

UNIVERSITÁ degli STUDI di PADOVA

FACOLTÁ di AGRARIA

DIPARTIMENTO di SCIENZE ANIMALI



**TESI DI LAUREA TRIENNALE IN
SCIENZE E TECNOLOGIE AGRARIE**

**IMPIEGO DI RAZIONI A BASSO TITOLO PROTEICO:
EFFETTI SULLA QUALITÀ DELLE CARCASSE,
DEI TAGLI COMMERCIALI E DELLE COSCE DEL SUINO PESANTE**

**Relatore: Prof. Stefano Schiavon
Correlatore: Dott. Giorgio Dalla Montà**

**Laureando: Andrea Pastrello
N° Matricola: 573305/STG**

ANNO ACCADEMICO 2010/2011

Indice

1. Riassunto	5
2. Abstract	7
3. Introduzione	9
3.1 <i>Il comparto suinicolo: cenni strutturali ed economici</i>	9
3.2 <i>Analisi costi e ricavi negli allevamenti suinicoli italiani</i>	11
3.3 <i>Tipologia, dimensione e dislocazione delle aziende suinicole nazionali, razze allevate e problematiche ambientali</i>	12
3.4 <i>Caratteristiche qualitative ricercate nelle carcasse e nelle cosce</i>	14
3.5 <i>Calibrazione delle diete in base ai fabbisogni:meno spese per l'alimentazione e meno carico inquinante nei reflui</i>	20
3.6 <i>Diete a basso contenuto proteico: studi e risultati ottenuti</i>	23
4. Obiettivi	25
5. Materiale e Metodi	27
5.1 <i>Animali</i>	27
5.2 <i>Fase di allevamento e trattamenti sperimentali</i>	28
5.3 <i>Strutture di stabulazione</i>	29
5.4 <i>Rilievi ordinari e trattamenti sanitari</i>	29
5.5 <i>Primo ciclo</i>	30
5.6 <i>Secondo ciclo</i>	31
5.7 <i>Macellazione: procedure seguite</i>	31
5.7.1 <i>Stordimento</i>	31
5.7.2 <i>Iugulazione e dissanguamento</i>	32
5.7.3 <i>Depilazione</i>	32
5.7.4 <i>Eviscerazione</i>	33
5.7.5 <i>Sezionamento</i>	33
5.7.6 <i>Tagli</i>	33
5.8 <i>Analisi chimiche</i>	35
5.9 <i>Analisi statistica</i>	35
6. Risultati	37
6.1 <i>Composizione mangimi</i>	37

6.2 Prestazioni produttive	37
6.3 Spessori del lardo dorsale.....	38
6.4 Caratteristiche delle carcasse.....	39
6.5 Valutazione parametri di qualità delle cosce.....	40
6.6 Analisi chimiche del grasso di copertura delle cosce.....	41
7. Discussione	45
8. Conclusioni.....	51
9. Bibliografia	53
10. Tabelle.....	59
11. Figure.....	67

1. Riassunto

In questa tesi si sono valutati gli effetti di decrescenti livelli di proteina e aminoacidi sulle prestazioni produttive in vita e *post mortem* di suini pesanti (da 100 a 160 kg \pm 10%) destinati alla trasformazione industriale. A tale scopo sono stati effettuati due cicli di allevamento. Sono stati usati 160 suini ibridi del tipo Goland, acquistati ad un peso vivo medio di 98,8 kg ed alimentati con quattro tesi differenti fino alla macellazione. Nel primo ciclo si sono utilizzati 44 maschi castrati e 36 femmine, nel secondo 39 maschi castrati e 41 femmine. I suini erano figli di 9 verri appartenenti a 9 famiglie diverse. Gli animali sono stati collocati, in ciascuna sperimentazione, in gruppi di 10 individui, in 8 box forniti di stazione di autoalimentazione in grado di riconoscere, mediante un transponder auricolare, i singoli animali, registrandone i consumi alimentari. Le diete sono state caratterizzate da livelli proteici decrescenti dal 14,6% al 10,7%; le quantità di mangime somministrate sono variate da 2,4 kg iniziali a 3,2 kg finali secondo un tipico piano alimentare. I suini sono stati pesati con cadenza quindicinale. In occasione della pesata è stato rilevato lo spessore del lardo dorsale con un rilevatore ad ultrasuoni. La durata dei due cicli è stata rispettivamente di 102 e 112 giorni, escludendo il periodo di ambientamento. Al termine delle prove i suini sono stati macellati e si sono pesate le mezzene e i vari tagli commerciali.

Risultati: la riduzione del livello proteico e aminoacidico non ha avuto, nel complesso, effetti significativi sulle prestazioni in vivo, sulla qualità delle carcasse e delle cosce rispetto al controllo. Il peso vivo finale è stato mediamente 168,1 kg, l'accrescimento medio giornaliero è stato 0,65 kg/d e l'indice di conversione alimentare è risultato pari a 4,0. Il peso finale e l'accrescimento medio giornaliero non sono risultati significativamente diversi tra diete, tuttavia gli indici di conversione alimentare e i consumi di mangime sono risultati tendenzialmente più elevati nelle diete a basso titolo proteico. Le razioni ipoproteiche non hanno evidenziato, *in vivo*, spessori del lardo dorsale diversi dalle tesi più convenzionali. Nel complesso non ci sono stati effetti di rilievo dovuti al trattamento alimentare nei pesi medi delle carcasse e dei diversi tagli commerciali. La percentuale di carne magra si è tendenzialmente ridotta con il ridursi del contenuto proteico delle razioni. Nelle cosce si è evidenziato un incremento dello spessore del grasso di copertura con il diminuire del titolo proteico della dieta. La composizione acidica del grasso di rifilatura delle cosce non ha evidenziato variazioni significative del numero di iodio, anche se si è osservata una riduzione

significativa della percentuale di acido linoleico con il ridursi del titolo proteico. In sintesi, la riduzione del titolo proteico non ha evidenziato effetti rilevanti sulle prestazioni in vita e sulla qualità delle carcasse e delle cosce, ma ha ridotto del 22% l'escrezione di azoto. Con questa tesi si è contribuito ad evidenziare come la riduzione dei livelli proteici delle razioni alimentari possa costituire un valido strumento per garantire la sostenibilità tecnica, economica ed ambientale dell'allevamento del suino pesante.

2. Abstract

The aim of this thesis was to evaluate the effects due to decreasing levels of protein and amino acids on *in-vivo* and *post-mortem* traits of heavy pigs (from 100 to 160 kg). Two rounds of breeding were carried out with a total of 160 Goland-type hybrid pigs. The pigs were purchased at an average live weight of 98,8 kg and fed with four different diets up to slaughter. In the first cycle 44 castrated males and 36 females were used, whereas in the second round 39 males castrated and 41 females were raised. The pigs were offspring of 9 boars of 9 different families. Animals were housed in 8 pens (10 individuals per pen) equipped with an automated feeding station, recording the individual feed consumption. Diets were characterized by protein levels decreasing from 14,6% to 10,7%. The amount of feed supplied increased from 2,4 kg at the beginning of the experiment to 3,2 kg at the finishing period, following a typical feeding regime of heavy pigs. Every two weeks, pigs were weighed and back-fat thickness was measured by ultrasound. The two breeding cycles lasted respectively 102 and 112 d. Carcasses and the different commercial cuts weights were recorded at the end of the fattening period.

Results: The reduction of the protein and amino acid content of the diet did not significantly influence the *in-vivo* performance, the carcass and the thighs quality. The average final live weight was 168,1 kg, the average daily gain was 0,65 kg/d and the feed conversion index was equal to 4,0. The final weight and the average daily gain were not significantly different across diets, but the food conversion ratio and feed consumption were slightly higher in the diets with the lowest protein content. Low protein diets did not show significant difference of *in-vivo* back-fat thickness in comparison with the conventional ones. Neither the average carcass weight nor the different commercial cuts weight were affected by the diet. The percentage of lean meat tended to decrease with the reduction of the protein content of rations. Covering fat thickness of thighs increased with decreasing protein content of the diet. The fatty acid composition of the fat trimmed from the thighs showed no significant changes in the iodine number, although there was a significant reduction in the percentage of linoleic acid with the reduction of the protein level. In conclusion, the reduction of the protein level of the diet showed no significant effects on the *in-vivo* performances and on the quality of carcass and thighs, but produced a 22%-reduction of nitrogen excretion.

This thesis evidences how the reduction of the dietary protein levels for heavy pigs can be a valuable tool for ensuring the technical, the economical and the environmental sustainability of heavy pig breeding production system.

3. Introduzione

3.1 Il comparto suinicolo: cenni strutturali ed economici (ISMEA, 2008).

Il comparto suinicolo incide per il 17% sul valore della produzione nazionale del settore zootecnico e per circa il 5% sull'agricoltura nel suo complesso. In ambito industriale l'attività di produzione di carni fresche e salumi rappresenta il 45% del fatturato dell'industria delle carni e l'8% del fatturato dell'industria agroalimentare. La produzione nazionale è fortemente specializzata, essendo quasi esclusivamente orientata al suino pesante destinato all'industria di trasformazione (95% circa delle macellazioni) per la produzione di salumi, soprattutto prosciutti.

Il comparto, già da alcuni anni, sta attraversando una congiuntura sfavorevole, a causa della flessione dei prezzi degli animali da macello e del contemporaneo aumento esponenziale dei costi di produzione.

Le regole per gli operatori sono definite principalmente da normative che disciplinano l'impatto dell'attività sul benessere animale e sull'ambiente (per esempio direttiva nitrati), implicando numerosi obblighi per i produttori e, conseguentemente, costi aggiuntivi particolarmente gravosi per i bilanci aziendali.

Nell'ultimo quinquennio il comparto è stato attraversato da grandi cambiamenti strutturali, che hanno portato ad una forte concentrazione della produzione in aziende di grandi dimensioni (circa il 3% delle aziende alleva oltre il 90% dei capi) concentrate per lo più in Pianura Padana. L'ampliamento delle dimensioni aziendali e delle strutture produttive permette di sfruttare le economie di scala attraverso la diminuzione dei costi fissi.

Nel periodo 2003-2007 la produzione di carne suina sul territorio nazionale ha mostrato, al di là di piccole oscillazioni annuali, una tendenza stazionaria, attestandosi mediamente su 1,6 milioni di tonnellate.

Caratteristica fondamentale del comparto è l'elevata incidenza delle produzioni tipiche a marchio territoriale (19 DOP e 7 IGP), che con circa 180mila tonnellate prodotte rappresentano il 53% del valore complessivo generato dalle aziende agricole e circa 1/4 del valore generato dall'industria di lavorazione delle carni. Dal 2005 esiste anche una certificazione di qualità per le carni fresche suine riconosciuta a livello comunitario, il Gran Suino Padano DOP, che interessa un circuito produttivo di quasi 5.400 allevamenti per un potenziale di quasi 9 milioni di capi.

La domanda nazionale di prodotti suini “costituiti da carne per il consumo fresco e salumi” ha mostrato una lieve crescita negli ultimi cinque anni, grazie a cambiamenti socio-demografici del consumatore (per esempio aumento degli anziani, dei single,...) all’affermazione di alcuni modelli di consumo (salutistici, multietnici, ecc.), alla crisi economica che ha investito il Paese dirottando i consumi verso prodotti a prezzo più basso e, infine, alle emergenze sanitarie che hanno interessato altri comparti. La carne suina rappresenta mediamente il 10-12% della spesa complessiva degli italiani per le carni, risultando quindi meno preferita sia rispetto a quelle bovina che a quella avicola; diversamente i salumi costituiscono una fetta importante del paniere di acquisto, con una quota in media pari al 33%.

Negli ultimi cinque anni il mercato nazionale ha evidenziato una forte volatilità dei prezzi alla produzione, a causa degli elevati livelli di offerta a cui si sono aggiunti altri fattori, quali l’epidemia vescicolare e la crisi che ha interessato il circuito DOP del Parma.

Gli scambi commerciali evidenziano un quadro piuttosto deludente per quanto riguarda gli animali vivi e la carne fresca, visto il basso tasso di auto approvvigionamento (66%) e il saldo fortemente negativo (-888 mila tonnellate nel 2007); al contrario la bilancia commerciale dei salumi evidenzia una performance positiva (+72 mila tonnellate), con le esportazioni in continuo aumento che vedono sempre più rafforzata l’immagine della salumeria nazionale nell’ambito del commercio internazionale.

In generale, la struttura dei costi di produzione evidenzia:

- un’elevatissima incidenza delle spese per l’alimentazione degli animali, che è la voce che ha subito, nell’ultimo quinquennio, la maggiore accelerazione;
- un peso più consistente dei costi energetici e di manodopera nelle aziende a ciclo aperto che allevano i suinetti da destinare alla successiva fase all’ingrasso.

Dai cambiamenti attesi nella domanda, dovrebbe arrivare una spinta selettiva alle aziende agricole, con un’espulsione dal mercato di quelle meno competitive o, in altri termini, di quelle con dimensioni più ridotte, con costi medi più elevati, meno integrate a valle, non in grado di praticare strategie di differenziazione produttiva.

La crescente pressione competitiva, infatti, determinerà un’ulteriore compressione della redditività, a cui le imprese potranno sottrarsi solo attraverso l’applicazione di strategie di contenimento dei costi e differenziazione dell’offerta. In questo senso, costituiscono elementi di interesse le iniziative volte alla valorizzazione della carne fresca sul mercato interno (Gran Suino Padano, etichettatura e tracciabilità) o dei salumi sul mercato estero (accordi con gruppi

distributivi esteri, offerta coordinata di prodotti del made in Italy). In tali iniziative le parole chiave appaiono quelle riconducibili ad integrazione orizzontale (crescita delle dimensioni, creazioni dirette) e verticale (organizzazione di filiera e di sistema).

3.2 Analisi costi e ricavi negli allevamenti suinicoli italiani (ISMEA, 2008).

La struttura dei costi degli allevamenti varia con il sistema di allevamento (intensivo o estensivo), l'indirizzo produttivo prevalente, la dimensione e la localizzazione geografica.

Negli allevamenti a ciclo chiuso il costo di produzione, complessivamente stimato in 1,29 €/kg di peso vivo per la produzione del suino pesante (160-170 kg), è prevalentemente rappresentato dall'alimentazione (53% del totale). Nel corso dell'ultimo triennio i costi di produzione si sono complessivamente ridotti in questa tipologia di allevamento (-7% circa, nel confronto tra il 2006 ed il 2004), soprattutto grazie al migliore razionamento degli animali e al miglioramento della produttività della scrofaia (è aumentato il numero di suinetti svezzati per scrofa) che ha consentito di compensare l'aumento dei costi energetici. Per il 2007, a seguito degli incrementi registrati nei prezzi dei mangimi, si stima che il costo di produzione possa aver subito una crescita di oltre 10 punti percentuali, portandosi a 1,42 €/kg.

Negli allevamenti a ciclo aperto è stato stimato che il costo di produzione del magroncello (35 kg) da immettere nella successiva fase dell'ingrasso è pari a circa 2,17 €/kg ed è prevalentemente costituito (45% del totale) dalle spese per l'alimentazione.

Negli allevamenti a ciclo aperto che praticano la sola fase dell'ingrasso, il costo di produzione riferito al suino pesante, stimato in 1,51 €/kg, risulta quasi interamente rappresentato dai costi diretti, principalmente l'alimentazione (55%) e l'acquisto del ristallo (17%). Da notare che in questa tipologia di allevamento i costi dell'alimentazione sono rimasti abbastanza contenuti, poiché oltre ai cereali è utilizzato anche il siero; inoltre, il costo del lavoro ha un'incidenza nettamente inferiore (il 9% circa del totale) rispetto alle altre tipologie aziendali.

L'allevamento nazionale è quasi esclusivamente orientato al suino pesante (156-176 Kg) da destinare alla produzione di prosciutti (DOP e non), per cui il mercato interno risulta fortemente condizionato, da un lato, dall'eccessiva offerta di questa tipologia, dall'altro, dalla scarsa disponibilità di suino leggero da destinare al consumo fresco, tanto da risultarne deficitario. Le macellazioni di magroni rappresentano, infatti, solo il 4% delle macellazioni nazionali. Da questo punto di vista, quindi, l'offerta nazionale è fortemente dipendente dalle dinamiche che interessano i principali mercati di approvvigionamento entro i confini comunitari (Paesi Bassi per i suini vivi, Spagna e Danimarca per le carni fresche e Germania

per entrambe le categorie) contraddistinti da un buon rapporto qualità-prezzo della materia prima.

L'Italia si colloca però al secondo posto nel mondo, dopo la Germania per le esportazioni di carni preparate e salumi con oltre 100 mila tonnellate esportate nel 2007. I principali destinatari sono la Francia e la Germania entrambe con una quota pari al 22%, sebbene il mercato tedesco continui a detenere il primato in termini di fatturato (circa 175 milioni di euro).

Sui mercati all'origine, le quotazioni dei suini da macello nell'ultimo quinquennio si sono significativamente ridotte su tutte le principali piazze nazionali. In particolare, nell'ultimo anno, dopo il recupero delle quotazioni verificatosi nel 2006, i listini sono ridiscesi ovunque ai livelli di crisi del 2005, con il suino da macello mediamente quotato a 1,12 €/kg.

La crisi che ha investito gli allevamenti suini nel corso degli ultimi anni è evidenziata dal fatto che il fatturato aziendale non è in grado di assicurare all'azienda il recupero dei costi di produzione.

3.3 Tipologia, dimensioni e dislocazione delle aziende suinicole nazionali, razze allevate e problematiche ambientali.

L'allevamento suinicolo è quasi totalmente di tipo intensivo, con animali sempre chiusi in stalla, ed organizzato industrialmente. Sulla base delle caratteristiche del ciclo di allevamento intensivo si possono individuare principalmente tre classificazioni:

- a “ciclo aperto da riproduzione” in cui sono presenti le scrofe e si allevano i lattonzoli da immettere nella successiva fase di ingrasso (presente soprattutto in Lombardia, ma anche in Emilia Romagna, Toscana, Umbria, Campania, Calabria e Sardegna);
- a “ciclo aperto da ingrasso” il cui suino allevato può essere destinato alla produzione di carne fresca da consumo (suino leggero 90-115 kg, tipologia abbastanza rara nel sistema produttivo nazionale) e di prosciutti stagionati (suino pesante 156-176 kg);
- a “ciclo chiuso” in cui sono realizzate sia la fase di riproduzione sia quella di ingrasso, rappresentano il 30-35% del totale degli allevamenti nelle aree di maggiore vocazione come Lombardia, Piemonte, Veneto ed Emilia Romagna.

Le razze suine principalmente impiegate sono quelle previste dai Disciplinari dei prosciutti e di molte DOP a base di carne suina. In particolare, in base ai miglioramenti ottenuti dal Libro Genealogico Italiano per il suino pesante, si fa riferimento alla razza Large White o Landrace per il verro padre dei suini da macello oppure una provenienza da schemi di selezione o

incrocio attuati con finalità compatibili con quelle delle due razze citate. Attualmente, il 59,5% dei verri appartiene a tipi genetici ibridi e al 40,5% alle razze pure. (ISMEA, 2008).

L'allevamento di tipo estensivo, con animali all'aperto, sopravvive solo in alcune località del Centro-Sud e delle Isole, che hanno ampie possibilità di pascolo o laddove è diffusa la conduzione con metodo biologico. Si tratta in genere di aziende di piccole dimensioni che allevano allo stato brado razze autoctone come la Casertana, diffusa in Campania e nel basso Lazio, la Cinta Senese, presente in Toscana e nella Maremma, la Calabrese, il Nero Siciliano e la Sarda. Le produzioni ottenute sono essenzialmente indirizzate ad una nicchia di consumatori (elevata qualità e prezzi sostenuti) e alla ristorazione (ISMEA, 2008).

