



UNIVERSITÀ
CATTOLICA
del Sacro Cuore

**Dottorato per il Sistema Agro-alimentare
Ph.D. in Agro-Food System
cycle XXXI**

S.S.D.: VET/02, AGR/19

**Sviluppo dell'indice di benessere SDIB per bovine da latte,
finalizzato all'ottimizzazione degli allevamenti**

Coordinatore: Ch.mo Prof. Marco Trevisan

**Tutor: Prof. Erminio Trevisi
Dott. Paolo Bani**

**Candidato: Michele Premi
Matricola n.: 4511725**

Anno Accademico 2018/2019

Al Prof. Luigi Calamari

INDICE

INTRODUZIONE GENERALE **8**

1. BENESSERE ANIMALE **1**

2. QUADRO NORMATIVO **6**

2.1. NORMATIVE ORIZZONTALI VIGENTI 7

2.2. NORMATIVE VERTICALI VIGENTI 8

3. INDICATORI PER LA VALUTAZIONE DEL BENESSERE ANIMALE **10**

3.1. INDICATORI INDIRECTI 10

3.2. INDICATORI DIRETTI 11

3.3. LA SCELTA DEGLI INDICATORI 12

4. MODELLI DI VALUTAZIONE DEL BENESSERE ANIMALE **15**

4.1. WELFARE QUALITY® ASSESSMENT PROTOCOL FOR CATTLE 15

4.2. FARM: FARMERS ASSURING RESPONSIBLE MANAGEMENT 17

4.3. IBA: INDICE DI BENESSERE DELL'ALLEVAMENTO 22

4.4. IBS: INDICE DI BENESSERE FUNZIONALE SATA 25

4.5. CREMBA: CENTRO DI REFERENZA NAZIONALE PER IL BA 26

4.6. SDIB: SISTEMA DIAGNOSTICO INTEGRATO BENESSERE 28

5. VALIDAZIONE DEI MODELLI DI VALUTAZIONE DI BENESSERE ANIMALE **30**

SCOPO **35**

MODELLO SDIB E BENESSERE NEGLI ALLEVAMENTI **39**

1. INTRODUZIONE **41**

1.1. DESCRIZIONE DEL MODELLO SDIB 42

1.2. SVILUPPO DEL SOFTWARE IDEAL 48

2. VALUTAZIONE DEL BENESSERE NEGLI ALLEVAMENTI CON IDEAL	50
2.1. CLUSTER ALLEVAMENTO	51
2.2. CLUSTER ALIMENTAZIONE	71
2.3. CLUSTER ANIMALE	87
2.4. CALCOLO DEL PUNTEGGIO SDIB	101
3. ALLEVAMENTI VALUTATI	102
3.1. CORRELAZIONI FRA INDICATORI DI BA	107
3.1. CONFRONTI TRA ALLEVAMENTI ITALIANI	113
3.2. CONFRONTO ITALIA VS OREGON	122
4. DISCUSSIONE	125
<u>RANGE EMATICI DI RIFERIMENTO</u>	<u>130</u>
5. INTRODUZIONE	132
6. MATERIALI E METODI	135
6.1. DISEGNO SPERIMENTALE	135
6.2. PRELIEVI EMATICI E METODICHE UTILIZZATE	136
6.3. ANALISI STATISTICA	138
7. RISULTATI	139
7.1. EFFETTO FASE	140
7.2. INTERVALLI DI RIFERIMENTO	141
8. DISCUSSIONE	141
9. CONCLUSIONE	146
<u>CONCLUSIONE FINALE</u>	<u>154</u>
<u>BIBLIOGRAFIA</u>	<u>160</u>

Introduzione generale

1. Benessere animale

Il Benessere animale (**BA**) ha assunto da diversi anni un carattere sempre più importante nell'allevamento di tutte le specie animale, per un sempre maggiore interesse da parte della società non solo per ragioni di tipo etico ma anche per aspetti legati alla qualità e salubrità degli alimenti, alla salute e longevità degli animali, all'efficienza produttiva. Tuttavia è fuori dubbio che i consumatori svolgono il ruolo ultimo nella redditività dell'azienda agricola non solo decidendo quali prodotti acquistare, ma influenzando anche la politica del governo esprimendo le proprie preoccupazioni [1]. Molto recentemente, l'American Society for the Prevention of Cruelty to Animals ha condotto un sondaggio sull'etichettatura e sulle preoccupazioni legate all'allevamento degli animali. Dai risultati emerge chiaramente che il benessere degli animali è ora in primo piano nella mente dei consumatori quando effettuano gli acquisti. Il 77% delle persone è estremamente preoccupato per il benessere degli animali da allevamento e il 69% delle persone presta molta attenzione alle etichette relative alle indicazioni sul benessere degli animali quando effettuano gli acquisti [2].

Volendo definire cosa significhi effettivamente il **BA** è necessario ripercorrere la storia legata a questo concetto. Già nel 1965 fu sinteticamente espressa la definizione di **BA** nel famoso rapporto [3] [3] (promotore della creazione del Farm Welfare Animal Council), in risposta alle preoccupazioni dell'opinione pubblica dopo la pubblicazione del libro di Ruth Harrison, "Animal Machine" nel 1964 [4]. Brambell e la Commissione che condusse collegò il **BA** alla soddisfazione di 5 libertà:

- *Libertà di alzarsi;*
- *Libertà di girarsi;*
- *Libertà di pulirsi;*
- *Libertà di sdraiarsi;*
- *Libertà di distendere gli arti.*

Da questo concetto di partenza, si è poi sviluppata una definizione più completa e complessa delle 5 libertà, frutto di una crescente domanda da parte dei consumatori di prodotti di qualità, igienicamente sicuri ed ottenuti secondo processi di produzione eticamente accettabili.

La più aggiornata definizione delle 5 libertà è presente nel report redatto nel 2010 dal Farm Welfare Animal Council [5], dove sono state così definite:

1. *Libertà dalla fame e dalla sete*, facile accesso all'acqua ed alla dieta per mantenere salute e vigore.
2. *Libertà dal disagio*, fornendo un ambiente appropriato che include un riparo e una comoda area di riposo.
3. *Libertà dal dolore, dalle lesioni e dalle malattie*: prevenzione o diagnosi e trattamento rapidi.
4. *Libertà di esprimere un comportamento normale*, fornendo uno spazio sufficiente, strutture adeguate e una compagnia appropriata della stessa specie animale.
5. *Libertà dalla paura e dall'angoscia*, assicurando condizioni e trattamenti che evitino la sofferenza mentale.

Istituite come linee guida per l'analisi del benessere degli animali, le Cinque libertà sono ampiamente conosciute e utilizzate nella legislazione della Comunità Europea, in ambito accademico e in campo agricolo [6].

Webster (1994)[7], suggerisce però l'impossibilità concreta di perseguire tutte e cinque le libertà, ma le riconosce come: "Un tentativo per presentare al meglio una complessa e difficile condizione".

Dare una definizione più dettagliata ed univoca di benessere degli animali è tuttavia complicato. Se la definizione di base delle 5 libertà può infatti trovare facilmente consenso, quando si arriva a discutere i "dettagli" (ovvero cosa di fatto comporta il loro raggiungimento) ci possono essere interpretazioni molto diverse [8]. Lo studio del benessere degli animali deve includere vari approcci che vanno dalla tecnica di allevamento (zootecnia) all'etologia, rendendola una questione multidimensionale. Dunque, la difficoltà di trovare una definizione condivisa di **BA** deriva dalla grande varietà di valori ed opinioni che le persone nella nostra società hanno. Ad esempio, i consumatori, gli agricoltori, i proprietari di animali domestici e gli scienziati hanno standard di riferimento diversi per il benessere degli animali, il che rende quasi impossibile concordare una definizione onnicomprensiva [9]. In ogni caso per capire davvero come migliorare il benessere degli animali sono richiesti contributi da diverse discipline scientifiche [10].

