritenuto (g)	59,9	61,3	64,6	62,0	63,1	62,7
N ingerito	180,7	161,0	142,4	205,3	178,9	147,4
N escreto (g)	120,8	99,7	77,7	143,3	115,7	84,7
N escreto (g/d)	2,88	2,37	1,85	3,41	2,76	2,02

¹N corporeo (g/kg)= 28,3 + 0,93 x Peso vivo (kg) (Szendro e coll., 1998)

Tabella 12. Calcolo dell'escrezione di N in conigli da 37 giorni di età fino alla macellazione (79 giorni): effetto del rapporto (amido+FD)/ADF e del livello di proteina

	Rapporto (amido+FD)/ADF (F)				Livello di proteina (P)			F x P	DSR
	1,3	2,0	3,1	Prob.	15%	17%	Prob.		
Conigli	69	78	78		111	114			
N corporeo a 37 d ¹ (g)	29,3	29,54	29,51	0,35	29,4	29,5	0,65	0,88	1,03
N corporeo a 58 d ¹ (g)	63,0	64,0	64,4	0,44	63,8	63,8	0,93	0,12	6,72
N corporeo a 79 d ¹ (g)	90,3	91,8	93,1	0,10	91,4	92,1	0,52	0,23	7,97
Primo periodo (37-58 d)									
Consumo mangime (g/d)	163	141	121	<0,001	144	140	0,15	0,30	20
N ritenuto (g)	33,7	34,4	34,9	0,54	34,3	34,3	0,99	0,09	6,56
N ingerito	87,2	76,7	64,7	<0,001	73,1	79,3	<0,001	0,05	10,6
N escreto (g)	53,5	42,3	29,8	<0,001	38,8	45,0	<0,001	0,05	5,58
N escreto (g/d)	2,55	2,01	1,42	<0,001	1,85	2,14	<0,001	0,05	0,27
Secondo periodo (58-79 d)									
Consumo mangime (g/d)	198	173	150	<0,001	174	173	0,60	0,24	19
N ritenuto (g)	27,3	27,8	28,7	0,18	27,6	28,3	0,34	0,68	4,79
N ingerito	106,2	93,3	80,2	<0,001	88,5	97,9	<0,001	<0,01	10,6
N escreto (g)	78,9	65,5	51,4	<0,001	60,9	69,2	<0,001	<0,001	8,12
N escreto (g/d)	3,76	3,12	2,45	<0,001	2,90	3,32	<0,001	<0,001	0,39
Intero periodo (37-79 d)									
Consumo mangime (g/d)	181	157	135	<0,001	159	156	0,25	0,21	16
N ritenuto (g)	61,0	62,2	63,6	0,12	61,97	62,6	0,55	0,20	7,79
N ingerito	193,4	169,9	144,9	<0,001	161,6	177,2	<0,001	<0,01	18,1
N escreto (g)	132,4	107,7	81,2	<0,001	99,6	114,6	<0,001	<0,001	12,1
N escreto (g/d)	3,15	2,56	1,93	<0,001	2,37	2,73	<0,001	<0,001	0,29

¹ N corporeo (g/kg)= 28,3 + 0,93 x Peso vivo (kg) (Szendro e coll., 1998)

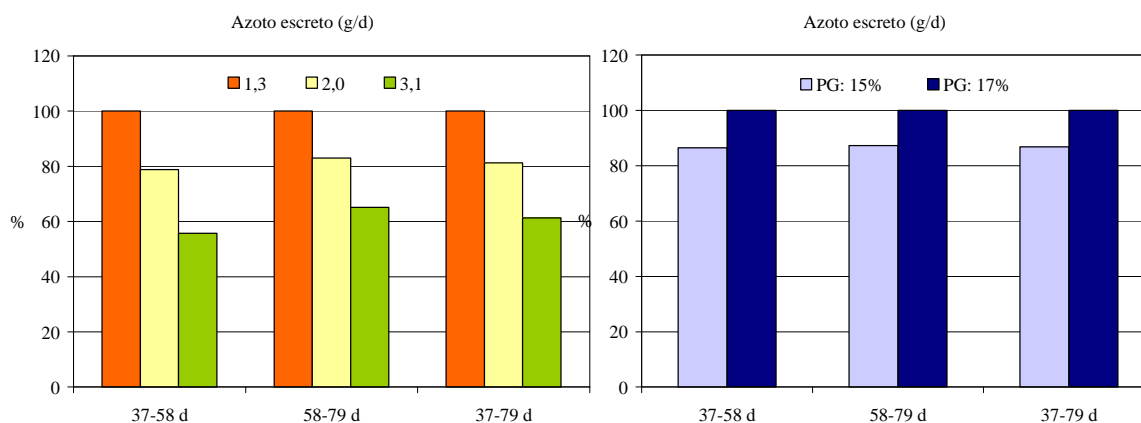


Figura 10. Escrezione di azoto (g/d) durante la prova in funzione del rapporto (amido+FD)/ADF e del livello di proteina della dieta

