

Università degli Studi di Padova

Corso di Laurea in Scienze e tecnologie animali

Dipartimento di Agronomia, Animali, Alimenti, Risorse
naturali e Ambiente

TESI DI LAUREA TRIENNALE

**Prospettive della lettiera in paglia nella
filiera suinicola Italiana**

Laureando: Mattia Bonollo

Matricola: 1201952

Relatore: Prof. Luigi Gallo

ANNO ACCADEMICO 2023-2024

Sommario

Riassunto	5
Abstract	7
Introduzione.....	9
Benessere animale: definizioni.....	12
Il benessere del suino secondo la legislazione	13
La situazione attuale sul benessere animale in Italia.....	15
Il comportamento sociale del suino	18
Esplorazione	19
La morsicatura della coda.....	20
Importanza e diffusione.....	21
Conseguenze sanitarie	22
Fattori di rischio	23
Genetica.....	23
Salute ed alimentazione.....	23
Metodo di alimentazione	24
Densità nel box.....	25
Ambiente di allevamento.....	25
Tipo di pavimentazione	25
Arricchimenti ambientali.....	26
Prevenzione: il taglio della coda.....	27
Conseguenze su salute e benessere del taglio della coda	28
Arricchimenti ambientali.....	30

Tipologia ed efficacia.....	30
La lettiera in paglia.....	34
Performance produttive	34
Effetti Sanitari	37
Qualità carne.....	40
Effetto sull'igiene del box e l'emissione di gas serra.....	43
Gestione della lettiera in paglia	47
Conclusioni.....	50

Riassunto

Alla luce delle recenti normative Europee sul benessere dei suini; emerge nella filiera nazionale la necessità di un cambiamento nel sistema di allevamento che miri a garantire migliori condizioni di allevamento.

In questo senso un'alternativa interessante potrebbe essere l'allevamento dei suini su lettiera in paglia, si tratta di un sistema tuttora poco diffuso in Italia rispetto ai paesi del nord Europa in cui è più sviluppato.

In particolare, l'esigenza di nuovi metodi di allevamento deriva dalla necessità di ridurre le morsicature alla coda, un comportamento negativo che deriva dal reindirizzamento del comportamento esplorativo che in assenza di arricchimenti ambientali viene a mancare, tradizionalmente la morsicatura della coda veniva limitata semplicemente tagliando la coda ai suini, questa pratica è stata vietata nel 2011 e da allora gli allevamenti Italiani hanno faticato ad adattarsi alla situazione come riportato dall'audit che la comunità Europea ha svolto nel 2017, il quale ha evidenziato che tuttora la quasi totalità dei suini italiani ha la coda tagliata e che ci sia una carenza di sensibilizzazione su come si possa evitare questa pratica.

Tra gli arricchimenti ambientali che possono essere forniti, la paglia risulta essere la più rispondente ai fabbisogni dei suini, soprattutto se utilizzata come materiale da lettiera, essa infatti è commestibile, manipolabile, masticabile, complessa e diverse prove hanno infatti riportato che il suo impiego riduce significativamente il manifestarsi di comportamenti violenti.

Al fine di valutare la validità di questo sistema di allevamento è stata considerata anche l'influenza dello stesso nei confronti delle performance produttive, della qualità della carne e degli effetti sanitari; si è visto che, per quanto riguarda le performance produttive i differenti studi non sono concordi ma generalmente è stato osservato che i suini stabulati su paglia hanno avuto in incremento dell'ingestione e dell'accrescimento giornaliero ma un peggioramento dell'indice di conversione alimentare. Anche la qualità della carne si è vista essere influenzata dal sistema di stabulazione ed in particolar modo la composizione della frazione lipidica. Per quanto riguarda gli effetti sanitari invece, si è visto che questa tipologia di allevamento espone i suini a maggiori

rischi di infezioni di origine microbica (dato che i microrganismi trovano nella paglia un substrato ideale per proliferare), tuttavia i suini allevati su paglia sono meno soggetti ad ulcere gastriche e problemi podali.

Parlando di sostenibilità ambientale si è visto che la lettiera diminuisce sensibilmente le emissioni di gas rispetto alla pavimentazione in grigliato, fattore determinante per tale risultato è però la gestione della stessa che deve essere rinnovata e sostituita frequentemente.

Abstract

In the light of the recent European regulations on the welfare of pigs; the need for a change in the breeding system emerges in the national supply chain which aims to guarantee better breeding conditions.

In this sense, an interesting alternative could be the breeding of pigs on straw bedding, it is a system that is still not widespread in Italy compared to the countries of northern Europe where it is more developed.

In particular, the need for new breeding methods derives from the necessity to reduce tail biting, a negative behavior that is caused by the redirection of the exploratory behavior which in the absence of environmental enrichments is lacking. Traditionally tail biting was limited by simply cutting the tail to the pigs, this practice was prohibited in 2011 and since then Italian farms have struggled to adapt to the situation. As reported by the audit carried out by the European community in 2017, almost all Italian pigs still have tail docking and there is a lack of awareness of how this practice can be avoided.

Among the environmental enrichments that can be provided, straw appears to be the most responsive to the needs of pigs, especially if used as bedding material. It is edible, manipulative, chewable, complex and several tests have in fact reported that its use significantly reduces the occurrence of violent behavior.

In order to evaluate the validity of this breeding system, its influence on production performance, meat quality and health effects was also considered; it has been seen that, as far as production performance is concerned, the different studies do not agree, but it has generally been observed that pigs housed on straw have had an increase in ingestion and daily growth but a worsening of the feed conversion index. The quality of the meat was also seen to be influenced by the housing system and in particular the composition of the lipid fraction. As far as the health effects are concerned, however, it has been seen that this type of farming exposes pigs to greater risks of infections of microbial origin (given that the microorganisms find an ideal substrate for

proliferation in straw), however pigs reared on straw are less subject to gastric ulcers and foot problems.

Speaking of environmental sustainability, it has been seen that litter significantly decreases gas emissions compared to slatted flooring, a determining factor for this result, however, is its management which must be renewed and replaced frequently.

Introduzione

Da diversi decenni, il settore zootecnico in Europa e anche in Italia ha subito un importante periodo di intensivizzazione delle pratiche di allevamento con l'obiettivo di aumentare le produzioni e le rese. Negli ultimi anni tuttavia la priorità è diventata sempre di più quella di garantire ai cittadini alimenti salubri e che rispettino i requisiti in campo di sostenibilità etica ed ambientale che diventano sempre più un argomento sempre più centrale nell'opinione pubblica.

Recentemente il miglioramento del benessere animale è diventato un obiettivo importante per l'Unione Europea che ha portato avanti il piano "farm to fork" il quale mira proprio a rendere più sostenibili le produzioni agroalimentari comunitarie.

Il consumatore infatti si dimostra sempre più sensibile al tema del benessere animale e, nonostante generalmente i consumatori abbiano una scarsa conoscenza delle pratiche adottate nei moderni sistemi zootecnici, essi manifestano una certa sfiducia negli allevamenti intensivi che vengono visti in maniera critica da un punto di vista etico ed ambientale.

In ogni caso è ampiamente condiviso il parere che un basso livello di benessere animale abbia un impatto negativo sulla salute dei consumatori, quindi per la maggior parte dei cittadini Europei il benessere animale non è importante in quanto tale ma piuttosto come indicatore di caratteristiche degli alimenti quali salubrità, qualità e gusto.

Da indagini commissionate dalla Direzione Generale per la Salute e la Protezione dei Consumatori della Commissione europea in merito alla percezione nei confronti del benessere degli animali da reddito, è risultato che, agli occhi dei consumatori Europei, i suini sono la prima categoria di mammiferi a essere ritenuta più bisognosa di protezione a tutela del benessere animale, nonché la seconda specie in assoluto preceduta solo dai polli da carne (Broilers) e dalle galline ovaiole (Ara A., 2008)

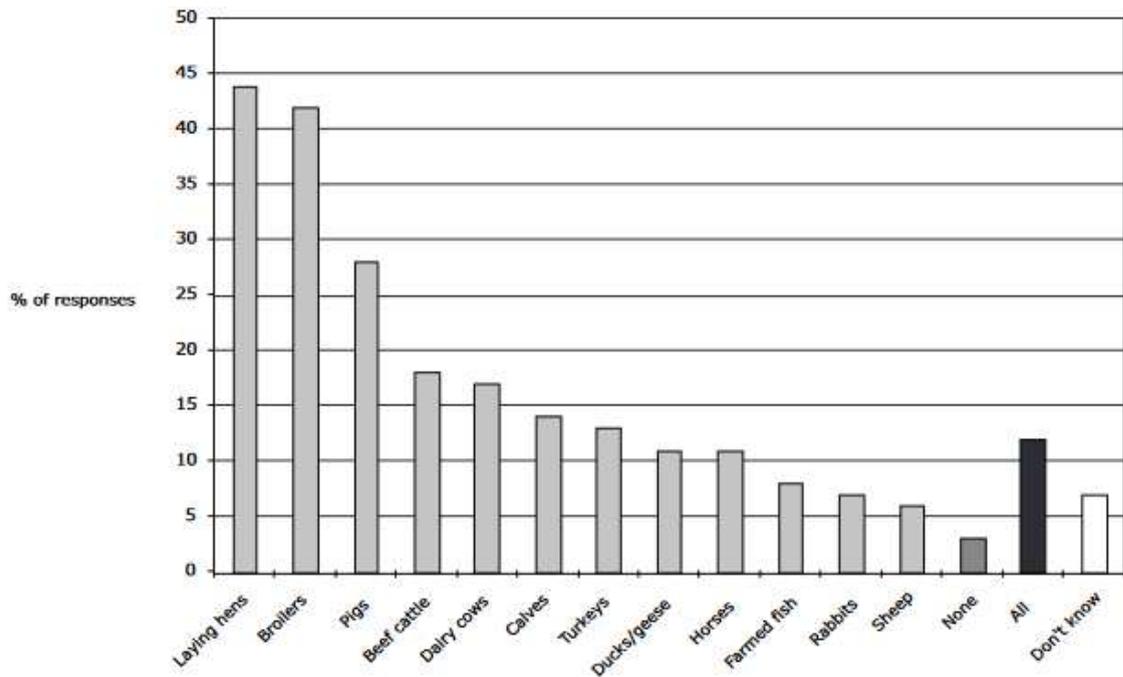


Figura 1 – Atteggiamento dei consumatori nei confronti del benessere degli animali da allevamento (Ara A., 2008)

Da altre indagini condotte a livello europeo è risultato che il consumatore risulterebbe disponibile a sostenere un incremento di prezzo dei prodotti a fronte di un aumento del benessere degli animali; il suino è risultato essere uno degli animali per cui, a fronte di un miglioramento del benessere animale, il consumatore sarebbe maggiormente disposto a sostenere un incremento di prezzo. assieme a specie avicole come galline ovaiole, polli broiler e tacchini (Martelli, 2009).

In questo contesto, l'allevamento del suino su paglia è percepito molto positivamente dai consumatori al contrario dei sistemi di stabulazione su grigliato, a prova di ciò è stata fatta recentemente un'indagine che ha coinvolto 1000 consumatori a cui sono state mostrate immagini di suini "felici" e "tristi" in differenti ambienti (lettieria in paglia e grigliato), come risultato la maggior parte degli intervistati ha valutato come situazioni di maggior benessere le immagini in cui i suini erano su paglia, preferendo anche l'immagine del suino "triste" su paglia a quella del suino "felice" su grigliato. (Bush, 2019) In un'altra indagine invece sono state fatte confrontare ad un campione di 414 persone diverse soluzioni di arricchimento ambientale e la lettiera in paglia è stata indicata dagli intervistati come la migliore soluzione nel garantire benessere animale. (Shulz, 2020)

Al di là dell'opinione dei consumatori; la paglia è stata classificata come materiale di arricchimento ambientale di livello ottimale da parte dell'EFSA e quindi è fortemente raccomandato il suo utilizzo da parte della Comunità Europea che più volte si è espressa in tal senso. Questo parere è basato su una serie di studi che hanno rilevato che la fornitura di paglia riduce il verificarsi di comportamenti aggressivi tra suini e crea un ambiente confortevole .

Lo scopo di questa tesi quindi è proprio quello di approfondire gli effetti dell'allevamento su paglia in ambito suinicolo indagando i vantaggi e gli svantaggi di questo modello di allevamento al fine di ipotizzare delle prospettive di sviluppo di questa metodologia di allevamento nella filiera suinicola Italiana.

Benessere animale: definizioni

Già a partire dagli anni '60 si inizia a parlare di benessere animale, nel 1976 Huges ne dà la prima definizione usata ancora oggi descrivendolo come “stato di completa salute mentale e fisica nel quale l'animale è in armonia con il suo ambiente”; più tardi poi il Farm Animal Welfare Council(1992) ampliarà questo concetto definendo cinque “libertà” fondamentali per gli animali d'allevamento così descritte:

- libertà dalla fame e dalla sete, grazie al facile accesso ad acqua potabile, fresca e pulita e ad una dieta corretta che assicuri salute fisica e psicologica;
- libertà dal disagio e dal malessere, grazie ad un ambiente appropriato al suo stile di vita, alle sue necessità e dimensioni che comprenda un riparo adeguato e una confortevole area in cui potersi riposare;
- libertà dal dolore, dalle lesioni e dalle malattie, grazie ad una costante, rapida ed efficace attività di prevenzione, diagnosi e trattamento;
- libertà di poter esprimere un comportamento normale, grazie ad uno spazio individuale sufficiente alle proprie attività vitali, strutture e impianti adeguati e la compagnia di animali della stessa razza;
- libertà da paura e stress, grazie a delle condizioni di vita e ad una gestione del personale di stalla che ne impediscano la sofferenza non solo fisica ma anche psicologica.

Per definire e valutare meglio il benessere in allevamento è utile tuttavia passare dal concetto di benessere animale a quello di benessere zootecnico che secondo Zoccarato e Bettagliani (1999) potrebbe essere definito come *“la condizione nella quale l'animale da reddito può esplicare la massima capacità produttiva, quantitativa e qualitativa, senza andare incontro a manifestazioni patologiche e a turbe comportamentali in grado di alterare il suo equilibrio fisiologico”*.

