

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

Dipartimento di Medicina Animale, Produzioni e Salute

Corso di Laurea magistrale a ciclo unico in
MEDICINA VETERINARIA

**RILIEVI AL MACELLO DELLE PATOLOGIE
PODALI E DELLE ALTERAZIONI DELLA
CONFORMAZIONE DELL'UNGHIONE IN
BOVINI DA CARNE ALLEVATI NEL NORD
ITALIA**

Relatore Flaviana Gottardo

Laureando Fabio Bertoni
Matricola n. 1052479

ANNO ACCADEMICO 2016-2017

INDICE

RIASSUNTO

ABSTRACT

1. INTRODUZIONE

- 1.1. Patologie dell'apparato locomotore (LAD) nei bovini e sottostima del problema
- 1.2. Patologie podaliche: benessere animale e impatto economico
- 1.3. Sistema di allevamento del vitellone da carne in Italia e relazione con i problemi podali
 - 1.3.1. aspetti gestionali e piani alimentari
 - 1.3.2. fattori sociali
 - 1.3.3. fattori ambientali
 - 1.3.4. fattori strutturali
- 1.4. Principali patologie del piede bovino
 - 1.4.1. laminite o pododermatite asettica diffusa
 - 1.4.2. lesioni dell'unghione conseguenti a laminite subclinica
 - 1.4.2.1. emorragia della suola (*sole hemorrhage*)
 - 1.4.2.2. ulcera della suola (*sole ulcer*)
 - 1.4.2.3. lesione della linea bianca (*white line disease*)
 - 1.4.2.4. ulcera della punta (*toe ulcer*)
 - 1.4.2.5. doppia suola (*double sole*)
 - 1.4.3. suola sottile (*thin sole*)
 - 1.4.4. difetti di forma degli unghioni: unghione a cavatappi (*corkscrew claws*)
 - 1.4.5. dermatite interdigitale (*interdigital dermatitis*) ed erosione dei bulbi (*heel erosion*)
 - 1.4.6. dermatite digitale (*digital dermatitis*)

2. OBIETTIVI

3. MATERIALI E METODI

- 3.1. Luogo e periodi di osservazione
- 3.2. Scelta del campione e fase di raccolta
- 3.3. Misurazione degli unghioni laterali
- 3.4. Fase di taglio, valutazione delle patologie podali e delle alterazioni della conformazione dell'unghione
- 3.5. Analisi statistica dei dati

4. RISULTATI E DISCUSSIONE

5. CONCLUSIONI

6. BIBLIOGRAFIA

7. RINGRAZIAMENTI

RIASSUNTO

Le patologie podali dei bovini da carne rappresentano una delle principali problematiche di benessere animale e impatto economico di un allevamento. A causa di una minor possibilità d'interazione rispetto alle vacche da latte, si ritiene che queste patologie siano sottostimate per questa categoria di bovini. Dalla letteratura emergono studi riguardanti la valutazione della prevalenza di soggetti con zoppia conclamata, mentre sono scarse le informazioni sulla prevalenza delle diverse patologie podali e delle specifiche aree del piede interessate da esse, sia in soggetti con patologia conclamata sia in quelli che non presentano evidente zoppia.

L'obiettivo di questo lavoro è stato quello di classificare le diverse patologie podali nell'allevamento intensivo del bovino da carne e di calcolarne per ognuna la prevalenza; inoltre valutare l'eventuale correlazione tra le patologie podali e le misure degli unghioni laterali e l'effetto della stagione di finissaggio, della razza e del sesso su di ognuna di esse. Infine, allo scopo di semplificare e accelerare il sistema di controllo della salute del piede bovino, si è cercato di affinare il metodo di valutazione utilizzato, stabilendo eventuali ridondanze/associazioni tra le informazioni raccolte.

In questo lavoro di tesi sono state monitorate 153 partite di bovini da carne presso 3 macelli del Nord Italia durante 3 diverse sessioni di osservazione dal 4 aprile 2016 fino al 31 marzo 2017. Di 15 bovini di ogni partita sono state effettuate le misurazioni degli unghioni laterali dei piedi posteriori, è stato poi eseguito un pareggio *post mortem* degli unghioni laterali e mediali degli stessi piedi ed è stata identificata l'eventuale presenza di alterazioni podali in specifiche aree della suola da parte di un podologo professionista.

Dai dati raccolti è emerso che l'emorragia soleare è risultata la lesione più frequente: il 96,1% delle partite monitorate ne era colpito nell'unghione laterale e l'86,9% nell'unghione mediale. Segue poi la lesione della linea bianca (con il 52,3% di partite colpite nell'unghione laterale e il 13,7% nell'unghione mediale), l'erosione del corno (51,6% delle partite) e la dermatite (31,4% delle partite). Infine, in ordine di frequenza di partite colpite (prevalenze inferiori al 13%), ritroviamo l'ulcera della punta, la doppia suola, l'ulcera soleare e infine suola sottile, dermatite interdigitale e flemmone interdigitale. L'emorragia soleare e la lesione della linea bianca, patologie non infettive di origine metabolico-meccanica, interessano con frequenza

maggiore l'unghione laterale del piede posteriore e gli animali più pesanti (Charolaise maschi). Tra le patologie infettive, l'erosione del corno dei bulbi e la dermatite digitale hanno colpito più del 30% delle partite monitorate, facendo pensare a possibili problematiche igieniche dell'ambiente di stabulazione delle stalle di ingrasso, soprattutto nella stagione invernale per l'elevato tasso di umidità.

È stata trovata inoltre un'alta correlazione tra tutte le misure effettuate nei due unghioni laterali, destro e sinistro, ma una bassa correlazione tra le stesse patologie podali nei due piedi. All'interno dello stesso piede, è stata ritrovata una bassa correlazione tra le stesse patologie identificate nei due unghioni, laterale e mediale. L'emorragia della suola a livello del bulbo e della giunzione suola/tallone è risultata essere correlata positivamente alla lunghezza della parete dorsale e alla lunghezza totale degli unghioni laterali.

In conclusione, l'alta frequenza di partite colpite da patologie metabolico-meccaniche ci fa ipotizzare che anche gli animali ritenuti sani (senza evidenti segni di zoppia) potrebbero presentare invece difetti cornei di diversa entità. La conoscenza di questo elevato tasso di patologie podali dei bovini da carne ottenuta mediante l'applicazione di un pareggio *post mortem*, potrebbe sensibilizzare l'attenzione degli allevatori verso questa problematica e giustificare miglioramenti nel sistema di allevamento dei bovini da carne per ridurre le perdite economiche connesse a queste problematiche. Infine, un'efficiente metodica di valutazione delle lesioni conseguenti a laminite subclinica ha bisogno di considerare entrambi i piedi posteriori ed entrambi gli unghioni dello stesso piede, poiché la loro presenza in un piede o unghione non ne implica la presenza nel controlaterale. Al contrario, per le patologie di natura infettiva come l'erosione dei bulbi e la dermatite digitale, è sufficiente valutare la condizione di un solo piede posteriore, poiché quando presenti, interessano entrambi i piedi. Infine, vista la correlazione tra alcune patologie podali e le dimensioni degli unghioni laterali, sembrerebbe opportuno approfondire questo aspetto per indirizzare il metodo di valutazione verso la via più pratica.

ABSTRACT

Claw disorders on beef cattle are shown to be one of the main welfare and economic problems in indoor intensive systems. For the minor possibility of relation human-animal compared to dairy cows, the importance of claws disorders on this category of bovines has been underestimated. Among past studies, the prevalence of animals with evident lameness has been reported, while information about the prevalence of different types of claw disorders and about specific sole areas affected by them are still poor characterized, both in animals with evident lameness and in animals without pathological symptoms.

The aim of this thesis was to classify different types of claw disorders in intensive beef cattle systems and to calculate their prevalence; moreover, to evaluate possible correlations between claw disorders and physical measurements of lateral claws and the effects of finishing season, breed and sex on each disorder. Finally, to simplify and hasten the control system for the claw health condition, we tried to improve our system used identifying possible abundances/connections among the data collected.

During this thesis work, 153 batches of finishing cattle were monitored in 3 different slaughterhouses located in northeastern Italy during 3 observation sessions from April 4th, 2016 to March 31st, 2017. We made some physical measurements on the lateral claws of the hind feet of 15 animals per each batch monitored, and then a professional hoof trimmer practiced a *post mortem* trimming of the sole on lateral and medial claws of these hind feet and he identified the possible presence of claw disorders in given sole areas.

From data collected it has shown that sole hemorrhage is the most frequent lesion: the 96,1% of the total batches was affected on the lateral claws and the 86,9% on the medial ones. It is followed by white line lesion (with the 52,3% of affected batches on the lateral claws and the 13,7% on the medial ones), heel horn erosion (21,6% of affected batches) and digital dermatitis (31,4%). Finally, with decreasing prevalence of affected batches, we find toe ulcer, double sole, sole ulcer, interdigital dermatitis and interdigital phlegmon. Sole hemorrhage and white line lesion, non- infectious pathologies of metabolic-mechanical origin, affected more frequently the lateral claw and the heavier animals (Charolais bulls). Among infectious disorders, heel horn erosion and digital dermatitis affected more than 30% of the total batches monitored, leading to think about possible hygienic problems of the housing and

flooring systems inside the finishing farms, in particular during the winter season for the high level of humidity.

It has been found a high correlation between all measurements of the lateral claws of the 2 hind feet, right and left, but a low correlation between the same claw disorders on the 2 feet. Within the same foot, it has been found a low correlation between the same claw disorders on the 2 claws, lateral and medial ones. Sole hemorrhage in the bulbs' area or in the junction sole/bulb is positively correlated to the dorsal wall length and total hoof length of the lateral claws.

In conclusion, the high prevalence of affected batches by metabolic-mechanical alterations could let it suppose that even healthy animals (without clear signs of lameness) could have instead some horn alterations of different degree. The knowledge of this high prevalence of claw disorders in beef cattle might sensitize the farmers' attention towards this problem and justify improvements in the intensive systems to reduce economic losses resulting from this pathology. Finally, an efficient method of evaluation of claw lesions caused by subclinical laminitis needs to consider both hind feet and both claws of the same foot, because their presence in a foot or claw doesn't imply the presence in the other one. On the contrary, for the infectious lesions such as heel horn erosion and digital dermatitis, it's sufficient to evaluate only one hind feet because when they are present, they spread in both feet. Moreover, since the correlation between some claw disorders and lateral claw dimensions is demonstrated, it seems to be important to deepen this aspect to address our method of evaluation towards a more practical way.

1. INTRODUZIONE

1.1. PATOLOGIE DELL'APPARATO LOCOMOTORE (LAD) NEI BOVINI E SOTTOSTIMA DEL PROBLEMA

Le patologie dell'apparato locomotore (LAD) sono molteplici e possono essere causate da diversi fattori come agenti patogeni, meccanici, nutrizionali, genetici che possono esprimersi in modo particolare per la presenza di elementi predisponenti di carattere soggettivo e ambientale. Queste patologie rappresentano una delle principali problematiche sanitarie relative ai sistemi di produzione di bovini da latte e da carne con rilevanti ricadute anche economiche. Esse, infatti, possono determinare una condizione clinica, spesso cronica, caratterizzata dalla riduzione dell'ingestione alimentare e dell'acqua di bevanda, con conseguenze sulle prestazioni produttive e sullo stato di salute generale dell'animale.

Sebbene le patologie dell'apparato locomotore siano considerate, nell'allevamento del bovino da carne, la seconda patologia a maggiore impatto economico e di benessere animale dopo la BRD, i riflessi negativi di tali problematiche sono stati poco indagati e quantificati. Le *zoppie*, nel caso dei bovini da carne, possono essere sottostimate per la difficoltà di effettuare una corretta diagnosi a causa della minore facilità di interazione rispetto alla vacca da latte e quindi dall'impossibilità di applicare correttamente schemi di valutazione dell'andatura (locomotion score), oltre che per l'assenza, nella maggior parte delle situazioni, di strutture idonee per un efficace contenimento.

Per quanto riguarda la sottostima dell'incidenza delle LAD nel bovino da carne, un lavoro di Polese (2010) ha evidenziato come la percezione dell'allevatore circa l'incidenza di zoppia nel proprio allevamento sia nettamente inferiore al valore reale.

Questo risultato è dovuto probabilmente al fatto che gli allevatori intervengono su un animale zoppo solo quando la patologia è conclamata, mentre l'indagine eseguita da Polese è stata più dettagliata e ha osservato i soggetti teoricamente "sani" inseriti nei box di ingrasso e non solo quelli presenti in infermeria.

Da questo studio è emerso che l'incidenza delle zoppie identificate dagli allevatori si aggira a un valore di prevalenza media dello 0,84%, mentre controlli più accurati hanno evidenziato una prevalenza doppia rispetto a quella dichiarate dall'allevatore. Negli allevamenti di

dimensioni maggiori, il gap tra dichiarato e osservato aumenta probabilmente per la minor capacità di individuare i soggetti problema, legata all'elevato numero di animali da controllare e alla minore "motivazione" degli operatori, che nei grossi allevamenti non sono i proprietari degli animali ma dipendenti salariati.

Anche da un recente studio condotto presso la clinica dei bovini dell'Università di Medicina Veterinaria di Hannover (Germania) da Gundelach *et al.* (2014) nelle bovine da latte, è emersa l'importanza di un monitoraggio costante, effettuato da un veterinario specializzato, per individuare tempestivamente casi di zoppia e stabilire adeguate misure terapeutiche. Infatti, la valutazione diretta del grado di zoppia da parte di operatori non specificatamente qualificati, può sottostimare l'incidenza del segno clinico nei soggetti di un'intera mandria. Secondo Gundelach *et al.* (2014), il monitoraggio della zoppia per 41 settimane mediante locomotion score effettuato da un veterinario specializzato ha diminuito nettamente il valore di prevalenza rispetto al gruppo delle bovine controllo, monitorato solo dal personale di stalla (Gundelach *et al.*, 2014).

Anche da un lavoro di Sibley (2013) condotto su bovine da latte, emerge l'importanza di un'accurata prevenzione attraverso un attento monitoraggio dei casi clinici di zoppie, come strumento di gestione aziendale per tutelare la salute e il benessere delle bovine. L'autore imputa l'incremento progressivo dei casi clinici di zoppie nelle bovine da latte in Inghilterra, alla carente diffusione tra gli operatori delle informazioni tecniche circa le corrette modalità di osservazione e intervento, oltre alle poche risorse disponibili per mettere in atto cambiamenti di management.

Uno dei sistemi più diffusi per individuare la zoppia è, infatti, l'osservazione diretta dei bovini e l'attribuzione di un punteggio di locomozione, questa valutazione richiede le competenze di un veterinario esperto perché la formazione gioca un ruolo fondamentale nell'individuazione del problema.

Nel settore dei bovini da carne, la difficoltà di osservazione degli animali (minori possibilità di interazione e controllo diretto) da parte del veterinario e del personale di stalla rende più complesso individuare precocemente i segni di zoppia, pertanto le patologie dell'apparato locomotore in questo sistema produttivo si ritengono essere sottostimate. Uno studio effettuato a riguardo, in Norvegia su un campione di 12 mandrie di vacche nutrici, è emersa un'incidenza di LAD pari all'1,1% (Fjeldaas *et al.*, 2007), mentre dalla ricerca di Polese

(2010) è emersa, in vitelloni all'ingrasso allevati intensivamente, una prevalenza di zoppia prossima al 2%. Compiani *et al.* (2014), hanno invece messo in relazione la prevalenza delle patologie dell'apparato locomotore (suddivise in artropatia e patologia podale), con le caratteristiche dell'animale (sesso, razza, peso) (**Tabella 1**) e il livello gestionale di 3 aziende (**Tabella 2**).

Per quanto riguarda il sesso, la razza e la categoria di peso gli animali, i soggetti maggiormente predisposti sono risultati essere maschi di razza Charolaise soprattutto durante la fase di finissaggio, con un valore di prevalenza vicino al 4%. Inoltre si conferma anche come la gestione dell'allevamento sia rilevante nelle manifestazioni di LAD.

Tabella 1. Incidenza di patologie dell'apparato locomotore (LAD) in bovini da carne in relazione alle caratteristiche dell'animale (sesso, razza, peso) da Compiani *et al.* (2014).

	SESSO		RAZZA			PESO (kg)			
	Maschi	Femmine	Lim	Char	Incroci	<300	300-380	380-450	>450
n, capi	9,261	8,435	10,646	4,323	2,727	5,226	4,360	4,594	3,516
Peso medio, Kg	434±52	285±50	328	443	372	254	338	416	486
LAD, %	3,97	0,42	2,11	3,83	2,03	0,45	1,38	4,09	3,83
Patologie podali, %	2,24	0,38	1,13	2,61	1,31	0,33	0,83	2,35	2,30
(% LAD)	(56)	(90)	(54)	(68)	(79)	(73)	(60)	(57)	(60)
Artropatie, %	1,73	0,04	0,98	1,22	0,72	0,12	0,55	1,74	1,53
(% LAD)	(44)	(10)	(46)	(32)	(21)	(27)	(40)	(43)	(40)
Bovini									
problema, %	6,37	4,42	5,48	6,38	3,81	5,28	4,75	5,92	5,88
Patologie podali, %	25,64	1,07	7,54	19,56	16,34	4,35	14,49	33,82	33,34
Artropatie, %	16,94	6,97	16,95	31,17	16,34	2,17	3,87	15,08	23,19

Tabella 2. Incidenza di patologie dell'apparato locomotore (LAD) in relazione al livello gestionale di 3 aziende da Compiani *et al.* (2014).

	Azienda 1	Azienda 2	Azienda 3
Tipo di gestione	Ottima [^]	Buona ^{^^}	Mediocre ^{^^^}
n, capi	9,844	2,082	3,403
LAD, %	1,85	3,53	6,03
Patologie podali, %	0,24	0,88	3,46
(% LAD)	(13)	(25)	(57)
Artropatie, %	1,61	2,65	2,57
(% LAD)	(87)	(75)	(43)

[^] OTTIMA: Densità >4,5 m²/capo, Lettieria quotidiana, abbeveratoi a livello, interazione uomo/animale ottima, >5 fasi alimentari.

^{^^} BUONA: Densità 3,5-4,5 m²/capo, Lettieria ogni 2 giorni, abbeveratoi a livello, interazione u/a ottima, tra 3 e 5 fasi alimentari.

^{^^^} MEDIOCRE: Densità <3,5 m²/capo, Lettieria ogni 5 giorni, abbeveratoi a spinta, interazione u/a mediocre, tra 2 e 3 fasi alimentari.

Negli allevamenti da ingrasso degli Stati Uniti, dove l'interesse nello studio di queste problematiche è più sentito, sono state ben quantificate anche le perdite economiche dovute alle patologie dell'apparato locomotore. In sede di macellazione, infatti, su soggetti con problemi agli arti si riscontrano una peggiore conformazione, interessamenti articolari e contusioni che riducono il valore della carcassa. Griffin *et al.* (1993) sempre in indagini condotte in nord America hanno osservato che l'incidenza delle affezioni a carico dell'apparato locomotore si aggira tra il 16 e 22% della morbilità totale, valori più elevati rispetto agli altri studi sopracitati.

Le patologie dell'apparato locomotore (LAD) possano coinvolgere diversi tessuti e zone anatomiche, tuttavia sono le patologie podali le principali responsabili di zoppia, rispettivamente 90% dei casi negli allevamenti da latte e del 70% negli allevamenti da carne (Griffin *et al.*, 1993; Miskimins, 2002). Questi dati quindi giustificano l'elevato interesse scientifico nei confronti dello studio delle patologie podali rispetto a quelle articolari.

1.2. PATOLOGIE PODALICHE: BENESSERE ANIMALE E IMPATTO ECONOMICO

Le patologie podaliche sono una delle principali problematiche nell'allevamento del bovino in grado di ripercuotersi gravemente sullo stato di salute e sul benessere degli animali, nonché sulla redditività dell'allevamento (Compiani *et al.*, 2014).

La zoppia rappresenta un problema rilevante di benessere animale negli allevamenti bovini: è riconosciuta essere la seconda causa di riforma anticipata nei bovini da ingrasso (Rossi *et al.*, 2013), mentre nelle vacche latte segue le mastiti e l'ipofertilità (Compiani *et al.*, 2014). Questi casi di zoppia sono imputabili alle patologie podali nel 90% negli allevamenti da latte e nel 70% negli allevamenti da carne (Griffin *et al.*, 1993; Miskimins, 2002).

