



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MILANO
FACOLTÀ DI SCIENZE AGRARIE E ALIMENTARI
Corso di Laurea Magistrale in Scienze e Tecnologie Alimentari

ANALISI COLORIMETRICA DELLE CARNI DI
CERVO (*CERVUS ELAPHUS*) IN RELAZIONE AI
VALORI DI pH E ALLE BUONE PRATICHE DI
GESTIONE

Relatore:

Prof.ssa Stefania IAMETTI

Correlatore:

Dott. Roberto VIGANÒ

Tesi di Laurea di:

Fiammetta RICCARDI

Matricola n. 901516

Anno Accademico 2017/2018

INDICE

<u>ABSTRACT</u>	<u>2</u>
<u>INTRODUZIONE</u>	<u>5</u>
<u>SCOPO DELLA TESI</u>	<u>27</u>
<u>MATERIALI E METODI</u>	<u>29</u>
1. AREA DI STUDIO	29
2. RACCOLTA DEI CAMPIONI	32
3. ANALISI STATISTICA	33
<u>RISULTATI</u>	<u>35</u>
1. ANALISI MORFOBIOMETRICHE	35
2. ANALISI DEI VALORI DI PH	37
3. ANALISI COLORIMETRICA	42
3.1. ANALISI COLORIMETRICA IN RELAZIONE ALLA MODALITÀ DI ABBATTIMENTO	42
3.2. ANALISI COLORIMETRICA IN RELAZIONE ALLE MODALITÀ DI DISSANGUAMENTO	45
4. INDIVIDUAZIONE DEL VALORE DI PH OTTIMALE AI FINI DI DISCRIMINAZIONE DELLE CARCASSE DFD IN RELAZIONE AGLI INDICI COLORIMETRICI	48
5. ANALISI DEGLI INDICI COLORIMETRICI CON LIMITE DI PH FISSATO A 5.870	51
6. ANALISI COLORIMETRICA IN RELAZIONE ALLE CLASSI DI ETÀ	54
6.1. ANALISI COLORIMETRICA TRA CLASSE 0 E MACROCATEGORIA ADULTI	57
<u>DISCUSSIONE</u>	<u>60</u>
<u>CONCLUSIONI</u>	<u>68</u>
<u>BIBLIOGRAFIA</u>	<u>71</u>

ABSTRACT

L'incremento demografico delle popolazioni di ungulati selvatici che si è registrato negli ultimi anni ha fatto emergere la necessità di mettere a punto piani relativi alla gestione di questi animali volti a porre un equilibrio tra le attività antropiche e la presenza faunistica, permettendo un utilizzo sostenibile di questa risorsa naturale rinnovabile.

Partendo proprio da questo concetto, nell'ambito di un bando promosso da Fondazione Cariplo relativo alla "Comunità resiliente", si è dato inizio nel febbraio 2015 ad un progetto denominato "*PROCESSI DI FILIERA ECO-ALIMENTARE: la gestione di un prodotto sostenibile come strumento di stimolo al miglioramento ambientale dei territori alpini*". Il naturale sviluppo di questa prima fase è stato l'avvio, a partire dall'aprile 2017, del progetto "*PROCESSI DI FILIERA ECO-ALIMENTARE: la gestione di un prodotto sostenibile per lo sviluppo dei territori alpini*". Entrambi i progetti hanno avuto come scopo la gestione sostenibile degli ungulati selvatici e la finalità di valorizzare le carni di selvaggina attraverso la stesura di linee guida per la corretta gestione delle carcasse, l'ispezione veterinaria e la successiva trasformazione e commercializzazione del prodotto.

Questa azione progettuale mira allo sviluppo di un processo produttivo che possa garantire un approccio sostenibile nei confronti della bio-risorsa fauna e allo stesso tempo possa portare ad un miglioramento della qualità delle carni attraverso il rispetto del benessere animale, adeguate garanzie sanitarie e un'opportuna valorizzazione del prodotto mediante lo sviluppo di una filiera.

Nell'ottica della creazione di un prodotto certificato di qualità sono state condotte indagini sul rilevamento dei valori di pH come importante e utile mezzo per una prima analisi della qualità e della salubrità delle carcasse di cervo abbattuti nella stagione venatoria 2017/2018.

In linea con tale scopo, al fine di valutare l'idoneità del prodotto dal punto di vista sensoriale (caratteristica non irrilevante se consideriamo che è proprio questo l'aspetto che *in primis* viene valutato dal consumatore) è stata condotta un'analisi colorimetrica delle carni di cervo.

Successivamente è stata effettuata un'analisi statistica dei valori di pH e degli indici colorimetrici L*, a* e b* registrati presso i Comprensori Alpini di Caccia VCO2-Ossola Nord e VCO3-Ossola Sud confrontando le classi di età, gli intervalli tra tempo di abbattimento e misurazione del pH e gli aspetti gestionali legati al corretto prelievo e dissanguamento.

Dai risultati ottenuti è emerso come sia fondamentale l'istituzione di corsi di formazione per i cacciatori che possano dare loro tutti gli strumenti utili ad eseguire tecniche di manipolazione, eviscerazione e trasporto dei capi al fine di ottenere, anche nell'ambito dell'attività venatoria, un prodotto con caratteristiche igienico-sanitarie e sensoriali ottimali.

L'indagine relativa alla valutazione del pH delle carni si è rilevata fondamentale sia per valutare i rischi connessi alla gestione della carcassa, sia per validare il prodotto finale con un metodo rapido, semplice e oggettivo, nell'ambito della verifica del rispetto delle procedure date dal disciplinare di produzione.

Attraverso questa analisi è stato inoltre possibile identificare il valore ottimale di pH quale limite discriminante della qualità delle carni di cervo al fine di identificare i capi che possano essere destinati a far parte di questa filiera certificata.

Le misure colorimetriche hanno evidenziato una buona correlazione tra i valori misurati e l'età dell'animale. Solo i dati relativi all'indice di luminosità sono invece risultati connessi alle procedure di uccisione e alla manipolazione *post-mortem* dell'animale.

I risultati ottenuti dalle misure colorimetriche condotte a carico del muscolo semimembranoso della coscia hanno fatto rilevare come i cervi che hanno evidenziato un calo del pH a valori inferiori a 5.870, indice di un avvio corretto del processo di frollatura, mostrino carni con valori di luminosità, di indice di rosso e di giallo più elevati rispetto a quelli che non hanno raggiunto tali valori.

Questa indagine ha messo in evidenza come, per la creazione di una filiera di qualità, risulti indispensabile la creazione di piani volti alla legalizzazione e alla certificazione del prodotto selvaggina affinché questa carne possa essere opportunamente valorizzata e possa contribuire, attraverso un prodotto sostenibile a chilometro zero, al rilancio dell'economia rurale alpina.

INTRODUZIONE

Negli ultimi decenni, a partire dal dopoguerra, il quadro faunistico italiano ha vissuto notevoli miglioramenti e l'espansione demografica e spaziale delle popolazioni di ungulati rappresenta senza dubbio il cambiamento più evidente. A partire dalla seconda metà del secolo scorso si sono verificati profondi cambiamenti di natura socio-economica, culturale e di carattere normativo che hanno creato le condizioni favorevoli per una progressiva riconquista da parte di questi animali degli antichi areali. Gli ungulati sono così tornati a occupare nuovamente una parte consistente del territorio italiano dopo che le attività antropiche, i conflitti e la caccia indiscriminata ne avevano provocato quasi la totale scomparsa da circa trecento anni. Tutto ciò ha fatto sì che al giorno d'oggi gli ungulati potessero tornare a svolgere un importante ruolo strutturale e funzionale nella biocenosi italiana (ISPRA, 2013), contribuendo di fatto anche all'espansione numerica e spaziale dei grandi predatori.

Tale incremento degli ungulati selvatici ha fatto sì che si sviluppasse delle modalità di gestione volte a porre un equilibrio tra le attività antropiche e la presenza faunistica, permettendo un utilizzo sostenibile di questa risorsa naturale rinnovabile.

Sin dall'antichità la selvaggina ha rappresentato per l'uomo una fonte di sostentamento essenziale che ha permesso di far fronte alle esigenze nutrizionali contribuendo allo sviluppo e alla propria evoluzione; il consumo di carne ha contribuito infatti a definire il patrimonio genetico umano permettendo l'assunzione di componenti essenziali, soprattutto per le fasi di crescita, quali la vitamina B (presente esclusivamente nei prodotti di origine animale) coinvolta in qualità di coenzima del folato nelle reazioni di sintesi di DNA e RNA (Belwal, 2012). In particolare, l'inserimento stabile della carne nella dieta dell'uomo del tardo paleolitico ha consentito la realizzazione del più grosso progresso in termini di sviluppo corporeo (+44% e +53% rispettivamente

per gli uomini e per le donne) ed encefalico nell'evoluzione dell'uomo (McHenry & Coffing, 2000); secondo i paleoantropologi i popoli preagricoli che vivevano in climi temperati assumevano il 35% delle loro calorie giornaliere dalla carne (Eaton & Konner, 1985).

L'attività venatoria è stata pertanto uno dei motori principali dell'evoluzione dell'uomo rappresentando una costante sia in termini di sostentamento, come fonte primaria o secondaria, sia come vero e proprio fattore culturale.

La caccia ha costituito una delle espressioni sociali più antiche dell'uomo e per millenni la sopravvivenza dei nostri antenati è dipesa dall'osservanza attenta della natura: la conoscenza delle basi della biologia delle varie specie (periodi delle nascite, utilizzo dell'habitat, conoscenza delle rotte di migrazione, ...) e l'osservazione delle metodiche di caccia dei predatori hanno consentito agli antichi di sviluppare tecniche e metodi adatti a procacciarsi il cibo attraverso l'attività venatoria. La necessità di cacciare in gruppo ha favorito inoltre la creazione di armi, abiti, strutture culturali e rituali volti ad onorare anche la preda cacciata. A ciò seguirono le fasi dell'addestramento di cani (*Canis lupus*) e di rapaci volti a coadiuvare e facilitare le attività di caccia.

Le prime regolamentazioni del prelievo venatorio risalgono al tempo dell'antico Egitto quando, in concomitanza con l'avanzamento tecnologico, iniziarono a svilupparsi tecniche di caccia sempre più sofisticate ed efficaci (ISPRA, 2013).

I Greci e i Romani furono i primi a descrivere dettagliatamente la caccia.

Il libro sull'arte della caccia più antico che ci sia pervenuto è il *Kynegetikos* di Senofonte (430-354 a.C. circa). Questa opera ci fornisce interessanti e dettagliate informazioni sulla caccia alla lepre, al cervo e al cinghiale, oltre che sull'allevamento e l'addestramento dei cani; Senofonte sottolinea inoltre la funzione pedagogica della caccia in quanto propedeutica alla guerra (Blüchel, 2004).

In età romana si assiste a una grande diffusione della moda ellenistica della caccia grossa. Si tramanda che fu Scipione Emiliano ad importare a Roma la prassi, conosciuta in Macedonia dopo la battaglia di Pidna (168 a.C.), di trascorrere molto tempo a cacciare piuttosto che intraprendere le attività forensi come erano soliti fare i giovani romani (Polibio, XXXI, 29). Nelle epoche

successive prosegue il diffondersi di questa pratica per diventare poi nel I secolo d.C. un'attività aristocratica diffusa.

L'attività venatoria a fini ludici in Italia è un'acquisizione più recente, risalente al Medioevo, quando questa pratica iniziò ad essere svolta non più allo scopo di procacciare cibo per il proprio sostentamento ma per indicare lo *status symbol* delle classi sociali più agiate (Galloni, 2000). Lo sfruttamento diretto della fauna selvatica in aggiunta all'aumento della popolazione portò in questi anni a una progressiva diminuzione degli ungulati e a nuovi problemi ecologici.

Le aree ed i boschi di fondovalle scomparvero lasciando il posto allo sviluppo urbano e al diffondersi delle attività agricole che occuparono uno degli habitat più idonei allo svernamento dei cervidi. Anche i boschi di media e alta montagna con il tempo assunsero conformazioni sempre meno spontanee dal momento che l'uomo ne modificò la composizione, la struttura e le caratteristiche per i propri scopi. Con la fine del Medioevo e l'inizio del Rinascimento il mondo agricolo subì profonde mutazioni e la rapida crescita delle città produsse un forte aumento della richiesta di legname per il riscaldamento domestico, per la costruzione di case, di imbarcazioni e di utensili; ciò provocò una riduzione dello spazio vitale a disposizione della selvaggina. Anche i progressi realizzati nella tecnica delle armi diminuirono considerevolmente le possibilità di sopravvivenza della fauna selvatica: a partire dalla fine del XIII secolo i cacciatori iniziarono infatti a far uso della polvere da sparo per fabbricare armi da fuoco (Blüchel, 2004).

Le grandi opere di disboscamento eseguite per la creazione di nuovi pascoli per il bestiame domestico, nonché l'aumento delle coltivazioni cerealicole che si diffusero in maniera capillare fino all'alta montagna, hanno contribuito in maniera indiretta fino al 1800 a determinare l'estinzione locale delle specie di capriolo e cervo e una drastica diminuzione delle popolazioni di camoscio.

Gli anni compresi tra il 1900 e il 1945 rappresentano il periodo di minimo storico del numero delle popolazioni della maggior parte delle specie selvatiche a causa di una caccia indiscriminata a fini principalmente alimentari legati alle crisi economiche, alle guerre e al bracconaggio (Mustoni *et al.*, 2002).

I cambiamenti economici legati al boom industriale avvenuti a partire dal secondo dopoguerra hanno portato ad una sempre maggiore concentrazione della popolazione nei grandi centri urbani. Il conseguente abbandono della montagna, legato anche alla scarsa produttività derivante dalle attività zootecniche e agricole praticate *in situ*, unito ad una promozione di nuove misure di conservazione degli habitat e a una regolamentazione più stringente per la caccia, ha fatto sì che il territorio potesse tornare lentamente ad assumere connotazioni più “naturali” e meno soggette alla presenza umana favorendo il recupero demografico di numerose specie di animali tra cui gli ungulati (Mustoni *et al.*, 2002).

La distribuzione degli ungulati italiani ha subito quindi una generale espansione e tassi di crescita estremamente elevati anche in periodi molto brevi, con valori superiori al 30% nel caso del cervo (Apollonio, 2004).

Più nel dettaglio il capriolo (*Capreolus capreolus*) rappresenta la specie di cervide sicuramente più diffusa in Italia con una consistenza totale stimata di oltre 400mila capi (Carnevali *et al.*, 2009). La specie è diffusa su tutto il territorio nazionale, con densità maggiori nelle aree dell'Appennino settentrionale e della Toscana. Sull'arco alpino si stimano densità di 5-10 capi per 100 ettari. Il prelievo medio dei caprioli è circa l'11% della consistenza complessiva presente sul territorio nazionale.

Per quanto riguarda la situazione della popolazione italiana dei camosci alpini (*Rupicapra rupicapra*) essi sono caratterizzati da una presenza sul territorio che arriva ad una densità media compresa tra i 3 e i 10 capi/100 ha (ISPRA, 2013). Questo bovide, presente esclusivamente sulle Alpi, viene prelevato con differenze significative tra il settore occidentale e settore orientale: nel primo caso infatti i prelievi rappresentano il 6% della consistenza complessiva stimata, mentre nell'arco alpino orientale i prelievi arrivano a rappresentare fino il 12% (Carnevali *et al.*, 2009). È una specie che vive principalmente in una fascia altitudinale compresa tra i 1000 e i 2500 metri dove predominano aree forestali di latifoglie e conifere intervallate da pareti rocciose.

I cervi (*Cervus elaphus*) sono andati incontro ad un generale incremento del 44% dal 2000 al 2005 (Carnevali *et al.*, 2009; Ramanzin *et al.*, 2010). Il prelievo venatorio si registra prevalentemente nelle zone alpine dove la densità di questo cervide si attese attorno al valore di 5 capi/100 ha (ISPRA, 2013), mentre nell'area appenninica risulta essere minore e circoscritta solamente ad alcune regioni, anche se in continua e costante crescita esponenziale. I prelievi realizzati sul territorio in cui la specie viene cacciata coprono circa il 14% della consistenza complessiva.

Come conseguenza inevitabile di questo incremento demografico delle popolazioni degli ungulati, vi sono delle interazioni "forzate" tra l'uomo e la fauna che possono causare danni e problematiche di natura economica e di sicurezza pubblica, quali ad esempio un notevole incremento degli incidenti stradali (Ciabò & Fabrizio, 2012). Si tratta di un fenomeno di discrete dimensioni che ricopre circa il 3% del totale dei sinistri stradali e che nel decennio 1995-2005 ha causato circa 150 vittime e almeno un centinaio di feriti gravi (Dell'Oro *et al.*, 2012) ed i luoghi dove si registrano maggiormente questi incidenti sono per lo più collocati in prossimità degli areali delle singole specie di animali coinvolti nei sinistri. Date le circostanze, tenendo in considerazione da una parte le esigenze degli automobilisti e dall'altra quelle della fauna selvatica, risulta essere evidente come, anche sotto quest'ottica, sia necessario un controllo e una gestione degli ungulati che negli ultimi anni hanno fatto registrare una crescita in termini numerici non irrilevante.

L'incremento delle popolazioni di ungulati potrebbe consentire d'altro canto uno sfruttamento sostenibile di questa risorsa in termini alimentari e permettere lo sviluppo di un'economia locale attraverso la valorizzazione del territorio montano. La progressiva diffusione di questi animali in Italia e nel resto d'Europa ha favorito un maggiore apprezzamento nel mondo gastronomico della loro carne: essi possono dunque diventare una fonte di reddito importante per i territori rurali.

Come conseguenza dell'aumento dei carniere che si è registrato negli ultimi anni, il prelievo venatorio non è più svolto al solo scopo di autoconsumo ma le carni derivanti da questi animali, attraverso forme di caccia controllate ed etiche, possono trovare spazio anche all'interno di un mercato nazionale (Demartini *et al.*, 2018) attraverso la promozione di un prodotto gastronomico di qualità a chilometro zero. Si stima infatti che circa il 30% dell'abbattuto non venga direttamente consumato e potrebbe di conseguenza entrare in un processo di filiera commerciale nel territorio (Gaviglio *et al.*, 2015). Emerge quindi la possibilità da parte dei cacciatori di poter immettere sul mercato i capi prelevati secondo quanto stabilito dai Reg. CE 852-853/2004 permettendo di promuovere sistemi di economia locali che possano inserirsi a livello competitivo anche nel settore della ristorazione.

La carne di selvaggina costituisce un prodotto che risulta essere sempre più apprezzato da parte del consumatore per le sue spiccate proprietà sensoriali e può rappresentare un prodotto la cui provenienza è correlata a uno sfruttamento delle risorse naturali pressoché nullo (Aiking, 2011). La produzione di carne derivante dagli ungulati selvatici va così a contrapporsi nettamente al forte impatto che gli allevamenti intensivi hanno sulle risorse idriche, sul suolo e sulla biodiversità e che contribuiscono in modo significativo al cambiamento climatico del nostro pianeta. Attraverso il pascolo e la coltivazione di foraggi, il settore zootecnico occupa infatti circa il 30% della superficie terrestre e gli allevamenti intensivi contribuiscono al 18% del totale delle emissioni di gas serra superando così quelle causate dai trasporti.

Un altro aspetto rilevante è legato alla perdita della biodiversità che è strettamente correlata all'inquinamento, alla sedimentazione delle zone costiere, al degrado del suolo e all'invasione di specie alloctone, tutti fattori causati dalla maggiore diffusione degli allevamenti intensivi (FAO, 2006).

Il settore zootecnico influisce infatti negativamente a livello globale per il 78% sulla perdita di biodiversità, per l'80% sull'acidificazione del suolo e l'inquinamento atmosferico (emissioni di ammoniaca e ossido di azoto), per

l'81% sul riscaldamento globale e per il 73% sull'inquinamento delle acque (attraverso l'immissione eccessiva di azoto e fosforo) (Leip *et al.*, 2015).

Da uno studio preliminare sul Life Cycle Assessment (LCA) svolto nell'ambito del Progetto Filiera Eco-Alimentare, in cui questa tesi si inserisce, è emerso che un chilogrammo di carne di cervo produce dai 3,6 ai 6,5 Kg di CO₂, a seconda della tipologia di valutazione effettuata sull'attività venatoria, rispetto ai 25,7 Kg prodotti da un Kg di carne di manzo (Fiala e Marveggio, comm. personale). La carne derivante dagli ungulati selvatici può quindi rappresentare un prodotto sostenibile e può essere considerata a tutti gli effetti una produzione che permette di salvaguardare anche l'aspetto ambientale.

Oltre a ciò, occorre considerare che la produzione di carne da selvaggina cacciata può essere garante anche di una qualità etica, rispettando in ogni fase il benessere animale. È infatti risaputo come il rispetto del benessere animale possa migliorare qualitativamente e quantitativamente le produzioni e le caratteristiche sensoriali delle carni (Sgoifo *et al.*, 2009; Faucitano, 2018).

La libertà di manifestare i comportamenti tipici della specie, di alimentarsi con ciò che è disponibile nell'ambiente naturale e, non da ultimo, la libertà da qualunque fonte di sofferenza e stress, anche nelle fasi di abbattimento, garantiscono produzioni di elevato pregio e una qualità etica che potrebbe di fatto rappresentare un valore ulteriore per il commercio delle carni di selvaggina.

Gli ungulati cacciati non subiscono infatti lo stress dovuto alle fasi di trasporto e sosta che affrontano invece gli animali allevati e abbattuti nei macelli dove la tensione nervosa causata da rumori, odori e dalla presenza di altri animali va ad unirsi a tutta una serie di fattori stressogeni che portano inevitabilmente ad una riduzione del livello di benessere che dovrebbe essere garantito ad ogni animale.

Il trasporto è considerato infatti il fattore che va ad influenzare maggiormente la qualità della carne (Corese, 2015): la sua durata influisce sulle riserve energetiche (Hartung, 2003), a causa della privazione di acqua e di cibo, e sulle difese immunitarie aumentando così la possibilità di diffusione di malattie infettive (Gebresenbet *et al.*, 2003). Situazioni ancor più negative si verificano

poi in caso di sovraffollamento del mezzo e disomogeneità dei capi (Pollard *et al.*, 2003).

Klont *et al.* (2001) evidenziano inoltre che gli animali allevati in condizioni inospitali, quali quelle che si riscontrano spesso negli allevamenti intensivi, hanno concentrazioni plasmatiche di cortisolo molto più elevate rispetto ad animali che si trovano in condizioni idonee a garantire un adeguato livello di benessere come, ad esempio, un maggior spazio pro capite. Lo spazio ridotto messo a disposizione negli allevamenti intensivi sembrerebbe proprio essere uno dei fattori di maggior stress per gli animali (Gottardo *et al.*, 2003).

La selvaggina al contrario non è sottoposta a questi *stressors* e nemmeno ad un'alimentazione forzata o a trattamenti farmacologici e terapeutici: gli animali selvatici nascono e crescono in libertà nutrendosi di quello che la natura offre loro e vengono infine abbattuti nel loro ambiente naturale. Con il termine "selvatica" si intende infatti la fauna proveniente direttamente dall'ambiente naturale (Circolare esplicativa del Decreto Interministeriale del 19 aprile 1996). È indispensabile però che, al fine di garantire il benessere animale (e con esso anche la qualità del prodotto finito carne), il cacciatore venga formato così che possa attuare un abbattimento corretto e immediatamente mortale, concetto che sta alla base dell'etica venatoria. I cacciatori, oltre ad aver seguito dei corsi di formazione, devono essere muniti di armi di precisione dotate di ottiche di mira in maniera tale che l'animale possa essere abbattuto con un unico colpo mortale fino a distanze di 300 metri, senza che l'animale si accorga della presenza del cacciatore. Una gestione corretta del capo sia nelle fasi *ante mortem* che *post mortem* permette di ottenere un prodotto di ottima qualità sia dal punto di vista sensoriale che igienico-sanitario, tale da permettere la creazione di una filiera certificata.