Gli approcci scientifico-culturali-filosofici per arrivare alla definizione del **BA** possono avere punti di vista anche diametralmente opposti. Marian Dawkins spiega che il benessere degli animali può essere visto come il benessere mentale e fisico di un animale mentre è vivo; la macellazione di un animale è quindi accettata ed accettabile fintanto che la sofferenza non si verifica prima della morte [11]. Altri, all'opposto, pensano che uccidere e mangiare animali sia un ostacolo insormontabile al benessere, e sostengono inoltre che sia sbagliato sfruttare ed esercitare il controllo sugli animali [12].

Un'altra definizione molto popolare di **BA** riguarda l'equilibrio tra un individuo e l'ambiente circostante. Quando questa delicata armonia si spezza, il benessere diminuisce [13]. Broom concorda con tale approccio, tanto che definisce il welfare di un organismo come lo stato in cui si trova in relazione ai tentativi di far fronte al suo ambiente [14]. Lo stato di benessere che scaturisce da questi tentativi deriva da:

- Risposte che l'organismo mette in atto per fronteggiare l'ambiente (comportamentali, immunitarie e fisiologiche)
- Grado di successo di questi tentativi di adattamento.

Il concetto che sta alla base di questa definizione è il corretto funzionamento dei sistemi biologici dell'animale, quindi una buona condizione di benessere è riconducibile ad un'alta fertilità, buon accrescimento ed a produzioni elevate e di buona qualità. Questo approccio è anche sostenuto da Blosser in quanto finché "un animale cresce normalmente, è adeguatamente nutrito, privo di malattie e non subisce maltrattamenti fisici, non c'è motivo di preoccupazione" [15].

In altre parole, l'insieme di sforzi biologici che un animale schiera per adattarsi ad un particolare stimolo ambientale, che essi abbiano o meno successo, costituiscono il grado di benessere, che dunque può risultare soddisfacente o inadeguato. Le risposte che vengono attuate sono visibili a vari livelli: comportamentale, neuro-ormonale, fisiologico e immunitario, nonché dettate dall'esperienza che ogni animale possiede nei confronti di un determinato stimolo ambientale. Anche Schork e Young esprimono un'idea simile, essi hanno affermato che il benessere di un individuo è determinato dalla sua capacità di superare le condizioni non ottimali nel suo ambiente circostante senza compromettere la salute dell'animale, sia fisicamente che psicologicamente [16]. Hughes concorda con queste

definizioni, e definisce il benessere come “lo stato di completa salute mentale e fisica nel quale l’animale è in armonia con il proprio ambiente” [17].

Perciò secondo queste definizioni per rispettare e proteggere gli animali, dobbiamo provvedere ai loro bisogni mentali e fisici. Le prove scientifiche aiutano a indicare se un animale si trova in un buono stato di benessere e ciò risulta quando l’animale vive in un ambiente confortevole, è ben nutrito, è sano ed in grado di esprimere comportamenti innati. Un animale con scarso benessere al contrario potrebbe soffrire di stati di angoscia, paura e / o dolore. Quantificarne quanto buono o scarso sia il livello di benessere in cui vive un animale è però arduo, specie quando si inseriscono elementi di tipo morale. Tanto che Broom suggerisce che il benessere può essere misurato in modo scientifico solo se è indipendente da considerazioni etiche [18].

È fondamentale capire che il benessere è una caratteristica di un animale e non qualcosa che gli viene dato. Le innumerevoli definizioni di benessere degli animali possono essere molto confuse da interpretare, poiché i valori individuali, svolgono un ruolo importante nella comprensione.

Con un approccio etologico, il concetto di benessere si basa sui feelings degli animali, riconosciuti come “esseri senzienti” dall’articolo 3 del Trattato di Lisbona [19]. L’interesse per la sensibilità degli animali è diventato oggetto di riflessione collettiva dopo la pubblicazione de “Question of Animal Awareness”, da parte dell’etologo statunitense Griffin, nel 1976 [20]. Agli animali sono riconosciute poche emozioni di base, quali rabbia, paura e soddisfazione [21], mentre Millmann si spinge a concepire l’importanza della riduzione di emozioni negative, come paura e dolore, nonché l’importanza dell’aumento di quelle positive, quali comfort e piacere [22]. Per quanto riguarda la condizione di sofferenza, l’animale sarebbe in grado di percepire una vasta gamma di stati spiacevoli [23], in forma acuta o persistente [24]. Tuttavia, nell’applicazione del concetto basato sui feelings, il limite consiste nell’indagare queste emozioni come se fossero stati oggettivi. Queste emozioni sono anche valutabili in forma indiretta, in quanto possono determinare dei cambiamenti a livello fisiologico e comportamentale. Per esempio, uno stato di paura produce effetti rilevanti sulle risposte fisiologiche, comportamentali e di conseguenza sulle condizioni fisiche dell’animale stesso.

Un ulteriore modo di studiare il benessere si fonda sul lasciare agli animali allevati la possibilità di potere esprimere tutti i loro comportamenti normali o naturali (quarta delle 5 libertà proposte dal FAWC): il benessere per l'animale si correla alla possibilità di condurre una vita il più possibile coerente con le tipiche attitudini naturali e comportamentali. Questa enfattizzazione della vita naturale dell'animale è oggi per molti consumatori e politici sinonimo di **BA**. A tal proposito, è opportuno sottolineare che gli animali da reddito sono alquanto differenti dai loro conspecifici in natura, in quanto essi hanno subito un lungo processo di domesticazione (vari millenni), per cui risulta poco verosimile distinguere lo stato di benessere da tale approccio in soggetti ormai troppo diversi da quelli che furono i loro antenati selvatici [25]. In relazione all'evoluzione animale e all'habitat, l'adattamento degli animali in condizioni naturali ha senz'altro la sua validità; al contrario i vantaggi di un simile adattamento in cattività, possono risultare nulli.

Il dibattito sul **BA** è quindi molto sentito nell'attuale contesto sociale e ripetutamente si accende nel confronto tra i fautori dei diversi approcci. Una sintesi tra tali approcci, tuttavia, è possibile nel principio del soddisfacimento dei bisogni degli animali. Conoscere i loro bisogni consente di studiare il legame tra necessità biologiche e conseguenze (di varia natura: da quelle fisiologiche a quelle comportamentali) per l'organismo e conferisce scientificità a tali valutazioni.

Anche da parte degli allevatori, soggetti direttamente interessati al corretto rapporto con gli animali sia per i loro interessi imprenditoriali che per le rilevanze etiche che hanno ormai implicazioni sociali, esiste l'esigenza di capire quale sia l'approccio migliore per garantire adeguati standard di benessere. Per tale ragione appare opportuno che agli allevatori che sono in grado di produrre nel pieno rispetto del **BA**, venga riconosciuta tale peculiarità attraverso un sistema di etichettatura dei prodotti. Tale etichettatura consentirebbe agli allevatori di garantire in modo oggettivo la loro attenzione a tale aspetto e permetterebbe ai consumatori di poter attuare all'acquisto di prodotti di origine animale, scelte più consapevoli, in relazione a tale peculiarità. Tale processo è possibile solo con sistemi di valutazione oggettiva del **BA**, che porterebbe una certificazione delle filiere zootecniche, con ricadute molteplici al consumatore, in termini di eticità dei sistemi produttivi e qualità degli alimenti, all'allevatore, in termini di consenso sociale e, probabilmente, reddituale, in quanto sarebbe riconosciuto un valore aggiunto alle sue produzioni.