Le patologie del piede sono tra le malattie più dolorose che colpiscono i bovini e si presume che la densa rete di fibre sensitive e il gran numero di terminazioni nervose presenti, in particolar modo a livello del bulbo del tallone, siano responsabili di una percezione del dolore a livello podale simile a quella umana (Greenough, 2007). Il grave stress conseguente ad una condizione algica cronica determina un rallentamento dei processi di guarigione, una forte riduzione dell'assunzione di alimento e delle performance produttive, un indebolimento delle funzioni cardiovascolari e respiratorie e un aumento del nervosismo (Whay, 2009).

La zoppia, come ogni malattia, comporta inevitabilmente l'incremento del costo produttivo dovuto alla spesa per effettuare i trattamenti, alla perdita derivante dalla riduzione delle performance di crescita (a cui consegue un prolungamento del ciclo di allevamento per raggiungere il peso e la conformazione ritenuti ottimali alla macellazione), alla probabilità che l'animale venga macellato prima del momento ideale o che addirittura muoia in allevamento. Infatti, il ridotto incremento ponderale dell'animale, sommato ai costi di mantenimento e alle spese per le eventuali terapie, portano gli allevatori a optare spesso per una macellazione anticipata di questi animali. In uno studio di Polese (2010), l'incidenza annuale degli animali macellati d'urgenza per problemi agli arti oscilla tra l'1,5% e il 2% e, nonostante raggiunga dei picchi elevati in alcuni allevamenti problematici di medie e piccole dimensioni, non sembra variare considerevolmente in relazione alla dimensione dell'allevamento.

Rossi *et al.* nel 2013 hanno stimato che nel nostro sistema produttivo, l'impatto economico

in caso di patologia del piede corrisponda ad una riduzione dell'incremento ponderale di 150-200 g/giorno nell'intero ciclo produttivo mentre il valore della carcassa si riduce del 20%, con una perdita economica complessiva quantificabile in circa 240 €/capo. In caso di zoppia indotta da un problema articolare invece, la crescita può essere compromessa anche di 500-700 g/giorno mentre il valore della carcassa può ridursi fino al 70% a causa del maggior tempo necessario al recupero (Rossi *et al.*, 2013).

1.3. SISTEMA DI ALLEVAMENTO DEL BOVINO DA CARNE IN ITALIA E RELAZIONE CON I PROBLEMI PODALI

Nel Nord Italia le grandi aziende di tipo intensivo rappresentano la tipologia di allevamento da carne maggiormente diffusa e sono caratterizzate dall'importazione di animali giovani.

Vengono importati principalmente capi francesi di razza Charolaise e Limousine, ristallati all'età di 6 - 8 mesi ad un peso di 300 - 400 kg.

Per la razza Charolaise il peso di macellazione è circa di 740 - 750 kg con cicli di ingrasso di durata media di 210-260 giorni (ISMEA, 2013), mentre per la razza Limousine il peso finale di macellazione è di 600 - 650 kg con cicli di ingrasso di durata media di 280 giorni.

Queste due razze presentano una notevole velocità di accrescimento, elevata qualità e resa al macello, ma il passaggio dall'allevamento estensivo delle prime fasi di vita ad una condizione di allevamento intensivo come quello presente nella pianura padana le rendono piuttosto suscettibili a diverse malattie e dismetabolie.

Le problematiche che insorgono nel sistema di allevamento intensivo possono essere indotte da diversi fattori tra i quali si ricordano quelli gestionali, ambientali, sociali e strutturali. Tutti questi fattori sono predisponenti all'insorgenza di tecnopatie, tra le quali riconosciamo la laminite o pododermatite asettica diffusa.

1.3.1. Aspetti gestionali e piani alimentari

Aspetti gestionali quali il trasporto, lo scarico e una nuova condizione di stabulazione sono fasi particolarmente stressanti per l'animale, nelle quali condizioni di possibile sovraffollamento, movimentazione e competizione sociale possono favorire l'insorgenza di traumi, soprattutto agli arti.

Anche la gestione alimentare rappresenta un aspetto di primaria importanza nell'allevamento del bovino da carne poiché mira a massimizzare le performance di crescita dell'animale in un minor tempo di finissaggio in modo da ridurre il costo di produzione per capo. Per raggiungere questo scopo è necessario alimentare gli animali con diete ad elevato tenore energetico e proteico, mettendo però a disposizione adeguate quantità di alimento fibroso che stimolino la ruminazione e aumentino la capacità d'ingestione. Nel perseguimento delle massime performance di crescita possono però avvenire forzature alimentari, a favore dei concentrati, che si traducono spesso nell'acidosi ruminale, con diffusione nell'organismo di endotossine che possono essere causa di laminite (Berry, 2001; Brizzi, 2008).

Oggi il pensiero prevalente fra gli esperti podologi è che le problematiche alimentari siano una condizione necessaria, ma non sufficiente per scatenare lesioni ai piedi dei bovini, ma se sommate a cambiamenti nella composizione della dieta e al ridotto movimento dovuto alla nuova condizione di stabulazione, possono probabilmente concorrere ad esacerbare l'insorgenza di patologie podaliche nei bovini da carne (Blowey *et al.*, 2000).

I piani alimentari sono generalmente costituiti dall'unifeed: un'unica miscela contenente sia alimenti fibrosi che concentrati energetici. I primi servono a garantire un'adeguata ruminazione da parte degli animali e i secondi soddisfacenti accrescimenti giornalieri. In queste diete vengono largamente inseriti prodotti derivanti dal mais come insilato, pastone e granella a scopo al contempo energetico e fibroso. Tra i principali alimenti utilizzati nell'alimentazione dei bovini da carne ritroviamo quindi foraggi (fieni, insilati d'erba, silomais), alimenti puramente fibrosi (paglia, buccette d'uva essiccata), concentrati proteici (farina d'estrazione di soia o di girasole, fava, soia estrusa) e infine concentrati energetici (farine o fiocchi di cereali, pastone di pannocchia o granella, polpe di bietola pressate).

Anche gli oligoelementi giocano un ruolo importante nella salute dell'unghione ed eventuali

squilibri possono concorrere all'insorgenza di alterazioni. Due oligoelementi di particolare interesse per la prevenzione delle patologie podali sono lo zinco e la biotina. Lo zinco è un elemento indispensabile in molti processi biologici poiché attiva enzimi e vitamine ed è in rapporto con altri elementi minerali quali Cu, Ca, P. La sua carenza può essere di tipo primario se legata ad una deficienza diretta nei foraggi o secondaria se è presente un'alterata utilizzazione dello zinco alimentare per l'associazione con alti contenuti di calcio e fosforo nella razione. A livello podalico una carenza di zinco può determinare un'alterazione della produzione di cheratina e un'ipercheratosi a livello di cute digitale e interdigitale.

La biotina è una vitamina del gruppo B che si è dimostrata in grado di migliorare la consistenza del tessuto corneo. Una sua carenza comporta una produzione di corno con cattive caratteristiche qualitative. Il rumine produce una quantità di biotina sufficiente alla necessità dell'animale finché il rapporto fra foraggi e concentrati della razione è 60/40. Aumentando la percentuale di concentrati, la biosintesi di biotina cala fino alla comparsa di carenza (Brizzi, 2008).

1.3.2. Aspetti sociali

Il bovino rappresenta etologicamente un animale sociale e perciò i modelli comportamentali specifici e le gerarchie presenti sono aspetti da tenere in considerazione quando vengono introdotti in allevamento. Il non rispetto di queste esigenze può portare ad un aumento di conflittualità tra animali e di conseguenza ad un aumento delle lesioni traumatiche a livello podale. Un eccesso del numero di capi per gruppo, superiore a 40, sembra infatti aumentare la conflittualità e ridurre la possibilità nella costituzione di una gerarchia sociale (SCAHAW, 2001).

1.3.3. Aspetti ambientali

Le condizioni igieniche e il microclima (temperatura, umidità dell'aria, concentrazione di ammoniacca e anidride carbonica) influiscono notevolmente sullo stato di salute dell'animale. La temperatura e l'umidità relativa dell'aria vengono valutati in maniera combinata (THI,

Temperature Umidity Index) e quando l'umidità relativa supera l'80%, le temperature massime non dovrebbero superare i 30 gradi. Per assicurare una condizione di benessere nei bovini all'ingrasso, i livelli di ammoniaca e di anidride carbonica dovrebbero essere inferiori rispettivamente a 20 ppm 5.000 ppm (SCAHAW, 2001). L'ambiente, inteso come temperatura, umidità, tipo di stabulazione, grado di affollamento e livello di igiene delle strutture, agisce sul piede attraverso delle reazioni meccaniche, che si producono durante la stazione e la deambulazione degli animali. L'insieme di questi fattori modifica la produzione di corno, la sua consistenza e la forma dell'unghione (Brizzi, 2008).

1.3.4. Aspetti strutturali

Negli allevamenti intensivi di bovini da carne le principali tipologie di pavimentazione impiegate sono il grigliato e la lettiera permanente.

I fabbricati con pavimentazione in grigliato sono generalmente di tipo coperto, chiusi su almeno tre lati e internamente sono suddivisi in più box (da 10-30 capi ciascuno) riservando almeno 3 m² di superficie libera per capo e 60 cm circa di fronte mangiatoia (SCAHAW, 2001).

La pavimentazione è costituita da travetti in cemento armato posti a distanza di 3,5 cm l'uno dall'altro (stecche) o da lastre in cemento armato dotate di fori del diametro di 5 - 6 cm e distanti tra loro circa 4 - 7 cm (forato). Le deiezioni degli animali vengono in questo caso rimosse senza l'utilizzo di mezzi meccanici, ma finiscono sotto il pavimento in uno spazio dove può avvenire lo stoccaggio e la rimozione con raschiatori o per mezzo di un flusso di liquame. Il vantaggio di utilizzare pavimenti in grigliato è quello di avere un immediato allontanamento delle feci e delle urine continuo, nonché condizioni igieniche di stalla migliori e minori costi di manodopera rispetto alla lettiera.

Tra gli svantaggi di questa pavimentazione possiamo citare l'eccessivo consumo di corno, soprattutto se l'animale non può riposare a sufficienza. Infatti, se i bovini stanno in piedi a lungo su questo tipo di pavimentazione, le lesioni podali sono più frequenti, perchè l'appoggio degli unghioni è incompleto a causa della presenza di fori e questo determina un grave aumento dello stress meccanico. L'unghione fisiologicamente dovrebbe appoggiare al suolo tutta la sua superficie ma in pavimenti fessurati questo accade di raro. La

conseguenza diretta di ciò è un aumento dello stress meccanico delle strutture interne del piede, predisponendo a difetti di parete e della linea bianca (Brizzi, 2008).

Negli allevamenti con lettiera permanente la pavimentazione è costituita da uno strato di cemento continuo sopra al quale viene collocato del materiale fibroso, il più delle volte paglia. Normalmente la superficie riservata per capo è pari a 6 m² per animali di 600 kg di peso e il fronte mangiatoia consigliato deve essere di 60 cm per capo. Un vantaggio di questa pavimentazione rispetto al grigliato è il maggior comfort offerto agli animali da una pavimentazione meno rigida. D'altro canto però questa pavimentazione potrebbe determinare un minor grado di pulizia degli animali e costituire un fattore di rischio per le patologie podali di natura infettiva. Un altro svantaggio di questo tipo di pavimentazione è il costo della paglia (necessaria in grandi quantità se si vuole garantire un'adeguata pulizia degli animali) e della manodopera. È stato dimostrato che per garantire una consona pulizia degli animali, la lettiera dovrebbe essere cambiata almeno tre volte alla settimana (Bittante *et al.*, 2009). Per ridurre le problematiche connesse alla gestione della lettiera permanente si può ricorrere all'utilizzo di pavimentazioni inclinate. Il movimento degli animali spinge la paglia verso l'estremità più bassa, dove un raschiatore rimuove il materiale organico.

La pavimentazione rappresenta uno tra gli elementi fondamentali da considerare per la salute dell'unghione, poiché rappresenta la principale interfaccia fra piede ed ambiente.

Le caratteristiche del pavimento che più influiscono sulla salute del piede sono: la struttura (continua o grigliato), la durezza, il grado di umidità e l'eventuale presenza di corpo estranei (Brizzi, 2008).

È dimostrato che l'incidenza della laminite è più bassa quando gli animali sono allevati al pascolo o in box con lettiera o in stabulazione libera su tappetino di gomma (Greenough, 2007); mentre pavimenti in calcestruzzo, grigliati, rivestimenti antisdrucchiolevoli abrasivi, pavimenti bagnati sono tutti fattori che aggrediscono i tessuti cornei dell'unghione e favoriscono l'insorgenza di laminite (Brizzi, 2006).

1.4. PRINCIPALI PATOLOGIE DEL PIEDE BOVINO

In questa sezione vengono descritte le principali patologie, infettive e non, del piede bovino:

- Laminite e lesioni dell'unghione conseguenti a laminite subclinica: emorragia della suola, lesione della linea bianca, ulcera della suola, ulcera della punta, doppia suola
- suola sottile
- unghione a cavatappi
- dermatite interdigitale ed erosione dei bulbi
- dermatite digitale

Particolare importanza è stata posta alla patogenesi, ai diversi stadi delle singole patologie e ai fattori di rischio, allo scopo di spiegare il significato delle lesioni riscontrate durante i rilievi in macello e di identificare i possibili errori che possono essere commessi nelle pratiche di allevamento.

A differenza dei bovini da carne, nei quali sono scadenti le informazioni riguardo le prevalenze delle diverse patologie podali, per la bovina da latte esistono diversi studi che riportano i valori di incidenza.

In uno studio di Zecconi *et al.* (2012) condotto su 5361 bovine da latte, sono riportati dati di prevalenza della dermatite digitale, dell'ulcera della suola e della lesione della linea bianca, che sono stati correlati al tipo di gestione sanitaria del piede (**Tabella 3**).

Tabella 3. Frequenza di lesioni e patologie podali (%) e tipo di gestione sanitaria del piede da Zecconi *et al.* (2012).

Gestione [^]	Dermatite digitale	Ulcera della suola	Lesione della linea bianca
Continua	9,70	4,35	3,30
Su richiesta	14,86	8,56	7,13

[^] Gestione continua: programma di gestione della sanità del piede; Su richiesta: il veterinario veniva chiamato solo in caso di problemi clinici ai piedi.

Da un altro studio, condotto in 1352 vacche da latte in Turchia (Sagliyan *et al.*, 2010), sono emersi dati circa la prevalenza delle lesioni associate a laminite subclinica. Dalle 1352

vacche considerate, il 28,6% (387) sono state valutate zoppe, di queste l'82,7% (320) avevano lesioni attribuite a laminite subclinica (**Tabella 4**).

Tabella 4. Prevalenza (%) di bovine con lesioni associate a laminite subclinica (n = 320) (Sagliyan *et al.*, 2010).

Lesioni	Numero di lesioni	%
Lesione della linea bianca	124	21,0
Emorragia della suola	120	20,3
Erosione del tallone	113	19,1
Emorragia e colorazione giallastra della linea bianca	67	11,3
Doppia suola	59	10,0
Ulcera della suola	12	2,0

1.4.1. Laminite – Pododermatite asettica diffusa

La laminite è un disturbo della microcircolazione del pododerma causata da sostanze tossiche di origine multifattoriale (dette anche vasoattive), oltre che da un sovraccarico meccanico dell'unghione (Brizzi, 2008).

Le tossine che scatenano la malattia possono essere già presenti negli alimenti, oppure essere il risultato di una proliferazione di lattobacilli a livello ruminale conseguente all'acidosi o derivare dalla morte di popolazioni microbiche presenti all'interno dell'organismo per infezioni endouterine, mastiti o turbe digestive.

La laminite determina un'alterazione della formazione del corno e una modifica delle strutture interne dell'unghione e dei loro reciproci rapporti (Brizzi, 2006).

La rete vascolare dell'unghione è sensibile a sostanze tossiche, dette anche vasoattive, capaci di alterare la circolazione del corium. Queste aumentano la resistenza che la rete vascolare oppone al passaggio del sangue e alterano la tenuta delle pareti dei vasi sanguigni che lasciano fuoriuscire plasma o sangue in toto nei tessuti (Brizzi, 2006). Le varie componenti ematiche, una volta uscite dai vasi sanguigni, vengono incorporate nel corno e ne alterano il colore, che da bianco-grigio assume sfumature giallastre o rossastre.

Il gonfiore legato all'infiammazione non trova sfogo in una dilatazione della scatola cornea,

che è troppo rigida per cedere alla pressione, e si trasforma in compressione dei tessuti interni del dito. L'entità dei danni in questa fase dipende dalla situazione biomeccanica dell'unghione: gli unghioni di forma corretta e non sovraccaricati si infiammano meno, mentre in quelli dove il carico non è uniformemente distribuito saranno soggetti ad alterazioni patologiche anche gravi. La malattia può così progredire, modificando il quadro da irritativo-iperemico a ischemico-necrotico (Brizzi, 2008).

Tra i fattori che possono causare l'insorgenza della laminite riconosciamo: fattori alimentari (elevate quantità di concentrati o rapidi cambi di dieta), pavimentazioni inadeguate (spesso troppo dure, abrasive, scivolose, umide e sporche), sovraffollamento che causa l'impossibilità di riposo degli animali, sovraccarico meccanico, problemi sanitari (ritenzione della placenta, metriti, ritardata ovulazione e mastiti sono tutte possibili sorgenti di tossine), effetto rilassante della relaxina durante il parto che oltre ad interessare i legamenti sacroischiatici e della mammella coinvolge anche quelli dei piedi, insufficiente o errato pareggiamento degli unghioni (Brizzi, 2006).

Si distingue essenzialmente una fase acuta, cronica e subclinica:

Fase acuta: o grain overload, è determinata principalmente da gravi errori alimentari nei quali una considerevole quantità di carboidati fermentescibili determinano uno stato di compromissione generale che prevede grave acidosi lattica ruminale, blocco della ruminazione, ruminite ed endotossiemia (Greenough, 2007).

Parallelamente alla morte della flora Gram negativa e conseguente liberazione di endotossine (Dirksen *et al.*, 2004), nel rumine vengono sintetizzate sostanze vasoattive che interessano l'unghione poiché è molto suscettibile avendo una rete vascolare altamente differenziata.

Causano un aumento di flusso e alterazioni del circolo che esitano in un'infiammazione acuta dell'unghione e della benda coronaria che risulteranno calde e doloranti alla palpazione.

I segni clinici includono anche tachipnea, tachicardia, feci liquide e depressione del sensorio.

Fase cronica: riconosce le stesse cause della laminite acuta, ma i segni clinici sono moderati. L'unica alterazione riscontrabile è l'anomala cheratinizzazione delle pareti degli unghioni che esita in una deformazione della scatola cornea. Si origina un circolo vizioso dove gli unghioni sviluppano tipiche cerchiature orizzontali e si accrescono in lunghezza,

determinando un'alterazione della distribuzione delle forze e conseguente irritazione del pododerma che esita in un'anomala cheratinizzazione (Ouaed *et al.*, 2015).

Forma subclinica: è molto diffusa negli allevamenti intensivi da carne e da latte e colpisce prevalentemente animali giovani (Greenough, 2007). Il termine "subclinico" sta ad indicare che i segni clinici non si rendono evidenti da subito, ma compaiono tardivamente, quando i processi patologici sono già da tempo iniziati.

Tra i fattori predisponenti riconosciamo bruschi cambi di alimentazione, pavimentazioni dure, assunzione di razioni molto spinte dal punto di vista energetico (Greenough, 2007). Questi causano una riduzione della qualità e della durezza della cheratina degli unghioni, oltre che all'indebolimento dell'apparato sospensore.

1.4.2. Lesioni dell'unghione conseguenti a laminite subclinica

L'infiammazione, conseguente all'alterazione della circolazione del corion tipica della laminite, causa diverse lesioni podali come l'emorragia della suola, la doppia suola, lesioni della linea bianca e la deformazione dell'unghione (Sagliyan *et al.*, 2010).

Il decorso che questa infiammazione causa sul vivo del piede prevede: un aumento di produzione di corno, emorragie, degenerazione dei tessuti che tengono sospesa la terza falange e blocco della produzione di corno (Brizzi, 2006).

L'aumento della produzione di corno rappresenta il primo e più evidente effetto nelle fasi iniziali della malattia. Gli unghioni degli animali colpiti da laminite crescono più rapidamente, esacerbando la differenza di accrescimento fisiologica tra gli unghioni mediale e laterale e quindi determinando un sovraccarico meccanico su quello laterale.