La valutazione del benessere coinvolge quindi una serie di risposte che gli animali adottano per adattarsi all'ambiente non solo con cambiamenti comportamentali, ma anche con meccanismi fisiologici e immunitari, che possono avere ripercussioni sullo

stato di salute e sulle performance produttive. Per questo motivo gli studi relativi al benessere, sempre più frequentemente prendono in considerazione una serie di reazioni chiamati “indicatori di adattamento” (Canali, 2008). Questi indicatori possono essere: fisiologici, etologici, produttivi e patologici.

La prima norma significativa in materia di benessere animale è la direttiva 98/58CE, recepita in Italia, dal decreto legislativo 146/2001, essa descrive le misure minime di protezione degli animali da allevamento, seguiranno altre norme specifiche (definite “verticali”) su singole tipologie di allevamento (come il Decreto Legislativo 29 luglio 2003, n. 267 relativo alla protezione delle galline ovaiole) e altre norme “orizzontali” (relative a tutte le tipologie di allevamento) come il Regolamento CE 1/2005 che regola il benessere degli animali durante il trasporto e il regolamento CE N.1099/2009 del 24/9/2009 relativo alla protezione degli animali durante l’abbattimento.

Per quanto riguarda i suini, la norma base in Italia è il Decreto Legislativo n. 122 del 7 luglio 2011, che ha recepito la Direttiva 2008/120/CE che verrà approfondita di seguito.

Il benessere del suino secondo la legislazione

La protezione ed il benessere degli animali da reddito, sono sempre più centrali nell’approccio legislativo Europeo; attualmente la legge quadro in Italia è il D. lgs. 122 del 7 luglio 2011 che recepisce la direttiva europea in materia di benessere dei suini (2008/120 CE).

Nel testo viene posta attenzione al rispetto delle necessità fisiologiche ed etologiche del suino, infatti, oltre a definire lo spazio minimo per garantire la libertà di movimento e garantire l’interazione sociale; la normativa si concentra anche sui bisogni comportamentali del suino come il comportamento esplorativo. Con questa normativa viene introdotto l’obbligo dell’introduzione di arricchimenti ambientali e del materiale manipolabile sia per soddisfare il fabbisogno esplorativo degli animali sia per limitare i comportamenti violenti tra i suini.

“I suini devono avere accesso permanente a una quantità sufficiente di materiali che consentano loro adeguate attività di esplorazione e manipolazione, quali ad esempio

paglia, fieno, legno, segatura, composti di funghi, torba o un miscuglio di questi, salvo che il loro uso possa comprometterne la salute e il benessere.” (D. lgs. 122 del 7 luglio 2011)

Nella normativa viene ribadito che il taglio della coda, come altre operazioni di mutilamento (asportazione/ levigatura dei denti e castrazione) sono vietate salvo scopi terapeutici e diagnostici, non è più possibile quindi adottare queste pratiche come misure di prevenzione di routine.

“sono vietate tutte le operazioni effettuate per scopi diversi da quelli terapeutici o diagnostici o per l'identificazione dei suini e che possono provocare un danno o la perdita di una parte sensibile del corpo o un'alterazione della struttura ossea, ad eccezione:

a) di una riduzione uniforme degli incisivi dei lattonzoli mediante levigatura o troncatura, entro primi sette giorni di vita, che lasci una superficie liscia intatta; delle zanne dei verri che possono essere ridotte, se necessario, per evitare lesioni agli altri animali o per motivi di sicurezza;

b) del mozzamento di una parte della coda;

c) della castrazione di suini di sesso maschile con mezzi diversi dalla lacerazione dei tessuti;

d) dell'apposizione di un anello al naso, che e' ammessa soltanto quando gli animali sono detenuti in allevamenti all'aperto e nel rispetto della normativa nazionale.

9) il mozzamento della coda e la riduzione degli incisivi dei lattonzoli non devono costituire operazioni di routine, ma devono essere praticati soltanto ove sia comprovata la presenza di ferite ai capezzoli delle scrofe o agli orecchi o alle code di altri suini.

Prima di effettuare tali operazioni si devono adottare misure intese ad evitare le morsicature delle code e altri comportamenti anormali tenendo conto delle condizioni ambientali e della densita' degli animali. E' pertanto necessario modificare condizioni ambientali o sistemi di gestione inadeguati.”

Inoltre,

“Tutte le operazioni sopra descritte devono essere praticate da un veterinario o da altra persona formata ai sensi dell'articolo 5 che disponga di esperienza nell'eseguire le tecniche applicate con mezzi idonei e in condizioni igieniche. Qualora la castrazione o il mozzamento della coda siano praticati dopo il settimo giorno di vita, essi devono essere effettuati unicamente da parte di un veterinario sotto anestesia e con somministrazione prolungata di analgesici.”

La situazione attuale sul benessere animale in Italia

Questa normativa ha creato diversi problemi nelle aziende suinicole italiane, tanto che dal 2011 al 2014 si è verificata la perdita del 7% del patrimonio suinicolo nazionale (dati ISMEA), con il picco nel biennio 2012-2013 dovuto proprio alla chiusura di molte aziende di medie dimensioni che non sono riuscite ad adattarsi ai nuovi requisiti previsti in materia di benessere animale.

L’emanazione delle norme sul benessere dei suini ha infatti aperto una questione tuttora irrisolta nel panorama suinicolo nazionale ed Europeo e cioè la cosiddetta “questione code”.

Fino al 2011 infatti l’unica strategia per evitare la morsicatura della coda era legata al taglio della stessa, il nuovo approccio legislativo tuttavia impone agli allevatori di adottare strategie che prevenivano la nascita di questo comportamento ad esempio inserendo l’obbligo di fornire ai suini del materiale manipolabile. Il taglio della coda quindi non può più essere considerato una operazione di routine ma solo un intervento straordinario da fare dopo aver attuato tutte le altre misure preventive possibili.

Per verificare la situazione degli allevamenti italiani in merito alla gestione delle code, nel Novembre 2017 è stato svolto un Audit da parte della comunità europea; l’audit ha evidenziato gravi inadempienze nel sistema produttivo Italiano, con quasi il 100% dei suini allevati con coda tagliata e la carenza generale di arricchimenti ambientali, nonché delle linee guida su come essi debbano essere utilizzati. E’ stata segnalata l’assenza di una strategia nazionale per ridurre o limitare la problematica e la mancanza di iniziativa al fine di adeguarsi alla normativa Europea. A causa della mancanza di

controlli e linee guida sul tema, gli allevatori sono convinti di essere a norma di legge e che sia impossibile allevare suini pesanti a coda intera.

La difficoltà principale nell'utilizzo degli arricchimenti ambientali in Italia come nel resto d'Europa è costituita dalla pavimentazione dei box dei suini di cui la maggior parte è in grigliato, si tratta di un sistema di stabulazione incompatibile non solo con l'utilizzo della paglia a terra, ma anche con molte altre forme di arricchimento ambientale.

Gli allevatori Italiani sostengono inoltre, contrariamente a quanto riportato in letteratura, che l'uso di arricchimenti ambientali come la paglia non diminuisce l'aggressività e i fenomeni di cannibalismo o che, comunque, li riduce solo parzialmente. (Gastaldo et al, 2014)

Alcuni sostengono inoltre in merito alle caratteristiche dei materiali da utilizzare come arricchimento ambientale, che i materiali non distruggibili, come catene metalliche e oggetti in gomma, siano più efficaci rispetto a quelli distruggibili come appunto la paglia. (Gastaldo et al, 2014). Anche qui in contrasto alla letteratura scientifica che riporta che gli oggetti metallici come le catene non sono da ritenere arricchimenti ambientali abbastanza efficaci da ridurre i fenomeni di cannibalismo (a differenza degli arricchimenti ambientali distruttibili).

Un altro fattore che ha contribuito a porre l'attenzione sulla tematica degli arricchimenti ambientali è l'introduzione, a partire dal 2019 da parte del Ministero della Salute del sistema classyfarm. Classyfarm è un sistema che categorizza le aziende in base al rischio sulle seguenti aree di valutazione: benessere animale, biosicurezza, alimentazione, consumo di farmaci e antibiotici, lesioni rilevate al macello, parametri sanitari e produttivi.

Nella categorizzazione di un allevamento si tiene conto tra i vari parametri anche della presenza e della tipologia di materiale di arricchimento presente in allevamento, classificandolo come:

“-assente;

-di interesse marginale (è presente ma non è facilmente raggiungibile dagli animali, oppure non è in quantità adeguate o è costituito da sostanze che possiedono poche caratteristiche del materiale ideale e che quindi dovrebbero essere associati ad altri materiali;

-subottimale; materiale di arricchimento presente e facilmente raggiungibile dagli animali, in quantità adeguate, che possiede la maggior parte delle caratteristiche del materiale ideale e che quindi dovrebbe essere utilizzato in combinazione con altri materiali;

-ottimale; i materiali ottimali possono essere utilizzati da soli perché possiedono tutte le caratteristiche necessarie per soddisfare le esigenze dei suini.

E' importante che il materiale sia anche disponibile ed accessibile (nell'arco di un'ora tutti i suini devono poterne usufruire e pulito (imbrattato di feci per meno del 30%).

Infine, viene classificato come livello accettabile un allevamento in cui vi è la presenza di più materiali manipolabili di categoria subottimale o la commistione di materiali (almeno un marginale e un subottimale) complementari. La situazione ottimale prevede invece la presenza di materiali manipolabili di categoria ottimale o due di categoria subottimale complementari.” (classyfarm, 2018)

Nella categorizzazione del rischio di un allevamento si tiene in considerazione anche la manifestazione del comportamento esplorativo dei suini, sia in senso assoluto sia quando è diretto sul materiale manipolabile in una scala a 3 livelli.

Per riuscire a soddisfare i requisiti legislativi allevando suini con coda intera e allo stesso tempo garantire agli stessi il miglior grado possibile di benessere limitando le morsicature, è chiaro che nella suinicoltura moderna diventa fondamentale lo studio del fenomeno del manifestarsi di comportamenti aggressivi e dei fattori scatenanti, soprattutto ha assunto un ruolo fondamentale lo studio dell'etologia del suino dal momento che il mancato soddisfacimento dei pattern comportamentali tipici si è dimostrato essere tra le principali cause scatenanti del problema.

Il comportamento sociale del suino

La morsicatura della coda è una stereotipia comportamentale che deriva principalmente dal mancato soddisfacimento dei bisogni esplorativi e da continue lotte gerarchiche a causa di gruppi non stabili o risorse limitate (acqua, cibo, spazio..) (Morrison, 2007). Per comprendere meglio le cause di questo fenomeno è importante comprendere il comportamento etologico del suino.

Il riconoscimento tra gli animali avviene soprattutto usando l'olfatto; il suino è un animale estremamente gregario ed all'interno dei gruppi stabilisce una gerarchia al cui apice si trova solitamente una scrofa, l'ordine sociale è poi deciso in base all'età e alla taglia dei suini e viene stabilito con combattimenti a seguito di cui i vincitori occuperanno i primi posti dell'ordine sociale mentre i suini più deboli saranno subordinati. La gerarchia, una volta stabilita, serve a limitare le aggressioni tra suini all'interno del gruppo creando rapporti di dominanza; la dominanza è definita come "la priorità nell'evitare o partecipare ad una situazione" ed il suo scopo è proprio quello di rendere più stabile il gruppo creando un ordine nell'accesso delle risorse. (Van Kreveld, 1970)

Le interazioni sociali agonistiche sono soprattutto di tre tipi: aggressione, minaccia e sostituzione/sottomissione (Bryant and Ewbank, 1972).

Aggressione: interazione tra suini aggressiva con contatto fisico.

Minaccia: interazione aggressiva senza contatto fisico.

Sostituzione: il suino dominante rimpiazza il sottomesso (esempio in mangiatoia o in zona di riposo).

Sottomissione: il suino subordinato cede il posto ad un dominante con comportamenti di retrocessione e allontanamento.

In un gruppo con una gerarchia stabile, i comportamenti come l'aggressione viene sostituita dalla minaccia e dalla sottomissione/ sostituzione, questo avviene con molta più difficoltà però nei suini allevati in spazi confinati, dove la gerarchia è meno stabile soprattutto a causa del poco spazio a disposizione e della densità elevata, questo genera

combattimenti più frequenti rispetto ad esempio a suini allevati allo stato semibrado (Jensen, Redbo,1987).

Esplorazione

Il comportamento esplorativo è un modello comportamentale specie-specifico innato dei suini, essi infatti sono motivati ad esplorare anche se non vivono in un ambiente ricco di stimoli ed è stato osservato che, anche se allevato in box e con alimento sempre disponibile; il suino passa anche 6/8 ore al giorno ad esplorare l'ambiente dove vive (Petersen, 1994).

Il comportamento esplorativo comprende varie azioni (grufolare, annusare, masticare e masticare) e non è solamente indirizzato alla ricerca di cibo ma anche alla semplice esplorazione del proprio ambiente alla ricerca della migliore zona di riposo e di defecazione, in natura infatti, l'home range del suino selvatico si estende per 100ha fino a 2500ha (Mauget, 1980).

E' provato che il mancato soddisfacimento dei bisogni esplorativi del suino è direttamente collegato alla morsicatura della coda in quanto i suini che non soddisfano i fabbisogni esplorativi nell'ambiente reindirizzano il loro comportamento sui compagni del box, concentrandosi principalmente su orecchie e sulla coda (Wallgren, T.; Gunnarsson 2021).

In questo contesto, diversi studi hanno indicato la paglia come uno tra i migliori substrati manipolabili. I suini ai quali viene fornita paglia infatti sono molto più attivi e presentano un aumento del comportamento esplorativo rispetto ai suini allevati in un ambiente privo di paglia, questo fenomeno si riscontra anche confrontando la paglia con altre tipologie di arricchimento ambientale .(Van de Weerd, et al. 2006; Wei,2019; Scott, 2007).