In base alla dimensione si possono individuare aziende grandi con oltre 500 capi presenti in numero estremamente ridotto (circa il 3%) che detengono oltre il 90% dei capi allevati; aziende medie con 100-499 capi che rappresentano il 4% della mandria e il 2% delle unità produttive; aziende piccole con meno di 100 capi che costituiscono il 95% delle aziende del settore ma il cui peso è pari a circa il 5% in termini di animali allevati, in tale ambito le aziende famigliari con meno di 10 capi rappresentano l'85% del totale detenendo appena il 2% dei suini allevati (ISMEA, 2008).

Più dell'80% dei suini allevati è concentrato nelle regioni della Pianura Padana: Lombardia, Emilia Romagna, Piemonte e Veneto (ISTAT, 2009).

Il fatto che ci sia tale concentrazione in un territorio così vocato può far sentire un notevole accentuamento dell'impatto ambientale degli allevamenti. Da un'indagine (MURST,2000) è risultato che ogni anno vengono prodotti 50.000.000 m³ di deiezioni che dovranno essere impiegate, nel migliore dei modi, in una zona relativamente limitata, cercando di evitare problemi di inquinamento.

È noto come le deiezioni siano un buon fertilizzante per il terreno, un tempo molto ricercate, ma che oggi invece corrono il rischio di essere un peso per gli allevamenti a seguito dell'aumento della dimensione media delle stalle accompagnata dalla loro concentrazione in zone più vocate. Può quindi capitare che aziende zootecniche situate in quelle aree si ritrovino nelle condizioni di non avere una SAU "superficie agricola utilizzata" sufficiente per spandere correttamente i reflui zootecnici.

A complicare la situazione è stata l'entrata in vigore della Direttiva Nitrati CEE 676/91, recepita con il decreto legge n°152 del 1999, che ha abrogato i precedenti legislativi e ha assunto il carico di azoto per ettaro di superficie come parametro di riferimento per la valutazione dei possibili rischi di inquinamento. Nella pratica però questa quantità di azoto

viene definita semplicemente convertendo il carico di capi per ettaro in azoto/ettaro con l'impiego di appositi coefficienti fissi. La normativa, finalizzata alla sola protezione dei corpi idrici, non considera inoltre le emissioni complessive di azoto nell'ambiente, ma solo quella quota dell'elemento che rimane nei reflui a seguito di eventuali trattamenti. I quantitativi massimi di azoto distribuibile per la concimazione agronomica, secondo la normativa, risultano essere di 170 kg/ha/anno per le zone vulnerabili e di 340 kg/ha/anno per le zone non vulnerabili.

Per le aziende che non riescono a rispettare la direttiva due sono le strade possibili: aumentare la SAU in modo da far attuare un corretto piano di smaltimento reflui, o ridurre il numero di capi allevati per limitare il volume di deiezioni prodotte, soluzione questa che però porterebbe le piccole e medie aziende ad uscire dal mercato. Oltre che per gli allevatori le conseguenze si risentirebbero nell'intero sistema produttivo; in Italia infatti il tasso di approvvigionamento della carne suina si sta riducendo progressivamente scendendo a meno del 70% nel 2009 (ANAS, 2010).

D'altra parte per le aziende risulta sempre più difficile anche reperire nuove superfici agricole per lo smaltimento dei reflui e se guardiamo la livello nazionale la SAU si sta riducendo progressivamente e risultava essere meno del 12,2% nel 2000 "ISTAT, 2000".

Tutti i nostri salumi tradizionali sono da sempre prodotti con materia prima "locale" ovvero il Suino Pesante Italiano. Il commercio nazionale di carni suinicole non può dipendere eccessivamente dalle importazioni. Il suino pesante è allevato in Italia su più del 90% delle aziende suinicole (CORRADINI, 2007), caratterizzato da un'età minima di macellazione di 9 mesi e da un peso vivo medio di 160 kg al fine di ottenere carcasse con un buon grado di marezatura, cosce di grosse dimensioni con idonee caratteristiche necessarie per la lavorazione e trasformazione in prosciutto o altri salumi di qualità.

3.4 Caratteristiche qualitative ricercate nelle carcasse e nelle cosce

La tipologia del suino pesante, unica nel panorama mondiale, è però nel contesto italiano la più tipica in quanto trova la sua principale giustificazione nella produzione del prosciutto crudo stagionato, la cui preparazione richiede cosce fresche provenienti da animali allevati e macellati nel nostro paese e che possiedano caratteristiche qualitative definite dai disciplinari di produzione. Il prosciutto crudo stagionato è il prodotto di maggior pregio e valore commerciale dell'industria italiana del settore ed è tutelato da specifici marchi DOP (Reg. CEE 2081/92 sostituito dal Reg. CEE 510/2006; Disciplinare generale del prosciutto di

Parma; Disciplinare DOP del prosciutto San Daniele). La coscia rappresenta quindi il taglio più importante e con il più alto valore economico per l'industria salumiera italiana, tanto che nel suino pesante può arrivare a costituire da sola il 55% dell'intero valore commerciale della carcassa, nonostante ne rappresenti solamente il 18 – 20% del peso (Russo, 1990; Chizzolini, 1995).

Per garantire la qualità e la corretta produzione del prosciutto crudo è necessario macellare suini a pesi vivi elevati ed età avanzate rispetto a quelli ottenuti nella produzione del suino da macelleria. L'industria di trasformazione richiede infatti tagli freschi caratterizzati da livelli qualitativi elevati e costanti; è da sottolineare a questo proposito infatti che, per la preparazione del prosciutto crudo stagionato è consentito esclusivamente l'impiego del sale come conservante, per cui eventuali difetti della materia prima non possono essere corretti e comportano elevati rischi di deprezzamento o di scarto dei prodotti finiti (Russo et al., 1992; Bosi et al., 2004). La qualità della materia prima è quindi un'esigenza per l'industria di trasformazione del prosciutto crudo.

Il concetto di qualità si riferisce principalmente alla composizione chimica corporea degli animali macellati, nel dettaglio alla composizione della carcassa, di un singolo taglio (come la coscia), alla quantità di carne magra o di grasso. In riferimento alla qualità della carcassa, vengono prese in considerazione numerose caratteristiche relazionate al trattamento tecnologico in fase di produzione, anche se il parametro che nel contesto nazionale e mondiale ha assunto il maggior peso economico è la percentuale di carne magra stimata con apposite equazioni basate su misurazioni oggettive di peso e spessori del grasso e del muscolo *longissimus dorsi*. Queste misure vengono fatte con idonee strumentazioni, per esempio il Fat-o-Meat'er (FOM). L'applicazione di questo approccio permette la classificazione delle carcasse, sulla base del contenuto magro, con le lettere della parola SEUROP (% carne magra: S: ≥ 60 ; E $\geq 55 < 60$; U $\geq 50 < 55$; R $\geq 45 < 50$; O $\geq 40 < 45$; P < 40). Le carcasse del suino pesante vengono inglobate principalmente nelle classi R e O.

Negli ultimi anni, in seguito al continuo miglioramento genetico e all'introduzione di nuovi ibridi commerciali, si è potuto osservare un peggioramento qualitativo delle carcasse, che sono caratterizzate da un minor spessore del lardo dorsale, da una maggiore percentuale di tagli magri e a volte da carni con caratteristiche qualitative meno rispondenti alle esigenze della trasformazione industriale (Nanni Costa et al., 1993; Lo Fiego, 1996). Ad animali con alta percentuale di magro ai quali in giovane età sono state associate alte perdite durante il

processo di stagionatura e danni alle proprietà sensoriali del prosciutto crudo stagionato (Lo Fiego, Santoro, Macchioni e De Leonibus, 2005).

L'aumento della percentuale di carne magra nelle carcasse ha indubbi vantaggi nella fase di allevamento soprattutto perché con un maggiore accrescimento magro gli indici di conversione si riducono, dal momento che un tale accrescimento richiede meno energia rispetto ad uno grasso (Bittante et al., 1997). I principali obiettivi dei piani di selezione utilizzati fino ad oggi in Italia, sono stati per molto tempo simili a quelli applicati in altri paesi europei ed hanno riguardato, oltre all'efficienza riproduttiva, la velocità di crescita e l'indice di conversione alimentare, sebbene negli ultimi anni, si sia reso necessario introdurre anche le caratteristiche e la qualità della carne negli indici di selezione.

Alcuni autori hanno evidenziato che la variazione del contenuto in carne magra della carcassa può esercitare una considerevole influenza sulle rese tecnologiche e commerciali del prosciutto crudo stagionato (Russo e Nanni Costa, 1995; Gallo et al., 1999), infatti in generale si è osservato un peggioramento delle caratteristiche qualitative dei prodotti aventi una maggiore percentuale di carne magra (Russo e Nanni Costa, 1995; Gallo et al., 1999; Lo Fiego et al., 2005). La percentuale dei prosciutti ottenuti al macello che raggiunge lo standard stabilito per poter ricevere il marchio DOP diminuisce proporzionalmente all'aumentare del contenuto di carne magra: ciò è particolarmente evidente nei suini ibridi e nelle linee tradizionali che tendono a superare la soglia del 50% di carne magra (Russo et al., 1990). Questi aspetti vanno adeguatamente considerati nella definizione degli schemi di selezione, anche considerando che il grado di copertura adiposa delle cosce fresche, presenta livelli di variabilità genetica significativi (Carnier et al., 1999).

Considerato che altri elementi appaiono importanti nel definire l'attitudine alla trasformazione delle carcasse, tra cui ad esempio il peso e la forma dei tagli, la qualità della carne e del grasso, la presenza di grasso intra-muscolare, l'entità e l'estensione della copertura adiposa del prosciutto (Russo, 1990), alcuni autori hanno evidenziato che la classificazione EUROP non valorizza completamente le caratteristiche del suino pesante nel mercato e appare insufficiente a determinare il reale valore commerciale delle carcasse (Russo et al., 1990). La necessità di andare oltre la griglia EUROP per stabilire la qualità del suino pesante italiano destinato alla trasformazione è stata oggetto di numerosi studi il cui scopo era quello di ottimizzare criteri di valutazione della qualità rendendoli oggettivi, rapidi, facilmente applicabili e sufficientemente precisi, così da poterli impiegare sulle linee di macellazione in aggiunta alla griglia EUROP.

Attualmente però non esiste alcun metodo oggettivo in grado di misurare la qualità della carne nella sua completezza, poiché la rilevazione di parametri qualitativi come la forma della coscia (globosità), consistenza, colore e struttura del grasso non è facilmente attuabile (Madarena et al., 1991; Chizzolini et al., 1995). La valutazione della qualità delle carcasse in fase di macellazione è all'origine delle definizioni disciplinari di produzione che stabiliscono una serie di requisiti tecnico-qualitativi da rispettare già nella fase di allevamento.

Alcuni autori (Geri et al., 1991; Chizzolini et al., 1996; Ballarini, 2003; Gou et al., 2003) hanno evidenziato la presenza di numerosi fattori influenzanti la qualità tecnologica e la qualità finale del prodotto stagionato e altri fattori che possono essere relazionati alla composizione chimica dell'intera carcassa e quindi alla composizione della coscia; tali fattori sono:

- Contenuto in acqua: una coscia con elevati rapporti acqua/proteina e acqua/lipidi può facilmente condurre a fenomeni degradativi, inoltre cosce con elevati contenuti di acqua richiedono inoltre tempi di stagionatura più lunghi.
- Capacità di ritenzione idrica (WHC) e pH: identificano parametri fisici di notevole importanza nella classificazione della materia prima da avviare a trasformazione, in quanto influenzano direttamente ed in modo significativo sia i processi di salatura sia il calo di peso in fase di stagionatura; quest'ultimo, espresso come rapporto tra il calo di peso durante il processo di produzione e il peso del prosciutto rifilato, può variare dal 20% al 30% a seconda della tecnologia industriale, del peso, del contenuto di carne magra, della copertura adiposa della coscia fresca, dell'età dell'animale e della razza di suini (Gallo et al., 1999). Il valore del pH è una misura importante per le indubbie relazioni esistenti tra questo valore e la sua capacità di interagire con l'acqua, il colore della carne ed il sale. La quantità di acqua libera presente nel tessuto può favorire lo sviluppo di microrganismi; quindi, tanto maggiore sarà questo valore, tanto più alta sarà la probabilità che il prodotto in fase di stagionatura vada incontro a processi di putrefazione. Nasce quindi l'esigenza di controllare il valore di WHC, mediante la misura del pH, per evidenziare le cosce da escludere dalla produzione di prosciutti crudi DOP.
- Capacità di assorbimento del sale: la quantità di sale assorbita è in funzione della tipologia e della pezzatura della materia prima (lunghezza, globosità della coscia), della tecnica e della durata della salatura, e della quantità di sale aggiunta. È da

sottolineare che le cosce con alte percentuali di carne magra tendono ad assorbire troppo sale e sono poco idonee alla salatura. (Lo Fiego et al., 1990; Santoro et al., 1992).

- Acido linoleico: l'attitudine della coscia suina fresca alla stagionatura per produrre prosciutti a DOP dipende anche dalle caratteristiche del grasso sottocutaneo di copertura. Un grasso troppo ricco di acidi grassi insaturi infatti conferisce caratteristiche indesiderate al prosciutto stagionato risultando molle ed untuoso al tatto; un tessuto adiposo ad alto grado di insaturazione può inoltre andare incontro a processi di ossidazione (irrancidimento) che ne rendono sgradevole le caratteristiche organolettiche o addirittura pregiudicano il consumo dell'intero prosciutto.

Fra gli acidi grassi insaturi l'acido linoleico (C18:2) è quello che maggiormente influenza le caratteristiche fisiche e chimiche del tessuto adiposo. Esso infatti, pur non essendo l'unico acido grasso insaturo presente nel tessuto adiposo del suino, è quello che presenta una maggiore variabilità di concentrazione in dipendenza dall'alimentazione adottata. Esso infatti partendo da livelli "normali" del 9-13% può essere facilmente innalzato al 20%. Trattandosi infatti di un acido grasso essenziale, cioè non sintetizzabile da parte del suino, viene "tesaurizzato" da parte dell'animale nel tessuto adiposo, viene cioè preferibilmente concentrato nel tessuto adiposo anziché utilizzato a fini energetici.

Per questi motivi il disciplinare di produzione dei prosciutti DOP prevede un limite massimo di ac. linoleico nel tessuto adiposo sottocutaneo della coscia fresca (15%), ed un contenuto massimo di ac. linoleico nella razione del suino da 80 kg di peso vivo alla macellazione (2% della sostanza secca).

Per evitare il superamento di queste soglie nelle fasi finali dell'ingrasso è vietato l'uso di lipidi a punto di fusione inferiore a 40°C, cioè di tutti gli oli vegetali e del principale grasso di origine animale (lo strutto) che, pur avendo un contenuto relativamente limitato in acido linoleico (9-15%) può comunque determinare il superamento delle soglie di regolamento a motivo dell'effetto di "concentrazione" dell'acido linoleico sopra citato. Ma anche il mais, riconosciuto come l'alimento principe nella dieta del suino, apporta significative quantità di acido linoleico, soprattutto in considerazione del fatto che può essere presente fino al 55% della sostanza secca della dieta e che il suo contenuto in lipidi e in acido linoleico è estremamente variabile. A ciò si aggiunga che il contenuto di acido linoleico nel grasso di deposito è

inversamente proporzionale allo stato di ingrassamento del suino al momento della macellazione; può verificarsi pertanto il caso di suini alimentati con una razione che rientri nei limiti del disciplinare, ma che presentino al macello un livello maggiore del 15% di acido linoleico nel grasso di deposito perché hanno un limitato sviluppo del tessuto adiposo. Tutto ciò comporta difficoltà nel coprire i fabbisogni energetici dei suini all'ingrasso, che spesso non sono in grado di ingerire, con diete senza grassi aggiunti, una sufficiente quantità di energia per un adeguato sviluppo del tessuto adiposo. Questo problema è legato al tipo genetico degli animali (suini a sviluppo muscolare estremamente rapido), e può essere aggravato da situazioni contingenti quali alte temperature estive che deprimono l'ingestione di alimento. Le ricerche in questo settore sono pertanto volte all'individuazione di varietà di mais e di oli vegetali a basso contenuto di acido linoleico ed alla verifica del loro effetto sulle caratteristiche dei grassi di deposito freschi e stagionati.

- Numero di iodio: è il metodo più frequentemente adottato dagli enti preposti al controllo e valutazione delle caratteristiche del grasso; questo parametro rappresenta la quantità di iodio espressa in grammi che può essere fissata in 100g di sostanza grassa. Tale indice esprime il grado di saturazione degli acidi che costituiscono il grasso, sia in forma libera che combinati. La determinazione si fonda sulle caratteristiche degli acidi grassi non saturi, di fissare in opportune condizioni gli alogeni, sapendo che ogni doppio legame assorbirà due atomi di iodio.

I requisiti previsti dai disciplinari fissano in 70 il valore massimo ammissibile del numero di iodio, se superiore, comporta lo scarto dalla stagionatura con notevoli perdite economiche per l'intera filiera produttiva.

Un numero sempre più elevato di cosce suine destinate alla trasformazione in prosciutti DOP non rientra nei limiti stabiliti dai consorzi per quanto riguarda il numero di iodio e il contenuto di acido linoleico del tessuto adiposo di copertura. Ciò è in parte legato ai cambiamenti che si sono verificati nella filiera della produzione suinicola per rispondere alla richiesta da parte del consumatore di carne sempre più magra, che hanno orientato la selezione verso tipi genetici a forte sviluppo muscolare e con poco grasso. Alla riduzione dei depositi adiposi della carcassa ha corrisposto un incremento del grado di insaturazione dei lipidi, aumentando così i potenziali rischi ossidativi durante la stagionatura.

Le esigenze dell'industria di trasformazione sono strettamente connesse alle caratteristiche organolettico-tecnologiche che definiscono l'attitudine della materia prima alla trasformazione. L'industria di trasformazione deve inoltre rispettare quelle che sono le esigenze del consumatore in relazione alla salubrità del prodotto e richiede quindi, al settore della produzione, una materia prima con ottime caratteristiche nutrizionali.

Grazie ad una costante e continua opera di selezione, alla ottimizzazione delle diete e al miglioramento delle tecniche di allevamento, è stata ridotta la quantità di grasso delle carcasse fino a far scomparire a volte le differenze esistenti in precedenza tra questi suini e gli ibridi commerciali. Questi cambiamenti hanno portato sicuramente alla variazione delle caratteristiche dei lipidi che sono diventati gradualmente più ricchi di acidi grassi insaturi e quindi più soggetti ai fenomeni ossidativi. E' noto infatti che la composizione dei lipidi può essere influenzata da numerosi fattori tra i quali l'alimentazione, il tipo genetico, il sesso, la localizzazione anatomica, il peso e/o l'età alla macellazione e l'adiposità della carcassa. Un incremento eccessivo del grado di insaturazione dei lipidi, seppur favorevole dal punto di vista nutrizionale umano, in quanto potrebbe ridurre i rischi di alterazioni coronariche, può creare dei seri problemi legati ai fenomeni ossidativi, soprattutto per quei prodotti che, come il prosciutto, richiedono lunghi periodi di stagionatura. La composizione chimica dei lipidi influenza anche alcuni parametri fisici del tessuto adiposo di copertura come la consistenza e il punto di fusione.

