



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

CORSO DI LAUREA IN SCIENZE E TECNOLOGIE ANIMALI

Dipartimento di Agronomia Animali Alimenti Risorse Naturali e Ambiente

TESI DI LAUREA TRIENNALE

**Uso di buccette d'uva e olio vegetale nella dieta per
conigli in accrescimento: effetto su prestazioni
produttive, digeribilità della dieta e qualità della carne**

Docente di riferimento: DOTT. MARCO BIROLO

Correlatore: CH.MO PRO. GEROLAMO XICCATO

Laureando: ALESSANDRO CARLOS LAIN

Matricola n. 1220916

ANNO ACCADEMICO 2021-2022

Indice

Riassunto	5
Abstract	7
Introduzione	9
<i>Apparato digerente del coniglio</i>	9
<i>Ruolo dell'energia nell'alimentazione dei conigli in accrescimento</i>	10
<i>Ruolo della proteina nell'alimentazione dei conigli in accrescimento</i>	11
<i>Inclusione di grassi nella dieta per conigli in accrescimento</i>	12
<i>Ruolo della fibra nella dieta per conigli in accrescimento</i>	14
Fibra grezza e frazioni fibrose	14
Fibra alimentare totale	15
Fibra solubile	15
Fibra insolubile	16
<i>Livello di fibra alimentare e regolazione dell'assunzione del coniglio in crescita</i>	17
<i>Ruolo fibre nella salute del coniglio</i>	18
Obiettivi	21
Materiali e Metodi	23
<i>Descrizione dell'allevamento</i>	23
<i>Animali, disegno sperimentale e fasi della sperimentazione</i>	24
<i>Preparazione e fornitura dei mangimi sperimentali</i>	26
<i>Controllo veterinario e stato di salute</i>	28
<i>Macellazione</i>	28
<i>Preparazione dei campioni e analisi chimiche</i>	30
<i>Trattamento dei dati ed elaborazione statistica</i>	31
Risultati e discussione	33
<i>Prestazioni produttive dallo svezzamento alla macellazione</i>	33
<i>Digeribilità della dieta</i>	36
<i>Risultati di macellazione e qualità della carcassa</i>	37
Conclusioni	41
Bibliografia	43

Riassunto

Il presente studio ha inteso valutare l'effetto dell'inclusione della dieta di buccette d'uva (0% vs. 4% vs. 8%) come fonte di fibra insolubile e di olio vegetale (1% vs. 3%) come fonte di energia digeribile su stato di salute, prestazioni produttive, digeribilità della dieta, rese di macellazione e qualità della carcassa e della carne di conigli in accrescimento allevati in colonia.

A tale scopo, 576 conigli di 33 giorni di età sono stati suddivisi in 6 gruppi derivanti dalla combinazione bi-fattoriale di 3 livelli di inclusione di buccette d'uva \times 2 livelli di inclusione di olio vegetale: B0-O1 (0% di buccette d'uva; 1% di olio vegetale), B0-O3 (0% di buccette d'uva; 3% di olio vegetale), B4-O1 (4% di buccette d'uva; 1% di olio vegetale), B4-O3 (4% di buccette d'uva; 3% di olio vegetale), B8-O1 (8% di buccette d'uva; 1% di olio vegetale) e B8-O3 (8% di buccette d'uva; 3% di olio vegetale). Ulteriori 72 conigli (12 per gruppo sperimentale) sono stati allevati in gabbie monocellulari da digeribilità. Le diete da post-svezzamento/ingrasso sono state somministrate da 33 a 63 giorni di età. Nel periodo di finissaggio (da 64 a 70 giorni di età) i gruppi B0-O1, B4-O1 e B8-O1 (basso contenuto di olio vegetale) hanno ricevuto il mangime I-O1 (inclusione di olio pari al 1%), mentre i gruppi B0-O3, B4-O3 e B8-O3 (alto contenuto di olio vegetale) hanno ricevuto il mangime I-O3 (inclusione di olio pari al 3%). Durante la prova il peso vivo degli animali è stato misurato individualmente due volte a settimana, mentre consumi e stato di salute sono stati controllati giornalmente. Due prove di digeribilità in vivo sono state realizzate nei conigli stabulati in gabbie monocellulari. Al termine della prova tutti i conigli sono stati avviati alla macellazione commerciale e un numero rappresentativo è stato selezionato per determinare le rese di macellazione ed eseguire la valutazione dei parametri di qualità della carcassa e della carne.

Nel corso della prova lo stato di salute degli animali è stato generalmente buono e le perdite totali (animali morti + esclusi) sono state pari al 4,2%, senza differenze significative tra i gruppi sperimentali.

L'inclusione di buccette d'uva nella dieta non ha modificato le prestazioni di crescita degli animali, ma al livello di inclusione più alto ha determinato un aumento del consumo di alimento (153 g/d vs. 157 g/d vs. 158 g/d per i gruppi B0, B4 e B8, rispettivamente; $P = 0.019$) e dell'indice di conversione (3.10 vs. 3.16 vs. 3.24; $P = 0.001$) nell'intero periodo di prova, e ha ridotto la digeribilità della sostanza secca (58,7% vs. 58,3% vs. 57,5%; $P < 0,05$). Per quanto concerne i risultati di macellazione, l'inclusione di buccette d'uva non ha

modificato il peso al macello (2695 g in media) e la resa di macellazione (60,4% in media) e deboli effetti sono stati misurati sulle caratteristiche della carcassa e i parametri di qualità della carne.

L'aumento del contenuto di olio non ha prodotto effetti significativi sull'accrescimento medio giornaliero (51,1 g/d in media) e il peso vivo finale degli animali, ma ha aumentato la digeribilità della sostanza secca nel primo periodo di prova (57,6% vs. 58,7% per i gruppi O1 e O3, rispettivamente; $P < 0,05$) e ridotto il consumo alimentare (159 g/d vs. 153 g/d per i gruppi O1 e O3, rispettivamente; $P < 0,001$) e l'indice di conversione (3,22 vs. 3,11; $P < 0,001$) nell'intero periodo di prova.

I parametri di qualità della carne (pH, indici colorimetrici, perdite di scongelamento, cottura e tenerezza), misurati a livello del *L. lumbrorum*, sono stati scarsamente influenzati dai fattori sperimentali.

Inclusione di buccette d'uva e olio vegetale non hanno mostrato interazioni significative sulle prestazioni produttive e i risultati di macellazione dei conigli, ad eccezione del consumo alimentare, laddove una maggiore concentrazione di olio ha mitigato l'aumento dell'ingestione alimentare conseguente all'inclusione di buccette d'uva nella dieta.

In conclusione, i risultati del presente studio dimostrano che le buccette d'uva possono essere incluse nelle diete di conigli in accrescimento fino al 4% senza produrre effetti significativi su stato di salute, prestazioni produttive e rese di macellazione. Tuttavia, con livelli di inclusione pari all'8%, e il conseguente aumento dei livelli di fibra insolubile nella dieta, si osserva un aumento significativo del consumo e dell'indice di conversione alimentare che possono avere ripercussione importanti sulla redditività delle aziende. L'utilizzo di elevati livelli di olio vegetale nella dieta si è confermato una valida strategia per ridurre l'ingestione alimentare e l'indice di conversione in conigli in accrescimento, in particolare quando nella dieta sono presenti elevati livelli di fibra insolubile.

Abstract

The present study aimed to evaluate the effect of dietary inclusion of grape pomace (0% vs. 4% vs. 8%) as a source of insoluble fibre and vegetable oil (1% vs. 3%) as a source of digestible energy on health, growth performance, diet digestibility, slaughter yields, and carcass and meat quality traits of growing rabbits reared in colony.

For this purpose, 576 33-day-old rabbits of both sexes were divided into 6 groups derived from the bi-factorial combination of 3 levels of grape pomace inclusion \times 2 levels of vegetable oil inclusion: B0-O1 (0% grape pomace; 1% vegetable oil), B0-O3 (0% grape pomace; 3% vegetable oil), B4-O1 (4% grape pomace; 1% vegetable oil), B4-O3 (4% grape pomace; 3% vegetable oil), B8-O1 (8% grape pomace; 1% vegetable oil) and B8-O3 (8% grape pomace; 3% vegetable oil). Other 72 rabbits (12 per experimental group) were reared in individual digestibility cages. Post weaning/fattening diets were fed from 33 to 63 days of age. In the last fattening phase (64 to 70 days of age), the B0-O1, B4-O1 and B8-O1 (low vegetable oil content) groups received the I-O1 diet (1% oil inclusion), while the B0-O3, B4-O3 and B8-O3 (high vegetable oil content) groups received the I-O3 feed (3% oil inclusion).

During the trial, live weight of the animals was measured individually twice a week, while consumption and health status were monitored daily. Two *in vivo* digestibility trials were carried out in the rabbits housed in individual cages. At the end of the trial, all rabbits were slaughtered, and a representative number were selected to determine slaughter yields and perform evaluation of carcass and meat quality parameters.

During the trial, animal health status was generally good, and total losses (dead + excluded animals) were 4.2%, without significant differences among groups.

The dietary inclusion of grape pomace did not change the growth performance of the animals, but at the highest inclusion level it resulted in an increased in feed consumption (153 g/d vs. 157 g/d vs. 158 g/d for groups B0, B4 and B8, respectively; $P = 0.019$) and feed conversion ratio (3.10 vs. 3.16 vs. 3.24; $P = 0.001$) over the entire trial period, and reduced dry matter digestibility (58.7% vs. 58.3% vs. 57.5%; $P < 0.05$). Regarding slaughter results, the inclusion of grape pomace did not change slaughter weight (2695 g on average) and slaughter yield (60.4% on average), and weak effects were measured on carcass characteristics and meat quality parameters.

Increased oil dietary content did not produce significant effects on average daily growth (51.1 g/d on average) and final live weight, but increased dry matter digestibility in the first trial period (57.6% vs. 58.7% for groups O1 and O3, respectively; $P < 0.05$) and reduced

feed consumption (159 g/d vs. 153 g/d for groups O1 and O3, respectively; $P < 0.001$) and conversion ratio (3.22 vs. 3.11; $P < 0.001$) over the entire trial period. Meat quality parameters (pH, colorimetric indices, thawing losses, cooking and tenderness), measured at the level of *L. lumbrorum*, were little affected by the experimental factors.

The dietary inclusion of grape pomace and vegetable oil showed no significant interactions on the growth performance and slaughtering results of growing rabbits, but higher oil concentration mitigated the increase in feed intake resulting from the higher inclusion of grape pomace in the diet.

In conclusion, the results of the present study show that grape pomace can be included in the diets for growing rabbits up to 4 % without producing significant effects on health status, growth performance and slaughter yields. However, with inclusion levels of 8%, and the consequent increase in insoluble fibre levels in the diet, there is a significant increase in feed consumption and feed conversion ratio that can challenge farmer profitability. The use of high levels of vegetable oil in the diet was confirmed as a valuable strategy for reducing feed intake and feed conversion ratio in growing rabbits, especially when high levels of insoluble fiber are present in the diet.

Introduzione

Negli ultimi anni, grazie al miglioramento delle tecniche di gestione, della genetica e delle norme di bio-sicurezza e controllo ambientale, la produttività degli allevamenti cunicoli è aumentata in modo significativo. Il peso di un coniglio al macello si aggira intorno a 2,5 kg, ovvero 40-50 volte il suo peso alla nascita, e le fattrici da riproduzione sono in grado di svezzare più di 60 coniglietti all'anno, producendo dieci volte il loro peso in latte all'anno.

Il coniglio è un animale dai fabbisogni nutrizionali elevati, ma allo stesso tempo richiede un alto contenuto di fibre nella dieta al fine di prevenire disturbi enterici. La composizione media dei mangimi commerciali di conseguenza contiene sia un alto contenuto di fibre, principalmente derivanti da fieni di erba medica, che un considerevole contenuto di ingredienti energetici, quali orzo e olio vegetale.

I fabbisogni sono calcolati in base a dimensioni del tipo genetico, età, sesso e funzioni vitali e produttive. Il consumo di mangime può variare in modo considerevole e risulta strettamente correlato alla composizione chimica e alle caratteristiche fisiche del pellet (de Blas e Mateos, 2010).

Tuttavia, come avviene anche per le altre specie di interesse zootecnico, la formulazione dei mangimi deve considerare anche il costo e la disponibilità delle diverse materie, che possono variare in modo importante. Inoltre, date le recenti normative europee emanate per far fronte alla diffusione del fenomeno dell'antibiotico resistenza, è fondamentale ridurre l'uso di antimicrobici nel settore zootecnico, sviluppando strategie alimentari in grado di preservare la salute intestinale del coniglio senza comprometterne le prestazioni produttive (de Blas et al., 2012).