La morsicatura della coda

La morsicatura della coda è definita come una delle alterazioni comportamentali dei suini.

I fattori scatenanti sono molteplici e vari, essa può iniziare con la semplice manipolazione della coda da parte di un altro suino, fino a sfociare in aggressioni che portano a lesioni ed amputazioni di parte della coda che si possono estendere fino alla groppa (Taylor et al., 2010).

La morsicatura è un modello di comportamento normale, derivato dal comportamento alimentare, sociale e sessuale; tali atteggiamenti vengono diretti verso le code dei compagni quando vi è la mancanza di stimoli ambientali e possono degenerare in veri e propri focolai con molti capi interessati nell'allevamento.

Si possono distinguere tre categorie distinte di morsicatura della coda che variano in funzione delle cause scatenanti e dei danni che portano; il primo sottoinsieme è indicato come morsicatura della coda in due stadi. (Schröder-Petersen et al., 2003)

Questa inizia con una fase pre-lesione caratterizzata dalla semplice manipolazione della coda del suino da parte dei compagni di box, ed è quindi seguita dalla seconda fase con lesioni visibili della coda; si ritiene che sia istigata da una mancanza di substrato per grufolare o da una mancanza di arricchimento ambientale.

Il secondo sottoinsieme è la morsicatura della coda forzata e improvvisa ed è caratterizzato da un inizio acuto e clinico della lesione senza una fase pre-lesione distinguibile. (Morrison, 2007). Si ritiene che sia provocato da alti livelli di stress dovuto alla mancanza di risorse ambientali e disagio fisico ad esempio per il microclima negativo in allevamento.

La terza categoria di morsicature della coda è indicata come morsicatura della coda di tipo ossessivo, in questo caso un singolo maiale diventa ossessionato dalla manipolazione delle code dei conspecifici. Non si sa con precisione la motivazione; tuttavia, è stato ipotizzato che possa essere dovuto ad una componente genetica oltre che ambientale (Taylor, 2010).

Importanza e diffusione

Nonostante la gravità del problema della morsicatura della coda nei suini; la reale portata del fenomeno è scarsamente documentata e sottostimata.

In Italia ad esempio sono state fatte poche indagini, in una delle più recenti (Vitali, 2021), analizzando 79 lotti di suini presso un macello ha riportato un'incidenza media di morsicature della coda del 34% con il 4,4% di casi gravi.

Altre ricerche sui capi al macello hanno documentato una frequenza di suini con morsicature alla coda del 0,5-3,4%, (EFSA 2007). Tuttavia questo dato è sicuramente sottostimato perché tiene conto solo dei casi più gravi di morsicatura rilevata in sede di macellazione e trascura i suini che a causa delle ferite molto gravi muoiono o vengono sottoposti ad eutanasia direttamente in azienda.

Per esempio, in uno studio svedese, Keeling e Larsen (2004) hanno confrontato la frequenza di morsicature della coda rispettivamente in allevamenti e macelli registrando una notevole differenza. Si è passati infatti da un'incidenza media negli allevamenti compresa tra 6,2 e 7,2%, mentre ai macelli le registrazioni hanno mostrato solo l' 1,9% di casi di suini con questa problematica. In un'altra prova, Taylor (2010) ha rilevato un'incidenza di questo problema del 30 - 70% in 31 allevamenti esaminati, anche se le stime sulle lesioni alla coda derivanti dai dati raccolti al macello sono state solo dell'ordine dell'1-5%.

Quindi è probabile che i dati provenienti dal macello comprendono solo i casi gravi di morsicatura alla coda, associati all'infezione e al sequestro.

Si tratta quindi di una situazione diffusa, che crea problemi di benessere animale, sanitari, perdite qualitative alla carcassa e perdite economiche importanti, stimate in milioni di dollari (Ue, 2006) il costo a capo è di circa 23,00\$ secondo (D'Eath et al. 2016), questo dato chiaramente varia molto a seconda della gravità della morsicatura. Queste perdite sono da attribuire a costi diretti ed indiretti tra cui: ridotto aumento di peso, costi relativi ai trattamenti veterinari e alle perdite dovute all'abbattimento degli animali gravemente feriti, nonché al sequestro delle carcasse una volta macellati i suini in caso di gravi lesioni.

Conseguenze sanitarie

In base alla dimensione della ferita; si possono identificare tre stadi di gravità di morsicatura della coda (Penny 1981), lieve (morsa solo la parte apicale della coda) , moderato (coda morsa fino a metà) e grave (coda morsa interamente con ferita che si estende anche alla groppa).

La ferita rappresenta poi una via d'ingresso per infezioni che spesso coinvolgono non solo la cute, ma anche il tessuto muscolare e le vertebre caudali, portando a disordini locomotori ed ascessi nel tessuto adiacente oltre che osteomieliti nelle vertebre caudali (Kristas, Morrison 2007), c'è una correlazione positiva tra la gravità della ferita e la presenza di ascessi. La via più comune di trasmissione dell'infezione comunque è il midollo spinale (Huey, 1996) e quindi può proseguire fino agli organi interni come polmoni o reni; in molti casi infatti le analisi condotte al macello hanno trovato lesioni polmonari come pleuriti, polmoniti e ascessi polmonari nei suini con morsicatura della coda (Pandolfi, 2018). Tuttavia, non è ancora chiaro se la morsicatura della coda sia la causa dei problemi polmonari o se come suggerito da Vitali (2021) si tratti semplicemente di due patologie distinte ma con cause scatenanti simili e che quindi possono essere facilmente presenti assieme nelle rilevazioni al macello.

E' stata trovata anche una correlazione tra patologie ossee e articolari (osteomieliti e artriti) con la morsicatura della coda (Boyle et al. 2022), anche qui tuttavia non è chiaro se le patologie ossee siano una conseguenza dei danni da morsicatura o se sia invece la causa scatenante in quanto i suini tendono ad indirizzare i comportamenti aggressivi proprio verso i compagni più deboli.

Un'altra grave conseguenza è la possibile trasmissione di malattie tramite ingestione di sangue infetto e carne, la morsicatura della coda infatti sembra essere una via di trasmissione di trichinosi.

Come è facile immaginare la morsicatura della coda ha effetti anche sulle performance, i suini che ne sono vittime infatti hanno un accrescimento più basso e meno copertura di grasso dorsale rispetto ai suini sani. (Li, 2017)

Infine, non solo gli animali che vengono morsi alla coda subiscono dolore e ansia, ma anche gli altri suini del gruppo si manifestano più irrequieti con evidenti conseguenze sulle performance e sul benessere animale.

Fattori di rischio

Genetica

La morsicatura ha una base genetica, nel 2012 una ricerca ha individuato i loci associati al fatto che il suino sia un morsicatore o che sia vittima di morsicatura. L'ereditabilità di questo carattere sembra essere moderata. (Wilson, 2012)

Sembra che le razze migliorate a mantello bianco (soprattutto Landrace ma anche Large White) siano più predisposte a presentare il problema rispetto a razze tradizionali con mantello colorato (Breuer, 2003), (Lange, 2023). La differenza più importante però sembra essere a livello di linea commerciale/ceppo genetico piuttosto che tra razze.

Scollo (2016) riporta che anche la forma della coda è un fattore che influisce sulla probabilità che un animale venga morso e questo è un carattere che potrebbe essere controllato a livello genetico.

Salute ed alimentazione

L'alimentazione dei suini gioca un ruolo importante anche nella caratterizzazione dei loro comportamenti; una granulometria troppo fine o la pellettatura dell'alimento infatti limitano l'attività masticatoria durante l'ingestione dell'alimento, il suino quindi cercherà di soddisfare il suo bisogno di masticare in altro modo aumentando quindi il rischio di morsicature alla coda (Scott, 2006).

E' stato dimostrato che anche gli squilibri alimentari sono un fattore predisponente alla comparsa di morsicature alla coda, ciò è dovuto a molteplici fattori; in primo luogo i suini debilitati sono più in difficoltà nell'evitare di subire tale comportamento da parte dei compagni di box, in secondo luogo nei suini con carenze alimentari aumenta il tempo impiegato nella ricerca di cibo nel tentativo di soddisfare il fabbisogno

alimentare e questo può portare i suini a identificare la coda dei compagni come una fonte alimentare.

I suini con squilibri alimentari infine tendono ad essere più frustrati e anche questo favorisce il manifestarsi di comportamenti aggressivi (Moinard, 2003).

Recentemente l'attenzione è stata posta sull'effetto che la nutrizione ha nei confronti del microbiota intestinale e dell'asse microbiota-intestino-cervello evidenziando come un intestino non sano a causa di squilibri nutrizionali o a causa di microorganismi nocivi assunti con l'alimentazione possano portare all'insorgere di comportamenti aggressivi. (Kobek-Kjeldager, 2022)

In particolare, gli squilibri nella razione che portano a morsicature della coda sono la carenza di fibra in quanto rende i suini meno "sazi" a fine pasto e quindi più irrequieti; oltre che carenze in aminoacidi essenziali o in minerali come ferro, rame, calcio, fosforo e sali (cloruro di sodio). (Cevolani, 2016).

Metodo di alimentazione

La tecnica di alimentazione influisce sul comportamento dei suini, innanzitutto l'assenza o il ritardo dei pasti porta all'aumento di stress nel box con i conseguenti comportamenti aggressivi dati dal fatto che i suini infatti non sono più in grado di prevedere quando arriverà il cibo (Scollo, 2016); tuttavia, i suini alimentati manualmente presentano meno morsicature alla coda e lesioni in genere rispetto ai suini alimentati automaticamente.

Mettendo in relazione la tecnica di alimentazione con la morsicatura della coda si è visto che uno spazio in mangiatoia insufficiente aumenta la frequenza delle morsicature dato che stimola i suini subordinati (che non riescono ad accedere al cibo nel momento del pasto) ad attaccare gli altri da dietro.

Nella prevenzione della morsicatura si sono dimostrati più efficaci sistemi di alimentazione ad libitum con postazioni di alimentazione multiple rispetto a sistemi con alimentazione razionata, questo è probabilmente dovuto all'eliminazione quasi totale della competizione alimentare tra i suini che il sistema ad alimentazione razionata comporta (Moinard, 2003).

Densità nel box

A riguardo dell'effetto della densità del box nei confronti dell'aggressività dei suini è stata prodotta molta bibliografia (Moinard, 2003; Schröder-Petersen, D.L., Simonsen, H.B., 2001, Scollo, 2016, Andersen, 2023,) gli autori riportano che un'alta densità è fortemente correlata ad un aumento della morsicatura della coda e ciò è dovuto soprattutto al poco riposo che ne deriva, infatti in un box con un'alta densità l'area destinata al riposo tende ad essere molto affollata causando liti tra i suini, oltre a questo i suini sono limitati negli spostamenti e hanno difficoltà a raggiungere le risorse come acqua e cibo causando stress e i conseguenti comportamenti violenti.

Ambiente di allevamento

Tra i fattori stressogeni troviamo le temperature troppo alte o troppo basse, le correnti d'aria, l'errata illuminazione, la presenza di gas nocivi come l'ammoniaca e l'anidride carbonica, la presenza eccessiva di polvere e l'umidità e questi fattori sono direttamente correlati alla caudofagia (Schröder-Petersen, D.L., Simonsen, H.B., 2001, Scollo, 2016 Palumbo, 2023).

E' importante ricordare che anche se nessun fattore è significativamente distante dai valori ottimali, la somma di piccoli scostamenti di diversi parametri ambientali può comunque creare una condizione di disagio per i suini (Done, 2005)

Tipo di pavimentazione

I comportamenti aggressivi come combattimenti, morsicature alla coda e alle orecchie aumentano soprattutto nei suini allevati su grigliato, ciò è dovuto alla concentrazione di gas nocivi e all'ambiente monotono che non offre materiale di arricchimento.

Nei suini allevati in lettiera di paglia invece i comportamenti violenti si riducono (Wallgren, Gunnarsson, 2021) in quanto si tratta della soluzione che meglio stimola il comportamento esplorativo ed il grufolamento, inoltre è stato dimostrato che, nonostante tenga impegnati i suini a lungo, il tempo che il suino dedica ad alimentarsi e riposare resta invariato mentre cala il tempo in cui il suino si dedica a comportanti

come il masticare la coda o le orecchie dei compagni (Fraser, 1991). Oltre a questo la paglia migliora il comfort termico e il comfort della zona di riposo andando quindi a migliorare l'ambiente di allevamento e limitando ulteriormente il manifestarsi di comportamenti violenti.

Arricchimenti ambientali

Come già detto, l'esplorazione e la manipolazione sono necessità comportamentali proprie del suino. In condizioni "naturali" come può essere l'allevamento semi-brado infatti esso passa la maggior parte del tempo esplorando l'ambiente in cui vive. (Bolhuis et al., 2005). Come dimostrato da diversi studi, (Beattie et al., 2000), se allevati in ambiente povero di stimoli l'espressione di questi atteggiamenti viene limitata e ciò determina stress ed il reindirizzamento di questi comportamenti sui compagni di box (Bolhuis et al., 2005) dando vita a stereotipie comportamentali come le morsicature a coda e orecchie.

Un materiale per l'arricchimento ambientale è tanto migliore quanto più è in grado di mantenere occupato il suino a lungo evitando comportamenti anomali, pericolosi e aggressivi.

Per avere un effetto positivo sulla salute e sul benessere, gli arricchimenti ambientali devono soddisfare alcune necessità degli animali: ricerca, manipolazione, ingestione . La paglia sembra rappresentare uno tra i migliori substrati manipolabili. I suini ai quali viene fornita paglia si sono dimostrati più attivi e presentano un aumento del comportamento esplorativo e meno comportamenti aggressivi rispetto ai suini allevati in un ambiente privo di paglia (Van de Weerd, et al. 2006).

Prevenzione: il taglio della coda

Nonostante le criticità relative al benessere animale e alla normativa Europea sempre più rigida sulla questione, il taglio della coda è tuttora la misura più efficace per limitare i morsi (Palumbo, 2023). Anche se con la direttiva Europea 2008/120 è stato vietato come operazione di routine; esso resta molto praticato nella maggior parte dei paesi europei e anche in Italia.