Oggi si sente la necessità di studiare (alla luce delle nuove tipologie genetiche impiegate per la produzione DOP, che includono anche suini ibridi commerciali caratterizzati da ottime performance di allevamento ma con carcasse sempre più magre), i legami tra la composizione chimica dei lipidi e le caratteristiche organolettiche del prodotto finito, compreso lo stato di ossidazione. Ciò al fine di verificare se i limiti attuali possano essere anche modificati, senza conseguenze negative per la trasformazione

3.5 Calibrazione delle diete in base ai fabbisogni: meno spese per l'alimentazione e meno carico inquinante nei reflui

Tra gli elementi contenuti nei reflui zootecnici, l'azoto desta le maggiori preoccupazioni a causa della sua elevata mobilità nel terreno e nelle acque sotto forma di nitrati. Anche le perdite, sotto forma di ammoniaca, che si verificano durante lo stoccaggio e la distribuzione in campo delle deiezioni, costituiscono una fonte di inquinamento dell'atmosfera.

È indispensabile individuare dei metodi e dei parametri di valutazione delle emissioni di sostanze potenzialmente inquinanti che promuovano realmente l'impiego di strategie atte a ridurre la produzione di tali sostanze.

È stato infatti dimostrato come l'escrezione di azoto possa subire sensibili variazioni in relazione alle caratteristiche delle diete riservate agli animali e all'entità delle ritenzioni nei prodotti di allevamento (Schiavon, 2002).

Il metodo del bilancio dell'azoto, individuato dall'Environmental Resource Management Institute (E.R.M., 1999), si basa sul fatto che tutte le sostanze escrete da un animale sono il risultato dei processi digestivi e metabolici che gli alimenti subiscono per essere utilizzati dall'organismo animale stesso e che presentano un rendimento imperfetto (Schiavon, 2002). Tutto ciò che viene ingerito e non trattenuto nei prodotti animali viene quindi escreto attraverso le deiezioni.

Gli apporti azotati dipendono soprattutto dal contenuto proteico della dieta e possono essere valutati sulla base di dati aziendali come il consumo di mangimi. La ritenzione di azoto di animali in accrescimento è stimabile con sufficiente precisione sulla base del peso vivo realizzato, dal momento che questo si mantiene relativamente costante, pur con una certa variabilità dovuta a fattori genetici, ambientali ed alimentari (Bittante et al., 1990).

L'impiego di razioni a più limitato apporto di proteine può consentire di ridurre i costi alimentari, ridurre le emissioni di azoto, riducendo così anche i costi per la gestione dei reflui. In merito a tale questione Borin et al. (2006) hanno evidenziato come l'alimentazione dei suini giochi un ruolo fondamentale nella quantità di elementi potenzialmente inquinanti che vengono escreti. Ridurre la quantità di azoto escreto per capo può comportare sia un risparmio di superficie agricola per lo spandimento che un maggior carico di animali per ettaro (Schiavon et al. 1997; Schiavon et al., 2006). L'impiego di queste strategie di basso impatto però non deve peggiorare le prestazioni in vivo e le caratteristiche qualitative dei prodotti.

Guardando poi i criteri con i quali sono alimentati i suini all'ingrasso si vede come sia possibile aprire una strada per portare ad una notevole riduzione delle escrezioni azotate attraverso l'alimentazione limitando il tenore proteico della dieta in base a quelle che sono le effettive esigenze dei capi. In uno studio su dati derivati da controlli sull'alimentazione di suini allevati per la produzione di prosciutti DOP (Spanghero e Fabbro, 2009), si può notare come spesso le diete seguite dagli allevatori tendano ad eccedere con la componente proteica portando così ad una riduzione dell'efficienza alimentare. I disciplinari prevedono un limite

massimo di concentrazione proteica nei mangimi per suini all'ingrasso del 18%. Gli allevatori spesso per cautelarsi si tengono prossimi a questi valori, anche se queste diete, spesso, non sono legate alle esigenze degli animali, come è risultato da uno studio di Schiavon et al. (1997) su 14 allevamenti di suini all'ingrasso dove si evidenzia come ci siano margini di intervento sulla composizione delle razioni al fine di ridurre il carico inquinante dei liquami.

Uno studio di Dourmad et al. (1994) su 100 scrofe, mette in luce il fatto che in media solo il 35% delle proteine della dieta entra a far parte del corpo dell'animale, mentre il restante 65% viene disperso nell'ambiente. Negli animali di peso elevato come nel caso del suino pesante, questo dato può venire ancora più accentuato negativamente a seguito della più bassa ritenzione azotata che può scendere al 20% (Verstegen, 2002; Rossi et al., 2005; Della Casa, 2006) facendo così crollare l'efficienza di utilizzo dell'azoto. Per far aumentare questo parametro e quindi ridurre l'escrezione azotata, si deve aumentare la digeribilità degli alimenti o dei vari principi alimentari e nutritivi; in questo modo si riduce soprattutto l'azoto perso tramite le feci che è il 20-25% (Mordenti et al., 1995; Pacchioli, 2002); parallelamente si interviene con il miglioramento genetico, con manipolazioni sul metabolismo (per esempio con l'impiego di sequestranti) e si cerca di eliminare tutti gli eccessi azotati nella dieta (bilanciamento degli aminoacidi), che è l'obiettivo principale, i quali saranno escreti per lo più attraverso le urine (75-80% dell'azoto escreto), (Mordenti et al., 1995; Pacchioli, 2002).

I fabbisogni dei suini in crescita sono però ancora poco conosciuti (Bittante et al., 1990; Martinelli, 1997; ASPA, 2003). Da questa scarsa conoscenza dei fabbisogni del suino pesante è comune la pratica di utilizzare livelli di proteina del 14-16% sul totale integrati con aminoacidi, su modelli proposti dai centri stranieri con aggiustamenti empirici. Esiste un modello per il calcolo dei fabbisogni proposto da ASPA (2003), che però non è in grado di prevedere le conseguenze di razioni ipoproteiche sulle caratteristiche qualitative del suino pesante.

È conveniente effettuare un razionamento mirato alle effettive esigenze nutrizionali e adeguare parallelamente la composizione dei mangimi ai fabbisogni dell'animale.

Un metodo per far variare continuamente gli apporti di nutrienti è quello che prevede di mescolare, in proporzioni diverse, due diete a diversa formulazione, in particolare per quanto riguarda il contenuto proteico. Utilizzando questa tipologia di alimentazione, definita multi-fase, Bourdon et al. (1997), in uno studio su suini leggeri, ottenne una riduzione dell'escrezione dell'azoto di circa il 50% senza influenzare le performance di allevamento e la qualità della carcassa.

Altra strategia è usare un'alimentazione bifase, ossia usare una dieta per un primo periodo e successivamente sostituirla con una seconda di caratteristiche diverse in quanto in un razionamento a fase unica gli apporti proteici sono legati a fabbisogni maggiori. Usando questa tipologia di alimentazione in due fasi, uno studio condotto dalCORPEN (2003), dimostra una riduzione dell'escrezione azotata del 17%.

Trasferendo ora i risultati di Bourdon et al. (1997) e del CORPEN (2003) nel contesto del suino pesante italiano si può capire come diete più vicine ai fabbisogni nutritivi, con suddivisione in più fasi del ciclo di ingrasso, siano un punto indispensabile per ottenere una riduzione delle escrezioni azotate e dei costi alimentari.

3.6 Diete a basso contenuto proteico: studi e risultati ottenuti

Precedenti studi sono stati eseguiti sulla possibilità di ridurre il contenuto proteico nella dieta, presupponendo che il livello di ritenzione proteica nel suino pesante sia molto ridotto rispetto ai valori dichiarati per il suino leggero (Whittemore et al., 2001; Tagliapietra et al., 2005; Ringel e Susenbeth, 2009).

Confrontando diete con diversi tenori proteici, integrate con aminoacidi di sintesi, per fare in modo che la riduzione proteica avvenga a parità di aminoacidi limitanti, non si riscontrarono differenze significative nelle prestazioni produttive dei capi in esame facenti parte di uno studio condotto da Parisini et al., (1991) e ripetuto similarmnte da Bonomi et al., (2002).

Whittemore (1993) elaborando dati provenienti da un esperimento eseguito ad Edimburgo su maschi interi, arriva a concludere che la ritenzione proteica giornaliera, nella fase fra i 20 e 150 kg di peso, sia in media sui 144 g/d.

Le ricerche effettuate da Piva e Mordenti (1995) su un gruppo di 72 suini, partendo da un peso vivo iniziale di 40 kg per arrivare ad un peso vivo finale di 160 kg, usando mangimi che contenevano un 25% in meno di proteina rispetto ai livelli usuali, (sempre integrata con aminoacidi di sintesi), non hanno evidenziato differenze significative sulle prestazioni di accrescimento, sulle rese al macello e sulla qualità delle carcasse, ma in compenso hanno portato a riduzioni significative delle escrezioni azotate attorno al 40%.

Le integrazioni con aminoacidi di sintesi (lisina, metionina, treonina, triptofano) hanno la funzione di mantenere costante i rapporti fra i vari aminoacidi al variare del livello proteico, questo però annullerebbe in parte il beneficio economico conseguibile dal risparmio sulla dieta.

In un altro esperimento di Fabbri et al. (2009), si somministrano diete a diverso tenore proteico in due cicli di allevamento di suini, dove la farina di estrazione di soia viene sostituita con farina di orzo integrata con aminoacidi di sintesi. Gli autori quantificarono l'azoto escreto come differenza fra l'azoto somministrato attraverso l'alimentazione e l'azoto ritenuto dall'animale, ottenendo una riduzione media del 21 % e 37%. Si rilevò inoltre una riduzione del volume dei reflui prodotti (-9,5% e -11,3%) derivante dal fatto che espellendo meno azoto (soprattutto per via urinaria) si espelleva di conseguenza anche meno acqua. Per concludere poi, disperdendo meno urea dalle deiezioni liquide, si ha una minor produzione di anidride carbonica e ammoniaca (sostanze liberate dell'enzima ureasi prodotto dai micro organismi presenti nelle feci), sostanze che volatilizzano facilmente nell'aria; nel dettaglio si è rilevata una riduzione media delle emissioni di ammoniaca del 26% e 55%.

Uno studio di Manini et al. (1997) risulta essere molto importante per definire i fabbisogni proteici e aminoacidici del suino pesante; questo esperimento è eseguito su suini fra gli 80 kg e 160 kg di peso vivo e mette in luce come il picco di ritenzione azotata si abbia attorno ai 100 kg PV con 17,57 g/d di azoto ritenuto che corrispondono a circa 109,81 g/d di proteina grezza (azoto moltiplicato per il coefficiente 6,25 dà il tenore in proteina grezza), valore destinato a scendere progressivamente fino ai 160 kg PV con 15,4 g/d di azoto ritenuto equivalenti a circa 96,19 g/d di proteina.

In ultima battuta, in un'indagine di Le et al. (2007) viene dimostrato come una riduzione del livello proteico alimentare dal 18% al 12% riduca l'emissione di ammoniaca del 53%. La proteina della dieta oltre che essere il principale precursore dell'ammoniaca lo è anche dei cattivi odori prodotti dagli allevamenti; sempre in questo studio si arriva ad una riduzione dell'odore (valutato usando un olfattometro) dell'80%.

In conclusione queste ricerche finora svolte evidenziano come la formulazione delle razioni alimentari nei suini all'ingrasso siano basate su apporti di proteina grezza superiori alle esigenze reali degli animali. Gli esperimenti condotti con diete a basso contenuto proteico però si sono basati su costose integrazioni di aminoacidi di sintesi e in modo da non modificare gli apporti di proteina ideale. Per quanto sopra esposto esistono i presupposti per ipotizzare che sopra gli 80 /90 kg di peso vivo, gli apporti proteici possono essere ridotti senza l'aggiunta di aminoacidi essenziali, con una riduzione del costo formula, senza penalizzazioni delle prestazioni produttive, riducendo le escrezioni e forse migliorando anche le caratteristiche delle carcasse destinate alla trasformazione industriale.

4. Obiettivi

In questa tesi si analizzano i risultati di due prove sperimentali facenti parte di un progetto di ricerca più ampio che ha l'obiettivo di esaminare gli effetti di decrescenti livelli di proteina ed aminoacidi essenziali sull'efficienza d'uso dei mangimi, sulle prestazioni in vita e sulle caratteristiche qualitative delle carcasse del suino pesante, con particolare accento sulla valutazione delle conseguenze sui diversi tagli commerciali e sull'idoneità delle cosce alla trasformazione industriale.

L'idea del progetto si basa sull'ipotesi che in soggetti pesanti la ritenzione proteica, e quindi la crescita in tessuti magri, sia molto limitata (80 – 100 g/d) rispetto ai livelli finora conosciuti. Si potrebbe così contenere il livello proteico (dal 14% all'11% circa) e degli aminoacidi, riducendo il contenuto di soia nei mangimi e di conseguenza il costo finale della formula.

Nel dettaglio si intende verificare gli effetti della sostituzione della farina di estrazione di soia con farine di cereali, supponendo una maggior deposizione di copertura adiposa e di grasso saturo, migliorando così l'attitudine alla trasformazione senza penalizzare le prestazioni di crescita, le caratteristiche quanti-qualitative delle carcasse e la qualità tecnologica delle cosce. I risultati che emergeranno da questo lavoro potranno essere utili per individuare soluzioni di allevamento più sostenibili dal punto di vista economico ed ambientale.

5. Materiali e metodi

5.1 Animali

Le attività di ricerca sono state condotte dal Dipartimento di Scienze Animali dell'Università degli Studi di Padova, presso l'Azienda Agricola Sperimentale Lucio Toniolo sita in località Legnaro (PD), dove sono stati eseguiti due cicli di ingrasso consecutivi, il primo di durata 102 giorni e il secondo di durata 112 giorni, escludendo il periodo di ambientamento degli animali alle strutture di stabulazione e alle stazioni di auto alimentazione.

In ciascun ciclo di sperimentazione sono stati utilizzati 80 suini ibridi del tipo Goland C21, figli di 9 verri appartenenti a 9 famiglie diverse.

In precedenza i suini sono stati allevati presso l'allevamento di Todi (centro riproduzione scrofette) della ditta Gorzagri s.n.c., dove sono stati alimentati con tre mangimi diversi (R35, HB4 e HB5) in base allo stato di crescita fino al raggiungimento di un peso vivo corporeo medio di 94 kg. Le quantità di mangime distribuite sono variate da 1kg/d a 25 – 30 kg PV, fino a 2,1 kg/d a 92 – 96 kg di PV. Il piano alimentare seguito in questa fase è riportato in *tabella 1.1 e tabella 1.2*.

In seguito i suini sono stati trasferiti presso la stazione sperimentale del Dipartimento di Scienze Animali (Legnaro – PD). All'arrivo i suini di ciascun ciclo sono stati pesati individualmente, dotati di un apposito transponder auricolare (*figura 1*) mediante pinzatura (*figura 2*) e suddivisi in 8 gruppi da 10 soggetti ciascuno e distribuiti secondo lo schema in *figura 3*. Si è cercato di formare ciascun gruppo seguendo criteri di omogeneità per classe di peso, età e sesso, tenendo conto anche della necessità di avere almeno due figli dello stesso verro nei differenti piani alimentari. I gruppi così costituiti sono stati assegnati casualmente alle quattro diverse tesi alimentari previste. In ogni ciclo di ingrasso, ciascun trattamento sperimentale è stato eseguito su due box fisicamente separati, ma sempre all'interno della stessa struttura zootecnica. Dopo un periodo di adattamento alle strutture di stabulazione e alle stazioni di auto alimentazione, della durata media di 11 giorni, hanno avuto inizio i trattamenti sperimentali coincidenti con la prima pesata e la prima misurazione degli spessori del lardo dorsale. I dati rilevati durante tali periodi di ambientamento non saranno perciò presi in considerazione nella successiva elaborazione statistica.

5.2 Fase di allevamento e trattamenti sperimentali

In ciascun ciclo, gli animali ospitati negli 8 box sono stati alimentati con 4 tesi sperimentali diverse. Esse riguardano la somministrazione di 4 linee diverse di mangimi caratterizzati da contenuti decrescenti di farina di estrazione di soia sostituita da farina di frumento tenero. Per ciascuna linea sono stati poi usati 2 mangimi: il primo veniva somministrato da un PV fra 100 e 130 kg, mentre il secondo veniva distribuito per un peso vivo compreso fra 130 e 170 kg. Le caratteristiche della composizione alimentare dei mangimi della prima e seconda fase sono riportati in *tabella 2*.

Le diverse linee di mangimi sono state formulate in modo da confrontare un livello proteico “convenzionale” (A), mediamente intorno al 13,9% di PG, uno intermedio (M) con contenuti medi di PG pari a 12,7%, uno basso (B) in cui il livello di PG era in media 11,7%, ed uno molto basso (BB) con contenuto medio di PG dell’11,2% . Le caratteristiche chimico-nutrizionali di ciascun mangime sono riportate nella *tabella 3*.

I fabbisogni di aminoacidi sono stati calcolati seguendo il metodo di Fuller et al. (1989) tenendo presente i fabbisogni di mantenimento e i fabbisogni per una crescita proteica intorno ai 100 g/d. Il livello di lisina, e degli altri aminoacidi, in rapporto alla proteina è stato mantenuto intorno a 4,9% per i mangimi della prima fase e 4,3% per i mangimi della seconda fase. Questi valori sono molto al di sotto di quelli normalmente utilizzati nella pratica di razionamento che difficilmente scendono al di sotto del 7%. Si osserva inoltre che il livello di integrazione degli aminoacidi è stato attuato in modo da mantenere costante il profilo aminoacidico della proteina nelle quattro razioni sperimentali, parallelamente alla riduzione del livello proteico.

Le diete utilizzate nel corso della prova erano isoenergetiche in termini di energia netta (EN). I mangimi sono stati realizzati presso lo stabilimento di San Pietro in Gu di Veronesi Mangimi spa. In merito alle quantità di mangime distribuite durante il corso dell’accrescimento si sono utilizzati i piani alimentari indicati dalla Veronesi spa (*tabella 4*) che hanno previsto un graduale aumento delle quantità somministrate a partire da 2,4 kg/d a circa 100 kg PV fino a 3,1-3,2 kg/d in prossimità della fine del ciclo di ingrasso.

In ciascun box era presente una stazione di auto alimentazione (*SchauerAgrotonicGmbH, Prambachkirchen, Austria*) (*figura 4 e 5*) in grado di riconoscere ciascun individuo mediante transponder auricolare (*figura 6*), di misurarne quotidianamente i tempi di ingresso e di uscita e i consumi alimentari. Le quantità massime di mangime fornite agli animali venivano controllate in modo automatico dalle stazioni di auto alimentazione; in ogni caso gli effettivi

consumi alimentari sono stati misurati in base alle registrazioni individuali raccolte con frequenza giornaliera.

5.3 Strutture di stabulazione

Lo stabulario dei suini (*figura 7*) è suddiviso in due locali, ciascuno dei quali ospita quattro box. Fra le due metà è presente uno spazio dove è collocato un piccolo magazzino per il deposito attrezzi e mangimi, più un ufficio dove vi è un computer dotato di un software di archiviazione dati collegato alle stazioni di auto alimentazione che registra il numero di entrate, la quantità di mangime consumata e il tempo impiegato da ciascun capo per alimentarsi. C'è poi un sistema che rileva anche umidità e temperatura interna dello stabulario in due zone diverse.