È ovvio pertanto che per valorizzare le carni di selvaggina attraverso lo sviluppo di tale filiera, debba essere fornito anche un disciplinare di produzione che garantisca sicurezza dal punto di vista microbiologico e la tracciabilità del prodotto. Studi approfonditi hanno dimostrato che se gli ungulati vengono abbattuti correttamente e le loro carcasse vengono dissanguate ed eviscerate

adeguatamente, la contaminazione da parte di microrganismi alteranti e/o patogeni delle carcasse può essere ridotta a livelli minimi tali da non pregiudicare la qualità e la sicurezza del prodotto (Hoffman e Wiklund, 2006; Gill, 2007; Atassanova *et al.*, 2008).

I regolamenti comunitari (853 e 854 del 2004), affrontando la natura dei sistemi di sicurezza che devono essere adottati nella gestione del prodotto, incaricano il cacciatore di una responsabilità oggettiva nei confronti del prodotto selvaggina sotto l'aspetto della sicurezza igienico-sanitaria e della tracciabilità. È previsto inoltre che sia il cacciatore stesso, formato attraverso corsi appositi, a svolgere l'esame *ante mortem*, volto ad individuare e segnalare eventuali comportamenti anomali e/o segni di patologie. Tale formazione fornisce inoltre tutti gli strumenti utili ad eseguire corrette tecniche di manipolazione, eviscerazione e trasporto dei capi, al fine di garantire la qualità del prodotto: va ricordato infatti che una gestione non corretta della carcassa determina modificazioni ed alterazioni che possono rendere la carne non più edibile (Pollard *et al.*, 2003; Liepina *et al.*, 2010). Non va inoltre dimenticato che, non solo le caratteristiche microbiologiche della carne (e quindi la sua sicurezza igienica), ma anche la qualità sensoriale risulta essere fortemente influenzata dalle modalità con le quali viene condotto l'abbattimento dell'animale e la successiva gestione della carcassa (Ramanzin *et al.*, 2010).

Gli aspetti più critici che devono essere tenuti in considerazione che possono compromettere la qualità della carne fino a renderla non più edibile sono legati alle tecniche di caccia adottate, alla mortalità del colpo, al tempo impiegato per il recupero della carcassa e infine al dissanguamento e all'eviscerazione (Viganò *et al.*, 2017 b). Le diverse modalità di caccia e i colpi non mortali possono provocare infatti livelli di stress che portano alla produzione di carni DFD (*Dark Firm Dry*) non più accettabili dal punto di vista sensoriale come carni di elevata qualità. Allo stesso modo, se l'animale non è ucciso correttamente e la carcassa non è gestita in modo adeguato si possono verificare contaminazioni microbiche che compromettono anche la sicurezza igienica di queste carni. Per questo motivo è importante che l'animale venga ucciso con un unico colpo mortale così che possa sopraggiungere una morte rapida e la contaminazione

microbica sia ridotta al minimo (Bragagna *et al.*, 2005; Winkelmayr *et al.*, 2008).

Inoltre, di fondamentale importanza, è l'eviscerazione in campo degli ungulati immediatamente dopo l'abbattimento: ciò è indispensabile per evitare che dall'intestino i microrganismi possano diffondersi all'interno delle masse muscolari (Ramanzin *et al.*, 2010) causando quindi alterazioni che possono compromettere la sicurezza e la qualità del prodotto finito carne. Anche il dissanguamento immediato, ottenuto mediante la recisione della carotide e/o dei grossi vasi del cuore, è determinante per consentire una corretta conservazione della carne: la permanenza del sangue all'interno dei vasi può causare infatti la proliferazione di microrganismi all'interno del tessuto muscolare (Bragagna *et al.*, 2005), ovvero impedire a causa dell'effetto tampone (Berenbrink, 2006) un corretto processo di acidificazione della carne. Appropriate attività di pre-macellazione e l'applicazione di adeguate pratiche di gestione della carcassa, unitamente a corrette procedure di trasformazione, possono consentire una fornitura continua e costante di carne di selvaggina di elevata qualità (Pollard *et al.*, 2003; Wiklund *et al.*, 2001; Vergara *et al.*, 2003) che può così contribuire al rilancio dell'economia rurale alpina.

La carne derivante dagli ungulati selvatici presenta aspetti interessanti anche dal punto di vista nutrizionale: ciò contribuisce a renderla un prodotto sempre più apprezzato da parte del consumatore. Il prodotto alimentare che deriva dalla trasformazione di queste carni presenta infatti caratteristiche attraenti per il consumatore che oggi esige sempre più alimenti magri e di buona qualità dal punto di vista nutrizionale (Demartini *et al.*, 2018).

Le carni di selvaggina, pur diversificandosi in relazione al sesso, all'età e al periodo di prelievo del capo, sono in generale molto magre e mostrano un contenuto di grasso intramuscolare spesso inferiore al 2% (Ramanzin *et al.*, 2010; Russo, 2016; Viganò *et al.*, 2017 a). Il ridotto quantitativo di sostanze grasse intramuscolari può però influire negativamente sulla tenerezza, sulla succosità e sul colore della carne: tutti aspetti rilevanti dal punto di vista sensoriale che determinano l'accettabilità di questo prodotto da parte del

consumatore. In particolare, il colore più scuro di queste carni può essere dovuto principalmente alla presenza di un maggior quantitativo di mioglobina nel muscolo e ai valori di pH più elevati che si registrano nel caso di una non corretta gestione della carcassa durante i processi *post mortem* (Hoffman, 2001).

La carne di selvaggina è inoltre una carne povera di calorie e colesterolo e ricca in proteine (> 22%), ferro, zinco, vitamina B12 e di acidi grassi polinsaturi (Ken, 2012). Particolarmente interessante è il rapporto di acidi grassi $\omega 6/\omega 3$ (inferiore a 4) e la presenza di acido linoleico coniugato (CLA) (Secchiari *et al.*, 2001; Sacca *et al.*, 2004; Ramanzin *et al.*, 2010; Valencak *et al.*, 2015). Il rapporto $\omega 6/\omega 3$ risulta essere per questo motivo molto valido dal punto di vista nutrizionale (Collomb *et al.*, 2004; LARN, 2014).

Gli acidi grassi polinsaturi $\omega 3$ e $\omega 6$ sono acidi grassi essenziali che devono essere necessariamente assunti con la dieta dal momento che non sono sintetizzabili dal nostro organismo. Essi giocano ruoli fondamentali sia dal punto di vista strutturale che funzionale in differenti tessuti, entrando nella costituzione di tutte le membrane. L'organismo umano è poi in grado, a partire dall'acido α -linolenico (C18:3 $\omega 3$) e dall'acido linoleico (C18:2 $\omega 6$), di produrre acidi grassi a catena più lunga che costituiscono i precursori degli eicosanoidi. L'acido grasso $\omega 3$ infatti deve essere trasformato in EPA (acido eicosapentenoico) e in DHA (acido docosaesaenoico) per esercitare gli effetti biologici determinanti per l'ottimale funzionamento del cervello, della retina e delle gonadi. Essi esplicano inoltre un'azione protettiva nei confronti del processo aterosclerotico e dell'insorgenza di malattie cardiovascolari (Fiori, 2009). Gli eicosanoidi derivati dall'EPA promuovono infatti un abbassamento dei livelli di trigliceridi circolanti nel sangue, aumentano il livello di colesterolo HDL e svolgono un'azione anti-infiammatoria e anti-trombotica.

Gli eicosanoidi che derivano dall'acido arachidonico (C20:4 della famiglia degli $\omega 6$) hanno anch'essi un ruolo strutturale e funzionale e favoriscono l'abbassamento dei livelli di colesterolo LDL nel sangue. L'acido arachidonico è inoltre presente nei fosfolipidi di membrana e svolge un ruolo rilevante,

opportunamente bilanciato con il DHA, nello sviluppo embrionale e nell'accrescimento del neonato (Fiori, 2009).

Gli ungulati selvatici, poiché si nutrono allo stato brado di erbe spontanee e foraggio verde, presentano valori più elevati di acido linoleico coniugato e ciò sembra essere correlato al più alto contenuto di acidi grassi polinsaturi presenti nell'erba. Il CLA esplica importanti caratteristiche nutrizionali sull'organismo umano mostrando proprietà antitrombotiche, anticancerogene, immunomodulatorie, diminuendo il rischio di contrarre il diabete e andando a ridurre i quantitativi di massa grassa a favore di quella magra (Mayfield *et al.*, 2015).

Nell'ambito del Progetto "*Filiera Eco-Alimentare: valorizzazione delle carni di selvaggina*", al fine di valutare i parametri nutrizionali ed il profilo degli acidi grassi degli ungulati prelevati, si è condotto un campionamento del muscolo *Longissimus dorsi*. I valori nutrizionali, calcolati su 100 g di prodotto, evidenziano un elevato contenuto di proteine (media 22,39 g \pm 1,727 Std. Dev.), un basso contenuto di grassi (media 1,96 g \pm 1,434 Std. Dev.) e valori di ceneri che si attestano su valori medi di 1,25 g \pm 0,105 Std. Dev (Viganò *et al.*, 2018). Nel caso dei camosci prelevati nella Val d'Ossola, le analisi effettuate nell'ambito del progetto, hanno evidenziato valori medi percentuali sulla frazione lipidica di ω 3 pari a 3,82 e di ω 6 di 9,05 (con un rapporto ω 6/ ω 3 uguale a 2,37). Per i caprioli si sono stimati valori di ω 3 e ω 6 pari rispettivamente all'1,04% e al 3,98% (con un rapporto di 3,83). Il campionamento effettuato infine sui cervi della Val d'Ossola ha evidenziato un quantitativo percentuale di ω 3 pari a 2,06 e ω 6 a 3,52 che danno un rapporto ω 6/ ω 3 uguale a 1,71 (Viganò *et al.*, 2017 a).

Nel complesso, dal punto di vista degli acidi grassi, la carne proveniente dagli ungulati selvatici, a differenza dei valori registrati negli animali allevati e domestici, conferisce un apporto di acidi grassi ottimale per il loro utilizzo da parte dell'organismo umano (Grafico 1).

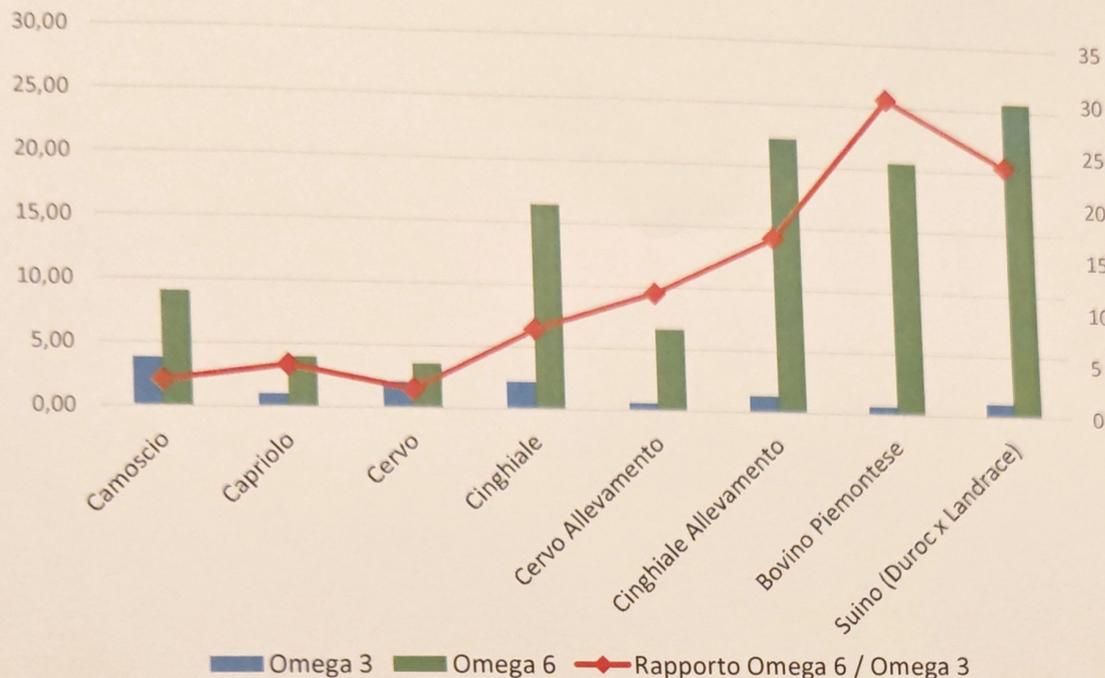


Grafico 1: Valore medio omega-3, omega-6 (espressi in percentuale sulla frazione lipidica), e rapporto omega-6 con omega-3, nelle carni di selvaggina analizzate nell'ambito del progetto e confronto con animali selvatici allevati e domestici (Progetto Filiera-Eco Alimentare: valorizzazione delle carni di selvaggina).

Tutta questa serie di caratteristiche positive può spiegare l'interesse crescente verso lo sfruttamento sostenibile della risorsa ungulati che potrebbe così creare un reddito non indifferente per le popolazioni delle zone rurali. In particolare, a sostegno di questa affermazione, dobbiamo considerare che negli ultimi dieci anni i tassi di abbattimento in particolare dei cervi sono aumentati del 150% e si pensa che nel prossimo futuro possano addirittura diventare due volte quelli attuali. Il cervo inoltre, grazie alle sue grandi dimensioni corporee, diventerà la prima fonte di carne di ungulati (Ramanzin *et al.*, 2010). Per quanto riguarda questo caso specifico, le analisi svolte all'interno del Progetto Filiera Eco-Alimentare hanno fatto rilevare la presenza di componenti molto interessanti dal punto di vista nutrizionale in relazione al sesso e all'età dell'animale.

g/100g	CERVO YEARLING	CERVO M SUBADULTO	CERVO M ADULTO	CERVO F ADULTA
Umidità	71,68	74,10	74,26	74,39
Proteine	21,70	23,30	24,10	21,90
Grassi	5,09	1,06	0,25	2,32
Ceneri	1,39	1,34	1,25	1,23

Tabella 1: Valori di umidità, proteine, grassi e ceneri calcolati su 100 gr di prodotto tal quale, espressi in grammi (Viganò *et al.*, 2018).

%	CERVO YEARLING	CERVO M SUBADULTO	CERVO M ADULTO	CERVO F ADULTA
C 12:0	0,26	0,37	0,52	0,35
C 14:0	5,54	6,14	5,42	5,75
C 14:1	1,31	0,79	0,84	0,91
C 15:0	0,97	1,12	1,65	1,42
C 16:0	29,66	29,41	27,67	27,96
C 16:1	7,25	4,04	5,71	5,67
C 17:0	0,96	1,07	1,25	1,15
C 17:1	0,32	0,19	0,26	0,27
C 18:0	20,19	27,59	30,81	23,22
C 18:1 n-9	20,03	17,60	14,86	18,05
C 18:1 n-7	6,75	5,95	6,30	7,44
C 18:2 n-6	2,76	2,64	2,11	3,38
C 18:3 n-3	1,45	0,99	1,04	1,75
C 18:3 n-6	0,47	0,29	0,37	0,46
C 18:4 n-3	0,64	0,55	0,51	0,57
C 20:0	0,45	0,75	0,48	0,73
C 20:1 n-9	0,31	0,17	0,11	0,15
C 20:2 n-6	0,11			0,09
C 20:3 n-6	0,07	0,19	0,09	0,08
C 20:3 n-3	0,07			0,10
C 20:4 n-6	0,21			0,18
C 20:5 n-3	0,10			0,08
C 22:0	0,09	0,15		0,13
C 22-6 n-3	0,01			
C 24:0				0,09

Tabella 2: Composizione in acidi grassi espressa in % sulla frazione lipidica (Viganò *et al.*, 2018).

Emergono differenze nella concentrazione e nella composizione in acidi grassi tra specie, classi di età e sesso. In modo particolare il valore dei grassi nei maschi di cervo adulto risulta significativamente più basso rispetto alle altre classi della medesima specie, in quanto soggetti ad un importante calo ponderale successivo al periodo degli amori.

	CERVO YEARLING	CERVO M SUBADULTO	CERVO M ADULTO	CERVO F ADULTA
SFA	2,96	0,71	0,17	1,41
MUFA	1,83	0,30	0,07	0,75
PUFA	0,30	0,05	0,01	0,16
$\omega 3$	0,12	0,02	0,00	0,06
$\omega 6$	0,18	0,03	0,01	0,10
$\omega 6/\omega 3$	1,60	2,03	1,66	1,68

Tabella 3: SFA, MUFA, PUFA, $\omega 3$ e $\omega 6$ in 100 gr di prodotto, espressi in grammi e rapporto $\omega 6/\omega 3$ (Viganò *et al.*, 2018).

Per queste caratteristiche intrinseche e per le favorevoli caratteristiche di qualità estrinseche, la carne di selvaggina riesce a beneficiare di una serie di sempre più importanti tendenze di consumo (Piasentier *et al.*, 2005). Va ricordato però che la qualità della carne dipende, oltre che dalle caratteristiche compositive, anche dalle proprietà sensoriali (aspetto, aroma, consistenza, odore e sapore), caratteristiche igienico-sanitarie (residui e qualità microbiologica) e specifiche tecnologiche (ritenzione idrica e pH).

Trattando l'argomento relativo all'utilizzo delle carni derivanti dagli ungulati selvatici per fini alimentari, non si può non approfondire ciò che concerne le fasi successive all'abbattimento che sono determinanti nel definire la conservabilità e le caratteristiche sensoriali di queste carni. Tutti i processi chimico-fisici che consentono la trasformazione del muscolo in carne, nell'insieme definiti "frollatura", sono influenzati dalle condizioni di stress subite dall'animale nelle fasi *ante mortem* e dalle modalità di dissanguamento eseguite nelle fasi immediatamente successive all'abbattimento (Hoffman & Ferreria, 2000). Inoltre, stadi legati alla biologia riproduttiva, come ad esempio

un rapido dimagrimento nei maschi adulti nel periodo degli amori, possono alterare la velocità di discesa del pH (Viganò *et al.*, 2017 a).

In seguito alla morte dell'animale e al conseguente arresto del circolo ematico, il muscolo non viene più rifornito di ossigeno e glucosio. Il primo fenomeno a manifestarsi è il *rigor mortis*, un irrigidimento delle masse muscolari dovuto alla formazione del complesso actomiosina a partire dalle proteine di actina e miosina che, in assenza di ATP, non riesco più a dissociarsi e a permettere la decontrazione del muscolo. Si instaura quindi nell'organismo un metabolismo di tipo anaerobio che porta all'utilizzo delle riserve di zuccheri presenti a livello dei muscoli, principalmente glicogeno, con conseguente produzione di acido lattico (Wiklund *et al.*, 2004). Si determina così un abbassamento del pH da valori prossimi alla neutralità a una moderata acidità (pH: 5.4-5.8). Con un'adeguata acidificazione, dal momento che viene inibita la proliferazione di microrganismi alteranti, si assicura una corretta conservazione della carne e si influisce positivamente sulle sue caratteristiche qualitative e sensoriali di tenerezza, colore e ritenzione idrica (Huff-Lonergan & M. Lonergan, 2005).

La velocità e l'entità dell'abbassamento del pH dipende principalmente da eventuali condizioni di stress a cui è sottoposto l'animale prima dell'abbattimento. Uno stress eccessivo nelle fasi *ante mortem* provoca un innalzamento dei livelli di adrenalina e cortisolo all'interno dell'organismo che determinano un inevitabile riduzione dei livelli di glicogeno che sono depositati nei fasci muscolari come riserve energetiche; l'animale abbattuto invece senza stress fisici porta intatte nel muscolo le riserve energetiche che saranno poi fondamentali per il superamento del *rigor mortis* (Bragagna *et al.*, 2005; Postolache *et al.*, 2011). È per questo motivo che una morte rapida, con un unico colpo mortale risulta essere fondamentale per ottenere carni di elevata qualità (Ramanzin *et al.*, 2010).

Un pH finale elevato, con valori superiori a 6.0-6.2, determina la formazione di carni DFD (*Dark Firm Dry*) che appaiono scure, compatte e molto asciutte a causa dell'eccessiva ritenzione idrica. Questo è un fenomeno che si verifica quando non si riscontra una sufficiente produzione di acido lattico a causa di ridotte quantità di glicogeno presenti come riserva nei muscoli (Wiklund *et al.*, 2004; Ramanzin *et al.*, 2010). Come conseguenza della comparsa del difetto DFD si ottengono carni caratterizzate da una minore conservabilità e da caratteristiche sensoriali inaccettabili per un prodotto di qualità destinato al consumo umano.

Successivamente ad una corretta acidificazione della carne si assiste ad un suo progressivo intenerimento ad opera di reazioni di idrolisi enzimatica che portano alla denaturazione delle proteine muscolari. La velocità con la quale si verifica questo fenomeno dipende dalle caratteristiche intrinseche dell'animale (contenuto in grasso ed età) e dalla temperatura di conservazione. Una temperatura di +4/+6°C va infatti ad influire positivamente sull'attività svolta dagli enzimi. Questi complessi enzimatici permettono la risoluzione dello stato di *rigor* andando a degradare, all'interno dei sarcomeri, le zone in cui si ha l'associazione dei filamenti spessi e dei filamenti sottili; questi fenomeni enzimatici consentono il recupero da parte del muscolo della sua estensibilità con un aumento del grado di tenerezza della carne.

La valutazione del pH fornisce indicazioni in merito al corretto processo di frollatura delle carni evidenziando criticità legate allo stress indotto



Figura 1: Misurazione del pH su carcassa di cervo. Oltre allo strumento si nota la sonda di misurazione del pH e la sonda termometrica.

dall'abbattimento, temperature di raffreddamento della carcassa e stato fisiologico del soggetto (Winkelmayer *et al.*, 2008); è quindi indispensabile la valutazione di questo parametro per poter comprendere se la carne derivante dall'abbattimento degli ungulati selvatici sia stata trattata nel modo corretto. Per far sì che la carne vada incontro ad una corretta frollatura è fondamentale che il cacciatore venga formato in modo tale che sia in grado di trattare correttamente la carcassa così che la carne possa essere considerata idonea al consumo e alla commercializzazione (Cambiotti, 2015).

Il regolamento CE n. 853/2004 chiarisce infatti che *“al fine di assicurare un'adeguata ispezione della selvaggina oggetto di attività venatoria immessa nel mercato della Comunità, le carcasse di animali oggetto di detta attività e relativi visceri sono presentati presso un centro di lavorazione della selvaggina per un'ispezione post mortem ufficiale. Tuttavia, per conservare talune tradizioni venatorie senza pregiudicare la sicurezza degli alimenti, è opportuno prevedere una formazione destinata ai cacciatori che immettono nel mercato selvaggina destinata all'alimentazione umana. Ciò dovrebbe mettere i cacciatori in grado di intraprendere un esame iniziale della selvaggina all'atto della cattura”*. Il cacciatore deve essere a conoscenza delle norme igienico-sanitarie e delle tecniche adeguate di manipolazione, eviscerazione e trasporto dei capi dopo l'abbattimento.

Uno dei parametri più importanti, insieme al pH, da tenere in considerazione nell'ottica della creazione di una filiera alimentare certificata è il colore della carne. Il colore è infatti una delle caratteristiche più rilevanti che interviene nel determinare la volontà di acquisto da parte del consumatore.