La frequenza di suini con coda tagliata varia da paese a paese e non è strettamente correlata alla presenza di arricchimenti ambientali. L'audit della comunità europea svolto nel 2017 ha riportato che in Italia a quasi la totalità dei suini viene mozzata la coda.

Paese (in ordine di produzione)	Coda tagliata Media % (range)	Materiale di arricchimento Media % (range)	Popolazione suina (unità di misura: migliaia di capi) Dati Eurostat 2016
Spagna	94.6 (90–98)	39.4 (5–100)	29231
Germania	89 (80–99)	95 (90–99)	27376
Francia	95 (85–99)	72 (10–99)	12793
Danimarca	98	97	12281
Olanda	91.8 (88–97)	52.4 (25–100)	11881
Polonia	95	55 (20–90)	11107
Italia	94.5 (90–100)	44 (30–70)	8477
Belgio	97 (95–100)	78 (10–100)	6176
Romania	100 (100)	87.5 (75–100)	4707
Regno Unito	84 (70–98)	91.75 (89–100)	4538
Serbia	60	60	3200
Ungheria	70	40	2907
Austria	92.5 (90–95)	60 (30–90)	2792

Norvegia	0	60	1664
Irlanda	97.5 (96–99)	46 (16–76)	1527
Rep. Ceca	90	60	1479
Svezia	0	97,25 (90–99)	1471
Svizzera	2.5 (0–5)	90 (80–100)	1442
Finlandia	1.5 (0–3)	85 (72–98)	1197
Slovacchia	98	20	585
Lettonia	90	10	336
Estonia	45	90	266
Lussemburgo	95	95	95
Malta	56	45	41
Europa (24 Paesi)	77 mediana(=95%)	67 (mediana=76%)	147549

Tabella: Percentuale di suini con coda tagliata e di suini con fornitura di materiale di arricchimento adeguato (media, massimo e minimo) in relazione alla popolazione di suini nei 24 Paesi esaminati (De Briyne et al., 2018).

Solitamente il taglio viene eseguito da personale interno all'azienda entro la prima settimana di nascita andando a recidere la coda lasciando $\frac{1}{4}$ della stessa o meno, l'operazione viene eseguita con bisturi, forbici o tenaglie; a volte si usa anche un ferro caldo che ha la funzione di cauterizzare la ferita. Solitamente non vengono somministrati analgesici né eseguita anestesia al fine di ridurre il dolore.

Conseguenze su salute e benessere del taglio della coda

Il taglio della coda provoca un dolore acuto nei suinetti infatti la coda è fortemente innervata già alla nascita (Prunier et al., 2001). Nonostante sulla parte distale della coda siano presenti neuromi, che sono proiezioni delle cellule nervose responsabili della percezione del dolore e dell'ipersensibilità (che potrebbe protrarsi a lungo durante la guarigione della ferita); il dolore causato dall'amputazione non sembra avere effetti a lungo termine. Infatti il tempo che passa tra l'amputazione e la prima suzione di latte nelle 12 ore successive al taglio della coda è uguale in suini con coda tagliata e con con

coda intera, inoltre non sono stati osservate differenze nella concentrazione di cortisolo nel sangue. (Prunier et al., 2005)

Ovviamente il taglio della coda può costituire una via di ingresso per microorganismi e dare origine a infezioni che possono diventare sistemiche.

Nonostante quindi si tratti di una misura efficace per ridurre il morsicamento della coda, le implicazioni sul benessere dei suini hanno fatto sì che questa metodologia sia stata vietata, è necessario quindi adottare approcci diversi basati sulla prevenzione fornendo ai suini un ambiente di allevamento ed un management adeguato, oltre agli arricchimenti ambientali.

Arricchimenti ambientali

Gli arricchimenti ambientali sono oggetti o materiali forniti ai suini al fine di catturarne l'attenzione e stimolare comportamenti esplorativi ad essi rivolti con l'obiettivo di ridurre lo stress ed i comportamenti aggressivi tra gli animali.

I primi arricchimenti ambientali sono stati introdotti negli allevamenti suinicoli negli anni '40, da allora sono stati fatti molti studi relativi alla loro efficacia. Gli arricchimenti ambientali dovrebbero fornire stimoli visivi, olfattivi, e somatosensoriali.

La raccomandazione UE 2016/336 dell'8 marzo 2016 dà le linee guida sulle caratteristiche fondamentali che dovrebbero avere i materiali manipolabili; i materiali di arricchimento dovrebbero essere sicuri e presentare le seguenti caratteristiche: essere commestibili (in modo che i suini possano mangiarli e annusarli), preferibilmente con benefici nutrizionali; masticabili, esplorabili, manipolabili (in modo che i suini possano modificarne la posizione, l'aspetto o la struttura).

La Raccomandazione specifica anche che questi materiali dovrebbero essere forniti in maniera tale da essere puliti, accessibili, in quantità sufficiente e di interesse sostenibile, dovrebbero cioè incoraggiare e mantenere il comportamento esplorativo dei suini ed essere sostituiti o aggiunti regolarmente.

Tipologia ed efficacia

Gli arricchimenti ambientali possono essere classificati a seconda del materiale in cui sono fatti principalmente in nove categorie, materiali metallici, blocchi minerali, oggetti di gomma, corde, foraggi, substrati, paglia, materiali composti. Un lavoro portato avanti da Brake (Brake et al, 2006), ha coinvolto 54 prove effettuate su diversi materiali valutando la loro efficacia secondo 9 parametri: quantità di comportamenti diretti al materiale, capacità di limitare la morsicature a coda ed orecchie, aggressività dei suini, attività dei suini, altri comportamenti pericolosi dei suini, produttività, salute ed igiene. Dalla combinazione dei dati delle diverse prove è stato possibile calcolare un indice e quindi catalogare in ordine di efficacia i vari tipi di arricchimento ambientale ottenendo la seguente classifica in ordine crescente: materiali metallici, blocchi

minerali, oggetti di gomma, corde, foraggi (in rastrelliera), substrati, paglia, materiali composti.

Un'altra classificazione (Unione europea, 2016): divide i materiali di arricchimento a seconda di quanto questi siano adatti a rispondere alle esigenze esplorative dei suini valutando soprattutto alcune caratteristiche fondamentali: commestibilità, complessità, masticabilità, manipolabilità. Sulla base di quanto un materiale soddisfi appieno tutte le caratteristiche sopra descritte si possono distinguere tre categorie:

-”di interesse marginale (è presente ma non è facilmente raggiungibile dagli animali, oppure non è in quantità adeguate o è costituito da sostanze che possiedono poche caratteristiche del materiale ideale e che quindi dovrebbero essere associati ad altri materiali;

-subottimale; materiale di arricchimento presente e facilmente raggiungibile dagli animali, in quantità adeguate, che possiede la maggior parte delle caratteristiche del materiale ideale e che quindi dovrebbe essere utilizzato in combinazione con altri materiali;

-ottimale; i materiali ottimali possono essere utilizzati da soli perché possiedono tutte le caratteristiche necessarie per soddisfare le esigenze dei suini. “

Una situazione ottimale può essere raggiunta anche unendo diversi materiali di arricchimento che possiedono caratteristiche complementari.

Il primo fattore perchè un arricchimento ambientale abbia effetto è la disponibilità di spazio; diverse prove hanno dimostrato infatti che in presenza di densità alte, i suini hanno mostrato comportamenti violenti indipendentemente dalla presenza materiali di arricchimento di diverse tipologie (Cornale, 2015), (Di Martino, 2015).

Come confermato da alcuni studi; cambiare periodicamente il materiale di arricchimento (così come il rinnovo della lettiera), stimola la curiosità del suino e limita le morsicature della coda. (Trickett et al., 2009)

Uno studio (Van de Perre et al., 2011) ha confrontato 108 suini divisi in 12 gruppi, la metà di questi hanno avuto come unico arricchimento ambientale una catena, mentre gli

altri hanno ricevuto una sequenza di arricchimenti ambientali cambiati periodicamente, le osservazioni eseguite hanno dimostrato che la maggior attività diretta alle code è coincisa con i momenti di maggior attività esplorativa verso l'arricchimento; dimostrando una correlazione diretta tra necessità esplorativa e morsicatura alle code. I suini che hanno avuto variazioni di arricchimento ambientale alle osservazioni hanno dimostrato meno morsicature rispetto agli altri e in generale hanno speso più tempo ad esplorare il gioco a disposizione. Inoltre i suini che hanno avuto una sequenza di oggetti diversi hanno dedicato meno tempo agli oggetti una volta che essi venivano riproposti una seconda volta; questo suggerisce che il suino sia un animale estremamente curioso e tende a perdere molto rapidamente l'interesse per un oggetto una volta esplorato.

Un arricchimento ambientale infine risulta più pulito quanto più si dimostra pulito, uno studio (Battini et. al, 2013) ha rilevato che i suini preferiscono arricchimenti anche meno manipolabili e complessi se più puliti, ne consegue che nel caso della lettiera essa debba essere rinnovata periodicamente e debba essere aggiunto spesso materiale fresco e pulito; nel caso degli oggetti invece particolare attenzione va fatta al materiale di cui sono fatti, privilegiando materiali igienici.

Esistono molti tipi di arricchimenti ambientali ma alla luce di quanto detto la paglia è ritenuta una dei migliori materiali per il benessere dei suini soprattutto se usata come substrato da lettiera; secondo l'EFSA ad esempio:

“L'occorrenza della morsicatura della coda ha un'origine multifattoriale e questa è un'evidenza nel report che alcuni fattori casuali hanno molto peso, come l'assenza di paglia” (Conclusione 1 EFSA 2007;).

“Può essere concluso che ci sono poche evidenze che la fornitura di giochi come catene, bastoncini masticabili e palle può ridurre il rischio di morsicatura della coda.” (Conclusione 7, EFSA, 2007).

“L'assenza di paglia è un importante rischio per la morsicatura della coda. Inoltre sono importanti sia la quantità di paglia (lettiera permanente meglio di una fornitura limitata da una rastrelliera) che la sua forma (paglia lunga migliore di quella tritata).” (Conclusione 15 EFSA, 2007).

Da quanto detto finora si evince che la lettiera in paglia sia il miglior sistema di allevamento dal punto di vista di soddisfacimento delle necessità comportamentali; emergono tuttavia dubbi sull'efficacia del suo utilizzo riguardo all'influenza che può avere nelle performance produttive, sull'igiene e la salute dei suini ed infine sull'impatto economico di questa soluzione; di seguito si andrà ad approfondire diversi aspetti zootecnici influenzati dalla stabulazione su lettiera.

La lettiera in paglia

Performance produttive

I parametri produttivi di maggior rilevanza nell'allevamento suinicolo sono:

- IMG: incremento di peso medio giornaliero
- Ingestione: quantità di alimenti media consumata al giorno
- ICM: indice di conversione alimentare, rapporto tra quantità di alimento consumata e l'aumento di peso.

Le performance produttive sono il risultato dell'interazione del genotipo dell'animale con i fattori ambientali, tra i fattori ambientali uno dei più importanti è certamente il sistema di stabulazione.

Lo stress influenza negativamente le performance dei suini, un ambiente con un ottimo arricchimento ambientale come la paglia rende i suini meno stressati e quindi potrebbe influenzare positivamente anche le performance produttive, oltre a ciò la lettiera stimola i suini ad esplorare e quindi anche a cercare (e assumere) l'alimento.

Numerosi studi sono stati condotti per valutare l'influenza della stabulazione in paglia sulle performance produttive, tuttavia i risultati delle sperimentazioni spesso non sono concordanti.

Nonostante nello studio di Correa (2009) non è stata rilevata differenza nelle performance produttive dei suini allevati su lettiera o su pavimentazione grigliata; la maggior parte delle ricerche condotte in merito riportano invece differenze nelle performance produttive dei suini a seconda del sistema di allevamento.

Da alcuni autori (Bettie et al., 2000, Li, 2020, Zhou, 2015) è stato osservato che i suini allevati su lettiera hanno avuto, rispetto ai suini allevati su grigliato o su pavimentazione piena in cemento; un tasso di crescita più alto, unitamente ad un consumo di alimento più alto ed un miglior indice di conversione alimentare. Van de Weerd (2006) inoltre ha confrontato le produzioni di suini allevati su paglia con quelle di suini a cui erano fornite altre forme di arricchimento ambientale (dispenser di paglia, dispenser di cibo, dispenser di acqua e corda masticabile). In questa prova i suini su

paglia hanno avuto una ingestione di alimento più alta ed un accrescimento medio giornaliero più alto rispetto agli altri trattamenti, tuttavia si sono dimostrati meno efficienti nella conversione alimentare. Stessi risultati li ha ottenuti Wei (2019) su suini portati da 20 a 70kg con accrescimenti medi giornalieri leggermente più alti (573 vs 569g/capo/giorno) ma non proporzionali all'aumento di ingestione(1495 vs 1421g/capo/giorno) il che ha portato ad un peggioramento dell'indice di conversione alimentare (2,6 vs 2,5).

Spesso le ricerche effettuate hanno rilevato una maggiore ingestione di alimento in animali allevati su paglia, questo potrebbe essere spiegato dal fatto che in questa situazione i suini si dimostrano più attivi(Wei,2019; Scott, 2007) e quindi anche più interessati all'alimento. Questo aumento di ingestione però spesso si traduce in un aumento non proporzionale dell'accrescimento medio giornaliero e quindi ad un peggioramento dell'indice di conversione alimentare. A prova di questo anche la prova di Van Grevenhof (2011) in cui i suini alimentati ad libitum hanno avuto accrescimenti medi giornalieri uguali indipendentemente dal tipo di stabulazione mentre suini con alimentazione razionata hanno mostrato tassi di accrescimento migliori se allevati su grigliato rispetto a quelli allevati su lettiera in paglia.