Nel primo periodo di allevamento, da 37 a 58 d, l'escrezione di azoto in g/d è risultata pari a circa l'80% e il 55% con le diete a rapporto (amido+FD)/ADF 0,85 e 1,30 rispetto alle diete con rapporto pari a 1,3 (Figura 10). Nel secondo periodo, da 58 a 79 d, l'escrezione di azoto è risultata pari a circa l'83% e il 65% con le diete a rapporto (amido+FD)/ADF 2,0 e 3,1

rispetto alle diete con rapporto pari a 1,3. Nel primo periodo si è osservato un maggiore contenimento dell'escrezione con la somministrazione delle diete con rapporto 3,1. Quando sono state considerate le diete al 17% di proteina grezza come riferimento, l'escrezione di azoto è diminuita di circa il 13% al diminuire del livello alimentare di proteina al 15% e senza differenze particolari fra il primo e il secondo periodo di allevamento (Figura 10).

In altre parole, un netto miglioramento della conversione alimentare, come quello realizzato con le diete utilizzate nella presente sperimentazione, consente di migliorare l'efficienza di utilizzazione dell'alimento e contenere l'escrezione di azoto nell'ambiente in modo anche più efficace rispetto alla riduzione di 2 punti del livello proteico delle diete.

5. CONCLUSIONI

Dalla valutazione dei risultati sperimentali ottenuti è stata evidenziata la possibilità di sviluppare diete per conigli in post-svezzamento e all'ingrasso in grado di fornire conversioni alimentari sensibilmente migliori rispetto agli standard attuali a parità di velocità di crescita e rese di macellazione permettendo di migliorare la redditività dell'allevamento e dell'intera filiera produttiva.

In relazione allo stato di salute e ai disturbi di tipo digestivo, è emerso come deve essere promossa la somministrazione di diete ad alto contenuto di fibra digeribile e limitato contenuto di fibra indigeribile, in grado nel contempo di migliorare le prestazioni produttive e la conversione alimentare e di contenere efficacemente l'escrezione azotata.

In particolare, l'impiego di diete per conigli all'ingrasso caratterizzate da un aumento dei livelli di amido e fibra digeribile in sostituzione alla fibra indigeribile (ADF) ha migliorato in maniera significativa il valore nutritivo delle diete e la loro utilizzazione digestiva, con un chiaro effetto positivo sulla conversione alimentare (ridotto fino al 28% nelle diete a rapporto 3,1 rispetto alle diete a rapporto 1,3), oltre che sullo stato sanitario degli animali con una significativa riduzione della mortalità. Le prestazioni produttive, come pesi vivi e accrescimenti, non sono state modificate, ma grazie alla riduzione dei consumi alimentari, l'escrezione di azoto è diminuita, all'aumentare del rapporto (amido+FD)/ADF, del 20% fino al 40% rispetto all'escrezione osservata con la dieta più fibrosa.

Le variazioni del livello proteico hanno avuto effetti più contenuti, rispetto alle modifiche delle frazioni fibrose della dieta. La riduzione del livello proteico dal 17 al 15% ha consentito di ridurre l'escrezione azotata del 13%, mentre non si sono misurati effetti sullo stato di salute degli animali. Ne deriva che il netto miglioramento della conversione alimentare, realizzabile con una forte riduzione delle frazioni alimentari indigeribili, consente di migliorare l'efficienza di ritenzione azotata e contenere l'escrezione di azoto nell'ambiente in modo ben più efficace rispetto alla riduzione di 2 punti del livello proteico delle diete.