Il colore della carcassa è un fattore strettamente connesso non solo alle qualità tecnologiche della carne ma anche al suo pH il quale, a sua volta, condiziona i parametri che maggiormente vanno a influenzare le caratteristiche sensoriali di questo prodotto: tenerezza, aroma, capacità di



Figura 2: Misurazione di luminosità, indice di rosso e indice di giallo mediante l'utilizzo di un colorimetro su carcassa di cervo.

ritenzione idrica e periodo di conservabilità (Dell'Orto *et al.*, 2005).

Il colore è il parametro dotato di maggiore potere discriminante al momento dell'acquisto in quanto viene strettamente associato alla freschezza della carne e alla sua tenerezza (Dell'Orto *et al.*, 2010).

L'applicazione della colorimetria, attraverso l'analisi delle variabili di luminosità (L^*), indice del rosso (a^*) e indice del giallo (b^*), può essere quindi considerata utile per definire, in relazione ai valori di pH, l'ottenimento di un prodotto di elevata qualità.

Va tenuto in considerazione che sul colore della carne non va tanto ad influire il contenuto di emoglobina del muscolo, tanto è vero che mediante il dissanguamento dell'animale essa viene persa per circa il 95%.

Il colore è infatti principalmente influenzato dal contenuto e dallo stato chimico-fisico della mioglobina, dalla composizione e dallo stato fisico del muscolo (Renner, 1986) e dalla struttura della carne. Quest'ultima è direttamente influenzata dal valore ultimo di pH raggiunto attraverso il processo di frollatura della carne.

Il contenuto di mioglobina varia sensibilmente in funzione della specie, dell'età dell'animale, dell'alimentazione e dal tipo di muscolo preso in esame (Iacurto *et al.*, 2002). C'è inoltre da considerare l'esistenza di fattori estrinseci che influenzano il colore della carne e che sono principalmente legati alle fasi di pre-macellazione e alla macellazione stessa (Abril *et al.*, 2001).

Il pigmento principale della carne che influenza il colore è quindi la mioglobina. La quantità di eme-proteine presenti nelle carni fresche difficilmente supera lo 0,5% del peso nelle carni rosse, ma non è tanto la quantità di eme-pigmenti ad essere importante quanto il loro stato chimico-fisico.

La mioglobina è costituita da una proteina globulare e dal gruppo eme (complesso porfirinico che lega una molecola di ferro). Il ferro può essere presente in forma ridotta o ossidata e può creare 6 legami di coordinazione: 4 sono impiegati con l'azoto dell'istidina, 1 è legato alla parte globulare della proteina e 1 sito di legame rimane libero e può essere occupato da molecole differenti (dovrebbe essere associato all'ossigeno per far sì che possa essere trasportato all'interno del muscolo in modo tale da permettere l'utilizzo dei substrati per trarre

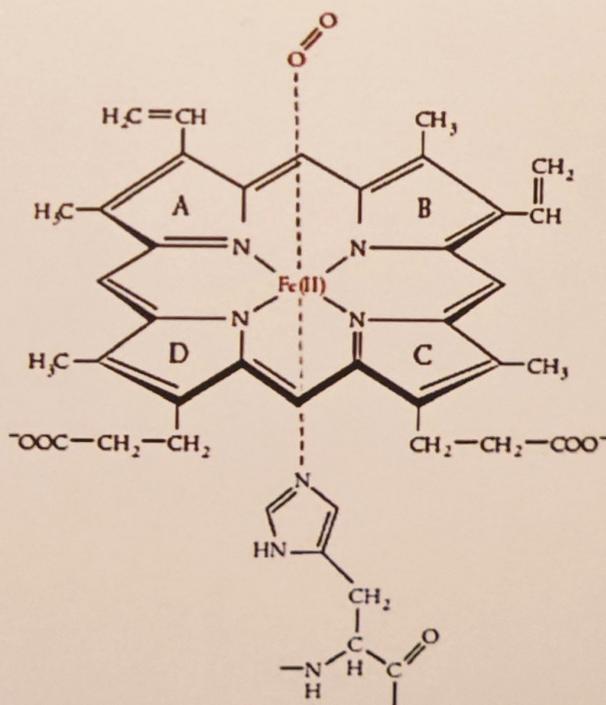


Figura 3: Struttura della mioglobina.

energia) (Lawrie *et al.*, 2006). È lo stato chimico-fisico della mioglobina che determina pertanto il colore della carne (Abril *et al.*, 2001).

I principali stati chimico-fisici che può assumere la mioglobina sono 3:

- Deossimioglobina: l'atomo di ferro è nella forma ridotta di Fe II e presenta il terzo legame del ferro libero; la carne assume una colorazione rosso porpora;
- Ossimioglobina: il ferro è in forma ridotta ma il terzo legame è occupato dall'ossigeno e la colorazione della carne è tendente al rosso vivo.
- Metamioglobina: il ferro è nella forma ossidata di Fe III e il terzo legame è coordinato con una molecola d'acqua; questa forma ha una colorazione bruna ed è evidente quando circa il 40% della mioglobina è presente in questa forma.

Le tre forme coesistono e sono in equilibrio dinamico tra di loro e il prevalere dell'una sull'altra determina il colore che viene percepito. La trasformazione nelle tre forme principali è reversibile a meno che non si abbia una denaturazione della parte globinica della molecola che perde così la capacità di far tornare il ferro nella forma di Fe^{2+} e di legarsi di nuovo all' O_2 .

Il colore della carne dipende non solo dalla concentrazione e dallo stato chimico dei pigmenti ma anche dalle caratteristiche della carne rispetto alla diffusione e all'assorbimento della luce: essi sono in relazione al volume miofibrillare e alla penetrazione dell'ossigeno. Ci sono dei fattori legati specificatamente all'andamento delle fasi *post mortem* dell'animale che sono determinanti nell'andare a definire la colorazione della carne. Uno dei più rilevanti è l'abbassamento dei valori di pH che è in grado di creare fenomeni di scattering della luce (Swatland, 1989): la struttura iniziale della carne è ordinata e compatta mentre poi, in seguito alla frollatura, le fibre muscolari vanno a separarsi le une dalle altre creando così degli spazi dove la luce viene riflessa in maniera differente. In particolare la mancata acidificazione della carne provoca un minor effetto di scattering e quindi una colorazione più scura (Seideman *et al.*, 1984); ciò è dovuto anche al fatto che l'ossigeno penetra

meno facilmente nelle fibre muscolari poiché esse sono adese le une alle altre. Controllando quindi l'abbassamento del pH si può avere una colorazione diversa della carne. Anche fenomeni microbici possono incidere sulla colorazione della carne: può verificarsi lo sviluppo di microrganismi che possono degradare gli eme-pigmenti o consumare l'ossigeno portando all'imbrunimento della carne.

In generale, al fine di ottenere un prodotto di qualità è importante che si svolgano correttamente i processi di frollatura che permettono la trasformazione del muscolo in carne. La frollatura e i valori finali di pH influiscono infatti in modo significativo sulle caratteristiche sensoriali del prodotto quali la tenerezza, la grana e la succosità del prodotto carne, nonché il colore della stessa. Quest'ultimo è il parametro dotato di maggior potere discriminante al momento dell'acquisto da parte del consumatore in quanto viene strettamente associato alla freschezza della carne e, di riflesso, alla sua qualità. Tutto ciò evidenzia come le attività che vengono condotte dal cacciatore sia nelle fasi *ante* che *post mortem* dell'animale siano determinanti nel definire le caratteristiche non solo igieniche ma anche sensoriali del prodotto alimentare che deriva dalla carne degli ungulati selvatici.

SCOPO DELLA TESI

Il territorio nel quale ho svolto l'attività di tirocinio è situato nell'area dei Comuni dell'Alta Val d'Ossola (in provincia del Verbano-Cusio-Ossola). Nell'ambito di un bando promosso da Fondazione Cariplo relativo alla "Comunità resiliente", si è costruito un progetto denominato "*PROCESSI DI FILIERA ECO-ALIMENTARE: la gestione di un prodotto sostenibile come strumento di stimolo al miglioramento ambientale dei territori alpini*" che ha preso avvio nel febbraio 2015, e che si è prolungato a partire dall'aprile 2017 nel progetto "*PROCESSI DI FILIERA ECO-ALIMENTARE: La gestione di prodotto sostenibile per lo sviluppo dei territori alpini*". Entrambi i progetti hanno avuto come scopo la gestione sostenibile degli ungulati selvatici, il cui incremento esponenziale negli ultimi decenni ha causato anche l'aumento di conflitti con le attività agro-forestali e antropiche, e la finalità di valorizzare le carni di selvaggina attraverso la stesura di linee guida per la corretta gestione delle carcasse, l'ispezione veterinaria e la successiva trasformazione e commercializzazione del prodotto. Tale progetto è volto a creare una procedura standardizzata di certificazione di qualità del capo di selvaggina locale coniugando in modo etico e sostenibile gli obiettivi di tutela e conservazione della fauna selvatica, l'equilibrio ambientale e limitare i conflitti con le attività umane. Questo progetto assume anche il ruolo positivo di portare ad una riduzione delle attività di bracconaggio, alla gestione delle popolazioni di ungulati selvatici nell'areale dell'Alta Val d'Ossola e con esso incentivare lo sviluppo del turismo gastronomico legato alle produzioni locali, attraverso lo sviluppo di una filiera che segua un disciplinare di produzione etico, tracciato e che garantisca elevata sicurezza igienico-sanitaria e riconoscibilità attraverso la creazione di un marchio.

In tal senso un valore significativo ha assunto la formazione, oltre che dei cacciatori, dei macellai, ristoratori e operatori alberghieri riguardo la normativa e la valorizzazione del prodotto anche in termini economici al fine

di mettere in atto un nuovo modello di gestione che integri ambiente, economia e coinvolgimento della comunità.

Si tratta di un progetto nato nell'ottica di creare valore economico facendo leva su un capitale naturale e culturale che rappresenta un patrimonio unico al mondo e che non si esaurisce, se ben fruito, ma anzi crea benessere diffuso per il territorio, se ben valorizzato. Promuovere il consumo di selvaggina può rappresentare quindi per i territori montani il recupero di una produzione sostenibile e di qualità.

Il seguente lavoro di tesi si inquadra in questo progetto. Nello specifico ha come obiettivo principale quello di individuare parametri semplici volti a definire dal punto di vista qualitativo la selvaggina cacciata. A tal fine sono state condotte indagini sul rilevamento dei valori di pH come importante e utile mezzo per una prima valutazione delle caratteristiche delle carcasse di ungulati. Si tratta di un esame immediato che consente di valutare le modificazioni che avvengono a carico del muscolo che, in seguito ad una adeguata frollatura, si trasforma in carne commercializzabile. La rilevazione dei valori di pH rende inoltre possibile la valutazione della qualità microbiologica della carcassa che sarà destinata al consumo umano.

In aggiunta ai valori di pH è stata eseguita la valutazione colorimetrica delle carni di cervo nel momento in cui gli animali pervenivano al centro di controllo. Nel suo complesso questa indagine vuole consentire di valutare l'influenza che le pratiche di gestione del capo, sia nelle fasi *ante* che *post mortem*, possono avere sulle caratteristiche sensoriali del prodotto alimentare quali determinanti dell'accettabilità da parte del consumatore.

MATERIALI E METODI

1. Area di studio

Il territorio nel quale ho svolto il tirocinio e raccolto i dati analizzati nella mia tesi di laurea è situato nella Provincia del Verbano-Cusio-Ossola. I campionamenti sono stati eseguiti presso i Comprensori Alpini di Caccia (CA) VCO2 - Ossola Nord e VCO3 - Ossola Sud (Figura 4).



Figura 4: Localizzazione della provincia di Verbania e del Comprensorio Alpino di Caccia VCO2 - Ossola Nord e VCO3 - Ossola Sud, rispetto all'Italia e al Piemonte (Per gentile concessione del Dott. Marco Gelati).

Il CA VCO2 Ossola Nord occupa una superficie planimetrica di 72.601 ettari e comprende differenti aree a protezione faunistica tra le quali parte del Parco Nazionale della Val Grande e parte del Parco Naturale Regionale Alpe Veglia e Alpe Devero. Sono presenti inoltre sul territorio 7 Oasi di Protezione della Fauna istituite dalla Provincia del Verbano-Cusio-Ossola: Formazza, Premia, Baceno, Bondolero, Montecrestese, Bagni di Craveggia, Piana di Vigizzo.



Figura 5: Logo VCO2-Ossola Nord.

Nel territorio del VCO2, per la gestione venatoria delle specie selvatiche si individuano 2 distretti:

- Distretto 1: Antigorio, comprendente i comuni di Crodo, Baceno, Premia e Formazza.
- Distretto 2: Vigizzo, comprendente i comuni di Trontano, Toceno, Druogno, Santa Maria Maggiore, Malesco, Re, Villette, Craveggia, Montecrestese e Masera.

Dal punto di vista geografico-territoriale è possibile individuare nel territorio tre fasce altimetriche nelle quali vivono le differenti specie di ungulati selvatici: la più alta presenta caratteri tipicamente montani con la presenza, quasi esclusiva, di pareti rocciose; la zona intermedia è costituita da boschi e pascoli; la parte più bassa è ricoperta invece di distese di prati e campi (Rostagno e Cantore, 2011).

La Valle Antigorio è un'antica valle glaciale e rimangono molte tracce del passaggio dei ghiacciai sulle rocce laterali della valle. Essa si incassa sempre più verso il basso con fianchi che sono via via sempre più ripidi. Lungo i fianchi si distingue una zona inferiore molto ripida mentre a metà costa si estendono pendii più scoscesi.

La Valle Vigizzo è circondata da due catene montuose per tutta la sua lunghezza: quella meridionale e quella settentrionale. Questa valle è

caratterizzata poi dalla presenza di un ampio altopiano a poco più di 800 metri di quota dove si diffondono boschi e pascoli.

Il CA VCO3 Ossola Sud occupa una superficie planimetrica di 88.235 ettari e racchiude al suo interno il Parco Naturale dell'Alta Valle Antrona con una superficie complessiva di 7.444 ettari di terreno nei comuni di Antrona Schieranco e Viganella.

La valle è caratterizzata da una morfologia aspra con forti dislivelli; ampie zone sono prive di insediamenti e di infrastrutture e i nuclei abitativi permanenti sono situati in fondovalle.



Figura 6: Logo VCO3-Ossola Sud.

All'interno del CA VCO3 vengono identificati 4 distretti o settori di caccia:

- Settore 1 contrassegnato dalla sigla DIVE con i seguenti confini: Comune di Varzo, Trasquera e Crevoladossola.
- Settore 2 contrassegnato dalla sigla ANBO con i seguenti confini: Comuni di Bognanco, Antrona, Viganella, Seppiana, Montescheno, Pallanzeno, Villadossola, Domodossola.
- Settore 3 contrassegnato dalla sigla ANZA con i seguenti confini: Comuni di Macugnaga, Ceppo Morelli, Bannio Anzino, Calasca, Vanzone, Piedimulera.
- Settore 4 contrassegnato dalla sigla OSSBA con i seguenti confini: Comuni di Pieve Vergonte, Anzola D'Ossola, Mergozzo, Premosello Chiovenda, Vogogna, Beura Cardezza, Ornavasso.

2. Raccolta dei campioni

I campioni utilizzati per redigere questa tesi sono stati raccolti presso il centro di controllo del Comprensorio Alpino VCO2-Ossola Nord e VCO3-Ossola Sud durante la stagione venatoria 2017/2018. Nel CA VCO2 i campioni sono stati raccolti nel periodo 15 ottobre / 29 novembre, mentre nel CA VCO3 i campioni sono raccolti nel periodo 4 novembre / 9 dicembre.

I dati raccolti riguardano parametri anamnestici (contrassegno, specie, sesso, età, luogo, data e orario di abbattimento dell'animale) e parametri specifici (peso carcassa, valore di pH e rilevazione colorimetrica della carne, ora di misurazione e temperatura della carcassa, modalità di abbattimento e di gestione della carcassa) rilevati al centro di controllo nel momento in cui venivano portati gli animali dopo essere stati abbattuti.

Relativamente alle indagini condotte sulla qualità della carne di cervo si è provveduto, mediante l'utilizzo di un pHmetro e di un colorimetro, a valutare l'acidificazione delle carcasse e il colore della carne nel momento in cui i capi pervenivano al centro di controllo. Ai fini della successiva analisi statistica si è proceduto alla registrazione dell'orario di abbattimento dell'animale e dell'ora in cui è stata svolta la misurazione del valore di pH e degli indici colorimetrici.

Le misurazioni sono state svolte su un totale di 181 cervi che sono stati suddivisi in 5 classi di età per rendere il dato più omogeneo (Tabella 4):

- Classe 0: i piccoli nati nell'anno;
- Classe 1: gli esemplari di 1 anno di età (fusoni e sottili);
- Classe 2: soggetti di 2 e 3 anni;
- Classe 3: sub-adulti di età tra i 4 e i 6 anni;
- Classe 4: adulti di età maggiore o uguale a 7 anni.

	Nr	Totale		Cl. 0		Cl. 1		Cl. 2		Cl. 3		Cl. 4	
		♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀
Cervo	181	95	86	18	25	22	20	31	24	15	10	9	7

Tabella 4: Cervi su cui sono state effettuate le misurazioni inerenti al pH e al colore suddivisi per classi di età e sesso.

Considerando quanto già presente in bibliografia scientifica relativamente alla curva di discesa del pH (Wiklund et al., 2004), i tempi relativi agli intervalli tra l'abbattimento dell'animale e la misurazione del valore di pH della carne al centro di controllo sono stati suddivisi in 2 categorie:

- Categoria 1: intervallo entro le 4 ore, tra 0 e 240 minuti;
- Categoria 2: intervallo oltre le 4 ore, oltre 240 minuti.

3. Analisi statistica

Le analisi sono state effettuate con il software IBM SPSS Statistic 21.0[®], ponendo la significatività a $p < 0.05$ mediante ANOVA univariata e test di Scheffé. I dati relativi ai pH sono stati analizzati per sesso e classe di età (considerando le differenze fisiologiche tra i gruppi), in relazione al tempo intercorso tra l'abbattimento e la consegna al centro di controllo, e tenendo in considerazione le modalità di abbattimento, eventuali situazioni stressanti (ferimento, intervallo tra colpo e morte del soggetto, ...) e corrette prassi gestionali (dissanguamento, eviscerazione, ...). L'elaborazione dei dati è stata eseguita tenendo in considerazione che le suddette variabili possono incidere sui valori di pH rilevati. Nella valutazione del pH, come indicatore del corretto processo di frollatura, è necessario infatti tenere presente che, anche all'interno della stessa specie, possono essere rilevate delle disuguaglianze imputabili ai differenti stati fisiologici dei soggetti, al differente periodo di caccia (nel quale possono variare le temperature ambientali) e alla diversa fascia altitudinale nella quale

vengono abbattuti gli animali che può determinare tempi di consegna al centro di controllo più o meno lunghi.

Relativamente all'analisi colorimetrica della carne di cervo si è valutato come i valori di pH possano influire sulla colorazione del muscolo in relazione alla corretta gestione del capo sia nelle fasi *ante* (abbattimento con un unico colpo mortale) che *post mortem* (dissanguamento) dell'animale.

Mettendo a confronto i valori di pH con gli indici di luminosità (L^*), di rosso (a^*) e di giallo (b^*) si è cercato di identificare il livello di pH limite che possa essere tenuto in considerazione come indicatore di qualità al fine di individuare la carne più idonea ad entrare a far parte di una filiera certificata di qualità.

Si è proceduto anche ad una classificazione degli animali in classi di età e sesso per verificare se potessero emergere differenze significative in merito alla colorazione delle fasce muscolari e quindi, successivamente, della carne.

Per quanto concerne la valutazione del peso, si è considerato il peso del capo completamente eviscerato. Nel caso in cui il soggetto si presentava al centro di controllo con i visceri toracici (polmone e cuore) e fegato, lo stesso veniva pesato sia con la corata, che dopo asportazione della stessa. Ciò ha permesso di definire il peso standard (peso completamente eviscerato) secondo la formula: *Peso Standard = Peso parzialmente eviscerato - (Peso parzialmente eviscerato x 7%)*.

RISULTATI

1. Analisi morfobiometriche

Si analizzano di seguito i pesi completamente eviscerati relativi ai cervi suddivisi per classi di età e sesso.

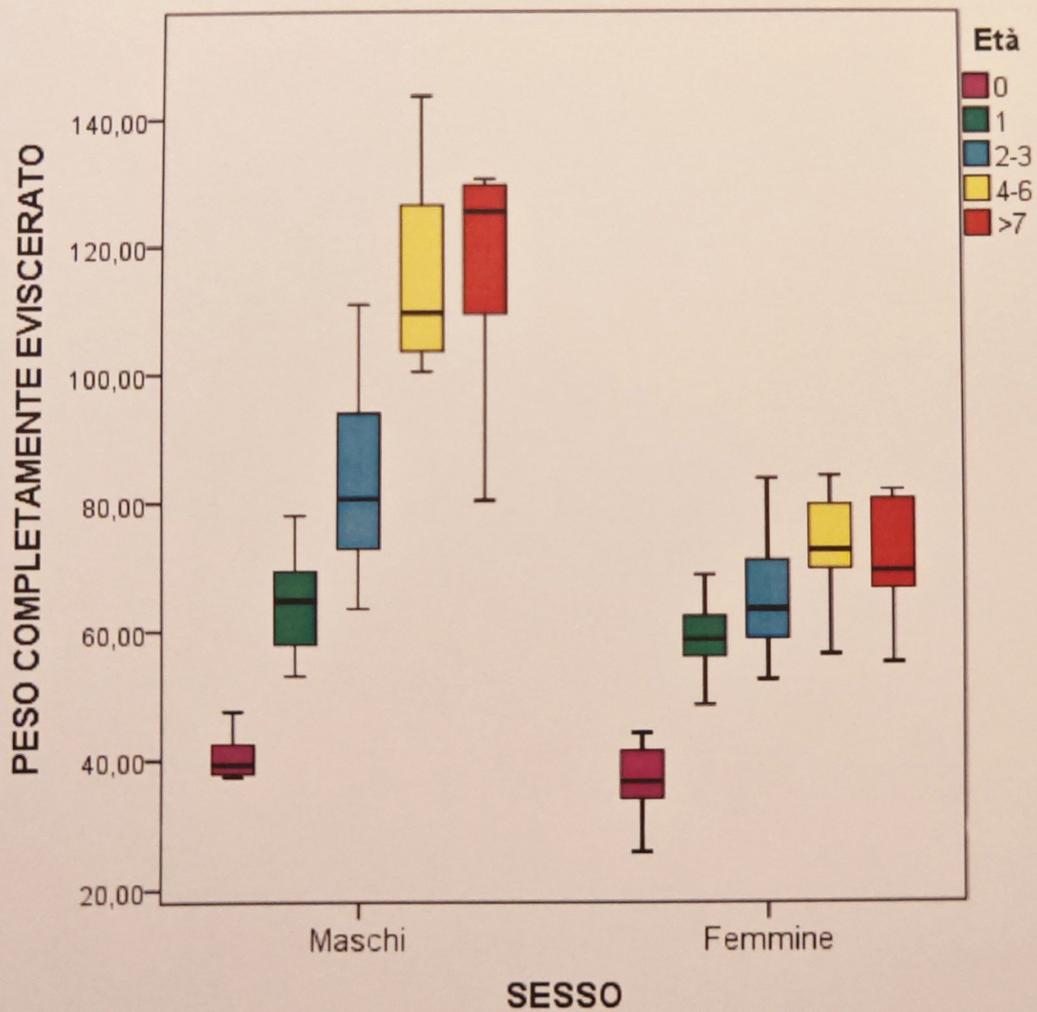


Grafico 2: Andamento dei pesi per sesso e classe di età nei cervi. Le barre a T rappresentano i valori minimi e massimi al netto dei valori anomali.