Apparato digerente del coniglio

L'apparato digerente del coniglio è caratterizzato dal ruolo primario dell'intestino cieco (Carabaño et al., 2010). Infatti, l'attività microbica nell'intestino cieco gioca un ruolo chiave nell'utilizzo digestivo dei nutrienti e contribuisce a mantenere la salute digestiva dei conigli (Carabaño et al., 2010).

I processi fermentativi nel cieco, infatti, producono acidi grassi volatili (AGV) e ammoniaca, derivanti rispettivamente dalla digestione di carboidrati e proteine.

Gli AGV sono rappresentati dal 60-80% di acetato, 8-20% di butirato, 3-10% di propionato, e possono contribuire fino al 40% del fabbisogno energetico di mantenimento (Carabaño et al., 2010).

Il coniglio, inoltre, è conosciuto per un comportamento alimentare caratteristico, la caecotrofia, che consiste nell'ingestione di feci molli che si formano nell'intestino cieco, garantendo un miglior utilizzo digestivo della dieta, con un maggior apporto di proteine e vitamine di origine microbica (Xiccatò e Trocino, 2008).

Durante la digestione infatti le feci molli si originano dalla fermentazione di piccole particelle (<0,3 mm) e sostanze idrosolubili che vengono riportate all'intestino cieco attraverso i movimenti anti-peristaltici del colon prossimale, le feci dure che sono invece direttamente escrete sono date dalle particelle più grosse (>0,3 mm) che vengono rapidamente spostate nella parte distale del colon.

Le feci dure sono ricche di fibra mentre quelle molli contengono alte proporzioni di proteine vitamine e minerali. In particolare, la proteina assunta tramite l'ingestione delle feci molli rappresenta circa il 10-20% dell'assunzione totale di proteina nei conigli in crescita. L'efficienza digestiva dei conigli non dipende solo dalle attività enzimatiche endogene e dalla digestione da parte della popolazione microbica simbiotica, ma anche dal tempo di transito delle particelle attraverso il tratto digestivo.

Il transito del mangime attraverso lo stomaco (da 3 h a 6 h) e l'intestino cieco (da 4 h a 9 h) è relativamente lento, mentre i tempi di transito nel digiuno (da 10 min a 20 min) e nell'ileo (da 30 min a 60 min) sono più brevi. Il tempo medio di transito attraverso l'intero tratto digestivo varia da 9 h a 30 h con una media di 19 h (Gidenne et al., 2010).

Per raggiungere la sua piena capacità funzionale, il sistema digestivo del coniglio in crescita deve passare attraverso un periodo di adattamento dall'alimentazione a base di latte alla sola dipendenza da solido. Questo processo di adattamento non riguarda solo i processi di digestione, ma anche la colonizzazione del microbiota e lo sviluppo di meccanismi di barriera che proteggono l'animale contro le patologie dell'apparato digerente (Carabaño et al., 2010).

Ruolo dell'energia nell'alimentazione dei conigli in accrescimento

Nel coniglio in accrescimento, i fabbisogni di energia sono di circa 900-1000 kJ di energia digeribile (ED) per kg di peso vivo metabolico (PM). Questo dato tende ad essere costante poiché l'appetito in questa specie è regolato principalmente da un meccanismo chemiostatico, che tuttavia appare solo con una concentrazione di ED nella dieta superiore a 9 MJ/kg (Lebas et al. 1984).

Negli animali monogastrici, infatti, la glicemia svolge un ruolo fondamentale nella regolazione dell'assunzione di cibo, mentre nei ruminanti la concentrazione di acidi grassi volatili nel sangue gioca il ruolo più rilevante. Poiché i conigli sono erbivori monogastrici, il

principale componente ematico che regola l'assunzione di cibo è il livello di glucosio nel sangue. Al di sotto di questa soglia prevale una regolazione legata al riempimento dell'intestino con materiale alimentare, ovvero dovuta ad un effetto fisico piuttosto che chimico.

Poco dopo lo svezzamento, il consumo di mangime è basso rispetto invece all'ultimo periodo di ingrasso dato che l'animale è ancora piccolo e il suo sistema digestivo si sta ancora sviluppando ed adattando all'alimentazione solida, ed è quindi più sensibile a disturbi e l'ottimizzazione della salute digestiva è di primaria importanza rispetto a massimizzare i consumi e l'ingestione di energia. Nella seconda fase di ingrasso, invece, i conigli sono meno sensibili ai disturbi digestivi e circa il 66% del mangime totale viene consumato durante questo periodo (Mondin et al., 2021).

Durante questa seconda fase di ingrasso un programma di alimentazione che includa diete a più alta concentrazione energetica nel periodo di finissaggio finalizzato a migliorare l'IC è particolarmente importante. Infatti, sulla base di diversi studi, può essere previsto un miglioramento dell'IC di 0.15-0.20 per 0.5 MJ DE/kg (Maertens, 2009).

Inoltre, il livello di ED nella dieta spiega gran parte della variabilità dell'assunzione di mangime e della conversione alimentare come riscontrato nei sistemi di allevamento del coniglio italiani (Xiccato e Trocino, 2010). In particolare, è stato calcolato che l'aumento del livello di ED di 1 MJ ED/kg diminuisce l'assunzione di mangime di 12 g/d (circa il 10%) e l'indice di conversione di 0,29 punti.

Ruolo della proteina nell'alimentazione dei conigli in accrescimento

Quando si parla di nutrizione azotata nei conigli, sono disponibili diverse unità per esprimere il fabbisogno (Carabaño et al., 2000, 2009; García et al., 2005). Proteina grezza (PG) e proteina digeribile (PD) sono le unità più comunemente usate, per le quali sia i fabbisogni sia la composizione delle materie prime sono disponibili (Villamide et al., 1998; Maertens et al., 2002).

In realtà, i conigli hanno fabbisogni specifici di aminoacidi e dati di aminoacidi digeribili a livello ileale sarebbero più affidabili.

Tuttavia, pur avendo sempre più informazioni sulle concentrazioni di aminoacidi delle materie prime più comuni, il fabbisogno di aminoacidi digeribili e la loro concentrazione nei mangimi sono poco conosciuti e ancora meno informazioni esistono sugli aminoacidi digeribili a livello ileale (Carabaño et al., 2009). In pratica, a causa della regolazione chemostatica dell'appetito, nei conigli, il fabbisogno di azoto viene espresso in relazione

all'energia della dieta attraverso il rapporto PD e ED, che è direttamente correlato alla ritenzione e l'escrezione di azoto nel corpo. In particolare il valore di PD che consente la massima assunzione di ED varia da 95 a 115 g/kg quando l'ED varia da 9,5 a 11,5 MJ/kg (Xiccato e Trocino, 2008). Un contenuto maggiore non compromette le prestazioni purché il rapporto sia mantenuto costante e l'apporto di aminoacidi sia adeguato (Carabaño et al., 2009). Quando invece il rapporto non viene rispettato le prestazioni di crescita e l'efficienza alimentare sono compromesse.

Un valore basso di PD:ED (<9.5 gMJ⁻¹) favorisce anche una diminuzione curvilinea della percentuale di composizione corporea di acqua e proteine e un aumento del grasso corporeo. Al contrario un eccesso comporta sprechi di proteina, maggiori costi e un aumento dell'impatto ambientale (Maertens et al, 1997; Xiccato, 2006).

Inoltre, diversi studi (Gutiérrez et al., 2003; García-Ruiz et al., 2006; Chamorro et al, 2007) hanno anche osservato che una riduzione del contenuto proteico nella dieta o l'uso di fonti proteiche altamente digeribili diminuisce il flusso proteico ileale e riduce la proliferazione degli agenti patogeni e la mortalità durante il periodo d'ingrasso.

Inclusione di grassi nella dieta per conigli in accrescimento

Tradizionalmente, 30-35 g/kg è il contenuto massimo di grassi nelle diete per conigli provenienti dalle materie prime di formulazione, senza aggiunta di grassi puri e/o oli. Considerando l'impatto positivo in termini di riduzione dei consumi e miglioramento dell'IC, è comune opportuno aggiungere nelle diete limitate quantità di grassi (10-30 g/kg), anche perché la loro integrazione può cambiare favorevolmente il valore nutrizionale della carne di coniglio (Hernández, 2008). L'aggiunta di grassi, inoltre, migliora il valore di energetico dei mangimi. Tuttavia, le aggiunte devono tenere conto della stabilità del pellet, poiché con l'aggiunta di grassi in quantità importanti si rischia di ridurre la conservabilità del mangime e di rendere più difficile il processo di pellettatura (Maertens, 1998).

Gli animali nutriti con diete a più alto contenuto di grassi hanno bisogno di un apporto di mangime inferiore per soddisfare il loro fabbisogno energetico. D'altra parte, il livello di grasso non mostra alcun effetto sull'accrescimento degli animali, pertanto, l'aumento del livello di grassi produce un migliore indice di conversione alimentare. L'aggiunta di grassi aumenta inoltre la digeribilità stessa dell'estratto etereo (EE), per esempio una dieta senza grassi aggiunti, che contiene 25-30 g/kg di lipidi strutturali, ha una digeribilità piuttosto bassa (0,45-0,65), mentre la digeribilità dell'EE nelle diete con grassi aggiunti è più alta (0,85-0,95). E' stato infine osservato che l'aumento del grasso alimentare dall'1,5 al 4% ha

migliorato l'efficienza di utilizzo dell'azoto e ne ha ridotto l'escrezione (Peiretti e Meineri, 2008).

D'altra parte, quando l'inclusione di grasso è molto elevata (ad esempio >60 g/kg) la digeribilità dell'EE può diminuire. Rilevante è poi la fonte di grasso, di origine vegetale piuttosto che animale, che può influenzare le prestazioni degli animali e il tasso di mortalità ((Falcão e Cunha et al., 1996).

Le differenze osservate tra varie fonti di grassi sono per lo più attribuite alla loro struttura molecolare e ai legami chimici. Il grasso contenuto nelle convenzionali materie prime è legato a strutture vegetali ed è quindi scarsamente digeribile. I grassi aggiunti sono molto più facilmente digeribili, e questo è vero anche per il grasso contenuto in semi oleosi integrali estrusi.

I coefficienti di digeribilità (calcolati per differenza) dei grassi puri sono 0,86 (sego bovino), 0,90 (oleine) e 0,98 (olio di soia) (Fernández et al., 1994). Come in altre specie, è stata riportata una relazione negativa tra il grado di saturazione e la digeribilità del grasso: i grassi più saturi (ad esempio sego di manzo, strutto) sono meno digeribili rispetto ai grassi insaturi (ad esempio oli di girasole o soia), probabilmente perché questi ultimi sono più facilmente emulsionati e quindi digeriti nell'intestino (Santomá et al., 1987).

Tra gli oli vegetali, l'olio di palma rappresenta una scelta migliore dell'olio di soia, poiché riduce la mortalità senza compromettere le prestazioni; l'olio di pesce invece, pur avendo il più alto rapporto n-3/n-6 ed essendo noto per gli effetti positivi sul sistema immunitario dei mammiferi, non è una fonte di grasso adatta a sostituire l'olio di soia poiché tende ad aumentare la mortalità dei conigli. Inoltre, la fonte di grasso alimentare sia a livelli di inclusione bassi (1,5%) che alti (4%) non influenza la composizione della carcassa (del Barrio et al., 2021).

Diversi studi hanno confrontato l'efficienza digestiva in conigli in crescita e adulti. I coefficienti di digeribilità dei diversi nutrienti tendono a diminuire o a rimanere costanti con l'età, ma la digeribilità dell'EE sembra seguire una tendenza opposta. Gli animali giovani hanno infatti un'elevata capacità di digerire i grassi che può essere spiegata dall'alta attività della lipasi riscontrata in conigli di 15 giorni di età (Saiz del Barrio, 2021). Inoltre va aggiunto che con alti livelli di fibra grezza ci possono essere interazioni negative tra grasso e fibra che comportano un peggioramento della digeribilità della sostanza secca (Parigi Bini, 1971).

Ruolo della fibra nella dieta per conigli in accrescimento

La fibra ha scarso valore dal punto di vista energetico, ma è fondamentale per gli effetti che ha sull'assunzione di cibo, la velocità di passaggio nel tratto gastro-enterico ed il suo ruolo di substrato per il microbiota ciecale (Combes et al., 2013).

Adeguati livelli di fibra nella dieta sono essenziali per prevenire i problemi digestivi. Tuttavia, la fibra va integrata nella dieta in modo da compromettere il meno possibile la crescita e l'efficienza alimentare. La quantità di fibra viene espressa attraverso valori di diverse frazioni.

La grande diversità delle pareti cellulari delle piante implica che l'analisi delle diverse frazioni di fibre possa essere affrontata solo con una combinazione di procedure. Le procedure di frazionamento si basano essenzialmente su metodi gravimetrici (cioè la pesatura di un residuo dopo l'idrolisi di specifici componenti cellulari).