1.4.2.1. Emorragia della suola (*Sole hemorrhage*)

L'emorragia della suola rappresenta il passaggio di sangue nella matrice del corno, che determina un cambiamento di colore da bianco/grigio a rosso-violaceo, particolarmente evidente in prossimità della linea bianca o al limite bulbo-suola (**Figura 1**). L'emorragia della suola è un difetto corneo chiuso causato da fattori come la laminite, oltre a possibili eventi traumatici capaci di determinare una contusione della suola (Cook e Nordlund, 2009).

Figura 1. Tipiche localizzazioni delle lesioni conseguenti al sovraccarico meccanico per l'anomala crescita di corno (*Toussaint-Raven, 2009*).



1.4.2.2. Ulcera della suola - Pododermatite Circoscritta (*Sole ulcer*)

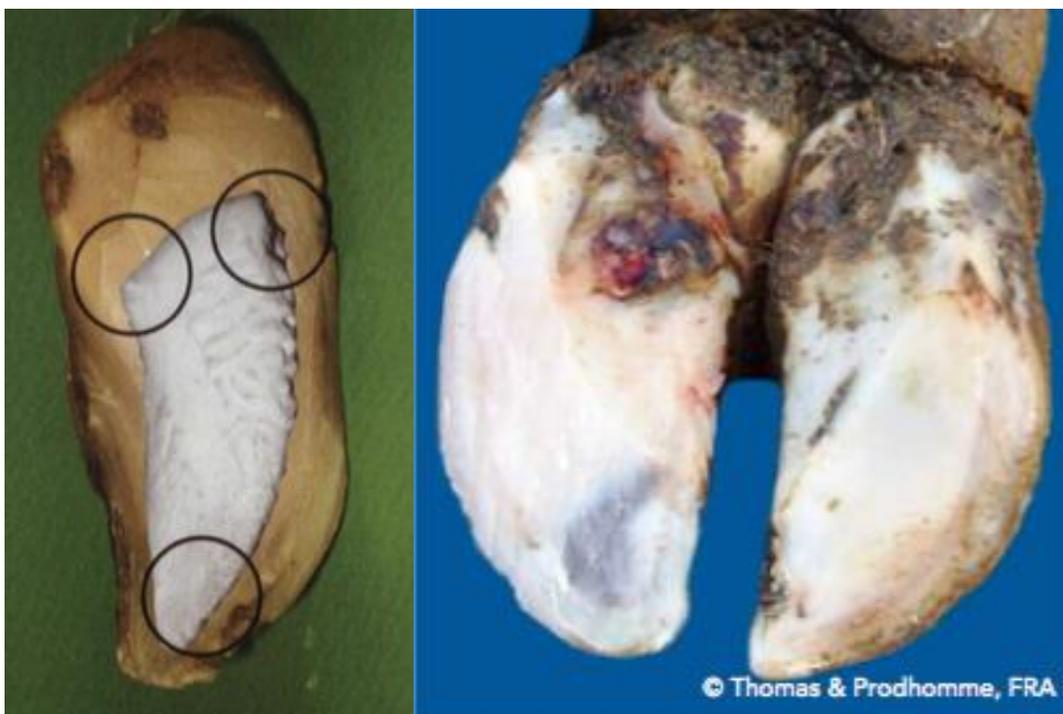
Consiste in una flogosi circoscritta a livello del corion dell'area compresa tra suola e punto di inserzione del tendine flessore profondo sulla terza falange. Questa determina una degenerazione dei tessuti che tengono la terza falange sospesa sotto l'arco formato dalla parete dell'unghione. Le fibre di collagene del connettivo dell'apparato sospensore degenerano e diventano prive di resistenza meccanica. Il peso che grava sulla terza falange spinge verso il basso l'osso alterando la distribuzione del carico che viene trasferito dalla parete (suo naturale sostegno) alla suola. I tessuti vivi del piede schiacciati contro la faccia interna della suola subiscono una compressione eccessiva. In seguito a questo avviene il blocco localizzato della produzione di corno nei punti di pressione esagerata e possibile perforazione della suola. Fattori predisponenti alla patogenesi dell'ulcera soleare sono la laminite, le alterazioni della biomeccanica del piede e fattori ambientali, come

pavimentazioni irregolari e spigolose, che determinano un'eccessiva pressione localizzata in questo punto e una conseguente distruzione del cheratogeno (Greenough, 2007).

La laminite porta ad un rammollimento del tessuto corneo e quindi alla formazione di una suola più sottile e piatta mentre fattori come l'eccessiva usura o l'errato pareggiamento modificano la biomeccanica del piede e portano ad un aumento della pressione localizzata e all'insorgenza dell'ulcera. Nelle fasi precoci si verifica un disturbo generale nella perfusione vascolare del corium, successivamente, le strutture che uniscono la falange distale al tessuto corneo si alterano, la terza falange affonda e comprime la suola sottostante. Questo porterà a striature emorragiche della suola fino a processi più avanzati nei quali il tessuto corneo è irregolare e se rimosso, mette in evidenza un tessuto di granulazione che sanguina facilmente (**Foto 1**). L'animale colpito manifesta zoppia e chiari atteggiamenti antalgici (appoggio in punta).

La pododermatite circoscritta acuta determina nei casi gravi una compromissione dello stato generale e può manifestarsi in una riduzione dell'assunzione di alimento e in un lieve rialzo della temperatura (Dirksen *et al.*, 2004). L'ulcera della suola può guarire spontaneamente con il riposo dell'arto colpito nel giro di due o tre giorni nei casi lievi, mentre è necessario un trattamento antibiotico nei casi più gravi e la guarigione richiede una o due settimane (Greenough, 2007).

Foto 1. A sinistra vista in trasparenza della terza falange attraverso la suola dell'unghione. Si può vedere in quali punti della terza falange gli apici del triangolo formato dall'osso possono creare difetti cornei per eccessiva compressione del vivo. Il punto in alto a sinistra è quello corrispondente all'ulcera della suola (Brizzi, 2008). A destra tipico unghione con ulcera della suola (ICAR Claw Health Atlas).



1.4.2.3. Lesione della linea bianca (*white line lesion*)

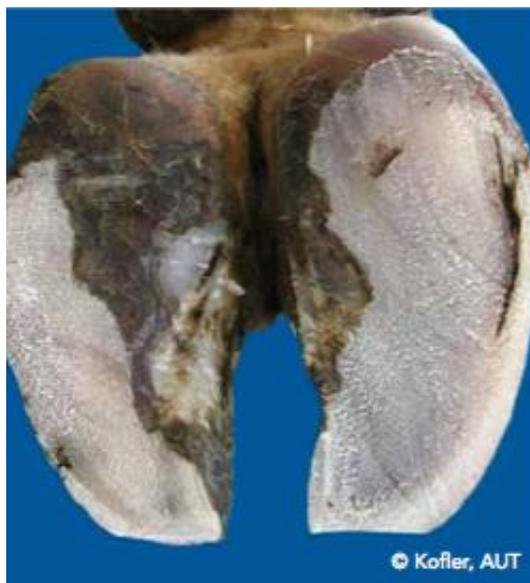
La linea bianca è una struttura costituita da lamelle parallele, formate da corno lamellare che si alternano a quelle di corno tubulare (Brizzi, 2008). La lesione della linea bianca rappresenta una diastasi traumatica localizzata primitiva della linea bianca (**Foto 2**), spesso accompagnata da complicanze settiche. Questa diastasi può essere provocata dall'azione di corpi estranei che si incastrano a livello della linea bianca e possono rimanere localizzati nello spazio corrispondente allo spessore della suola con un effetto solo meccanico al quale si associa algia o possono raggiungere il cheratogeno. In questo caso porta a lacerazioni, emorragie e un possibile processo settico localizzato con fuoriuscita di materiale purulento e tendenza a raggiungere la corona.

Essa inoltre può essere causata dall'enorme pressione sull'unghione che allontana la parete dal bordo della suola. Infatti, la linea bianca è margine d'appoggio della parete dell'unghione e ciò la rende particolarmente suscettibile durante fenomeni di laminite, nella quale diventa sito frequente di emorragie e necrosi. Per l'effetto combinato di un attacco di pododermatite asettica diffusa e di un eccessivo carico meccanico, una parte di pododerma va incontro a necrosi, la quale scatena un'inflammazione, con o senza la produzione di pus, determinando

il distacco del corno e zoppia (Brizzi, 2008). Queste zone emorragiche sulla suola non sono visibili immediatamente dopo gli attacchi di laminite acuta, bensì compaiono solo dopo un periodo medio di alcune settimane, ad indicare che il corion è affetto. Le lesioni della linea bianca sono un indice della presenza di pododermatite asettica diffusa: quando aumentano di frequenza è perché un numero crescente di animali è colpito da questa malattia (Brizzi, 2008).

La separazione della linea bianca senza complicazioni è frequentemente vista durante le operazioni di pareggio, ma solo quando sviluppa un ascesso tra parete e suola che l'animale mostra zoppia.

Foto 2. Unghione con caratteristica lesione della linea bianca (ICAR Claw Health Atlas).



1.4.2.4. Ulcera della punta (*toe ulcer*)

L'ulcera della punta colpisce soprattutto animali adulti, anche se in uno studio di Acuña e Scarsi (2002) è stato osservato che anche manze in prima lattazione con diete molto spinte in concentrati sono soggette a questa alterazione.

La lesione appare come una leggera emorragia e si localizza inizialmente a livello della linea bianca in corrispondenza della punta della suola (**Foto 3**). L'alterazione può anche interessare il tessuto corneo limitrofo che diventa imbibito di sangue e in alcuni casi di un essudato giallastro (Greenough, 2007). Quando l'animale diventa dolorante modifica la distribuzione delle forze e rifiuta di scaricare il peso nella punta della suola. Questo porta ad una sovracrescita della punta, mentre la regione del bulbo, che sostiene la maggior parte del carico, subisce un consumo eccessivo. In casi estremi l'apice della terza falange può prolapsare attraverso la suola, similmente a quanto avviene nei cavalli con laminite acuta (Greenough, 2007). Questo avviene per un indebolimento dell'apparato sospensore del dito a seguito del degradamento delle fibre di collagene. Fattori predisponenti possono essere periodi lunghi in stazione che aggravano la pressione sui tessuti vivi e un'eccessiva usura dell'unghia, tipica di animali allevati su pavimentazioni rigide (Greenough, 2007).

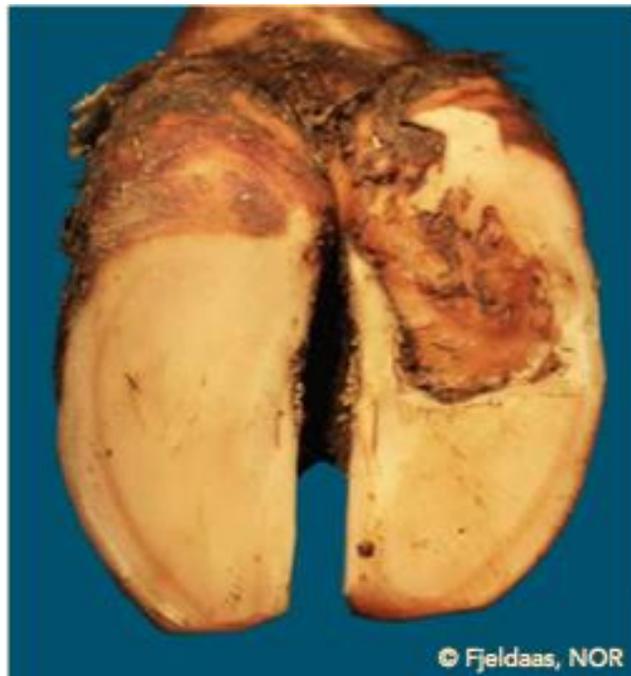
Foto 3. Unghione con ulcera della punta (ICAR Claw Health Atlas).



1.4.2.5. Doppia suola (*double sole*)

Si parla di doppia suola quando si verifica una cessazione temporanea della produzione di corno soleare che interrompe la sua continuità. Gli strati di cheratogeno si separano e il corno prodotto presenterà distacchi più o meno estesi (Brizzi 2008). Si rileva così la presenza di una suola accessoria che può essere rimossa dall'apice dell'unghione, sotto alla quale vi è una seconda suola in via di sviluppo (**Foto 4**). Si ipotizza che la doppia suola sia causata da improvvise e temporanee alterazioni del microcircolo secondarie a laminite, nelle quali l'essudato che si genera determina una separazione del derma dall'epidermide. Il corno riprende poi la sua crescita e così sono presenti allo stesso momento una vecchia suola e una nuova (Greenough, 2007). In genere non causa zoppia e viene sporadicamente reperita mentre si esegue il routinario pareggio del piede di un animale ritenuto sano.

Foto 4. Unghione laterale con doppia suola (ICAR Claw Health Atlas).



1.4.3. Suola sottile (*thin sole*)

Con il termine suola sottile si indica un minor spessore della suola, dovuto in primis all'eccessiva usura, oltre che alla crescita rallentata del corno o al pareggio eccessivo.

È un'alterazione di origine multifattoriale nella quale nutrizione e condizioni ambientali possono determinare un'eccessiva usura e di conseguenza alterare la capacità produttiva dell'animale. Si riteneva interessasse esclusivamente le aziende da latte che ricorrevano al pascolo, invece si è riscontrato essere presente anche nei bovini da carne all'ingrasso e nelle vacche da latte in stabulazione (Laven *et al.*, 2012). I segni clinici non patognomonici e le complicanze, che spesso erroneamente si presumono essere la causa primaria della zoppia, fanno sì che la patologia può risultare enormemente sotto-diagnosticata. La diagnosi si basa sulla comprimibilità della suola alla palpazione, ma non è una diagnosi specifica poiché la comprimibilità dipende oltre che dallo spessore, anche dalla morbidezza della suola (**Foto 5**).

Fisiopatologia

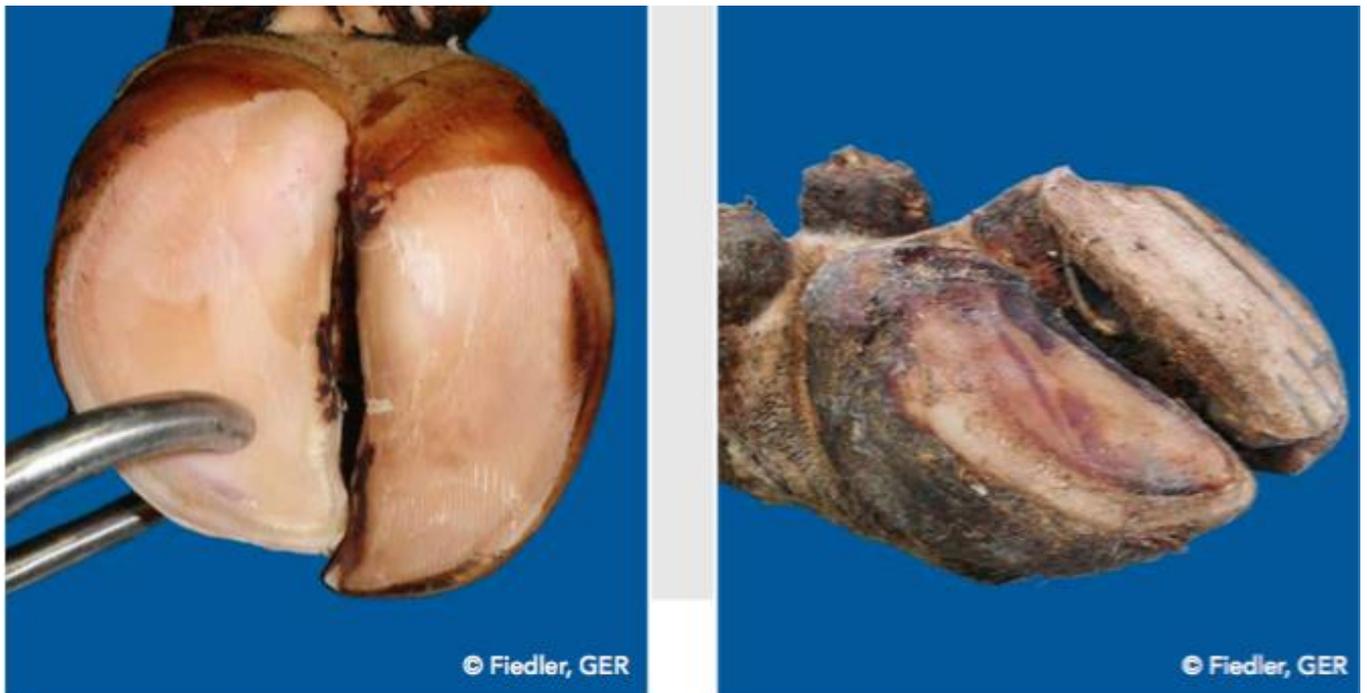
L'assottigliamento della suola avviene in situazioni dove l'usura del corno è maggiore rispetto alla velocità di crescita. La rapidità di consumo del corno è influenzata da più fattori come: la qualità del corno stesso, il contenuto in acqua, le distanze percorse e dal tipo di superfici su cui l'animale cammina (Van Amstel *et al.*, 2004). La scarsa qualità del corno favorisce un'usura più marcata e repentina della suola. La qualità e durezza dell'unghione dipendono da fattori ambientali e nutrizionali. L'esposizione prolungata dei piedi a tassi elevati di umidità e letame provoca un ammorbidimento dell'unghione/suola (Mason *et al.*, 2012), poiché la cheratina del corno è molto idroscopica (Shakespeare, 2009). Le superfici di passaggio abrasive consumano presto la suola, in particolare quando la bovina percorre lunghe distanze.

Il consumo eccessivo della suola causa una minor funzione protettiva nei confronti delle strutture circostanti e altera la ripartizione della distribuzione del peso. L'assottigliamento può anche derivare da una crescita rallentata della suola in periodi in cui il bilancio nutrizionale non è adeguato (Laven *et al.*, 2012).

Segni clinici

Tra i segni precoci di suola sottile è compresa un'andatura lenta e dolorosa. La zoppia può essere a carico di un determinato arto o generalizzata, spesso bilaterale (Van Amstel *et al.*, 2004). All'esame clinico la parete dorsale dell'unghione è corta e la suola flessibile se compressa col pollice (spessore inferiore a 0,7 cm con misurazione ecografica) (Van Amstel *et al.*, 2004; Laven *et al.*, 2012). La suola sottile può predisporre all'insorgenza di patologie come l'ulcera della suola e lesioni della linea bianca.

Foto 5. Il corno della suola cede quando viene applicata una pressione con pinza o dito (ICAR Claw Health Atlas).



1.4.4. Unghione a cavatappi (*corkscrew claws*)

Rappresenta un'alterazione della conformazione del piede bovino su base genetica. La deformità tipica dell'unghione a cavatappi prevede un'alterata inclinazione della parete abassiale: il corno, invece di crescere nella sua normale direzione, verticale verso il suolo, si sviluppa arrotolandosi sotto la suola (**Foto 6**). Ne consegue che la suola e la parte portante del bulbo crescono verso l'altro unghione (Brizzi, 2008). Quest'alterata distribuzione delle forze favorisce la comparsa di difetti della linea bianca, poiché il carico diventa spesso intollerabile e possono svilupparsi emorragie, formazione di ascessi, distacchi di suola e di parete.

Il carico eccessivo sull'arto è accentuato dalla maggiore velocità di crescita dell'unghione a cavatappi e nei casi trascurati la punta dell'unghione può deviare verso l'alto e perdere contatto con il pavimento (Brizzi, 2008). L'alterata direzione di crescita del corno della parete è causata da una torsione della seconda e terza falange in senso abassiale.

Foto 6. Tipica forma di unghione a cavatappi (ICAR Claw Health Atlas).



1.4.5. Dermatite interdigitale (*interdigital dermatitis*) ed erosione del corno del tallone (*heel horn erosion*)

La dermatite interdigitale è una patologia batterica dell'epidermide di natura infettiva che si localizza nella regione interdigitale e nei bulbi del tallone. Interessa le cellule dello strato germinale e la formazione di corno, mentre il corium non è coinvolto in quanto i batteri non superano la membrana basale. L'agente eziologico principale è il *Bacterioides nodosus*, batterio anaerobio obbligato capace di erodere il corno grazie alla produzione di enzimi cheratinolitici (Toussaint-Raven *et al.*, 1985). Tuttavia la patologia è considerata essere multifattoriale, in quanto i fattori predisponenti all'insorgenza della patologia comprendono anche particolari condizioni ambientali, suscettibilità diversa tra razze e tra individui della stessa razza. Questa patologia è particolarmente presente in animali con lettiera di paglia sporca, dove condizioni di caldo e umidità ne favoriscono l'insorgenza. Infatti, condizioni ambientali favorevoli alla replicazione di batteri sono: caldo-umido, anaerobiosi causata dalla sporcizia e macerazione della cute da eccessi di umidità sul pavimento e sulla lettiera (Brizzi, 2008). Al contrario, negli animali al pascolo la dermatite interdigitale si risolve spesso spontaneamente e velocemente. La fase iniziale di questa patologia è contraddistinta da un'infiammazione umida e maleodorante della cute interdigitale.