Nella tabella 5 sono riportati i valori medi dei pesi dei maschi di cervo abbattuti nella stagione venatoria 2017/2018, suddivisi in base alle classi di età.

MASCHI	Nr	Media	Dev. Std	Er. Std	IC 95%		Minimo	Massimo
					min	MAX		
Classe 0	16	39,26	5,983	1,496	36,33	42,19	26,23	47,60
1 anno	22	63,79	7,566	1,613	60,62	66,95	53,20	78,12
2-3 anni	30	83,04	12,661	2,311	78,51	87,57	63,60	110,86
4-6 anni	14	114,55	13,027	3,482	107,72	121,37	100,40	143,60
>7 anni	9	115,65	17,848	5,949	103,99	127,31	80,20	130,60

Tabella 5: Valore medio, deviazione standard (Dev. Std), errore standard (Er. Std), intervallo di confidenza al 95% e valori massimi e minimi registrati relativamente al peso standard dei maschi di cervo prelevati nel CA VCO2 e VCO3 nella stagione venatoria 2017/2018, suddivisi per classi di età.

Nella tabella 6 sono riportati i valori medi dei pesi delle femmine di cervo abbattute nella stagione venatoria 2017/2018, suddivise in base alle classi di età.

FEMMINE	Nr	Media	Dev. Std	Er. Std	IC 95%		Minimo	Massimo
					min	MAX		
Classe 0	24	37,39	4,679	0,955	35,52	39,26	25,85	44,27
1 anno	19	57,99	8,300	1,904	54,26	61,72	31,62	68,50
2-3 anni	22	65,66	8,751	1,866	62,00	69,32	52,45	83,40
4-6 anni	9	72,92	8,059	2,686	67,65	78,18	56,30	83,89
>7 anni	7	71,35	9,968	3,767	63,97	78,73	55,00	81,70

Tabella 6: Valore medio, deviazione standard (Dev. Std), errore standard (Er. Std), intervallo di confidenza al 95% e valori massimi e minimi registrati relativamente al peso standard delle femmine di cervo prelevate nel CA VCO2 e VCO3 nella stagione venatoria 2017/2018, suddivise per classi di età.

2. Analisi dei valori di pH

La misura del pH, effettuata nel muscolo semimembranoso della coscia, è stata condotta su 181 cervi al momento della consegna presso il centro di controllo. Nel grafico 3 sono riportati i dati raccolti in rapporto all'intervallo di abbattimento e misurazione.

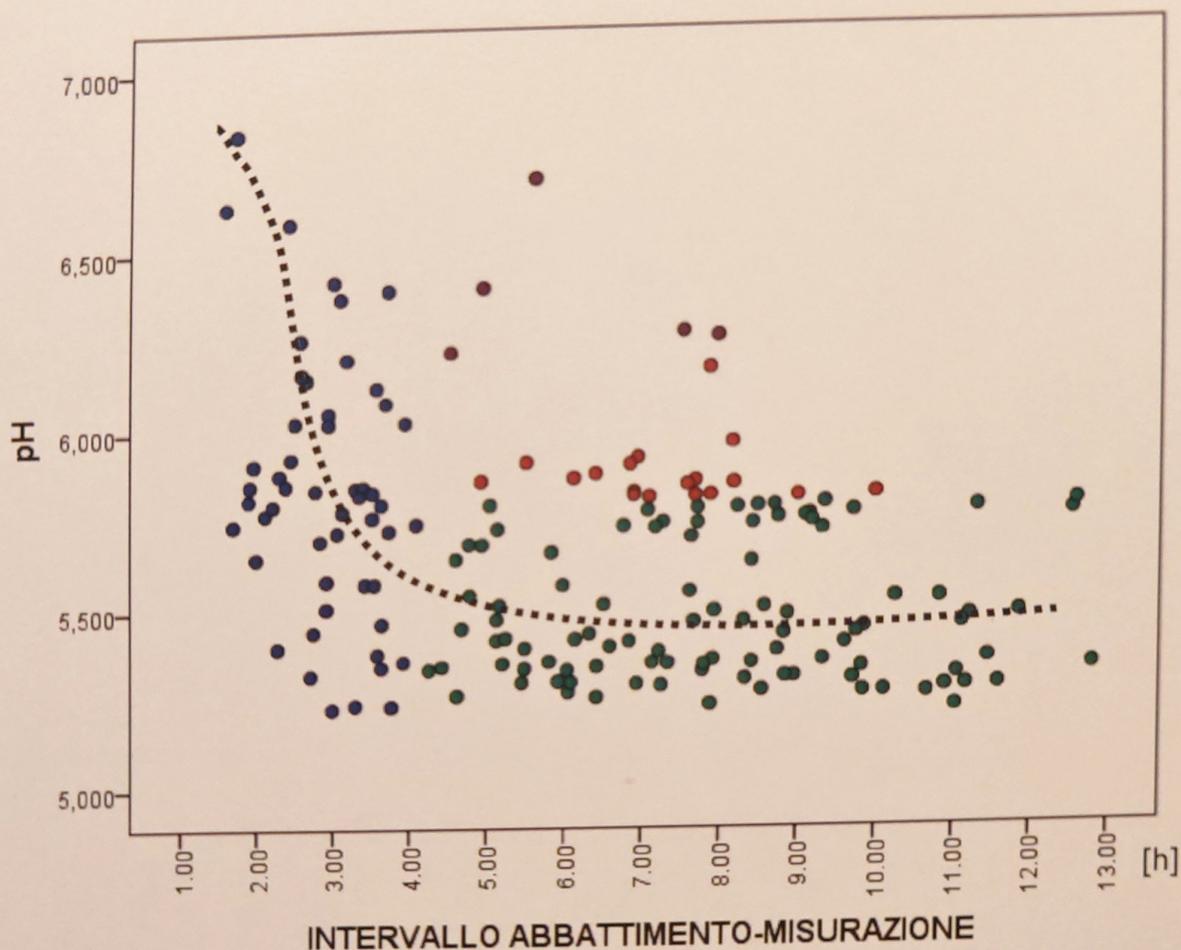


Grafico 3: Andamento dei valori di pH nei cervi in rapporto all'intervallo di misurazione. In blu i capi misurati nelle prime 4 ore post-abbattimento, in verde i soggetti che dopo 4 ore dall'abbattimento hanno fatto registrare valori di pH inferiori a 5.8 (segno di un corretto processo di frollatura), in rosso i soggetti che dopo 4 ore dall'abbattimento hanno fatto registrare valori di pH compresi tra 5.8 e 6.2 (definiti come *Intermediate-DFD*), e in viola i soggetti che dopo 4 ore dall'abbattimento hanno fatto registrare valori di pH superiori a 6.2 (carcasse DFD).

I soggetti che al momento della misurazione presentavano valori di pH anomali, fissando secondo quanto riportato in bibliografia (Wiklund et al., 2004) il limite di pH a 5.8, sono stati riportati nella tabella 7 con le relative informazioni raccolte al momento della consegna dei capi al centro di controllo.

Soggetto	Ora prelievo	Sesso	Età	Peso Std	Colpi sparati	Colpi a segno	Colpo mortale	Minuti trascorsi ferimento/morte	Dissanguamento	pH	Intervallo abbattimento / misurazione
114	11:30	Maschio	0	23,44	4	4	No	1	Si	6,697	5:35
163	15:00	Femmina	6	56,30	1	1	Si	0	No	6,397	4:55
80	10:15	Femmina	1	50,40	2	1	No	1	No	6,271	7:31
168	8:20	Maschio	3	95,84	1	1	Si	0	No	6,258	7:58
13	12:15	Maschio	2	72,17	1	1	Si	0	Si	6,218	4:30
182	9:00	Femmina	2	66,77	1	1	No	-	No	6,168	7:52
169	8:15	Maschio	>7	107,93	1	1	Si	0	No	5,960	8:10
183	10:30	Maschio	2	-	1	1	No	-	No	5,919	6:56
164	14:30	Maschio	0	37,03	1	1	Si	0	No	5,908	5:29
147	11:30	Femmina	2	75,90	1	1	Si	0	No	5,900	6:50
75	9:30	Femmina	5	72,35	1	1	Si	0	No	5,875	6:23
124	8:30	Femmina	0	44,27	2	2	No	1	No	5,863	6:06
165	10:30	Maschio	2	63,60	1	1	Si	0	No	5,858	4:54
143	10:00	Maschio	4-6	109,30	3	1	No	-	Si	5,853	7:41
79	9:30	Maschio	1	68,00	1	1	Si	0	Si	5,846	8:11
34	7:15	Femmina	1	62,80	2	1	No	1	No	5,843	7:35
150	8:30	Maschio	3	82,62	3	1	No	-	No	5,814	10:01
148	11:30	Femmina	3	83,30	1	1	Si	0	No	5,813	6:53
76	8:15	Femmina	2	70,80	3	3	No	2	Si	5,812	7:53
142	10:00	Maschio	2	76,49	1	1	Si	0	No	5,810	7:41
144	9:00	Femmina	2	65,65	1	1	Si	0	No	5,808	9:01
12	8:45	Maschio	1	59,60	2	2	No	1	Si	5,808	7:05

Tabella 7: Elenco dei soggetti classificati come DFD ($pH > 6.2$) e Intermediate DFD ($5.8 < pH < 6.2$) in ordine decrescente rispetto al valore di pH registrato, e relative informazioni raccolte nell'ambito della valutazione dei capi presso il centro di controllo.

Nel grafico 4 sono messe in evidenza le differenze che si riscontrano nei valori di pH rilevati sui cervi abbattuti con un unico colpo mortale e in seguito a ferimento e successiva morte. Nell'analisi sono stati considerati solamente i dati rilevati in un intervallo abbattimento/misurazione superiore ai 240 minuti (4 ore) e in quei soggetti in cui la temperatura corporea registrata non è risultata eccessivamente elevata ($> 30^{\circ}\text{C}$).

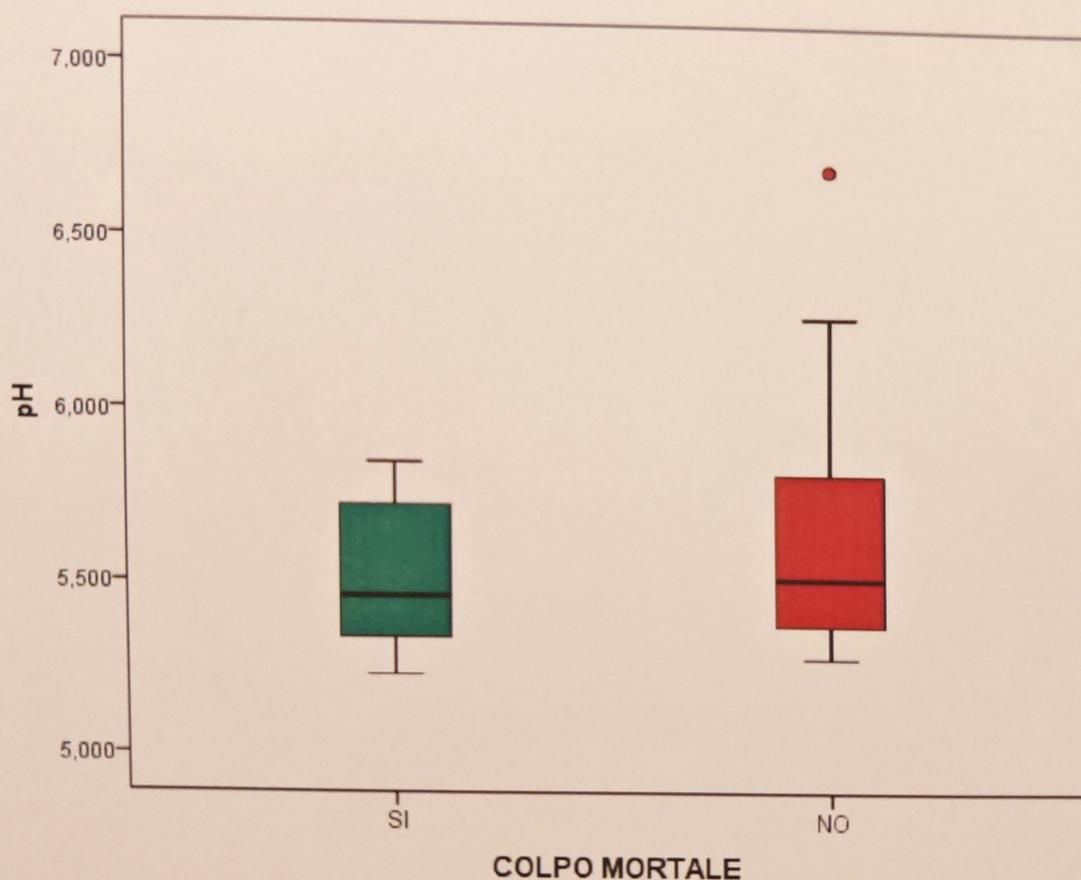


Grafico 4: Valori di pH rilevati sui cervi in un intervallo abbattimento/misurazione superiore ai 240 minuti (4 ore) abbattuti nella stagione venatoria 2017/2018, suddivisi in relazione al colpo mortale.

Dall'analisi dei dati emergono differenze statisticamente significative tra le due categorie (Test ANOVA $p < 0.05$).

Si rileva inoltre che nella categoria dei soggetti abbattuti con colpo immediatamente mortale 2 capi hanno fatto rilevare valori leggermente

superiori a 5.8: si tratta di capi che non sono stati dissanguati correttamente; nessun capo ha fatto invece rilevare valori di pH superiori a 6.2.

Relativamente alla categoria dei soggetti prelevati in seguito a ferimento 8 capi hanno fatto registrare valori superiori a 5.8 e 2 capi hanno valori superiori a 6.2.

Nel grafico 5 sono rappresentati i valori di pH registrati nelle 4 ore successive all'abbattimento messi in relazione al corretto dissanguamento dell'animale. Per evitare che dati anomali potessero inficiare i risultati, sono stati esclusi dall'analisi quei capi che presentavano, anche dopo le 4 ore, valori di temperatura ancora eccessivamente elevati ($> 30^{\circ}\text{C}$).

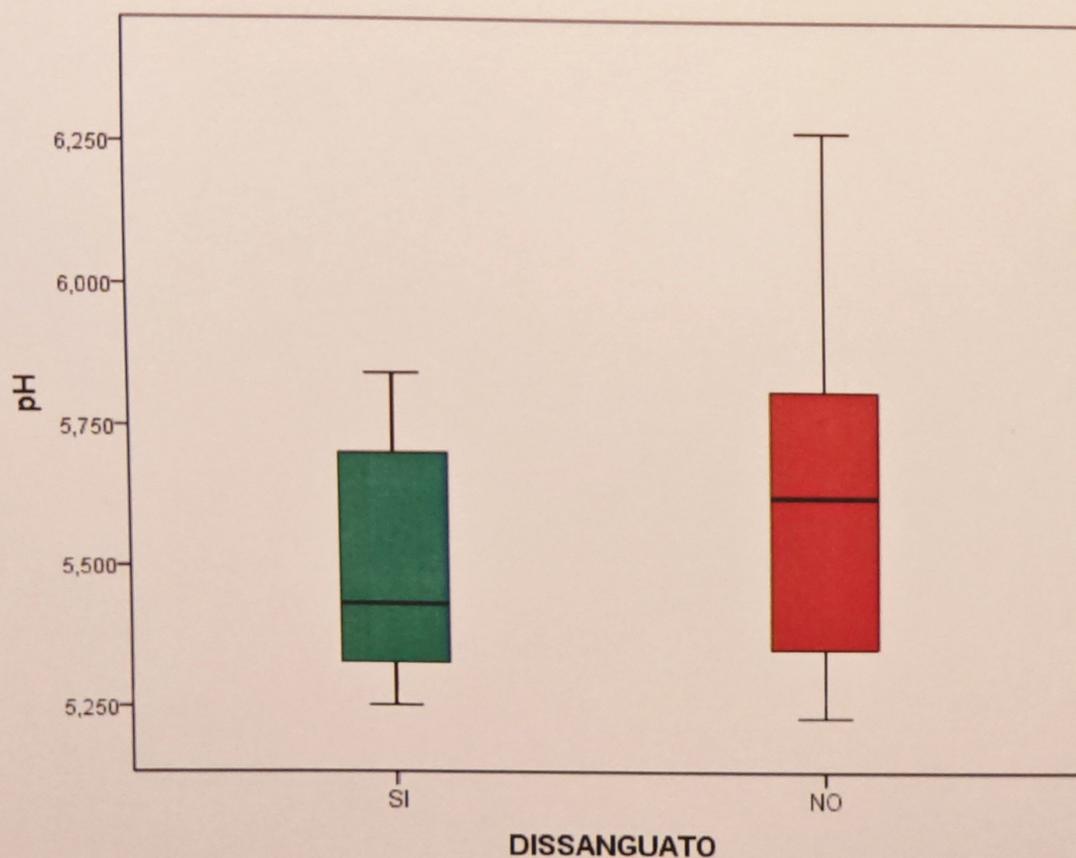


Grafico 5: Valori di pH rilevati sui cervi in un intervallo abbattimento/misurazione superiore ai 240 minuti (4 ore) abbattuti nella stagione venatoria 2017/2018, suddivisi in relazione al dissanguamento.

Dall'analisi dei risultati emergono differenze significative tra le due categorie (Test ANOVA $p < 0.05$). Si rileva che nella categoria dei soggetti dissanguati un solo capo ha fatto registrare il valore di pH superiore a 5.8 (pH=5.846) e nessun capo ha valori superiori a 6.2. Tra i soggetti appartenenti invece alla categoria dei capi non correttamente dissanguati 11 animali hanno fatto registrare valori di pH superiori a 5.8 e 2 superiori a 6.2.

3. Analisi colorimetrica

Su 137 dei 181 cervi prelevati nella stagione venatoria 2017/2018 è stato possibile procedere con la misura dell'indice di luminosità (L^*), indice di rosso (a^*) e di giallo (b^*) al momento della consegna al centro di controllo.

3.1. Analisi colorimetrica in relazione alla modalità di abbattimento

Nei grafici 6,7 e 8 viene raffigurato l'andamento dei tre indici colorimetrici considerati in rapporto al corretto abbattimento dell'animale (con colpo immediatamente mortale). Nell'analisi dei dati sono stati presi in considerazione i valori registrati nelle 4 ore successive all'abbattimento.

➤ L^* : luminosità

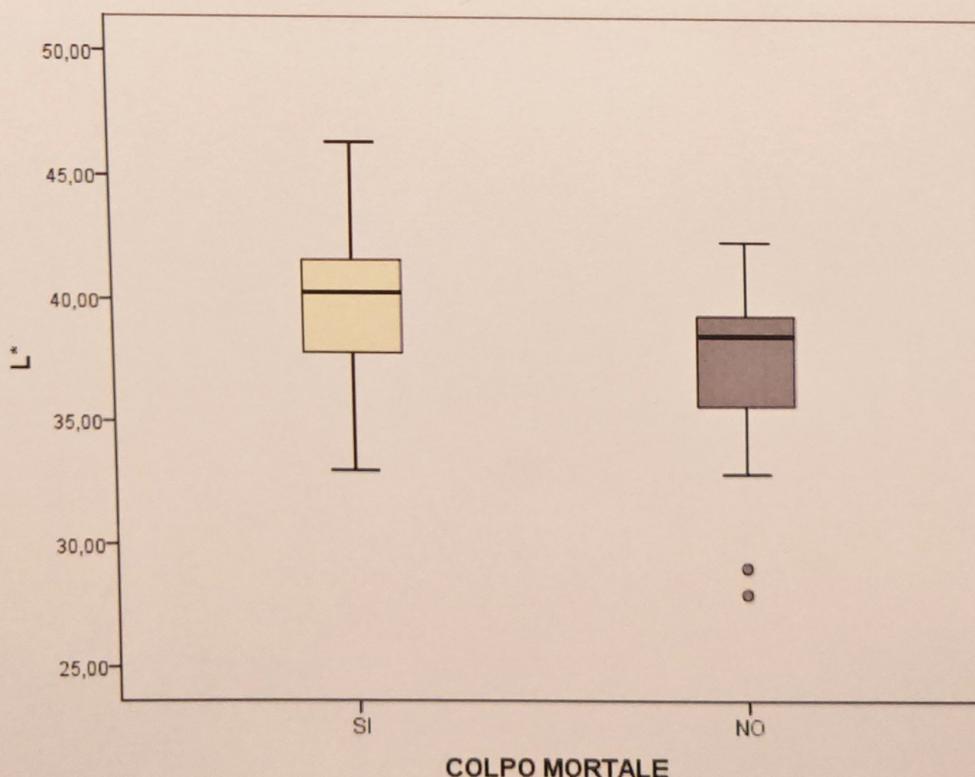


Grafico 6: Valori di luminosità (L^*) rilevati sui cervi in un intervallo abbattimento/misurazione superiore ai 240 minuti (4 ore) abbattuti nella stagione venatoria 2017/2018, suddivisi in relazione al colpo mortale.

Dall'analisi dei risultati emerge una differenza significativa (Test ANOVA $p < 0.05$) tra le due categorie: i capi abbattuti con un unico colpo mortale hanno fatto rilevare valori di luminosità più elevati rispetto ai soggetti prelevati in seguito a ferimento che sono invece caratterizzati da una carne più scura.

➤ a*: indice di rosso

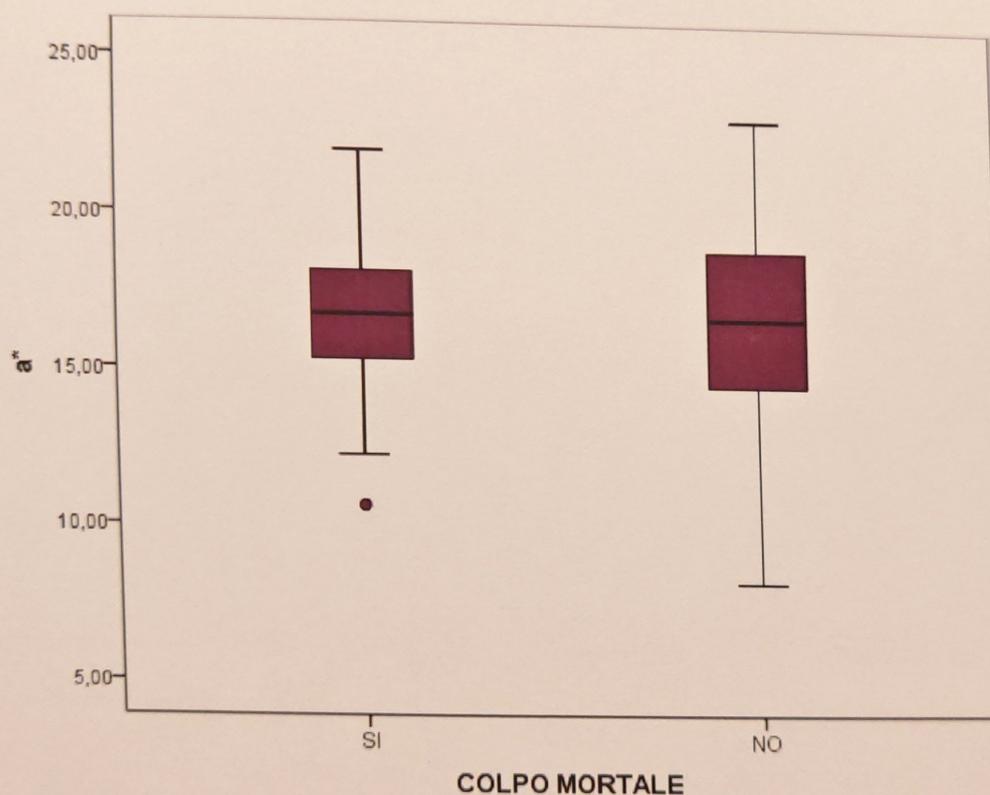


Grafico 7: Valori relativi all'indice di rosso (a^*) rilevati sui cervi in un intervallo abbattimento/misurazione superiore ai 240 minuti (4 ore) abbattuti nella stagione venatoria 2017/2018, suddivisi in relazione al colpo mortale.