Lebret (2014) riporta inoltre che l'effetto positivo in termini di performance dell'allevamento su lettiera varia anche in base alla genetica dei suini; nella sua prova infatti sono state valutate le caratteristiche produttive rispettivamente di suini ibridi moderni e di una razza locale francese allevati su grigliato o su lettiera in paglia partendo da un peso vivo di 35kg fino al raggiungimento del peso di macellazione di 145kg. I suini ibridi hanno mostrato performance simili tra i due trattamenti con livelli uguali di ingestione giornaliera (2,88 kg/capo/giorno) e un accrescimento medio giornaliero leggermente maggiore nel caso degli animali allevati su grigliato (772 vs 755gr/capo/giorno); al contrario i suini di razza non migliorata hanno avuto risultati nettamente migliori quando allevati su lettiera sia in termini di ingestione (2,67 vs 2,38 Kg/capo/giorno) che di accrescimento (544 vs.498 g/capo/giorno).

E' molto difficile tuttavia stabilire quale sia il contributo sulle performance dato esclusivamente dalla lettiera in paglia in quanto nella maggiorparte delle prove citate i suini allevati su paglia hanno avuto una superficie a disposizione maggiore rispetto a

quelli allevati su grigliato e questo già di per se è un fattore che influenza la produzione. inoltre tra le varie prove anche il design del box su paglia è stato molto diverso e quindi difficilmente confrontabile, ad esempio Patton (2007) riporta in suini allevati su paglia ma in tunnel risultati opposti a quelli espressi nelle prove descritte in precedenza (miglior efficienza nella conversione alimentare ma ingestione e accrescimento minori).

Si può concludere quindi che molto probabilmente l'allevamento su paglia abbia effetti positivi sulle performance produttive dei suini, anche se studi più approfonditi sarebbero necessari per quantificare meglio il reale apporto dato da questo sistema di allevamento.

Effetti Sanitari

La letteratura scientifica sull'influenza della paglia nella sanità del suino è limitata e in molti casi è difficile separare gli effetti diretti della paglia da altri fattori riguardanti il management e l'housing degli animali.

In condizioni di allevamento ottimali, il suino tende a sporcare soltanto in un'area circoscritta del box e a tenere quindi pulita e libera da feci l'area di riposo; nonostante ciò la lettiera aumenta la probabilità che i suini vengano in contatto con microorganismi patogeni presenti nelle deiezioni rispetto alla pavimentazione grigliata dove le feci vengono eliminate molto più velocemente.

E' stata rilevata una presenza di salmonella fecale più alta nei suini allevati su lettiera rispetto al grigliato (Davies, Morrow; 1997), inoltre, la presenza di materiale organico come appunto la paglia è stato identificato come uno dei fattori di rischio per infezioni da batteri come *Yersinia Enterocolica* e parassitosi da vermi intestinali come *Oesophagostomum*. (Skjerve e Lium, 1998); la lettiera in paglia è stata identificata essere un fattore di rischio anche per la diffusione di *Ascaris suum* (Sanchez-Vasquez, 2010), questo ascaride è il principale endoparassita presente nei suini (Stewart and Hoyt, 2006) e nonostante solitamente l'infestazione si mantenga a livelli subclinici esso è in grado di causare danni economici rilevanti andando a peggiorare le performance produttive degli animali infestati. (Kipper et al., 2011). La lettiera ne favorisce la proliferazione in quanto le uova, che vengono espulse dai suini infestati trovano nella lettiera un ambiente ideale per l'incubazione, dopo 10 giorni esse passano allo stadio infestante e a questo punto, se vengono ingerite dai suini, danno il via ad una nuova infestazione. Tuttavia a causa del ciclo biologico di *A. Suum* si può ipotizzare che la frequente rimozione della lettiera sia un mezzo efficace per il controllo di questo ascaride.

Da un punto di vista di salute degli arti tuttavia, la stabulazione dei suini su lettiera in paglia ha dimostrato numerosi vantaggi rispetto ad altri sistemi di stabulazione, diverse prove hanno riscontrato meno traumi, borsiti e lesioni ai garretti sia su suinetti in post-svezzamento che su animali al macello (Andersen e Bøe, 1999); (Mouttotou e Hatchell, 1999);(Temple, 2009). Condizione essenziale e la salute del piede è tuttavia

che la lettiera sia mantenuta asciutta in quanto l'aumento del contenuto di liquidi nella lettiera e il pH basico è correlato ad una minore forza dell'unghione e predispone a laminiti (Kroneman et al., 1993). La laminite ha molteplici cause ma l'ostecondrosi è uno dei principali fattori predisponenti in quanto è correlata con la debolezza delle ossa e delle cartilagini degli arti. Si è visto che i suini allevati su lettiera (e con maggiore superficie disponibile per capo) hanno avuto una minore incidenza della patologia nella prova di Van Grevenhof (2011) questo probabilmente perchè; dato che su lettiera i suini sono più attivi la crescita e la forza di ossa e cartilagini ne trae beneficio. Oltre a questo c'è da considerare anche che il grigliato può diventare una superficie scivolosa quando è umido e portare i suini a modifiche nell'andatura andando a sovraccaricare le cartilagini (Jørgensen, 2003), oltre che a scivolamenti che vanno poi a danneggiare ossa e articolazioni.

Un'altra patologia dei suini in ingrasso sono le ulcere gastriche, questa patologia è molto comune e porta a perdita di peso, anemia, emorragie interne subcliniche e quindi una significativa perdita economica oltre che una problematica di benessere animale. Questa patologia è influenzata da vari fattori tra cui la granulometria dell'alimento e la quantità di fibra nella dieta oltre che dallo stress, è stato ipotizzato quindi che la paglia possa essere un mezzo efficace per prevenire l'insorgenza di questa malattia. (Scott et al., 2007)

Questa ipotesi è stata confermata da recenti studi (Herskin et al., 2016) che hanno evidenziato che l'allevamento su lettiera riduce l'incidenza di ulcere gastriche, nella prova in questione ad esempio si è passati da un'incidenza del 33% su maiali allevati in grigliato al 7% in maiali allevati su lettiera.

Ferrari (2022) analizzando la mortalità in 51 allevamenti su vari paesi Europei con e senza lettiera, ha riscontrato in questi ultimi, nonostante una minore densità ed un maggior numero di personale/suino allevato, una mortalità più alta ed un costo veterinario più alto, sia sui suini leggeri che su suini pesanti.

Infine anche la relazione tra il consumo di antibiotici e il tipo di pavimentazione è stata studiata recentemente (Matheson et al, 2022) in una analisi riguardante le aziende

suinicole inglesi, è stato riscontrato che ci sia un minor uso di antibiotici negli allevamenti in cui i suini sono allevati in lettiera con paglia.

La biosicurezza è un fattore critico nel caso di allevamenti su paglia, uno studio condotto in Danimarca su 428 aziende con lettiera (e accesso all'esterno) ha trovato una correlazione tra la presenza di ratti con la presenza di strutture per lo stoccaggio della paglia (Leirs, 2004). I ratti sono vettori di numerosi microorganismi nocivi per i suini come *Erysipelothrix rhusiopathiae*, *Salmonella* and *Yersinia*, *Toxoplasma gondii* e *Trichinella* spp. (Leirs, 2004) Oltre ai ratti, la paglia durante lo stoccaggio può anche essere imbrattata dalle feci di volatili con conseguenti problemi di biosicurezza, infatti l'utilizzo di materiale da lettiera tra cui la paglia aumenta l'incidenza di tubercolosi da *Mycobacterium avium* (Alvarez, 2011).

In conclusione possiamo dire che, sebbene la relazione tra l'allevamento su lettiera e l'igiene e la salute dei suini debba essere approfondita da altri studi in merito; la paglia si dimostra una superficie ideale per ridurre l'incidenza di alcune problematiche ma se non correttamente gestita essa espone anche i suini ad alcune patologie soprattutto di origine microbica, che sarebbero viceversa più facilmente controllabili in altri sistemi di stabulazione.

Qualità carne

Nonostante non esista un'unica definizione condivisa sulla qualità della carne nella carcassa suina, secondo Lammers (2008) essa può essere valutata osservando alcuni parametri: colore, andamento del pH, marezatura, perdite per sgocciolamento e, nonostante essi siano caratteri ereditabili geneticamente, nel complesso la loro ereditabilità è moderata.

La qualità della carne, tra gli altri fattori, è influenzata dal benessere dei suini nelle fasi di trasporto e macellazione (Faucitano, Goumon, 2018). Mentre i suini allevati in sistemi intensivi dimostrano una maggiore reattività e paura nei confronti degli stimoli oltre ad un comportamento sociale meno sviluppato; quelli allevati in allevamenti con arricchimenti ambientali o con lettiera in paglia e più frequenti contatti umani, dimostrano meno stress da trasporto e sono più tranquilli durante la manipolazione evidenziando meno cortisolo salivare allo scarico e meno lattato dopo la macellazione (Rocha et al, 2016).

Nonostante come detto i suini allevati su paglia siano meno soggetti allo stress nelle fasi di macellazione, una prova su 12 allevamenti intensivi e “animal friendly” (minore densità e uso di lettiera) ha riportato proprio in quest'ultimi una prevalenza di carcasse PSE (pale, soft, exudative). Come spiegazione di ciò è stato ipotizzato che, dal momento in cui i suini allevati in ambienti arricchiti sono più resilienti agli stress, essi al momento della macellazione avranno un più elevato residuo di glicogeno muscolare e di conseguenza una maggiore discesa di pH nel post mortem (Rocha et al, 2016). Anche nella prova di Tomazin (2019) i suini allevati su paglia hanno avuto un pH più alto post mortem ed una discesa più marcata nelle successive 24 ore rispetto ai suini allevati in sistema convenzionale.

La maggior parte degli studi effettuati riporta una correlazione negativa tra l'allevamento su paglia e la quantità (intesa come spessore) di lardo dorsale (Patton et al, 2008, Tomazin et al., 2018), anche se alcuni riportano l'assenza di una correlazione (Kloet, 2001).

Anche la quantità di tempo in cui i suini sono allevati su paglia è stato dimostrato un fattore determinante sulla composizione della carcassa, all'aumentare del tempo

trascorso si assiste infatti all'aumento della percentuale di carne magra (Peeters, 2006), e varia anche la componente lipidica, in questo caso infatti i suini presentano una più alta percentuale di grassi insaturi (Patton et al, 2008).

I suini allevati in ambiente arricchito hanno avuto meno perdite in cottura e una resistenza al taglio minore; questo indipendentemente da eventuali stress subiti durante la macellazione (in quanto nella prova in questione il pH della carne di partenza era lo stesso) (Muchenje, 2013). Questo probabilmente è dovuto al fatto che i suini allevati in ambiente arricchito hanno un più alto grado di marezzatura; il che influenza la tenerezza e la capacità di ritenzione idrica del taglio alla cottura (Beetie, 2000, Patton, 2008) contrariamente a ciò tuttavia Tomazin(2019) ha riscontrato perdite per gocciolamento, scongelamento e cottura leggermente più alte nei suini allevati su paglia.

Per quanto riguarda il sapore della carne infine, i vari studi hanno riportato risultati contrastanti; secondo Peeters (2006) non ci sono differenze tra i maiali allevati in diversi sistemi di stabulazione a tal riguardo. Diversamente Maw (2001) ha dimostrato che il bacon di maiali allevati su lettiera di paglia ha un sapore “di carne” più intenso rispetto a quello di maiali allevati su pavimentazione dura.

Uno studio sloveno portato avanti su di una razza locale (U. Tomazin et al., 2018) ha confrontato i parametri produttivi e qualitativi di due gruppi di suini allevati rispettivamente in regime convenzionale e biologico; in questa prova i suini sono stati alimentati con diete e metodi di alimentazione uguali, la differenza più significativa nell'allevamento dei suini è stata la stabulazione, il gruppo convenzionale è cresciuto su un pavimento parzialmente fessurato con 7,5m² a capo di superficie mentre il gruppo di suini biologici è cresciuto su una lettiera in paglia con 16m² di superficie a capo.

Alla macellazione (eseguita dopo 73 giorni dall'inizio del trattamento ad un peso medio. 122kg e 230 giorni di vita) il gruppo di suini allevati secondo il metodo biologico (e quindi su lettiera), hanno dimostrato parametri qualitativi diversi rispetto al gruppo convenzionale. Nello specifico, alla macellazione è stato osservato un livello di pH più alto, con una discesa più rapida nelle successive 24 ore, questo dovuto

probabilmente a suini meno stressati e con più riserve di glicogeno nei muscoli. Nonostante una quantità di acqua nella carne simile, la carne dei suini allevati su paglia ha avuto più perdite di gocciolamento, di scongelamento ed in cottura. Non ci sono state differenze significative nella quantità di proteina nella carne dei due diversi gruppi. La quantità di grasso nella carcassa dei suini allevati su lettiera è stata leggermente inferiore mentre la quantità di grasso intramuscolare si è rivelata più alta rispetto ai suini allevati secondo metodo convenzionale. Osservando la composizione chimica dei lipidi dei suini si è visto che i suini allevati su paglia hanno avuto più acidi grassi monoinsaturi e meno acidi grassi saturi e poliinsaturi.

I suini della prova precedente sono poi stati trasformati in salumi ed è stata valutata la qualità tecnologica della carne; la carne dei suini allevati su lettiera ha avuto meno calo peso durante la stagionatura (34,4% contro 37,3% nei suini convenzionali), un contenuto di acqua più basso (e quindi un contenuto di sale più alto) ed un pH più basso. Queste differenze potrebbero derivare dalla diversa composizione lipidica della carne di partenza in quanto i suini allevati su paglia avevano un contenuto di grassi insaturi leggermente più alto e un più basso contenuto di acidi grassi saturi. (Škrlep, 2018)

In conclusione si può assumere che il sistema di allevamento influenza la qualità della carne dei suini che vi sono allevati anche se sono necessari ulteriori studi che tengano conto delle peculiarità del settore suinicolo italiano. In particolare sarebbe importante valutare l'influenza dell'allevamento su lettiera nei confronti della qualità di carne del suino pesante e valutare la qualità non solo sulla carne fresca ma anche la sua attitudine alla stagionatura.