Ogni box ha una superficie di 22,4 m² di cui quella utile è di 21,1 m². All'interno di questa area è compresa anche la stazione di auto alimentazione (*SchauerAgrotronicGmbH, Prambachkirchen, Austria*) che occupa una superficie di 1,5 m². La rimanente superficie calpestabile (19,6m²) è in parte su grigliato (6,5 m²) e in parte su pavimentazione piena (13,1 m²). Rapporto grigliato/pieno \approx 50%.

La zona grigliato occupa la parte centrale del box, sotto di essa vi è una fossa per la raccolta delle deiezioni che viene svuotata al termine di ogni ciclo di ingrasso.

I due box contigui sono separati da una barriera metallica alta 1m con sbarre di acciaio ogni 10 cm per permettere il contatto visivo fra gli animali del box adiacente. Su di essa è collocato un distributore d'acqua a succhiotto (*figura 8*) al quale gli animali possono accedervi in ogni momento senza limitazioni di quantità.

L'accesso ai box è garantito da un'apertura larga 1,1 m dove è presente un cancello metallico che consente l'entrata e l'uscita degli animali durante le operazioni di pesatura. Un corridoio di servizio centrale largo 1,7 m permette l'accesso a tutti i box durante le operazioni di movimentazione degli animali.

Ogni box ha una superficie finestrata di 2,3 m², apribile dall'alto; per completare la ventilazione sono presenti otto aspiratori d'aria ed in casi di alte temperature o di eccesso di gas è possibile aprire tre porte che danno all'esterno.

5.4 Rilievi ordinari e trattamenti sanitari.

Nel corso delle due sperimentazioni sono stati eseguiti rilievi giornalieri riguardo ai consumi alimentari degli animali, provvedendo all'archiviazione di essi sul computer ed

individuando eventuali riduzioni del consumo alimentare riguardanti, o il singolo animale e imputabili quindi allo stato di salute, o a più animali all'interno di un box e provvedendo in questo caso ad un controllo alle stazioni di auto alimentazione eseguendo una pulizia o una taratura.

Si sono riscontrati, durante entrambi i cicli d'ingrasso, alcuni problemi respiratori e agli arti. I capi che manifestavano i sintomi di malattie respiratorie (bronchiti), sono stati trattati con Nuflor (15 mg/kg PV, p.a.: Florfenicolo), mentre le artriti, che erano determinate da cause infettive o individuali (decubito, traumi) sono state trattate con un farmaco cortisonico (Dexadreson, 0,06 - 0,15 mg/kg PV, p.a.: Desametasone). Nei casi in cui le artriti non si siano risolte con il cortisone, e vi siano stati evidenti sintomi d'infezione a livello articolare (presenza d'ascessi), i suini sono stati trattati con Tylan (4 - 10 mg/kg PV, p.a.: Tilosina).

In entrambe le due prove i suini sono stati pesati mediante una bilancia elettronica della Gong (*figura 9*), inizialmente con cadenza settimanale, in seguito quindicinale, conseguente al miglior adattamento dei suini alle strutture di stabulazione e alle stazioni di autoalimentazione.

Durante le pesate (ogni capo veniva riconosciuto mediante un lettore di transponder portatile, *figura 10*) è stato misurato anche lo spessore del grasso dorsale nei punti L1 ed L2 mediante un rilevatore ad ultrasuoni (Renco Lean Meter, *figura 11, 12 e 13*). Il punto L1 è localizzato all'altezza dell'ultima costola a circa 3 cm dalla linea mediana, mentre L2 si trova in una posizione intermedia tra L1 e la sommità dell'ileo (L3).

5.5 Primo ciclo

Nel primo ciclo di prova gli 80 suini allevati erano suddivisi in 44 maschi castrati e 36 femmine intere. Gli animali sono stati pesati all'arrivo e il loro peso vivo medio è risultato essere di $92,9 \pm 8,5$ kg. Dopo alcuni giorni di adattamento ha avuto effettivamente inizio la prova ad un peso vivo medio di $100,8 \pm 8,81$. A fine ciclo il peso vivo di macellazione era di $167,3 \pm 10,3$ kg. Il periodo di permanenza in stalla degli animali è stato di 114 giorni (di cui 102 ± 2 di prova), dal 30/06/09 al 22/10/09, suddivisi in due fasi: prima fase della durata di 40 ± 2 giorni (fino a $130 \pm 9,6$ kg), seconda fase di 62 giorni (fino alla macellazione).

Nel corso di questo primo ciclo di sperimentazione tre animali sono deceduti. Di questi un paio di soggetti sono morti a causa di complicazioni respiratorie dovute alla polmonite, mentre il rimanente è morto a causa della torsione della milza che ha determinato la rottura di un vaso ed il successivo dissanguamento. Un suino è stato escluso dalla prova a causa di una

grave zoppia. Gli animali deceduti o esclusi dalla prova appartenevano ai gruppi: M (1 suino) e B (3 suini).

5.6 Secondo ciclo

Per la realizzazione del secondo ciclo della prova sono stati allevati 39 maschi castrati e 41 femmine intere. Gli animali sono stati seguiti dal peso vivo medio di $90,3 \pm 11,9$ kg, all'età di $165,6 \pm 0,7$ giorni, e dopo 10 giorni di adattamento ha avuto inizio la prova ($97,7 \pm 11,0$ kg) che si è protratta fino al peso vivo di macellazione di $169,3 \pm 9,8$ kg, ad un'età media di $287,6 \pm 0,7$ giorni. Il periodo della prova è coinciso con una stagione invernale, dal 23/11/09 al 25/03/10, e la temperatura nelle sale è stata mantenuta in genere tra i 16 e i 18 °C. Il periodo di permanenza in stalla degli animali è stato di 122 giorni (di cui 112 di prova effettiva), suddiviso in due fasi: prima fase della durata di 48 giorni (fino a $128,8 \pm 10,1$ kg), seconda fase di 64 giorni (fino alla macellazione).

Durante il secondo ciclo un animale è deceduto a causa di una setticemia, mentre un altro è stato allontanato dalla sperimentazione a causa di una frattura traumatica all'arto anteriore. Gli animali morti appartenevano al gruppo M.

5.7 Macellazione: procedure seguite

La macellazione è il processo di uccisione e sezionamento di un animale allo scopo di separare i vari tagli commerciali in vista del consumo alimentare. Le procedure di macellazione sono regolate da una serie di norme sanitarie e legislative ben precise perché dalla buona esecuzione di questa operazione dipendono molte caratteristiche della carne e della sua sicurezza e idoneità all'alimentazione umana.

Una volta completati i cicli d'ingrasso della prova, i suini, sono stati messi a digiuno per 36 ore. In seguito gli animali sono stati pesati individualmente e trasportati al macello. I suini, di entrambe le prove, sono stati macellati presso lo stabilimento Uanetto& C. di Castions di Strada (UD).

5.7.1: Stordimento

Dei quattro modi possibili (pistola a proiettile captivo, commozione cerebrale, elettroanestesi ed esposizione a biossido di carbonio), quello usato dal macello è stato l'elettroanestesi, effettuata per apposizione di una pinza con elettrodi nelle regioni temporali della testa, alle quali si è applicata corrente elettrica alternata (frequenza: 50-150 hertz;

tensione: 75-120 volt; intensità: 0,25-1 ampere). È il sistema più sicuro e più usato oggi nei macelli industriali e provoca nell'animale la scomparsa della sensibilità, perdita dei riflessi, ma permanenza di respirazione e circolazione sanguigna.

Lo stordimento deve essere totale e durare fino alla morte dell'animale, che avviene immediatamente dopo per dissanguamento, per evitare contrazioni muscolari (effetto clonico) che possono dar luogo ad emorragie puntiformi (tiquetage) e diffuse (ematomi).

5.7.2 Iugulazione e dissanguamento

Una volta storditi gli animali venivano distesi lateralmente su un piano, quindi, con un coltello pulito, venivano recisi i grandi vasi sanguigni del collo (l'arteria carotide o la vena giugulare), per permettere il completo dissanguamento della carcassa che dura circa quattro minuti e provoca la morte dell'animale per anemia acuta.

Il dissanguamento deve portare a morte rapida senza ristagno di sangue nei tessuti e negli organi, condizione indispensabile alla successiva buona conservazione della carne.

La presenza del sangue può ostacolare il processo di acidificazione dei tessuti, aumentare la proliferazione microbica ed alterare la composizione della carne pregiudicandone la conservabilità. La quantità di sangue ricavabile è in media il 6,84% del peso ed il dissanguamento è tanto più completo quanto migliori sono le condizioni dell'apparato cardiocircolatorio, polmonare e nervoso. Il sangue, fatto rapidamente defluire per evitare contaminazioni microbiche dei locali, viene raccolto in cisterne o inviato alla depurazione.

Il sangue può essere utilizzato per usi farmaceutici, opoterapici, zootecnici (mangimistica), agricoli (fertilizzanti) e industriali (coloranti, colle, chiarificanti enologici, ecc.).

5.7.3 Depilazione

Seguiva ora la depilazione che consisteva nell'asportazione delle setole dalla pelle dei suini; essa si può suddividere nelle seguenti fasi: scottatura, depilazione, asciugamento, flambaggio e docciatura.

La scottatura precede la depilazione vera e propria e consiste nell'immersione dei suini, per 5 – 8 minuti in vasche di scottatura (contenenti acqua 50-60°C) per ottenere la rimozione dello sporco e dei residui di sangue ma soprattutto la macerazione degli strati cutanei più superficiali e facilitare quindi il distacco delle setole. La temperatura non doveva essere troppo elevata altrimenti provoca la cottura della cotenna (chiusura dei pori) compromettendo il processo di salagione. Nelle vasche di scottatura il suino veniva immerso orizzontalmente e

fatto avanzare meccanicamente.

La depilazione avveniva con macchina depilatrice: i suini, introdotti nella depilatrice meccanica passavano attraverso rulli girevoli muniti di fruste e spatole (gomma e plastica flessibile) che rimuovevano le setole.

L'asciugamento seguiva alla depilazione: i suini venivano agganciati per i tendini agli uncini o gambieri e venivano puliti e asciugati con una macchina di asciugamento a sferza o frusta. Il flambaggio, che è la penultima delle operazioni di depilazione consisteva nell'introduzione dei suini nel forno a fiamma per l'eliminazione delle setole residue. La depilazione concludeva con la docciatura che consisteva nella pulizia finale dell'animale per mezzo di una macchina di lavaggio e spazzolatura.

5.7.4 Eviscerazione

L'eviscerazione, cioè l'asportazione degli organi interni (o visceri, o interiora, o frattaglie), si eseguiva immediatamente dopo per evitare alterazioni delle carni dovute a fenomeni fermentativi di origine gastrointestinale. Veniva incisa la parete addominale lungo la linea mediana e si procedeva quindi all'estrazione degli organi della cavità pelvica, addominale e toracica.

5.7.5 Sezionamento

Il sezionamento era l'operazione successiva e consisteva nella divisione della carcassa lungo la colonna vertebrale con seghe circolari. La carcassa veniva quindi ridotta in due parti chiamate mezzene che sono state prima pesate e poi ulteriormente divise nei vari tagli commerciali nel laboratorio di sezionamento annesso al macello. Il sezionamento è avvenuto "a caldo" cioè subito dopo la macellazione senza far intraprendere alla carcassa un periodo di refrigerazione.

5.7.6 Tagli (figura 14)

- 1 TESTA

Dal sezionamento delle due mezzene sono stati ricavati i seguenti tagli commerciali:

- 2 GOLA: È la parte di grasso che va dalla testa alla spalla; si usa per la produzione del salame crudo ma poiché tiene bene la cottura viene utilizzato anche per fare cotechino e zampone.

- 3 LARDO: Costituito dal grasso di copertura del dorso che arriva lateralmente fino alla pancetta. Usato come pasta per gli insaccati dopo averlo ridotto a cubetti oppure salato e stagionato.
- 4 COLLO O COPPA: Ha come base ossea le vertebre cervicali e le prime 7 toraciche. Taglio di buon valore commerciale usato quasi esclusivamente in salumeria per la preparazione della coppa.
- 5 LOMBO: Ha come base ossea le ultime 7 vertebre dorsali, più le emivertebre lombari e sacrali. Può essere distinto in carrè (parte craniale) usato per braciola, e lonza (posizionata sopra il filetto) disossata per arrostiti. In questo caso il taglio ingloba anche FILETTO (10) e CULATELLO (11).
- 6 COSTATA: Ha come base ossea le costole e i prolungamenti cartilaginei.
- 7 SPALLA: Base ossea scapola, omero, radio ed ulna. In questo caso comprende anche lo STINCO (8). Buon valore commerciale può essere impiegata anche per la produzione di prosciutto cotto.
- 9 PANCETTA: Parte ventrale del grasso di copertura delle mezzene. Il taglio va dalla regione retro-sternale, lungo l'addome, alla regione inguinale. Acconciato salato e stagionato dà origine al prodotto omonimo.
- 12 COSCIA: Base ossea femore, ala iliaca, rotula, tibia, perone e tarso. Valore commerciale alto (fino al 55% del valore della carcassa) sarà usata per la produzione del Prosciutto Crudo San Daniele DOP.

Una volta ottenuti tutti i vari tagli commerciali sono poi stati pesati uno ad uno mediante una bilancia elettronica (STUBE 30 kg x 10g), trascrivendo il peso di ciascuno per una successiva elaborazione statistica. È inoltre stato misurato il lardo dorsale e lombare mediante un calibro nei punti di massimo e minimo spessore.

Un trattamento particolare è stato riservato alle cosce che sono state pesate appena dopo il sezionamento (a caldo) e dopo 24 ore di refrigerazione (a freddo) per vedere il calo di peso da sgocciolamento. In seguito sono state rilate e poi ripesate ancora. Dal grasso di rifilatura sono stati prelevati i campioni per ciascuna coscia, al fine di determinare la composizione in acidi grassi ed il numero di iodio.

Durante l'operazione di rifilatura, un addetto al controllo qualità del consorzio San Daniele valutava i prosciutti come idonei e non (per esempio perché erano presenti ematomi, venature, cosce sottopeso...) alla produzione del Prosciutto Crudo San Daniele DOP; a valutazione positiva il prosciutto veniva marchiato a fuoco. Terminata la marchiatura, dei tecnici della

ditta Gorzagri procedevano alla valutazione di diversi parametri oggettivi (*figura 15 e 16*), per esempio: pH, spessore del grasso di copertura sottocutaneo e di corona, colore grasso, consistenza ed untuosità, marezzatura, colore carne, forma della coscia (globosità); anomalie come venature, ematomi, fratture; alterazioni del colore come il bitonale o macchiato e consistenza molle o dura della coscia. Anche se sono rilievi fatti “a vista” devono considerarsi oggettivi in quanto si basano su un sistema di classificazione lineare diviso in 9 livelli (da +4 a -4) in modo da avere per ogni variabile considerata un rilievo il più possibile oggettivo, ovvero la differenza fra 3 e 4 o fra -1 e -2 è nettamente riconoscibile e non confondibile, in modo che soggetti diversi che valutino la stessa variabile sullo stesso prosciutto diano lo stesso punteggio nella scala a disposizione.

Le cosce sono poi oggetto di valutazione anche durante la stagionatura al fine di registrare eventuali diversità imputabili alle diverse tesi alimentari.

5.8 Analisi chimiche

I campioni dei diversi mangimi utilizzati nelle prove sono stati analizzati per umidità, ceneri, proteina grezza, amido, lipidi e fibra seguendo le metodiche AOAC (2002). Il contenuto di aminoacidi (Lisina, Metionina, Metionina + Cistina, Treonina, Triptofano), come pure quello dei macro elementi minerali, è stato calcolato impiegando dati tabulari per le diverse materie prime (Sauvant et al., 2004) e la composizione alimentare delle diete.

I campioni di grasso prelevati durante la macellazione sono stati usati per la determinazione del numero di iodio (AOAC Official Method 920.159 Iodine Absorption Number of oils and fats – Wijs Method) e della composizione quali-quantitativa degli acidi grassi mediante analisi gas-cromatografica (dando particolare importanza al contenuto di acido linoleico).

5.9 Analisi statistica

L'analisi statistica dei dati è stata effettuata utilizzando la PROC GLM del SAS (1996) con il seguente modello:

$$y = \mu + C_i + T_j + B_k + S_l + P_m + T \times S_{jl} + P \times T_{mj} + e_{ijklm}$$

dove: μ = media generale; C_i = effetto dovuto al ciclo ($i = 1, \dots, 2$); T_j = effetto della tesi ($j = 1, \dots, 4$); B_k = effetto dovuto al box ($k = 1, \dots, 16$); S_l = effetto dovuto al sesso ($l = 1, \dots, 2$); P_m = effetto dovuto al padre ($m = 1, \dots, 9$); $T \times S_{jl}$ = effetto dell'interazione tra T e S; $P \times T_{mj}$ = effetto dell'interazione tra P e T; e_{ijklm} = errore casuale residuo.

6. Risultati

6.1 Composizione mangimi

In *tabella 3* sono riportati i risultati delle analisi chimiche dei mangimi. I valori di proteina grezza sono stati ottenuti dall'analisi dei mangimi con il metodo Kjeldahl e sono risultati essere per le diete A, M, B e BB rispettivamente di 14,6%, 13,4%, 12,2% e 11,7%, per la prima fase della prova e di 13,1%, 12,0%, 11,2% e 10,7% per la seconda fase. La riduzione del tenore proteico è dovuta, come detto, alla graduale esclusione della farina di estrazione di soia dalla dieta, sostituita con farina di frumento, operazione che ha portato ad un incremento della percentuale di amido passato dal 42% al 45,5% nella prima fase, e dal 44,8% al 47,6% nell'ultima parte della prova. Sono risultati invece pressoché costanti i valori di lipidi, fibra e ceneri. Si può osservare come il contenuto in lisina si sia ridotto sensibilmente dalla dieta A alla dieta BB, rimanendo però costante in rapporto al tenore proteico. Le concentrazioni di minerali come calcio e fosforo sono rimaste costanti nelle diverse diete, mentre il potassio è risultato essere meno concentrato nelle razioni a basso tenore proteico. Il contenuto di questi elementi minerali è però diminuito nella seconda fase rispetto alla prima. Questo è un aspetto da non sottovalutare, dato il potenziale inquinante di queste sostanze, sia perché influenzano i consumi d'acqua e quindi il volume delle deiezioni, sia perché, se presenti nelle diete in quantità notevoli, possono, in particolar modo il fosforo, inquinare il terreno e le acque superficiali. Il valore energetico stimato delle diete è stato mantenuto il più possibile costante, ed è risultato essere nella prima fase di 3.066 kcal/kg SS di EM e di 2.257 kcal/kg SS di EN, mentre nella seconda fase è stato di 3.081 kcal/kg SS di EM e di 2.272 kcal/kg SS di EN.

6.2 Prestazioni produttive

I risultati relativi alle prestazioni produttive sono riportati nelle *tabelle 5 e 6*. Il ciclo non ha avuto alcun effetto significativo sui pesi iniziali e finali, sull'accrescimento e sui consumi di mangime, ma ha inciso sugli indici di conversione. Il peso iniziale medio è risultato pari a 98,8 kg e il peso finale medio pari a 168,1 kg. Mediamente gli animali hanno consumato 2.669,7 g/d di mangime con un accrescimento giornaliero pari a 0,65 kg/d. Questo valore corrisponde all'obiettivo atteso per il suino pesante in condizioni commerciali, dal momento che il suino alla macellazione deve avere un'età minima di nove mesi e almeno

160 kg di peso vivo. L'indice di conversione, considerando che il range di peso vivo era piuttosto elevato, è risultato di poco superiore a 4,0 kg mangime/kg accrescimento.