Toussaint-Raven (1985) distingue 2 stadi nel decorso della patologia: nel primo stadio descrive l'aspetto della lesione e le conseguenze causate dall'agente eziologico, nel secondo stadio rappresenta gli effetti che l'alterazione della formazione di corno ha sul corium e le possibili infezioni secondarie che possono instaurarsi.

Lo stadio 1 può essere a sua volta suddiviso in:

- a) *infiammazione della cute interdigitale*: rappresenta il primo sintomo della patologia ed è caratterizzato da un'infiammazione umida, il cui essudato è prima traslucido e in seguito grigiastro. Questo è il risultato della disintegrazione delle cellule epiteliali e della sostanza cornea ad opera dell'attività batterica. L'area interdigitale interessata appare umida, viscosa e dolente alla palpazione. Sebbene il corium non sia coinvolto dall'infezione, esso mostra segni di reazione degli strati più profondi dell'epidermide con un aumento della circolazione sanguigna.

b) *erosione del corno del tallone*: rappresenta una conseguenza dell'invasione del *Bacterioides nodosus*, il quale è capace di diffondere dall'area interdigitale verso i bulbi. Qui interessa lo strato germinale e le cellule adibite alla produzione di corno, andando a separare localmente la connessione tra corium e il corno dei talloni. Colpisce prima la superficie assiale dei bulbi e successivamente si estende a quella abassiale. Macroscopicamente si osservano lesioni erosive, solchi e fessurazioni di profondità variabile a livello dell'epidermide del bulbo del tallone (**Foto 7**). Le fessurazioni decorrono sempre dal lato assiale verso quello abassiale. Le lesioni gradualmente coinvolgono un'area sempre più grande del tessuto corneo bulbare, diventando più scure e formando una serie di scanalature. In alcuni punti l'erosione può essere abbastanza profonda da causare piccole emorragie puntiformi (Brizzi, 2008).

Nonostante le perdite economiche dirette siano ridotte, il problema è indice di scarse condizioni igieniche e può predisporre ad altre patologie del piede. Infatti, quando l'erosione del corno bulbare è massiva, avviene uno spostamento del carico verso la punta dell'unghione che spesso esita nella comparsa di ulcere della suola (Greenough, 2007) e conseguenti zoppie.

Foto 7. Piede bovino con le caratteristiche fessurazioni dell'erosione dei bulbi del tallone (ICAR Claw Health Atlas).



c) *Eccessiva formazione di corno*: quando i solchi si approfondano e portano alla distruzione del corno bulbare, è facile notare una proliferazione compensatoria del corno della suola anteriormente alla regione erosa. Il corno cresce in maniera esagerata, aumentando la sua lunghezza e altezza, principalmente nell'unghione posteriore laterale. Questa crescita anormale del corno induce una pressione sul pododerma e provoca infiammazione e dolore, con conseguente zoppia (Greenough, 2007).

Lo stadio 2 esita nell'infiammazione e dolore da parte dell'animale a seguito dell'alterazione della formazione del corno e dell'erosione dei bulbi. L'infiammazione è il risultato del danno meccanico conseguente all'anomala produzione di corno che causa un'alterata distribuzione delle forze e una pressione eccessiva sul vivo del piede. Il corium, localizzato tra terza falange e suola (**Figura 2**), è soggetto ad una pressione eccessiva e a danneggiamento quando il limite tra esso e il corno della suola non è liscio. In caso di erosione del corno il margine è irregolare e questo esita in un'eccessiva pressione dietro il margine posteriore della terza falange, nell'area soleare del bulbo. Il grado della pressione dipende dalla profondità della fessurazione oltre che dalla crescita eccessiva dell'unghione laterale che sovraccarica ulteriormente le strutture interne dell'unghione.

Figura 2. Rapporto tra corium (in arancione) e le altre strutture del piede. Nella figura a sinistra il limite tra corium e suola è liscio, mentre in quella a destra è irregolare, (Toussaint-Raven, 2009).



1.4.6. Dermatite digitale (*Digital Dermatitis*)

La dermatite digitalis, detta anche malattia di Mortellaro (dal nome del ricercatore che per primo la descrisse nel 1974), è una malattia infettiva batterica che interessa il derma del tallone del bovino.

Il quadro flogistico causato, porta ad una sensazione di dolore (Laven, 2000) e di conseguenza ad un minor benessere per l'animale, oltre ad una perdita economica dovuta al minor tempo speso dall'animale nell'ingestione di alimento (Almeida *et al.*, 2000).

Interessa per lo più vacche da latte (Laven, 2006), ma recentemente è stata identificata come un problema emergente anche nelle vacche da carne in UK (Sullivan *et al.*, 2013). Inoltre, può interessare altre specie come ad esempio pecore e capre (Duncan *et al.*, 2013). È una patologia che non riconosce un unico agente eziologico: spirochete appartenenti ai generi *Treponema* sono ritenute esser l'agente causale della malattia, unitamente all'azione sinergica di altri batteri o virus (*Porphyromonas spp*, *Fusobacterium necrophorum*, *Prevotella bivia*, *Peptostreptococcus indolicus*, *Campylobacter sputorum*, *Dichelobacter nodosus*, *Bacteroides fragilis*, *Bacteroides capillosus*, *Corynebacterium pseudotuberculosis*, *Papillomavirus*) (Blowey *et al.*, 1992).

Uno studio di Klitgaard *et al.* (2008) ha sequenziato diversi campioni riscontrando che il 50% delle sequenze erano batteri *Treponema*-like, 25% *Fusobacterium necrophorum* e il rimanente 25% comprendeva *Streptococcus dysgalactiae*, *Pasteurella sp* e *Klebsiella oxytoca*. Antigeni di *Fusobacterium necrophorum* e *Porphyromonas levii* furono riscontrati in Giappone da biopsie di lesioni da dermatite digitale attraverso western blot (Moe, 2010). *Dichelobacter nodosus* in associazione a *Fusobacterium necrophorum* è globalmente riconosciuto esser l'agente causale nella putrefazione del piede in pecore e capre (Moore *et al.*, 2005).

Sono stati condotti recenti studi allo scopo di classificare i microbioti a livello di derma nei diversi stadi dell'infezione e in quello guarito. Krull *et al.* (2014) esaminarono le popolazioni batteriche nei vari stadi di sviluppo della dermatite digitale e notarono un aumento notevole dei livelli di *Treponema* nel progredire della patologia. Anche Zinicola *et al.* (2015) trovarono differenti microbiomi nelle lesioni attive di dermatite digitale (M1, M2 e M4,1), inattive (M3, M4) e in quelle guarite. I microbiomi nelle lesioni attive comprendevano sei gruppi di

treponemi: *Treponema denticola*, *Treponema maltophilum*, *Treponema medium*, *Treponema putidum*, *Treponema phagedenis* and *Treponema paraluiscluniculi*. Esistono, infatti, più specie di *Treponema* associate alle lesioni di dermatite, delle quali Evans *et al.* (2008) identificarono tre principali filotipi: *T. vincentii/T. medium*-like, *T. phagedenis*-like e *T. denticola/T. putidum*-like.

Krull *et al.* (2014) dimostrarono che diversi filotipi dominano la lesione in differenti stadi dello sviluppo: mentre *T. phagedenis* è presente a tutti gli stadi della lesione (precoce, erosiva, proliferativa, cronica e guarita), i treponemi prevalenti nelle lesioni precoci non sono stati identificati, mentre in quelle croniche ritroviamo *T. refringens*-like, *T. medium*, *T. pedis*/PT8 e *T. denticola* come più frequenti treponeme operational taxonomic unit (OTU)s identificati. La presenza del *Treponema* è stata anche osservata in forme di laminite che includevano necrosi del dito, ulcera della suola e malattia della linea bianca.

Più autori concordano nel fatto che nelle aziende affette da dermatite digitale, dove *Treponema* è presente endemicamente, esso giochi un ruolo esacerbante per le altre patologie del piede e contribuisca allo stato di non guarigione (Cruz *et al.*, 2001; Evans *et al.*, 2010).

Treponema ha un carattere opportunisto per i tessuti compromessi in evidenza del fatto che lo si può trovare in più siti anatomici e in differenti specie (pecore, suini, equini e bovini) (Sullivan *et al.*, 2013; Pringle, 2010). Infatti, *Treponema* sp, geneticamente simili a quelli trovati nella dermatite digitale, sono stati isolati anche nelle dermatiti ulcerative del tessuto mammario del bovino (Evans *et al.*, 2011).

Si stima che nella malattia parodontale umana il 70% delle specie di *Treponema* rimane incolpabile (Visser *et al.*, 2011).

Le analisi di vari isolamenti di *T. vincentii*, *T. denticola* e *T. phagedenis*-like indicano la presenza di chymotrypsin-like proteasi e trypsin-like proteasi, dimostrando l'attività esterasica del *Treponema* (Evans *et al.*, 2008; Nooris *et al.*, 2011).

Evans *et al.* (2010) rilevarono *Treponemi* correlati alla dermatite nei tessuti orali e rettali nelle vacche da latte di allevamenti affetti da questa patologia e questi ritrovamenti confermarono che i tratti gastrointestinali fungono da reservoir per i treponemi correlati ad essa. Questo significa che il maggior mezzo di trasmissione è rappresentato dal materiale fecale di soggetti infetti ed è possibile come via di infezione anche il contatto diretto derma-derma da

piede infetto e non, come anche la trasmissione mediante attrezzi utilizzati durante il pareggio (Sullivan *et al.*, 2015). La localizzazione profonda del *Treponema* all'interno della lesione (Blowey *et al.*, 1994) suggerisce la loro invasività e non semplicemente la loro colonizzazione nei tessuti danneggiati. Le spirochete, infatti, hanno un tropismo spiccato per le cellule cheratinizzate e si spingono fino agli strati profondi dell'epidermide, vicino alla membrana basale, e agli strati superficiali del derma, grazie alla produzione di una tossina cheratolitica (Blowey *et al.*, 1994).

Stadi della patologia

La dermatite digitale è una patologia multifattoriale, multibatterica e multi-treponema.

Non è mai stata trovata una specie batterica sempre presente nella lesione, ma al contrario diverse specie dinamiche che causano un ambiente favorevole all'invasione del *Treponema* con alterazione delle risposte dell'ospite.

Il decorso della malattia viene generalmente suddiviso in quattro fasi che Döpfer *et al.* descrissero nel 1997: lo stadio precoce (M1) è rappresentato da un'area granulomatosa circoscritta di piccole dimensioni e generalmente non dolorosa (**Foto 8**). La lesione poi sviluppa allo stadio M2 o stadio classico ulcerativo. Questo stadio è generalmente di dimensioni importanti e doloroso alla palpazione. Una volta che la lesione inizia a guarire si forma una crosta sopra l'area ulcerata (M3). In alcuni casi la lesione progredisce fino allo stadio M4, ossia lo stadio cronico che è caratterizzato da una discheratosi. Lo stadio M4 non è doloroso, ma è infettante e può ritornare allo stadio M1. Berry *et al.* (2012) hanno proposto uno stadio M4.1 per descrivere la forma cronica M4 nella quale è presente una piccola e dolorosa area M1. Una volta che la lesione è definitivamente guarita e solo il tessuto fisiologico interessa l'area viene classificato come M5.

Foto 8. Dermatite digitale, aspetto tipico di lesione mista granulomatosa e ulcerata (Brizzi, 2008).



È comune trovare animali con lesioni contemporaneamente ad entrambi i piedi posteriori: Laven nel 1999 trovò che il 51% degli animali in un allevamento aveva lesioni ad entrambi i posteriori, il 22% nell'arto posteriore sinistro e il 27% in quello destro. Questo dato fa riflettere poiché non sono note le ragioni per le quali un solo arto sviluppi dermatite quando entrambi i piedi sono sottoposti agli stessi fattori di rischio e questo potrebbe contribuire nella ricerca dei fattori che influenzano la variazione nella suscettibilità della malattia.

Fattori di rischio

Tra i principali fattori di rischio riconosciuti possiamo trovare:

a) **STABULAZIONE e PAVIMENTAZIONE:** diversi studi hanno indagato la presenza di dermatite in relazione alla tipologia di stabulazione, riscontrando una diminuzione nel rischio di questa patologia all'aumentare dell'accesso al pascolo rispetto ad

una stabulazione chiusa (Somers *et al.*, 2005; Wells *et al.*, 1999). Diversi studi (Laven, 1999; Onyiro *et al.*, 2008) hanno evidenziato come animali allevati in pascolo hanno un'incidenza di dermatite minore e meno grave rispetto a quelli in ambiente confinato. Riguardo alle cuccette, quelle più ampie e lunghe riducono il rischio della patologia (Somers *et al.*, 2005), poiché se le cuccette sono troppo piccole, gli animali spendono più tempo in piedi e questo aumenta il tempo di contatto tra piede e feci (Laven *et al.*, 2000).

Per quanto riguarda il tipo di pavimentazione, quelle solide in cemento scanalato predispongono a un rischio maggiore di dermatite rispetto ai grigliati (Wells *et al.*, 1999) poiché una piccola quantità di feci rimane presente anche in seguito alla raschiatura (Barker *et al.*, 2010).

b) LIVELLO DI PULIZIA AMBIENTALE: molti autori hanno riscontrato una connessione tra pulizia ambientale e prevalenza di questa patologia. Ne è un esempio lo studio di Relun *et al.* (2013) in cui mostrarono una correlazione diretta tra lo stato di pulizia della gamba di bovino e il livello di dermatite.

c) PERIODO DELL'ANNO E CLIMA: l'incidenza è significativamente maggiore nei mesi autunnali e invernali; la frequenza è maggiore in bovini allevati in aree geografiche con un elevato livello di umidità dell'aria e in condizioni di clima mite (Greenough, 2007).

d) INTRODUZIONE DI NUOVI ANIMALI: sono state registrate epidemie in allevamenti da latte a seguito dell'introduzione di manze da rimonta (Nutter e Moffitt, 1990). Studi condotti in Cile (Rodriguez-Lainz *et al.*, 1999) hanno confermato questa correlazione.

e) PRATICHE DI PAREGGIO: anche le operazioni di pareggio sono state evidenziate come fattore di rischio nel caso in cui non vengano praticate le tecniche di biosicurezza necessarie, come la pulizia degli strumenti di pareggio tra un animale e l'altro (Wells *et al.*, 1999). Questa teoria fu supportata anche da Sullivan *et al.* (2014) che trovarono filotipi associati alla dermatite digitale (*T. medium*/*T. vincentii*-like, *T. phagedenis*-like and *T. denticola*/*T. putidum*-like) in almeno il 42% dei tamponi dei coltelli usati per tagliare le unghie di bovini positivi a questa patologia. Una buona pratica per evitare ciò è stata riconosciuta nella disinfezione dei coltelli con soluzioni contenenti iodio che riducono la percentuale di tamponi positivi.

f) DIETA E NUTRIZIONE: carenze di vitamina A e oligoelementi predispongono alla

patologia in quanto si ha un indebolimento delle barriere cutanee (Greenough, 2007). Somers *et al.* (2005) riscontrarono un'alta incidenza di dermatite digitale negli allevamenti dove il massimo livello di supplementi era somministrato a due settimane post-parto e ciò potrebbe causare un aumento del disequilibrio metabolico e di conseguenza un aumento della suscettibilità per la patologia.

g) ETA': gli animali giovani risultano più suscettibili ed hanno un maggior rischio di contrarre la dermatite digitale (Read *et al.*, 1998). Questo è connesso allo stress legato ai cambiamenti metabolici ed ambientali durante la fase del primo parto.

h) SUSCETTIBILITA' INDIVIDUALE: Laven (1999), Capion *et al.* (2012) e Gomez *et al.* (2015) notarono che alcuni animali all'interno di un allevamento s'infettavano ripetutamente mentre altri animali della loro stessa razza, frequenza di parto e nelle stesse condizioni ambientali non si erano mai infettati.

Fattori fisici, fisiologici e comportamentali possono influenzare la suscettibilità individuale.

Fattori fisici

a) CONFORMAZIONE DEL PIEDE: esiste una considerevole variazione della conformazione del piede tra le diverse razze e alcune di queste sono ereditabili (Boettcher *et al.*, 1998). La conformazione del piede influenza la durata di contatto tra talloni e feci e questo fa sì che esista una correlazione tra la conformazione e la patologia. Infatti, Laven nel 2007 e Olechnowicz e Jaskowski (2010) riscontrarono che una ridotta altezza del tallone è associata ad un'alta prevalenza di dermatite, poiché aumenta il contatto tallone-feci. Olechnowicz e Jaskowski (2010) evidenziarono che anche una parete dorsale corta è associata ad un alto rischio di dermatite.

b) PROPRIETÀ DELLA CUTE E PRESENZA DI PELI: un secondo aspetto fisico preso in considerazione come aspetto di suscettibilità individuale è l'efficacia della cute nel prevenire l'entrata di patogeni (Palmer *et al.*, 2013). Esistono diversi fattori che variano la permeabilità della cute ai patogeni tra i quali lo spessore (Holbrook *et al.*, 1974) e il contenuto lipidico dello strato corneo, strato superficiale dell'epidermide (Elias *et al.*, 1981). Palmer *et al.* (2013) condussero uno studio nel quale testarono l'effetto di un contatto prolungato tra

feci e cute nei confronti della permeabilità al blu di metilene. Il lavoro mostrò un effetto di aumentata permeabilità della cute al colorante, ma non c'erano differenze di aumentata permeabilità tra animali affetti da dermatite e non, quindi è improbabile che la sola differenza di permeabilità della cute causi una diversa suscettibilità alla patologia. In questi anni è stato studiato il ruolo dei follicoli piliferi nel movimento di particelle attraverso la cute (Knorr *et al.*, 2009). Lo strato corneo non è interamente continuo attorno alla base del follicolo pilifero e questo significa che c'è un'area dove è più facile per le particelle passare attraverso gli strati più profondi della cute (Wosicka *et al.*, 2010). I *Treponemi* possono usare i follicoli piliferi come porta di accesso o uscita nella cute (Evans *et al.*, 2009). Il possibile ruolo dei follicoli nello sviluppo delle lesioni da dermatite fu anche riscontrato in uno studio di Scholey *et al.* (2013) che esaminarono i cambiamenti nell'espressione genica in tessuti di ospiti durante l'infezione di dermatite. C'è un'alterata espressione di geni correlati alla formazione della barriera di epidermide nelle lesioni di dermatite e questo potrebbe ridurre l'efficacia della barriera tra follicolo pilifero e cute. I follicoli possono anche agire da reservoir per batteri ed essere quindi una fonte di ricolonizzazione dopo il trattamento e la disinfezione (Lademann *et al.*, 2011).

Fattori fisiologici - sistema immunitario

I *Treponemi* associati a dermatite digitale inducono una, seppur limitata, risposta umorale e cellulo-mediata, infatti anticorpi sierici reagiscono con antigeni di alta affinità derivanti dai *Treponemi* stessi (Elliott, 2009). Gruppi di animali con lesioni attive, guarite o presunte presentano, a livello sierico, una reazione ad un'ampia gamma di anticorpi (Moe, 2010).

Questa variabilità nella risposta immunitaria può essere parzialmente spiegata attraverso l'isolamento di diversi filotipi di *Treponemi* trovati in lesioni da dermatite.

Treponemi non patogeni fanno parte della flora intestinale e la loro presenza potrebbe portare ad una tolleranza immunologica, quindi ad una mancanza di risposta anticorpale efficiente (Shibahara, 2002).