Effetto sull'igiene del box e l'emissione di gas serra

Uno dei dubbi maggiori riguardo all'utilizzo della lettiera in paglia riguarda l'impatto della stessa nei confronti dell'igiene del box, è facilmente ipotizzabile che ci sia una maggiore pulizia dei box con la pavimentazione grigliata (che consente una più veloce eliminazione delle feci), questa ipotesi è confermata da Temple (2012) che su un'indagine condotta su 91 allevamenti ha riportato un grado di sporcizia più alto in suini allevati su lettiera. Tuttavia sono molti i fattori che possono influenzare l'igiene del box e dei suini e tra questi oltre all'utilizzo di materiali di arricchimento o lettiera troviamo le condizioni microclimatiche (temperatura, velocità dell'aria, umidità), le dimensioni del box e il design dello stesso, la densità di animali.

E' stato riscontrata una correlazione tra igiene del box ed emissioni di gas (Ocepek e Andersen, 2022) in particolare si è visto che la concentrazione di ammoniaca e gas serra è più alta in allevamenti con box e suini "sporchi". Sono diversi i fattori che influenzano il comportamento escretorio dei suini: il design del box, il microclima e la presenza di materiale manipolabile influenzano le modalità di defecazione nei suini portandoli a defecare nella zona di riposo; questo porta ad effetti negativi per il benessere oltre che maggiori emissioni gassose dovute al ristagno delle feci nel box.

Negli ultimi anni, le emissioni di gas serra e ammoniaca da parte del comparto zootecnico sono state messe sotto i riflettori da parte dell'opinione pubblica, questo settore è chiamato infatti ad agire in ottica di riduzione delle emissioni attraverso varie azioni come la corretta gestione del suolo e la gestione razionale dell'allevamento e in quest'ottica va preso in considerazione anche il possibile impatto dato dal sistema di stabulazione.

I principali gas emessi dal settore zootecnico sono: metano, protossido d'azoto (gas serra) e ammoniaca.

Il metano (CH₄) è il prodotto della degradazione anaerobica dei composti del carbonio e in ambito zootecnico si origina dalle fermentazioni ruminali e dalle fermentazioni a carico della sostanza organica non digerita ed escreta nelle deiezioni.

Il protossido d'azoto (N₂O) è un potente gas serra (ha effetto 270 volte maggiore della CO₂), è il prodotto delle reazioni di nitrificazione e successiva parziale denitrificazione dell'ammoniaca presente nelle deiezioni. Condizioni che favoriscono la produzione di protossido sono quelle di micro-aerofilia tipiche delle lettiere permanenti e dello stoccaggio del letame, soprattutto se caratterizzati da elevata umidità.

L'ammoniaca (NH₃) è il precursore del protossido d'azoto, le emissioni di ammoniaca sono generate dalle fermentazioni microbiche a carico dell'azoto presente nelle deiezioni (feci e urine) e avvengono in tutte le fasi di gestione, dal momento dell'escrezione nel ricovero fino alla distribuzione in campo, l'azoto nelle deiezioni si trova in forma ammoniacale (NH₄⁺) e nitrica (NH₃), la forma nitrica è quella volatile, l'equilibrio NH₄⁺/NH₃ dipende dal pH e dalla temperatura, aumentando pH e temperatura si aumenta la quota di NH₃ a discapito di NH₄⁺.

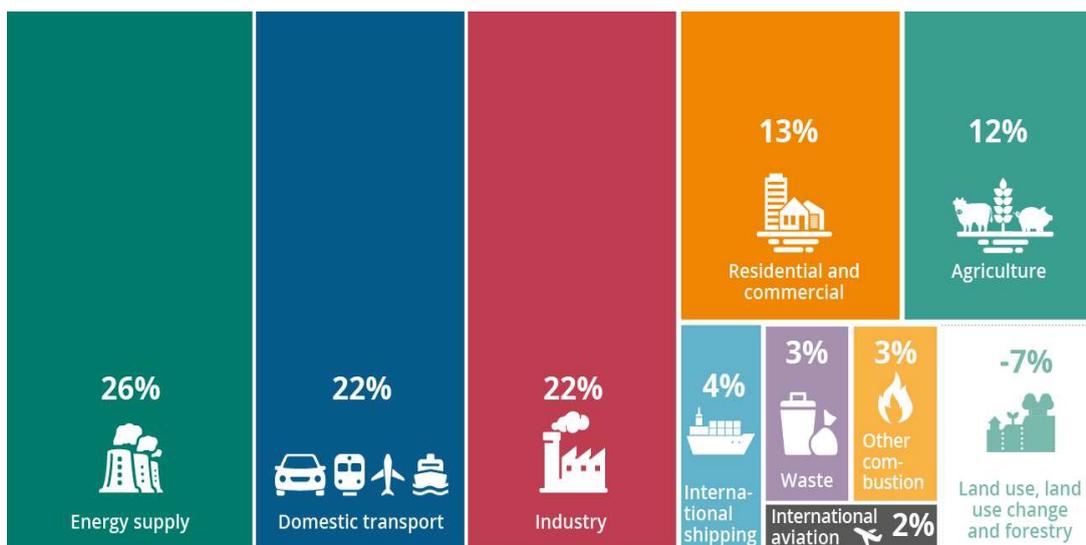


Tabella 2. Emissioni di gas serra per settore, Agenzia europea dell'ambiente, 2022

Per quanto riguarda il comparto agricolo; esso è responsabile del 12% delle emissioni totali Europee di gas serra, di queste circa il 50% sono collegate al settore zootecnico, in particolare derivano da gas prodotti con la digestione dei mangimi e da fermentazioni degli effluenti (dati Ue2022). Il comparto agricolo è anche il principale responsabile delle emissioni di ammoniaca (NH₃) contribuendo al 96,6% delle emissioni totali di questo gas, di cui si stima che il 67% sia dovuto alla gestione dei reflui zootecnici (dati Ue, 2020)

Concentrandosi sul settore suinicolo invece, esso è responsabile di circa l'11% del totale delle emissioni causate dal comparto zootecnico e di queste la maggior parte (83%) è causata dallo stoccaggio degli effluenti e una parte minore (13%) da emissioni dovute alla digestione degli alimenti (dati UE, 2018).

Per andare incontro alle direttive europee sulla riduzione delle emissioni di gas serra e puntare ad allevamenti sempre più sostenibili da un punto di vista ambientale, è necessario interrogarsi sull'impatto che possono avere i diversi sistemi di allevamento e tra questi anche l'allevamento suinicolo in lettiera con paglia.

Un recente studio (M. Ocepek, 2022) ha indagato l'influenza esercitata da molteplici variabili nei confronti dell'igiene del box e dell'emissione di ammoniaca in 87 allevamenti Norvegesi in cui i suini erano tenuti in box con pavimentazione piena e $\frac{1}{3}$ grigliato. Lo studio ha riportato che tra i vari fattori (densità di animali, design del box, temperatura, umidità, ventilazione) anche la presenza di paglia sia come substrato che semplicemente come arricchimento ambientale contribuiva a ridurre le emissioni di ammoniaca. L'aumentare della quantità di paglia fornita come lettiera ha inoltre corrisposto ad un calo delle emissioni ed un aumento dell'igiene dei suini. Questo effetto sarebbe da attribuire principalmente alla capacità del substrato di trattenere l'ammoniaca e limitarne la volatilizzazione, per quanto riguarda il metano invece, sembra che la produzione sia maggiore quando le deiezioni siano allo stato liquido (Massé et al., 2003), la paglia risulterebbe quindi efficace andando ad addensare le deiezioni.

La tipologia di materiale usato per la lettiera influenza l'emissione di gas. In particolare la struttura, la densità e la quantità di materiale utilizzato sono i principali fattori in grado di influenzare la quantità di emissioni (Ocepek, 2022).

Soprattutto però, la quantità di emissioni è influenzata dalle caratteristiche chimico/fisiche del materiale utilizzato: un materiale ideale dovrebbe avere basso pH, alto rapporto C/N e carboidrati facilmente degradabili (come fonte di energia per favorire l'azotofissazione). Confrontando diversi materiali da lettiera si è visto che le prestazioni migliori si ottengono con miscele di paglia corta e torba, la paglia lunga

comunque riduce le emissioni (rispetto a sistemi di stabulazione su grigliato) ma non efficacemente come la paglia corta (Jeppsson, 1998).

Altri studi riportano dati simili, confrontando le emissioni di gruppi di suini allevati su paglia (con una quantità media di 1 kg/capo/giorno) o su grigliato; i primi hanno provocato minori emissioni di NH₃ (6.2 vs. 13.1 g/capo/giorno), N₂O (0.54 vs. 1.11 g/capo/giorno, CO₂ (1.74 vs 1.97 kg/capo/giorno); le emissioni di metano tuttavia non hanno subito variazioni (Philippe, 2007). La quantità di paglia somministrata e la sua frequenza tuttavia hanno una loro influenza, rispetto alla prova precedente infatti calando del 30% la quantità di paglia somministrata e passando da una somministrazione settimanale ad una bisettimanale infatti si è assistito ad un aumento delle emissioni di gas e ad un peggioramento degli odori soprattutto nella fase di finissaggio (Guinand N., A. Rugani A. 2013)

Per la stabulazione su lettiera, è importante rimuovere frequentemente il letame accumulato nella zona di riposo. E' inoltre importante aggiungere materiale di lettiera con frequenza, regolarità e in quantitativi adeguati alla densità di stabulazione (che va tenuta bassa). Il tutto ai fini di mantenere la lettiera il più possibile asciutta e creare un letame strutturato, limitando la volatilizzazione dell'ammoniaca dalle superfici bagnate e la formazione di sacche di ambiente in anaerobiosi che portano produzione di metano. Le lettiere, in particolare se caratterizzate da elevata umidità e densità, sono infatti un ambiente dove coesistono zone aerobiche e zone anossiche, e dove quindi si ha lo sviluppo incontrollato di reazioni sia aerobiche che anaerobiche che portano alla produzione di ammoniaca, metano e protossido di azoto.

Gestione della lettiera in paglia

Come già descritto, la presenza di materiale da lettiera influenza il comportamento, le performance produttive e la qualità della carne; tuttavia l'influenza esercitata varia in funzione di alcuni parametri tra cui la dimensione e la quantità di paglia aggiunta giornalmente.

Sono stati fatti numerosi studi per valutare quanto un materiale di arricchimento sia adatto a soddisfare i bisogni comportamentali dei suini ed il suo impatto su performance produttive e salute; tuttavia pochi studi si sono concentrati su un aspetto altrettanto importante e cioè l'influenza della quantità di materiale (in questo caso paglia) fornito giornalmente ai suini, chiaramente questo fattore influenza la disponibilità e quindi presumibilmente anche l'efficacia del materiale stesso se presente in quantità limitate.

Per quanto riguarda l'influenza della quantità di paglia, una serie di pubblicazioni basate su un ampio progetto ha approfondito l'influenza della quantità di paglia fornita giornalmente ai suini valutando l'effetto di diverse dosi distribuite quotidianamente (da 10gr a 500gr) su differenti aspetti: comportamentali(Pedersen, et al. 2014), Jensen, et al. 2015, sanitari(Herskin, et al. 2016), (Jensen, et al. 2017) e produttivi(Jensen, et al. 2020).

Per quanto riguarda la produttività degli animali, Jensen (2020) ha rilevato che all'aumentare della paglia fornita quotidianamente corrisponde un aumento di ingestione di alimento, passando da 10 g al giorno a 500 g al giorno/capo si è vista una differenza di ingestione di 65 g, che ha corrisposto ad un aumento dell'accrescimento medio di 40g, l'indice di conversione invece è peggiorato all'aumentare della quantità distribuita, passando da un indice di conversione di 2,20 con 10 g di paglia al giorno a 2,25 con 500g di paglia al giorno.

Considerando minimo il valore nutrizionale della paglia, questo risultato è probabilmente dovuto al miglioramento della salute intestinale grazie alla crescente quantità di paglia (e quindi di fibra) ingerita e all'aumento dell'ingestione di mangime dovuta ad una maggiore stimolazione del comportamento esplorativo correlato a quantità crescenti di paglia disponibile, o comunque ad una combinazione di questi due

fattori. La tendenza osservata supporta questa ipotesi, ma sono necessari studi per stabilire l'impatto della distribuzione della paglia sulla salute intestinale e sull'ingestione di alimento.

Per quanto riguarda invece l'influenza tra quantità di materiale somministrato nei confronti del comportamento dei suini, lo studio di Jensen (2015) ha analizzato i comportamenti esplorativi diretti al materiale di arricchimento nei suini in ingrasso allevati in box parzialmente fessurati a cui è stata fornita una quantità crescente di paglia fornita giornalmente a terra. Si è visto che la quantità necessaria a soddisfare i fabbisogni esplorativi è di circa 250 g/capo/d, fino a quel punto infatti, maggiore è la quantità distribuita e maggiore è il tempo speso dagli animali nella manipolazione; quantità maggiori di paglia invece non influenzano il tempo speso dai suini nei suoi confronti.

Gli animali dello studio precedente sono stati oggetto di un'altra prova (Pedersen, et al. 2014) in cui si è ricercato il grado di correlazione tra la quantità di paglia fornita giornalmente e la quantità di manipolazioni orali della coda dei suini presenti nel box, in questa prova è stata riscontrata una relazione lineare tra la riduzione di tali comportamenti e l'aumento di paglia fornita. Confrontando il comportamento tra i suini a cui sono stati forniti 10 gr/capo/giorno con quelli a cui è stato fornito 500g/cap/giorno, si è riscontrata una riduzione significativa della percentuale di tempo speso in manipolazioni orali della coda dei compagni all'aumentare della quantità di paglia a disposizione; i suini con 10gr di paglia/capo/giorno impiegavano l'8,4% del tempo attivo in questi comportamenti a differenza del gruppo che aveva a disposizione 500g di paglia/capo/giorno che impiegava invece il 6,7% del tempo attivo. Si è poi visto che sopra i 400g di paglia/capo/ giorno non vi è più una diminuzione significativa di questi comportamenti.