6. BIBLIOGRAFIA

- AOAC, 2000. Official Method of Analysis of the Association of Official Analytical Chemist, 17th Edition. Assoc. Off. Analyst. Chemist, Arlington, VA.
- 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. 7th World Rabbit Congress, 4-7 July 2000, Valencia, Spain, Vol. C, 109-117.
- BIFFI B., 1997. Fisiologia digestiva e attività microbica. Riv. Coniglicoltura 34(7/8), 22-27.
- BLAS E., FANDOS J.C., CERVERA C., GIDENNE T., PEREZ J.M., 1990. Effect de la nature et du taux d'amidon sur l'utilisation digestive de la ration chez le lapin au cours de la croissance. Proc. 5^{èmes} Journées de la Recherche Cunicole, Paris, France, Communication 50, 9.
- BLAS E., GIDENNE T., 1998. Digestion of starch and sugar. In: De Blas C., Wiseman J. (Eds.). The Nutrition of the Rabbit. CABI Publishing, Wallingford, UK, 17-38.
- BLASCO A., OUTAYOUN J., MASOERO G., 1993. Harmonization of criteria and terminology in rabbit meat research. World Rabbit sci. 1, 3-10.
- BORIELLO S. P., CARMAN R. J., 1983. Laboratori diagnosis of *Clostridium spiriforme* mediated diarrhoea (iota enteroxemia) of rabbits. Vet. Rec. 113, 184-185.
- CARABAÑO R., VILLAMIDE M. J., GARCÍA J., NICODEMUS N., LORENTE A., CHAMORRO S., MENOYO D., GARCÍA-REBOLLAR P., GARCÍA-RUIZ A. I., DE BLAS J. C., 2008. New concept and objectives for protein-amino acid nutrition in rabbits In: G. Xiccato, A. Trocino, S. D. Lukefahr (Eds.) Proc. 9th World Rabbit Congress, Verona, Italy, Fondazione Iniziative Zooprofilattiche e Zootecniche Brescia, Italia, 135-150.
- CARRARO L., XICCATO G., TROCINO A., FRAGKIADAKIS M., RADAELLI G., 2007. Digestible fibre to ADF ratio and starch level in diets for growing rabbits. Proc. of the ASPA 17th congeress, Alghero. Ital. J. Anim. Sci. 6, 752-754.
- CARRE B., BRILLOUET J. M., 1989. Determination of water-insoluble cell-walls in feed: interlaboratory study. J. Assoc. Off. Anal. Chem. 72, 463-467.
- CASTROVILLI R. C., GREPPI G., 1990. Recenti acquisizioni sull'alimentazione del coniglio. Riv. Coniglicoltura 27 (6), 43-54.
- CEE 676/91. http://ec.europa.eu/evnirament/water/water-nitrates/pdf/91_676_eec_it.pdf.
- CHEEKE P. R., 1987. Rabbit Feeding and Nutrition. Academic Press Inc., Orlando, Florida, USA, 376.

- CONIGLIO VENETO, 2002. La Coniglicoltura nella Regione Veneto. Indagine conoscitiva della realtà produttiva regionale. Regione del Veneto, Piano di Sviluppo Rurale, Misura 13 D. 135 .
- DALLE ZOTTE A., 2002. Perception of rabbit meat quality and major factors influencing the rabbit carcass and meat quality. Review. Liv. Prod. Sci., 66, 97-103.
- DE BLAS J. C., MATEOS G. G., 1998. Feed Formulation. In De Blas C., Wiseman J. (Eds) The Nutrition of the Rabbit CABI Publishing. CAB International, Wallingford Oxon, UK, 241-253.
- DGL 152/99.<http://parlamento.it/leggi/deleghe/99152dl.htm>.
- ENGRAN- European Group on Rabbit Nutrition (Gidenne T., Perez J.M., Xiccato G., Trocino A., Carabaño R., Villamide M.J., Blas E., Cervera C., Falcao E Cunha L., Maertens L.), 2001. Technical note: attempts to harmonize chemical analyses of feed and faeces for rabbit feed evaluation. World Rabbit Sci. 9, 57-64.
- FAO, 2008. <http://faostat.fao.org>.
- FRAGA M. J., 1998. Protein requirements. In: De Blas C., Wiseman J., (Eds.). The Nutrition of the Rabbit, CABI Publishing, CAB International, Wallingford Oxon, UK, 133-143.
- GIDENNE T., 1996. Nutritional and ontogenetic factors affecting rabbit caeco-colic digestive physiology. Proc. 6th World Rabbit Congress, Toulouse, France, Vol. 1, 13-28.
- GIDENNE T., BELLIER R., 2000. Use of digestible fibre in replacement of available carbohydrates-effect on digestion, rate of passage and caecal fermentation pattern during the growth of the rabbit. Livest. Prod. Sci. 63, 141-152.
- GIDENNE T., KERDILES V., JEHL N., ARVEUX P., BRIENS C., ECKENFELDER B., FORTUN H., MONTESSUY S., MURAZ G., 2001. Effet d'une hausse du ratio fibres digestibles/protéines sur les performances zootechniques et l'état sanitaire du lapin en croissance: résultats préliminaires d'une étude multi-site. Proc. 9^{èmes} Journées de la Recherche Cunicole, Paris, France, 65-68.
- GIDENNE T., FORTUN-LAMOTHE L., 2002. Feeding strategy for young rabbits around weaning: a review of digestive capacity and nutritional needs. Animal Sci. 75, 169-184.
- GIDENNE T., 2003. Fibres in rabbit feeding for digestive troubles prevention: respective role of low-digested and digestible fibre. Livest. Prod. Sci., 81, 105-117.
- GIDENNE T., FEUGIER A., JEHL N., ARVEUX P., BOISOT P., BRIENS C., CORRENT E., FORTUN H., MONTESSUY S., VERDELHAN S., 2003. Un rationnement alimentaire quantitatif post-sevrage permet de réduire la fréquence des diarrhées, sans dégradation importante des performances de croissance: résultats d'une étude multi-site. Proc. 10^{èmes} Journées de la Recherche Cunicole, Paris, France, 29-32.