In merito alla significatività degli altri fattori inseriti nel modello, si osserva che la tesi ha avuto un effetto significativo ($P = 0,023$) sui consumi di mangime, ma non sulle altre variabili considerate. Come atteso vi sono stati diversi effetti significativi dovuti al box riguardanti l'indice di conversione del mangime e il peso vivo iniziale. Il sesso ha avuto effetti significativi ($P < 0,05$) sui pesi iniziali e finali e sui consumi alimentari, ma non sull'accrescimento e sugli indici di conversione. L'effetto padre e padre x tesi è risultato significativo solo sui pesi finali ($P < 0,05$), ma non ha avuto alcun effetto sui pesi iniziali, sull'accrescimento, sui consumi e sull'indice di conversione.

Per quanto riguarda le medie stimate e la significatività dei confronti tra tesi alimentari, si osservano differenze significative ($P < 0,05$) della tesi A rispetto alla M riguardanti il peso vivo finale (risulta più alto nella tesi con maggior contenuto proteico) e l'indice di conversione alimentare che risulta più basso (quindi migliore) nella tesi con più elevato tenore proteico. Confrontando invece la tesi A con la B si osserva un valore significativo solo nei confronti dei consumi di mangime (superiori nelle diete a basso contenuto di proteina); questi assieme all'indice di conversione sono a loro volta risultati significativi nei confronti ortogonali fra le tesi A e BB.

6.3 Spessori del lardo dorsale

I risultati relativi allo spessore del lardo dorsale misurato in vivo, mediante un rilevatore ad ultrasuoni, sono riportati nelle *tabelle 7 e 8*. Il ciclo, anche in questo caso, non ha avuto alcun effetto significativo sulle variabili prese in considerazione. Lo spessore medio del lardo dorsale misurato nei punti L1 e L2 al termine dei cicli della prova è risultato essere mediamente pari a 17,74 mm. La variazione di tale spessore si riferisce alla differenza tra i dati rilevati al termine della prova e quelli effettuati alla prima pesata (inizio prova) e risulta essere mediamente di 8,16 mm. Per quel che riguarda la significatività degli altri fattori inseriti nel modello, solo il box ha avuto un effetto significativo ($P < 0,05$) sulla variazione dello spessore del lardo dorsale. I valori di tesi, ciclo x tesi, sesso, tesi x sesso e padre non sono risultati significativamente diversi ai fini statistici.

Guardando invece le quattro tesi con un confronto ortogonale si può notare come la tesi A verso la B abbia influito sullo spessore medio del lardo dorsale e anche nella sua variazione, in pratica nelle diete a più basso contenuto proteico si è avuto un incremento medio dello

spessore del lardo dorsale di 1,7 mm, che però nel complesso non è risultato significativo.

Altri dati relativi allo spessore del lardo dorsale e lombare saranno poi presi in esame nelle valutazioni fatte sui parametri della carcassa al macello, dove è stato misurato lo spessore massimo e minimo del lardo dorsale e lombare con un calibro.

6.4 Caratteristiche delle carcasse

Per quel che riguarda i dati ottenuti dai rilevamenti effettuati al macello (*Tabelle 9, 10, 11 e 12*), quelli utilizzati in questa tesi sono stati: il peso della carcassa, la resa al macello, le misurazioni del lardo dorsale e lombare nei punti di massimo e minimo spessore, il peso dei vari tagli commerciali della carcassa (coppa, cosce, cosce rifilate, guanciaie, lardo, lombi, pancetta, spalle) e il loro valore rapportato in percentuale sul peso della carcassa, la sommatoria del peso dei tagli grassi (guanciaie, lardo e pancetta) e dei tagli magri (coppa, cosce e spalle) e il loro rapporto percentuale sul peso della carcassa.

CICLO: ha avuto un effetto significativo ($P < 0,05$) sul totale dei tagli grassi e nel loro valore percentuale sul peso della carcassa, con valori significativi nel peso medio di pancetta e lardo (rispettivamente di 17,14 kg e 7,76 kg) e nei loro rispettivi valori medi percentuali sul totale della carcassa (rispettivamente di 12,37 % e 5,6 %) assieme al guanciaie (6,09 %). Per quanto riguarda i tagli magri, effetti significativi dovuti al ciclo si hanno nel peso delle cosce, delle cosce rifilate e nelle percentuali del peso dei lombi sulla carcassa. Complessivamente, sempre per effetti dovuti al ciclo, è stata significativamente influenzata anche la resa al macello.

TESI: ha influito significativamente ($P < 0,05$) nel peso dei lombi (in media pari a 24,94 kg), nel rispettivo valore percentuale sul peso della carcassa (in media pari a 18,07 %) e sul peso del guanciaie che mediamente è risultato essere di 7,42 kg. Complessivamente si sono ottenuti valori significativamente rilevanti nel peso medio dei tagli magri e grassi (rispettivamente 85,16 kg e 32,32 kg) e nel loro valore medio percentuale sul peso della carcassa che risulta essere rispettivamente di 61,70 e 23,34%.

BOX: L'effetto box si è fatto risentire con significatività ($P < 0,05$) nel peso della coppa che è risultato essere mediamente di 9,09 kg, ma non nel relativo valore percentuale medio sul peso della carcassa (6,59%), ha però influenzato significativamente la resa al macello che in media è risultata pari a 82,15 %.

SESSO: ha influito significativamente ($P < 0,05$) sul peso finale della carcassa, sul peso dei tagli grassi e della percentuale dei tagli magri sul peso della carcassa. Nel dettaglio i tagli grassi che hanno mostrato valori significativi dovuti al ciclo sono stati il guanciaie e il lardo;

per quanto riguarda i tagli magri, i pesi di cosce e cosce rifilate sono risultati significativamente rilevanti. Anche lo spessore minimo del lardo dorsale che mediamente è di 23,97 mm è risultato significativamente influenzato ($P < 0,05$) dal fattore sesso, invece ciò non vale per lo spessore massimo che mediamente è risultato pari a 38,81 mm.

PADRE: l'effetto del padre si è fatto sentire con significatività ($P < 0,05$) sul peso totale dei tagli magri e sul loro valore percentuale sul peso della carcassa. Nel dettaglio sono stati influenzati sia i pesi medi che i valori medi percentuali sulla carcassa di lombi (rispettivamente di 24,94 kg e 18,07 %), spalle (rispettivamente 17,20 kg e 12,46 %), cosce (rispettivamente 33,93 kg e 24,58 %) e cosce rifilate (rispettivamente 30,13 kg e 21,83%). Anche alcuni tagli grassi rapportati alla percentuale del peso della carcassa hanno riportato valori significativi per quanto riguarda il lardo e il guanciaie (quest'ultimo anche come valore espresso in peso). Nel complesso anche il peso della carcassa è risultato influenzato dal padre e assume un valore medio di 138,1 kg.

Per quanto riguarda le medie stimate e la significatività dei confronti ortogonali fra le tesi alimentari, si osservano differenze significative ($P < 0,05$) della tesi A verso la tesi M, riguardanti il peso della carcassa, dei lombi, delle cosce, delle cosce rifilate e dei tagli magri nel complesso; questi valori risultano tutti significativamente più bassi nella tesi M rispetto alla tesi A. Confrontando invece la tesi A con la tesi B, valori significativi si osservano nel peso dei lombi, delle cosce, delle cosce rifilate e dei tagli magri nel complesso, tutti questi pesi sono risultati mediamente più alti nella tesi convenzionale A. Affiancando infine i dati della tesi A con la tesi BB, questa volta differenze significative si notano solo sulla percentuale dei tagli magri e sulla percentuale del peso dei lombi sul totale della carcassa.

6.5 Valutazione parametri di qualità delle cosce

I risultati relativi alla valutazione dei parametri di qualità delle cosce, stimati da un esperto del consorzio Gorzagri, sono riportati in *tabella 13 e 14*.

Il ciclo ha influito significativamente ($P < 0,05$) sui punteggi relativi al colore (della carne) e all' Ecografia (misurazione dello spessore del grasso in corona, sotto il grasso sottocutaneo) mentre gli altri parametri qualitativi quali Globosità (indice di conformazione della coscia), Marezzatura (diramazione del grasso periferico verso la parte centrale della coscia), Venature, Emorragie, Grasso, Bicolore, Gluteo medio, Spessore grasso (sottocutaneo) e pH non hanno mostrato significative differenze imputabili al ciclo.

La tesi ha invece influito sullo spessore del grasso delle cosce (mediamente 23,8 mm) e sul pH che si è attestato con più frequenza sul valore di 5,6.

Il box ha invece agito con significatività sui parametri qualitativi quali la Globosità (valore medio 1,8) e il Gluteo medio che si è attestato mediamente su punteggi di 1,6.

L'effetto del sesso ha invece significativamente influenzato il grado di Marezzatura (punteggio medio 1,5) e l'Ecografia (punteggio medio 0,6 mm), ma non ha inciso in modo rilevante sui rimanenti parametri.

L'effetto del padre ha influenzato con significatività i punteggi relativi alle Venature (valore medio 1,5), alle Emorragie (valore medio 0,6), al Colore (valore medio -0,3) e al Gluteo medio (valore medio 1,6).

Si può notare anche come nessuna delle fonti di variazione proposte dal modello abbia agito con significatività sui parametri qualitativi di Grasso e Bicolore, che hanno acquisito punteggi medi rispettivamente di 0,1 e 1,1.

Per quanto riguarda le medie stimate e le significatività dei confronti ortogonali tra le tesi alimentari si osserva come il pH abbia mostrato differenze significative ($P < 0,05$) nei confronti ortogonali fra tutte le quattro tesi alimentari, spuntando un valore medio leggermente più alto nella tesi A (pH 5,7), mentre nelle rimanenti tesi M, B e BB il valore medio risultato sia leggermente più basso (pH 5,6). Lo Spessore del grasso ha poi mostrato un aumento significativo nel passaggio dalla tesi A alla tesi B e BB, attestandosi con il valore medio massimo nella dieta B con 26,2 mm, mentre il valore medio minimo è riscontrabile nella dieta A con 21,8 mm.

Confrontando inoltre la tesi A con la tesi B, valori significativi si osservano anche nei punteggi di Globosità delle cosce, che sono risultati più bassi nella dieta B con un punteggio medio di 1,6 rispetto al punteggio medio di 2 per la tesi A ed M; sul grado di Marezzatura, più elevato nella tesi B (valore medio 1,8) e sul giudizio del Grasso, che anche in questo caso ha spuntato punteggi migliori nella tesi B con un valore medio di 0,5 contro un altro valore medio nella tesi A di -0,3.

6.6 Analisi chimiche del grasso di copertura delle cosce

I risultati relativi alle analisi chimiche del grasso di copertura delle cosce sono riportati nelle *tabelle 15 e 16*.

Il ciclo ha influito significativamente ($P < 0,05$) sulla percentuale degli acidi grassi saturi (SFA), mono-insaturi (MUFA) e omega 3 ($\Omega 3$), oltre che sul rapporto fra la percentuale di

acidi grassi insaturi su saturi e sul rapporto fra la percentuale di ac. grassi mono-insaturi su poli-insaturi

Non sono però stati condizionati dal ciclo i rimanenti parametri quali il n° di iodio, le percentuali di acido linoleico, dei grassi omega 6 ($\Omega 6$) e dei grassi poli-insaturi (PUFA).

L'effetto della tesi ha influenzato le percentuali di acido linoleico (mediamente di 13,86%), la quantità degli acidi grassi mono-insaturi (mediamente di 47,2%) e le percentuali degli ac. grassi omega 3 e omega 6 (rispettivamente $\Omega 3$ e $\Omega 6$) che da una media fra le quattro tesi riportano valori rispettivamente di 0,86% e 15,31%. Anche il rapporto fra la percentuale degli ac. grassi mono-insaturi su poli-insaturi, mediamente di 2,8, ha risentito significativamente dell'effetto della tesi.

Il box ha condizionato la percentuale degli ac. grassi saturi, il cui valore medio fra le quattro tesi risulta essere 34,15%, mentre l'effetto dovuto al sesso si è riscontrato con significatività solo nel rapporto fra gli ac. grassi mono-insaturi su poli-insaturi.

Vi sono stati poi diversi valori significativi dovuti all'effetto del padre sul n° di iodio (valore medio 67,47), sulla quantità degli ac. grassi mono-insaturi e sui rapporti fra gli ac. grassi insaturi su saturi e ac. grassi mono-insaturi su poli-insaturi.

Si può notare anche che la percentuale degli ac. grassi poli-insaturi, che mediamente è stata del 17%, non ha riportato valori significativamente diversi nei confronti di nessuna delle fonti di variazione proposte dal modello.

Per quanto riguarda le medie stimate e la significatività dei confronti fra le tesi alimentari si osserva un significativo ($P < 0,05$) minor contenuto di acidi grassi mono-insaturi della tesi A (46,55%) rispetto alla tesi M (47,29%), oltre che a un minor rapporto degli stessi sul totale degli ac. grassi poli-insaturi.

Il contenuto di ac. grassi mono-insaturi è risultato significativamente maggiore anche nelle tesi B e BB verso la tesi A. Oltre che per questo parametro, la tesi B dalla tesi A per quanto riguarda il contenuto di ac. grassi omega 3 ($\Omega 3$) che è passato da 0,89 della tesi A a 0,85 della tesi B e per il rapporto fra gli ac. grassi mono-insaturi su poli-insaturi che è aumentato passando da un valore medio di 2,72 (tesi A) a un valore medio di 2,84 (tesi B).

Infine, affiancando i valori della tesi A rispetto alla tesi BB si può notare la significatività di molteplici valori riguardanti il contenuto di acido linoleico che si è abbassato da un valore medio di 14,00 % della tesi A e 13,52 % della tesi BB, un aumento della percentuale degli ac. grassi mono-insaturi parallela ad una diminuzione della componente acidica poli-insatura che nel complesso ha aumentato il rapporto fra gli ac. grassi mono-insaturi su poli-insaturi che è

passato da 2,72 a 2,88; sono inoltre diminuite le percentuali degli ac. grassi omega 3 ($\Omega 3$, passati da 0,8 a 0,82) e omega 6 ($\Omega 6$, passati da 15,51 a 14,94).

7. Discussione

Dai risultati ottenuti si può vedere come l'impiego di diete a ridotto contenuto proteico e aminoacidico possa comunque garantire il raggiungimento di buone performance produttive con accrescimenti medi giornalieri di 0,65 kg/d ed indici di conversione alimentare di 4,2 kg mangime/kg accrescimento, paragonabili a quelli di suini pesanti da trasformazione alimentati con mangimi tradizionali.

I risultati emersi assumono particolare importanza poiché in queste prove si è operato oltre che sulla riduzione del livello proteico, anche su una consistente riduzione degli aminoacidi essenziali, in particolare il livello di lisina è stato abbassato fino allo 0,46%, mentre se guardiamo i mangimi diffusi commercialmente per l'alimentazione del suino pesante, possiedono contenuti di lisina mediamente dello 0,7%. Si fa presente che le integrazioni aminoacidiche contribuiscono a far aumentare in maniera più o meno importante il costo della razione.

Dagli estratti della bibliografia riguardanti studi sul suino da ingrasso si può notare come spesso facciano riferimento al suino leggero (tipologia più diffusa nel resto d'Europa) a causa della mancanza di dati internazionali sul suino pesante. Questa tipologia di allevamento è la più diffusa nel nostro Paese, ma poco presente in altri Paesi con importante attività suinicola, dove si alleva per lo più il suino leggero per la produzione di carni da consumo fresco.

Per arrivare ai 160 kg in un tempo non inferiore ai 9 mesi bisogna usare un'alimentazione razionata che determina una riduzione della sintesi proteica.

In queste prove, per la formulazione dei mangimi ci si è basati su fabbisogni proteici che garantissero una deposizione media di circa 100 g/d di proteina. Con l'aumento del peso vivo aumenta anche la quantità di mangime somministrato e quindi anche la proteina disponibile, ma al contrario diminuisce nell'animale la capacità di ritenzione proteica. In pratica, nelle fasi finali della crescita, la ritenzione corporea di proteina è inferiore a 100 g/d, per cui normali apporti alimentari di proteina sono in eccesso rispetto ai fabbisogni. Seguendo questo ragionamento allora con l'aumentare del peso vivo e della quantità di mangime fornito, la concentrazione proteica dovrebbe diminuire progressivamente in modo da soddisfare i fabbisogni senza perderne per eccesso.

Sempre guardando le prestazioni produttive in vita si notano valori inferiori nel peso medio finale dei suini alimentati con la tesi M rispetto alle altre tesi, questo può essere imputabile ad effetti dovuti al sesso, al box e al ciclo che hanno agito anche sull'indice di conversione che è

aumentato, abbassando seppur di poco l'efficienza alimentare. In pratica è necessaria una quantità di mangime leggermente maggiore per produrre un incremento di 1 kg di peso vivo.

Il consumo medio giornaliero di mangime è aumentato significativamente nelle tesi a basso contenuto proteico B e BB, questo può essere spiegato da effetti dovuti al sesso, ma soprattutto alla diversa composizione dei mangimi. Il risultato è stato un aumento dello spessore medio del lardo dorsale (rilevato nei punti L1 e L2) di 1,4 mm rispetto alla tesi convenzionale A. Questo valore è stato calcolato basandosi sullo spessore del lardo dorsale misurato in vivo mediante rilevatore ad ultrasuoni, ma non è poi stato confermato in maniera significativa dai rilievi effettuati con il calibro sulle carcasse. Si precisa però che questi ultimi sono meno precisi di quelli in vivo a causa delle condizioni operative al macello e degli strumenti di misurazione usati, tuttavia dai dati della macellazione si può notare un aumento significativo dello spessore del grasso delle cosce accompagnato da un aumento della frazione costituita dagli acidi grassi mono-insaturi rispetto ai poli-insaturi.

Si può quindi affermare che l'impiego di razioni ipoproteiche, con un aumento delle fonti amilacee, favorisca una maggior sintesi di grasso e che ciò sia migliore da un punto di vista della trasformazione tecnologica della carcassa, senza modificare l'accrescimento medio giornaliero e il peso vivo finale.

Spostando lo sguardo sui dati della macellazione e confrontando la tesi A con la tesi M, si può riconoscere una diminuzione del peso della carcassa nella tesi M, questo è un fatto atteso in quanto già nelle prestazioni in vivo sapevamo che il peso finale era risultato inferiore e i motivi più probabili, spiegati prima, e vengono tuttora confermati dal fatto che tali differenze di peso non compaiono poi nelle tesi a basso contenuto proteico B e BB.

Continuando poi i confronti della tesi A con la tesi M e B, risultano significativi i valori riguardanti il peso dei lombi, delle cosce e delle cosce rifilate che risultano inferiori nelle tesi con più basso contenuto proteico M e B, rispetto alla tesi alimentare tradizionale A. Questo va ad incidere in maniera rilevante anche sul peso totale dei tagli magri che risulta quindi inferiore. Il peso totale dei tagli grassi si mantiene pressoché costante anche se nella tesi M si nota una significativa diminuzione di circa 1,5 kg rispetto alla tesi A, anche in questo caso imputabili oltre che ad effetti dovuti alle diverse tesi alimentari, ad effetti dovuti al ciclo.