Vista la difficoltà di integrare tra di loro i differenti criteri attraverso i quali il benessere è inteso e monitorato, anche i metodi di valutazione si dovrebbero basare su rilievi piuttosto articolati e vari. È dunque molto complicato sviluppare modelli al contempo accurati, precisi, ripetibili e riproducibili per “misurare” il benessere.

2. Quadro Normativo

In seguito alla pubblicazione del Brambell Report (1965) si intravide l'esigenza di creare un sistema legislativo per regolamentare la materia. Dal 1976 l'intero quadro normativo europeo subisce frequenti modifiche ed aggiornamenti dovute a Convenzioni, Direttive e Regolamenti ed ampliando le prospettive dell'impianto normativo in termini di sicurezza alimentare e salvaguardia ambientale. Il controllo del pieno rispetto delle normative viene demandato dalla Commissione europea all'Ufficio Alimentare e Veterinario (FVO: Food Veterinary Office). Da ciò si deduce come il rispetto e la protezione degli animali hanno assunto un interesse sempre maggiore anche all'interno della nostra società. Le esigenze in materia di benessere degli animali in quanto esseri senzienti (Art. 3 del “Trattato sul funzionamento dell'Unione europea” sottoscritto a Lisbona nel 2009 [19]) hanno influenzato la legislazione comunitaria non solo per quanto concerne l'emanazione delle norme finalizzate alla protezione degli animali, ma anche nella formulazione e nell'attuazione delle politiche dell'Unione Europea.

La Comunità Europea ha affrontato il tema del **BA** in modo strettamente correlato alle specie, al metodo di allevamento ed alla loro gestione. Nell'ultima legislatura sono state emanate norme che hanno stimolato il miglioramento del management zootecnico, inteso come ambiente offerto agli animali, densità di popolazione, sistema di alimentazione, personale. Per la trattazione delle norme relative al benessere in allevamento è necessario pertanto definire le tipologie di normative che lo regolano:

- *Normative orizzontali*: dettano regole comuni a tutte le specie destinate alla produzione di alimenti;
- *Normative verticali*: sono specifiche per una singola specie allevata, e possono essere relative anche ad una specifica categoria di animali (ad esempio per i bovini alcune normative si riferiscono ai soli bovini da latte ed altre ai soli bovini da carne).

2.1. Normative orizzontali vigenti

La Dir. 98/58/CEE viene emanata nel 1998 dalla Comunità Europea, ma le sue origini sono ben più remote, ovvero risalenti alla “Convenzione europea sulla protezione degli animali negli allevamenti del 1976 STCE n°87, approvata dalla Decisione CEE 78/923 del 1978. Questa direttiva, di per sé non definisce particolari parametri da rispettare ma fa in modo che gli Stati membri si impegnino nel garantire che i proprietari o custodi di animali adottino misure adeguate assicurando il benessere dei propri animali. Di seguito sono riportate le disposizioni base, utilizzate poi dagli Stati Membri per l’implementazione delle normative specifiche;

1. *Assunzione di personale:* gli animali devono essere accuditi da un numero sufficiente di addetti e con le opportune competenze professionali.
2. *Ispezione:* indipendentemente dalla tipologia di allevamento gli animali devono essere sottoposti ad ispezione giornaliera o comunque ad intervalli sufficienti ad evitare inutili sofferenze.
3. *Registrazione:* vanno annotati su un registro tutti i trattamenti terapeutici effettuati sugli animali.
4. *Libertà di movimento:* agli animali non deve essere limitata la capacità di movimento tale da causare inutili sofferenze o lesioni
5. *Edifici ed alloggi:* i materiali utilizzati per la costruzione di recinti, alloggi e stabulari non devono essere nocivi per l’animale ed essere lavabili e disinfettabili. Le strutture non devono presentare in alcun modo sporgenze o spigoli che possano provocare lesioni agli animali. La circolazione dell’aria, l’umidità, la temperatura, la presenza di gas nocivi vanno mantenuti entro i limiti di legge stabiliti ovvero non nocivi per gli animali. Si deve assicurare agli animali un adeguato periodo di esposizione alla luce.
6. *Animali non custoditi nei fabbricati:* ove possibile deve sussistere un riparo dalle intemperie, dai predatori e da rischi per la salute.
7. *Impianti automatici o meccanici:* ogni impianto automatico o meccanico adibito alla cura, benessere o alimentazione degli animali deve essere ispezionato giornalmente.

8. *Mangimi, acqua e altre sostanze:* agli animali deve essere somministrata una quantità di alimenti che soddisfi i fabbisogni e li mantenga in buono stato di salute; non devono essere somministrati alimenti che contengano sostanze nocive che possano minare alla salute ed al benessere degli animali; gli animali devono avere accesso ad acqua ed alimenti ad intervalli adeguati alle loro esigenze fisiologiche.
9. *Mutilazioni:* in attesa dell'adozione di specifiche disposizioni in materia, secondo la procedura di cui all'articolo 5, e fatta salva la direttiva 91/630/CEE, le pertinenti disposizioni nazionali si applicano in conformità con le tegole generali del trattato.
10. *Procedimenti di allevamento:* è vietato l'allevamento naturale o artificiale o procedimenti di allevamento che possano causare lesioni o sofferenze inutili agli animali.

La suddetta direttiva venne recepita sul territorio nazionale attraverso il D. Lgs. 146/2001, l'emanazione del decreto ha permesso negli anni controlli ispettivi concentrati prevalentemente su vitelli, suini e galline ovaiole, ed ha stabilito che tutte le specie citate nella Dir. 98/58/CEE debbano essere controllate. Questo decreto legislativo comprende tutte le specie allevate a fini agricoli indipendentemente dal numero di capi, quindi considera sia l'allevamento industriale che familiare; il Decreto è estensibile a tutti gli animali vertebrati, includendo pesci, rettili e anfibi.

2.2. Normative verticali vigenti

Per la specie bovina la legislazione è poco esaustiva, per i bovini adulti siano essi ad attitudine per la produzione di latte o carne non esiste alcuna normativa verticale. Solo per quel che concerne l'allevamento del vitello, inteso come un soggetto di età inferiore ai sei mesi, esiste una normativa specifica (Direttiva 119/2008/CEE che modifica la Direttiva 97/2/CEE e la Decisione 97/182/CEE (recepita in Italia con D. Lgs. 331/98), a loro volta modifiche della Direttiva 91/629/CEE, recepita in Italia tramite D. Lgs. 533/92).