Fibra grezza e frazioni fibrose

Due secoli fa, Heinrich Einhof sviluppò il cosiddetto metodo Weende per isolare un residuo di "fibra grezza" al fine di valutare il valore nutrizionale degli alimenti per ruminanti (foraggi ed erbe). Nel corso degli anni, molti sistemi di analisi sono stati proposti per sostituire il metodo della fibra grezza (metodo ufficiale AOAC 962.10); tuttavia, questo rimane il metodo ufficiale ed è ancora utilizzato nell'alimentazione animale perché è altamente riproducibile, rapido, semplice ed economico. Lo svantaggio principale del metodo della fibra grezza risiede nell'alta variabilità della composizione chimica dei suoi residui, perché a seconda del mangime può sciogliere fino al 60% di cellulosa, 80% di pentosani e 95% di lignine. La principale alternativa al metodo della fibra grezza è la procedura sequenziale di Van Soest sviluppata nel 1967 e successivamente aggiornata (Mertens, 2003). Il metodo NDF (fibra neutro deterosa) è stato progettato per isolare un residuo corrispondente ai componenti della fibra alimentare insolubile delle pareti cellulari delle piante utilizzando una soluzione detergente neutra calda. La cellulosa, le emicellulose e le lignine, così come le sostanze pectiniche, sono parzialmente solubilizzate. Il metodo della fibra acido deterosa (ADFom corretto per le ceneri residue; AOAC, metodo ufficiale 973.18) isola la cellulosa e le lignine, le frazioni fibrose meno digeribili, mediante una soluzione detergente acida calda. Questa è stata progettata per essere eseguita dopo l'analisi NDF, perché quando viene eseguita direttamente trattiene le pectine. Infine, sullo stesso campione, il metodo ADL (lignina acido deterosa) isola le frazioni di lignina utilizzando una soluzione di acido forte a temperatura ambiente. I principali vantaggi di questa metodologia sequenziale sono che è

possibile ottenere una stima approssimativa dei contenuti di lignina (ADL), cellulosa (ADF - ADL) ed emicellulosa (NDF-ADF), è relativamente veloce, semplice ed economica, ed ha una riproducibilità accettabile quando viene utilizzata come metodologia standardizzata (EGRAN, 2001).

Fibra alimentare totale

Nell'alimentazione umana e in altri mammiferi, la fibra alimentare totale è definita come i polisaccaridi e le sostanze resistenti alla digestione enzimatica e all'assorbimento dei mammiferi che possono essere parzialmente o totalmente fermentate nell'intestino.

Da un punto di vista chimico, la fibra alimentare totale (TDF) è costituita principalmente dalle pareti cellulari vegetali composte da una spina dorsale di microfibrille di cellulosa inserite in una matrice di lignina, emicellulose, pectine e proteine, così come altre sostanze legate alla parete cellulare (polifenoli, cutina, gomme, ecc.) o nel citoplasma (amidi resistenti, oligosaccaridi, fruttani, ecc.) (Gidenne et al., 2010).

La TDF viene analizzata principalmente con metodi enzimatico-gravimetrici basati sulle procedure AOAC (2000), procedure 985.29 e 991.43, che solubilizzano le diverse sostanze non fibrose con enzimi e solventi e misurano il peso dei residui fibrosi dopo questi trattamenti (Trocino et al., 2013). Queste procedure possono differenziare la fibra insolubile e solubile.

Al contrario, i metodi enzimatico-chimici separano prima enzimaticamente la fibra dagli altri nutrienti e poi quantificano chimicamente il residuo di fibra (Englyst et al., 1994; Theander et al., 1995). Essi possono anche differenziare le frazioni di fibra insolubile e solubile del campione. Tuttavia, queste metodologie enzimatico-chimiche, progettate per misurare i polisaccaridi non amilacei, possono sottostimare il contenuto di fibre alimentari e sono un po' complesse, costose e difficili da implementare come analisi di routine, e caratterizzate da una bassa riproducibilità (Mertens, 2003; Elleuch et al., 2011).

Fibra solubile

La fibra solubile (SF) è la parte di TDF che comprende i polisaccaridi non amido e non-NDF, comprese le sostanze pectiche, β -glucani, fruttani e gomme (Hall, 2003).

La SF può essere misurata secondo Hall et al. (1999) come fibra solubile al detergente neutro (NDSF) ottenuta gravimetricamente come la differenza tra il peso del residuo insolubile in etanolo all'80% e quelli di amido e NDF dopo la correzione per proteine e ceneri. La determinazione dell'NDSF può essere influenzata dall'accumulo di errori nella

misurazione dei diversi componenti, così come l'errore legato al coefficiente ($N \times 6.25$) usato per la correzione delle proteine (Hall, 2003; Martínez-Vallespín et al., 2011).

Utilizzando metodi enzimatico-gravimetrici, la SF può anche essere ottenuta come differenza tra TDF e fibra insolubile. Secondo Van Soest et al. (1991), la SF può essere ottenuta sottraendo il contenuto di NDF dopo la correzione per le ceneri e le proteine dal valore TDF, includendo così i polisaccaridi non amilacei, cioè fruttani, galattani, β -glucani e pectine (Xiccato et al., 2012).

Per quanto riguarda le fonti di fibra solubile sono comunemente usate per il coniglio le polpe di barbabietola, ma al loro posto si potrebbero usare altre fonti come ad esempio: polpe di mele, polpe di agrumi, cicoria (Trocino et al., 2013).

Fibra insolubile

Per quanto riguarda la fisiologia digestiva degli animali, la fibra alimentare insolubile per gli erbivori è definita da Mertens (2003) come "*materia organica indigeribile o a lenta digestione dei mangimi che occupa spazio nel tratto gastrointestinale*", cioè da un punto di vista chimico, la lignina (indigeribile) e soprattutto le emicellulose e le cellulose. Di conseguenza, la fibra alimentare insolubile non comprende quei polisaccaridi delle pareti cellulari delle piante che possono essere rapidamente fermentati (ad esempio le pectine), e quelli solubili che non occupano spazio in un ambiente liquido (ad esempio i fruttani e le gomme) e sono altamente digeribili.

La fibra alimentare insolubile può essere quantificata con i metodi AOAC sopra citati. Oltre al livello di fibra insolubile nella dieta, il tipo di fibra insolubile (cioè il grado di lignificazione e la dimensione delle particelle) è anche rilevante nella nutrizione e nella fisiologia digestiva del coniglio (Nicodemus et al., 1999, 2006). A tal fine, oltre al contenuto di lignina, la proporzione di lignina sulla fibra insolubile (rapporto ADL/NDF) può fornire ulteriori informazioni (García et al., 2002). A livello di fonti di fibra insolubile nei mangimi, sia la medica disidratata sia la crusca di frumento ne apportano già buone quantità, ma per aumentarne la percentuale sono spesso usate vinacce o buccette d' uva derivanti dalla lavorazione del mosto del vino. Anche altre fonti possono essere utili per integrare la fibra insolubile, per esempio in alcuni studi sono state usate paglia di frumento, paglia di avena e paglia di orzo (Farias-Kovac et al., 2020).

Livello di fibra alimentare e regolazione dell'assunzione del coniglio in crescita

Oltre che alla concertazione di ED, l'ingestione alimentare del coniglio è strettamente legata al livello di ADF, a causa della bassa digestione di questa frazione fibrosa.

Quando il livello di fibra alimentare è molto alto (>25% ADF), il coniglio non è in grado di aumentare sufficientemente la l'ingestione di mangime per soddisfare i fabbisogni energetici, e questo produce una riduzione del tasso di crescita. Quando invece, si verifica una carenza di fibre (assunzione di ADF inferiore a 8-11 g/kg di peso vivo/giorno), il tempo di ritenzione delle particelle nell'intestino cieco aumenta, il livello di fibre diminuisce (allontanate velocemente), mentre la concentrazione di amido rimane stabile causando cambiamenti rilevanti nelle concentrazioni di ammoniaca e AGV così come nel pH cecale. Riducendo invece l'NDF della dieta (da 300 g/kg a 250 g/kg) nei conigli svezzati (da 25 a 55 d di età), la biodiversità del microbiota nell'ileo aumenta, mentre nell'intestino cieco diminuisce e si può osservare un aumento del tasso di mortalità (Nicodemus et al., 2004; Gidenne et al., 2010). D'altra parte, un eccesso nel contenuto di NDF (>400 g/kg) dovrebbe essere evitato per preservare una buona efficienza alimentare e garantire la salute del coniglio (de Blas et al., 2012). Infatti, una riduzione di NDF nella dieta (da 360-380 a 300-320 g/kg) diminuisce la mortalità, migliora la performance di crescita e l'efficienza alimentare, e migliora la struttura della mucosa intestinale. Pertanto, contenuti minimi di NDF (300 g/kg), ADL (50 g/kg) e particelle grossolane (>0,3 mm, 210 g/kg) sono richiesti nelle diete utilizzate durante il periodo post-svezzamento al fine di accelerare il tempo di transito del digesto attraverso il tratto intestinale, diluire i contenuti di amido e proteine alimentari e ileali e ridurre la crescita microbica totale (Carabano et al, 2008, de Blas, et al., 2012), contrastando così la comparsa di disbiosi (Gidenne, 1996; Bennegadi et al., 2000) (Tabella 1).

Tabella 1. Frazioni fibrose e altri nutrienti importanti in un mangime pellettato per il coniglio in accrescimento (adattato da Gidenne, 2015).

Composizione chimica	Range medio (g/kg tal quale)
Fibra alimentare totale (TDF)	450-600
Fibra neutro detersa (aNDFom)	280-460
Fibra acido detersa (ADFom)	150-230
ADL	35-65
Fibra grezza	120-180
Fibra solubile	35-120
Altri nutrienti	
Amido	80-130
Zuccheri	30-60
Proteina grezza	140-190
Estratto etereo	20-40

Ruolo fibre nella salute del coniglio

La fibra è essenziale nell'alimentazione dei conigli per ridurre il rischio di problemi digestivi dopo lo svezzamento. Le patologie digestive sono, infatti, il primo fattore che causa mortalità nella fase di svezzamento (Coutelet, 2013).

Uno studio su larga scala ha dimostrato che il livello di fibra gioca un ruolo molto più importante dell'amido nel modulare l'insorgenza di problemi digestivi (Gidenne et al., 2004). Infatti, nello stesso studio, è stato constatato che il flusso ileale di amido non influisce sulla salute digestiva del coniglio in accrescimento.

Secondo quanto riportato in bibliografia, il livello di ADF dovrebbe essere superiore al 19% per garantire il corretto funzionamento del tratto intestinale, mentre la lignina non dovrebbe mai essere inferiore al 5% (Tabella 2).

Il rapporto fibra digeribile/ADF dovrebbe essere inferiore a 1,3 per evitare un'assunzione squilibrata di polisaccaridi altamente fermentescibili (pectine, β -glucani, ecc.). Il ruolo della FS e delle frazioni fibrose insolubili sulla modulazione della salute intestinale e le prestazioni produttive dei conigli in accrescimento sono state ampiamente studiate negli ultimi anni (Trocino et al., 2013a; Gidenne, 2015).

I risultati degli studi evidenziano che aumentando la FS (in larga parte con l'inclusione nel mangime di polpa di barbabietola da zucchero) è possibile ottenere una riduzione della mortalità dovuta a problemi digestivi, ma al contempo si ha un aumento del peso del tratto gastrointestinale che comporta maggiori tare di macellazione. Al contrario con l'aggiunta di lignina il peso relativo del tubo digerente diminuisce a causa dell'aumento della velocità di transito (Gidenne e Perez, 1994; Gidenne et al., 2001), che spesso è associato anche ad una riduzione dei disturbi digestivi (Nicodemus et al., 1999; García et al., 2002).

Conseguentemente, combinando le due frazioni di fibra si potrebbe limitare l'incidenza del tubo digerente ed ottenere importanti benefici per la salute degli animali.

A tal proposito, in un recente studio è stato osservato che con la somministrazione di diete ad alta concentrazione di FS aumentava la digeribilità di tutte le frazioni fibrose, con un conseguente aumento del contenuto di ED. Inoltre queste diete presentavano una riduzione del contenuto di sostanza secca (SS) del cieco e aumentavano la concentrazione di AGV al suo interno, riducendo così il pH ciecale. L'aumento di ED ha migliorato l'indice di conversione, ma ha diminuito l'accrescimento medio giornaliero e la resa al macello (Caïsin et al., 2020). Aumentando però in queste diete il contenuto di lignina in associazione con una piccola percentuale di grasso in sostituzione dell'amido si può ottenere un miglior apporto di energia e un miglioramento della conversione alimentare.