Il fatto che il peso medio dei lombi, cosce e cosce rifilate sia inferiore nelle tesi M e B può essere dovuto soprattutto ad effetti genetici dovuti al padre ($R < 0,001$ in $\frac{3}{4}$ dei casi), assieme ad effetti dovuti al ciclo (riguardanti soprattutto il peso medio delle cosce) e ad effetti causati dalle diverse tesi alimentari (riguardanti soprattutto il peso medio dei lombi e dei tagli magri).

Spostando lo sguardo sulle diete B e BB e confrontando i valori con la tesi A, si nota un significativo abbassamento della percentuale del peso dei lombi rispetto al peso dell'intera carcassa che influisce quindi anche più o meno marcatamente sulla percentuale dei tagli magri rapportati al peso della carcassa.

È importante sottolineare come il peso medio dei tagli di coppa, guancia, spalle, pancetta e lardo non abbiano mai subito variazioni significative fra le varie tesi alimentari, così come anche la resa al macello, che è risultata essere mediamente dell'82,15%, valore di tutto rispetto se confrontato con i dati del CRPA (2010) che riportano una resa al macello media dell'80% per il suino pesante di 160 kg di peso vivo.

Sempre basandoci sui valori riportati dall'indagine del CRPA (*tabella 17*) possiamo vedere come i nostri valori dei pesi medi dei lombi, coppa, guancia e cosce rifilate siano leggermente superiori a quelli riportati da questo studio, mentre il peso medio dei nostri tagli di pancetta e lardo siano invece inferiori rispetto a quelli ricavati dall'indagine del CRPA. Va da sé allora che la sommatoria dei tagli magri risulti maggiore nelle nostre sperimentazioni e che invece il peso medio dei tagli grassi risulti inferiore. Da sottolineare però che le nostre carcasse pesavano mediamente circa 11 kg in più rispetto a quelle riportate nello studio del CRPA (138,1 kg contro 127,2 kg), per cui eventuali valori superiori nel peso di alcuni tagli magri possono essere dovuti solo al fatto che i nostri animali erano di per sé più grandi.

Il taglio più pregiato per l'industria salumiera italiana è la coscia. Essa incide solo per un 25% circa sul peso della carcassa, ma ne assume un valore commerciale pari al 50 – 55% (Russo 1990; Chizzolini 1995). Nella nostra sperimentazione il peso delle cosce rifilate è stato intorno al valore ottimale di 15 kg, e in termini percentuali le cosce hanno rappresentato circa il 22 % del peso della carcassa. Nessun effetto dovuto al trattamento alimentare è stato riscontrato su questi parametri.

Continuiamo a parlare di cosce e spostiamo lo sguardo sui valori ottenuti durante la valutazione effettuata dai tecnici del consorzio Gorzagri. Notiamo che il pH misurato dopo 24 h dalla macellazione variava da 5,7 a 5,6; il valore maggiore riguardava la tesi A, mentre il valore inferiore le restanti tesi. Sebbene ci sia una certa significatività, siamo all'interno del range fra 5,6 e 5,8 considerato quello ottimale per la successiva stagionatura delle cosce, garantendo un buon decorso di tale processo oltre ad indicare l'assenza di patologie quali la PSE e DFD.

Per quanto riguarda lo spessore del grasso di copertura sottocutaneo, è risultato significativamente superiore nelle tesi a basso contenuto proteico B e BB, con incremento

medio massimo di 4,4 mm nella tesi B rispetto alla tesi convenzionale A. l'aumento del grasso di copertura delle cosce è un carattere ricercato dall'industria di trasformazione in quanto prosciutti troppo magri sono soggetti a maggiori perdite di peso durante la stagionatura, perdendo più acqua diventano più secchi, quindi più duri ed essendo l'acqua il mezzo di diffusione del sale anche più salati. La composizione acidica del grasso sarà trattata in seguito.

Sempre parlando del grasso di copertura, c'è anche un parametro oggettivo citato come Grasso (*in tabella 14*) che tiene conto del colore, della consistenza e dell'untuosità. L'industria di trasformazione ricerca infatti un grasso di copertura consistente, poco untuoso al tatto e il più bianco possibile. In pratica si privilegia la componente acidica satura che è quella che conferisce principalmente tali caratteristiche.

Come atteso i valori migliori sono stati ottenuti nelle tesi a basso titolo proteico B e BB, ma risultano significativi solo nella tesi B. In conclusione possiamo dire che la riduzione dei livelli di proteina nella razione alimentare, mediante l'inserimento di farine di cereali al posto della farina di estrazione di soia, possono aver promosso una maggior conversione dell'energia alimentare in grasso, tuttavia l'entità delle differenze misurate non è stata rilevante in termini statistici.

Anche i valori riguardanti i parametri di Globosità e Marezzatura hanno subito variazioni significative nella tesi B, rispetto alla convenzionale A. Nel dettaglio la Globosità, che è un parametro che esprime la forma-conformazione della coscia, ha spuntato punteggi maggiori nella tesi B, mentre il parametro della Marezzatura (esprime la diramazione del grasso periferico verso la parte centrale della coscia) ha ottenuto punteggi migliori rispetto alla tesi convenzionale A. Il parametro Globosità diventa importante quando le cosce hanno elevate masse muscolari tali da non permettere l'omogenea penetrazione del sale nel corso della stagionatura, pregiudicandone così l'esito. Per completare il quadro si precisa che i parametri riguardanti la Venature, Emorragie, Colore, Bicolore, Gluteo medio ed Ecografia (spessore in mm del grasso in corona che si trova sotto al grasso sottocutaneo) non hanno subito significative variazioni nei confronti ortogonali fra le quattro diverse tesi alimentari.

Passiamo ora alla trattazione dei dati riguardanti le analisi chimiche del grasso di copertura delle cosce. Diversamente da quanto atteso, la percentuale degli acidi grassi saturi non è significativamente aumentata nelle tesi a basso titolo proteico, in compenso però è diminuita la percentuale degli acidi grassi poli-insaturi (tesi BB), ed aumentata la componente acidica monoinsatura nelle tesi M, B e BB rispetto alla tesi convenzionale A.

Nel complesso però il rapporto acidi grassi mono-insaturi su poli-insaturi è aumentato significativamente nelle tesi B e BB e questo è un fatto positivo (perché vuol dire avere meno ac. grassi poli-insaturi). La diminuzione degli ac. grassi poli-insaturi nella tesi BB, ha comportato anche una diminuzione significativa degli ac. grassi omega 6 e omega 3, questi ultimi sono molto apprezzati per il loro valore nutrizionale; inoltre è diminuita anche la percentuale di ac. linoleico, l'acido grasso più presente e di-insaturo (C18:2). Il suo valore è sceso a 13,52 % nella tesi BB. Ricordo che il valore massimo previsto dai disciplinari perché i prosciutti possano essere marchiati come DOP, è del 15%. Siamo molto vicini a questa soglia, per cui ogni sensibile variazione in ribasso è ben accetta.

Anche qui per completare il quadro dobbiamo ricordare che la percentuale degli acidi grassi saturi e il numero di iodio non hanno subito significative variazioni nei confronti fra le diverse tesi alimentari. Da notare come il numero di iodio assuma valori inferiori a 70, valore massimo previsto dai disciplinari del prosciutto DOP. Dato che è un indice che esprime il grado di insaturazione globale si dovrebbe cercare di aumentare la percentuale dei grassi saturi a discapito di quelli insaturi, in particolare di quelli poli-insaturi fra cui rientra l'acido grasso più rappresentativo, ossia l'acido linoleico.

8. Conclusioni

In conclusione con questa tesi si è dimostrato come una riduzione rilevante del livello proteico e aminoacidico nelle razioni per il suino pesante possa essere attuato con successo senza compromettere: il raggiungimento del peso vivo finale nei tempi prestabiliti, la successiva composizione della carcassa nel peso dei suoi vari tagli commerciali e la qualità del grasso.

La riduzione del livello proteico arriva ad un massimo di quattro punti percentuali rispetto ai livelli convenzionali, senza l'aggiunta di aminoacidi di sintesi, in quanto non sono state influenzate né le performance produttive in vita del suino pesante sopra i 100 kg di peso vivo, né le principali caratteristiche post mortem delle carcasse al macello.

Si precisa che l'abbassamento del livello proteico delle razioni ed un parallelo aumento delle percentuali di amido ha favorito un maggior consumo giornaliero di mangime che però non ha aumentato significativamente l'accrescimento dei capi, ma di conseguenza è leggermente aumentato l'indice di conversione alimentare.

Per quanto riguarda le prestazioni *post mortem* si evidenzia, come nelle tesi a basso titolo proteico non ci siano state, nel complesso, variazioni significative nei pesi medi delle carcasse e dei diversi tagli commerciali, a parte in qualche caso (lombi e cosce), ma difficilmente imputabili all'effetto delle diverse tesi; tuttavia il loro effetto si fa risentire con una certa riduzione della percentuale del peso complessivo dei tagli magri, rispetto al peso della carcassa, nelle diete a più basso titolo proteico.

Infine, nella valutazione delle cosce, si evidenzia un trend di incremento dello spessore medio del grasso di copertura nelle tesi a basso titolo proteico, che nella sua composizione acidica riporta valori migliori per quanto riguarda il contenuto di acidi grassi poli-insaturi che sono scesi (con conseguente diminuzione anche dei grassi omega-3 e omega-6); sono invece aumentate le percentuali degli acidi grassi mono-insaturi, ma non quelle degli acidi grassi saturi molto apprezzati per il loro ruolo favorevole nella trasformazione delle cosce in prosciutto crudo.

Questo risultato è molto importante ai fini di promuovere l'impiego di razioni a basso contenuto di proteina, accanto ad un abbassamento dei livelli di aminoacidi, rendendo questa pratica importante anche dal punto di vista del minor impatto ambientale e anche conveniente dal punto di vista economico, derivante dal fatto che il costo della formula alimentare si riduce grazie alla sostituzione della farina di estrazione di soia con farina di frumento.

La consistente riduzione dei livelli proteici ha di conseguenza ridotto l'escrezione di azoto di un 22% rendendo questa strategia interessante per promuovere un sistema di produzione a basso impatto ambientale.

Per quanto riguarda il risparmio economico, esso dipende molto dal differenziale di prezzo fra le farine di estrazione di soia e le farine dei cereali, risentendo quindi delle condizioni di mercato. Guardando i bollettini settimanali dei prezzi all'ingrosso della Borsa Merci di Padova, sul sito della Camera di Commercio di Padova, si può arrivare a fare una media del prezzo del frumento e della soia negli ultimi tempi. Considerando il valore di queste due materie prime alle date 03-09-2010, 05-03-2010 e 09-09-2009 e facendo una media, il valore del frumento (peso specifico 76/77, impurità 1%, umidità 14%) risulta essere di 160 €/t e quello delle farine di estrazione di soia (italiane ed estere) risulta essere 320 €/t. Il differenziale di prezzo, tenuto in considerazione del consumo di mangime, fa sì che il risparmio monetario per la produzione di un suino sia pari a circa 3-5€/capo.

Con questa tesi si spera di aver contribuito a delineare una strategia per promuovere lo sviluppo di un sistema di produzione a basso impatto ambientale ed economicamente conveniente, ovvero si sia riusciti a coniugare la sostenibilità ambientale con la sostenibilità economica.

9. Bibliografia

AOAC, 2002. Official methods of analysis of AOAC International. 17th edition. Association Official Analytical Chemists. Gaithersburg, MD, USA.

ANAS, 2010. Anas, prime stime sulla suinicoltura italiana nel 2009. Disponibile su: <http://www.aiol.it/contenuti/zootecnia/allevamenti/suini/anas-prime-stime-sulla-suinicoltura-italiana-nel-2009>.

ASPA, (2003). A methodological approach to assess nutrient of heavy pigs in Italy. Italian Journal of Animal Science. 2: 73 - 87.

Ballarini G. (2003). Carne suina, I fattori della qualità. Rivista di suinicoltura. 4: 177 - 182.

Bittante G., Ramanzin M., Schiavon S. (1990). Previsione della ritenzione azotata nei suini in accrescimento. Rivista di Suinicoltura. 4: 115 - 121.

Bittante G., Gallo L., Schiavon S. (1997). Pig production and environmental aspects: current Italian legislation and perspectives. IV International Feed Production Conference. 22 – 23 Febbraio, Piacenza, 1: 215 – 232.

Bonomi A., Bonomi B.M., Quarantelli A., Sabbioni A., Superchi P., Sussi C., Virgili R. e Fusari A., 2002. La produzione del suino pesante in rapporto ai tipi genetici e all'impiego di diete ipoproteiche integrate con lisina. Rivista di Suinicoltura. 4: 198 – 204.

Borin M., Berti A., Guercini S., Sartori L., Schiavon S. (2006). Normativa sempre più stringente: Gestione delle deiezioni suine, punto critico del'allevamento. Informatore agrario 16: 40 - 41.

Bosi P., Russo V. (2004). The production of heavy pig for high quality processed products. Italian Journal of Animal Science 3: 309 – 321.

Bourdon D., Dourmad J.Y. e Henry Y., 1997. Reduction of nitrogen output in growing pigs by multi-phase feeding with decreased protein level. In: Atti del del 48th Annual Meeting of the EAAP, 25 – 28 Agosto 1997, Vienna, Austria.

Camera di Commercio di Padova, Listino Settimanale Prezzi all'Ingrosso. Disponibile su: http://www.pd.camcom.it/dev_cciaa/web.nsf/web/listini_settimanali.

Carnier P., Cassandro M., Knol E., Padoan D. (1999). Genetic parameters for some carcass and fresh ham traits of crossbred Goland pigs. Proceedings of the ASPA XIII Congress, Piacenza, June 21 – 24, Franco Angeli, 221 – 223.

Chizzolini R., Novelli E., Rosa P., Campanini G., Dazi G., Madarena G., Morini G., Zanardi E., Vaghi M., (1995). La valutazione del colore della carne suina fresca e del prosciutto stagionato (Parte I – Analisi della relazione tra dato sensoriale e dato strumentale). Rivista di Suinicoltura 4: 45 – 49.

Chizzolini R., Novelli E., Rosa P., Campanini G., Dazi G., Madarena G., Morini G., Zanardi E., Pacchioli M.T., Rossi A. (1996). Lean colour of raw and matured Parma hams: comparative evaluation and technological relevance of sensory and objective data. Meat Sci 44: 159 – 172.

CORPEN, 2003. Estimation des rejets d'azote – phosphore – potassium – cuivre et zinc des porcs. Influence de la conduite alimentaire et du mode de logement des animaux sur la nature et la gestion des déjections produites. GroupePorc – Juin 2003.

Corradini E., 2007. Direttiva nitrati e reddito, un peso insostenibile? Rivista di Suinicoltura Supplemento, 11: 20 – 23.

CRPA, Centro Ricerche Produzioni Animali, 2010. Suinicoltura italiana e costo di produzione. Disponibile su: http://www.crpa.it/media/documents/crpa_www/Pubblicazi/Opuscoli-C/Archivio_2010/CRPA_1_2010.pdf.

Della Casa G., 2006. Con meno azoto nella dieta cala il vincolo ambientale. Rivista di Suinicoltura 8: 54 – 59.

Directorate General XI of European Commission (1999). Establishment of Criteria for the Assessment of the Nitrogen Content of Animal Manures. Phase II. Draft final report.

Dourmad J.Y., Etienne M., Prunier A. e Noblet J., 1994. The effect of energy and protein intake of sows on their longevity: a review. Livestock Production Science 40: 87 – 97.

ERM, 2001. Livestock manures – Nitrogen equivalents. Copies available from: European Commission DG Environment, Brussel, Belgio.

Fabbri C., Moscatelli G., Della Casa G. e Poletti E., 2009. Interventi sulla dieta per ridurre l'azoto escreto nei suini pesanti in fase di finissaggio. *Rivista di Suinicoltura* 4: 123 – 131.

Ferrucci N., Schiavon S. (2002). Inquinamento zootecnico: una rivalutazione del ciclo biologico nelle nuove prospettive della ricerca tecnica. Criteri di valutazione dell'impatto ambientale degli allevamenti e proposte di aggiornamento della normativa. *Rivista di Diritto Agrario*.

Fuller M.F., McWilliam R., Wang T.C. e Giles L.R., 1989. The optimum dietary amino acid pattern for growing pigs. 2, Requirements for maintenance and for tissue protein accretion. *British Journal of Nutrition* n.62, 255-261.

Gallo L., Padoan D., Bondensan V., Penzo N. (1999). Effects of some carcass and fresh ham traits on curing loss of hams from crossbred Goland pigs. In: G. Riva, G. Bertolini, F. Masoero, P. Bani, L. Calamari. *Recent Progress in Animal Science*. Franco Angeli, Milano 689 – 691.

Geri G., Zappa A., Franci O., Poli B.M., Campodoni G. (1991). Evoluzione delle caratteristiche chimico-fisiche di muscolo suino da 20 a 200 kg di peso vivo. *Rivista di suinicoltura* 6: 51 – 54.

Gou P., Comaposada J., Arnau J. (2003). Moisture diffusivity in the lean tissue of dry-cured ham at different process times. *Meat Science* 67: 203 – 209.

ISMEA, 2008. Allevamento suino, report economico finanziario. Disponibile su <http://www.ismea.it/flex/cm/pages/ServeBLOB.php/L/IT/IDPagina/3407>.

ISTAT, 2000. 5° Censimento Generale dell'Agricoltura. Disponibile su: <http://censagr.istat.it/principilirisultati.pdf>

ISTAT, 2009. Consistenza del bestiame suino al primo dicembre (numero capi). Dettaglio per regione – Anno 2009 – Istat, consistenza del bestiame bovino , bufalino, suino e ovicaprino. Disponibile su: <http://siqua.istat.it/SIQual/visualizza.do?id=5000007&refresh=true&language=IT> .

Le P.D., Aarnink A.J.A., Verstegen M.W.A., 2007. Dietary composition influences odour and ammonia emission from pig manure. In: Ammonia Emission in Agriculture. Wageningen Academic Publishers, Wageningen, PaesiBassi, 78 – 79.

Lo Fiego D.P., Nanni Costa L., Santoro P. (1990). Caratteristiche del tessuto adiposo nel suino pesante italiano. *Rivista di suinicoltura* 5: 41 – 47.

Lo Fiego D.P. (1996). Carcass fatness and lipid quality in the heavy pig. *Meat Focus International* 5(8): 264 – 263.

Lo Fiego D.P., Santoro P., Macchioni P., De Leonibus E. (2005). Influence of genetic type, live weight at slaughter and carcass fatness on fatty acid composition of subcutaneous adipose tissue of raw ham in the heavy pig. *Meat Science* 69: 107 – 114.

Madarena G., Dazzi G., Camposanto E., Campanili G., Novelli E., Badiani A., Leonelli C., Barchi D., Chizzolini R. (1991). Valutazione strumentale della qualità della carne suina: analisi dei risultati ottenuti dalla macellazione di gruppi eterogenei. *Rivista di suinicoltura* 3: 53 - 74.

Manini R., Piva A., Prandini A., Mordenti A., Piva G. e Dourmad J.Y., 1997. Protein retention in Italian heavy pigs: Development of a factorial approach for the determination of lysine requirement. *Livestock Production Science* 47: 252 – 259.

Martelli G. (1997). Proteina ideale, la ricerca continua. *Rivista di suinicoltura*. 6: 37 – 40.

Mordenti A., Piva A. e Salvadori G., 1995. Efficienza alimentare nel suino all'ingrasso. *Rivista di Suinicoltura* 10: 19 – 31.