Dall'analisi dei risultati non emergono differenze significative tra le due categorie (Test ANOVA $p > 0.05$).

➤ b*: indice di giallo

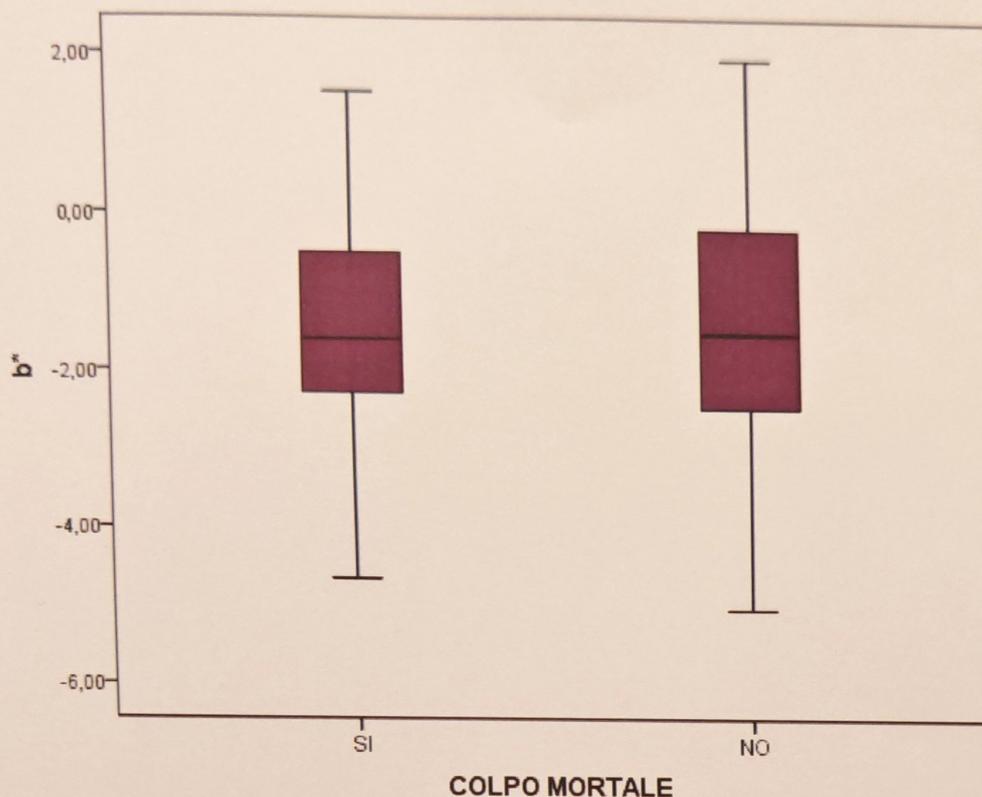


Grafico 8: Valori relativi all'indice di giallo (b*) rilevati sui cervi in un intervallo abbattimento/misurazione superiore ai 240 minuti (4 ore) abbattuti nella stagione venatoria 2017/2018, suddivisi in relazione al colpo mortale.

Dall'analisi dei risultati non emergono differenze significative tra le due categorie (Test ANOVA $p > 0.05$).

Sia i soggetti abbattuti con un unico colpo mortale sia quelli abbattuti in seguito a ferimento mostrano valori simili di b*.

3.2. Analisi colorimetrica in relazione alle modalità di dissanguamento

Nei grafici 9,10 e 11 viene raffigurato l'andamento dei tre indici colorimetrici considerati in rapporto al corretto dissanguamento dell'animale. Nell'analisi dei dati sono stati presi in considerazione i valori registrati nelle 4 ore successive all'abbattimento.

➤ L*: luminosità

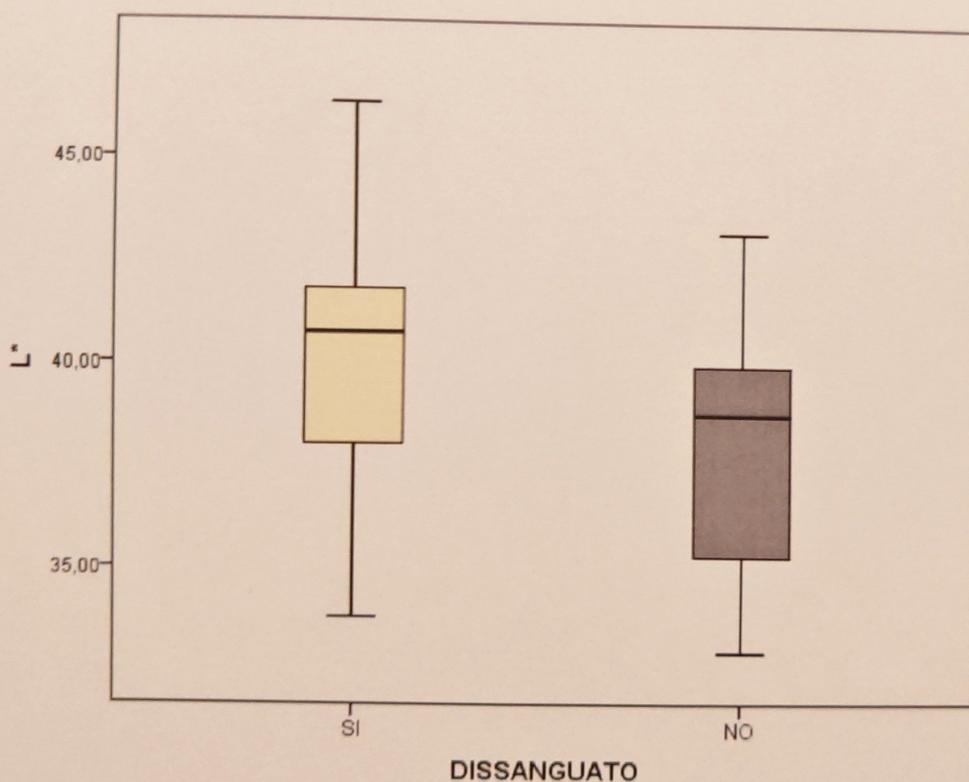


Grafico 9: Valori di luminosità (L*) rilevati sui cervi in un intervallo abbattimento/misurazione superiore ai 240 minuti (4 ore) abbattuti nella stagione venatoria 2017/2018, suddivisi in relazione al dissanguamento.

Dall'analisi dei risultati emerge una differenza significativa (Test ANOVA $p < 0.05$) tra le due categorie: i capi dissanguati hanno fatto rilevare valori di luminosità più elevati rispetto ai soggetti non correttamente dissanguati.

➤ a*: indice di rosso

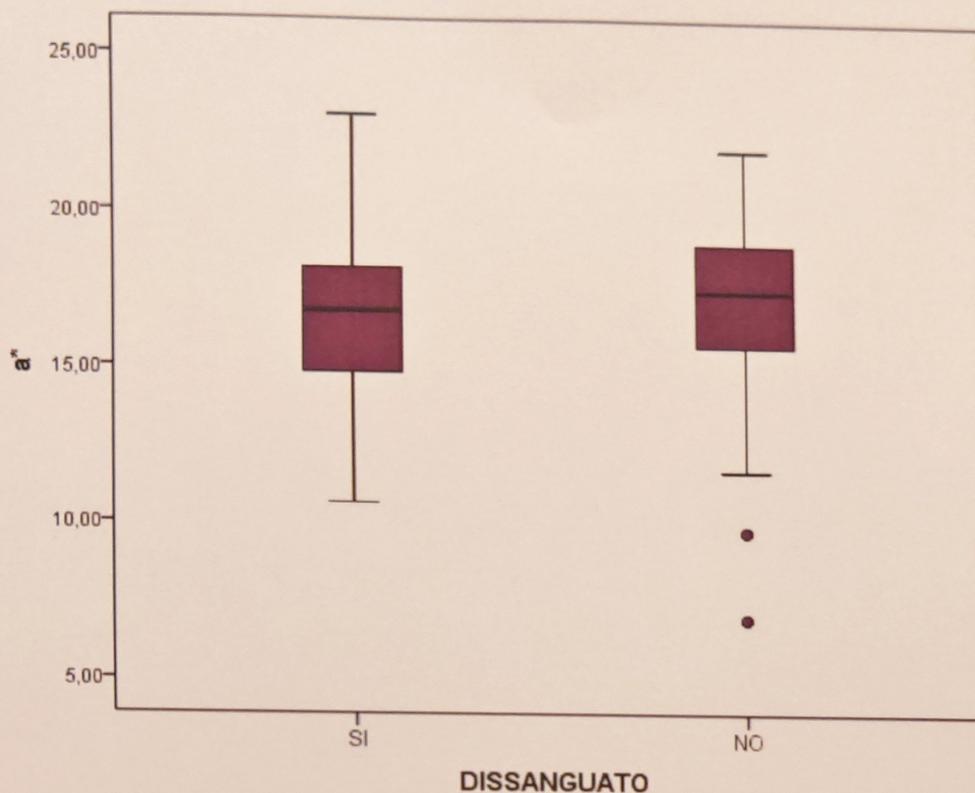


Grafico 10: Valori relativi all'indice di rosso (a^*) rilevati sui cervi in un intervallo abbattimento/misurazione superiore ai 240 minuti (4 ore) abbattuti nella stagione venatoria 2017/2018, suddivisi in relazione al dissanguamento.

Dall'analisi dei risultati non emergono differenze significative tra le due categorie (Test ANOVA $p > 0.05$). Sia i capi correttamente dissanguati che non hanno fatto rilevare valori simili relativamente all'indice di rosso.

➤ b*: indice di giallo

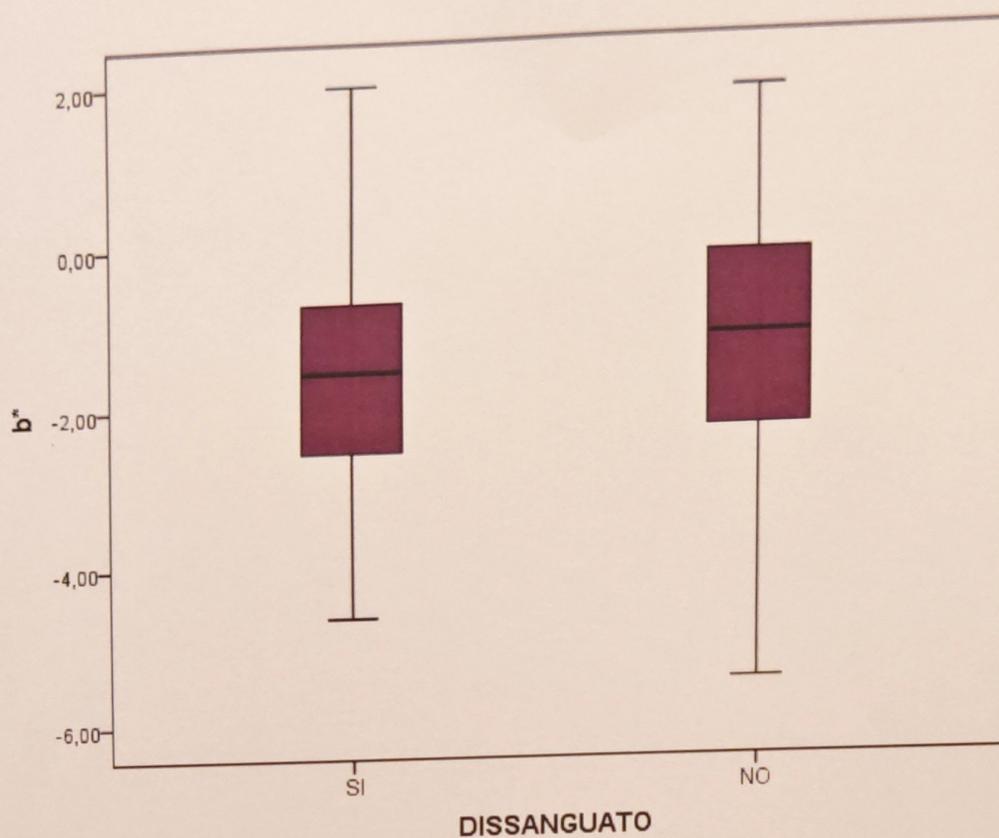


Grafico 11: Valori relativi all'indice di giallo (b^*) rilevati sui cervi in un intervallo abbattimento/misurazione superiore ai 240 minuti (4 ore) abbattuti nella stagione venatoria 2017/2018, suddivisi in relazione al dissanguamento.

Dall'analisi dei risultati, in relazione all'avvenuto o mancato dissanguamento e all'indice di giallo, non emergono differenze significative tra le due categorie (Test ANOVA $p > 0.05$).

4. Individuazione del valore di pH ottimale ai fini di discriminazione delle carcasse DFD in relazione agli indici colorimetrici

Nei grafici seguenti si è cercato di individuare il valore di pH ottimale che potesse essere tenuto in considerazione come limite all'atto della valutazione della qualità delle carni di cervo. Per fare ciò è stato messo in relazione il pH delle carni con gli indici colorimetrici rilevati sui cervi al momento della consegna al centro di controllo.

Poiché dalle analisi precedenti è stata rilevata tra i valori di pH una differenza statisticamente significativa tra i capi correttamente dissanguati e non, per evitare che dati anomali potessero inficiare i risultati, in questa valutazione sono stati esclusi i soggetti non correttamente dissanguati.

➤ L*: luminosità

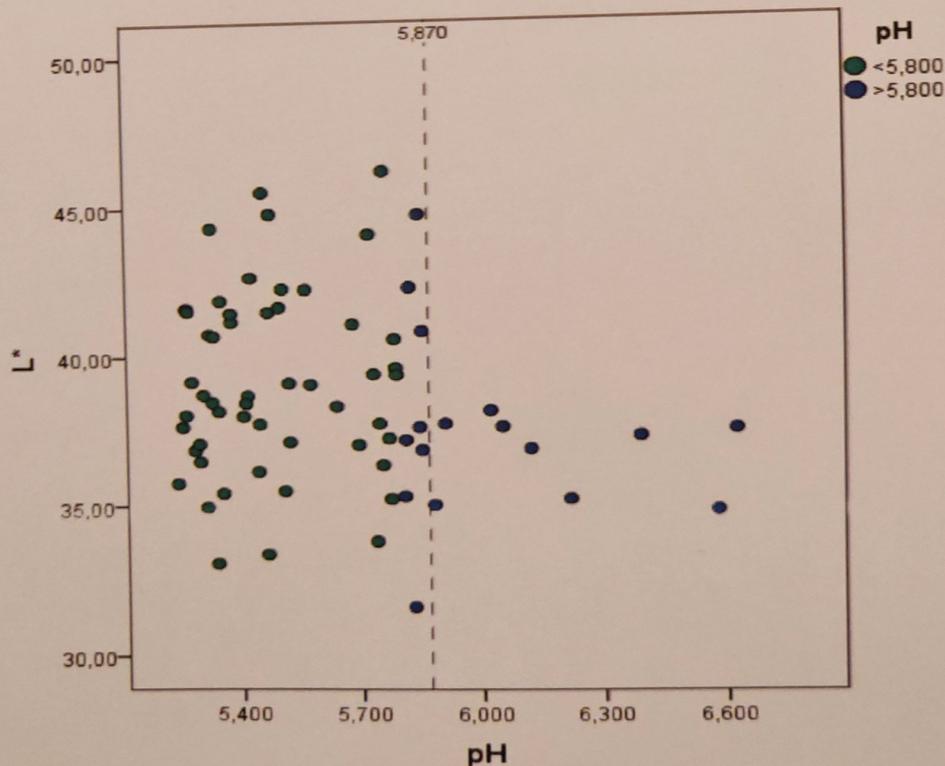


Grafico 12: Andamento dei valori di pH nei cervi correttamente dissanguati in rapporto ai valori di luminosità (L^*). In verde sono rappresentati i capi il cui valore di pH è risultato inferiore al limite 5.8, in blu i soggetti che hanno fatto registrare valori di pH superiori a 5.8.

Dall'analisi dei risultati è emerso che i capi che permettono di ottenere carni di qualità superiore sono quelli che rientrano all'interno della linea limite di pH fissata al valore 5.870 dal momento che tendono a far registrare valori di L* più tendenti al bianco.

➤ a*: indice di rosso

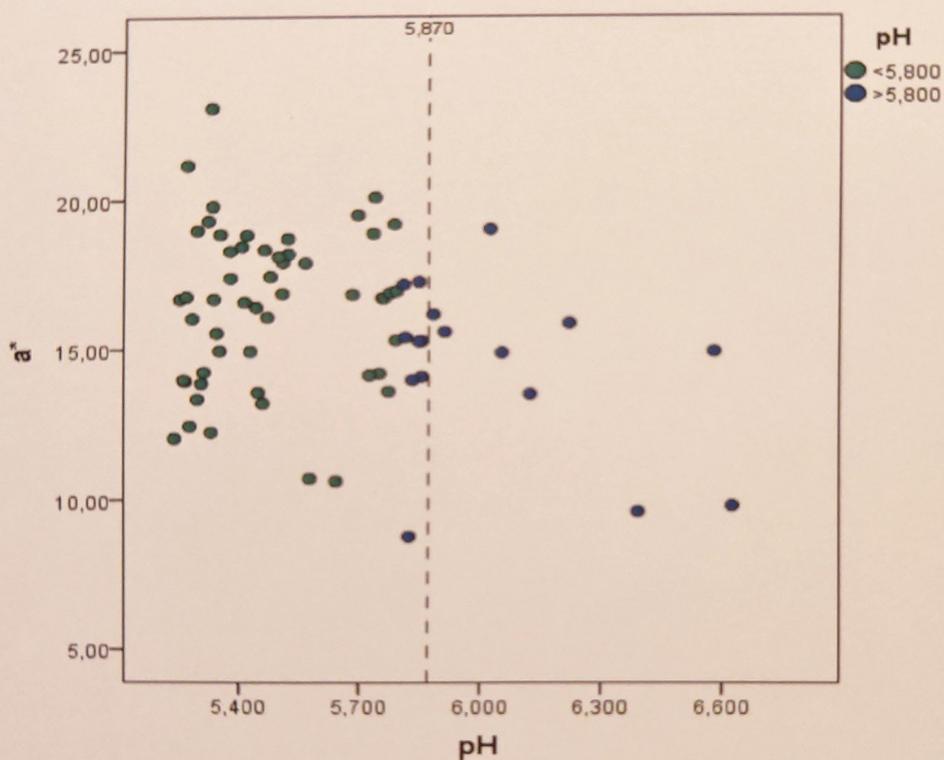


Grafico 13: Andamento dei valori di pH nei cervi correttamente dissanguati in rapporto ai valori dell'indice di rosso (a*). In verde sono rappresentati i capi il cui valore di pH è risultato inferiore al limite 5.8, in blu i soggetti che hanno fatto registrare valori di pH superiori a 5.8.

Dall'analisi dei risultati è emerso che i capi che permettono di ottenere carni di qualità superiore sono quelli che rientrano all'interno della linea limite di pH fissata al valore 5.870 dal momento che tendono a far registrare valori di a* più tendenti al rosso.

➤ b*: indice di giallo

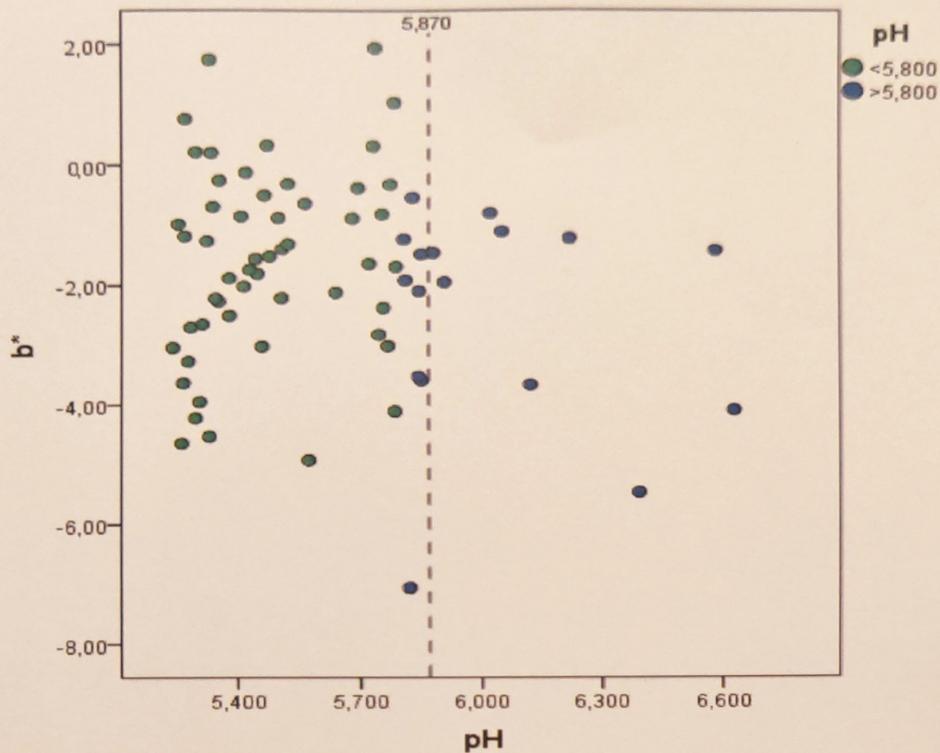


Grafico 14: Andamento dei valori di pH nei cervi correttamente dissanguati in rapporto ai valori dell'indice di giallo (b^*). In verde sono rappresentati i capi il cui valore di pH è risultato inferiore al limite 5.8, in blu i soggetti che hanno fatto registrare valori di pH superiori a 5.8.

Dall'analisi dei risultati è emerso che i capi che permettono di ottenere carni di qualità superiore sono quelli che rientrano all'interno della linea limite di pH fissata al valore 5.870 dal momento che tendono a far registrare valori di b^* più tendenti al giallo.

5. Analisi degli indici colorimetrici con limite di pH fissato a 5.870

Tenendo in considerazione i risultati emersi dai grafici 12, 13 e 14 si è deciso di verificare se, ponendo come limite ottimale di pH il valore 5.870, le carni con valori inferiore a questo limite potessero presentare indici di luminosità, di rosso e di giallo tali da poter indicare un prodotto di buona qualità.