Come detto in precedenza, l'allevamento su paglia ha dimostrato di essere efficace nel prevenire l'insorgere di ulcere gastriche, questo varia però a seconda della quantità di paglia disponibile (Herskin et al., 2016) somministrazioni giornaliere troppo scarse (10 g/capo) infatti non sono in grado di contrastare l'insorgere della patologia, la letteratura in questo caso suggerisce dosi di almeno 400g.

Uno degli aspetti più controversi della gestione della lettiera riguarda l'igiene della stessa.

Normalmente il suino identifica un'area destinata alla defecazione separata rispetto all'area di riposo solitamente localizzata ai margini del box (Hacker, 1994) tuttavia in condizioni di stress termico i suini tendono a riposare nell'area di defecazione in cerca di refrigerio, il tutto con evidenti ripercussioni su igiene e benessere. Anche la tipologia di alimentazione è un fattore determinante nei confronti dell'igiene del box, infatti un'alimentazione liquida porta ad un degradamento della lettiera più marcato rispetto alla somministrazione di mangime a secco (Scott et al., 2007)

Oltre a delle aggiunte giornaliere di materiale, la lettiera va anche periodicamente sostituita; uno studio (Battini, 2016) ha confrontato due diversi sistemi di gestione; un gruppo è stato oggetto di una sola pulizia a metà del ciclo di ingrasso mentre l'altro gruppo ha subito rinnovi della lettiera più frequenti (ogni 15 giorni fino a metà ciclo e ogni 7 giorni fino a fine ciclo). Non si è osservata una differenza statisticamente significativa nella pulizia del box e nella pulizia dei suini tra i due trattamenti. Dalla stessa sperimentazione è emerso come il periodo dell'anno abbia invece una influenza notevole, i suini allevati in inverno infatti si sono dimostrati significativamente più puliti rispetto a quelli allevati in estate indipendentemente dalla frequenza con cui veniva rinnovata la lettiera, ciò suggerisce la necessità di ulteriori studi per capire meglio l'influenza della stagionalità nei confronti della lettiera, specialmente in paesi con estati calde come l'Italia.

Conclusioni

In conclusione possiamo affermare che, in un'ottica di miglioramento del benessere animale e soprattutto nel rispetto delle recenti normative europee e nazionali sul taglio della coda e sugli arricchimenti ambientali, l'allevamento dei suini su lettiera in paglia potrebbe essere una soluzione percorribile.

Questa alternativa è stata molto discussa e la letteratura scientifica negli ultimi anni si è concentrata su questo tema producendo molto materiale. Se da un lato è indubbio che l'allevamento su lettiera dei suini sia la soluzione ottimale sotto certi punti di vista, in quanto limita l'aggressività tra i suini, li stimola a manifestare i comportamenti specie-specifici e crea un ambiente confortevole, dall'altro emergono dubbi relativi alla salute degli animali che vi sono allevati, alle performance produttive e qualitative, alla produzione di gas dovuta alle fermentazioni della lettiera.

Si è visto che questo sistema condiziona la sanità degli animali andando a limitare alcuni problemi (ulcere gastriche, problemi podali), d'altra parte però essa fornisce un substrato ideale alla proliferazione di microorganismi dannosi e rappresenta un punto critico da un punto di vista di biosicurezza. L'impatto sulle performance produttive è dubbio e frequentemente gli autori hanno osservato un aumento dell'ingestione e dell'accrescimento medio giornaliero ma non in maniera proporzionale (a discapito quindi dell'indice di conversione). Tuttavia il reale peso sugli effetti produttivi è dubbio e va confermato con ulteriori studi. La qualità della carne di suini allevati su paglia è diversa da quella dei suini allevati in maniera convenzionale presentando generalmente una minore quantità di grasso e una composizione diversa dello stesso a favore della frazione di grassi insaturi. Anche l'andamento del pH è influenzato dall'allevamento, i suini allevati su paglia infatti hanno un pH più alto post mortem ma una discesa più marcata nelle successive 24 ore. La stabulazione su paglia infine influenza anche le emissioni dell'allevamento che, in caso di una corretta gestione, riduce la quantità soprattutto di ammoniaca e metano emessi.

Infine si è visto che la gestione della lettiera (con regolari aggiunte e opportuni ricambi totali, oltre che la scelta corretta del materiale) è importante sia per migliorare le performance che per mantenere alto l'interesse per il substrato (con benefici sul

benessere animale).

Va sottolineato però che nonostante la numerosa letteratura sull'argomento, la maggior parte di essa fa riferimento a prove sperimentali condotte in paesi come sud America, Cina e paesi nord-europei, i quali sono notevolmente diversi dall'Italia sia nel clima che nelle caratteristiche del sistema suinicolo stesso. Per comprendere il reale impatto che potrebbe avere la stabulazione su lettiera in paglia nella filiera italiana è essenziale quindi approfondire gli studi tenendo conto appunto delle criticità climatiche e delle peculiarità del sistema stesso intese come tipologia di animali allevati (suini pesanti) e dell'attitudine a fornire non carne fresca ma prodotti stagionati. Si segnala anche la mancanza di studi sulla fattibilità economica di questo sistema tenendo in considerazione i benefici ed i costi come manodopera e materia prima.

Bibliografia

Ara A., Pinducciu D., Miele M., (2008), “L’opinione dei consumatori italiani”. In I supplementi di Agricoltura n. 38 a cura dell’Assessorato Agricoltura della Regione Emilia-Romagna.

Álvarez, J.; Castellanos, E.; Romero, B.; Aranaz, A.; Bezos, J.; Rodríguez, S.; Mateos, A.; Domínguez, L.; Juan, L.D. Epidemiological investigation of a *Mycobacterium avium* subsp. *hominissuis* outbreak in swine. *Epidemiol. Infect.* 2011, 139, 143–148.

Andersen, I.L., Bøe, K.E., 1999. Straw bedding or concrete floor for loose-housed pregnant sows: consequences for aggression, production and physical health. *Acta Agric. Scand. Sect. A* 49, 190–195.

Andersen I.L., Ocepek M., Thingnes S. L. Newberry L.C. (2023) Welfare and performance of finishing pigs on commercial farms: Associations with group size, floor space per pig and feed type. *Applied Animal Behaviour Science* Volume 265 August 2023 Article number 105979.

Battini M., Barbieri S., Guizzardi F., Miniero M., Canali E., (2013) Influence of different environmental enrichments on welfare of fattening pigs. *Large Animal Review* Volume 19, Issue 4, Pages 186 - 190 August 2013.

Battini M., Tremolada C., Ferrari L., Borciani M., Gastaldo A., Barbieri S. (2016). Straw bedding housing for growing pigs : effect of two different management systems on hygiene and welfare. *Large Animal Review*. - ISSN 1124-4593. - 22:5, pp. 14.225-14.229.

Beattie V.E., O’Connell N.E., Moss B.V. (2000) Influence of environmental enrichment on the behaviour, performance and meat quality of domestic pigs. *Livest. Prod. Sci.*, 65: 71-79.

Bolhuis J.E., Schouten W.G.P., Schrama J.W., Wiegant V.M., (2005) Behavioural development of pigs with different coping characteristics in barren and substrate-enriched housing conditions. *Appl. Anim. Behav. Sci.*: 93: 213-228.

Bracke M., Zonderland J, Lenskens P, Schouten W., Vermeer H., Spoolder A.M., Hendriks J.M., Hopster H. (2006). Formalised review of environmental enrichment for pigs in relation to political decision making. *Applied Animal Behaviour Science* 98 165–182.

Breuer, K., Sutcliffe, M.E.M., Mercer, J.T., Rance, K.A., Beattie, V.E., Sneddon, I.A., Edwards, S.A., (2003). The effect of breed on the development of adverse social behaviours in pigs. *Applied Animal Behaviour Science* 84, 59–74.

Bryant M.J., Ewbank R., (1972) Some effects of stocking rate and group size upon agonistic behaviour in groups of growing pigs. *British Veterinary Journal* 128: 64-70.

Busch G, Gauly S, von Meyer-Hofer M, Spiller A Does picture background matter? People’s evaluation of pigs in different farm settings. *PLoS ONE* (2019) 14.

Canali E., (2008), "Il concetto di benessere nelle produzioni animali e criteri di valutazione". In: Il benessere degli animali da reddito: quale e come valutarlo, Fondazione Iniziative Zooprofilattiche e Zootecniche, Brescia.

Cevolani D. (2016). Prontuario degli alimenti per il suino. Edagricole-New Business Media.

Christensen, G., Vraa-Andersen, L., Moussing, J., (1995). Causes of mortality among sows in Danish pig herds. *Vet. Rec.* 137, 395–399.

Colyer, R. J. (1970). Tail biting in pigs. *Agriculture* 77, 215–8.

Cornale, P.; Macchi, E.; Miretti, S.; Renna, M.; Lussiana, C.; Perona, G.; Mimosi, A. Effects of stocking density and environmental enrichment on behavior and fecal corticosteroid levels of pigs under commercial farm conditions. *J. Vet. Behav.* (2015), 10, 569–571.

Davies, P.R., Morrow, W.E.M., (1997). Prevalence of Salmonella in finishing swine raised in different production systems in North Carolina. *Epidem. Inf. Dis.* 119, 237–244.

De Briyne N., Berg C., Blaha T., Palzer A., Temple D. (2018). "Phasing out pig tail docking in the EU - present state, challenges and possibilities". *Porcine Health Management*, 4:27.

Di Martino, G.; Scollo, A.; Gottardo, F.; Stefani, A.L.; Schiavon, E.; Capello, K.; Marangon, S.; Bonfanti, L. The effect of tail docking on the welfare of pigs housed under challenging conditions. *Livest. Sci.* (2015), 173, 78–86.

Done, S.H., Chennells, D.J., Gresham, A.C.J., Williamson, S., Hunt, B., Taylor, L.L., Bland, V., Jones, P., Armstrong, D., White, R.P., Demmers, T.G.M., Teer, N., Wathes, C.M., (2005). Clinical and pathological responses of weaned pigs to atmospheric ammonia and dust. *Veterinary Record* 157, 71–80.

EFSA, (2007). Scientific Report on the risk associated with tail biting in pigs and possible means to reduce the need to tail docking considering the different housing and husbandry systems. *The EFSA Journal* 611:4-13.

Faucitano L, Goumon S. (2018). Transport to slaughter and associated handling. In: spinka M, editor. *Advances in pig welfare*. 1st ed. London, UK: Woodhead Publishing; p. 261–294.

Farm Animal Welfare Council (1992) FAWC updates the five freedoms. *Veterinary Record* 17:357.

Fraser, D., Broom, D.M., (1990). *Farm Animal Behaviour and Welfare*, third ed. Baillière Tindall, London. pp. 327–328.

David Fraser D, Phillips P.A., Thompson B.K., Tennessen T., (1991). Effect of straw on the behaviour of growing pigs, *Applied Animal Behaviour Science*, vol. 30, issues 3-4, 307-318.

D. lgs. 122 del 7 luglio 2011

Direttiva 2008/120/CE

European Commission SWD 49, 2016

IZLER. Benessere animale: linee guida per la categorizzazione del rischio nell'allevamento suino dallo svezzamento all'ingrasso, (2019).

Raccomandazione (UE) 2016/336 dell'8 marzo 2016

Conclusione 1 EFSA Journal 2007; 611,8-13

Conclusione n. 7 EFSA Journal 2007; 611,8-13

Conclusione n. 15 EFSA Journal 2007; 611,8-13

Ewald, C., Heer, A., Havenith, U., (1994). Factors associated with the occurrence of influenza A virus infections in fattening pigs. *Berl. Münch. Tierärztl. Wschr.* 107, 256–262.

Ferrari (2022) Analysis of housing risk factors for animal welfare in a sample of European fattening farms for heavy and lean pig production. Università degli studi di Firenze.

Laura A. Boyle, Sandra A. Edwards, J. Elizabeth Bolhuis, Françoise Pol, Manja Zupan Šemrov, Sabine Schütze, Janicke Nordgreen, Nadya Bozakova, Evangelia N. Sossidou and Anna Valros. The Evidence for a Causal Link Between Disease and Damaging Behavior in Pigs. *Frontiers in Veterinary Science* (2022) vol. 8 articolo 771682.

Gastaldo A, Tremolada C, Borciani M, Barbieri S, Canali E. (2014) Indagine sull'utilizzo di materiale manipolabile come arricchimento ambientale negli allevamenti suini in Italia. *Recensione di animali di grandi dimensioni* 20 (4) , pp. 165-168.

Guinand N., Rugani A. (2013) Incidence de la réduction de la quantité de paille et de la fréquence des apports sur les émissions d'ammoniac, de GES et d'odeurs chez les porcs en engraissement.. 45e Journées de la Recherche Porcine.

Hacker R.R., Ogilvie J.R., Morrison W.D., Kains F. (1994) Factors affecting excretory behavior of pigs. *J Anim Sci*, 72: 1455-1460.

Huey, R.J., (1996). Incidence, location and interrelationships between the sites of abscesses recorded in pigs at a bacon factory in Northern Ireland. *Veterinary Record* 138, 511–514.

Hughes B.O. (1976). Behaviour as an index of welfare. *Proc. V European Poultry Conf.*, 1005-1018.

Lammers, P. J., Honeyman, M. S., Stender, D. R., (2008) “The Niche Pork Production Handbook”, Iowa State University Animal Industry Report 5(1).

Lange A. Wutke M.; Ammer S.; Appel A.K.; Henne H.; Deermann A. Traulsen I. (2023) Old breeds, new solutions? Effects of two different traditional sire breeds on skin lesions, tail lesions, tail losses, performance and behaviour of rearing pigs. *Animals* Volume 17, Issue 3, March 2023, Article number 100721.

Lebret, Bénédicte & Dourmad, Jean-Yves & Mourot, Jacques & Pollet, P & Gondret, Florence. (2014). Production performance, carcass composition, and adipose tissue traits of heavy pigs: Influence of breed and production system. *Journal of animal science*. 92. 3543-56.