MURST (Ministero dell'Università e della Ricerca Scientifica e Tecnologica) e Consiglio Nazionale delle Ricerche, Dipartimento Attività Scientifiche, 2000. Progetto di Ricerca: Riciclo dei reflui del sistema agro-industriale, Programma Esecutivo e Primi Risultati. Disponibile su: <http://users.unimi.it/~fsangio/cnr/proreflui.pdf>.

Nanni Costa L., Lo Fiego D.P., De Grossi A., Russo V. (1993). Relazioni tra attitudine alla stagionatura del prosciutto di Parma e contenuto di carne magra della carcassa in suini ibridi. *Rivista di suinicoltura* 34: 79 – 84.

Pacchioli M.T., 2002. L'alimentazione proteica nella dieta dei suini. *Agricoltura RER* 10: 61 – 62.

Parisini P., Martelli G. e Mordenti A., 1991. Ricerche sull'impiego di diete ipoproteiche integrate con lisina nella produzione del suino pesante. *Rivista di suinicoltura* 5: 45 – 49.

Piva G. e Mordenti A., 1995. Contributi sperimentali alla riduzione del potere inquinante delle deiezioni suine: l'azoto. *Informatore Agrario* 16: 31 – 43.

Ringel J. E Susenbeth A., 2009. Lysine requirement for maintenance in growing pigs. *Livestock Science* 120: 144 – 150.

Rossi A., De Roest K., Sardi L., Mordenti A.L., Speroni M. e Della Casa G., 2005. Quanto azoto assunto con la razione finisce nelle feci e nell'aria. *Informatore Agrario* 31: 47 – 49.

Russo V. (1990). Qualità della carcassa del suino pesante e classificazione CEE. *Rivista di Suinicoltura* 5: 35 -40.

Russo V., Lo Fiego D.P., Nanni Costa L., Bigi D., Pignatti M. (1990). Relazioni tra il contenuto di carne magra della carcassa e le rese tecnologiche e commerciali del prosciutto di Parma. *Rivista di Suinicoltura* 4: 105 – 109.

Russo V., Davoli R., Nanni Costa L. (1992) Recenti acquisizioni nel miglioramento genetico della qualità della carne suina. *Rivista di Suinicoltura* 4: 47 – 50.

Russo V., Nanni Costa L. (1995). Suitability of pig meat for salting and the production of quality process products. *Pig News Inf.* 16: 17N – 26N.

Santoro P., Lo Fiego D.P., (1992) il tessuto adiposo e il grasso nel suino da salumificio: la qualità per l'industria e per il consumatore. *Rivista di suinicoltura* 7: 47 – 53.

Sauvant D., Perez J.M. e Tran G., 2004. Tables of composition and nutritional value of feed materials: pigs, poultry, cattle, sheep, goats, rabbits, horses, fish. Wageningen Academic Publishers, Wageningen, Paesi Bassi.

Schiavon S., Ramanzin M., Gallo L., Bailoni L., Magnabosco P., Bittante G., 1997. Gestione alimentare ed escrezione dei nutrienti. *Rivista di Suinicoltura*, 4: 67 – 77.

Schiavon S., Tagliapietra F., Ceolin C., Gallo L., 2006. Ridurre la quantità di azoto escreto: meno liquami, più suini in stalla. *Informatore Agrario*, 16: 42 – 45.

Spanghero M. e Fabbro E., 2009. Controlli dell'alimentazione dei suini allevati nel "circuito Parma – San Daniele". *Rivista di Suinicoltura* 1: 51 – 61.

Tagliapietra F., Ceolin C. e Schiavon S., 2005. On-farm estimation of pig growth parameters from longitudinal data of life weight and feed consumption and the use of a mathematical model. *Italian Journal of Animal Science* n°4, supplemento n°3, 116 – 118.

Verstegen M., 2002. Nutrizione proteica e ambiente. *Rivista di Suinicoltura* 10: 109 – 123.

Whittemore C.T., 1993. *The science and practice of pig production*. Longman Scientific and Technical, Essex, Regno Unito.

Whittemore C.T., Green D.M. e Knap P.W., 2001a. Technical review of the energy and protein requirements of growing pigs: energy. *Animal Science* 73: 199 – 215.

Whittemore C.T., Green D.M. e Knap P.W., 2001b. Technical review of the energy and protein requirements of growing pigs: protein. *Animal Science* 73: 363 - 373.

10. Tabelle

Tabella 1.1. Piano alimentare seguito nell'allevamento di Todi (PG).

Settimana	P.V. Atteso (kg)	Mangime	Consumi Femmine	Consumi Maschi
1	30,0	R35	1,00	1,00
2	35,0	R35	1,15	1,15
3	40,0	R35	1,30	1,30
4	45,0	R35	1,40	1,45
5	50,0	HB4	1,50	1,60
6	55,0	HB4	1,60	1,70
7	60,0	HB4	1,70	1,80
8	65,2	HB4	1,80	1,90
9	70,4	HB4	1,90	2,00
10	75,6	HB4	2,00	2,10
11	80,8	HB4	2,10	2,20
12	86,0	HB5	2,00	2,10
13	91,0	HB5	2,00	2,10
14	96,0	HB5	2,00	2,10

Tabella 1.2. Principali caratteristiche chimico-nutrizionali dei mangimi.

Componenti	Mangime		
	R35	HB4	HB5
ED MJ/kg	13,65	13,30	13,25
Proteina grezza (%)	16,04	15,05	14,00
Lisina (%)	1,05	0,85	0,72

Tabella 2. Composizione alimentare dei mangimi utilizzati nelle due fasi d'allevamento.

Alimenti (%)	Prima Fase (100-130 kg)				Seconda Fase (130-170 kg)			
	Alto	Medio-	Medio-	Basso	Alto	Medio-	Medio-	Basso
Mais	34,3	34,2	34,0	34,2	36,7	35,5	35,6	36,0
Orzo	19,6	20,1	19,4	19,8	20,0	20,0	20,0	20,0
Crusca frumento	11,9	11,5	11,9	12,4	12,7	12,7	12,7	12,7
Frumento	8,0	11,2	14,6	17,4	10,8	15,1	18,7	20,7
Farinaccio frum.	5,8	5,7	6,2	5,8	4,4	4,5	4,5	4,5
F.e. Soia prot.	13,1	10,0	6,4	2,9	9,5	5,5	2,5	-
Melasso	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
Grasso animale	1,5	1,4	1,3	1,3	1,4	1,3	1,2	1,1
Calcio carb.	1,44	1,49	1,52	1,55	1,34	1,40	1,39	1,39
Fosfato bicalcico	0,42	0,45	0,46	0,42	0,22	0,22	0,22	0,27
Bicarbonato sodio	0,29	0,25	0,25	0,27	0,25	0,25	0,25	0,25
Sale	0,28	0,28	0,28	0,28	0,30	0,30	0,30	0,30
Premiscelavit.min.	0,18	0,18	0,18	0,18	0,20	0,20	0,20	0,20
Colina cloruro	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
L-lisina	0,13	0,20	0,29	0,32	-	0,10	0,19	0,25
Treonina	-	-	0,03	0,05	-	0,02	0,04	0,05
L-triptofano	-	-	-	0,01	-	-	0,01	0,01

Tabella 3. Componenti chimiche e nutrizionali dei mangimi utilizzati nelle due fasi d'allevamento.

Componenti	Prima Fase (100-130 kg)				Seconda Fase (130-170 kg)			
	Alto	Medio-alto	Medio-basso	Basso	Alto	Medio-alto	Medio-basso	Basso
SS %	88,6	88,3	85,0	88,2	88,4	88,4	88,3	88,4
Amido %	42,0	43,3	45,2	45,5	44,8	45,5	47,0	47,6
Proteina grezza %	14,6	13,4	12,2	11,7	13,1	12,0	11,2	10,7
Lipidi %	3,9	3,9	3,9	3,8	3,9	3,9	3,8	3,6
NDF %	13,0	13,0	13,4	13,3	13,1	13,1	13,5	13,2
ADF %	3,4	3,4	3,3	3,3	3,1	3,0	3,1	3,1
Ceneri %	4,7	4,6	4,4	4,3	4,3	4,2	4,1	4,0
Zuccheri %	4,0	3,8	3,6	3,4	3,8	3,6	3,4	3,3
Acido Linoleico %	1,52	1,50	1,49	1,49	1,53	1,51	1,50	1,49
Ca %	0,87	0,87	0,86	0,87	0,74	0,75	0,74	0,75
P %	0,52	0,51	0,50	0,49	0,47	0,45	0,44	0,44
P disponibile %	0,30	0,30	0,30	0,30	0,26	0,26	0,26	0,26
Na %	0,21	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
K %	0,82	0,74	0,68	0,62	0,74	0,67	0,62	0,57
Cl %	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
Lisina %	0,72	0,65	0,60	0,58	0,55	0,51	0,48	0,46
Treonina %	0,52	0,46	0,44	0,42	0,46	0,42	0,40	0,38
Triptofano %	0,17	0,15	0,13	0,14	0,15	0,13	0,13	0,12
Metionina %	0,23	0,21	0,19	0,19	0,21	0,19	0,19	0,17
Met+Cistina %	0,50	0,46	0,43	0,43	0,47	0,43	0,41	0,40
EM kcal/kg	3066	3065	3067	3066	3081	3081	3081	3079
EN kcal/kg	2253	2255	2259	2261	2269	2271	2273	2274

Tabella 4. Piani alimentari impiegati durante i due cicli sperimentali.

Settimana	Primo Ciclo		Secondo Ciclo	
	P.V. Atteso (kg)	Dosi Mangime (kg)	P.V. Atteso (kg)	Dosi Mangime (kg)
1	91,1	2,3	90,0	2,4
2	96,2	2,4	93,6	2,4
3	101,2	2,4	98,7	2,4
4	106,4	2,5	103,8	2,5
5	111,4	2,5	108,9	2,5
6	116,0	2,5	113,7	2,5
7	120,9	2,6	118,5	2,6
8	125,5	2,6	123,2	2,6
9	130,4	2,7	128,0	2,7
10	135,2	2,7	132,8	2,7
11	139,9	2,7	137,5	2,7
12	144,6	2,8	142,2	2,8
13	149,2	2,8	146,9	2,8
14	153,9	2,9	151,6	2,9
15	158,4	2,9	156,2	2,9
16	163,0	3,0	160,7	3,0
17	167,8	3,0	165,4	3,2
18	172,5	3,0	170,2	3,2

Tabella 5. Prestazioni produttive: significatività statistica (p-values) delle diverse fonti di variazione considerate nel modello di analisi.

Tesi	R ²	P- values							
		Ciclo	Tesi	Ciclo × Tesi	Box	Sex	Tesi × Sex	Padre	Padre × Tesi
Peso vivo iniziale	0,483	0,777	0,409	0,641	<0,001	0,021	0,502	0,110	0,245
Peso vivo finale	0,514	0,237	0,156	0,337	0,292	0,007	0,672	0,005	0,010
Accrescimento	0,379	0,306	0,342	0,856	0,067	0,863	0,954	0,425	0,132
Consumi di mangime	0,427	0,199	0,023	0,495	0,293	0,020	0,968	0,386	0,062
Indice di conversione	0,411	0,042	0,078	0,941	0,025	0,597	0,761	0,349	0,149

Tabella 6. Prestazioni produttive e significatività dei confronti ortogonali tra tesi alimentari.

Tesi	Unità	Tesi				RMSE	Significatività		
		Alto (A)	Medio-alto (M)	Medio-basso (B)	Basso (BB)		A vs M	A vs B	A vs BB
n. osservazioni		40	36	37	40				
Peso vivo iniziale	kg	99,6	97,9	97,2	100,4	8,9	0,428	0,262	0,685
Peso vivo finale	kg	169,8	165,4	168,1	169,0	8,2	0,030	0,385	0,658
Accrescimento	kg/d	0,66	0,63	0,66	0,64	0,08	0,194	0,672	0,440
Consumi di mangime	kg/d	2,621	2,645	2,714	2,699	0,144	0,481	0,008	0,020
Indice di Conversione		4,05	4,28	4,14	4,26	0,42	0,026	0,403	0,034

A, M, B e BB si riferiscono a razioni contenenti in media il 13,9%, 12,7%, 11,7%, ed l'11,2% di proteina grezza.

Tabella 7. Spessore lardo dorsale in vivo a fine ciclo: significatività statistica (p-values) delle diverse fonti di variazione considerate nel modello di analisi.

Tesi	R ²	P- values							
		Ciclo	Tesi	Ciclo × Tesi	Box	Sex	Tesi × Sex	Padre	Padre × Tesi
Spessore L	0,418	0,083	0,080	0,123	0,051	0,074	0,823	0,330	0,539
Variazione L	0,409	0,081	0,057	0,345	0,021	0,710	0,873	0,190	0,613

L: media delle misurazioni dello spessore del lardo dorsale nel punto L1 (ultima costa) ed L2 (intermedio tra L1 e la sommità dell'ileo: L3) mediante rilevatore ad ultrasuoni, al termine del ciclo.

Tabella 8. Spessore lardo dorsale in vivo e significatività dei confronti ortogonali tra tesi alimentari.

Tesi	Unità	Tesi				RMSE	Significatività		
		Alto (A)	Medio-	Medio-	Basso		A vs M	A vs B	A vs BB
Spessore L	mm	16,87	17,48	18,57	18,05	2,85	0,375	0,015	0,076
Variazione L	mm	7,20	8,13	8,93	8,37	2,66	0,151	0,008	0,061

A, M, B e BB si riferiscono a razioni contenenti in media il 13,9%, 12,7%, 11,7%, ed l'11,2% di proteina grezza. L: media delle misurazioni dello spessore del lardo dorsale nel punto L1 (ultima costa) ed L2 (intermedio tra L1 e la sommità dell'ileo: L3) mediante rilevatore ad ultrasuoni, al termine del ciclo.

Tabella 9. Dati macellazione: significatività statistica (p-values) delle diverse fonti di variazione considerate nel modello di analisi.

Tesi	R ²	P- values							
		Ciclo	Tesi	Ciclo × Tesi	Box	Sex	Tesi × Sex	Padre	Padre × Tesi
Peso carcassa	0,535	0,060	0,088	0,150	0,538	0,004	0,646	0,003	0,014
Lardo max	0,400	0,271	0,239	0,492	0,128	0,380	0,544	0,769	1,000
Lardo min	0,397	0,153	0,807	0,320	0,550	0,039	0,743	0,109	0,156
Lombi	0,531	0,511	0,002	0,763	0,315	0,853	0,820	0,004	0,002
Coppa	0,596	0,067	0,579	0,733	0,048	0,011	0,127	0,092	0,041
Guanciale	0,457	0,460	0,008	0,259	0,374	<0,001	0,781	0,020	0,561
Spalle	0,595	0,515	0,637	0,730	0,293	0,015	0,273	<0,001	0,014
Pancetta	0,776	<0,001	0,075	0,083	0,755	0,376	0,709	0,109	0,223
Lardo	0,411	0,012	0,088	0,163	0,803	0,015	0,698	0,072	0,477
Cosce	0,641	0,002	0,106	0,133	0,082	0,581	0,525	<0,001	0,046
Cosce rifilate	0,612	0,048	0,054	0,100	0,174	0,673	0,330	<0,001	0,017
Tagli magri	0,610	0,129	0,031	0,408	0,062	0,216	0,471	<0,001	0,003
Tagli grassi	0,617	<0,001	0,032	0,076	0,964	0,026	0,892	0,115	0,261
Resa	0,587	0,002	0,106	0,094	0,017	0,140	0,895	0,092	0,174

Lardo max = misure effettuate con calibro nel punto di maggior spessore del lardo dorsale.

Lardo min = misure effettuate con calibro nel punto di minor spessore del lardo lombare.

Tagli magri: coppa, cosce, lombi e spalle.

Tagli grassi: guanciale, lardo e pancetta.

Tabella 10. Dati macellazione: significatività statistica (p-values) delle diverse fonti di variazione considerate nel modello di analisi.

Tesi	R ²	P- values							
		Ciclo	Tesi	Ciclo × Tesi	Box	Sex	Tesi × Sex	Padre	Padre × Tesi
Lombi %	0,560	0,001	<0,001	0,476	0,797	<0,001	0,608	0,036	0,167
Coppa %	0,512	0,729	0,345	0,364	0,596	0,983	0,025	0,050	0,190
Guanciale %	0,853	<0,001	0,094	0,744	0,863	0,717	0,034	0,035	0,839
Spalle %	0,389	0,184	0,160	0,581	0,766	0,633	0,671	0,004	0,921
Cosce %	0,542	0,114	0,173	0,636	0,746	0,001	0,867	<0,001	0,617
Cosce rifilate %	0,503	0,994	0,151	0,307	0,927	<0,001	0,741	<0,001	0,522
Lardo %	0,409	0,023	0,092	0,314	0,528	0,056	0,773	0,019	0,573
Pancetta %	0,854	<0,001	0,091	0,179	0,427	0,346	0,406	0,183	0,533
Tagli magri %	0,463	0,371	0,003	0,536	0,611	0,001	0,488	0,020	0,718
Tagli grassi %	0,670	<0,001	0,018	0,179	0,912	0,248	0,859	0,073	0,527

Tagli magri: coppa, cosce, lombi e spalle.

Tagli grassi: guanciale, lardo e pancetta.

Tabella 11. Dati macellazione: significatività dei confronti ortogonali tra tesi alimentari.

Tesi	Unità	Tesi				RMSE	Significatività		
		Alto (A)	Medio-alto (M)	Medio-basso (B)	Basso (BB)		A vs M	A vs B	A vs BB
n. osservazioni		40	36	37	40				
Peso carcassa	kg	139,51	135,57	137,99	139,34	7,06	0,022	0,371	0,915
Lardo max	mm	38,24	37,64	40,28	39,08	5,48	0,651	0,123	0,506
Lardo min	mm	23,81	23,76	24,60	23,70	4,25	0,960	0,443	0,909
Lombi	kg	25,68	24,73	24,29	25,06	1,50	0,010	<0,001	0,078
Coppa	kg	9,17	9,03	9,03	9,15	0,55	0,297	0,275	0,861
Guanciaie	kg	7,38	7,12	7,51	7,65	0,64	0,094	0,392	0,072
Spalle	kg	17,36	17,15	17,09	17,19	0,93	0,343	0,224	0,427
Pancetta	kg	17,28	16,50	17,27	17,52	1,66	0,055	0,992	0,522
Lardo	kg	7,79	7,31	8,14	7,81	1,28	0,127	0,259	0,945
Cosce	kg	34,51	33,61	33,62	34,00	1,74	0,034	0,036	0,206
Cosce rifilate	kg	30,61	29,80	29,78	30,32	1,48	0,024	0,022	0,388
Tagli magri	kg	86,72	84,52	84,02	85,39	3,99	0,024	0,006	0,154
Tagli grassi	kg	32,44	30,94	32,92	32,98	3,12	0,047	0,526	0,461
Resa	%	82,16	81,90	82,09	82,47	0,97	0,255	0,757	0,176

A, M, B e BB si riferiscono a razioni contenenti in media il 13,9%, 12,7%, 11,7%, ed l'11,2% di proteina grezza.

Lardo max = misure effettuate con calibro nel punto di maggior spessore del lardo dorsale.

Lardo min = misure effettuate con calibro nel punto di minor spessore del lardo lombare.

Tagli magri: coppa, cosce, lombi e spalle.

Tagli grassi: guanciaie lardo, e pancetta.

Tabella 12. Dati macellazione: significatività dei confronti ortogonali tra tesi alimentari.