➤ L*: luminosità

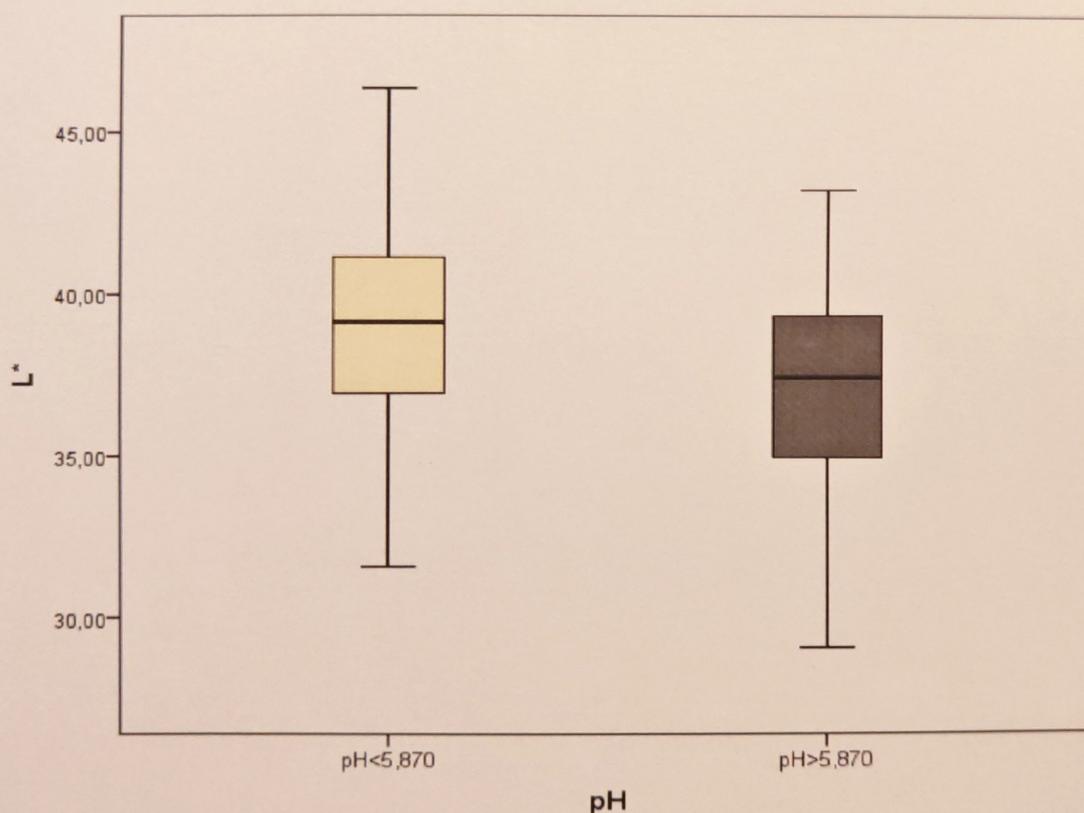


Grafico 15: Valori di luminosità (L*) rilevati sui cervi abbattuti nella stagione venatoria 2017/2018, suddivisi in relazione al valore limite di pH di 5.870.

Dall'analisi dei dati emerge una differenza significativa (Test ANOVA $p < 0.01$) tra le due categorie: i soggetti che hanno fatto rilevare un valore di pH inferiore a 5.870 sono caratterizzati da valori di L* superiori. La carne dei soggetti che invece era contraddistinta da un pH superiore a questo limite è risultata significativamente più scura.

➤ a*: indice di rosso

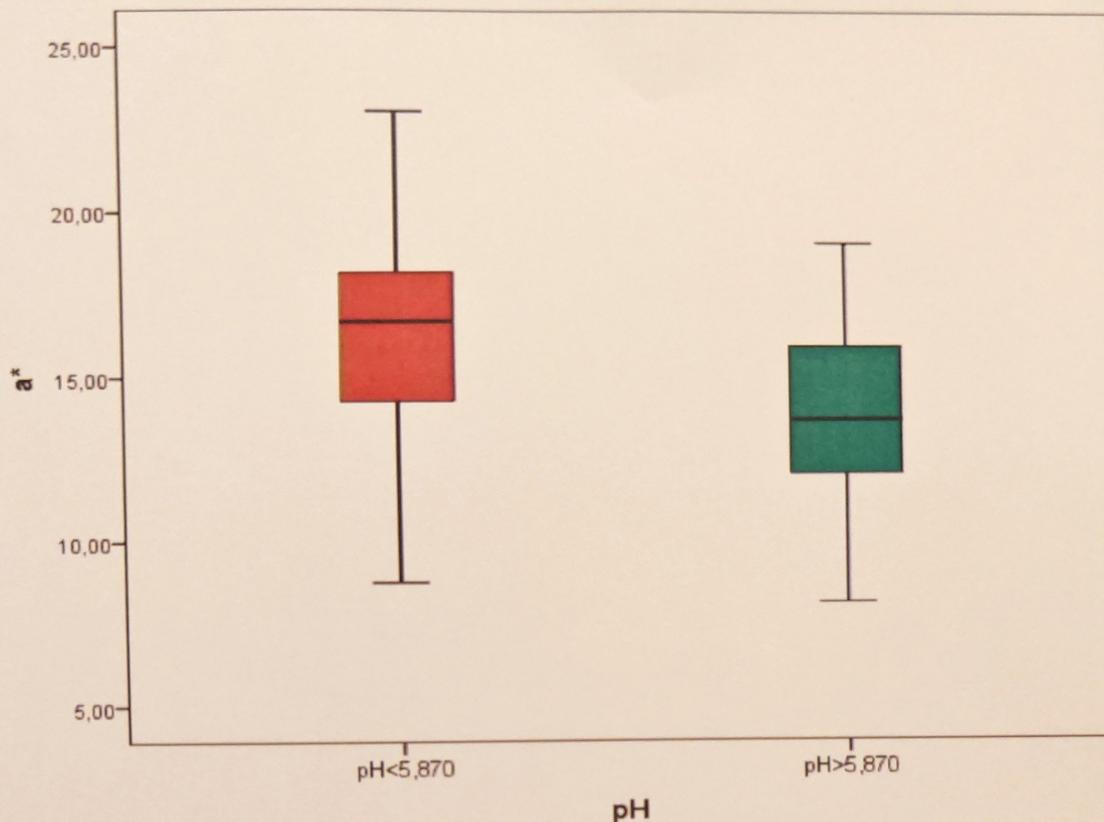


Grafico 16: Valori relativi all'indice di rosso (a^*) rilevati sui cervi abbattuti nella stagione venatoria 2017/2018, suddivisi in relazione al valore limite di pH di 5.870.

Dall'analisi dei risultati emerge una differenza altamente significativa (Test ANOVA $p < 0.001$) tra le due categorie: i capi i cui livelli di pH sono risultati inferiori a 5.870 hanno fatto rilevare valori di indice di rosso più elevati rispetto ai soggetti i cui valori di pH erano superiori a questo limite (caratterizzati invece da carni più tendenti al verde).

➤ b*: indice di giallo

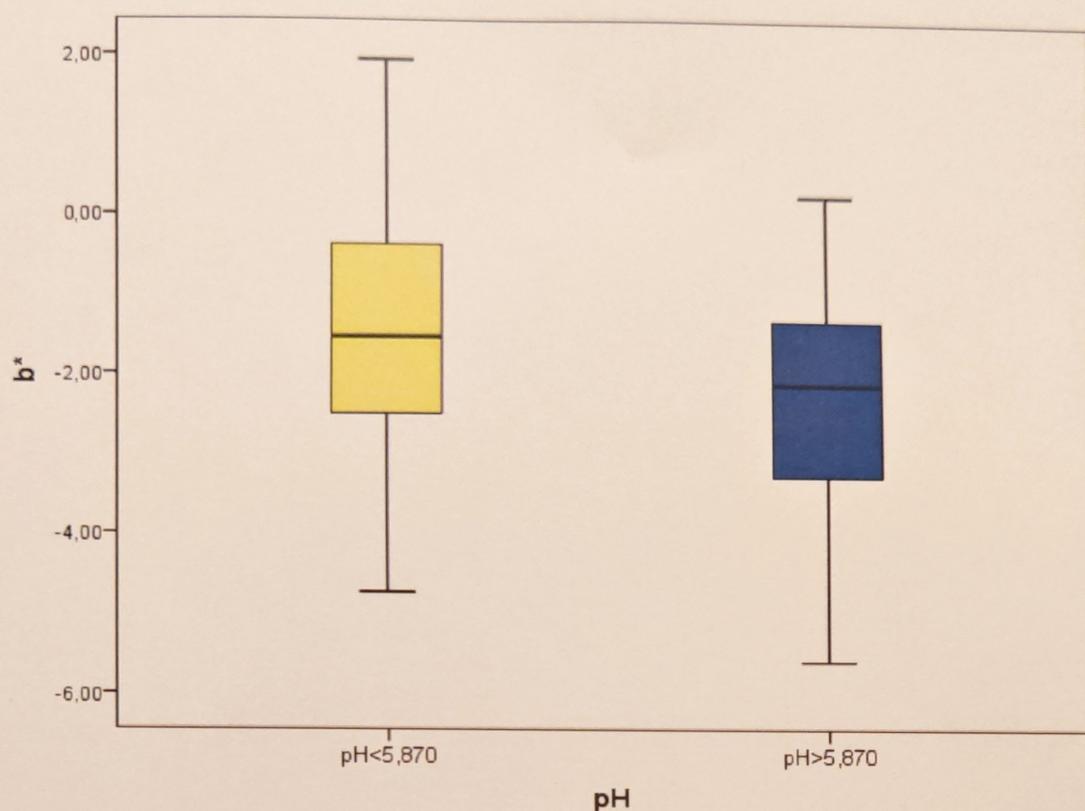


Grafico 17: Valori relativi all'indice di giallo (b*) rilevati sui cervi abbattuti nella stagione venatoria 2017/2018, suddivisi in relazione al valore limite di pH di 5.870.

Dall'analisi dei risultati emerge una differenza significativa (Test ANOVA $p < 0.01$) tra le due categorie: i capi i cui livelli di pH sono risultati inferiori a 5.870 hanno fatto rilevare valori di indice di giallo più elevati rispetto ai soggetti i cui valori di pH erano superiori a questo limite (caratterizzati invece da carni più tendenti al blu).

6. Analisi colorimetrica in relazione alle classi di età

Vengono analizzati di seguito i valori degli indici di luminosità, di rosso e di giallo in relazione alle 5 classi di età nelle quali sono stati suddivisi i cervi prelevati nella stagione venatoria 2017/2018.

➤ L*: luminosità

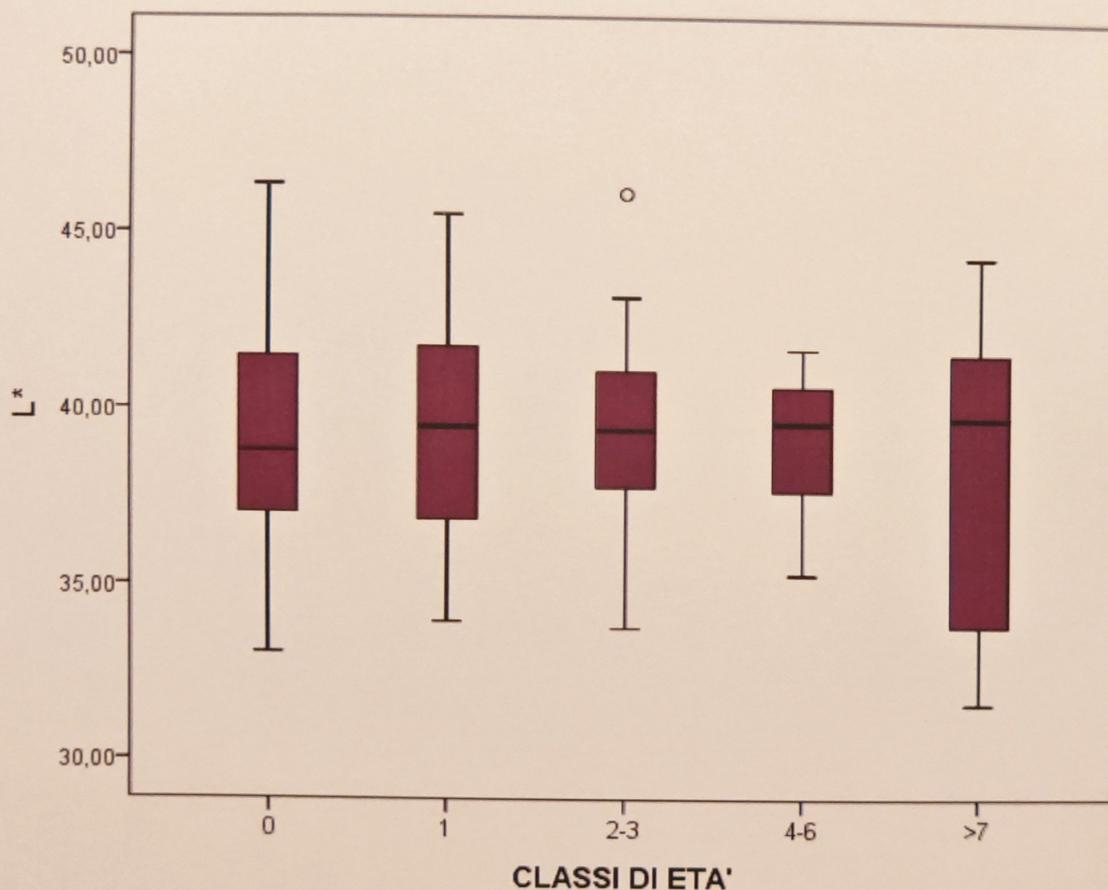


Grafico 18: Valori di luminosità (L*) rilevati sui cervi abbattuti nella stagione venatoria 2017/2018, suddivisi in relazione alle classi di età.

Dall'analisi dei risultati non emerge alcuna differenza significativa tra le diverse classi di età per quanto concerne la luminosità delle carni (Test ANOVA $p > 0.05$).

➤ a*: indice di rosso

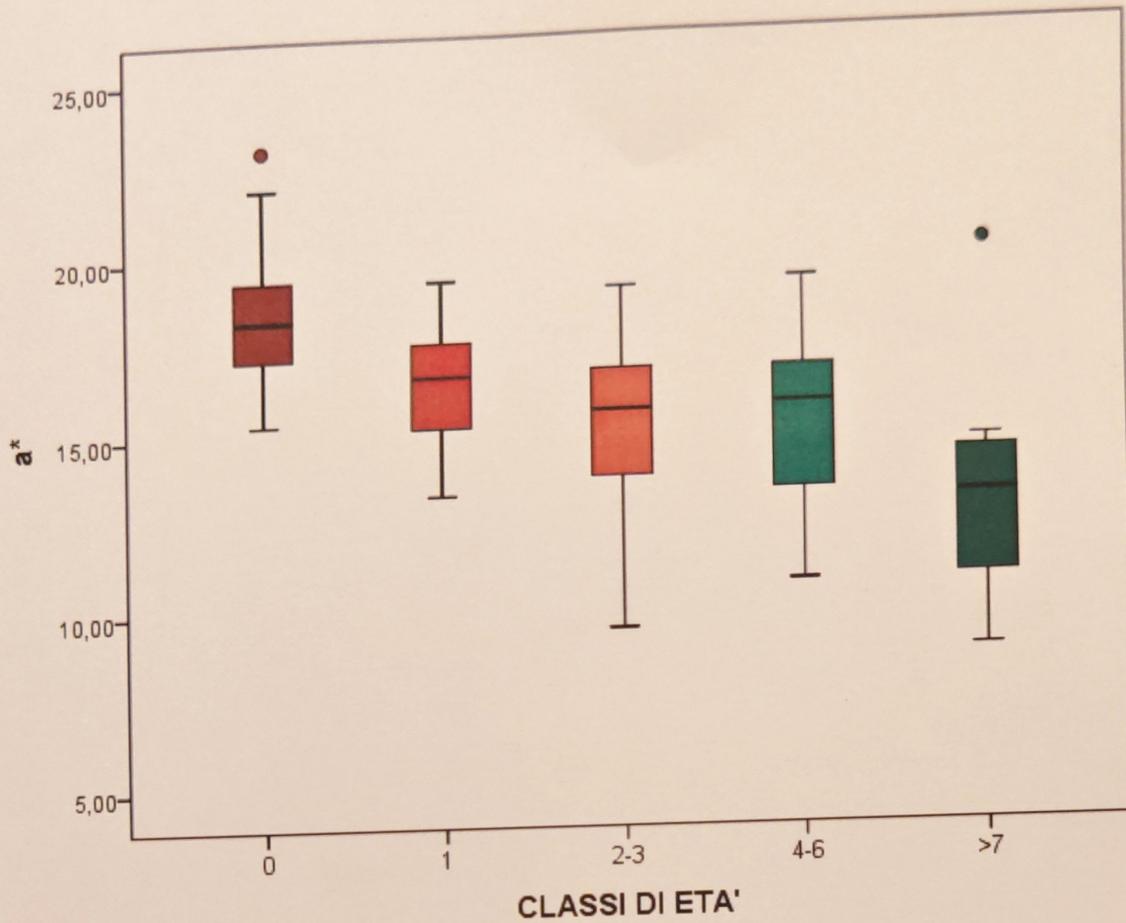


Grafico 19: Valori relativi all'indice di rosso (a^*) rilevati sui cervi abbattuti nella stagione venatoria 2017/2018, suddivisi in relazione alle classi di età.

Dall'analisi dei dati emerge una differenza altamente significativa (Test ANOVA $p < 0.001$) tra le diverse classi di età relativamente all'indice di rosso.

In particolare, i Classe 0 risultano essere caratterizzati da carni con valori di a^* più elevati rispetto ai cervi adulti che hanno invece carni più tendenti al verde.

➤ b*: indice di giallo

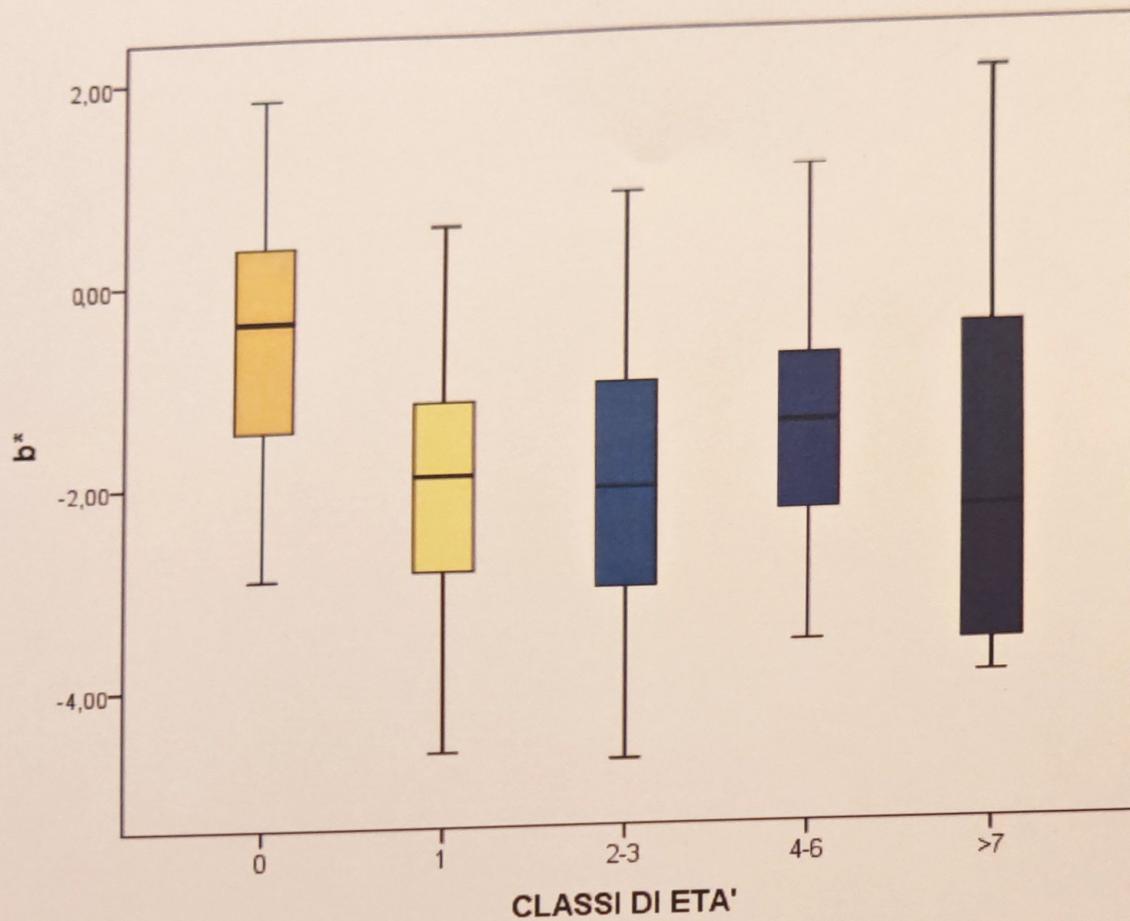


Grafico 20: Valori relativi all'indice di giallo (b^*) rilevati sui cervi abbattuti nella stagione venatoria 2017/2018, suddivisi in relazione alle classi di età.

Dall'analisi dei dati emerge una differenza altamente significativa (Test ANOVA $p < 0.001$) tra le diverse classi di età relativamente all'indice di giallo.

In particolare, i Classe 0 risultano essere caratterizzati da carni con valori di b^* più elevati rispetto ai cervi adulti che hanno invece carni più tendenti al blu.

6.1. Analisi colorimetrica tra Classe 0 e macrocategoria Adulti

Tenute in considerazione le differenze emerse tra le diverse classi di età si è provveduto poi a separare i cervi in due sole classi (Classe 0 e Adulti) allo scopo di verificare se effettivamente venissero rilevate delle differenze significative di colore tra queste due classi.

➤ L*: luminosità

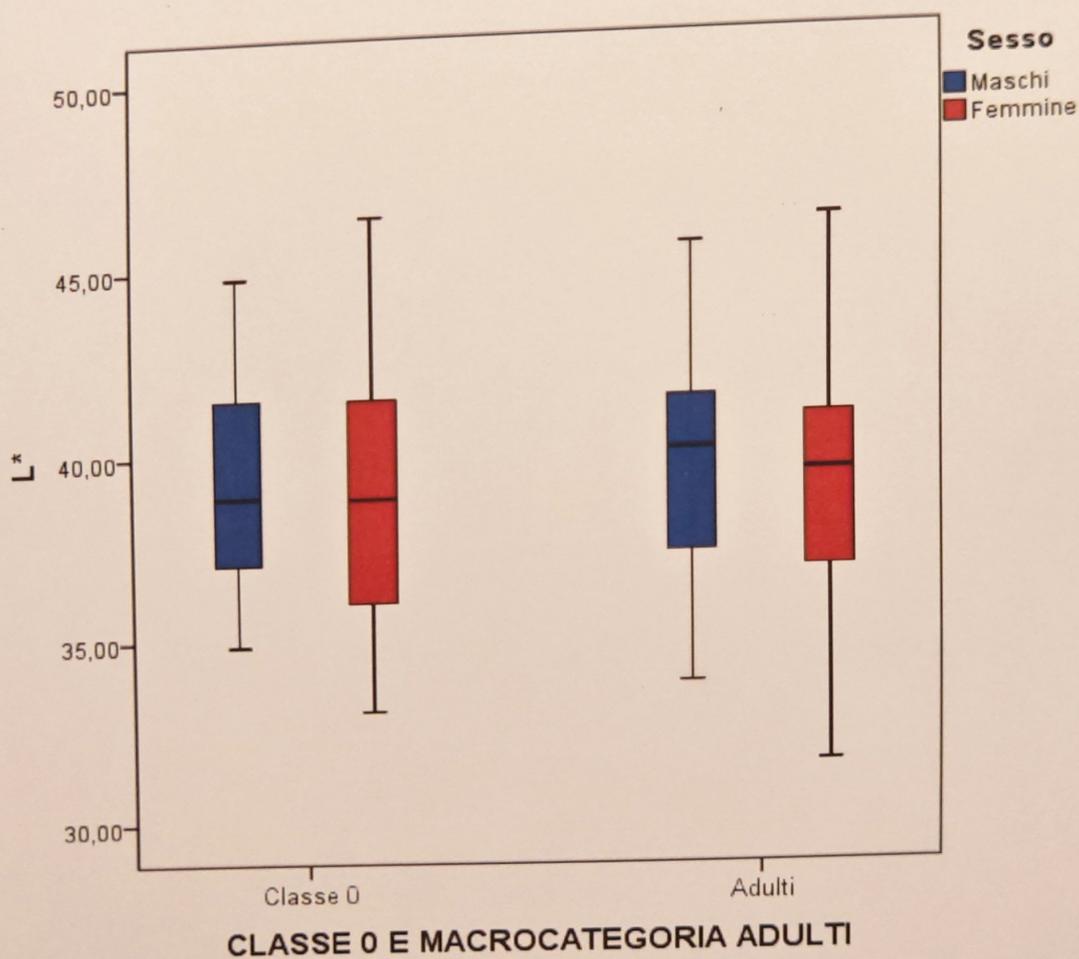


Grafico 21: Valori di luminosità (L*) rilevati sui cervi abbattuti nella stagione venatoria 2017/2018, suddivisi in Classe 0 e Adulti e in relazione al sesso.