Fattori comportamentali

Si ipotizza che, per quanto riguarda la dermatite digitale, differenze comportamentali potrebbero influenzare l'incidenza di lesioni, abrasioni dei talloni e tempo di contatto con

animali infetti, che sono tutti fattori predisponenti della dermatite. Solo uno studio fino ad ora di Palmer e O'Connell (2012) ha esaminato il comportamento e la suscettibilità alla dermatite digitale. Questo studio ha preso in considerazione vacche da latte in cuccette con pavimentazione non grigliata, comparando il comportamento di quelle che hanno sviluppato dermatite rispetto a quelle sane. Sono stati identificati dei tipi di comportamento tipici nei bovini affetti da dermatite digitale. Maggiore è l'attività dell'animale, maggiore è il contatto tra il tallone e le feci di possibili animali infetti e maggiore è il numero di urti che potrebbero portare ad un danneggiamento della cute del tallone. Inoltre l'aumento del tempo trascorso in stazione a metà cuccetta (standing half) è associato ad una riduzione dell'altezza del tallone e quindi ad un aumentato tempo di contatto con le feci, oltre che a comparsa di laminite e lesioni del corno del tallone (Galindo *et al.*, 2000).

2. OBIETTIVI

Lo studio è stato messo a punto per valutare le condizioni di salute del piede del bovino da carne, poiché l'attenzione verso questa problematica è sempre stata limitata per questa categoria di bovini rispetto alla vacca da latte.

La letteratura esistente sull'argomento riguarda principalmente la valutazione della prevalenza di problemi di locomozione in soggetti con segni evidenti di zoppia, con indicazione sommaria sull'origine del problema (piede o articolazioni). Poche invece sono le informazioni disponibili relativamente alla prevalenza delle diverse patologie podaliche e alle aree del piede interessate sia in soggetti con patologia conclamata sia in quelli che non presentano evidenti zoppie.

Questo lavoro di tesi realizzato in 30 giornate di controlli al macello su bovini da carne ha avuto quindi come scopi:

- effettuare una panoramica delle alterazioni podaliche nell'allevamento intensivo del bovino da carne, classificandole, localizzandole e calcolando per ognuna la prevalenza;
- acquisire dati sulle misure degli unghioni per identificare eventuali relazioni con le alterazioni/patologie podali;
- valutare come fattori quali la stagione di finissaggio, la razza e il sesso degli animali possono modificare la prevalenza delle alterazioni podali.

Da ultimo i dati raccolti in modo estensivo su un grande numero di animali, partite e allevamenti può costituire la base per un affinamento del metodo di valutazione anche in prospettiva di un suo utilizzo più ampio e sistematico nei macelli. Stabilire eventuali ridondanze/associazioni tra le informazioni raccolte può inoltre essere utile per semplificare e accelerare il sistema di controllo.

3. MATERIALI E METODI

3.1. LUOGO E PERIODO DI OSSERVAZIONE

Lo studio è stato condotto in 3 macelli di bovini siti nel Nord Italia in 3 diverse sessioni di osservazione dal 4 aprile 2016 fino al 31 marzo 2017.

Esso è stato realizzato allo scopo di analizzare la prevalenza delle alterazioni podali *post mortem* in diverse partite di animali che arrivavano casualmente al macello, senza interferire con il regolare piano giornaliero di macellazione. Nella presente ricerca abbiamo preso in considerazione esclusivamente le patologie podali, poiché sono riconosciute essere la principale causa di zoppia. Inoltre, per ridurre l'elevato rischio di sottostima di queste patologie e per riuscire a discriminarle, abbiamo deciso di valutare lo stato di salute degli unghioni attraverso il pareggio funzionale *post mortem* sia in soggetti con patologia conclamata sia in quelli che non presentano evidenti zoppie. Infatti, la valutazione della prevalenza delle patologie podaliche attraverso la rilevazione del segno clinico di zoppia, può determinare una sottostima del problema, poiché entrano in gioco diversi fattori. È stato dimostrato infatti, come un osservatore esperto è in grado di rilevare alterazioni dell'andatura con un'efficienza doppia rispetto ad un osservatore medio e un altro fattore in grado di influire sull'individuazione della zoppia è il tempo che viene dedicato all'osservazione (Brizzi, 2008). La prima sessione di osservazione è stata condotta dal 4 aprile al 1° giugno 2016 in 10 giorni di campionamento, la seconda dal 5 settembre al 27 ottobre 2016 in 11 giorni di campionamento e la terza dal 15 febbraio al 31 marzo 2017 in 9 giorni di campionamento. La programmazione dei giorni di campionamento si è basata sui giorni lavorativi del macello e sulla disponibilità dei valutatori.

3.2 SCELTA DEL CAMPIONE E FASE DI RACCOLTA

Per ogni partita di animali che arrivava al macello, venivano valutati i primi 15 animali se la partita aveva dimensioni superiori o uguali a 15, o tutti gli animali se la partita aveva dimensioni minori. Le partite selezionate rappresentavano un gruppo di bovini, vitelloni o

scottone, provenienti dalla stessa azienda e appartenenti allo stesso gruppo di macellazione (stesso carico, scarico e momento di macellazione). Questo approccio è stato utilizzato per permettere ai diversi valutatori, posizionati in diversi punti della linea di macellazione, di valutare gli stessi animali entro partita.

In ogni giorno di campionamento sono state valutate 7 partite di animali in 6 ore, dalle 06:00 h alle 13:00 h circa.

Lungo la catena di macellazione, nell'area di raccolta e lavorazione degli arti dei bovini, il medesimo operatore, previo addestramento, raccoglieva entrambi i piedi posteriori dei primi, mantenendo il riconoscimento individuale e l'ordine progressivo di macellazione. Successivamente due paia di piedi posteriori di animali diversi venivano legati ad un supporto artigianale (**Foto 9**) prima di essere analizzati.

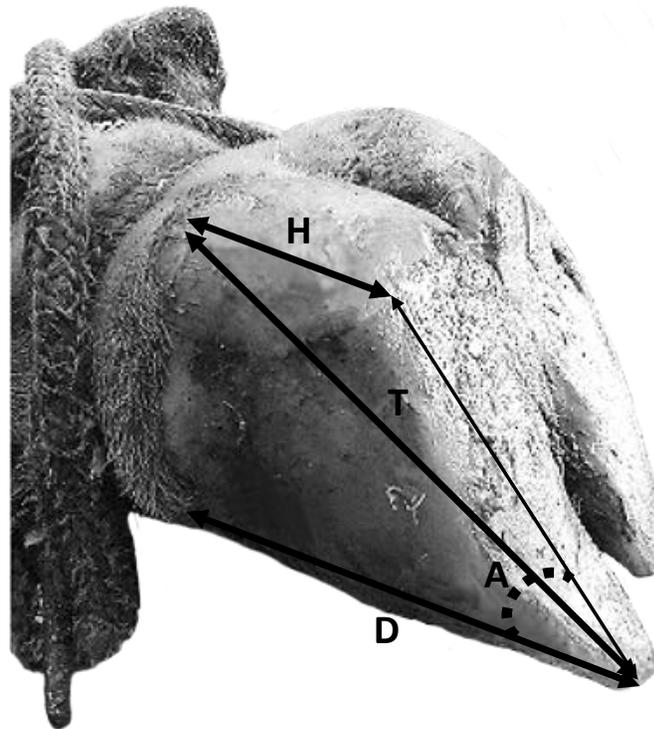
Foto 9. Un paio di piedi posteriori legati al supporto artigianale prima della valutazione.



3.3. MISURAZIONE DEGLI UNGHIONI LATERALI

La prima analisi prevedeva la misurazione degli unghioni in diversi punti durante tutti i 30 giorni di campionamento. Le misurazioni riguardavano solamente gli unghioni laterali di ogni piede. Queste misure comprendevano la lunghezza della parete dorsale (D), la lunghezza totale dell'unghia (diagonale) (T), l'altezza del tallone (H) e l'angolo della punta (A) (**Figura 3**). Tutte le dimensioni sono state eseguite utilizzando un normale calibro, ad eccezione dell'angolo della punta ottenuto utilizzando un goniometro.

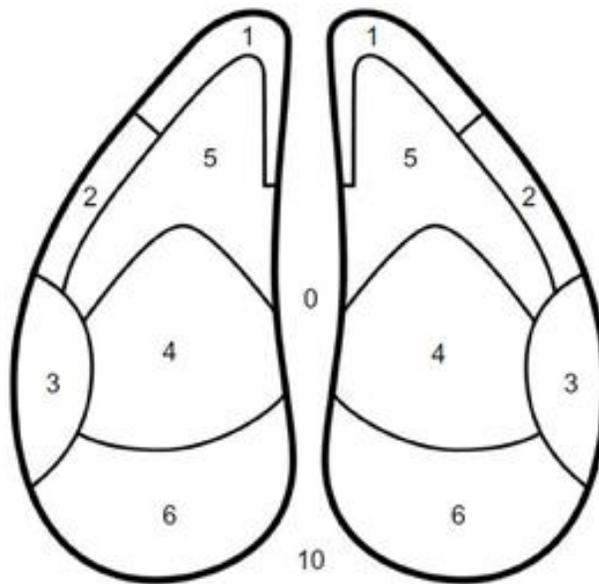
Figura 3. Riproduzione schematica delle misurazioni effettuate sull'unghione laterale durante le tre sessioni di osservazione: la lunghezza della parete dorsale (D), la lunghezza totale (T), l'altezza del tallone (H) e l'angolo della punta (A).



3.4. FASE DI TAGLIO E VALUTAZIONE DELLE PATOLOGIE PODALI E DELLE ALTERAZIONI DELLA CONFORMAZIONE DEGLI UNGHIONI

A seguito delle misurazioni, un podologo veterinario ha pareggiato gli unghioni dei due piedi posteriori utilizzando una fresa elettrica e ha rilevato la presenza di alterazioni podali secondo la classificazione ICAR Claw Health Atlas (2015) e la loro specifica posizione sull'unghione. Gli unghioni dello stesso piede venivano suddivisi nelle medesime aree speculari, identificate con numeri progressivi da 1 a 5 a livello della suola, con il numero 6 a livello dei bulbi e con il numero 10 a livello della regione interdigitale (**Figura 4**). Per stimare il danno complessivo sul piede, è stato calcolato un punteggio derivato dalla somma di tutte le lesioni/alterazioni trovate in specifiche posizioni della suola e dell'area bulbare e interdigitale.

Figura 4. Illustrazione della suola, dei bulbi e dell'area interdigitale del piede bovino suddivise in 7 aree nelle quali le diverse lesioni possono localizzarsi.



3.5. ANALISI STATISTICA DEI DATI

Le alterazioni podali in specifiche aree della suola sono state valutate come misure binarie (si/no) allo scopo di identificare la presenza o l'assenza delle stesse negli unghioni. A posteriori, la variabile della stagione è stata creata considerando la stagione prevalente durante gli ultimi 3-4 mesi del ciclo di finissaggio degli animali monitorati al macello: *primavera* prima del primo campionamento, *estate* prima del secondo campionamento e *inverno* prima del terzo campionamento. Le razze sono state divise in 5 classi: *Charolaise* (CH), *Limousine* (LI), Incroci francesi (*Incroci/FR*), Incroci nazionali (*Incroci/IT*) e Razze nazionali minori (*Razze minori*) che comprendono sia razze pure sia incroci con genotipi di razze da carne allevati in Italia con minore frequenza.

Statistiche descrittive preliminari di tutte le alterazioni podali identificate al macello sono state effettuate a livello di batch per calcolare la prevalenza di partite affette da una specifica patologia, ed entro batch per calcolare la prevalenza di piedi affetti da una specifica patologia con la Proc UNIVARIATE di SAS (2009). Solamente le patologie podali che colpivano più del 45% del totale dei batch monitorati (> 69/153) sono state sottoposte ad ulteriori analisi statistiche. Le dimensioni del piede destro e sinistro degli stessi animali sono state sottoposte a confronto utilizzando i coefficienti di correlazione di Pearson con la Proc CORR di SAS, mentre le patologie podali in specifiche aree tra piede destro e sinistro degli stessi animali utilizzando i coefficienti di correlazione di Kendall con la Proc CORR di SAS. Avendo ottenuto elevati indici di correlazione tra le dimensioni dei due piedi degli stessi animali, il dataset è stato quindi ristretto considerando solamente i dati dei piedi destri. Entro piede destro sono stati ottenuti i coefficienti di correlazione di Kendall tra le lesioni podali nell'unghione laterale e le stesse lesioni nell'unghione mediale. Le dimensioni dei piedi destri sono state analizzate utilizzando un modello misto (Proc Mixed di SAS) che considerava come effetti fissi la razza, la categoria e la loro interazione. Le dimensioni degli unghioni entro categoria sono state poi sottoposte ad un modello misto che considerava la stagione di finissaggio, la razza, la presenza di emorragia in area 3 e/o 4 e la presenza di emorragia in area 6 come effetti fissi. Considerando infine l'intero dataset, le alterazioni podali con distribuzione normale (Shapiro-Wilk $W \geq 0,90$) sono state sottoposte ad analisi della varianza ad una via con Proc GLM di SAS che considerava l'effetto della stagione di finissaggio, della

razza e della categoria. Per le variabili non normali (Shapiro-Wilk $W = 0,62 - 0,86$), è stato utilizzato il test non-parametrico di Kruskal-Wallis usando XLSTAT. La soglia minima di significatività statistica è stata fissata a valori di $P \leq 0,05$.

4. RISULTATI E DISCUSSIONE

Nella **Tabella 5** sono riportate le prevalenze e le regioni del piede interessate dalle alterazioni identificate durante i rilievi in macello. Le lesioni che hanno colpito con più frequenza le partite monitorate sono l'emorragia soleare e la lesione della linea bianca, con una diversa frequenza tra unghione laterale e mediale. Il 96,1% delle partite monitorate presentavano almeno un'emorragia nell'unghione laterale, mentre il 86,9% almeno un'emorragia nell'unghione mediale. Nel 52,3% delle partite è stata riscontrata almeno una lesione della linea bianca nell'unghione laterale, mentre solamente nel 13,7% delle partite nell'unghione mediale. L'erosione del corno e la dermatite digitale hanno colpito il 51,6% e il 31,4% delle partite monitorate, rispettivamente. A seguire, in ordine di frequenza di partite colpite da specifiche patologie podali, ritroviamo l'ulcera della punta, la doppia suola, l'ulcera soleare e infine suola sottile, dermatite interdigitale e flemmone interdigitale.

I dati di prevalenza delle diverse patologie podali dei bovini da carne riscontrati in questo studio, non possono essere confrontati con altri lavori, poiché in letteratura non esistono informazioni riguardanti le prevalenze delle diverse patologie del piede in bovini da carne.

Tuttavia, esistono studi circa le frequenze delle diverse patologie condotti in bovine da latte. Da uno studio condotto in 1352 vacche da latte in Turchia (Sagliyan *et al.*, 2010), sono emersi dati circa la prevalenza delle lesioni associate a laminite subclinica. Il 28,6% di queste (387) sono state valutate zoppe, di cui 82,7% (320) avevano lesioni attribuite a laminite subclinica.

Il confronto tra il nostro studio e quello di Sagliyan *et al.*, (2010) è interessante per avere un rapido colpo d'occhio della probabilità di rilevamento, in ordine decrescente, delle patologie associate a laminite subclinica che interessano il piede bovino da carne e da latte (**Tabella 6**).

Tabella 5. Prevalenza di tutte le alterazioni podali identificate al macello, con la relativa locazione nella suola in 153 partite di bovini da carne.

	UNGHIONE LATERALE				UNGHIONE MEDIALE			
	% batch colpiti	% di piedi/batch			% batch colpiti	% di piedi/batch		
		media \pm DS	min	max		media \pm DS	min	max
Unghione a cavatappi	5,9	0,36 \pm 1,53	0	10,0				
Emorragia soleare								
presenza in almeno una area	96,1	50,2 \pm 26,0	0	100,0	86,9	25,9 \pm 21,9	0	93,8
nell'area 1	7,2	0,41 \pm 1,93	0	18,8	5,2	0,20 \pm 0,87	0	6,67
nell'area 2	45,1	5,02 \pm 8,84	0	43,8	28,8	2,61 \pm 6,29	0	56,7
nell'area 3	93,5	33,6 \pm 24,5	0	100,0	79,1	17,6 \pm 18,1	0	87,5
nell'area 4	87,6	16,4 \pm 13,3	0	59,4	54,9	5,56 \pm 6,95	0	30,0
nell'area 5	57,5	12,2 \pm 16,3	0	70,0	24,8	2,41 \pm 6,09	0	43,3
nell'area 6	52,9	7,58 \pm 12,9	0	90,0	30,7	3,51 \pm 7,77	0	45,0
Lesione della linea bianca								
presenza in almeno una area	52,3	6,74 \pm 10,2	0	50,0	13,7	0,76 \pm 2,28	0	16,7
nell'area 2	18,3	1,19 \pm 3,17	0	20,0	5,2	0,25 \pm 1,22	0	11,1
nell'area 3	49,0	5,90 \pm 9,41	0	50,0	11,1	0,51 \pm 1,56	0	16,7
nell'area 4	0,7	0,04 \pm 0,54	0	6,7				
nell'area 5	1,3	0,04 \pm 0,38	0	3,3				
nell'area 6	0,7	0,04 \pm 0,54	0	6,7				
Ulcera della punta	12,4	0,69 \pm 2,23	0	14,3	11,1	0,60 \pm 1,86	0	10,0
Ulcera della suola								
nell'area 3	0,7	0,02 \pm 0,25	0	3,13				
nell'area 4	1,3	0,04 \pm 0,37	0	3,33	0,7	0,01 \pm 0,18	0	2,27
Doppia suola	4,6	0,20 \pm 0,97	0	6,67	2,6	0,09 \pm 0,53	0	3,33
Suola sottile	0,7	0,02 \pm 0,27	0	3,33	0,7	0,02 \pm 0,27	0	3,33

AREA BULBARE				
Erosione del corno	51,6	17,9 ± 26,3	0	100,0
AREA INTERDIGITALE				
Dermatite digitale	31,4	7,56 ± 17,2	0	92,9
Dermatite interdigitale	0,7	0,02 ± 0,29	0	3,57
Flemmone interdigitale	0,7	0,02 ± 0,27	0	3,33

Tabella 6. Confronto della frequenza di ritrovamento in ordine decrescente delle patologie podali associate a laminite subclinica ed erosione dei bulbi tra bovini da carne e latte.

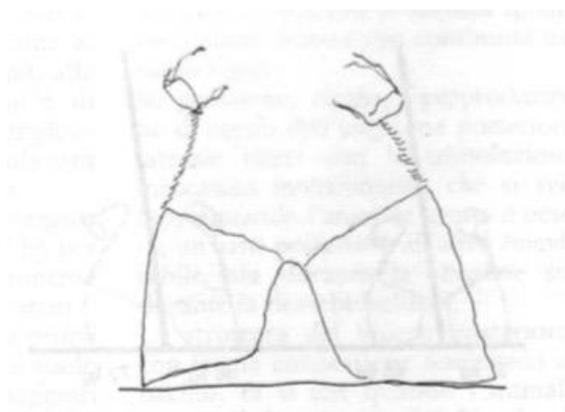
Frequenza di ritrovamento delle patologie in ordine decrescente	
BOVINO DA CARNE	BOVINO DA LATTE
Emorragia suola	Lesione linea bianca
Lesione linea bianca	Emorragia suola
Erosione del bulbo	Erosione del bulbo
Ulcera della punta	Doppia suola
Doppia suola	Ulcera della suola
Ulcera della suola	

I principali difetti cornei (emorragia della suola, lesione della linea bianca, ulcera della suola ecc...) consistono in un'alterazione della consistenza e del colore di una parte della scatola cornea, nella quale è possibile ritrovare o meno una soluzione di continuo (Brizzi, 2008).

La maggior frequenza dei difetti cornei rilevati nel nostro studio sull'unghione laterale rispetto al mediale, trova spiegazione nel fatto che questi possono originare da compressioni eccessive conseguenti alla biomeccanica del piede posteriore bovino. Infatti, dopo un periodo più o meno lungo, la maggioranza del carico gravante sull'arto viene ad esser supportata dall'unghione laterale (Brizzi, 2008).

Infatti, il bipede posteriore dei bovini stabulati in ambiente confinato, sviluppa gradualmente un'asimmetria fra gli unghioni, con aumento delle dimensioni di quello laterale. Questa asimmetria progredisce nel tempo ed è causata dall'alterazione dell'equilibrio tra produzione e consumo del corno, che si verifica quando il piede pratica con continuità un suolo rigido. Su pavimentazioni rigide l'iperproduzione di corno dell'unghione posteriore laterale inizia da una stimolazione meccanica intermittente che si sviluppa quando l'animale sposta il peso da un arto posteriore all'altro, inevitabile sia durante la stazione che la deambulazione. Facendo questo, la ripartizione del carico fra gli unghioni varia, con scarico dell'unghione mediale e sovraccarico del laterale come visualizzato in **Figura 5** (Brizzi, 2008).