La Direttiva 119/2008/CEE, recepita a livello nazionale come D. Lgs. 126/11, stabilisce norme minime per la protezione del vitello sia in allevamento che per il macello. Il trasporto è invece

disciplinato dal regolamento (CE) n° 1/2005. Di seguito sono riportati i punti salienti di tale normativa:

- *Recinti collettivi o individuali*; i recinti devono essere strutturati in maniera tale da consentire all'animale di coricarsi, giacere, alzarsi e accudire sé stesso con assenza di difficoltà. Dall'ottava settimana di età sono vietati recinti individuali, tranne in caso di malattia. Nelle prime otto settimane è concesso l'utilizzo di box individuali con trafori che consentano il contatto visivo e tattile con altri vitelli. I recinti collettivi devono rispettare le seguenti norme relative allo spazio:

Animali di peso inferiore a 150 kg, spazio necessario: 1,5 m²

Animali di peso inferiore a 220 kg, spazio necessario: 1,7 m²

Animali di peso superiore a 220 kg, spazio necessario: 1,8 m²

È vietata l'immobilizzazione del vitello per un periodo superiore ad un'ora. La stalla, i recinti, le attrezzature e gli utensili devono essere lavabili e disinfettabili. I pavimenti devono essere lisci ma non sdruciolevoli. La zona di riposo deve essere confortevole, pulita ed asciutta.

- *Salute*; il vitello deve ricevere colostro bovino nelle prime ore dopo la nascita, entro e non oltre le sei ore di vita. Vitelli che presentano lesioni o sintomi di malattie devono essere opportunamente curati tempestivamente, qualora il problema sussista deve essere interpellato un veterinario.
- *Alimentazione*; tutti i vitelli devono essere nutriti almeno due volte al giorno e ciascun vitello deve essere alimentato in contemporanea con i suoi simili. Gli alimenti devono contenere un tenore in ferro sufficiente a garantire una concentrazione di emoglobina pari a 4.5 mmol/l di sangue; deve essere somministrata una dose di alimenti fibrosi ad ogni vitello dopo le due settimane di vita. L'alimentazione deve soddisfare i fabbisogni in funzione dell'età e del peso, conforme con le esigenze comportamentali e fisiologiche. Dalla seconda settimana di età il vitello deve avere accesso ad acqua fresca e potabile.
- *Controllo degli animali*; tutti i vitelli stabulati all'interno di locali adibiti devono essere controllati almeno due volte al giorno e, una volta al giorno, debbono essere ispezionati gli impianti meccanici. Qualora si utilizzino impianti artificiali di

ventilazione, essi devono essere provvisti di un sistema di allarme (periodicamente revisionato) e di un opportuno sistema di ventilazione sostitutivo.

- *Luminosità*; ai vitelli va fornito un adeguato periodo di esposizione alla luce sia essa naturale o artificiale, quest'ultima va garantita per un periodo compreso tra le 9:00 e le 17:00.
- *Importazioni*; per essere importati nella Comunità, i vitelli provenienti da paesi terzi devono essere accompagnati da un certificato che riporti i trattamenti operati sul vitello e la loro equivalenza ai trattamenti stabiliti nella Comunità europea.

3. Indicatori per la valutazione del benessere animale

Le molteplici definizioni di **BA** enunciate nel precedente paragrafo, sono frutto di più scuole di pensiero (approcci) e suggeriscono l'impiego di vari indicatori. Nell'ottica di una valutazione oggettiva del benessere in una data situazione e con una specifica specie animale è di rilevante importanza la scelta degli indicatori da utilizzare. Tali indicatori devono includere aspetti relativi a: stato di salute, comportamento degli animali, ambienti di allevamento ed operazioni di routine e management. Secondo Verga [26], gli indicatori di benessere sono patologici, fisiologici, comportamentali e produttivi. Si tratta di indici, che sebbene appartengano a diverse categorie, sono basati sulla risposta animale, ovvero sulla capacità di adattamento.

Per altri autori [27][28][29], la sola "reazione animale" non pare sufficiente a esaurire la complessità della valutazione del benessere e individuano anche indicatori di tipo ergonomico-gestionale. Il benessere di un animale risulta quindi il risultato dell'interazione tra la risposta dell'animale (patologica, fisiologica, comportamentale e produttiva), le loro esigenze (alimentari in primis), la gestione degli alimenti e l'ergonomia (sistemi di allevamento e relativa gestione).

3.1. Indicatori indiretti

Gli indicatori di **BA** possono essere suddivisi in due grandi categorie: indiretti e diretti. Gli indicatori indiretti prendono in esame le caratteristiche del sistema di allevamento e del management; includono le caratteristiche delle strutture, degli impianti, delle attrezzature,

nonché il management dell'allevamento e degli animali. Il rilievo di questi aspetti non è particolarmente complesso perché molti di questi parametri si possono misurare in modo relativamente semplice, rapido e attendibile. Le informazioni riguardanti il sistema di allevamento sono importanti ai fini del benessere perché forniscono indicazioni sulle risorse disponibili agli animali e le possibilità di soddisfacimento delle loro esigenze, anche in specifici momenti del ciclo produttivo (o di vita). D'altra parte, gli indicatori indiretti forniscono una valutazione del rischio per lo stato di benessere e non una valutazione del reale effetto sul benessere. Gli indicatori indiretti rilevano la presenza di fattori che possono causare stress, ovvero consentono di individuare punti critici di un sistema. Stimare il livello di benessere degli animali presenti in una particolare struttura, non significa rilevare l'assenza di fattori di stress ma stimare se e in che misura i soggetti si sanno adattare, dato che l'organismo si sa adattare. La tolleranza degli animali ai fattori di stress è proporzionale all'importanza e all'intensità del fattore stressante, ma - contemporaneamente - anche alla capacità di risposta del singolo animale all'insulto ricevuto. Tale risposta è influenzata da molteplici fattori: genetici, esperienza individuale, stagione, co-presenza di altri insulti, ecc. In questo modo è più difficile dare un giudizio preventivo sulle conseguenze che i vari agenti stressogeni possono avere sugli animali [30]. Ciò rende ragione della necessità di non limitarsi alla individuazione dei punti critici dei sistemi di allevamento in relazione alle cinque libertà; ma, come anticipato da Grandin [31], "Occorre un'accurata valutazione delle reazioni degli animali, una combinazione tra osservazioni dei comportamenti e misure fisiologiche, al fine di elaborare una misurazione corretta del livello di *discomfort* dell'animale". Questa valutazione si può ottenere con la valutazione di indicatori diretti [32].

3.2. Indicatori diretti

Gli indicatori diretti sono definiti anche indici *animal-based* e prendono in esame le reazioni degli animali all'ambiente in cui sono allevati. In tale categoria rientrano i parametri di tipo comportamentale, fisiologico, sanitario e riproduttivo. I livelli degli ormoni dello stress (cortisolo, adrenalina, ecc.), l'aggressione, la paura e i comportamenti anomali, i sintomi di malattia e la mortalità sono esempi di parametri di questa categoria. Fra le tipologie di indicatori diretti rientrano quindi i parametri riproduttivi, essendo la fertilità, soprattutto secondo l'approccio funzionale al tema benessere, strettamente influenzata dai fattori di

stress e dal grado di successo nell'adattamento all'ambiente. In questa lista alcuni autori includono anche la risposta produttiva [33]. Il comportamento e lo stato di salute si possono considerare come indicatori diretti delle emozioni e dello stato fisico degli animali, quindi possono fornire informazioni circa il benessere fisico e mentale degli animali.

I modelli per la valutazione del benessere degli animali a livello di allevamento si basano su di una serie di indicatori di benessere. In primo luogo, è necessario definire due proprietà desiderabili di questi indicatori, ossia: validità e affidabilità. La validità indica se l'indicatore misura effettivamente ciò che teoricamente dovrebbe misurare, quantificandone il grado. L'affidabilità indica invece quanto sono vicine le misurazioni. Vi sono diverse misure di affidabilità inter-osservatore: affidabilità che misura l'accordo tra osservatori diversi; intra-osservatore: affidabilità che misura l'accordo tra lo stesso osservatore in diverse occasioni; infine, test-retest che misura l'accordo tra le osservazioni effettuate sullo stesso individuo in almeno due diverse occasioni [34]. Un'altra proprietà importante degli indicatori è la fattibilità, ovvero se può essere facilmente gestito da personale addestrato, richiedendo tempo limitato per il rilevamento e, quindi, dai costi sostenibili.