Come già emerso dal grafico 18 non emergono differenze significative (Test ANOVA $p > 0,05$) tra le due classi di età.

➤ a*: indice di rosso

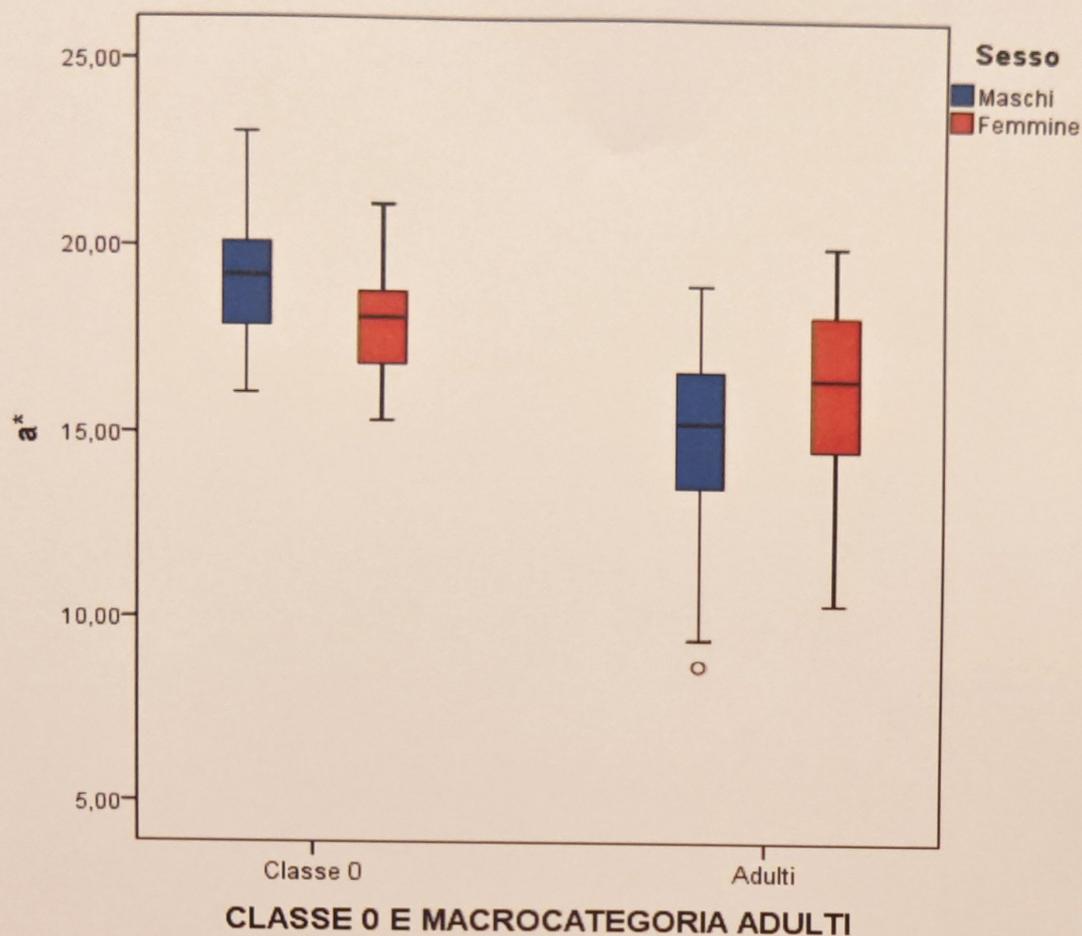


Grafico 22: Valori relativi all'indice di rosso (a^*) rilevati sui cervi abbattuti nella stagione venatoria 2017/2018, suddivisi in Classe 0 e Adulti e in relazione al sesso.

Dall'analisi dei dati emerge una differenza altamente significativa (Test ANOVA $p < 0.001$) tra i cervi Classe 0 (valori più tendenti al rosso) e i cervi Adulti (valori più tendenti al verde).

➤ b*: indice di giallo

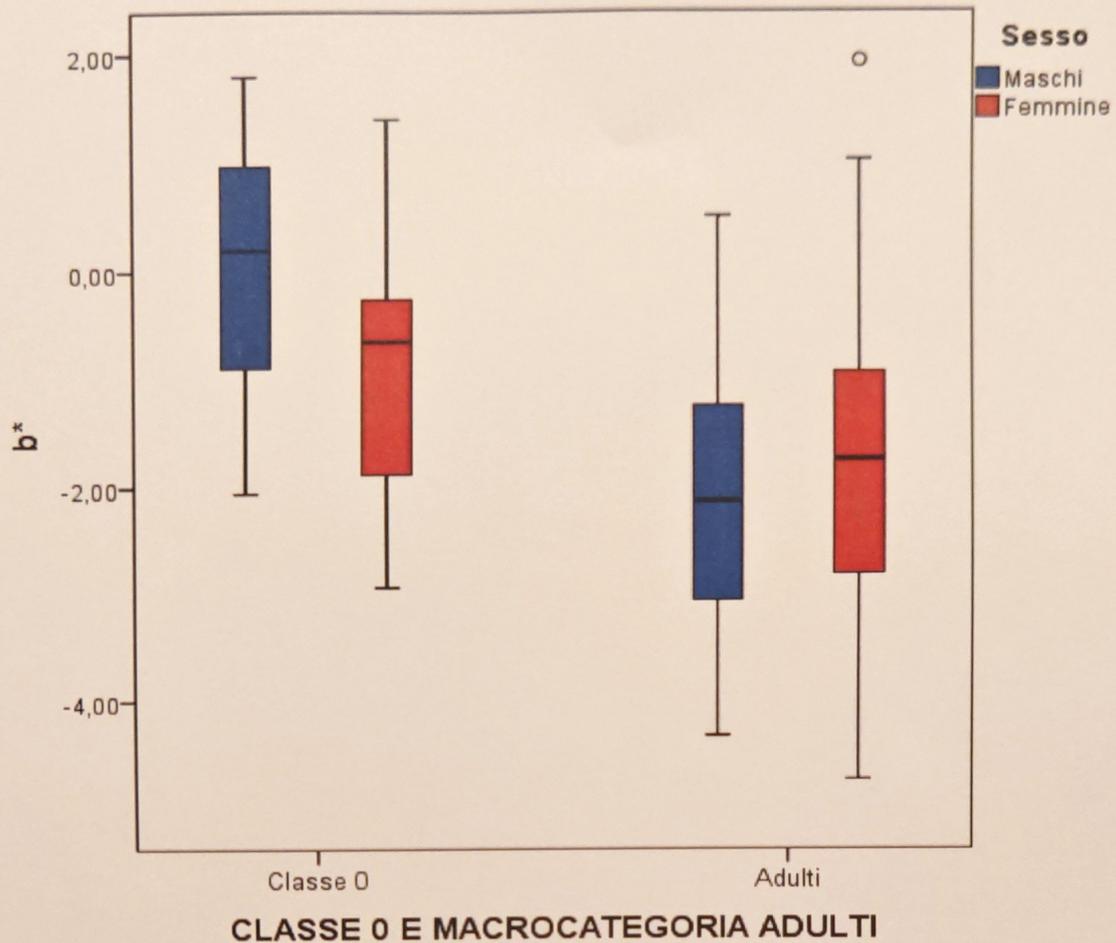


Grafico 23: Valori relativi all'indice di giallo (b^*) rilevati sui cervi abbattuti nella stagione venatoria 2017/2018, suddivisi in Classe 0 e Adulti e in relazione al sesso.

Dall'analisi dei dati emerge una differenza altamente significativa (Test ANOVA $p < 0.001$) tra i cervi Classe 0 (valori più tendenti al giallo) e i cervi Adulti (valori più tendenti al blu).

DISCUSSIONE

Dall'analisi della valutazione dei pesi eseguita sui cervi oggetto di prelievo durante la stagione venatoria 2017/2018 nei Comprensori Alpini VCO2 e VCO3 si evidenziano differenze tra classi di età e sesso.

Dall'analisi dei risultati è emerso che nei cervi (soggetto 114, 163, 80, 13, 165, 142, 12), che hanno fatto registrare un peso nettamente inferiore all'intervallo di confidenza della relativa classe di età e sesso, il valore di pH si è mantenuto su valori superiori a 5.8, indice della difficoltà di acidificazione delle carni in soggetti deperiti o caratterizzati da importanti cali ponderali.

La non corretta discesa del pH può essere inoltre causata, nel caso dei cervi maschi, dall'abbattimento condotto nel periodo post-bramito (Viganò *et al.*, 2017 a). In questo momento dell'anno i cervi maschi, in modo particolare quelli di Classe II e Classe III, registrano un peso estremamente basso a causa dello sforzo richiesto dal periodo riproduttivo (25 settembre / 15 ottobre), dallo stress indotto dalla competizione con altri maschi e dalla ricerca delle femmine: i bassi livelli di glicogeno a carico delle masse muscolari rendono così più difficoltosa la frollatura dal momento che ostacolano la normale discesa del pH.

Dalle analisi relative alla valutazione del pH è emerso come, nella maggior parte dei casi, il valore di pH tenda a calare molto velocemente nelle prime 4 ore immediatamente successive all'abbattimento del capo (prime fasi del processo di frollatura) per stabilizzarsi in seguito su valori inferiori a 5.8.

Secondo quanto riportato in letteratura (Wiklund *et al.*, 2004) i capi che presentano valori superiori a 5.8 (parzialmente DFD) e 6.2 (DFD) dopo le 4 ore dall'abbattimento sono animali che verosimilmente non avranno un corretto processo di frollatura a causa di caratteristiche intrinseche (soggetti sottopeso), errori nella gestione della carcassa (mancato o non completo dissanguamento) o un abbattimento non corretto (colpi non mortali).

Al momento della consegna al centro di controllo 5 cervi hanno fatto registrare valori superiori a 6.2 le cui carni posso essere quindi definite DFD (soggetto 114, 163, 80, 168, 13):

- Cervo 114 (pH = 6.697): oltre a non essere stato abbattuto con colpo mortale, aveva subito un'importante forma di stress legata al fatto che il cacciatore aveva esploso 4 colpi nel tentativo di abbattere l'animale; il prelievo è avvenuto inoltre nelle ore più calde della giornata (ore 11:30) impedendo così un rapido processo di preraffreddamento. Va inoltre tenuto in considerazione che si tratta di un cervo il cui peso è ben al di sotto dell'intervallo di confidenza fissato per la sua classe di età e sesso: l'eccessivo deperimento può aver inciso in maniera significativa sul mancato processo di frollatura.
- Cervo 163 (pH = 6.397): la mancata acidificazione delle carni può essere dovuta all'eccessivo dimagrimento in aggiunta anche al mancato dissanguamento della carcassa.
- Cervo 80 (pH = 6.271): soggetto sottopeso ed abbattuto dopo che il cacciatore ha esploso 2 colpi, di cui solo uno a segno, inducendo così nell'animale una certa dose di stress. Esso non è stato inoltre dissanguato in maniera corretta.
- Cervo 168 (pH = 6.258): dissanguamento non corretto.
- Cervo 13 (pH = 6.218): il prelievo è stato eseguito nelle ore più calde della giornata (ore 12:15), ed il soggetto registra un peso inferiore all'intervallo di confidenza fissato per la sua classe.

Dalle analisi effettuate emerge, in maniera statisticamente significativa (Test ANOVA $p < 0.05$), che i valori di pH più bassi vengono registrati nei cervi abbattuti con colpi immediatamente mortali (cfr grafico 4). I colpi non mortali esercitano infatti un'alterazione dei parametri metabolici basali aumentando la liberazione di adrenalina e cortisolo inducendo di conseguenza uno stato di stress.

L'adrenalina viene rilasciata dalle ghiandole surrenali in risposta a situazioni di stress e va successivamente a legarsi a dei recettori specifici scatenando una

serie di eventi che determinano un aumento dei livelli di glucosio nel sangue, una maggiore attività glicolitica nelle cellule muscolari ed una più veloce degradazione degli acidi grassi per finalità energetiche (Campbell & Ferrell, 2012). Questi ormoni, provocando una diminuzione dei livelli di glicogeno depositato come riserva energetica nei muscoli, influiscono negativamente sul processo di frollatura impedendo un corretto abbassamento del pH nelle 4 ore successive all'abbattimento.

Si evidenzia inoltre che i cervi che sono stati dissanguati presentano valori di pH inferiori rispetto ai capi non correttamente dissanguati (Test ANOVA $p < 0.05$) (cfr grafico 5). Determinante nel processo di acidificazione della carne risulta quindi essere il completo dissanguamento dell'animale: l'effetto tampone del sangue (Berenbrink, 2006) può infatti impedire una rapida discesa dei valori di pH e quindi una corretta frollatura.

Dall'analisi dei risultati degli indici colorimetrici relativi alle pratiche di gestione del capo è emerso che esiste una differenza significativa (Test ANOVA $p < 0.05$) relativamente all'indice di luminosità (L^*) sia nel caso dei soggetti abbattuti con un unico colpo mortale rispetto a quelli non morti sul colpo (cfr grafico 6) sia per quelli dissanguati rispetto a quelli non completamente dissanguati (cfr grafico 9). I cervi che sono stati prelevati e dissanguati correttamente hanno fatto rilevare valori di L^* significativamente più elevati: ciò rende evidente come sia possibile ottenere carni più chiare nel caso in cui il capo sia gestito in maniera adeguata.

I colpi non mortali causano infatti livelli di stress elevati che determinano di conseguenza un maggiore consumo del glicogeno depositato a livello delle masse muscolari. In questo modo viene resa difficoltosa l'acidificazione delle carni nelle fasi *post mortem*: ciò causa la formazione di una struttura più compatta ad opera delle fibre muscolari che rendono più difficile l'ingresso dell'ossigeno e determinano una minor dispersione della luce rendendo di conseguenza la carne più scura (Seideman *et al.*, 1984; Baldi *et al.*, 2012) portando inevitabilmente alla classificazione delle stesse come carni DFD (*Dark, Firm, Dry*).

Il mancato o non completo dissanguamento dell'animale provoca anch'esso la formazione di carni più scure. Questo fenomeno può essere spiegato dalla presenza all'interno delle strutture muscolari di un maggior quantitativo di emoglobina che diversamente verrebbe eliminato attraverso le operazioni di dissanguamento. Quanto emerso da questa analisi mette in evidenza quindi quanto sia fondamentale che le operazioni di dissanguamento dell'animale, attraverso la recisione della vena giugulare e della carotide, vengano svolte correttamente non solo al fine di garantire un corretto processo di frollatura ma anche per far sì che le carni possano presentare una colorazione ottimale tale da rendere il prodotto apprezzabile da parte del consumatore.

Ponendo in relazione i valori di pH con gli indici colorimetrici (cfr grafici 12, 13, 14) è stato possibile identificare il livello di pH ottimale sotto al quale è plausibile ottenere carni di elevata qualità caratterizzate da valori di L^* , a^* e b^* tali da garantire l'accettabilità di questo tipo di prodotto da parte del consumatore.

Dall'analisi dei risultati è emerso che i capi con valori di pH inferiori a 5.870 hanno fatto registrare livelli di luminosità (L^*), di indice di rosso (a^*) e di giallo (b^*) più elevati rispetto alle carni con valori di pH superiori a questo limite.

Questa variazione nella colorazione delle carni può essere associata al cambiamento conformazionale che la struttura della mioglobina subisce in relazione ai valori di pH rilevati a carico del muscolo.

Uno studio condotto sulla valutazione spettrofotometrica della deossimioglobina (Esquella *et al.*, 2008) ha messo in evidenza come a differenti valori di pH corrispondano diversi spettri di assorbimento di questa proteina.

La variazione più significativa (escludendo il valore di pH fissato a 4.3 perché non rilevante ai fini della mia ricerca) si denota passando da un pH di 4.6 a un valore di pH di 6.0 (figura 7).

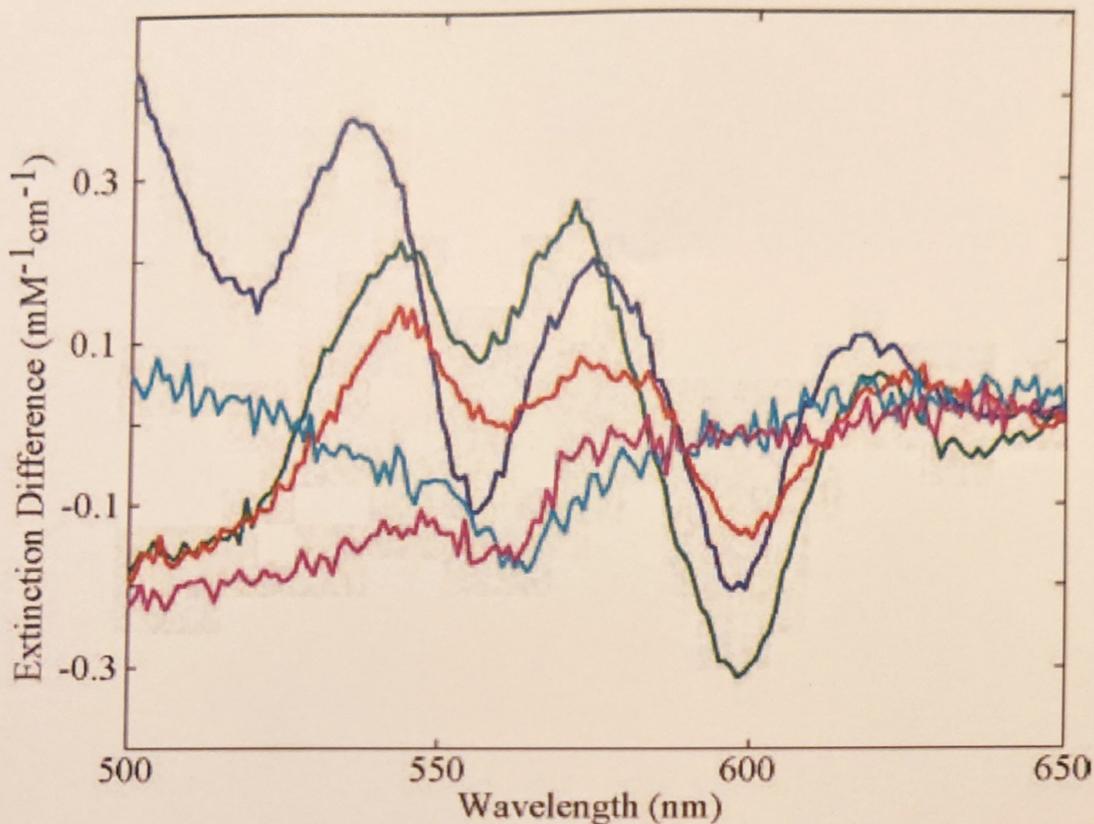


Figura 7: Spettri di assorbimento della banda visibile della deossimioglobina in funzione del pH: 4.3 (blu), 4.6 (verde), 6.0 (rosso), 8.4 (ciano) e 9.4 (viola) (Esquella *et al.*, 2008).

Da questa analisi spettrofotometrica è emerso che al variare del pH si verifica uno spostamento spettrale dell'istidina distale e una alterazione nella conformazione della tasca idrofobica della deossimioglobina: ciò accade man mano che il pH tende ad abbassarsi andando verso valori di acidità maggiori (figura 8).

Al di sotto del valore di pH fissato a 5.870 la variazione di colore che si è rilevata a carico delle carni di cervo è quindi riconducibile alla perdita di stabilità della struttura della mioglobina.

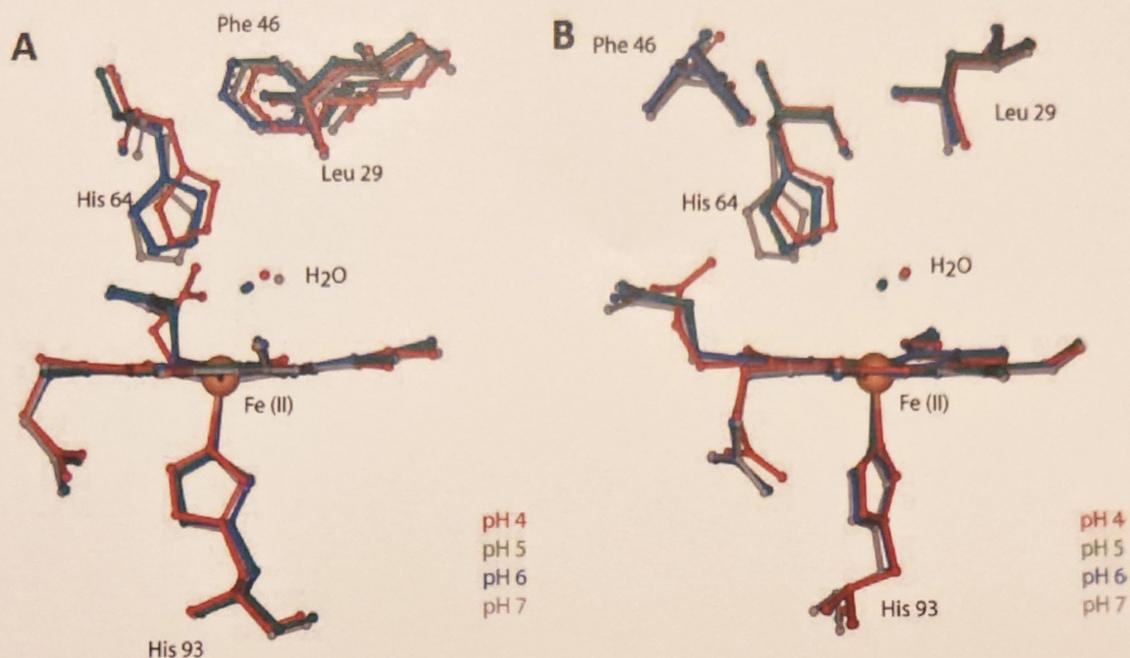


Figura 8: Confronto tra le strutture cristallografiche della tasca dell'eme della deossimioglobina in funzione del pH: pH 4 (in rosso), pH 5 (in verde), pH 6 (in blu), pH 7 (in grigio). Nella figura A si ha una visione perpendicolare della istidina prossimale (His 64); nella figura B si ha una visione quasi parallela all'istidina prossimale (Esquella *et al.*, 2008).

Va ricordato inoltre che i bassi livelli di pH, portando ad una minore stabilità della struttura della mioglobina, riducono i fenomeni di ossidazione a carico del ferro presente all'interno di questa proteina (Brantley *et al.*, 1993) determinando di conseguenza una colorazione più chiara.