Figura 5. Visualizzazione dell'effetto del sovraccarico dell'unghione laterale per differenza di dimensioni (Brizzi, 2008).

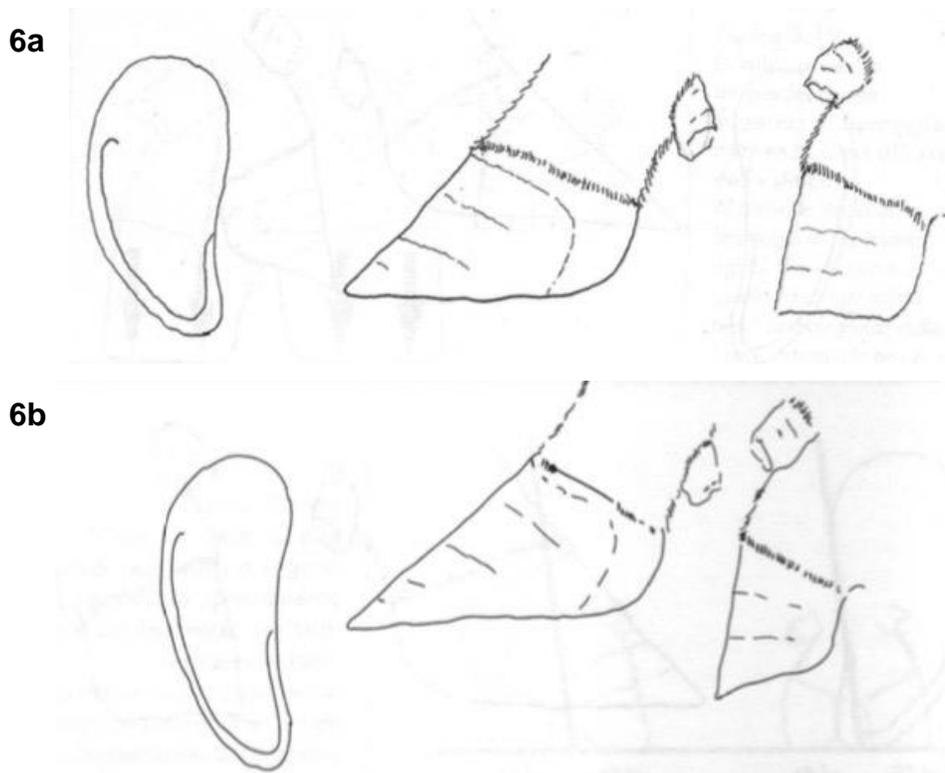


In ambiente naturale o pavimentazioni meno dure, ad esempio lettiera permanente o pavimentazioni in gomma, le oscillazioni del carico non hanno effetti particolarmente gravi poiché il piede può affondare, a differenza di pavimentazioni rigide dove le variazioni del carico si trasformano in pressioni sul cheratogeno. Queste sollecitazioni irritano i tessuti e accelerano la moltiplicazione dei cheratinociti con una conseguente maggior quantità di corno prodotto. L'asimmetria si genera quando l'aumento della produzione non è seguita da un maggior consumo, così facendo l'unghione posteriore laterale diventa più grande del collaterale, si carica di un peso maggiore e aumenta la gravità dell'irritazione e si instaura un circolo vizioso.

Il risultato del rapporto fra produzione e consumo di corno è tale per cui, in condizioni di normalità, la parte dell'unghione che cresce di più è il margine anteriore e abassiale della parete. In un pavimento rigido e col passare del tempo lo squilibrio tra crescita e consumo fa sì che l'unghione tenda a cadere all'indietro e accentuare la tendenza a divaricare le dita, poiché la crescita maggiore del margine anteriore e di quello abassiale della parete cambiano l'orientamento della superficie d'appoggio, alterando così la distribuzione delle forze come illustrato in **Figura 6a e 6b** (Brizzi, 2008).

Figura 6a. Vista schematica della forma di un piede normale. I rapporti fra le varie parti della scatola cornea sono corretti, l'appoggio avviene su tutta la superficie della suola senza deviazione della direzione delle falangi (Brizzi, 2008).

Figura 6b. Piede con allungamento della parte anteriore della suola e del margine anteriore abassiale della parete. In questo caso gli unghioni si trovano alzati in punta e divaricati con spostamento dei carichi verso il margine posteriore della terza falange (Brizzi, 2008).



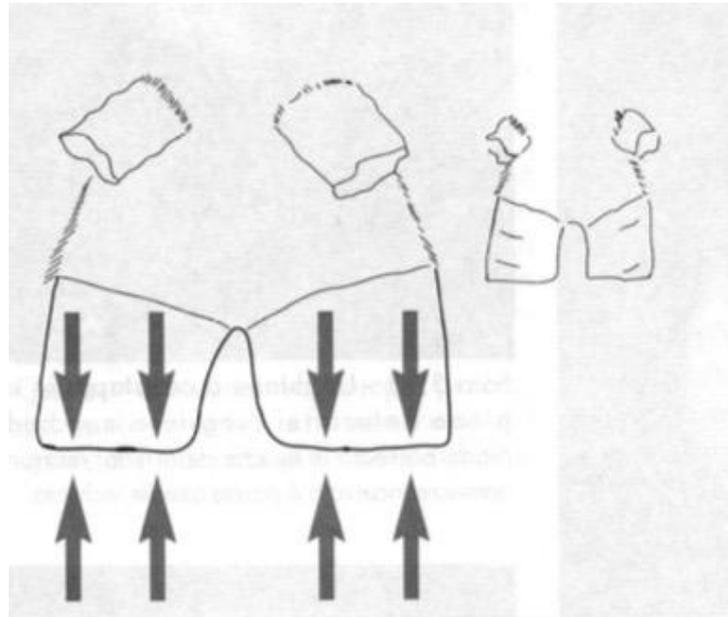
A seguito di tale alterazione di forma, il carico si sposta verso il margine posteriore della terza falange. Il tubercolo flessorio della terza falange, dove prende inserzione il tendine del flessore profondo, esercita, in queste circostanze, compressioni localizzate sul cheratogeno tali da alterare la qualità o addirittura bloccare la cheratogenesi e determinare la comparsa di difetti cornei anche gravi (Brizzi, 2008). Il processo è rappresentato in **Figura 7a e 7b** e in **Figura 8a e 8b**. Queste considerazioni vanno a supporto dei risultati ottenuti in questo studio relativamente alla localizzazione delle emorragie; nell'unghione laterale l'emorragia della suola è soprattutto presente nella regione soleare corrispondente al margine posteriore della terza falange (**Foto 10**), area 3 (abassiale) ed area 4 (assiale), dove le percentuali di

emorragia della suola sono state ritrovate rispettivamente in 93,5% e 87,6% delle partite monitorate come rappresentato in **Foto 11**.

Figura 7a. Piede con appoggio corretto, dove il peso, simboleggiato dalle frecce indicanti in basso, si confronta con una reazione uguale e contraria del suolo (Brizzi, 2008).

Figura 7b. Piede con appoggio scorretto. Si osserva la tendenza a divaricare le dita e il peso viene scaricato nella parte posteriore della suola (Brizzi, 2008).

7a



7b

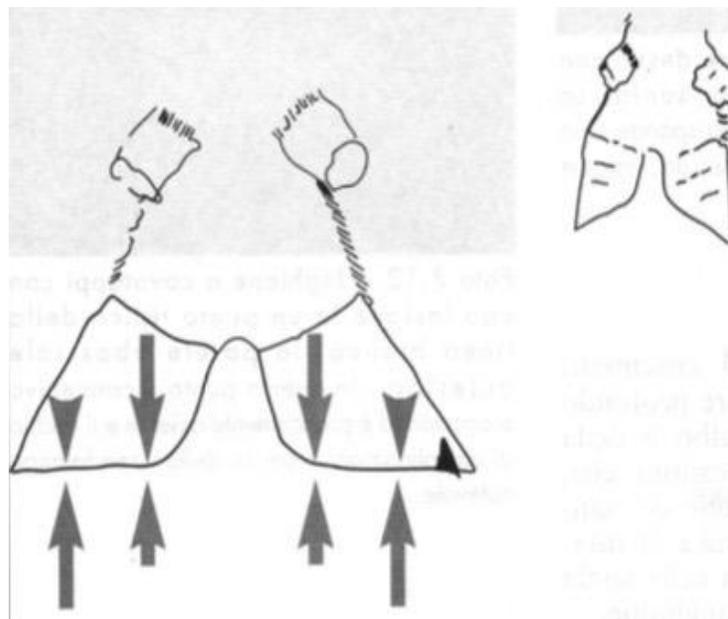
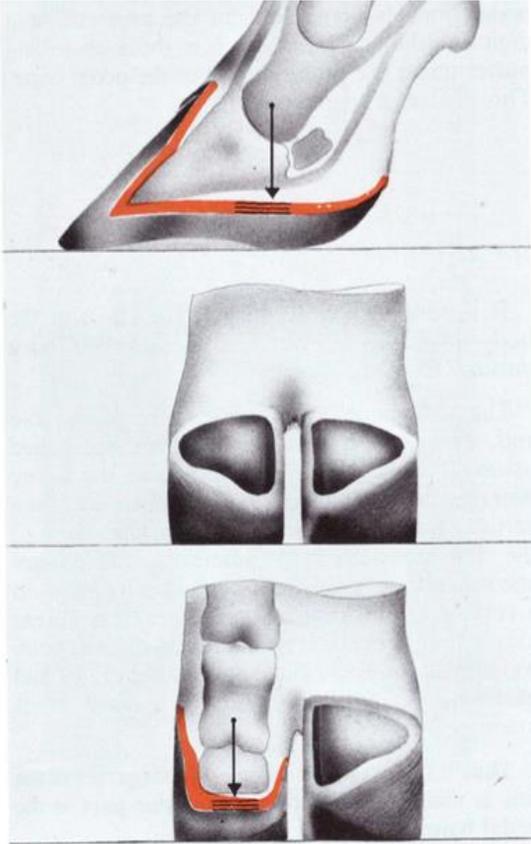


Figura 8a. Piede con appoggio corretto dove il peso viene scaricato in ugual misura nelle varie aree della suola.

Figura 8b. Piede lungo dove il carico maggiore è a livello del margine posteriore della terza falange (Toussaint-Raven, 2009)

8a



8b

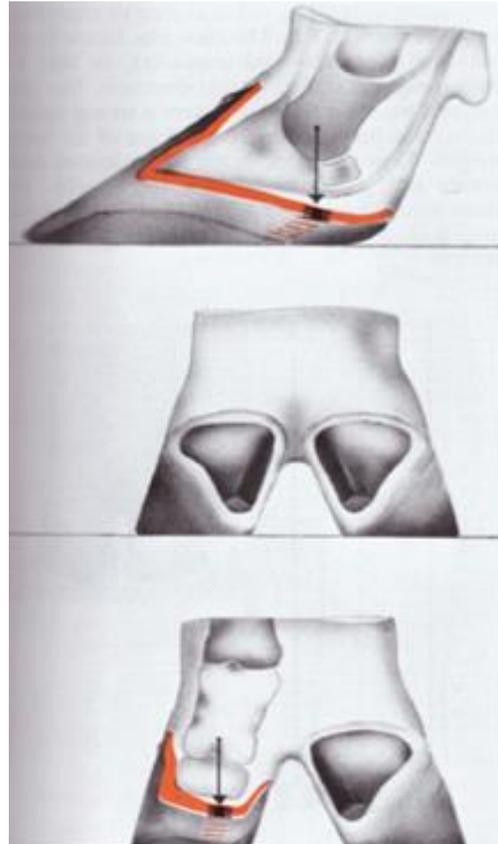
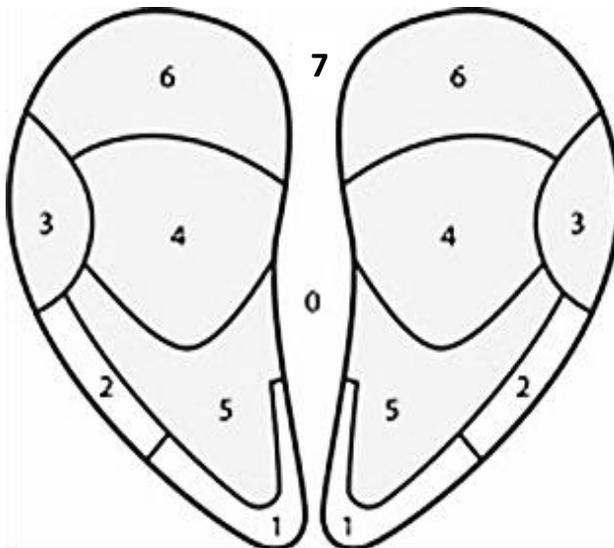


Foto 10. Vista in trasparenza della terza falange attraverso la suola. Sono visibili gli apici del triangolo formato dall'osso che possono creare difetti cornei per eccessiva compressione del vivo (Brizzi, 2008).

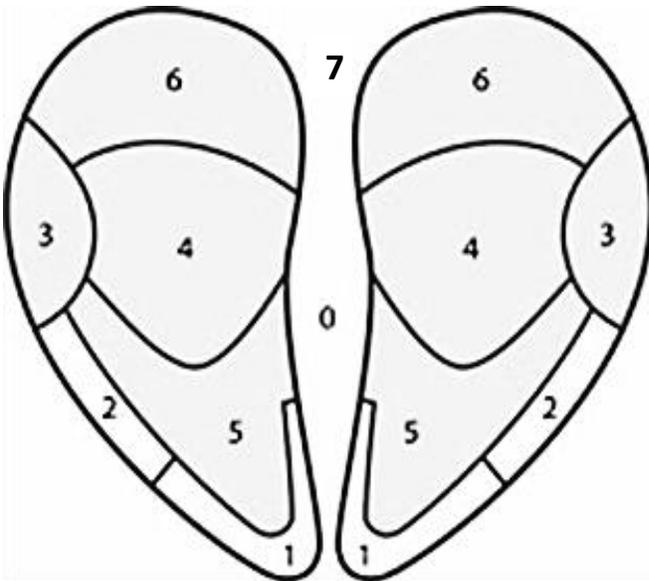


Foto 11. Piede posteriore sinistro con emorragia della suola nell'unghione laterale di un in posizione 3 e 4.



Anche per la lesione della linea bianca esiste un'evidente differenza nella prevalenza di partite colpiti a livello dell'unghione laterale (52,3%) e quello mediale (13,7%). Le aree di maggior localizzazione dell'alterazione sono la 3 (49% sul laterale, 11,1% sul mediale) e la 2 (18,3% sul laterale, 5,2% sul mediale) (**Foto 12**).

Foto 12. Piede posteriore sinistro con malattia della linea bianca nell'unghione laterale in area 2 e 3.



Per quanto riguarda patologie infettive come la dermatite digitale e l'erosione del corno è interessante notare che le partite "positive" avevano altissime percentuali di piedi interessati. Esistevano partite in cui il 93% dei piedi monitorati erano affetti da dermatite digitale e partite in cui il 100% dei piedi monitorati erano affetti da erosione del corno dei bulbi. Questi risultati confermano come la natura infettiva di queste patologie porti ad un interessamento della maggior parte degli animali allevati, soprattutto in condizioni di scarsa igiene delle strutture di allevamento e degli animali, che rappresentano i principali fattori di rischio per la diffusione di queste (**Foto 13**).

Foto 13. A sinistra un piede affetto da dermatite digitale; a destra un piede con le tipiche fessurazioni dell'erosione del corno del tallone.



Nella **Tabella 7** sono riportate le correlazioni tra le misurazioni effettuate nell'unghione laterale destro e sinistro delle partite analizzate. L'alta correlazione tra tutte le misure effettuate nei due unghioni laterali indica che, in fase di raccolta dati, la scelta di rilevare le informazioni da un solo piede ed applicarne il risultato al controlaterale è possibile, poiché l'errore che ne deriva è statisticamente basso. Dal punto di vista pratico questo risultato potrebbe essere utile a semplificare il protocollo da utilizzare al macello per il monitoraggio della condizione dei piedi.

Tabella 7. Correlazioni tra le misurazioni effettuate nell'unghione laterale del piede destro e del piede sinistro di tutti i batch monitorati.

	PIEDE DESTRO			
	Parete dorsale	Altezza dei talloni	Diagonale	Angolo della punta
PIEDE SINISTRO				
Parete dorsale	0,80 ***			
Altezza dei talloni		0,87 ***		
Diagonale			0,83 ***	
Angolo della punta				0,85 ***

Nella **Tabella 8** sono riportate le correlazioni tra diverse lesioni podali in specifiche posizioni soleari rilevate nel piede destro e nel piede sinistro. Quando il valore del coefficiente di correlazione si avvicina ad uno significa che la patologia in una precisa area del piede è presente contemporaneamente in entrambi i piedi posteriori.

Tabella 8. Correlazioni tra le lesioni podali in specifiche posizioni soleari identificate nel piede destro e nel piede sinistro.

	Piede Destro							INT, DD	MED, SH3		
	SH2	SH3	SH4	LAT, SH5	SH6	WL3	HHE		SH3	SH4	HHE
Piede Sinistro LAT, SH2	0,46 ***										
SH3		0,60 ***									
SH4			0,56 ***								
SH5				0,59 ***							
SH6					0,56 ***						
WL3						0,41 ***					
HHE							0,92 ***				
INT, DD								0,82 ***			
MED, SH3									0,60 ***		
SH4										0,49 ***	
HHE											0,92 ***

Dai dati riportati in tabella, si può evidenziare come le patologie infettive, dermatite digitale ed erosione dei talloni, abbiano alte correlazioni tra i due piedi, quindi se presenti nel piede destro la probabilità di rilevarle anche nel sinistro è alta, e viceversa. Questo perché entrambi i piedi sono sottoposti alle stesse condizioni ambientali, fattori predisponenti alle patologie infettive. Per quanto riguarda l'emorragia soleari e la lesione della linea bianca, la presenza

della patologia in un piede non implica la presenza anche nel controlaterale. Ad esempio, l'emorragia in posizione 3 presenta una correlazione tra i due piedi del 60%. Questo suggerisce come sia necessario valutare entrambi i piedi per stabilire la presenza di emorragia o altre lesioni in specifiche posizioni, a differenza delle patologie infettive dove è sufficiente valutare un solo piede.

Se consideriamo la “consistenza” delle informazioni ottenute entro piede tra la posizione mediale e laterale, le correlazioni tra diverse lesioni podali in specifiche posizioni soleari sono elevate solamente in caso dell'erosione del tallone, mentre sono basse per emorragia e lesione della linea bianca (**Tabella 9**). Questo significa che è necessario valutare entrambi gli unghioni per stabilire la presenza di emorragia e lesione della linea bianca in specifiche posizioni, a differenza delle patologie infettive, dove è possibile valutarne solo uno.

Tabella 9. Correlazioni tra le lesioni podali in specifiche posizioni soleari identificate nell'unghione laterale e nell'unghione mediale entro piede destro.

	UNG LATERALE							
	SH1	SH2	SH3	SH4	SH5	SH6	WL3	HHE
UNG MEDIALE								
SH1	0,17 ***							
SH2		0,32 ***						
SH3			0,39 ***					
SH4				0,29 ***				
SH5					0,26 ***			
SH6						0,37 ***		
WL3							0,03 ns	
HHE								0,90 ***

Dalla **Tabella 10** possiamo notare come le dimensioni dei piedi variano secondo le razze e categoria considerate. I bovini di razza Charolaise presentano le dimensioni dell'unghione laterale maggior rispetto alle altre razze. Se consideriamo l'effetto "sesso" i maschi hanno unghioni di dimensioni significativamente maggiori rispetto alle femmine.

Tabella 10. Dimensioni dell'unghione laterale (parete dorsale, altezza dei talloni e diagonale espresse in mm e l'angolo della punta in gradi) di 2146 piedi destri analizzati secondo l'effetto razza, categoria e l'interazione razza × categoria.