3.3. La scelta degli indicatori

La base da cui partire per individuare validi indicatori da ordinare in un efficiente modello di valutazione del **BA** potrebbe essere proprio quello delle cinque libertà [5]. Si tratta infatti di una lista che combina insieme, come detto, indicatori comportamentali, fisiologici, sanitari, produttivi e riproduttivi. Tuttavia, proprio per questo raffinato e ampio assemblamento di dati, può accadere di giungere a risultati anche in contrasto tra di loro.

Un diverso punto di partenza potrebbe riguardare le cause avverse al benessere, allestendo liste di indicatori dei vari tipi di stress, come ad esempio stress fisici (come mungiture dolorose o strutture inadeguate) e psicologici (come sovraffollamento o isolamento). Tuttavia, la tolleranza di un animale agli stress è indubbiamente, più o meno fortemente, correlata a fattori genetici o è frutto dell'esperienza individuale di un animale, per cui risulta difficile esprimere un parere preventivo sulle conseguenze che i vari stress possono produrre sugli animali attraverso una serie di indicatori [35]. Occorre quindi, come sostiene Grandin [31], "Un'accurata valutazione delle reazioni degli animali, una combinazione tra

osservazioni dei comportamenti e misure fisiologiche”, nonché un sistema di riferimento per ciascuna misurazione.

Secondo altri autori [36] inoltre, bisogna predisporre indicatori di benessere utilizzabili in allevamento che soprattutto risultino pratici: facilmente applicabili da personale addestrato, che richiedano tempi di esecuzione limitati, che diano misurazioni accurate e ripetibili. Ciò al fine di giungere a definire le cause della mancanza di benessere e quindi essere in grado di proporre miglioramenti gestionali e correttivi dello stato di benessere stesso. Gli stessi autori sostengono anche che molti parametri comportamentali, quali ad esempio i test di valutazione delle relazioni uomo-animale, richiedono tempi lunghi per cui non sono facili da inserire nella routine. Inoltre, i dati sanitari, apparentemente parametri facilmente acquisibili nei database aziendali, dove obbligatoriamente sono registrate cartelle sanitarie e terapie, possono essere interpretati in maniera equivoca se non accompagnati a una rigorosa ispezione della mandria. Non stupisce, quindi, come si giunga talvolta a differenti valutazioni e giudizi sullo stato di benessere impiegando in maniera, comunque rigorosa, diversi tipi di indicatori, specie se diretti. Al contrario, per gli indicatori indiretti, la rilevazione risulta di norma più semplice e più rapida [37].

Sørensen et al. [27] pongono l'attenzione su due tipi di informazioni: quelle riguardanti il sistema e la sua gestione e quelle riguardanti la risposta dell'animale all'ambiente in cui vive. Le informazioni del primo tipo impiegano indicatori indiretti. Il secondo tipo di informazioni è rilevabile per mezzo di indicatori diretti e include gli aspetti comportamentali e lo stato sanitario, ai quali Calamari e Bertoni [38], hanno aggiunto performance produttive e riproduttive, nonché aspetti fisiologici.

In base a quanto sopra esposto, il numero di indicatori utilizzabili per la valutazione del benessere è molto ampio e il rilievo contemporaneo di tutti gli indicatori proposti richiedere tempi e costi elevati.

Il problema di approntare un unico e concreto sistema di valutazione basato su indicatori robusti e validi per l'uso in campo, sfortunatamente, persiste e non sembra ancora superato [27]. Non sempre i dati relativi allo stato sanitario degli animali sono frutto di esami clinici sistematici, più spesso forniscono un punto di vista del veterinario sulle malattie. In allevamento è più facile rilevare i dati che forniscono le performance (produzione, qualità

del latte, riproduzione), mentre è più complicata la situazione del rilievo degli aspetti fisiologici, quali la ruminazione ed esami del profilo metabolico sui singoli animali.

Si può quindi asserire che la scelta finale degli indicatori da monitorare dipende dall'ambito in cui il modello di valutazione del benessere verrà utilizzato e dagli obiettivi che tale modello intende perseguire. Oggi sono diverse le finalità per cui si vuole eseguire la valutazione di benessere [39], ovvero:

- rispetto dei vincoli legislativi sul **BA**, eseguita dai sistemi di controllo pubblici (in Italia dai veterinari coordinati dal Ministero della Salute);
- adesione a sistemi di certificazione di prodotti animal friendly, che si connotano anche per il forte richiamo di tipo etico;
- l'individuazione di eventuali punti critici e dei possibili interventi migliorativi;
- dimostrare l'assenza di stressori che possono interferire con alcune risposte fisiologiche degli animali.

Si possono così classificare i modelli del benessere nelle seguenti categorie: modelli obbligati per esigenze legislative; modelli utilizzabili nell'ambito della certificazione; modelli utilizzabili come strumenti per l'assistenza tecnica e per ottimizzare il management dell'allevamento; modelli utilizzabili nella ricerca. Questi modelli possono quantificare il benessere, le condizioni potenzialmente in grado di raggiungere un livello accettabile di benessere, e fornire indicazioni per migliorare l'adattamento degli animali all'ambiente dove sono allevati [32]. Ad esempio, per modelli da utilizzare nell'ambito dell'attuale legislazione, con il principale obiettivo di valutare se l'allevatore mette in atto buone pratiche di allevamento per raggiungere standard di benessere adeguati, si potranno utilizzare indicatori prevalentemente di tipo indiretto, facili da monitorare. In questo caso il risultato che si ottiene indica il grado di rispetto delle buone pratiche di allevamento, che non necessariamente rispecchia le reali condizioni di benessere degli animali.

Nei casi in cui il modello venga utilizzato nell'ambito della certificazione, si dovranno utilizzare indicatori di tipo diretto e/o indiretto, da combinare in funzione degli obiettivi principali da raggiungere, che possono essere rispettivamente di valutazione del livello di benessere o dell'applicazione delle buone pratiche come garanzia di rispetto e cura degli animali. Infine, quando il modello viene utilizzato nell'ambito dell'assistenza tecnica, è necessario utilizzare un più elevato numero di indicatori, sia di tipo diretto che indiretto.

Solo così si potrà evidenziare gran parte delle cause di riduzione del benessere e, proporre gli opportuni rimedi per migliorare le condizioni di allevamento. Questo approccio consente di migliorare contemporaneamente tutte le performance fra le quali: quantità e qualità del latte, fertilità, longevità, salute.

Per tale ragione sono stati realizzati vari sistemi di valutazione del **BA**, specifici per le varie specie di rilevanza zootecnica. Di seguito verranno illustrati i principali proposti per gli allevamenti bovini.

4. Modelli di valutazione del Benessere Animale

4.1. Welfare Quality® Assessment Protocol for Cattle

Welfare Quality®, è un progetto comunitario europeo nato dall'interesse pubblico di incrementare il **BA** sia per motivi etici, sia come presupposto per la salubrità dei prodotti derivati, oltre che per la trasparenza e la qualità delle filiere alimentari. Il progetto quinquennale, finanziato dall'Unione europea nell'ambito del VI "Programma quadro" di ricerca e sviluppo tecnologico, denominato "Science an society improving animal welfare in the food quality chain" ossia il "Welfare Quality®", che ha avuto inizio nel 2004 con l'intento fondamentale di conciliare le preoccupazioni dei consumatori con le esigenze del mercato, attraverso due traguardi fondamentali:

- il collegamento delle pratiche di allevamento ad un chiaro sistema informativo per i prodotti di origine animale;
- lo sviluppo di strategie innovative e concrete per migliorare il **BA** negli allevamenti.