Tuttavia, gli svantaggi conseguenti l'uso di diete ad alta FS possono essere solo parzialmente corretti dall'aggiunta di lignina e grasso, ma nel contesto di una produzione che mira ad eliminare o almeno minimizzare l'uso di antibiotici, l'uso di diete arricchite in fibra solubile e insolubile con rese al macello leggermente più basse rimane interessante.

Tabella 2. Fabbisogno di fibre e amido (corretta per un contenuto di sostanza secca di 900 g/kg) per il coniglio dopo lo svezzamento per prevenire disturbi digestivi (adattato da Gidenne et al., 2010).

	INRAE ¹		UPM ²	
	Post-svezzamento (28-42 d)	Ingrasso (42-70 d)	Post-svezzamento (25-39 d)	Ingrasso (39-70 d)
Fibra neutro detergente (NDF)	≥310	≥270	300-360	-
Fibra acido detergente (ADF)	≥190	≥170	-	-
Lignina (ADL)	≥55	≥50	-	-
Cellulosa /ADF-ADL)	≥130	≥110	-	-
Lignina/Cellulosa	>0,40	>0,40	-	-
Eemicellulosa (NDF-ADF)	>120	>100	-	-
Fibra solubile neutro detergente (NDSF ³)	-	-	12	-
Particelle >0,3 mm	-	-	-	>21.0
Amido	-	-	<200	145-175

ADF, fibra acido detergente; ADL, lignina acido detergente; DgF, frazione di fibra digeribile = [emicellulose (NDF – ADF) + acqua-pectine insolubili]. ¹INRA, Institut National Recherche Agronomique. ²UPM, Technical University of Madrid. ³Hall et al., 1997.

Obiettivi

Il periodo di post-svezzamento/ingrasso è una fase delicata nell'allevamento del coniglio a causa della frequenza con cui si possono verificare disturbi digestivi con alti tassi di mortalità.

In questo contesto l'aggiunta di fibra insolubile (ADF e lignina) rispetto alle diete tradizionali migliora il passaggio di alimento a livello intestinale con conseguente aumento dei movimenti di peristalsi e della motilità intestinale generale, abbassando così la probabilità che insorgano patologie o disturbi.

L'aggiunta però di fibra insolubile, in particolare di lignina, compromette la digeribilità della sostanza secca totale e aumenta i consumi di alimento portando ad un peggioramento dell'indice di conversione alimentare.

Un metodo per risolvere questi scompensi a livello produttivo è quello di aggiungere grassi alla dieta, sostituendoli con una parte di amido, poiché consentono di aumentare significativamente il livello di ED. In questo modo, l'associazione di un alto livello di fibra con alto livello di grassi potrebbe assicurare un buon transito intestinale con meno disturbi enterici, mantenere un elevato contenuto di ED e ottenere una conversione alimentare sostenibile.

Sulla base di queste premesse il presente studio si è posto i seguenti obiettivi:

1. Valutare l'effetto della sostituzione di fieno di erba medica con buccette d'uva come fonte di fibra insolubile (ADF e lignina) al fine verificare la possibilità di utilizzo di materie prime alternative (sottoprodotti dell'industria viticola) nella formulazione di diete per conigli in accrescimento;
2. Valutare l'effetto della sostituzione di materie prime amilacee (orzo) con olio vegetale (olio di soia) nelle diete per conigli in accrescimento caratterizzate da diversi livelli di fibra insolubile.

Gli effetti dei fattori sperimentali sono stati valutati su mortalità, morbilità e scarti alla macellazione, prestazioni produttive, digeribilità della dieta, risultati di macellazione e qualità della carcassa e della carne di conigli in accrescimento allevati in gruppo.

Materiali e Metodi

Descrizione dell'allevamento

La prova è stata svolta nel periodo Marzo-Aprile 2022 nelle strutture di allevamento per conigli presso l'Azienda Agraria Sperimentale "L. Toniolo" dell'Università degli Studi di Padova.

Prima dell'avvio della prova, le attrezzature e le gabbie sono state lavate con idropulitrice e sterilizzate con bruciatore a gas. Dopodiché il locale di allevamento è stato sottoposto ad un lungo periodo di vuoto sanitario, seguito da trattamento disinfettante con Virkon®s (Antek International–A DuPont Company, Suffolk, UK).

I conigli, nati e svezzati nelle strutture di allevamento per conigli dell'Azienda Agraria Sperimentale "L. Toniolo", sono stati stabulati in recinti multipli, modello Combi-park (Meneghin), con dimensioni 216 cm x 103 cm (Figura 1), dotati di 4 mangiatoie amovibili a pesata automatica e 8 abbeveratoi nipplers collegati ad un serbatoio per l'erogazione idrica a bassa pressione e a temperatura ambiente. I park presentavano una pavimentazione in grigliato di plastica (dimensioni del foro: 12 mm x 70 mm) ed era presente una piattaforma sopraelevata a 25 cm di altezza, anch'essa in grigliato di plastica. La distribuzione del mangime era manuale.



Figura 1. Park di stabulazione

Inoltre, per la prova di digeribilità, 72 coniglietti sono stati stabulati in gabbie sperimentali individuali di digeribilità (dimensioni: 25 x 44 x 28 cm). Le gabbie erano in rete metallica zincata, dotate di abbeveratoio ad ugello e mangiatoia esterna riempita manualmente (Figura 2). Le gabbie erano dotate di un cassetto in rete zincata con maglie di circa 3 mm, il quale permetteva la raccolta delle feci, dotato inoltre di un deflettore in acciaio

atto ad evitare il contatto delle urine con le feci.



Figura 2. Gabbie sperimentali individuali da digeribilità

Il ricambio d'aria nella struttura era garantito dalla presenza di finestre con sistema di apertura a vasistas e da grandi ventilatori automatici ad estrazione. Il corretto condizionamento ambientale durante la prova è stato garantito dagli impianti di riscaldamento automatico e di ventilazione forzata.

Durante la prova i valori di temperatura ambientale minima e massima così come i valori di umidità relativa sono stati quotidianamente registrati. I valori medi di temperatura minima e massima si sono attestati rispettivamente su 19 e 22°C (Figura 3a). L'umidità relativa giornaliera ha fatto registrare un valore medio del 41%, con una minima media del 35% e una massima media del 46% (Figura 3b).

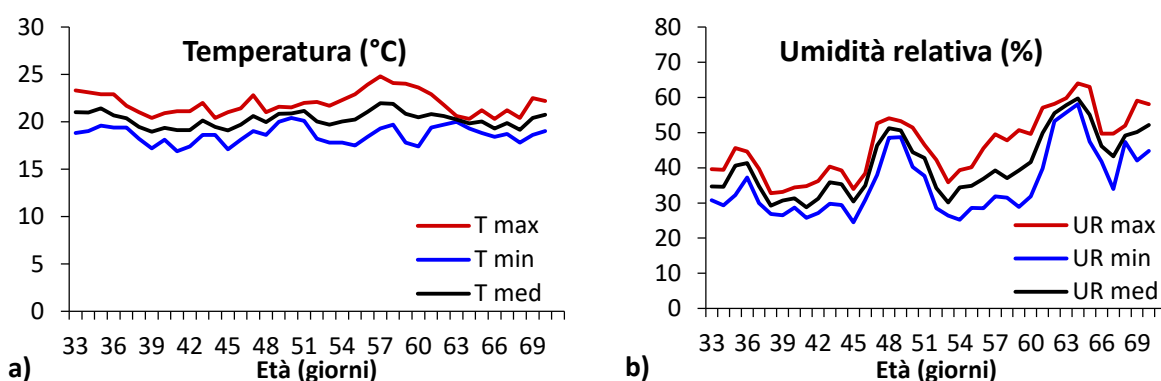


Figura 3. Grafico dell'andamento della temperatura (a) e dell'umidità relativa (b) minima massima e media.

Animali, disegno sperimentale e fasi della sperimentazione

Lunedì 28 Febbraio 2022, a 33 giorni di età, 648 coniglietti (576 stabulati nei recinti collettivi e 72 nelle gabbie individuali da digeribilità) sono stati svezzati da fattrici presenti

all'interno dello stabulario per essere utilizzati nella prova sperimentale di ingrasso.

Gli animali sono stati suddivisi in 6 gruppi sperimentali derivanti dalla combinazione bifattoriale di 3 livelli di inclusione di buccette d'uva \times 2 livelli di inclusione di olio vegetale:

- B0-O1: recinti con 32 conigli alimentati con dieta contenente buccette d'uva pari al 0% e olio vegetale pari al 1% (3 recinti; 96 conigli);
- B0-O3: recinti con 32 conigli alimentati con dieta contenente buccette d'uva pari al 0% e olio vegetale pari al 3% (3 recinti; 96 conigli);
- B4-O1: recinti con 32 conigli alimentati con dieta contenente buccette d'uva pari al 4% e olio vegetale pari al 1% (3 recinti; 96 conigli);
- B4-O3: recinti con 32 conigli alimentati con dieta contenente buccette d'uva pari al 4% e olio vegetale pari al 1% (3 recinti; 96 conigli);
- B8-O1: recinti con 32 conigli alimentati con dieta contenente buccette d'uva pari al 8% e olio vegetale pari al 1% (3 recinti; 96 conigli);
- B8-O3: recinti con 32 conigli alimentati con dieta contenente buccette d'uva pari al 8% e olio vegetale pari al 3% (3 recinti; 96 conigli).

Anche i 72 conigli stabulati nelle gabbie individuali da digeribilità sono stati suddivisi in 6 gruppi sperimentali e alimentati con le stesse diete somministrate agli animali stabulati nei recinti collettivi.

La prova, della durata complessiva di 38 giorni, è stata suddivisa in due periodi:

1. Periodo di post svezzamento, della durata di 30 giorni (da 33 a 63 giorni di età), durante il quale i conigli sono stati alimentati con mangimi da post-svezzamento/ingrasso (B0-O1, B0-O3, B4-O1, B4-O3, B8-O1, B8-O3);
2. Periodo di finissaggio, della durata di 7 giorni (da 64 a 70 giorni di età), durante il quale i conigli sono stati alimentati con mangimi da finissaggio. Nel dettaglio, i conigli precedentemente alimentati con le diete B0-O1, B4-O1 e B8-O1 (basso contenuto di olio vegetale) hanno ricevuto il mangime I-O1 (inclusione di olio pari al 1%), mentre i conigli precedentemente alimentati con i mangimi B0-O3, B4-O3 e B8-O3 (alto contenuto di olio vegetale) hanno ricevuto il mangime I-O3 (inclusione di olio pari al 3%).

I mangimi da post-svezzamento/ingrasso sono stati subito messi a disposizione degli animali.

La prova è iniziata il giorno stesso della composizione dei gruppi, a 33 giorni di età, con la pesata individuale degli animali e contemporanea marcatura auricolare e pesata delle mangiatoie. L'alimento è stato distribuito *ad libitum* fino alla fine della prova.

Il peso vivo dei conigli nei recinti è stato misurato individualmente due volte alla settimana (lunedì e giovedì) determinando il relativo accrescimento medio del periodo intercorso tra le due pesate, mentre il consumo è stato registrato giornalmente per ogni mangiatoia (4 per ogni recinto) grazie al sistema di pesatura automatico. Nei conigli allevati nelle gabbie da digeribilità la pesata degli animali e delle mangiatoie è stata effettuata una volta a settimana, mentre nei periodi dedicati alle prove di digeribilità *in vivo* (da 46 a 50 e da 60 a 64 giorni di età) i conigli e relativi consumi sono stati monitorati quotidianamente.

A 71 giorni di età, i conigli rimasti in prova e allevati nei recinti collettivi (552 conigli in totale) e nelle gabbie da digeribilità (72 in totale) sono stati avviati alla macellazione commerciale presso il macello Agricola Tre Valli. Un totale di 216 conigli (12 per recinto; 36 per gruppo sperimentale; metà maschi e metà femmine), sono stati selezionati tra quelli allevati nei recinti (sulla base del peso vivo registrato a 70 giorni di età) in modo tale da rappresentare media e deviazione standard di ogni recinto e trattamento sperimentale e monitorati individualmente per determinare la resa di macellazione. Tra le 216 carcasse pesate all'uscita del tunnel di refrigerazione, sono state selezionate 144 carcasse (8 per recinto; 24 per gruppo sperimentale, metà maschi e metà femmine) da sottoporre a dissezione e valutazione dei parametri di qualità della carcassa e della carne presso il laboratorio LaChi del Dipartimento DAFNAE.

Preparazione e fornitura dei mangimi sperimentali

I mangimi sono stati appositamente formulati e preparati in un mangimificio commerciale in pellet del diametro di 3,5 mm e lunghezza di 10-11 mm. Le diete da post-svezzamento/ingrasso (B0-O1, B0-O3, B4-O1, B4-O3, B8-O1, B8-O3), così come le diete da finissaggio (I-O1 e I-O3) non erano medicate ed erano prive di antibiotici e coccidiostatici. Le diete B0-O1, B0-O3, B8-O1 e B8-O3 sono state formulate *ad hoc*, mentre le diete B4-O1 e B4-O3 sono state ottenute miscelando i mangimi B0-O1 + B8-O1 (50% + 50%) e B8-O1 + B8-O3 (50% + 50%), rispettivamente.