	Razza (R)					Categoria (C)		Significatività		
	CH	LI	Inc/FR	Inc/IT	Altre	M	F	R	C	RxC
Parete dorsale	88,0 ± 0,2	86,5 ± 0,5	85,8 ± 0,7	84,9 ± 0,7	82,5 ± 0,7	87,7 ± 0,3	83,4 ± 0,4	***	***	ns
Altezza dei talloni	48,1 ± 0,3	43,1 ± 0,6	44,5 ± 0,8	40,0 ± 0,9	47,6 ± 0,9	46,6 ± 0,4	42,7 ± 0,5	***	***	***
Diagonale	143,6 ± 0,3	138,5 ± 0,7	141,7 ± 1,0	135,4 ± 1,1	135,8 ± 1,0	144,3 ± 0,5	133,7 ± 0,6	***	***	***
Angolo della punta	56,8 ± 0,1	53,4 ± 0,2	57,1 ± 0,4	53,6 ± 0,5	54,7 ± 0,4	55,8 ± 0,2	54,4 ± 0,2	***	**	***

Le dimensioni dell'unghione non hanno un significato fine a sé stesso ma possono essere predittive di condizioni patologiche. Nella **Tabella 11** sono riportate le correlazioni tra la presenza o assenza di emorragia soleare in diverse aree (3, 4 e 6) e le dimensioni dell'unghione laterale destro di vitelloni e scottone. La scelta di considerare solo gli unghioni laterali viene dal fatto che la probabilità di trovare delle alterazioni rispetto al mediale è maggiore, mentre considerare il piede destro, anziché il sinistro o entrambi, è possibile, come evidenziato in tabella 8.

Sono state scelte le aree 3, 4 e 6 dell'unghione poiché sono le aree della suola più vicine al tallone, quindi le più soggette a sovraccarico meccanico quando il piede diventa "lungo".

Infatti, in condizioni di normalità, la parte dell'unghione che cresce di più è il margine anteriore e abassiale della parete, che col passare del tempo fa sì che l'unghione tenda a

cadere all'indietro e a divaricare le dita. Questo fenomeno determina compressioni localizzate sul cheratogeno tali da determinare la comparsa di difetti cornei anche gravi (Brizzi, 2008).

Dai risultati emersi dallo studio è possibile notare che, nei vitelloni, dimensioni maggiori della parete dorsale e della diagonale sono associate alla presenza di emorragia nelle aree 3, 4 e 6 a causa del possibile sovraccarico meccanico che si viene a creare quando la normale distribuzione delle forze viene a mancare per l'eccessiva crescita dell'unghione.

Per quanto riguarda le scottone invece, non esiste significatività tra presenza di emorragia e dimensioni del piede, probabilmente dovuto al fatto che, essendo una categoria con peso inferiore rispetto ai vitelloni, il sovraccarico meccanico di queste aree non è tale da determinare un evidente aumento delle emorragie.

Tabella 11. Dimensioni dell'unghione laterale (parete dorsale, altezza dei talloni e diagonale espresse in mm e l'angolo della punta in gradi) di 2146 piedi destri analizzati in presenza o assenza di emorragia soleare in specifiche posizioni.

	Emorragia soleare (SH) in area 3 e/o 4		Emorragia soleare (SH) in area 6		Significatività	
	assente	presente	assente	presente	SH in 3/4	SH in 6
VITELLONI						
Parete dorsale	88,0 ± 0,9	89,2 ± 1,0	87,9 ± 0,8	89,3 ± 1,0	*	*
Altezza dei talloni	46,4 ± 1,0	47,2 ± 1,2	46,8 ± 1,0	46,9 ± 1,2	ns	ns
Diagonale	145,0 ± 1,2	149,3 ± 1,4	145,7 ± 1,2	148,6 ± 1,5	***	**
Angolo della punta	55,9 ± 0,5	55,8 ± 0,5	55,8 ± 0,5	55,8 ± 0,6	ns	ns
SCOTTONE						
Parete dorsale	83,1 ± 1,1	84,9 ± 1,4	83,8 ± 1,1	84,9 ± 1,4	ns	ns
Altezza dei talloni	43,0 ± 1,8	43,1 ± 2,0	42,5 ± 1,8	43,7 ± 2,0	ns	ns
Diagonale	134,1 ± 1,7	136,3 ± 2,1	134,5 ± 1,7	135,9 ± 2,1	ns	ns
Angolo della punta	54,2 ± 0,6	54,5 ± 0,8	54,8 ± 0,6	53,9 ± 0,8	ns	ns

Nella **Tabella 12** sono riportate le percentuali dei piedi di vitelloni e scottone affetti da differenti patologie in specifiche posizioni.

Confrontando le due diverse categorie possiamo riscontrare una maggiore prevalenza di emorragia soleare (unghione laterale e mediale) e della lesione della linea bianca (unghione laterale) nei vitelloni rispetto alle scottone, mentre l'incidenza dell'erosione è equivalente.

Le due categorie si differenziano per il peso di macellazione, a parità di razza le femmine raggiungono un peso finale di circa 100 kg inferiore rispetto ai maschi quindi i vitelloni sono più pesanti delle scottone. L'emorragia soleare e la lesione della linea bianca sono patologie peso-dipendenti e quindi maggiori nei maschi, che sono più pesanti. Il sovraccarico meccanico infatti è in grado, da solo, di scatenare alterazioni vascolari sufficienti a dare inizio ad un attacco di pododermatite asettica diffusa (Brizzi, 2008) e quindi alle lesioni conseguenti come l'emorragia soleare e lesioni della linea bianca. L'erosione, che ha invece un'origine infettiva, presenta le stesse prevalenze tra le due categorie di bovini da carne.

Le aree 3 e 4 sono quelle maggiormente interessate dalla lesione per entrambe le categorie, perché corrispondono ai punti dove la terza falange comprime maggiormente il vivo del piede. La localizzazione soleare delle lesioni in caso di laminite può trovare un'evidenza anche dal fatto che, in caso di pododermatite asettica diffusa, il carico sulla faccia inferiore della scatola cornea raddoppia rispetto ad un piede sano, facilitando la comparsa di difetti della suola e linea bianca (Brizzi, 2008). La maggior predisposizione alle patologie dell'apparato locomotore di bovini da ingrasso di sesso maschile, allevati in Italia, rispetto alle femmine, è stato evidenziato anche in uno studio di Compiani *et al.* (2014). Gli autori interpretano tale riscontro come una probabile conseguenza al comportamento maggiormente competitivo di tali soggetti in associazione al fatto che i maschi ricevono diete caratterizzate da un livello nutritivo più elevato, quindi ad un maggior rischio di acidosi e nervosismo. Considerando che il consumatore europeo richiede inoltre una carne magra e tenera in associazione all'elevata velocità di deposizione di tessuto adiposo tipica delle femmine, le diete che vengono loro somministrate presentano un ridotto contenuto energetico rispetto a quelle per i maschi. A differenza dell'emorragia soleare e della lesione della linea bianca, l'erosione del corno del tallone presenta la stessa prevalenza tra le due categorie, ad indicare che è una patologia legata alle condizioni di igiene e pulizia di allevamento, fattore che non cambia tra vitelloni e scottone.

Tabella 12. Percentuale di piedi colpiti da differenti patologie podali in specifiche posizioni soleari secondo l'effetto della categoria di bovini (vitelloni vs. scottone).

	Categoria		Significatività
	Vitelloni	Scottone	
UNGHIONE LATERALE			
Emorragia soleare, % di piedi			
presenza in almeno una area	53,3 ± 3,2	33,2 ± 4,4	***
nell'area 2	0 (0-6,7)	0 (0-5,4)	ns
nell'area 3	30 (16,7-50,0)	23,3 (13,3-45,0)	ns
nell'area 4	20 (6,7-29,4)	6,7 (1,7-16,7)	***
nell'area 5	6,3 (0-20,0)	3,8 (0-18,8)	ns
nell'area 6	3,3 (0-12,5)	1,7 (0-10,0)	ns
Lesione della linea bianca, % di piedi			
presenza in almeno una area	3,3 (0-10,0)	0 (0-6,7)	ns
nell'area 3	3,3 (0-6,7)	0 (0-6,7)	ns
UNGHIONE MEDIALE			
Emorragia soleare, % di piedi			
presenza in almeno una area	30,4 ± 3,6	11,0 ± 3,5	***
nell'area 3	13,3 (6,3-30,0)	6,7 (0-18,3)	**
nell'area 4	6,7 (0-12,5)	0 (0-3,3)	***
AREA BULBARE			
Erosione del corno, % di piedi	3,3 (0-26,7)	3,3 (0-28,3)	ns

Nella **Tabella 13** sono riportate le percentuali delle alterazioni riscontrate nelle diverse razze bovine. Le due razze che presentano i pesi maggiori, incroci francesi e razza pura Charolaise, sono anche le due razze che hanno un'incidenza maggiore di emorragia soleare. Il peso infatti rappresenta un fattore di rischio per l'insorgenza di alterazioni sugli unghioni: Stanek *et al.* (2004) e Fjeldaas *et al.* (2007) hanno evidenziato come l'aumento di peso corporeo determini un peggioramento delle condizioni degli unghioni, mentre Townsend *et al.* (1989) hanno dimostrato che soggetti con pesi più elevati all'inizio del ciclo di ingrasso, hanno una probabilità di sviluppare zoppia sette volte maggiore rispetto a soggetti con pesi inferiori.

Anche nello studio di Compiani *et al.* (2014) si evidenzia come la razza sembra essere un fattore di rischio per le patologie dell'apparato locomotore, ma gli autori affermano che, probabilmente, è un fattore in relazione al peso dei soggetti, poiché correlazioni genetiche con le patologie podali in bovini da carne non sono ancora stati evidenziate.

Compiani *et al.* (2014) affermano che l'elevata incidenza di patologie dell'apparato locomotore in bovini di razza Charolaise potrebbe essere spiegata col fatto che sono animali generalmente di taglia e peso più elevati, fattori che li predispongono ad eventi traumatici più gravi durante gli scontri gerarchici. Inoltre, altri fattori correlati alla razza che potenzialmente rendono i bovini Charolaise più suscettibili alle patologie dell'apparato locomotore sono l'origine e l'elevata capacità di assunzione di alimento. I bovini Charolaise provengono infatti da pascoli pianeggianti, condizione che rende le loro articolazioni meno adatte alle intense sollecitazioni o ai rapidi e bruschi cambi di direzione rispetto ad animali cresciuti su pascoli di montagna, per cui risultano meno facilmente adattabili a condizioni di allevamento intensivo rispetto ad altre razze.

Inoltre, l'elevata capacità di assunzione di alimento rispetto ad altre razze, sia come volume totale d'ingestione giornaliera che per singolo pasto, rappresenta un rischio maggiore di acidosi ruminale in questa razza.

Le forzature alimentari, a favore dei concentrati, si traducono infatti spesso nell'acidosi ruminale, con diffusione nell'organismo di endotossine che possono essere causa di laminite (Brizzi, 2007).

Tabella 13. Percentuale di piedi colpiti da differenti patologie podali in specifiche posizioni soleari secondo l'effetto della razza (Charolaise, Limousine, incroci francesi, incroci nazionali e razze nazionali minori).

	Razza					Significatività
	CH	LI	Incroci/FR	Incroci/IT	Razze minori	
UNGHIONE LATERALE						
Emorragia soleare, % di piedi						
presenza in almeno una area	52,3 ± 2,5	49,8 ± 4,6	53,4 ± 7,2	35,4 ± 7,2	25,2 ± 7,3	**
nell'area 2	3,3 (0-10,0)	0 (0-0)	3,3 (0-10,0)	0 (0-3,3)	0 (0-6,1)	*
nell'area 3	26,7 (16,7-45,0)	46,7 (15,8-67,1)	40 (16,7-66,7)	21,4 (12,5-23,3)	16,7 (5-27,2)	*
nell'area 4	18,3 (6,7-29,7)	10,6 (3,3-20,0)	20 (3,3-30,0)	7,9 (0-12,5)	5 (1,5-14,6)	**
nell'area 5	12,9 (3,3-23,3)	0 (0-0)	3,3 (0-6,7)	7,9 (0-11,5)	0 (0-0)	***
nell'area 6	3,3 (0-10,0)	4 (0-13,3)	3,3 (0-12,5)	0 (0-0)	1,7 (0-8,7)	ns
Lesione della linea bianca, % di piedi						
presenza in almeno una area	3,3 (0-13,3)	0 (0-0)	6,7 (0-13,3)	3,9 (0-16,7)	3,3 (0-5,8)	***
nell'area 3	3,3 (0-13,3)	0 (0-0)	3,3 (0-6,7)	1,7 (0-16,7)	3,3 (0-5,8)	**
UNGHIONE MEDIALE						
Emorragia soleare, % di piedi						
presenza in almeno una area	26,5 ± 2,0	19,4 ± 3,7	33,5 ± 5,7	12,1 ± 5,8	11,9 ± 5,9	**
nell'area 3	13,3 (6,7-30,0)	5,8 (0-43,3)	20 (6,7-53,3)	5,6 (0-10,0)	9,4 (1,7-13,3)	*
nell'area 4	3,6 (0-10,4)	0 (0-6,7)	6,7 (0-12,5)	0 (0-4,5)	0 (0-5,3)	*
AREA BULBARE						
Erosione del corno, % di piedi	8,7 (0-43,5)	0 (0-18,3)	0 (0-43,3)	0 (0-6,3)	0 (0-10,0)	*

Dalla **Tabella 14** possiamo riscontrare come la stagione di finissaggio incida sulla prevalenza dell'erosione del corno dei bulbi e dell'emorragia soleare.

Tabella 14. Percentuale di piedi colpiti da differenti patologie podali in specifiche posizioni soleari secondo l'effetto della stagione in cui è avvenuta l'ultima fase di finissaggio (primavera, estate e inverno).

	Stagione di finissaggio			Sign.
	primavera	estate	inverno	
UNGHIONE LATERALE				
Emorragia soleare, % di piedi				
presenza in almeno una area	35,0 ± 4,0	44,9 ± 3,6	49,8 ± 3,9	*
nell'area 2	0 (0-2,9)	0 (0-6,7)	3,3 (0-10,0)	**
nell'area 3	23,3 (12,5-28,1)	33,3 (16,7-53,3)	26,7 (16,7-60,0)	ns
nell'area 4	16,7 (3,3-28,1)	12,9 (5,6-26,7)	14,4 (6,7-22,6)	ns
nell'area 5	6,3 (0-15,9)	0 (0-13,3)	16,7 (0-41,7)	***
nell'area 6	0 (0-0)	3,3 (0-10,0)	10 (3,8-16,7)	***
Lesione della linea bianca, % di piedi				
presenza in almeno una area	0 (0-6,7)	3,5 (0-20,0)	1,7 (0-6,7)	ns
nell'area 3	0 (0-6,7)	3,3 (0-16,7)	0 (0-4,0)	ns
UNGHIONE MEDIALE				
Emorragia soleare, % di piedi				
presenza in almeno una area	10,2 ± 3,2	24,8 ± 2,9	27,0 ± 3,1	***
nell'area 3	6,7 (0-14,3)	13,3 (6,7-33,3)	15 (6,7-38,3)	***
nell'area 4	0 (0-8,3)	3,3 (0-6,7)	3,3 (0-10,4)	ns
AREA BULBARE				
Erosione del corno, % di piedi	0 (0-20,0)	0 (0-6,7)	25 (3,3-56,7)	***

Il periodo di finissaggio nel quale l'erosione del corno è presente in maniera significativa corrisponde alla stagione invernale, molto inferiore in quella primaverile e quasi assente in estate. In questo caso si può ipotizzare che l'insorgenza sia connessa a innalzamenti dell'umidità: questa, infatti, aumenta soprattutto nei cambi di stagione e tanto più è elevata tanto maggiore sarà la proliferazione dei microrganismi patogeni a livello podale. Il tasso di umidità è critico in inverno perché l'umidità relativa è maggiore e l'aria fredda dovuta alle basse temperature rimuove meno umidità di quella calda.

L'erosione del bulbo determina un assottigliamento del corno tale per cui viene perduta la capacità di sostenere e proteggere i tessuti sottostanti. Lungo questa fessura si sviluppa una

compressione localizzata molto intensa, aggravata anche dal fatto che negli unghioni colpiti da dermatite interdigitale è presente una eccessiva formazione di corno, per la quale i piedi diventano lunghi e la regione del bulbo viene ad esser sovraccaricata (Brizzi, 2008). Questo trova riscontro dai dati riportati in tabella, dove si può notare un aumento dell'emorragia soleare in area 6 (area del bulbo) all'aumentare della prevalenza dell'erosione.

Anche in area 5 possiamo riscontrare un aumento dell'emorragia soleare, poiché se l'erosione è massiva, l'area di scarico del peso della giunzione suola/tallone si sposta in avanti, causando reazioni traumatiche del corium (Greenough, 2007).

La maggior percentuale di piedi affetti da erosione del corno durante il periodo di finissaggio invernale (**Tabella 14**) può avere un effetto anche sulle dimensioni del piede.

Anteriormente alla regione erosa, si instaura una proliferazione compensatoria del corno della suola che determina un aumento della lunghezza e altezza dell'unghione posteriore, soprattutto del laterale (Toussaint-Raven *et al.*, 1985). La presenza dell'erosione a livello del tallone e il sovraccarico in questa regione causano sollecitazioni che irritano i tessuti e accelerano la moltiplicazione dei cheratinociti, con una conseguente maggior quantità di corno prodotto.

Infatti, dalla **Tabella 15**, è possibile notare l'aumento dell'altezza dei talloni (vitelloni) e della parete dorsale (sia vitelloni che scottone) nella stagione invernale, conseguenti probabilmente all'aumento dell'incidenza dell'erosione dei talloni in questa stagione.

Tabella 15. Dimensioni dell'unghione laterale (parete dorsale, altezza dei talloni e diagonale espresse in mm e l'angolo della punta in gradi) di 2146 piedi destri secondo l'effetto della stagione di finissaggio (primavera, estate e inverno).

	Stagione di finissaggio (SF)			Significatività
	primavera	estate	inverno	
VITELLONI				
Parete dorsale	84,7 ± 1,2	88,5 ± 1,2	92,7 ± 1,3	***
Altezza dei talloni	43,4 ± 1,4	47,9 ± 1,5	49,2 ± 1,5	**
Diagonale	151,1 ± 1,7	144,4 ± 1,7	146,0 ± 1,8	**
Angolo della punta	53,5 ± 0,7	56,3 ± 0,7	57,6 ± 0,7	***
SCOTTONE				
Parete dorsale	77,7 ± 1,8	86,4 ± 1,4	88,0 ± 1,5	***
Altezza dei talloni	40,4 ± 2,8	48,0 ± 2,2	40,8 ± 2,4	**
Diagonale	136,3 ± 2,6	138,0 ± 2,1	131,2 ± 2,3	*
Angolo della punta	53,5 ± 1,0	54,2 ± 0,8	55,3 ± 0,8	ns

5. CONCLUSIONI

Dal nostro studio è emerso che le patologie podaliche dei bovini da carne, per le quali fino ad oggi non sono presenti informazioni in letteratura circa la prevalenza, raggiungono valori piuttosto elevati, rappresentando un problema reale di benessere animale.

Le alterazioni più diffuse sono risultate l'emorragia soleare e la lesione della linea bianca che sono classificate tra le patologie non infettive di origine metabolico-meccanica. Entrambe hanno interessato con una maggiore frequenza l'unghione laterale del piede posteriore che, secondo la biomeccanica del piede bovino, sostiene la maggior parte del peso dell'animale rendendolo più suscettibile alla comparsa di questo tipo di patologie. L'alta frequenza di partite colpite da queste patologie ci fa ipotizzare che anche gli animali ritenuti sani (senza evidenti segni di zoppia) presentino invece difetti cornei di diversa entità. Tra le patologie infettive, l'erosione del corno dei bulbi e la dermatite digitale hanno colpito più del 30% delle partite monitorate, evidenziando problematiche igieniche dell'ambiente di stabulazione, soprattutto nella stagione invernale per l'elevato tasso di umidità.

Per un'efficiente metodica di valutazione delle lesioni conseguenti a laminite subclinica è necessario considerare entrambi i piedi posteriori ed entrambi gli unghioni dello stesso piede, poiché la loro presenza in un piede o unghione non ne implica la presenza nel controlaterale.

Al contrario per le patologie di natura infettiva come l'erosione dei bulbi e la dermatite digitale, è sufficiente valutare la condizione di un solo piede posteriore, poiché quando presenti, interessano entrambi i piedi.