- GIDENNE T., GARCÍA J., 2006. nutritional strategies improving the digestive health of the weaned rabbit. In: Maertens L., Coudert P. (Eds.) Recent Advances in Rabbit Sciences. Ilvo, Merelbeke, Belgium, 229-238.
- GOERING H., VAN SOEST P. J., 1970. Forage fiber analysis. US Dep. Agric. Hanab., 397.
- GUTIÉRREZ I., ESPINOSA A., GARCÍA J., CARABAÑO R., DE BLAS J.C., 2002. Effect of levels of starch, fiber, and lactose on digestion and growth performance of early-weaned rabbits. J. Anim. Sci. 80, 1029-1037.
- GUTIÉRREZ I., ESPINOSA A., GARCÍA J., CARABAÑO R., DE BLAS J.C., 2003. Effect of protein source on digestion and growth performance of early-weaned rabbits. Animal Research, 52, 461-471.
- LEBAS F., 1989. Besoins nutritionnels des lapin, revue bibliographique et perspectives. CuniScience 1, 16-27.
- LEBAS F., MAITRE I., 1989. Alimentation de prelevage. Cuniculture 16(3), 135-140.
- LEBAS F., 2007. Productivité des élevages cuniques professionnels en 2006. Résultats de RENELAP et RENACEB. Cuniculture Magazine 34, 31-39.
- MAERTENS L., 1992. Rabbit nutrition and feeding: a review of some recent developments. J. Appl. Rabbit Res. 15, 889-913.
- MAERTENS L., LUZI F., DE GROOTE G., 1997. Effect of dietary protein and amino acids on the performance, carcass composition and N-excretion of growing rabbits. Ann. Zootech. 46, 255-268.
- MAERTENS L., 2008. Estrategias para reducir el índice de conversión. XXXIII Symposium de ASESCU, 2008
- MANIERO C., 2008. Studio di mercato per la promozione e la valorizzazione della carne di coniglio sul mercato europeo. Coniglio Veneto.
- MARTILLOTTI F., ANTONGIOVANNI M., RIZZI L., SANTI E., BITTANTE G., 1987. Metodi di analisi per la valutazione di alimenti di impiego zootecnico. Quaderni metodologici 8, C.N.R., I.P.R.A., Roma.
- MATEOS G., VIDAL J. P., 1995. Alimentazione del coniglio, teoria e pratica. Riv. Coniglicoltura 32, 28-38.
- MORISSE J. P., BOILETON E., MAURICE R., 1985. Alimentation et modifications du milieu intestinal chez le lapin (AGV, NH₃, PH, Flore) Rec. Med. Vet. 161, 443-449.
- NICODEMUS N., PEREZ ALBA L., CARABANO R., DE BLAS C., BADIOLA I., PEREZ DE ROZAS A., GARCIA J., 2004. Effect of level of fibre and level of ground of fibre source on digestion and ileal and caecal characterization of microbiota of early weaned rabbits. Proc. 8th World Rabbit Congress, Puelba, Mexico, 928-929.