Il primo obiettivo è stato perseguito realizzando sistemi affidabili di controllo aziendale, per valutare le condizioni di benessere e trasformare le misurazioni in informazioni accessibili e comprensibili per i consumatori, così da realizzare una chiara caratterizzazione dei prodotti di origine animale sul mercato. Il secondo obiettivo è stato perseguito in modo da fornire indicazioni per incrementare il benessere degli animali, fornendo ambienti più sicuri e stimolanti, minimizzando le condizioni nocive e, migliorando i rapporti uomo-animale.

Il modello "Welfare Quality®" si basa su quattro principi fondamentali di benessere per gli animali relativi ad alimentazione (stato di ingrassamento), stabulazione, stato sanitario e

comportamento. All'interno di questi quattro principi sono stati individuati 12 criteri di benessere (Tab. 1).

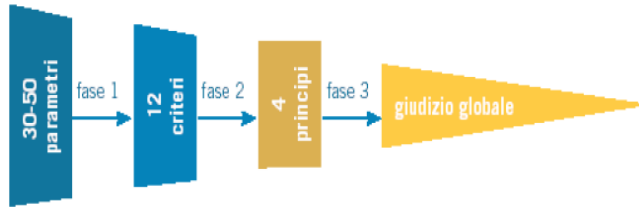
La procedura per l'assegnazione del punteggio di benessere (Fig. 1) inizia tramite una valutazione dei 30-50 parametri che considerano i diversi aspetti relativi agli animali, all'ambiente in cui vivono e alla loro gestione. Nella prima fase vengono effettuati dei rilievi che permettono di assegnare un punteggio, in una scala di valori da 0 a 100 (0 = peggiore, 100 = migliore), che rispecchi la rispondenza ai 12 criteri.

Nella seconda fase vengono combinati tutti i criteri che rientrano nello stesso principio. Ad esempio, i punti di un allevamento che rispecchiano il rispetto di assenza di fame e sete vengono raggruppati per indicare la misura in cui viene rispettato il principio di adeguato livello di alimentazione. Nella fase finale tutti i punteggi sono combinati ed il relativo allevamento verrà inserito all'interno delle seguenti categorie di benessere: eccellente, elevato, accettabile e non classificato.

Tabella 1 - Parametri valutati dal programma Welfare Quality® per la definizione dello stato di benessere

Principi	Criteri	Parametri
Alimentazione	Soddisfazione delle esigenze nutritive	Body condition score (BCS) (soggetti troppo magri/grassi)
	Soddisfazione delle esigenze di acqua	Disponibilità di acqua (numero di abbeveratoi, pulizia)
	Pulizia degli animali	Mammella, fianchi, arti
Stabulazione	Comportamento durante il riposo	Tempo per porsi in decubito % di soggetti che urtano contro le strutture di allevamento, % di soggetti in decubito al di fuori della zona di riposo
	Facilità di movimento	Presenza di animali legati Accesso ad aree di esercizio esterne o a pascolo
Salute	Assenza di lesioni	Punteggi di zoppia (prevalenza di zoppie) Lesioni cutanee (aree alopeciche, lesioni, tumefazioni) Crescita eccessiva degli unghioni
	Assenza di patologie	Patologie respiratorie (tosse, scolo nasale, oculare) Patologie enteriche (diarrea) Altri parametri: SCC, scolo vaginale, mortalità, % di riforma
	Assenza di dolore indotto da pratiche manageriali	Mutilazioni routinarie (decorazione: procedure, età)
Comportamento	Espressione del comportamento sociale	Incidenza di comportamenti antagonistici
	Espressione di altri comportamenti	Valutazione qualitativa del comportamento
	Rapporto uomo-animale	Distanza di fuga alla mangiatoia
	Soddisfazione delle esigenze nutritive	Distanza di fuga nel paddock

Figura 1 – Schema di assegnazione del punteggio di benessere Welfare Quality®



4.2. FARM: farmers assuring responsible management

Per l'interesse crescente dei consumatori verso i prodotti di origine animale certificati circa il rispetto del BA, nel 2009 è stato creato, negli Stati Uniti il National Dairy Farmers Assuring Responsible Management Program (FARM). Oggi, il 98% del latte prodotto negli Stati Uniti proviene da aziende agricole partecipanti al programma FARM [40]. Ciò dimostra che il programma è ritenuto importante sia per i trasformatori che per gli allevatori negli Stati Uniti. Ogni tre anni vengono rivisti gli standard del Manuale FARM per la cura degli animali, mantenendo aggiornati gli standard di benessere del settore. Il comitato tecnico responsabile della stesura e revisione del Manuale FARM è composto da zootecnici, veterinari, allevatori e rappresentanti dell'industria. Le differenti competenze e provenienze di tale gruppo contribuiscono ad affrontare la valutazione del BA da diverse prospettive ed aiutano a redigere un Manuale completo per la cura e gestione degli animali da reddito. Il manuale FARM più recente (versione 3) è stato rilasciato per gli anni 2017-2019. Il manuale comprende undici capitoli e nove appendici [41]. Di seguito viene fornita una panoramica delle informazioni incluse nel manuale FARM e del funzionamento del processo di valutazione.

- *Capitolo 1. Introduzione:* fornisce informazioni circa l'interesse e le preoccupazioni crescenti dei consumatori riguardo la tematica del BA. Sono inoltre presenti il sommario e un sintetico glossario.
- *Capitolo 2. Valutazioni in azienda:* Spiega le valutazioni effettuate in azienda, eseguite da personale qualificato che ha completato il corso di formazione del programma FARM. Agli agricoltori viene poi fornito un rapporto sullo stato; se le linee guida non vengono rispettate, viene creato un piano di miglioramento con

indicato un tempo di adeguamento, trascorso il quale verrà effettuata una nuova valutazione. Sono infine indicati i requisiti minimi per poter partecipare a FARM.

- *Capitolo 3. Procedure di gestione:* elencare e spiegare i requisiti gestionali. L'azienda deve avere una cartella veterinaria aggiornata ogni anno relativa alla mandria. Tutti i dipendenti con responsabilità di cura degli animali devono avere una formazione documentata relativa alla cura degli animali. Ci devono essere protocolli scritti per vari aspetti della cura degli animali in azienda. Ogni animale deve essere identificato in modo permanente, con registrazioni facilmente accessibili delle prestazioni e della salute degli animali. È richiesto un protocollo scritto per la routine di mungitura. È necessario inoltre un elenco di tutti i contatti di emergenza.
- *Capitolo 4. Vitelli lattanti:* devono avere accesso ad acqua pulita e fresca dal giorno in cui sono nati. È importante alimentare con 3-5 litri di colostro nelle prime 6-8 ore di vita. La misurazione della qualità del colostro prima dell'alimentazione è considerata la migliore pratica, il colostro dovrebbe fornire 150-200 grammi di IgG. I responsabili degli animali possono essere addestrati ad utilizzare una sonda esofagea per fornire il colostro. Nutrire un vitello con quattro litri di latte al giorno non è sufficiente per soddisfare le sue esigenze nutrizionali. La quantità di latte somministrata ai vitelli varierà in base a una serie di fattori ambientali. Il manuale suggerisce che lo svezzamento dovrebbe essere effettuato gradualmente in 7/10 giorni poiché possono verificarsi conseguenze dannose se i vitelli vengono svezzati bruscamente.
- *Capitolo 5. Nutrizione:* sottolinea l'importanza di fornire a tutti gli animali acqua pulita e fresca. Dovrebbero esserci abbastanza abbeveratoi per tutti gli animali. Gli abbeveratoi devono essere puliti. È indicato il quantitativo di acqua necessario per animale rapportato al livello produttivo della mandria ed alla temperatura ambientale. Gli allevatori devono assicurare che i programmi di alimentazione soddisfino i requisiti nutrizionali per tutte le fasi della vita animale e che stanno collaborando con consulenti nutrizionali qualificati per formulare le razioni più adeguate. I mangimi e gli alimenti devono essere conservati in modo adeguato al fine di evitare infiltrazioni di umidità, sviluppo di parassiti e infezioni da batteri e funghi. Gli allevatori devono dimostrare consapevolezza delle sei principali