La formulazione e la composizione chimica delle diete sperimentali sono riportate rispettivamente in Tabella 3.

Le diete da post-svezzamento/ingrasso sono state formulate in modo da risultare isoproteiche e il più simili possibile per quanto riguarda la concentrazione di ED, mentre si differenziavano nettamente per il contenuto di ADF e ADL e di estratto etereo e amido.

Tutte le diete sono state integrate con amminoacidi di sintesi (L-lisina HCl e DL-metionina) e un integratore vitaminico-minerale (0,40%). Le diete sono state formulate in

modo da soddisfare i fabbisogni nutrizionali dei conigli in svezzamento e ingrasso (de Blas e Mateos, 2020; Xiccato e Trocino, 2020).

Tabella 3. Formula e composizione chimica delle diete sperimentali da post-svezzamento/ingrasso e finissaggio (%).

Periodo Dieta	33-63 giorni di età				64-70 giorni di età	
	B0-O1	B8-O1	B0-O3	B8-O3	I-O1	I-O3
Materie prime (%)						
Medica disidratata 16% (PG:16,0%)	20,00	22,00	17,00	19,00	19,00	26,00
Medica disidratata 14% (PG: 14,0%)	10,00	-	10,00	-	-	-
Bucchette d'uva	-	8,00	-	8,00	-	-
Crusca di frumento (Amido 20%)	24,80	24,80	24,80	24,80	25,80	27,80
Orzo nazionale (PG: 10,26%)	10,00	10,00	8,00	8,00	22,00	12,00
Polpe secche di bietola (PG: 8,0%)	14,00	14,00	14,00	14,00	16,00	16,00
Soia f.e. 49% (PG: 49,0%)	-	-	-	-	-	-
Girasole f.e. 30% (PG: 30,0%)	17,00	17,00	20,00	20,00	13,00	12,00
Olio di soia	1,00	1,00	3,00	3,00	1,00	3,00
Melasso (50% canna + 50% bietola)	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50
Carbonato di calcio	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65
Fosfato bicalcico	0,00	0,00	0,00	0,00	-	-
Cloruro sodico	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
L-lisina HCl (tit. 77%)	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
DL-metionina	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Integratore vitaminico-minerale ¹	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
Composizione chimica						
Sostanza secca, %	89,1	89,3	89,3	89,5	89,0	89,4
Proteina grezza, %	15,8	15,8	16,0	15,9	14,5	14,7
Estratto etereo, %	3,1	3,3	5,0	5,2	3,1	5,1
Fibra grezza, %	17,6	17,2	17,5	17,1	14,7	15,9
Ceneri, %	7,9	7,8	7,8	7,7	7,3	7,6
NDF, %	37,0	37,8	36,7	37,5	33,6	35,3
ADF, %	20,3	22,0	20,2	21,8	16,8	18,4
ADL, %	5,6	7,7	5,5	7,7	4,3	4,9
Amido ² , %	11,1	10,8	10,0	9,8	17,0	12,5
Lisina ² , %	0,76	0,75	0,77	0,75	0,71	0,72
Metionina+cisteina ² , %	0,66	0,65	0,67	0,66	0,62	0,61
Treonina ² , %	0,59	0,58	0,59	0,58	0,54	0,55
Calcio ² , %	0,88	0,83	0,85	0,79	0,82	0,83
Fosforo ² , %	0,56	0,56	0,58	0,58	0,55	0,54
Sodio ² , %	0,22	0,23	0,22	0,23	0,21	0,22
Energia digeribile ² , kcal/kg	9,8	9,5	10,3	10,0	10,4	10,5
Rapporto PD/ED ² , g/MJ	11,1	10,9	10,8	10,6	9,7	9,6

¹ Premix: vit. A, 12000 UI; vit. D3, 1000 UI; vit. E acetate, 50 mg; vit. K3, 2 mg; Biotin, 0.1 mg; Thiamine, 2 mg; Riboflavin, 4 mg; vit. B6, 2 mg; vit. B12, 0.1 mg; Niacin, 40 mg; Pantothenic acid, 12 mg; Folic acid, 1 mg; Fe, 100 mg; Cu, 20 mg; Mn, 50 mg; Co, 2 mg; I, 1 mg; Zn, 100 mg; Se, 0.1 mg. ² Valori calcolati.

In termini di formulazione, l'inclusione di buccette d'uva è stata avvenuta in sostituzione di fieno di erba medica al 14% di PG al fine di ottenere un maggiore contenuto di ADF (20,3% vs. 21,9% per le diete B0 e B8, rispettivamente) e di ADL (5,6% vs. 7,7% per le diete B0 e B8, rispettivamente). Dall'altra parte, l'aumento del contenuto di olio vegetale è avvenuto a fronte di una minore inclusione di orzo al fine di ottenere due distinti livelli di

estratto etereo (3,2% e 5,1% per le diete O1 e O3, rispettivamente).

Controllo veterinario e stato di salute

Lo stato sanitario degli animali è stato costantemente monitorato dal personale veterinario del Dipartimento DAFANE allo scopo di individuare rapidamente l'insorgenza di malattie, in particolare i disturbi digestivi e di avviare, nel caso le terapie necessarie.

Gli animali erano considerata ammalati quando mostravano gonfiore addominale e segni di diarrea o nel caso di perdita di peso vivo per due misurazioni consecutive.

Macellazione

La macellazione commerciale è stata effettuata a 71 giorni di età per tutti gli animali rimasti in prova che presentavano un peso vivo adeguato (>2,2 kg). Il numero di animali a inizio prova, morti, esclusi dalla macellazione per peso vivo insufficiente e avviati alla macellazione è riportato in Tabella 4.

Tabella 4. Numerosità dei gruppi sperimentali in prova di accrescimento nei recinti collettivi (animali iniziali, morti, esclusi dalla macellazione e avviati alla macellazione).

Trattamento	Iniziali n.	Morti n.	Esclusi n.	Macellazione n.
B0-O1	96	0	6	90
B0-O3	96	2	3	91
B4-O1	96	0	3	93
B4-O3	96	0	3	93
B8-O1	96	1	4	91
B8-O3	96	0	2	94
Totale	576	3	21	552

Il giorno prima della macellazione, in base ai pesi medi della pesata precedente, è stata effettuata la selezione (in modo da rappresentare la media e la variabilità dei gruppi sperimentali) di 216 conigli (36 per gruppo sperimentale) da monitorare individualmente al macello per determinare le perdite di trasporto e la resa di macellazione.

Tra le carcasse dei 216 conigli ne sono state selezionate 144 (18 per gruppo sperimentale) da recuperare le carcasse al macello e sottoporre a dissezione presso i laboratori DAFNAE. Ai conigli è stata sospesa l'alimentazione alle ore 23, mentre l'acqua è rimasta a disposizione fino al momento del carico. Prima della partenza (h 4,00) i conigli sono stati pesati (peso partenza alla stalla). Tutti i conigli sono stati macellati presso il macello commerciale (Agricola Tre Valli, San Giorgio in Bosco) in modo conforme ai

protocolli internazionali (Blasco e Ouhayoun, 1996) a partire dalle ore 8,00. Al momento dell'appendimento, i conigli sono stati pesati (peso al macello) per determinare le perdite di trasporto.

Le operazioni alla macellazione si sono articolate nei seguenti passaggi: misurazione del peso vivo prima dell'appendimento; stordimento, appendimento in catena e giugulazione 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, tutte le carcasse refrigerate sono state pesate per determinare la resa di macellazione. Le prime 144 carcasse, sulla base della selezione effettuata, sono state confezionate in sacchetti di plastica, trasportate presso il Dipartimento DAFNAE e poste in cella frigorifera a 4°C fino al mattino seguente; le rimanenti carcasse sono rimaste al macello e avviate alla commercializzazione.

Il mattino seguente, sul muscolo *longissimus dorsi* e *biceps femoris* è stato misurato il pH in due punti ravvicinati (Figura 4a), mediante pHmetro (Sension pH1, Hach, Loveland, USA) dotato di elettrodo a lancia con sonda termica (5050T, Hach, Loveland, USA). Sugli stessi muscoli è stato misurato il colore (Figura 4b) mediante colorimetro Minolta Spectrophotometer CM-508 C (Minolta, Milano) secondo il metodo Cie L*a*b* che prevede la misura della luminosità (L*), dell'indice del rosso (a*) e dell'indice del giallo (b*) (Rennere, 1982).

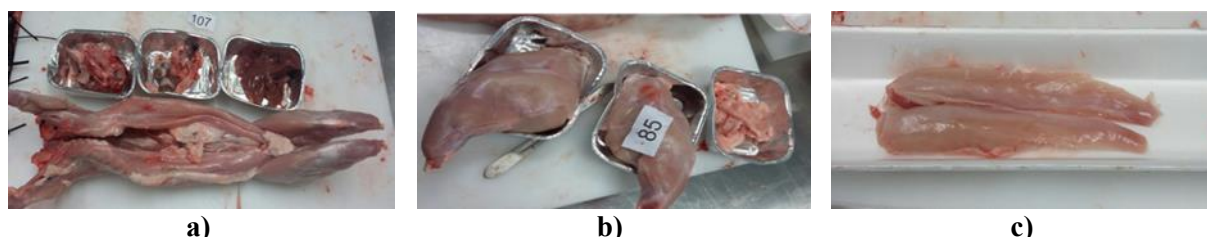


Figura 4. Misurazione del pH (a) e misurazione del colore (b) sul muscolo *biceps femoris*

Le carcasse sono state pesate e sottoposte a dissezione, conformemente al protocollo di Blasco e Ouhayoun (1996). La carcassa priva di testa, fegato, organi toracici e reni, componenti di scarso o nullo valore commerciale e nutrizionale, denominata convenzionalmente “carcassa di riferimento” (Figura 5a), è stata ulteriormente sezionata per misurare l'incidenza dell'arto posteriore e del grasso separabile (perirenale e periscapolare),

quest'ultimo considerato valido indice di adiposità dell'intera carcassa.

Su 72 carcasse, rappresentative per peso medio e variabilità del gruppo sperimentale corrispondente, è stato effettuato lo spolpo della coscia destra per determinare il rapporto muscoli/ossa, utilizzato come indice di riferimento della carnosità dell'intera carcassa (Parigi Bini e coll., 1992) (Figura 5b). I muscoli *longissimus dorsi*, invece, sono stati separati per determinare l'incidenza sulla carcassa di riferimento (Figura 5c) e per le successive analisi di qualità della carne.



a) b) c)
Figura 5. Carcassa di riferimento (a), campioni di cosce (b) e lombi (c)

I muscoli *longissimus lumborum* destri sono stati conservati sottovuoto a -18°C fino al giorno precedente alle analisi di tenerezza della carne. I muscoli sono stati scongelati in frigo (2°C) per 24h, asciugati accuratamente e pesati per determinare le perdite di scongelamento. In seguito, sono stati confezionati sottovuoto per essere poi sottoposti a cottura per un'ora e fino al raggiungimento della temperatura interna di 80°C . Sono state misurate le perdite di cottura e, dopo raffreddamento per un'ora a temperatura ambiente, il muscolo cotto è stato rifilato dalle estremità craniale e caudale per una lunghezza di 8 cm. Le porzioni centrali sono state pesate e sottoposte alla determinazione dello sforzo massimo di taglio con dinamometro e sonda Allo-Kramer a 10 lame dello spessore di 2 mm, distanza tra le lame di 5 mm, con cella di carico di 500 kg con una velocità di taglio di 500 mm/min (Bianchi e coll. 2007).

Preparazione dei campioni e analisi chimiche

I campioni dei mangimi sono stati macinati mediante un molino a rotore (mod. ZM 100, Retsch, Haan, Germania) con griglia di 1 mm di diametro. I campioni macinati sono stati analizzati per determinare il contenuto di sostanza secca, ceneri, proteina grezza e amido (metodo amiloglucosidasi- α -amilasi), con metodiche AOAC (2000) e seguendo le procedure EGRAN armonizzate a livello europeo. L'estratto etereo è stato determinato dopo trattamento con idrolisi acida (EC, 1998). Le frazioni fibrose, aNDF (senza sodio solfito), ADF e ADL (con acido solforico) sono state analizzate secondo Mertens (2002), AOAC (2000, procedura 973.187) e Van Soest e coll. (1991), rispettivamente, usando la procedura sequenziale e il sistema dei sacchetti filtranti (Ankom Technology, New York). Il contenuto di energia lorda

dei mangimi è stato misurato mediante calorimetro adiabatico (IKA C200, Staufen, Germania).