Per una completa valutazione della condizione del piede è importante considerare anche le misure fisiche degli unghioni laterali, poiché correlate positivamente ad alcune alterazioni podali come l'emorragia della suola. Infatti, la presenza di emorragia in specifiche aree della suola (3, 4 e 6) è correlata a dimensioni maggiori della parete dorsale e della lunghezza totale degli unghioni nei vitelloni. Questa maggior crescita dell'unghione compromette la normale distribuzione delle forze determinando sovraccarico meccanico in queste specifiche aree della suola. Dal nostro studio è emerso che, in campo, è sufficiente misurare le

dimensioni di un solo piede e applicarle poi al controlaterale, poiché la loro correlazione è molto alta, e l'errore che ne deriva è statisticamente minimo.

Nello studio abbiamo dimostrato che diversi fattori, quali la razza, il sesso degli animali e la stagione di finissaggio, incidono sulla prevalenza delle alterazioni podali. Dai dati raccolti è possibile notare come la razza e il sesso influiscano sull'incidenza di emorragia e lesioni della linea bianca in funzione del peso: le razze più pesanti e il sesso maschile presentano una maggior prevalenza di queste alterazioni. Al contrario, questi fattori non influiscono sulla prevalenza di patologie infettive.

La stagione di finissaggio invece influisce sull'incidenza dell'erosione dei talloni e dell'emorragia, poiché l'aumento dell'umidità invernale coincide con la maggior prevalenza della patologia infettiva in questa stagione e di conseguenza poi dell'emorragia.

La conoscenza di questo elevato tasso di patologie podali dei bovini da carne ottenuta mediante l'applicazione di un pareggio *post mortem*, rispetto alla sottostima e alla non discriminazione delle diverse patologie individuate mediante il segno clinico di zoppia, potrebbe sensibilizzare l'attenzione degli allevatori verso questa problematica.

Lavori futuri potrebbero indagare l'incidenza delle lesioni conseguenti a laminite subclinica e a condizioni infettive nei bovini da carne in relazione ai diversi tipi di pavimentazione.

Sarebbe inoltre opportuno valutare le perdite economiche conseguenti a queste diverse patologie podali, in termini di performance di crescita degli animali durante il periodo d'ingrasso. La stima delle perdite economiche potrebbe giustificare interventi nei piani alimentari come ad esempio una riduzione dei concentrati nella dieta, che a sua volta rappresenta un fattore predisponente alla laminite, oltre che una migliore gestione ambientale, come un'accurata gestione della lettiera permanente o l'utilizzo della gomma sopra il grigliato, al fine di prevenire patologie infettive e/o di ridurre il sovraccarico meccanico sugli unghioni e le sue molteplici conseguenze.

6. BIBLIOGRAFIA

Acuña, R., Scarsi, R., (2002). Toe ulcer: the most important disease in first-calving Holstein cows under grazing conditions. In: Proceedings of the 12th International Symposium on Disorders of the Ruminant Digit, Orlando, 276-279.

Almeida, P., Weber, P., Burton, J., Zanella, A., (2008). Depressed DHEA and increased sickness response behaviors in lame dairy cows with inflammatory foot lesions. *Domest. Anim. Endocrinol.* 34, 89–99

Baggott, D. G., Russell, A.M., (1981). Lameness in cattle. *British Veterinary Journal* 137:113-132.

Barker, Z. E., Leach, K. A., Whay, H. R., Bell, N. J., Main, D. C. J., (2010). Assessment of lameness prevalence and associated risk factors in dairy herds in England and Wales. *J. Dairy Sci.* 93, 932–941.

Berry, L. S., (2001). The three phases of bovine laminitis. *Hoof Trimmers Association Newsletter*. No. 27, March 2001, pp. 1-3.

Bittante, G., Andrighetto, I., Ramanzin, M., (2009). *Tecniche di produzione animale*. Torino, Liviana.

Blowey, R. W., Done, S. H., Cooley, W., (1994). Observations on the pathogenesis of digital dermatitis in cattle. *Veterinary Record* 135 115-117

Blowey, R. W., Phipps, R., Jones, A. K., Barringer, A. J., (2000). A comparison of the effects of high fibre and high starch diets on hoof lesion score in multiparous dairy cows. In: Proceedings of the 11th International Symposium on Disorders of the Ruminant Digit, Parma, 337-339.

Blowey, R. W., Sharp M. W., Done S. H., (1992). Digital dermatitis. *Veterinary Record*. 131:39.

Boettcher, P., Dekkers, J., Warnick, L., Wells, S., (1998). Genetic analysis of clinical lameness in dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 81, 1148–1156.

Brizzi, A., (2006). Laminite: questione di benessere e gestione della stalla. *L'Informatore Agrario (S)* 48:25-28

Brizzi, A., (2008). Le malattie del piede bovino: Nel moderno allevamento della bovina da latte. Milano, Point Veterinaire Italie, 42-228.

Compiani, R., Sgoifo Rossi, C. A., Baldi, G., Desrochers, A., (2014) Dealing with lameness in Italian beef cattle rearing. *Large Animal Review.* 20:239|247

Cook, N. B., Nordlund, K. V., (2009). The influence of the environment on dairy cow behavior, claw health and herd lameness dynamics. *Veterinary Journal.* 179: 360-369.

Cruz, C., Driemeier, D., Cerva, C., Corbellini, L. G., (2001). Bovine digital dermatitis in southern Brazil. *Vet. Rec.* 148, 576–577

Dirksen, G., Grunder, H., Stober, M., (2004). Medicina Interna e Chirurgia del bovino. Milano, Point Veterinaire Italie, 914-1371

Duncan, J., Angell, J., Carter, S., Evans, N., Sullivan, L., Grove-White, D., (2014). Contagious ovine digital dermatitis: An emerging disease. *Vet. J.* 201, 265–268.

Elias, P. M., Cooper, E. R., Korc, A., Brown, B. E., (1981). Percutaneous transport in relation to stratum corneum structure and lipid composition. *J. Invest. Dermatol.* 76, 297–301.

Elliott, M. K., (2009). Bovine immune response to papillomatous digital dermatitis (PDD)-associated spirochetes is skewed in isolate reactivity and subclass elicitation. *Vet. Immunol. Immunopathol.* 130, 256–261.

Evans, N. J., Brown, J. M., Demirkan, I., Murray, R. D., Vink, W. D., Blowey, R. W.,

Hart, C. A., Carter, S. D., (2008). Three unique groups of spirochetes isolated from digital dermatitis lesions in UK cattle. *Vet. Microbiol.* 130, 141–150

Evans, N. J., Brown, J. M., Demirkan, I., Singh, P., Getty, B., Timofte, D., Vink, W. D., Murray, R. D., Blowey, R. W., Birtles, R. J., (2009). Association of Unique, Isolated Treponemes with Bovine Digital Dermatitis Lesions. *J. Clin. Microbiol.* 47, 689-696.

Evans, N.J., Timofte, D., Carter, S. D., Brown, J. M., Scholey, R., Read, D. H., Blowey, R. W., (2010). Association of treponemes with bovine ulcerative mammary dermatitis. *Vet. Rec.* 166, 532–533.

Evans, N. J., Blowey, R. W., Timofte, D., Isherwood, D. R., Brown, J. M., Murray, R., Paton, R. J., Carter, S. D., (2011). Association between bovine digital dermatitis treponemes and a range of “non-healing” bovine hoof disorders. *Vet. Rec* 168–214.

Evans, N. J., Timofte, D., Isherwood, D. R., Brown, J. M., Williams, J. M., Sherlock, K., Lehane, M. J., Murray, R. D., Birtles, R. J., Hart, C. A., (2012). Host and environmental reservoirs of infection for bovine digital dermatitis treponemes. *Vet. Microbiol.* 156, 102–109.

Fjeldaas, T., Nafstad, O., Fredriksen, B., Ringdal, G., Sogstad, A. M., (2007). Claw and limb disorders in 12 Norwegian beef-cow herds. *Acta Veterinaria Scandinavica.* 49:24.

Galindo, F., Broom, D., Jackson, P. A., (2000). Note on possible link between behaviour and the occurrence of lameness in dairy cows. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 67, 335–341.

Greenough, P. R., (2007). Bovine Laminitis and Lameness: A hands-on approach. Edinburgh, Saunders Elsevier

Griffin, D., Perino, L., Hudson, D., (1993). Feedlot Lameness. University of Nebraska extension publication G93-1159-A.

Gundelach, Y., Schulz, T., Feldmann, M., Hoedemaker, M., (2013). Effects of Increased Vigilance for Locomotion Disorders on Lameness and Production in Dairy Cows. *Animals*. 3, 951-961

Holbrook, K.A.; Odland, G.F., (1974). Regional differences in the thickness (cell layers) of the human stratum corneum: an ultrastructural analysis. *J. Invest. Dermatol.* 62, 415–422.

Klitgaard, K., Boye, M., Capion, N., Jensen, T.K, (2008). Evidence of multiple *Treponema* phylotypes involved in bovine digital dermatitis as shown by 16S rRNA gene analysis and fluorescence *in situ* hybridization. *J. Clin. Microbiol.* 46, 3012–3020.

Knorr, F., Lademann, J., Patzelt, A., Sterry, W., Blume-Peytavi, U., Vogt, A., (2009). Follicular transport route—Research progress and future perspectives. *European J. Pharmaceut. Biopharmaceut.* 71, 173-180.

Krull, A.C., Shearer, J.K., Gorden, P.J., Cooper, V.L., Phillips, G.J., Plummer, P.J., (2014). Deep sequencing analysis reveals temporal microbiota changes associated with development of bovine digital dermatitis. *Infect. Immun.* 82, 3359-3373.

Lademann, O., Kramer, A., Richter, H., Patzelt, A.; Meinke, M., Roewert-Huber, J., Czaika, V., Weltmann, K., Hartmann, B., Koch, S., (2011). Antisepsis of the follicular reservoir by treatment with tissue-tolerable plasma (TTP). *Laser Phys. Lett.* 8, 313.

Laven, R., (1999). The environment and digital dermatitis. *Cattle Practice.* 7, 349–354

Laven, R., (2000). Determination of the Factors Affecting the Cause, Prevalence and Severity of Digital Dermatitis as a Major Cause of Lameness in Dairy Cows; Milk Development Council Study 95/R1/11. Milk Development Council: Cirencester, UK; pp. 1–45

Laven, R., Proven, M., (2000). Use of an antibiotic footbath in the treatment of

bovine digital dermatitis. *Vet. Rec.* 147, 503–506.

Laven, R., Logue, D., (2006). Treatment strategies for digital dermatitis for the UK. *Vet. J.*, 171, 79–88.

Laven, R., (2007). The relationship between hoof conformation and digital dermatitis in dairy cattle. *Cattle Practice.* 15, 93–95

Laven L. J., Laven, R. A., Parkinson T. J., Lopez Villalobos N., Margerison J. K., (2012). An evaluation of the changes in distance from the external sole surface to the distal phalanx in heifers in their first lactation. *Vet J.* 193: 639-43.

Mason, W. A., Laven L. J., Laven, R. A., (2012) An outbreak of toe ulcers, sole ulcers and white line disease in a group of dairy heifers immediately after calving. *N Z Vet J.* 60: 76-81.

Miskimins D. W., (2002). Predominant causes of lameness in feedlot lameness and stocker cattle. Proceedings of the 12th International Symposium on Lameness in Ruminants, Orlando, Shoarer J. K., Orlando, 147-151.

Moe, K. K., Yano, T., Misumi, K., Kubota, C., Nibe, K., Yamazaki, W., Muguruma, M., Misawa, N., (2010). Detection of antibodies against *Fusobacterium necrophorum* and *Porphyromonas levii*-like species in dairy cattle with papillomatous digital dermatitis. *Microbiol. Immunol.* 54, 338–346

Moore, L.J., Woodward, M.J., Grogono-Thomas, R., (2005). The occurrence of treponemes in contagious ovine digital dermatitis and the characterisation of associated *Dichelobacter nodosus*. *Veterinary Microbiology* 111, 199–209.

Nooris, S. J., Paster, B. J., Smibert, R. M., Genus, I., (2011). V. *Treponema*. In *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology*; Krieg, N.R., Staley, J.T., Brown, D.R., Eds.; Springer: Berlin, Germany.

Nutter, W. T., Moffitt, J. A., (1990). Digital dermatitis control. *Veterinary Record*. 126:200-201.

Ohya, T., Yamaguchi, H., Nii, Y., Ito, H., (1999). Isolation of *Campylobacter sputorum* from lesions of papillomatous digital dermatitis in dairy cattle. *Vet. Rec.* 145, 316–318.

Olechnowicz, J., Jaskowski, J. M., (2010). Hoof Measurements Related to Locomotion Scores and Claw Disorders in Dairy Primiparous Cows. *Bull. Vet. Inst. Pulawy.* 54, 87–92.

Onyiro, O. M., Andrews, L. J., Brotherstone, S., (2008). Genetic parameters for digital dermatitis and correlations with locomotion, production, fertility traits, and longevity in Holstein-Friesian dairy cows. *J. Dairy Sci.* 91, 4037-4046.

Ouared, K., Zidane, K., Aggad H., Niar, A., (2015). Impact of clinical lameness on the milk yield of dairy cows. *Journal of Animal and Veterinary Advances.* 14:10–12.

Palmer, M. A., O’Connell, N. E. Conference, Worcester, UK, 2 May 2012; pp. 41–42.

Palmer, M. A., Donnelly, R. F., Garland, M. J., Majithiya, R.; O’Connell, N. E., (2013). The effect of slurry on skin permeability to methylene blue dye in dairy cows with and without a history of digital dermatitis. *Animal.* 7:1731–1737

Palmer, M. A., O’Connell, N. E., (2015). The relationship between dairy cow behaviour in a cubicle house and susceptibility to digital dermatitis. In *Proceedings of the Cattle Lameness.*

Petrovski, K., (2016). Suola sottile nel bovino. *Summa animalia da reddito N. 6 luglio/agosto.* 21-27.

Polese, E., (2010). Le patologie agli arti in allevamenti di bovini da carne del Veneto: Relazioni con le caratteristiche delle strutture e la gestione zootecnica-sanitaria.

Pringle, M., Fellström, C., (2010). *Treponema pedis* isolated from a sow shoulder ulcer. *Vet. Microbiol.* 142, 461–463.

Read, D., Walker, R., (1998). Papillomatous digital dermatitis (footwarts) in California dairy cattle: clinical and gross pathologic findings. *J. Vet. Diagnostic Investig.* 10, 67–76.

Relun, A., Lehebel, A., Bruggink, M., Bareille, N., Guatteo, R., (2013). Estimation of the relative impact of treatment and herd management practices on prevention of digital dermatitis in French dairy herds. *Prev. Vet. Med.* 110, 558–562.

Rodriguez-Lainz, A., Melendez-Retamal, P., Hird, D., Read, D., Walker, R., (1999). Farm- and host-level risk factors for papillomatous digital dermatitis in Chilean dairy cattle. *Prev. Vet. Med.* 42, 87–97

Rossi, S., Compiani, R., Baldi, G., (2013). Bovini da carne inefficienze, che fare. *Informatore zootecnico.* 21:40-47.

Sagliyan, A., Gunay, C., Han, M. C., (2010). Prevalence of lesions associated with subclinical laminitis in dairy cattle. *Israel Journal of Veterinary Medicine.* 65: 27-33.

Scholey, R., Evans, N., Blowey, R., Massey, J., Murray, R., Smith, R., Ollier, W., Carter, S., (2013). Identifying host pathogenic pathways in bovine digital dermatitis by RNA-Seq analysis. *Vet. J.* 197, 699–706.

Shakespeare, A. S., (2009) Inadequate thickness of the weight-bearing surface of claws in ruminants. *J S Afr Vet Assoc.* 80:247-53.

Sibley, R. J., (2013). Lameness in dairy cows: the developing story. *Veterinary Record* 172: 92-95.

Somers, J., Frankena, K., Noordhuizen-Stassen, E., Metz, J., (2005). Risk factors for digital dermatitis in dairy cows kept in cubicle houses in The Netherlands. *Prev. Vet. Med.* 71, 11–21

Stanek, C., Frickh, J. J., Karall, P., (2004). Claw condition and meat quality factors in fattening bulls in two different housing systems. In: Proceedings of the 13th International Symposium and 5th Conference on Lameness in Ruminants, Maribor, Zemljic B. Ormoz, Ungula, Zemljic & Company D.N.O, 193-195.

Sullivan, L. E., Carter, S. D., Blowey, R., Duncan, J. S., Grove-White, D., Evans, N. J., (2013). Digital dermatitis in beef cattle. *Vet. Rec.* 173, 582.

Sullivan, L. E., Blowey, R. W., Carter, S. D., Duncan, J. S., Grove-White, D. H., Page, P., Iveson, T., Angell, J. W., Evans, N. J., (2014). Presence of digital dermatitis treponemes on cattle and sheep hoof trimming equipment. *Vet. Rec.* 175, 201–205.

Toussaint Raven, E., Haalstra, R. T., Peterse, D. J., (1985). Cattle Footcare and Claw Trimming. Farming Press, Ipswich, 1-126.

Townsend, H. G. G., Meek, A. H., Lesnick, T. G., Janzen, E. D., (1989). Factors associated with average daily gain, fever and lameness in beef bulls at the Saskatchewan central feed test station. *Canadian Journal of Veterinary Research.* 53:349-354.

Van Amstel, S. R., Shearer, J. K., Palin, F. L., (2004). Moisture content, thickness, and lesions of sole horn associated with thin soles in dairy cattle. *J Dairy Sci.* 87: 757-63.

Van Dorp, T. E., Dekkers, J. C. M., Martin, S. W., Noordhuizen, J. P. T. M., (1998). Genetic parameters of health disorders and relationship with 305 day milk yield and conformation traits of registered Holstein cows. *Journal of Dairy Science.* 81:2264-2270.

Visser, M. B., Ellen, R. P., (2011). New insights into the emerging role of oral spirochaetes in periodontal disease. *Clin Microbiol Infect.* 17, 502–512.

Wells, S., Garber, L., Wagner, B., (1999). Papillomatous digital dermatitis and associated risk factors in US dairy herds. *Prev. Vet. Med.* 38, 11–24

Whay, H. R., (2009). A decade of pain: a look back over ten years of discovery about pain associated with lameness in cattle. In: Proceedings of Cattle Lameness Conference, School of Veterinary Medicine and Science University of Nottingham, Leicestershire, 19-22.

Wosicka, H., Cal, K., (2010). Targeting to the hair follicles: current status and potential. *J. Dermatol. Sci.* 57, 83-89.

Zecconi, A., Sturlesi, N., Tarantino, S., Redaelli, V., Luzi, F., Mortellaro, C. M., (2012). Fattori di rischio per le patologie podali. *Informatore agrario.* 41, 68-71.

Zinicola, M., Lima, F., Lima, S., Machado, V., Gomez, M., Doepfer, D., Guard, C., Bicalho, R., (2015). Altered Microbiomes in Bovine Digital Dermatitis Lesions, and the Gut as a Pathogen Reservoir. *PLoS One.* 10, e0120504.

7. RINGRAZIAMENTI

Questa ricerca è stata finanziata dall'Università di Padova all'interno del progetto di Ateneo (2016) dal titolo "Use of animal based measures taken at the slaughterhouse as indicators of welfare at the farm: a retrospective approach".

Al termine di questo lavoro di tesi desidero ringraziare tutti quelli che ne hanno permessa la realizzazione, in particolare la mia relatrice Prof.ssa Flaviana Gottardo e la dottoressa Luisa Magrin, oltre a tutto il gruppo "millepiedi", prodi compagni di sveglie mattutine, lavoro e lunghe attese ai macelli. Un grande ringraziamento va anche a *Podologia Veterinaria-Veneto* (Dottor Armato Leonardo) per quanto fatto e insegnato fino ad ora, grazie.

Intendo poi ringraziare Azove Carni S.r.l. per aver ospitato la prova e per aver reso possibile la nostra raccolta dati.

Se questa bellissima esperienza universitaria sta giungendo al termine devo ringraziare prima di tutto la mia famiglia: in primis i miei genitori e la Berton, per avermi sempre supportato e consigliato col sorriso lungo tutto il percorso di studi e un grazie particolare al papà per avermi trasmesso la sua grande passione per la buiatria.

Un grazie di cuore alla mia pupa Elena per essermi stata sempre vicino, dallo studio, ai viaggi con lo zaino, dalle mangiate, alle serate nel camperino.

Un grazie particolare al mio compagno di stanza e grandissimo amico Alex per tutti i momenti passati assieme in questi splendidi anni di università, dai pomeriggi di studio alle numerose serate.

E infine un brindisi e grazie ai numerosi amici di feste e avventure di casa, università e coinquilini.

Grazie a tutti.