micotossine, delle specie fungine che le producono e dei sintomi che provocano nei ruminanti che assumono queste tossine. Considerazioni nutrizionali specifiche sono fornite per i cicli di vita, tra cui: vitelli appena nati e vitelli lattanti, animali in crescita, vacche in lattazione, vacche in asciutta e vacche nel periodo di transizione. Vengono inoltre fornite informazioni circa le dimensioni dei ricoveri necessarie per ogni ciclo di vita.

- *Capitolo 6. Salute degli animali:* fornisce una descrizione dei protocolli richiesti per il mantenimento di un buono stato della mandria. Tra i protocolli necessari, troviamo quelli relativi a routine di mungitura, gestione dell'infermeria, controllo dei parassiti e insetti fastidiosi. Gli allevamenti devono disporre di protocolli scritti, specifici per i vitelli neonati e lattanti che includano la gestione del colostro, l'immersione dell'ombelico, l'identificazione/registrazione, vaccinazioni, decornazione, rimozione di capezzoli soprannumerari, castrazione ed eutanasia. Le procedure veterinarie dolorose devono avere protocolli che minimizzino gli effetti negativi. I protocolli di eutanasia devono essere coerenti con le raccomandazioni dell'American Association of Bovine Practitioners o dell'American Veterinary Medical Association. In relazione a tale aspetto è necessario che l'azienda ottenga un punteggio pari o inferiore a 2 sulla scorecard FARM per quanto riguarda:
 - *Igiene*, almeno per il 90% degli animali;
 - *Zoppie* per almeno per il 95% degli animali (rifinitura dello zoccolo, i bagni podali e il tempo di riposo contribuiranno a ridurre la zoppia);
 - Gli allevatori devono monitorare inoltre il *BCS* (Body condition Score) in tutte le fasi della vita di un animale. Il 99% di tutti gli animali dovrebbe segnare un valore di 2 o più sulla Scorecard BCS. Le lesioni del garretto e del ginocchio si verificano quando gli animali vengono a contatto con edifici ed attrezzature inadeguate. Il 95% delle vacche dovrebbe avere un valore di 2 o meno sulla Scorecard Hock e sul Knee.
- *Capitolo 7. Ambiente e strutture:* spiega come le temperature ambientali possano influenzare gli animali. Viene indicata la zona di termo-neutralità per vitelli e vacche. Quando le vacche sono stressate dal caldo gli allevatori dovrebbero fornire ombra, quantità adeguate di acqua, ventilazione e/o bagnatura

pesante/nebulizzazione. La lettiera deve essere sempre asciutta. Tutti i bovini di tutte le età devono essere in grado di stare in piedi, sdraiarsi e adottare posizione normali a riposo. Le dimensioni della stalla dovrebbero essere sempre impostate per massimizzare il comfort in relazione alla dimensione delle vacche che l'allevatore possiede. Le vacche allevate secondo un sistema a stabulazione fissa (legate) devono trascorrere del tempo all'aperto ogni giorno, se le condizioni climatiche lo permettono. Sono indicati i metri quadrati consigliati per animale per ogni fase di vita. Le superfici dei pavimenti devono essere adeguatamente scanalate e/o strutturate per aiutare a ridurre i rischi di scivolamenti e cadute. Le vacche in isolamento devono avere un contatto visivo con gli altri animali. Tutti i recinti e le porte devono essere realizzati in materiale resistente e liscio. Dovrebbe essere fornita un'area di parto separata per garantire la salute del neonato.

- *Capitolo 8. Movimentazione e trasporto:* si afferma che l'abuso di qualsiasi dispositivo per la movimentazione non è tollerato. Tutti i lavoratori devono essere addestrati sulle corrette tecniche di manipolazione degli animali. I vitelli non devono mai essere trascinati, tirati dal collo, orecchie, arti, coda o altre estremità. Le vacche dovrebbero essere indotte a movimenti lenti e cauti soprattutto se il pavimento è scivoloso, i rumori forti dovrebbero essere minimizzati poiché le vacche non rispondono positivamente al rumore eccessivo. È suggerito l'utilizzo di bandiere, palette di plastica e bastoncini con nastri con animali restii a muoversi. Camion e rimorchi devono essere puliti e sicuri durante il trasporto. Gli animali trasportati devono essere caricati e scaricati nel modo meno stressante possibile. I conducenti devono prestare attenzione durante la guida per ridurre al minimo cadute e lesioni. Le vacche in prossimità del parto non devono essere movimentate su mezzi se non in caso di estrema necessità e le vacche in lattazione invece devono essere munte prima del trasporto.
- *Capitolo 9. Animali feriti e non in grado di deambulare:* le aziende devono avere un protocollo scritto per la gestione degli animali non in grado di deambulare. Questi animali è molto importante che abbiano sempre accesso a cibo e acqua. Sono inoltre richiesti un protocollo scritto e una formazione per l'eutanasia; i protocolli devono allinearsi alle raccomandazioni AABP/AVMA [42], [43]. Le vacche malate

devono trovarsi in un'area isolata rispetto al resto della mandria. Per la movimentazione di bovini incapaci a deambulare autonomamente, ci si deve avvalere di una slitta. Il bestiame non deve mai essere tirato, trascinato o spostato con mezzi meccanici.

- *Capitolo 10. Bovini destinati alla macellazione:* sono richiesti protocolli scritti relativi ai bovini destinati al macello. Va redatto un protocollo scritto per l'abbattimento e il trasporto di vacche da latte destinate alla macellazione in accordo con il veterinario aziendale. Tutti gli animali inviati al macello devono avere un documento identificativo e devono essere rispettati tutti i tempi di attesa per il latte e la carne a seguito dell'utilizzo di farmaci. Le persone incaricate del trasporto di questi animali devono essere adeguatamente addestrate su come spostare il bestiame e ridurre lo stress del bestiame.
- *Capitolo 11. Verifica da parte di terzi:* tutte le aziende agricole che parteciperanno al programma FARM potranno subire una verifica da terzi; questo per garantire l'integrità delle linee guida FARM. I controllori sono selezionati da un sorteggio di persone addestrate oltre che da una società di verifica certificata ISO. La verifica avverrà su un campione rappresentativo di allevamenti.
- *Appendici A-I:* forniscono esempi di tutti i punteggi degli animali identificati nei capitoli precedenti. Vengono forniti schemi di gestione adeguata degli animali. Un'appendice delinea il protocollo per indagare se si sono verificate prove di maltrattamenti di animali. Il processo di abbattimento e i metodi di eutanasia sono descritti in modo più approfondito.