Trattamento dei dati ed elaborazione statistica

I dati relativi a prestazioni produttive (peso vivo e accrescimento) dallo svezzamento alla macellazione, rese di macellazione, caratteristiche della carcassa e qualità carne sono stati sottoposti ad analisi della varianza ANOVA utilizzando la procedura PROC MIXED del SAS (SAS, 2013) considerando come fattori di variabilità il livello di inclusione di buccette d'uva, di olio vegetale e la loro interazione, mentre il recinto è stato considerato come effetto random. I dati di recinto (consumo e indice di conversione) sono stati sottoposti ad analisi della varianza ANOVA utilizzando la procedura PROC GLM del SAS (SAS, 2013) considerando come fattori di variabilità il livello di inclusione di buccette d'uva, di olio vegetale e la loro interazione. Ove necessario, le medie stimate sono state confrontate utilizzando il test di Bonferroni.

Risultati e Discussione

Prestazioni produttive dallo svezzamento alla macellazione

Nel corso della prova lo stato di salute degli animali è stato generalmente buono e sono morti in totale solo 3 animali (2 del gruppo B0-O3 e 1 del gruppo B8-O1). Al momento del carico per il macello, 21 conigli sono stati esclusi dalla prova e dalla macellazione commerciale in quanto non hanno raggiunto il peso minimo di 2,2 kg richiesto dal macello (6 del gruppo B0-O1, 3 del gruppo B0-O3, 3 del gruppo B4-O1, 3 del gruppo B4-O3, 4 del gruppo B8-O1 e 2 del gruppo B8-O3). Nel complessivo, le perdite totali (animali morti + esclusi) sono state pari al 4,2%, senza differenze significative tra i gruppi.

I risultati delle prestazioni produttive registrate nell'intero periodo di prova sono riportati in Tabella 5. L'inclusione di buccette d'uva nella dieta non ha modificato in modo rilevante il peso vivo degli animali a fine prova (2724 g in media), così come non è stato influenzato l'accrescimento medio giornaliero nelle fasi di ingrasso (33-63 giorni di età; 51,1 g/d in media), finissaggio (64-70 giorni di età; 39,6 g/d), e nell'intero periodo di prova (33-70 giorni di età; 49,2 g/d in medi). Diversamente, l'inclusione di buccette all'8% ha aumentato significativamente il consumo medio giornaliero rispetto al gruppo controllo sia nel periodo di ingrasso (+6 g/d; $P = 0,010$) sia nell'intero periodo di allevamento (+5 g/d; $P = 0,019$), mentre valori intermedi sono stati registrati con l'inclusione di buccette d'uva al 4%. Analogamente, nel gruppo B8 è stato osservato un maggiore indice di conversione rispetto al gruppo B0 nella fase di ingrasso (+0,13 unità; $P = 0,003$) e nell'intero periodo di prova (+0,14 unità; $P = 0,001$), mentre valori intermedi sono stati riportati per il gruppo B4. L'aumento del consumo alimentare e il conseguente peggioramento dell'indice di conversione osservati nel gruppo B8 è ascrivibile all'incremento del livello di fibra insolubile nella dieta, nutriente scarsamente digeribile e che comporta un incremento della velocità di transito delle particelle nel digerente e una riduzione dell'ED (Gidenne et al., 2010; Trocino et al., 2013; Gidenne, 2015).

Per quanto riguarda il livello di inclusione di olio vegetale nella dieta, non sono state osservate differenze significative sul peso vivo finale tra il gruppo O1 e O3, nonostante il gruppo O1 abbia registrato un tasso di crescita più elevato nel periodo di finissaggio (+3,2 g/d; $P = 0,037$). D'altra parte, il periodo di finissaggio è stato molto breve (5 giorni in totale) e probabilmente non sufficiente per osservare effetti apprezzabili sul peso vivo finale degli animali.

Tabella 5. Effetto dell'inclusione nella dieta di buccette d'uva e olio vegetale sulle prestazioni produttive di conigli in accrescimento dallo svezzamento al giorno precedente la macellazione commerciale.

	Buccette d'uva (B)			Olio vegetale (O)		Probabilità			DSR ¹
	0%	4%	8%	1%	3%	B	O	B×O	
<i>Conigli, n</i>	181	186	185	274	278				
<i>Recinti, n</i>	6	6	6	9	9				
<i>Peso vivo², g</i>									
33 d (inizio prova)	899	904	905	904	901	0,835	0,664	0,965	100
64 d (cambio mangime)	2475	2503	2479	2479	2493	0,539	0,534	0,810	238
70 d (fine prova)	2717	2739	2714	2726	2721	0,618	0,813	0,806	261
<i>Accrescimento medio giornaliero², g/d</i>									
Ingrasso (33-64 d)	50,9	51,6	50,8	50,8	51,4	0,550	0,408	0,767	5,9
Finissaggio (64-70 d)	40,5	39,2	39,2	41,2	38,0	0,738	0,037	0,905	12,5
Totale (33-70 d)	49,2	49,6	48,9	49,2	49,2	0,600	0,944	0,779	5,6
<i>Consumo medio giornaliero³, g/d</i>									
Ingrasso (33-64 d) ⁴	148 ^b	153 ^{ab}	154 ^a	155	149	0,010	<0,001	0,046	3
Finissaggio (64-70 d)	176	177	178	180	174	0,781	0,039	0,218	5
Totale (33-70 d) ⁵	153 ^b	157 ^{ab}	158 ^a	159	153	0,019	<0,001	0,041	3
<i>Indice di conversione³</i>									
Ingrasso (33-64 d)	2,91 ^b	2,96 ^{ab}	3,04 ^a	3,04	2,90	0,003	<0,001	0,148	0,05
Finissaggio (64-70 d)	4,36	4,54	4,56	4,38	4,59	0,412	0,134	0,720	0,28
Totale (33-70 d)	3,10 ^b	3,16 ^a	3,24 ^a	3,22	3,11	0,001	<0,001	0,058	0,05

¹ Deviazione standard residua. ² Dati individuali. ³ Dati medi di box. ^{a,b} Differenze significative tra le medie ($P < 0,05$).

⁴ Interazione significativa $B \times O$: 148, 148, 156, 150, 159, e 150 g/d, per i gruppi B0-O1, B0-O3, B4-O1, B4-O3, B8-O1 e B8-O3, rispettivamente.

⁵ Interazione significativa $B \times O$: 153, 153, 160, 154, 163, e 153 g/d, per i gruppi B0-O1, B0-O3, B4-O1, B4-O3, B8-O1 e B8-O3, rispettivamente.

L'aumento del livello di olio ha determinato una riduzione significativa del consumo alimentare (-6 g/d in media) durante l'ingrasso ($P < 0,001$), il finissaggio ($P = 0,039$) e nell'intero periodo di prova ($P < 0,001$), accompagnata da un miglioramento dell'indice di conversione nella fase di ingrasso (-0,14 unità; $P < 0,001$) e nell'intero periodo (-0,11 unità; $P < 0,001$). Tali effetti sono riconducibili all'aumento del contenuto di ED nella dieta conseguenti alla maggiore inclusione di olio a scapito di materie prime ricche in amido (Maertens, 1988).

Un'interazione significativa è stata osservata tra il livello di inclusione di buccette d'uva e olio vegetale sul consumo alimentare dei conigli nel periodo di finissaggio e nell'intero periodo di prova ($P \leq 0,05$), tale per cui il consumo aumentava in modo rilevante quanto l'aumento del contenuto di buccette d'uva era associato a una minore inclusione di olio vegetale. Un trend simile, anse se solo a livello di tendenza ($P = 0,058$), è stato osservato per l'indice di conversione nell'intero periodo di prova.

Dall'analisi dei dati settimanali è possibile osservare che il consumo alimentare e l'indice di conversione si è sempre atteso su valori superiori nei gruppi B4 e B8 rispetto al gruppo B0, ma la differenza tra B0 e B8 è risultata statisticamente significativa solo durante la terza e la quarta settimana di prova per il consumo e la prima settimana per l'indice di conversione (Figura 6).

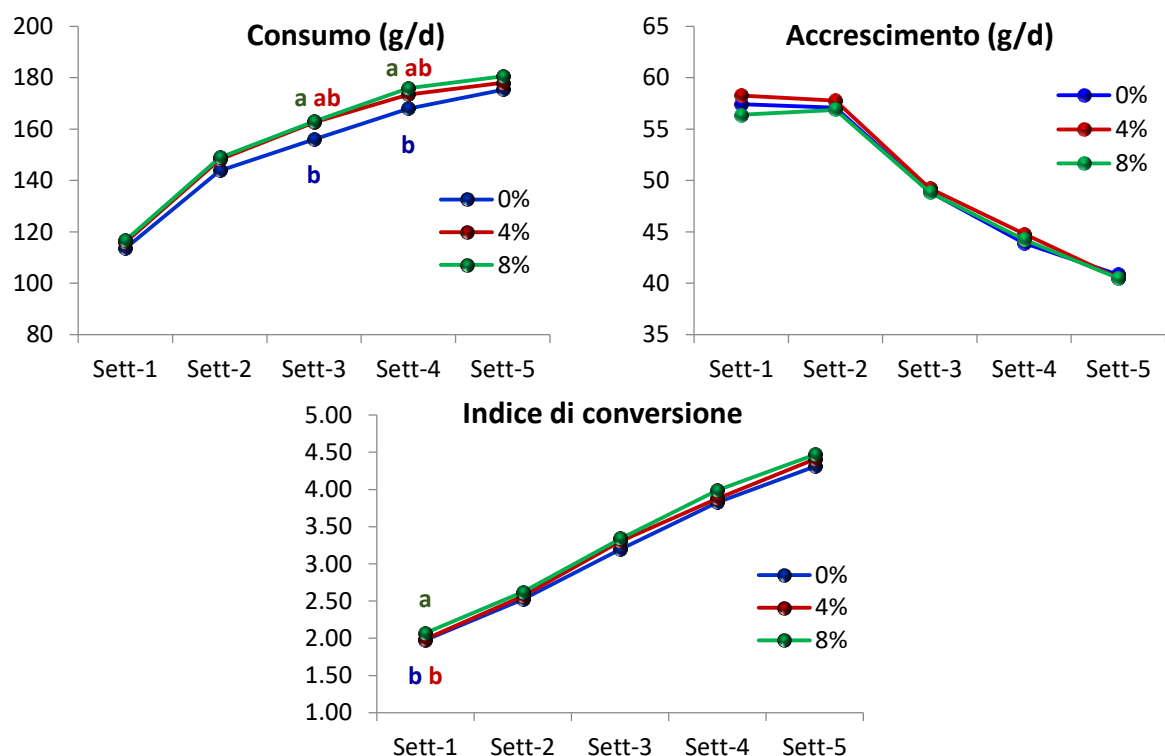


Figura 6. Consumi, accrescimenti e indice di conversione settimanali in funzione del livello di inclusione di buccette d'uva. ^{a,b} Differenze significative tra le medie ($P < 0,05$).

Per quanto riguarda l'inclusione di olio, il consumo di alimento è risultato inferiore nel gruppo O3 rispetto al gruppo O1 dalla seconda settimana di prova in poi. Effetti significativi sul tasso di accrescimento sono stati osservati nella prima, a favore del gruppo O3, e nell'ultima settimana di prova, a favore del gruppo O1. Questo risultato indica che i conigli alimentati con diete a basso contenuto di olio sono stati in grado di utilizzare meglio la dieta di finissaggio rispetto agli animali alimentati con diete ad alto contenuto di olio. Tuttavia, un migliore indice di conversione è stato ottenuto durante la prima, la seconda e la quarta settimana di prova nel gruppo O3 rispetto al gruppo O1 (Figura 7).