- OSL F., 1988. Bestimmung der niederen freien Fettsäuren im Hart- und Schnittkäse mit der Head-Space Gaschromatographie. Deutsche Molkerei Zeitung 109(45), 1516-1518.
- PARIGI BINI R., XICCATO G., CINETTO M., DALLE ZOTTE A., 1992. Effetto dell'età del peso di macellazione e del sesso sulla qualità delle carcassa cunicola. 1. Rilievi di macellazione e qualità della carcassa. Zoot. Nutr. Anim. 18, 157-172.
- PEREZ J. M., LEBAS F., GIDENNE T., MAERTENS L., XICCATO G., PARIGI BINI R., DALLE ZOTTE A., COSSU M. E., CARAZZOLO A., VILLAMIDE M. J., CARABAÑO R., FRAGA M. J., RAMOS M. A., CERVERA C., BLAS E., FERNANDEZ J., FALCAO-E-CUNHA L., BENGALA FREIRE J., 1995. European reference method for vivo determination of diet digestibility in rabbits. World Rabbit Sci. 3, 41-43.
- PEREZ J. M., GIDENNE T., BOUVAREL I., ARVEAUX P., BOURDILLON A., BRIENS C., LA NAOUR J., MESSENGER B., MIRABITO L., 2000. Replacement of digestible fibre by starch in the diet of growing rabbits. II. Effect on performance and mortality by diarrhoea. Ann. Zootech. 49, 369-377.
- PEREZ DE ROZAS A. M., CARABAÑO R., GARCIA J., ROSSELL J., DIAZ J. V., BARBE J., PASCUAL J. J., BADIOLA I., 2005. Etiopatogenia de la Enteropatía Epizotica del Conejo. Proc. XXX Symposium de Cuniculture, Valladolid, Spain, 167-174.
- PETERS J. E., 1992. Patologie del digerente. Riv. Coniglicoltura 29 (9), 17-20.
- ROSELL J., GONZALEZ F. J., 2007. Resultados de Gestión Técnica 2006. Cunicultura, Octubre 2007, pp.3.
- SAS STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM INSTITUTE INC., 1991. User's guide, Statistics, version 6.03. Edition. SAS Institute Inc., Cary, NC, 1028.
- SOLER M. D., BLASE E., CANO J.L., PASCUAL J. J., CERVERA C., FERNANDEZ J., 2003. Effect of digestible fibre/starch ratio and fat level of diet on health of rabbits around weaning. Proc. 3rd Meeting COST Action 848 WG4 and Wg5, Prague, Czech Republic, 23.
- XICCATO G., 1989. Quale sistema energetico per il coniglio. Professione allevatore 16 (2), 1-8.
- XICCATO G., 1993. Come alimentare il coniglio. Professione allevatore 20 (1). 27-40.
- XICCATO G., PARIGI BINI R., DALLE ZOTTE A., CARAZZOLO A., 1994. Effect of age, sex and transportation on the composition and sensory properties of rabbit meat. Proc. 40th International Congress Meat Science and Technology, The Hague, W-2.02.
- XICCATO G., BERNARDINI M., CASTELLINI C., DALLE ZOTTE A., QUEAQUE P.I., TROCINO A., 1999. Effect of postweaning feeding on performance and energy balance of female rabbits at different physiological states. J. Anim. Sci. 77, 416-426.

- XICCATO G., TROCINO A., CARRARO L., FRAGKIADAKIS M., RADAELLI G., 2007. Relación fibra digestible/FAD y nivel de amidón en dietas de conejos en crecimiento. Proc. II Congreso Iberico de Cunicultura, Vila Real, Tràs-os-Montes, Portugal, 77-80.
- XICCATO G., TROCINO A., 2007. Italia, un sistema de producción cunicola integrada. Proc. II Congreso Iberico de Cunicultura, Vila Real, Tràs-os-Montes, Portugal, 175-184.
- XICCATO G., TROCINO A., FRAGKIADAKIS M., MAJOLINI D., 2007. Enquete sur les élevages de lapins en Vénétie: Résultats de gestion technique et estimation des rejets azotés. 12^e Journées de la Recherche Cunicole, 167-170.
- XICCATO G., TROCINO A., 2008. Nutrizione e alimentazione. Avicoltura e conigliicoltura, Point Veterinaire Italie 22, 481-502.
- XICCATO G., TROCINO A., CARRARO L., FRAGKIADAKIS M., MAJOLINI D., 2008. Digestible fibre to starch ratio and antibiotic treatment time in growing rabbits affected by epizotic rabbit enteropathy. In: G. Xiccato, A. Trocino, S. D. Lukefahr (Eds.) Proc. 9th World Rabbit Congress, Verona, Italy, Fondazione Iniziative Zooprofilattiche e Zootecniche Brescia, Italia, 847-851.