Tesi	Unità	Tesi				RMSE	Significatività		
		Alto (A)	Medio-alto (M)	Medio-basso (B)	Basso (BB)		A vs M	A vs B	A vs BB
n. osservazioni		40	36	37	40				
Lombi %	%	18,42	18,26	17,61	17,98	0,69	0,325	<0,001	0,008
Coppa %	%	6,58	6,67	6,54	6,56	0,31	0,206	0,636	0,841
Guanciaie %	%	5,99	6,09	6,20	6,08	0,34	0,206	0,012	0,218
Spalle %	%	12,46	12,66	12,39	12,34	0,61	0,171	0,642	0,412
Cosce %	%	24,74	24,79	24,39	24,42	0,94	0,802	0,128	0,149
Cosce rifilate %	%	21,95	21,99	21,61	21,77	0,75	0,799	0,065	0,304
Lardo %	%	5,56	5,37	5,88	5,60	0,81	0,310	0,107	0,847
Pancetta %	%	12,35	12,09	12,48	12,54	0,78	0,161	0,503	0,295
Tagli magri %	%	62,19	62,38	60,94	61,31	1,81	0,661	0,005	0,037
Tagli grassi %	%	23,21	22,71	23,81	23,63	1,50	0,168	0,099	0,224

A, M, B e BB si riferiscono a razioni contenenti in media il 13,9%, 12,7%, 11,7%, ed l'11,2% di proteina grezza.

Tagli magri: coppa, cosce, lombi e spalle.

Tagli grassi: guanciaie lardo, e pancetta.

Tabella 13. Valutazione parametri di qualità delle cosce: significatività statistica (p-values) delle diverse fonti di variazione considerate nel modello di analisi.

Tesi	R ²	P- values							
		Ciclo	Tesi	Ciclo × Tesi	Box	Sex	Tesi × Sex	Padre	Padre × Tesi
Globosità	0,405	0,414	0,056	0,971	0,044	0,138	0,730	0,533	0,444
Marezzatura	0,356	0,812	0,122	0,961	0,762	0,046	0,707	0,067	0,567
Venature	0,355	0,264	0,363	0,851	0,698	0,652	0,978	0,009	0,732
Emorragie	0,442	0,757	0,760	0,003	0,752	0,833	0,449	0,005	0,061
Colore	0,429	0,020	0,523	0,756	0,192	0,054	0,496	0,001	0,594
Grasso	0,426	0,961	0,119	0,116	0,364	0,962	0,660	0,142	0,148
Bicolore	0,425	0,861	0,445	0,930	0,402	0,911	0,136	0,098	0,951
Gluteo medio	0,440	0,363	0,509	0,601	0,013	0,614	0,731	0,012	0,329
Spessore	0,412	0,913	0,008	0,325	0,077	0,459	0,761	0,517	0,560
Ecografia	0,538	0,022	0,569	0,625	0,334	<0,001	0,230	0,012	0,964
pH	0,403	0,279	0,013	0,372	0,237	0,577	0,993	0,168	0,768

Tabella 14. Valutazione parametri di qualità delle cosce: significatività dei confronti ortogonali tra tesi alimentari.

Tesi	Unità	Tesi				RMSE	Significatività		
		Alto (A)	Medio-alto (M)	Medio-basso (B)	Basso (BB)		A vs M	A vs B	A vs BB
n. osservazioni		40	36	37	40				
Globosità		2,0	2,0	1,6	1,9	0,64	0,923	0,017	0,504
Marezzatura		1,4	1,5	1,8	1,5	0,75	0,555	0,023	0,651
Venature		1,3	1,7	1,6	1,6	0,88	0,087	0,274	0,229
Emorragie		0,6	0,5	0,5	0,5	0,59	0,386	0,357	0,429
Colore		-0,1	-0,4	-0,3	-0,5	1,14	0,231	0,552	0,186
Grasso		-0,3	-0,2	0,6	0,2	1,55	0,825	0,028	0,243
Bicolore		1,2	1,0	1,2	1,1	0,55	0,176	0,999	0,357
Gluteo medio		1,7	1,6	1,4	1,7	0,77	0,523	0,160	0,848
Spessore	mm	21,8	22,5	26,2	24,8	5,80	0,648	0,003	0,031
Ecografia	mm	0,6	0,6	0,6	0,6	0,08	0,661	0,263	0,221
pH		5,7	5,6	5,6	5,6	0,10	0,031	0,015	0,002

A, M, B e BB si riferiscono a razioni contenenti in media il 13,9%, 12,7%, 11,7%, ed l'11,2% di proteina grezza.

Tabella 15. Analisi chimiche del grasso di copertura delle cosce: significatività statistica (p-values) delle diverse fonti di variazione considerate nel modello di analisi.

Tesi	R ²	P- values							
		Ciclo	Tesi	Ciclo × Tesi	Box	Sex	Tesi × Sex	Padre	Padre × Tesi
n° di iodio	0,442	0,151	0,428	0,017	0,360	0,350	0,348	0,050	0,180
Ac. Linoleico	0,391	0,147	0,047	0,107	0,164	0,054	0,696	0,149	0,866
SFA	0,457	0,019	0,419	0,161	0,039	0,652	0,290	0,210	0,686
MUFA	0,487	0,002	0,004	0,842	0,901	0,095	0,527	<0,001	0,932
PUFA	0,388	0,282	0,052	0,111	0,142	0,074	0,709	0,136	0,889
Ω-3	0,567	0,046	<0,001	0,272	0,422	0,967	0,458	0,058	0,943
Ω-6	0,393	0,173	0,050	0,100	0,152	0,051	0,685	0,159	0,859
(MUFA+PUFA)/SFA	0,444	0,017	0,187	0,146	0,053	0,577	0,241	0,032	0,876
MUFA/PUFA	0,433	0,045	0,013	0,121	0,394	0,026	0,842	0,012	0,797

SFA = acidi grassi saturi; MUFA = acidi grassi monoinsaturi; PUFA = acidi grassi polinsaturi

Ω-3: acidi grassi omega-3.

Ω-6: acidi grassi omega-6.

Tabella 16. Analisi chimiche del grasso di copertura delle cosce: significatività dei confronti ortogonali tra tesi alimentari.

Tesi	Unità	Tesi				RMSE	Significatività		
		Alto (A)	Medio-alto (M)	Medio-basso (B)	Basso (BB)		A vs M	A vs B	A vs BB
n. osservazioni	40	36	37	40					
n° di iodio	67,10	67,44	68,18	67,14	2,97	0,645	0,139	0,962	
Ac. Linoleico	14,09	14,19	13,74	13,52	1,10	0,709	0,189	0,029	
SFA	34,38	33,88	34,01	34,33	1,46	0,157	0,296	0,879	
MUFA	46,55	47,29	47,38	47,59	1,26	0,018	0,008	0,001	
PUFA	17,23	17,32	16,85	16,60	1,22	0,770	0,193	0,028	
Ω-3	0,89	0,87	0,85	0,82	0,07	0,208	0,011	<0,001	
Ω-6	15,51	15,62	15,17	14,94	1,12	0,698	0,209	0,031	
(MUFA+PUFA)/SFA	1,86	1,92	1,89	1,88	0,12	0,037	0,234	0,559	
MUFA/PUFA	2,72	2,76	2,84	2,88	0,22	0,397	0,028	0,003	

A, M, B e BB si riferiscono a razioni contenenti in media il 13,9%, 12,7%, 11,7%, ed l'11,2% di proteina grezza.

SFA = acidi grassi saturi; MUFA = acidi grassi monoinsaturi; PUFA = acidi grassi polinsaturi

Ω-3: acidi grassi omega-3.

Ω-6: acidi grassi omega-6.

Tabella 17. Ripartizione ponderale ed economica della carcassa del suino pesante (CRPA 2010).
PV 160 kg, resa macello 80%.

Tagli	Peso kg	Peso % su carcassa	Valore % su carcassa
Coscia rifilata	24,3	19,1	26,0
Spalla disossata	13,6	10,7	10,4
Lombo	23,5	18,5	28,2
Coppa	7,9	6,2	8,7
TM tot	75,3	59,2	78,5
Lardo	13,6	10,7	12,2
Pancetta	19,0	14,9	7,0
Gola	7,2	5,7	1,6
TG tot	42,9	33,7	21,5
Testa/Zampe	9,0	7,1	0,6
CARCASSA	127,2	(100)	(100)

TM tot: tagli magri totali

TG tot: tagli grassi totali

11. Figure



Figura 1. Tipo di transponder usato per il riconoscimento dei suini.



Figura 2. Pinza per l'applicazione del transponder al padiglione auricolare del suino.

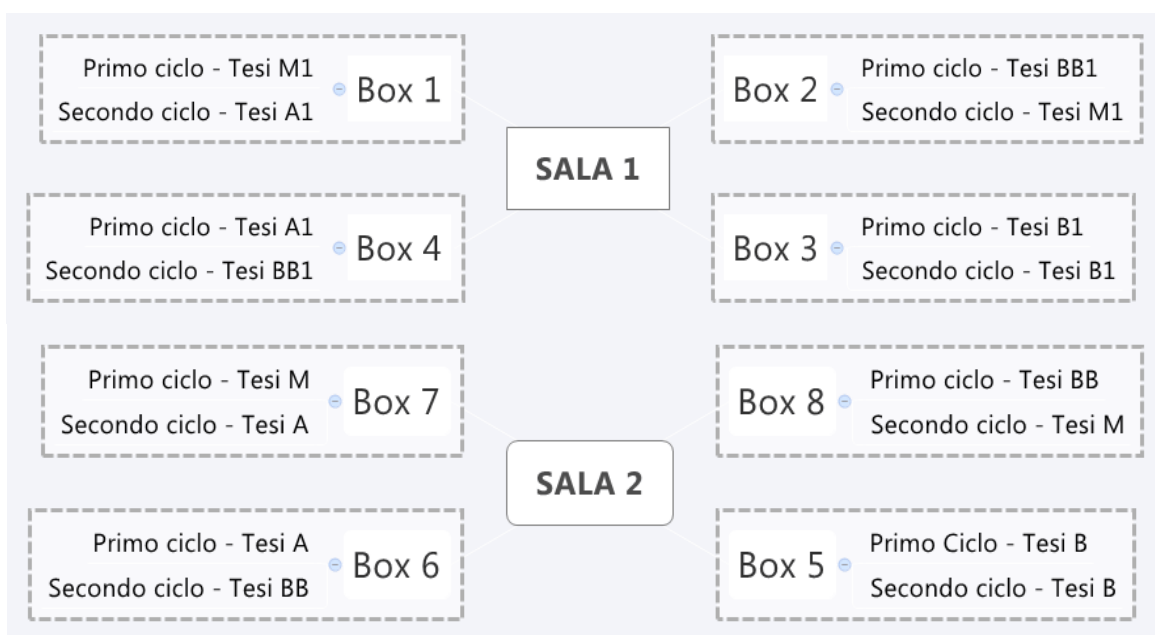


Figura 3. Distribuzione dei box nei due cicli della prova.

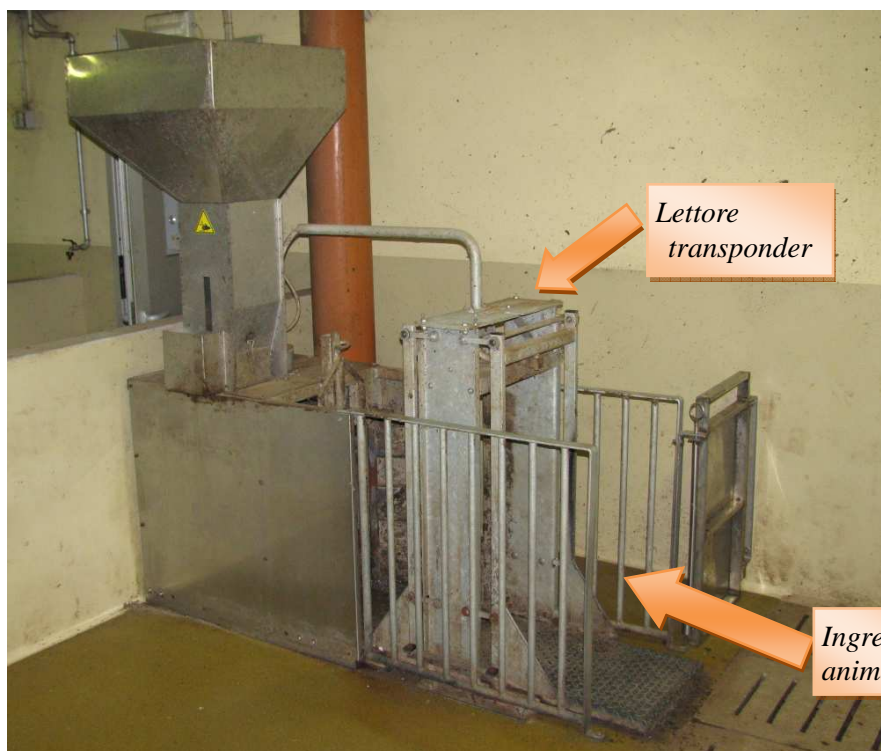
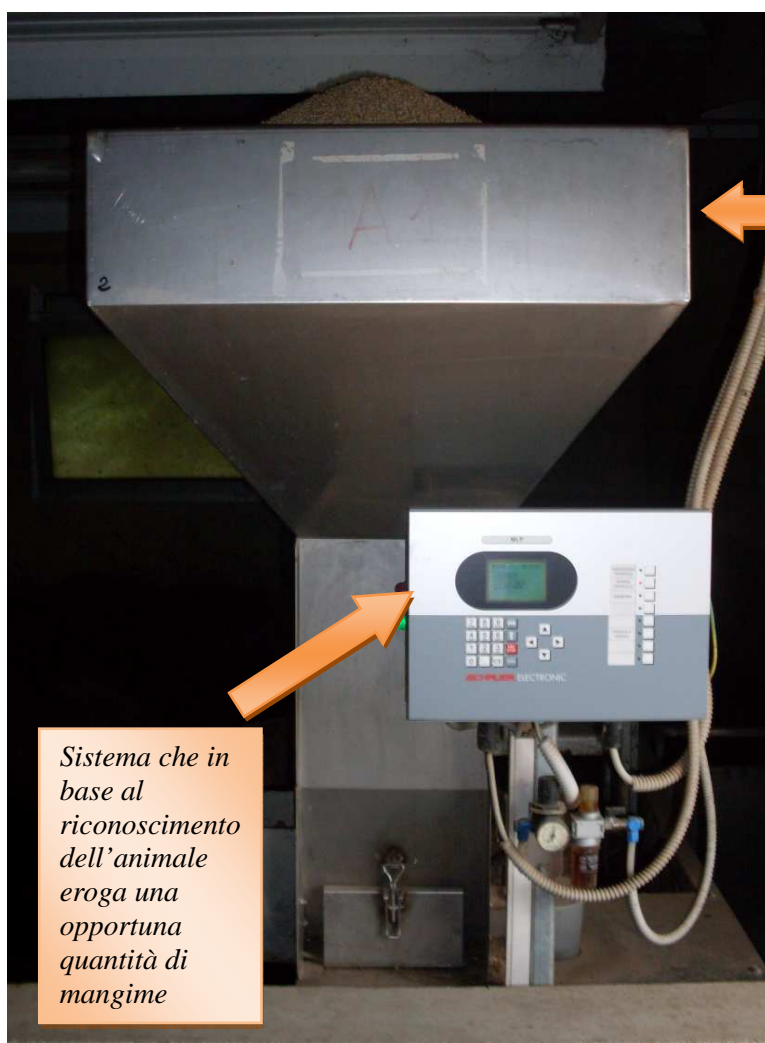


Figura 4. Stazione di auto alimentazione SchauerAgrotronicGmbH

Lettore transponder

Ingresso animali



Tramoggia per il carico del mangime

Figura 5. Stazione di auto alimentazione SchauerAgrotronicGmbH

Sistema che in base al riconoscimento dell'animale eroga una opportuna quantità di mangime



Figura 6. Trasponder auricolare



Figura 7. Stabulario dei suini



Figura 8. Distributore d'acqua a succhiotto



Figura 9. Bilancia elettronica della Gong



Figura 10. Lettore di trasponder portatile



Figura 11. Rilevatore ad ultrasuoni dello spessore del lardo dorsale Renco Lean Meter



Figura12. Operazione di pesatura rilievo spessore del lardo dorsale



Figura 13. Rilievo spessore del lardo dorsale nei punti L1 ed L2

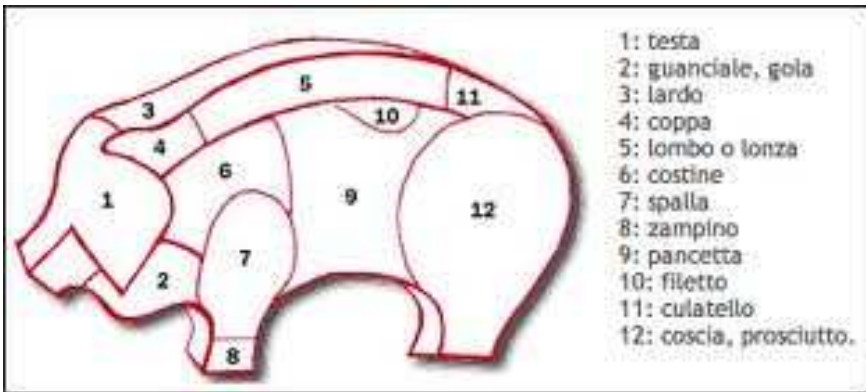


Figura 14: Tagli della carcassa suina

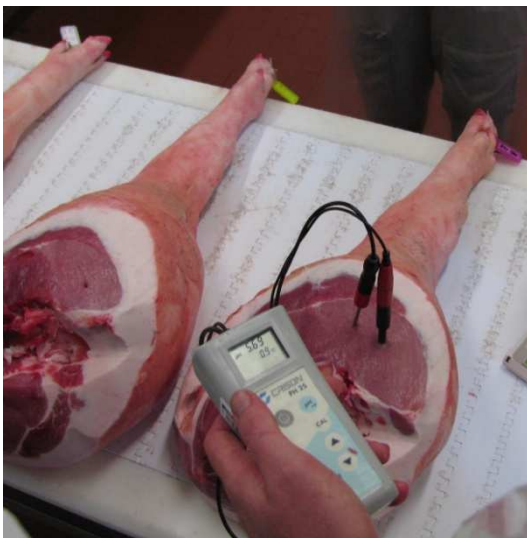


Figura 15. Rilievo pH cosce

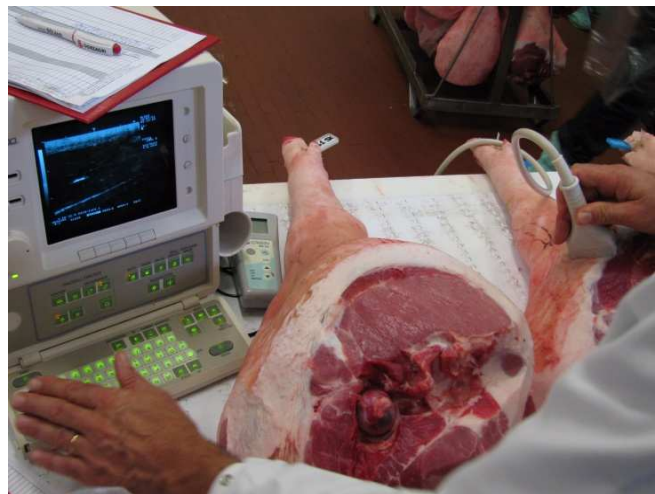


Figura 16. Valutazione spessore grasso cosce con ecografo