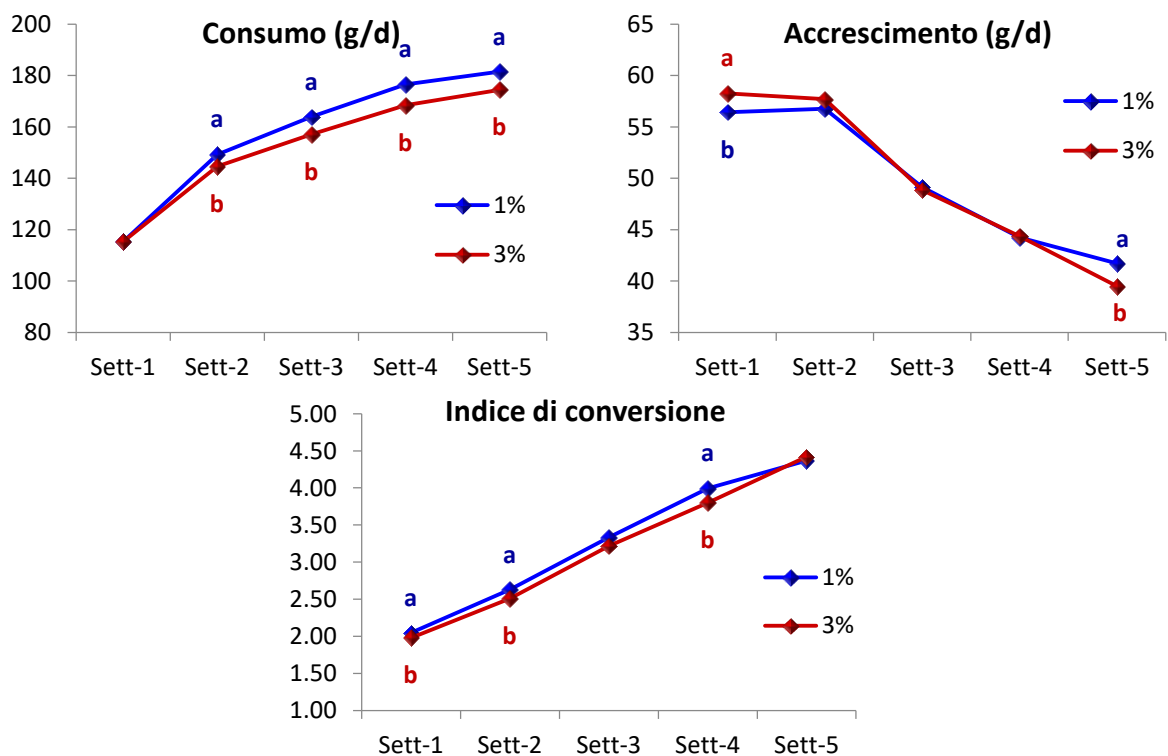


Figura 7. Consumi, accrescimenti, e indice di conversione settimanali in funzione del livello di inclusione di olio vegetale nella dieta. ^{a,b}Differenze significative tra le medie ($P < 0,05$).

Digeribilità della dieta

Per quanto riguarda la digeribilità apparente delle diete somministrate nel periodo di post svezzamento/ingrasso, è stata osservata una riduzione rilevante della digeribilità della sostanza secca a seguito dell'inclusione di buccette d'uva, in particolare quando questa ha raggiunto livelli pari all'8% (Figura 8a). Un aumento del livello di fibra insolubile nella dieta e della velocità di transito delle particelle nel digerente, conseguenti all'inclusione di buccette d'uva ricche in ADF e ADL, può spiegare la riduzione della digeribilità apparente della sostanza secca (Gidenne et al., 2010).

D'altra parte, la digeribilità della sostanza secca è migliorata sensibilmente con una maggiore inclusione di olio nella dieta nel periodo di post svezzamento/ingrasso (Figura 8b).

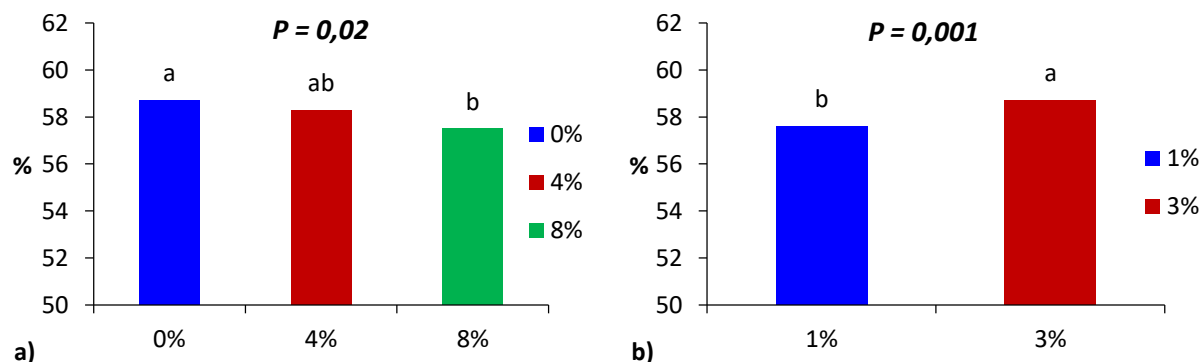


Figura 8. Digeribilità della sostanza secca delle diete da post svezzamento in funzione del livello di inclusione di buccette d'uva (a) e di olio vegetale (b) nella dieta. ^{a,b} Differenze significative tra le medie ($P < 0,05$).

Diversamente, nel periodo di finissaggio, non sono state osservate differenze di rilievo sulla digeribilità della sostanza secca tra i gruppi O1 e O3 (Figura 9).

I conigli giovani hanno un'alta attività lipasica (migliore utilizzazione di grassi assunti con l'alimento) che, tuttavia, diminuisce all'aumentare dell'età (Xiccato, 2010). In questo modo si può in parte spiegare la migliore digeribilità della dieta osservata nel gruppo O3 rispetto al gruppo O1 nel periodo di post svezzamento/ingrasso e l'assenza di variazioni significative nella fase di allevamento successiva.

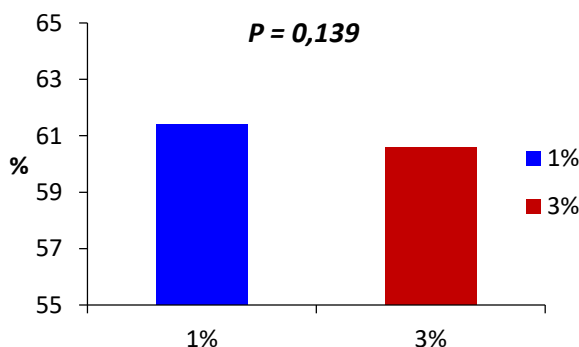


Figura 9. Digeribilità della sostanza secca delle diete da ingrasso in funzione del livello di inclusione di olio vegetale.

Risultati di macellazione e qualità della carcassa

Al macello i conigli hanno mostrato un peso vivo medio di 2641 g, il peso della carcassa fredda è stato pari a 1603 g, per una resa di macellazione del 60.7% (Tabella 6). L'incidenza di testa (8,15% in media), fegato (4,53% in media), organi toracici e reni (3,30% in media), calcolata come percentuale sul peso della carcassa fredda è risultata in linea con quanto atteso per il tipo genetico utilizzato e l'età di macellazione (Xiccato, 1999; Dalle Zotte, 2002).

Il peso della carcassa di riferimento è stato pari a 1338 g in media, e le proporzioni di grasso separabile, lombi, arti posteriori pari a 2,54%, 11,9%, 33,2%, rispettivamente. Il rapporto muscolo/ossa calcolato sull'arto posteriore è stato pari a 5,16 in media (Tabella 6).

L'inclusione di buccette d'uva non ha modificato i risultati di macellazione e le caratteristiche della carcassa dei conigli, in linea con lo scarso effetto misurato sulle prestazioni di crescita e peso vivo finale. Solamente l'incidenza degli arti posteriori è risultata significativamente maggiore nel gruppo B0 rispetto al gruppo B4 (+0,9 punti percentuali; $P = 0,018$).

Anche il livello di inclusione di olio nella dieta non ha prodotto effetti di particolare rilievo sui risultati di macellazione e le caratteristiche della carne. Tuttavia, è stata riscontrata una riduzione significativa nella proporzione dei lombi (-0,8 punti percentuali; $P < 0,001$) e degli arti posteriori (-0,12 punti percentuali; $P = 0,043$) negli animali alimentati con diete a più alto contenuto di olio vegetale.

Per quanto riguarda i parametri di qualità della carne, i valori medi di pH, luminosità, indice del rosso e del giallo misurati sul muscolo *l. lumborum* sono stati pari a 5,63, 54,9, 0,20 e 5,61 rispettivamente. Le perdite di scongelamento e cottura si sono attestate su 9,91% e 29,3%, rispettivamente, mentre lo sforzo di taglio è risultato pari a 5,24 g/kg (Tabella 7).

L'inclusione di buccette d'uva, così come la variazione del livello di olio vegetale nella dieta, non ha modificato in modo rilevante i parametri di qualità della carne.

Tabella 6. Effetto dell'inclusione nella dieta di buccette d'uva e olio vegetale su risultati di macellazione e caratteristiche della carcassa di conigli in accrescimento macellati a 71 d di età.

	Buccette d'uva (B)			Olio vegetale (O)		Probabilità			DSR ¹
	0%	4%	8%	1%	3%	B	O	B×O	
Conigli, n	72	72	72	108	108				
Peso stabulario, g	2692	2711	2681	2697	2693	0,669	0,862	0,861	205
Peso macello (PM), g	2633	2659	2630	2638	2644	0,636	0,830	0,939	200
Perdite di trasporto, %	2,18	1,93	1,91	2,20	1,81	0,471	0,051	0,573	1,48
Carcassa fredda (CF), g	1603	1620	1587	1599	1607	0,394	0,693	0,897	141
Resa a freddo, % PM	60,9	60,9	60,3	60,6	60,7	0,279	0,725	0,586	1,6
Testa, % CF	8,18	8,09	8,18	8,15	8,15	0,696	0,980	0,356	0,59
Fegato, % CF	4,40	4,59	4,58	4,55	4,50	0,400	0,678	0,700	0,76
Organi toracici e reni, % CF	3,29	3,21	3,37	3,29	3,30	0,060	0,825	0,435	0,31
Carcassa di riferimento (CR), g	1338	1353	1322	1335	1341	0,423	0,779	0,857	114
Grasso, % CR	2,33	2,62	2,68	2,48	2,60	0,459	0,622	0,764	1,01
Lombi, % CR	11,9	11,9	11,9	12,3	11,5	0,969	<0,001	0,224	0,9
Arti posteriori, % CR	33,6 ^a	32,7 ^b	33,2 ^{ab}	33,4	32,9	0,018	0,043	0,277	1,4
Rapporto muscolo/ossa	5,02	5,34	5,14	5,22	5,10	0,076	0,293	0,845	0,50

¹Deviazione standard residua.

Tabella 7. Effetto dell'inclusione nella dieta di buccette d'uva e olio vegetale su pH, colore perdite di scongelamento, cottura e sforzo di taglio del muscolo *L. longissimus lumborum*.

	Buccette d'uva (B)			Olio vegetale (O)		Probabilità			DSR ¹
	0%	4%	8%	1%	3%	B	O	B×O	
<i>Conigli, n</i>	48	48	48	72	72				
<i>Longissimus lumborum</i>									
pH	5,62	5,63	5,64	5,62	5,64	0,614	0,508	0,817	0,11
<i>L*</i>	54,8	54,8	55,1	54,8	55,0	0,773	0,560	0,818	2,1
<i>a*</i>	0,14	0,46	0,01	0,30	0,10	0,251	0,401	0,902	1,12
<i>b*</i>	5,71	5,66	5,44	5,65	5,56	0,865	0,837	0,472	2,23
Perdite scongelamento, %	9,81	10,08	9,84	10,02	9,80	0,922	0,712	0,719	2,36
Perdite cottura, %	29,5	29,3	29,2	29,0	29,6	0,943	0,371	0,722	2,0
Sforzo di taglio, g/kg	5,24	5,40	5,07	5,20	5,28	0,575	0,768	0,638	1,06

¹Deviazione standard residua.

Conclusioni

Il presente studio ha inteso valutare l'effetto dell'inclusione nella dieta di buccette d'uva (0% vs. 4% vs. 8%), come fonte di fibra insolubile, e di olio vegetale (1% vs. 3%), come fonte di energia digeribile, su stato di salute, prestazioni produttive, digeribilità della dieta, rese di macellazione e qualità della carcassa e della carne di conigli in accrescimento allevati in colonia. Nel dettaglio, sono stati messi a confronto 6 gruppi sperimentali derivanti dalla combinazione bi-fattoriale di 3 livelli di inclusione di buccette d'uva \times 2 livelli di inclusione di olio vegetale, per un totale di sei mangimi somministrati nella fase di post-svezzamento/ingrasso. Nel periodo di finissaggio sono stati utilizzati due mangimi provi di buccette d'uva, ma che mantenevano livelli di inclusione di olio differenziati e in linea con quelli utilizzati della fase precedente.

L'utilizzo di diete con elevato contenuto di buccette d'uva ha causato un aumento dei consumi alimentari e un peggioramento dell'indice di conversione. D'altra parte, diete a maggiore contenuto di olio vegetale hanno permesso di limitare il consumo di mangime e di migliorare l'efficienza alimentare, anche quando le diete contenevano livelli di fibra insolubili più alti (interazione significativa tra inclusione di buccette d'uva e olio vegetale). Tassi di accrescimento, pesi vivi finali, pesi e rese di macellazione e caratteristiche della carcassa e della carne sono state scarsamente influenzati dai fattori sperimentali testati. La mortalità e la morbilità nel corso della prova sono state molto contenute e non è stato possibile misurare alcun effetto di rilievo dovuto all'inclusione di buccette d'uva o olio vegetale nella dieta.