Leirs, H.; Lodal, J.; Knorr, M. (2004) Factors correlated with the presence of rodents on outdoor pig farms in Denmark and suggestions for management strategies. *NJAS Wagen. J. Life Sci.* 2004, 52, 145–161.

Li, J., Han, Q., Liu, R., Wen, P., Ji, W., Pan, Bao, J. (2020). Effects of environment and breed on growth performance and meat quality of fattening pigs. *Animal Welfare*, 29(2).

Li YZ, Zhang HF, Johnston LJ, Martin W, Peterson JD, Coetzee JF (2017). Effects of tail docking and tail biting on performance and welfare of growing-finishing pigs in a confinement housing system. *J Anim Sci*. n:4835-4845.

Érico Kunde CorrêaI Ivan BianchiI Rafael da Rosa UlguimI Marcio Nunes CorrêaI Carlos Gil-TurnesII Thomaz Lucia Júnior (2009). Effects of different litter depths on environmental parameters and growth performance of growing finishing pigs. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.39, n.3, p.838-843, mai-jun, 2009.

Jensen M.B., Herskin M.S., Canibe N., Forkman B., Pedersen L.J. (2020) Effect of straw amount on feed intake and weight gain in growing pigs housed in pens with partly slatted floor. *Animal*, 14 (8), pp. 1659 - 1666.

Jensen, P., Redbo, I., (1987). Behaviour during nest leaving in free-ranging domestic pig. *Applied Animal Behaviour Science* 18: 355-362.

Jeppsson KH. (1998). Ammonia emission from different deep-litter materials for growing-finishing pigs. *Swedish Journal of Agricultural Research* 28, 197–206.

Jorgensen B. (2003). Influence of floor type and stocking density on leg weakness, osteochondrosis and claw disorders in slaughter pigs. *Anim. Sci.*, 77 (2003), pp. 439-449.

Kloet R, Hulsegge B, Hoving- Bolink AH, et al. Relationships between behavioural and meat quality characteristics of pigs raised under barren and enriched housing conditions. (2001). *J Anim Sci*;79:2835-43.

Kipper M., Andretta, I., Gonzalez Monteiro S., Lovatto P.A., Lehnen C.R., (2011) Meta-analysis of the effects of endoparasites on pig performance, *Veterinary Parasitology*, Volume 181, Issues 2–4, Pages 316-320.

Kritas S. K., Morrison R. B. (2007). Relationships between tail biting in pigs and disease lesions and condemnations at slaughter. *The Veterinary record* 160(5):149-52.

Kroneman, A., Vellenga, L., van der Wilt, J.G., Vermeer, H.M., (1993). Review of health problems in group-housed sows, with special emphasis on lameness. *Vet. Q.* 15, 26–29.

Cecilie Kobek-Kjeldager, Anna A. Schönherz, Nuria Canibe, Lene Juul Pedersen (2022) Diet and microbiota-gut-brain axis in relation to tail biting in pigs: A review. *Applied Animal Behaviour Science* Volume 246, January 2022, 105514.

Mauget R., (1980). Home range concept and activity patterns of the European wild boar (*Sus scrofa* L) as determined by radio tracking. *A handbook on Biot and Radio Tracking.*

Martelli G., (2009) Consumers' perception of farm animal welfare: an Italian and European perspective. *Italian Journal of Animal Science*, 8, 31-41.

Maw S.J., Fowler V.R., Hamilton M., Petchery, (2001). Effect of husbandry and housing of pigs on the organoleptic properties of bacon. *Livest Prod Sci*;68:119-30.

Massé D.I., Croteau F., Patni N.K., Masse L., (2003). Methane emissions from dairy cow and swine manure slurries stored at 10°C and 15°C. *Can. Biosyst. Engin.* 45: 6.1–6.6.

Manuel J. Sanchez-Vazquez, Richard P. Smith, Sujin Kang, Fraser Lewis, Mirjam Nielen, George J. Gunn, Sandra A. Edwards (2010). Identification of factors influencing the occurrence of milk spot livers in slaughtered pigs: A novel approach to understanding *Ascaris suum* epidemiology in British farmed pigs, *Veterinary Parasitology*, Volume 173, Issues 3–4, Pages 271-279.

Matheson, S.M., Edwards, S.A. & Kyriazakis, I. (2022). Farm characteristics affecting antibiotic consumption in pig farms in England. *Porcine Health Management*, volume 8, Article number 7.

Moinard, C., Mendl, M., Nicol, C.J., Green, L.E., (2003). A case control study of on-farm risk factors for tail biting in pigs. *Applied Animal Behaviour Science* 81, 333–355.

Morrison, R.S., Johnston, L.J., Hilbrands, A.M., (2007). A note on the effects of two versus one feeder locations on the feeding behaviour and growth performance of pigs in a deep-litter, large group housing system. *Applied Animal Behaviour Science* 107, 157–161.

Moultotou, N., Hatchell, F.M., (1998). Adventitious bursitis of the hock in finishing pigs: prevalence, distribution and association with floor type and foot lesions. *Vet. Rec.* 142, 109–114.

Moultotou, N., Hatchell, F.M., (1999). The prevalence and risk factors associated with forelimb skin abrasions and sole bruising in preweaning piglets. *Prev. Vet. Med.* 39, 231–245.

Muchenje V., Ndou S.P. (2013) How pig pre-slaughter welfare affects pork quality and the pig industry – A review. Eastern Cape, South Africa: Department of Livestock and Pasture Science, University of Fort Hare.

Ocepek M, Andersen I. L., The Effects of Pen Size and Design, Bedding, Rooting Material and Ambient Factors on Pen and Pig Cleanliness and Air Quality in Fattening Pig Houses. *Animals* (2022), 12, 1580.

Olsson, Anne-Charlotte & Jeppsson, Knut-Håkan & Botermans, Jos & von Wachenfelt, Hans & Andersson, Mats & Bergsten, Christer & Svendsen, Jørgen. (2014). Pen hygiene, N, P and K budgets and calculated nitrogen emission for organic growing-finishing pigs in two different housing systems with and without pasture access. *Livestock Science*. 165.

Pandolfi F, Edwards SA, Maes D, Kyriazakis I. Connecting different data sources to assess the interconnections between biosecurity, health, welfare, and performance in commercial pig farms in great Britain. *Front Vet Sci*. (2018) 5:41.

Patton, Huff-Lonergan, Honeyman, Crouse, Kerr and Lonergan, (2008). Effects of deep-bedded finishing systems on market pig performance, composition and pork quality. *Animal* (2008), 2:3, pp 459–470.

Paul, E.S., Moinard, C., Green, L.E., Mendl, M., (2007). Farmers' attitudes to methods for controlling tail biting in pigs. *Veterinary Record* 160, 803–805.

Penny, R.H.C., Walters, J.R., Tredget, S.J., (1981). Tail-biting in pigs – a sex frequency between boars and gilts. *Veterinary Record* 108, 35.

Peeters E, Driessen B, Moons CPH, Odberg FO, Geers R. Effect of temporary straw bedding on pigs behaviour, performance, cortisol and meat quality. *Appl Anim Behav Sci* 2006;98:234- 48.

Petersen, V., (1994). The development of feeding and investigatory behaviour in free-ranging domestic pigs during their first 18 weeks of life. *Applied Animal Behaviour Science* 42: 87-98.

Philippe, François & Laitat, Martine & Canart, B. & Vandenheede, Marc & Nicks, B.. (2007). Comparison of ammonia and greenhouse gas emissions during the fattening of pigs, kept either on fully slatted floor or on deep litter. *Livestock Science - LIVEST SCI*. 111. 144-152. 10.1016/j.livsci.2006.12.012.

Philippe FX, Canart B, Laitat M, Wavreille J, Bartiaux-ThillN, Nicks B, Cabaraux JF. (2010). Effects of available surface on gaseous emissions from group-housed gestating sows kept on deep litter. *Animal* 4, 1716–1724.

Prunier, A., Mounier, A.M. and Hay M., (2005). Effects of castration, tooth resection, or tail docking on plasma metabolites and stress hormones in young pigs. *J. Anim. Sci.*, 83, 216- 222.

Prunier, A., Bataille, G., Meunier-Salaun, M.C., Brégeon, A. and Rugraff Y., (2001). Consequences comportementales, zootechniques et physiologiques de la caudectomie réalisée avec ou sans insensibilisation locale chez le porcelet. Influence of tail docking, with or without a cold analgesic spray, on the behaviour, performance and physiology of piglets. *Journées de la Recherche Porcine en France*, 33, 313-318.

Rocha L.M., Velarde A., Dalmau A., Saucier L., Faucitano L. (2016) Can the monitoring of animal welfare parameters predict pork meat quality variation through the supply chain (from farm to slaughter)? *J Anim Sci.* 94(1):359–376.

Samraus, H. H. (1985). Mouth-based anomalous syndromes. *World Animal Science*, A5, *Ethology of Farm Animals. A Comprehensive Study of the Behavioural Features of Common Farm Animals*, pp. 391–422.

Scott, K., Taylor, L., Gill, B.P., Edwards, S.A., (2006). Influence of different types of environmental enrichment on the behaviour of finishing pigs housing in two different systems – 1. Hanging toy versus rootable substrate. *Applied Animal Behaviour Science*.

Schrøder-Petersen, D.L., Simonsen, H.B., (2001). Tail biting in pigs. *The Veterinary Journal* 162, 196–210.

Schrøder-Petersen, D.L., Simonsen, H.B., Lawson, L.G., (2003). Tail-in-mouth behaviour among weaner pigs in relation to age, gender and group composition regarding gender. *Acta Agriculturae Scandinavica Section A – Animal Science* 53, 29–34.

Scollo, A., Contiero, B., Gottardo, F. (2016). Frequency of tail lesions and risk factors for tail biting in heavy pig production from weaning to 170 kg live weight. *Veterinary Journal*, 207, 92– 98.

Schütz, A. Busch, G. Sonntag W.I. (2020). Environmental enrichment in pig husbandry – Citizens' ratings of pictures showing housing elements using an online-survey. *Livestock Science*, Volume 240, 104218.

Scott, K., Chennells, D., Armstrong, D., Taylor, L., Gill, B., & Edwards, S. (2007). The welfare of finishing pigs under different housing and feeding systems: Liquid versus dry feeding in fully-slatted and straw-based housing. *Animal Welfare*, 16(1).

Skjerve, E., Lium, B., (1998). Control of yersinia enterocolitica in pigs at herd level. *Int. J. Microbiol.* 45, 195–203.

Škrlep, M., Čandek-Potokar, M., Tomažin, U., Batorek Lukač, N., & Flores, M. (2018). Properties and aromatic profile of dry-fermented sausages produced from Krško polje pigs reared under organic and conventional rearing regime. *Animal*, 12(6), 1316-1323.

Smith, S.H., McOrist, S., (1998). Questionnaire survey of proliferative enteropathy on British pig farms. *Vet. Rec.* 142, 690–693.

Stewart T.B., Hoyt P.G (2006). *Internal parasites (ninth edition)*.

- Straw E.B., Zimmerman J.J., D’Allaire S. , Taylor D.J. (2006) Diseases of Swine, Blackwell Publishing, pp. 904-905.
- Taylor N. R., D. C. J. Main, M. Mendl, S. A. Edwards. (2010). Tail-biting: a new perspective. *The Veterinary Journal*, 186:137-147.
- Temple D, Courboulay V, Manteca X, Velarde A, Dalmau A. (2012) The welfare of growing pigs in five different production systems: assessment of feeding and housing. *Animal*. Apr;6(4):656-67.
- Trickett L, Guy H, Edwards A. (2009) The role of novelty in environmental enrichment for the weaned pig. *Applied Animal Behaviour Science* Volume 116, Issue 1, 15 January 2009, Pages 45-51.
- Tomažin U., Batorek-Lukač N., Škrlep M., Prevolnik-Povše M, Čandek-Potokar M. (2019). Meat and fat quality of Krškopolje pigs reared in conventional and organic production systems, *Animal*, Volume 13, Issue 5, Pages 1103-1110, ISSN 1751-7311.
- Wallgren, P., Lindahl, E., (1996). The influence of tail biting on performance of fattening pigs. *Acta Veterinaria Scandinavica* 37, 453–460.
- Wallgren, T.; Gunnarsson, S. Effect of Straw Provision in Racks on Tail Lesions, Straw Availability, and Pen Hygiene in Finishing Pigs. *Animals* (2021).
- Wilson, K., Zanella, R., Ventura, C. et al. (2012). Identification of chromosomal locations associated with tail biting and being a victim of tail-biting behaviour in the domestic pig (*Sus scrofa domesticus*). *J Appl Genetics* 53, 449–456.
- Van de Perre V, Driessen B, Van Thielen J, Verbeke J, Comparison of pig behaviour when given a sequence of enrichment objects or a chain continuously. *Animale Welfare* Volume 20, Issue 4, Pages 641 - 649 October 2011.
- Van de Weerd H., Docking, Caroline M.; Day, Jon E.L.; Breuer, Kate; Edwards, Sandra A. (2006) Effects of species-relevant environmental enrichment on the behaviour and productivity of finishing pigs. *Applied Animal Behaviour Science* Volume 99, Issue 3-4, Pages 230 - 247.
- Van Kreveld D., (1970), A selective review of dominance-subordination relations in animals. *Genet. Psychology Monografy*, 81: 143-173.
- Vitali, M.; Luppi, A.; Bonilauri, P.; Spinelli, E.; Santacroce, E.; Trevisi, P. Benchmarking of anatomopathological lesions assessed at slaughter and their association with tail lesions and carcass traits in heavy pigs. *Ital. J. Anim. Sci.* 2021.
- Zoccarato I. e Bettolini L. M., (1999), “Il benessere e il ruolo dell’allevatore nell’evoluzione dei sistemi produttivi”. *Atti Convegno Nazionale “Parliamo di benessere e allevamento animale”*, Possano (CN), 14-15 ottobre, Università di Torino.