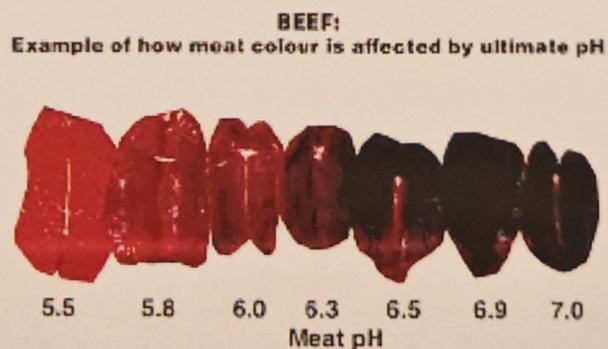


Figura 9: Variazioni di colore della carne in relazione ai valori di pH

Le carni di cervo che fanno registrare valori di pH inferiori a 5.870 possono essere ragionevolmente valutate idonee per entrare a far parte di una filiera certificata dal momento che presentano caratteristiche sensoriali che possono risultare apprezzabili da parte del consumatore.

Considerando come indicativo questo livello limite di pH, dalle analisi successive (cfr grafici 15, 16, 17) è emersa una differenza statisticamente significativa relativamente ai livelli di L* (Test ANOVA $p < 0.01$), a* (Test ANOVA $p < 0.001$) e b* (Test ANOVA $p < 0.01$) tra i soggetti con pH inferiore a 5.870 e i soggetti con pH superiore a questo valore. I capi il cui valore di pH è risultato inferiore a 5.870 sono caratterizzati da carni con indici di luminosità, di rosso e di giallo più elevati mentre i cervi il cui valore di pH è invece superiore a questo limite sono contraddistinti da carni più scure, più tendenti al verde e al blu.

Dai risultati ottenuti da queste valutazioni colorimetriche è quindi plausibile tenere in considerazione come valore discriminante e indicativo di un corretto avvio del processo di frollatura per le carni di cervo cacciato il valore di pH pari a 5.870: la carne va infatti così incontro a quei fenomeni fisici e biochimici (noti come frollatura) che consentono di ottenere un prodotto dalle caratteristiche sensoriali relative al colore/aspetto ottimali.

Dalle successive analisi colorimetriche è emerso che esistono delle differenze significative anche tra le diverse classi di età nelle quali sono stati suddivisi i cervi per quanto riguarda l'indice di rosso e l'indice di giallo (Test ANOVA $p < 0.001$); al contrario non si sono invece rilevate delle differenze significative in relazione alla luminosità (Test ANOVA $p > 0.05$) tra le diverse categorie.

Dal momento che attraverso questa analisi la differenza più significativa è stata riscontrata tra i soggetti di Classe 0 e le altre classi di età, i cervi sono stati successivamente suddivisi in due sole categorie: Classe 0 e Adulti.

Dal punto di vista statistico non si sono rilevate differenze significative tra le due classi in relazione alla luminosità mentre, al contrario, emergono differenze altamente significative (Test ANOVA $p < 0.001$) tra i soggetti di Classe 0 e i cervi adulti relativamente agli indici di rosso e di giallo (cfr grafici 22 e

23). Questa differenza potrebbe essere spiegata dalle disuguaglianze fisiologiche e nutrizionali che caratterizzano queste due classi di età.

I soggetti di Classe 0 presentano infatti, al momento del prelievo, ancora una dieta a base di latte e nell'arco della loro breve vita si sono nutriti solo di foraggio fresco (le nascite avvengono a partire da metà maggio, ed il prelievo è concentrato nel mese di novembre). Passato il primo inverno, i cervi iniziano invece a nutrirsi anche di foraggere caratterizzate da minor valore energetico, di foglie, cortecce, rovi e altro materiale a maggior contenuto di lignina (Mustoni *et al.*, 2002). Altro fattore da tenere in considerazione, nel caso dei maschi adulti, è legato all'eventuale degradazione della massa muscolare che si verifica a causa dell'eccessivo dimagrimento che si registra nel periodo degli amori nei mesi precedenti l'apertura della caccia.

Le differenze rilevate nella colorazione a livello muscolare posso essere ricondotte anche al movimento ancora ridotto che i muscoli dei piccoli di cervo hanno svolto nel loro breve periodo di vita. Sono presenti studi in letteratura (Lawrie *et al.*, 2006) condotti mettendo a confronto le caratteristiche chimiche e biochimiche del muscolo *Longissimus dorsi* di vitelli e manzi (Sgoifo *et al.*, 2009) e di suini di differenti età che mostrano come i livelli di mioglobina tendano ad aumentare molto rapidamente nei primi 12/24 mesi di vita. I bassi livelli di mioglobina che possono quindi trovarsi anche a livello dei muscoli dei soggetti di Classe 0 (cervi nati nell'anno) potrebbero spiegare le differenze rilevate negli indici a* e b* rispetto ai cervi adulti.

CONCLUSIONI

Dallo studio condotto sulla valutazione degli indici colorimetrici in relazione al pH e alle buone pratiche di gestione dell'attività venatoria, è possibile trarre alcune conclusioni relativamente all'utilizzo della carne di cervo quale prodotto di qualità destinato ad entrare a far parte di una filiera sostenibile certificata.

Dalle analisi è emerso che è possibile, attraverso una gestione corretta delle fasi *ante e post mortem*, ottenere carni non solo idonee dal punto di vista igienico-sanitario ma anche con caratteristiche sensoriali tali da rendere il prodotto apprezzabile da parte del consumatore.

È inoltre auspicabile l'ingresso di questo prodotto in un mercato nazionale attraverso uno sfruttamento che può essere definito sostenibile stante l'aumento in termini numerici del patrimonio faunistico riguardante gli ungulati selvatici che si è verificato negli ultimi decenni.

Dai risultati ottenuti appare evidente come, in assenza di errori durante le fasi di abbattimento e gestione della carcassa, sia plausibile ottenere anche nell'ambito dell'attività venatoria carni con livelli di pH ottimali che indicano l'instaurarsi di un normale e corretto processo di frollatura.

L'esame relativo ai valori di pH consente di valutare se a carico delle masse muscolari stia avvenendo un idoneo processo di acidificazione tale da consentire l'ottenimento di un prodotto commercializzabile anche dal punto di vista igienico-sanitario e sensoriale. Questo tipo di analisi può essere per questo motivo considerata un utile mezzo per avere un'immediata e preliminare valutazione delle caratteristiche delle carcasse di cervo nel momento in cui vengono consegnate al centro di controllo.

Il lavoro svolto ha confermato come la misurazione dei livelli di pH sia un ottimo strumento per acquisire dati predittivi rispetto all'andamento della frollatura

e possa quindi essere considerato un indicatore della qualità delle carni di cervo anche a fini commerciali.

Va infatti tenuto in considerazione che l'applicazione sistematica di questa metodologia consente di garantire in maniera oggettiva e rapida il prodotto non solo dal punto di vista igienico-sanitario ma anche sensoriale. A conferma di ciò le analisi colorimetriche condotte a carico del muscolo semimembranoso della coscia hanno fatto rilevare come i cervi correttamente gestiti mostrino carni con valori di luminosità, di indice di rosso e di giallo più elevati rispetto ai capi non correttamente trattati e che per questo motivo possono essere ragionevolmente considerate migliori dal punto di vista sensoriale.

È plausibile quindi che le carni di cervo che mostrano queste caratteristiche positive possano entrare a far parte di una filiera certificata che mira alla commercializzazione di un prodotto di qualità e di conseguenza alla valorizzazione del territorio montano.

Va sottolineato come sia indispensabile che l'abbattimento degli animali avvenga con un unico colpo mortale in modo tale che non si instaurino quelle reazioni biochimiche legate allo stress che inevitabilmente comprometterebbero la qualità del prodotto finito carne. Anche il dissanguamento, attraverso la recisione della vena giugulare e della carotide o dei grossi vasi del cuore, evita non solo la proliferazione di microrganismi patogeni e/o alteranti ma consente anche un corretto abbassamento dei livelli di pH a carico delle masse muscolari che si traduce poi in un prodotto con una colorazione più apprezzabile dal punto di vista sensoriale. Non va infatti dimenticato che al momento dell'acquisto è l'aspetto del prodotto ciò che maggiormente influenza le scelte operate da parte del consumatore che inconsciamente associa il colore della carne ad un prodotto caratterizzato da maggior "freschezza" e di conseguenza di maggiore qualità.

Per questa serie di motivi è importante che il cacciatore venga formato attraverso appositi corsi tenuti da soggetti qualificati in modo da acquisire la necessaria preparazione per mettere in atto corrette pratiche ed essere allo stesso tempo sensibilizzato in tema di benessere animale.

Le analisi relative ai valori di pH delle carni unitamente alla valutazione colorimetrica permettono di classificare il prodotto, evidenziare le *best practice* gestionali e facilitare l'immissione delle carcasse di cervo che hanno raggiunto la qualità attesa all'interno di una filiera certificata.

Nell'ambito dello sviluppo di una filiera commerciale del prodotto selvaggina la misurazione del pH, confermata dall'analisi degli indici colorimetrici, si è dimostrata assolutamente funzionale ed attendibile rispetto alla valutazione della corretta gestione della carcassa sia nelle fasi che precedono il prelievo (che influiscono sullo stress indotto all'animale) che sulle fasi immediatamente successive (dissanguamento, tempo di recupero, eviscerazione, tempo e modalità di trasporto).

In ultima analisi è possibile affermare come, seguendo un corretto disciplinare di produzione, sia possibile puntare alla valorizzazione delle carni di selvaggina al fine di ottenere un prodotto di buona qualità, sostenibile e a chilometro zero.

BIBLIOGRAFIA

- Abril M., Campo M.M., Önenç A., Sañudo C., Alberti P., Negueruela A.I. (2001). Beef colour evolution as a function of ultimate pH. *Meat Science* vol. 58, pp. 69-78
- Aiking H. (2011). Future protein supply. *Trends in Food Science and Technology*, 22, 112-120
- Apollonio M. (2004). Gli ungulati in Italia: status, gestione e ricerca scientifica. *Hystrix, the Italian Journal of Mammalogy*, 15(1)
- Atanassova V., Apelt J., Reich F., Klein G. (2008). Microbiological quality of freshly shot game in Germany. *Meat Science*, 78: 414-419
- Baldi G., Compiani R., Sgoifo Rossi C. (2012). Fattori condizionanti la qualità delle carni bovine nelle fasi successive all'allevamento e tecnologie per migliorarla. *Industrie alimentari*, ISSN 0019-901X-51:526(2012), pp. 18-29
- Belwal C. (2012). Causes and conditions associated with reduced level of vitamin B12. *International Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*. Vol. 3(10): 3651-3655, ISSN: 0975-8232
- Berenbrink M. (2006). Evolution of vertebrate hemoglobins: histidine side chains, specific buffer value and Bohr effect. *Respiratory Physiology & Neurobiology* 154: 165-184
- Blüchel Kurt G. (2004). *Caccia*; ISBN:978 88 6262 164 9

- Bragagna P., Capovilla P., Giaccone V. (2005). Il corretto trattamento igienico-sanitario delle carni di selvaggina. Amministrazione provinciale di Belluno, tutela e gestione della fauna e delle risorse idriche, Belluno, Italia
- Brantley R. E., Smerdon S. J. Jr., Wilkinson A. J., Singleton E. W., Olson J. S. (1993). The Mechanism of Autooxidation of Myoglobin; *The Journal of Biological Chemistry*; Vol. 268, No. 10, Issue of April 5, pp. 6995-7010
- Cambiotti F. (2015). Corso per cacciatore formato. Corretto trattamento igienico-sanitario delle carni e loro valorizzazione. A.T.C., Ambito Territoriale di Caccia PG 2
- Campbell M.K., Farrell S.O. (2012). *Biochemistry*; ISBN: 978 88 7959 727 2
- Carnivali L., Pedrotti L., Riga F., Toso S. (2009). Banca Dati Ungulati. Status, distribuzione, consistenza, gestione, e prelievo venatorio delle popolazioni di Ungulati in Italia. Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale
- Ciabò S., Fabrizio M. (2012). Linee guida per la prevenzione di incidenti stradali causati da fauna selvatica nella Provincia di Pescara. Provincia di Pescara
- Collomb M., Sollberger H., Butikofer U., Sieber R., Stoll W., Schaeren W. (2004). Impact of a basal diet of hay and fodder beet supplemented with rapeseed, linseed and sunflower seed on the fatty acid composition of milk fat. *Int. Dairy J.* 14:549-59
- Corese M. (2005). Rapporto tra benessere animale e qualità della carne in bovini, suini ed ovicaprini. Istituto Zooprofilattico Sperimentale dell'Umbria e delle Marche, Italia

- Dell'Oro A., Locatelli V., Ruffo G., Maraschi G., Castellani I., Fossati P. (2012). Road accidents caused by animals: legislative aspects, responsibilities and management guidelines
- Dell'Orto V., Sgoifo Rossi C.A., Savoini G., Cheli F., Bassani A.L. (2005). Tecniche di allevamento del bovino per una carne di qualità. Quaderni della Ricerca, Regione Lombardia n. 50
- Demartini E., Vecchiato D., Tempesta T., Gaviglio A., Viganò R. (2018). Consumer preferences for red deer meat: a discrete choice analysis considering attitudes towards wild game meat and hunting. *Meat Science* 146 (2018) 168-179
- Eaton S.B., Konner M. (1985). Paleolithic Nutrition: A Consideration of Its Nature and Current Implications. *New England Journal of Medicine* 312(5), pp. 283-289
- Esquerra R. M., Jensen R. A., Bhaskaran S., Pillsbury M. L., Mendoza J. L., Lintner B. W., Kliger D. S., Goldbeck R. A. (2008). The pH Dependence of Heme Pocket Hydration and Ligand Rebinding Kinetics in Photodissociated Carbonmonoxymyoglobin. *The Journal of Biological Chemistry* vol. 283, n. 20, pp. 14165-14175
- FAO (2006). *Livestock's long shadow, environmental issues and options*. Rome, Italia
- Faucitano L. (2018). Preslaughter handling practices and their effects on animal welfare and pork quality. *Journal of Animal Science*, vol. 96: pp. 728-738
- Fiori M. (2009). Caratterizzazione dei lipidi in matrici alimentari, Dottorato di ricerca in Scienze Morfologiche, Università degli Studi di Cagliari, Italia

Galloni P. (2000). Storia e cultura della caccia. Dalla preistoria ad oggi; Laterza
ISBN 8842061336

Gaviglio A., Demartini E., Marescotti M.E., Bertocchi M., Pirani A., Viganò R.
(2015). The valorization of local large wild ungulates meat: information
about hunting activity and opportunities for a controlled food supply chain.
LII Annual Conference Società Italiana di Economia Agraria (SIDEA) Viterbo
(Rome), September 17th -19th, 2015: 36 - Atti del Convegno

Gebresenbet G., Van De Water G., Geers R. (2003). Information monitoring
system for surveillance of animal welfare during transport (pp. 53-57)

Gill C.O. (2007). Microbiological conditions of meat from large game animals
and birds. *Meat Science*, 77: 149-160

Gottardo F., Ricci R., Fregolent G., Ravarotto L., Cozzi G. (2003). Welfare and
meat quality of beef cattle housed on two types of floors with the same space
allowance.; *Italian journal of animal science*, Vol. 2, Issue 4; Edizioni Avenue
media; pg. 243-253

Hartung J. (2003). Effects of transport on health of farm animals. *Veterinary
research communications*, Vol.27, Suppl.1; Kluwer academics publishers;
Dordrecht, Netherlands (pp. 525-527)

Henry M. & Katherine Coffing (2000). *Australopithecus to homo:
Transformations in Body and Mind*. Department of Anthropology, University
of California, Davis, California, 29:125-46

- Hoffman L.C. (2001). The effect of different culling methodologies on the physical meat quality attributes of various game species. In H. van Hoven, e B. Penzhorn (Eds.), Proceedings of the 5th international wildlife ranching symposium sustainable utilization - conservation in practice 2001 (pp. 212-221)
- Hoffman L.C., Wiklund E. (2006). Game and venison-meat for the modern consumer. Meat science, 74: 197-208
- Hoffman L.C., Ferreria A.V. (2000). pH declines of the M. longissimus thoracis of night-cropped Grey Duiker (*Sylvicapra grimmia*). S Afr J Anim Sc 30:16-7
- Huff-Lonergan E., Lonergan M. S. (2005). Mechanisms of water-holding capacity of meat: The role of postmortem biochemical and structural changes. Meat Science 71 194-204
- Iacurto M., Gigli S., Pistoni S. (2002). Caratteristiche colorimetriche della carne: analisi di alcuni fattori influenzanti e applicazione nel circuito commerciale. Atti di colorimetria 2002; Società italiana di ottica e fotonica.
- ISPRA (2013). Linee guida per la gestione degli Ungulati, cervidi e bovidi. Roma, Italia
- Ken Drew (2012). Deer and deer farming. Te Ara - the encyclopedia of New Zealand
- Klont R.E., Hulsege B., Hoving-bolink A.H., Gerritzen M.A., Kurt E., Winkelman-Goedhart H.A., de Jong I.C., Kranen R.W. (2001). Relationships between behavioral and meat quality characteristics of pigs raised under barren and enriched housing conditions.; Journal of Animal Science, Vol. 79, Issue 11; American Society of Animal Science; pp. 2835-2843

- LARN (2014). Livelli di Assunzione di Riferimento di Nutrienti ed energia per la popolazione umana, IV revisione. Società Italiana di Nutrizione Umana (SINU)
- Lawrie R.A., Ledward D.A. (2006). Lawrie's meat science. Seventh English edition 2006 Woodhead Publishing Limited and CRC Press LLC
- Leip A., Billen G., Garnier J., Grizzetti B., Lassaletta L., Reis S., Simpson D., Sutton M.A., Vries W., Weiss F., Westhoek H. (2015). Impacts of European livestock production: nitrogen, sulphur, phosphorus and greenhouse gas emission, land-use, water eutrophication and biodiversity. Environmental Research Letters
- Liepina S., Jemeljanovs A., Konosonoka I.H. (2010). Microbiological pollution rate of wild animal (*Capreolus capreolus* and *Cervus elaphus*) meat. Latvian University of Agriculture; Jelgava; Latvia. (pp. 102-115)
- Mayfield S., Proctor A., Shinn S.E., Dewettinck K., Patel A.R. (2015). CLA-rich soy oil shortening production and characterization. Journal of the American Oil Chemists' Society. Vol. 92: pp. 1267-1275
- Meyer H.H.D., Rowell A., Streich W.J., Stoffel B., Hofmann R.R. (1998). Accumulation of polyunsaturated fatty acids by concentrate selecting ruminants. Comp. Biochem. Phys. A 120:263-268
- Mustoni A., Pedrotti L., Zanon E., Tosi G. (2002). Ungulati delle Apli. Biologia-riconoscimento-gestione; ISBN 8887439036
- Phillip L.E., Oresanya T.F., Jacques J. St. (2007). Fatty acid profile, carcass traits and growth rate of red deer fed diets varying in the ratio of concentrate: dried and pelleted roughage and raised for venison production. Small Ruminant Res. 71: 215-221

- Piasentier E., Bovolenta S., Viliani M. (2005). Wild ungulate farming systems and product quality. *Veterinary Research Communications*, 29(Suppl. 2), 65-70
- Pollard J.C., Littlejohn R.P., M Scobie D.R., Pearse A.J.T., Stevenson-Barry J.M. (2003). Maintaining product quality from the farm gate to the processing facility. *Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production*, 63, 237-242
- Postolache A.N., Boisteanu P.C., Lazar R. (2011). Red deer meat (*Cervus elaphus*): between hunting and necessity. University of Agriculture Science and Veterinary Medicine, Iași, Romania. *Medicină Veterinară, Seria Zootehnie* 56:265-9
- Ramanzin M., Amici A., Casoli C., Esposito L., Lupi P., Marsico G., Mattiello S., Olivieri O., Ponzetta M.P., Russo C., Trabalza Marinucci M. (2010). Meat from wild ungulates: ensuring quality and hygiene of an increasing resource. *Italian Journal of Animal Science*, vol.9 : pp. 318-331
- Renerre M. (1986). Influence de facteurs biologiques et technologiques sur la couleur de la viande bovine. *Bulletin Technique C.R.Z.V. Theix, I.N.R.A.*, 65, 41-45
- Rostagno A., Cantore P. (2011). *Il territorio dell'Ossola: un'indagine multidisciplinare sull'offerta turistica*. ISBN 9788890583414
- Russo C. (2016). *Relazione sulla qualità della carcassa e della carne di daino (Dama dama)*. Università degli Studi di Pisa, Italia
- Saccà E., Bovolenta S., Biasizzo E. (2004). Ungulati selvatici-esperienze di allevamento allo scopo alimentare in Friuli-Venezia Giulia. *ERSA*, Gorizia, Italy

- Secchiari P., Boselli E., Serra A., Mele M., Savioli S., Buccioni A., Ferruzzi G., Paoletti F. (2001). Intramuscular fat quality of wild fallow deer (*Dama dama*) meat. *Prog. Nutr.* 3:25-30
- Seideman S.C., Cross H.R., Smith G.C., Durland P.R. (1984). Factors associated with fresh meat color: a review. *Journal of Food Quality*, 6(3), 211-237
- Sgoifo Rossi C., Dell'Orto V., Santini S. (2009). Qualità della carne bovina determinante la gestione. *IZ tecnica* n. 13
- Swatland H. J. (1989). A review of meat spectrophotometry (300 to 800 nm). *Canadian Institute of Food Science and Technology*, 22(4), 390±402
- Valencak T.G., Gamsjäger L., Ohrnberger S., Culbert N., Ruf T. (2015). Healthy n-6/n-3 fatty acid composition from five European game meat species remains after cooking
- Vergara H., Gallego L., García A., Landete-Castillejos T. (2003). Conservation of *Cervus elaphus* meat in modified atmospheres. *Meat Science*, 65, 779-783
- Viganò R., Aprico J., Besozzi M., Formenti N., Trogu T., Donazzolo C., Obber F., Ferrari N., Lanfranchi P. (2017 a). Evaluation of pH in game meat of red deer hunted in autumn in the Western Italian Alps. In Paulsen P, Bauer A, Smulders FJM. *Game meat hygiene - Food safety and security*. Ed. Wageningen Academic Publishers, pp 241-6
- Viganò R., Cottini A., Fili F. (2017 b). E-book: FILIERA ECO-ALIMENTARE la valorizzazione delle carni di selvaggina: la gestione di prodotto sostenibile come strumento di stimolo al miglioramento ambientale dei territori alpine. ISBN: 978-88-98357-08-6

Viganò R., Demartini E., Riccardi F., Corradini A., Besozzi M., Lanfranchi P., Chiappini P.L., Gaviglio A. (2018). Quality certification of hunted game meat by sensory analysis and pH-meter. Atti del convegno: XXVIII Convegno Nazionale Dell'Associazione Italiana Veterinari Igienisti - Attualità nell'igiene degli alimenti: stato dell'arte e prospettive future. Milano, 12-14 settembre 2018. Pag.8

Wiklund E., Manley T.R., Littlejohn R.P. (2004). Glycolytic potential and ultimate muscle pH values in red deer (*Cervus elaphus*) and fallow deer (*Dama dama*). *Rangifer*, 24 (2): 87-94

Wiklund E., Stevenson-Barry J.M., Duncan S.J., Littlejohn R.P. (2001). Electrical stimulation of red deer (*Cervus elaphus*) carcasses - effects on rate of pH decline, meat tenderness, colour stability and water holding capacity. *Meat Sci.* 56:211-220

Winkelmayer R, Paulsen P. (2008). Direct marketing of meat from wild game in Austria: a guide to good practice according to Regulations (EEC) 852/2004. *Fleischwirtschaft* 88:122-125