In conclusione, i risultati del presente studio dimostrano che le buccette d'uva possono essere incluse nelle diete di conigli in accrescimento fino al 4% senza produrre effetti significativi su stato di salute, prestazioni produttive e rese di macellazione. Tuttavia, l'aumento dei livelli di fibra insolubile, conseguenti a un'inclusione di bucce d'uva pari all'8%, comporta un aumento dei consumi e dell'indice di conversione con possibili ripercussioni sulla redditività degli allevamenti. L'utilizzo di questa materia prima va dunque limitato a percentuali non superiori al 4% e in ogni caso valutato sulla base dei costi, anche in comparazione con altre materie prime ricche in fibra insolubile. Infine, l'utilizzo di elevati livelli di olio vegetale nella dieta si è confermato una valida strategia per ridurre l'ingestione alimentare e l'indice di conversione in conigli in accrescimento, in particolare quando nella dieta sono presenti elevati livelli di fibra indigeribile.

Bibliografía

- AOAC. (2000). Official Methods of Analysis, 17th ed. Ass. Off. Analyst. Chemists, Arlington, VA, USA.
- Blasco A., Ouhayoun J. (1996). Harmonisation of criteria and terminology in rabbit meat research. *World Rabbit Sci.* 1, 3-10.
- Caïsin L., Martínez-Paredes E., Ródenas L., Moya V.J., Pascual J.J., Cervera C., Blas E., Pascual M. (2020). Effect of increasing lignin in isoenergetic diets at two soluble fibre levels on digestion, performance and carcass quality of growing rabbits. *Animal*, 21, 1-9.
- Carabaño R., Villamide M.J., García J., Nicodemus N., Llorente A., Chamorro S., Menoyo D., García-Rebollar P., García-Ruiz A. de Blas C. (2009). New concepts and objectives for protein-amino acid nutrition in rabbits: a review. *World Rabbit Science* 17, 1-14.
- Carabaño R., Piquer J., Menoyo D., Badiola I. (2010). The digestive system of the rabbit. In: de Blas, J.C., Wiseman, J. (Eds.). *The Nutrition of the Rabbit*, 2nd ed. CABI Publishing. CAB International, Wallingford, Oxon, UK, pp. 1-18.
- Chamorro S., Gomez Conde M.S., Perez De Rozas A.M., Badiola I., Carabaño R. de Blas J.C. (2007). Effect on digestion and performance of dietary protein content and increased substitution of lucerne hay with soya-bean protein concentrate in starter diets for young rabbits. *Animal* 1, 651-659.
- Combes S., Fortun-Lamothe L., Cauquil L., Gidenne T. (2013). Engineering the rabbit digestive ecosystem to improve digestive health and efficacy. *Animal*, 7, 1429-1439.
- Coutelet G. (2013). Technical and economic results of the rabbit breeding farms in France in 2012. In: 15èmes J. Rech. Cunicoles, Le Mans, France, pp. 111-114.
- Dalle Zotte A. (2002). Perception of rabbit meat quality and major factors influencing rabbit carcass and meat quality. *Livestock Production Science*, 75, 11-32.
- de Blas J.C., Mateos G.G. (2010). Feed formulation. In: de Blas, J.C., Wiseman, J. (Eds.), *Nutrition of the Rabbit*, 2nd ed. CABI Publishing. CAB International, Wallingford, Oxon, UK, pp. 222-232.
- EGRAN (European Group on Rabbit Nutrition). (2001). Technical note: attempts to harmonize chemical analyses of feeds and faeces for rabbit feed evaluation. *World Rabbit Science* 9, 57-64.
- Elleuch M., Bedigian D., Roiseux O., Besbes S., Blecker C., Attia H. (2011). Dietary fibre and fibre-rich by-products of food processing: Characterisation, technological functionality and commercial applications: A review. *Food Chemistry*, 124, 411-421.
- Englyst H.N., Quigley M.E., Hudson G.J. (1994). Determination of dietary fibre as non-starch polysaccharides with gas-liquid chromatographic, high-performance liquid chromatographic or spectrophotometric measurement of constituent sugars. *Analyst*, 119: 1497-1509.
- Falcão e Cunha L., Bengala Freire J.P. Gonçalves A. (1996). Effect of fat level and fiber nature on performances, digestibility, nitrogen balance and digestive organs in growing rabbits. In: *Proceedings of the 6th World Rabbit Congress*, Toulouse, France, pp. 157-162.

- Farias-Kovac C., Nicodemus N., Delgado R., Ocasio-Vega C., Noboa T., Abdelrasoul R.A., Carabaño R., García J. (2020). Effect of dietary insoluble and soluble fibre on growth performance, digestibility, and nitrogen, energy, and mineral retention efficiency in growing rabbits. *Animal*, 10, 1346.
- Fernández C., Cobos A. Fraga, M.J. (1994). The effect of fat inclusion on diet digestibility in growing rabbits. *Journal of Animal Science*, 72, 1508-1515.
- García J., Gidenne T., Falcão-e-Cunha L., de Blas C. (2002). Identification of the main factors that influence caecal fermentation traits in growing rabbits. *Animal Research*, 51, 165-173.
- García A.I., de Blas J.C. Carabaño R. (2005). Comparison of different methods for nitrogen and amino acid evaluation in rabbit diets. *Animal Science*, 80, 169-178.
- García-Ruiz A.I., García-Palomares J., García-Rebollar P., Chamorro S., Carabaño R., de Blas C. (2006). Effect of protein source and enzyme supplementation on ileal protein digestibility and fattening performance in rabbits. *Spanish Journal of Agricultural Research* 4, 297-303.
- Gidenne T., Perez J.M. (1994). Apports de lignines et alimentation du lapin en croissance. I. Conséquences sur la digestion et le transit. *Annales de Zootechnie* 43, 313-322.
- Gidenne T., Perez J.M. (1996). Dietary cellulose for the growing rabbit. I. Consequences on digestion and rate of passage. *Annales de Zootechnie* 45, 289-298.
- Gidenne T., Arveux P., Madec O. (2001). The effect of the quality of dietary lignocellulose on digestion, zootechnical performance and health of the growing rabbit. *Animal Science*, 73, 97-104.
- Gidenne T., Carabaño R., García J., de Blas, J.C. (2010). Fibre Digestion. In: de Blas, J.C., Wiseman, J. (Eds.). *Nutrition of the Rabbit*, 2nd Edition. CABI Publishing, Wallingford Oxon, UK, pp. 66-82.
- Gidenne T., García J., Lebas F., Licois D. (2010). Nutrition and feeding strategy: interactions with pathology. In: de Blas, J.C., Wiseman, J. (Eds.). *Nutrition of the Rabbit*, 2nd ed. CABI Publishing. CAB International, Wallingford, Oxon, UK, pp. 83–118.
- Gidenne T. (2015). Dietary fibres in the nutrition of the growing rabbit and recommendations to preserve digestive health: a review. *Animal*, 9, 227-242.
- Gidenne T., Garreau H., Drouilhet L., Aubert C., Maertens L. (2017). Improving feed efficiency in rabbit production, a review on nutritional, technico-economical, genetic and environmental aspects. *Animal Feed Science and Technology*, 225, 109–122.
- Gutiérrez I., Espinosa, A., García, J., Carabaño, R. de Blas J.C. (2003). Effect of source of protein on digestion and growth performance of early-weaned rabbits. *Animal Research* 52, 461-472.
- Hall M.B. (2003). Challenges with non-fiber carbohydrate methods. *Journal of Animal Science*, 81, 3226-3232.
- Hernández P. (2008) Enhancement of nutritional quality and safety in rabbit meat. In: *Proceedings of the 9th World Rabbit Congress*, Verona, Italy, pp. 1287-1299.

- Lebas F. Jouglar J. (1984) Apports alimentaires de calcium et de phosphore chez la lapine reproductrice. In: Proceedings of the 3rd World Rabbit Congress, Rome, Italy, pp. 461-466.
- Martínez-Vallespín B., Navarrete C., Martínez Paredes E., Ródenas L., Cervera C., Blas E. (2011). Determination of neutral detergent soluble fibre: modifications of the original method. *ITEA*, 24, 291-293.
- Maertens L. (1998). Fats in rabbit nutrition: a review. *World Rabbit Science*, 6, 341-348.
- Maertens L., Perez J.M., Villamide M., Cervera C., Gidenne T., Xiccato G. (2002). Nutritive value of raw materials for rabbits: EGRAN Tables 2002. *World Rabbit Science* 10, 157-166.
- Mertens D.R. (2003). Challenges in measuring insoluble dietary fibre. *Journal of Animal Science*, 81, 3233-3249.
- Maertens L. (2010). Feedings systems for intensive production. In: de Blas, J.C., Wiseman, J. (Eds.). *Nutrition of the Rabbit*, 2nd ed. CABI Publishing. CAB International, Wallingford, Oxon, UK, pp. 253-266.
- Mondin C., Trestini S., Trocino A., Di Martino G. (2021). The economics of rabbit farming: A pilot study on the impact of different housing systems. *Animals*, 11, 3040.
- Nicodemus N., Carabaño R., García J., Méndez J., de Blas C. (1999). Performance response of lactating and growing rabbits to dietary lignin content. *Animal Feed Science and Technology*, 80, 43-54.
- Nicodemus, N., Pérez Alba, L., Carabaño, R., de Blas, C., Badiola, I., Pérez de Rozas, A. Garcia, J. (2004). Effect of level of fibre and level of ground of fibre sources on digestion and ileal and caecal characterization of microbiota of early weaned rabbits. In: Proceedings of the 8th World Rabbit Congress, Puebla, Messico, pp. 928-929.
- Nicodemus N., García J., Carabaño R., de Blas J.C. (2006). Effect of a reduction of dietary particle size by substituting a mixture of fibrous by-products for lucerne hay on performance and digestion of growing rabbits and lactating does. *Livestock Science*, 100, 242-250.
- Parigi Bini R. (1971). Ricerche sulla digeribilità ed il valore energetico dei concentrati nel coniglio. *Alimentazione Animale*, 15, 17-27.
- Peiretti P.G., Meineri G. (2008). Effects of golden flaxseed supplementation on the performance and feed digestibility of rabbits. *Journal of Animal and Veterinary Advances* 7, 56-60.
- Rennere M. (1982). La couleur de la viande et sa mesure. *Bulletin Technique C.R.Z.V.* 47, 47-54.
- Saiz del Barrio A., Garcia-Ruiz A., Nicodemus N. (2021). Effect of type and dietary fat content on rabbit growing performance and nutrient retention from 34 to 63 days old. *Animals*, 11, 3389.
- Santomá G., de Blas J.C., Carabaño R. Fraga M.J. (1987). The effects of different fats and their inclusion level in diets for growing rabbits. *Animal Production*, 45, 291-300.

- Theander O., Aman P., Westerlund E., Andersson R., Pettersson D. (1995). Total dietary fiber determined as neutral sugar residues, uronic acid residues, and Klason lignin (the Uppsala method): Collaborative study. *J. AOAC Int.*, 78, 1030-1044.
- Trocino A., Garcia J., Carabaño R., Xiccato G. (2013). A meta-analysis on the role of soluble fibre in diets for growing rabbits. *World Rabbit Science*, 21, 1–15.
- Van Soest P.J., Robertson J.B., Lewis B.A. (1991). Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*, 74, 3583-3597.
- Villamide M.J., Fraga M.J. (1998). Prediction of the digestible crude protein and protein digestibility of feed ingredients for rabbits from chemical analysis. *Animal Feed Science and Technology*, 70, 211–224.
- Xiccato G. (1999). Feeding and meat quality in rabbits: a review. *World Rabbit Science*, 7, 75-86.
- Xiccato G. (2010). Fat digestion. In: de Blas, J.C., Wiseman, J. (Eds.). *Nutrition of the Rabbit*, 2nd ed. CABI Publishing. CAB International, Wallingford, Oxon, UK, pp. 83-118.
- Xiccato G., Trocino A. (2010). Energy and protein metabolism and requirements. In: de Blas, J.C., Wiseman, J. (Eds.). *Nutrition of the Rabbit*, 2nd ed. CABI Publishing. CAB International, Wallingford, Oxon, UK, pp. 83-118.
- Xiccato G., Trocino A., Tazzoli M., Majolini D., Carabaño R., Villamide M.J., García J., Nicodemus N., Abad R., Blas E., Cervera C., Ródenas L., Martínez E., Falcão-e-Cunha L., Bengala Freire J.P., Maertens L., Bannelier C., Segura M., Gidenne T. (2012). European ring-test on the chemical analyses of total dietary fibre and soluble fibre of compound diets and raw materials for rabbits. In: *Proceedings of the 10th World Rabbit Congress*, Sharm El-Sheik, Egypt, pp. 453-471.