Il report finale fornito all'allevatore consiste in una serie di indicazioni, qualora non tutti gli aspetti valutati soddisfino i requisiti, atti ad apportare miglioramenti correttivi. Le aziende agricole inserite in un piano d'azione correttivo sono tenute ad attuare le azioni suggerite. Entro un anno questi allevamenti saranno rivalutati per verificare se il problema è stato corretto. Se il problema persiste, una azienda dispone di ulteriori 60 giorni per risolvere il problema prima che vengano sospesi dal programma.

4.3. IBA: Indice di Benessere dell'Allevamento

Il sistema di valutazione del **BA** in allevamento, definito Indice di Benessere dell'Allevamento (IBA), è stato messo a punto dal Centro Ricerche Produzioni Animali (CRPA) di Reggio Emilia in collaborazione con il Dipartimento di Protezione e Valorizzazione Agroalimentare (DIPROVAL) dell'Università di Bologna per il comparto bovino da latte e con il Dipartimento dell'Università di Firenze per i comparti bovino da carne e suino, all'interno di 2 progetti di sperimentazione finanziati dall'Assessorato Agricoltura della Regione Emilia Romagna (programma sviluppo rurale 2007-2013, Reg.(CE) n. 1698/2005 – Misura 215). Questo sistema utilizza per la valutazione del BA indicatori indiretti, stima infatti la potenzialità dei metodi d'allevamento e delle strutture, fornendo un livello di benessere degli animali e identificando le eventuali criticità strutturali dell'azienda valutata. Permette, quindi, all'allevatore di agire in modo mirato, con lo scopo di migliorare il benessere e la redditività aziendale.

Il metodo IBA utilizzato negli allevamenti bovini da latte è basato, da una parte, su parametri tecnici consolidati, messi a punto da ricerca, sperimentazione ed esperienza di allevatori, veterinari e tecnici, e, dall'altro, sulla legislazione vigente, ossia sulle norme specifiche per il benessere dei vitelli (direttiva 2008/119/CE) e sulla normativa generale per la protezione degli animali negli allevamenti per le altre categorie bovine (vacche e bovini oltre 6 mesi di età) (direttiva 98/58/CE recepita con decreto legislativo 26 marzo 2001, n. 146).

È un sistema basato su una *checklist*, scheda di valutazione, attribuyente punteggi in merito al **BA**, cominciando la valutazione da un numero relativamente limitato di parametri oggettivi e facilmente misurabili durante un sopralluogo in azienda. In alcuni casi, tuttavia, si ricorre a valutazioni soggettive, poiché taluni aspetti richiederebbero tempo e specifiche dotazioni per essere valutati in modo strumentale.

La *checklist* IBA è utilizzabile in ogni tipologia d'allevamento bovino: da latte e da carne (vacche da carne, bovini da ingrasso e vitelli a carne bianca). Le schede di valutazione si basano su quesiti a risposta aperta (libera o descrittiva) o chiusa (sì/no, codificata e numerica). Il sistema IBA presenta un programma di calcolo dei punteggi che tiene conto delle tipologie di domande e della loro interazione. È infatti rilevante il peso relativo di alcuni punteggi rispetto ad entità numeriche quali il numero di capi coinvolti in una data risposta. In questo modo, si evita anche che punteggi molto buoni riferiti ad aspetti che interessano

pochi capi, come tori o vitelli, facciano migliorare il punteggio totale dell'azienda, che invece è carente in aspetti relativi a gruppi più numerosi (es. vacche in lattazione) e di valore più rilevante per l'allevamento. Viene dunque impiegata una griglia di punteggi diversificati, che prevede valori maggiori per gli aspetti che interessano le categorie di animali più importanti e numerose.

Il sistema IBA prevede le seguenti azioni in successione:

1. sopralluogo aziendale e compilazione della *checklist*;
2. input dei dati raccolti su apposito *software*;
3. controllo e validazione dei dati inseriti attraverso la restituzione automatica da parte del programma di calcolo dei punteggi parziali e totali, degli eventuali vincoli o non conformità previsti dalle normative vigenti e della classificazione finale dell'azienda;
4. attribuzione dei punteggi e classificazione finale dell'azienda.

I principali parametri considerati per l'attribuzione dei diversi punteggi parziali si possono dividere in:

- *Punteggio "generale"* relativo ai dati produttivi, riproduttivi e gestionali, il controllo di impianti, il personale di stalla (numero di addetti, qualifica, corsi di addestramento e formazione), le analisi periodiche dell'acqua di bevanda, la frequenza di pulizia della mangiatoia, il tempo massimo di permanenza delle bovine in zona di attesa, le strutture per il parto e l'isolamento, la quantità media di lettine distribuita in zona di riposo alle vacche e la frequenza di asportazione delle deiezioni da corsie e/o cunette;
- *Punteggio "edifici"* comprendente l'indice di densità, dato dal rapporto fra la superficie coperta dell'edificio e il peso vivo totale degli animali presenti al suo interno, il tipo di tetto (numero di falde, presenza di isolamento e cupolini), l'indice di ventilazione, dato dal rapporto fra la superficie reale di ventilazione e quella teorica calcolata in base ai capi presenti, la distanza fra gli edifici, le correnti d'aria fredda e l'irraggiamento solare sugli animali, ed il livello di illuminazione artificiale;
- *Punteggio "categorie bovine"* dato dalla sommatoria dei punteggi relativi alle diverse categorie bovine da latte (vacche in lattazione e in asciutta, bovini da rimonta, vitelli pre e post-svezzamento), in cui si annoverano il numero di posti in

zona di riposo, la superficie di stabulazione, le caratteristiche di zone di riposo e di alimentazione, il tipo e il numero di abbeveratoi, lo spazio alla mangiatoia per ogni capo, e le caratteristiche delle zone di esercizio [39].

La compilazione della checklist per attribuire un IBA viene suddivisa in tre parti. Per ogni unità aziendale viene riportata la ragione sociale e viene compilata una scheda generale (scheda A), una scheda per ogni edificio zootecnico (scheda B), ed infine una scheda per le diverse categorie di bovini allevati all'interno di un singolo edificio (schede C, CC, D, E, F, G) (Tab.2). In ogni edificio e per le diverse categorie di bovini allevati vengono prese in considerazione una serie di aree funzionali: zona alimentazione, zona riposo, eventuali zone di esercizio esterne e zone di mungitura. Il punteggio IBA aziendale è infine costituito dalla sommatoria dei tre punteggi parziali (Generali, Edifici e Categorie) e può variare da un minimo teorico di -131 ad un massimo teorico di 256. In relazione al punteggio ottenuto sono previste sei classi IBA di valore crescente (Tab.3). Le aziende valutate risultano ammissibili alla Misura 215 nel caso in cui raggiunga almeno la classe 3; si assume infatti che a questo livello di IBA l'allevamento rispetti le Buone Pratiche Zootecniche

Tabella 2 Suddivisione checklist per assegnazione punteggio IBA

Codice	Titolo	Parametri
A	Parte generale	Dati generali dell'azienda e dell'allevamento, dati produttivi e riproduttivi dell'allevamento, trattamento e gestione degli animali, personale di stalla, strutture per il parto e l'isolamento, sanità, quantitativi di lettiera utilizzata, caratteristiche della zona di attesa pre-mungitura e sala di mungitura
B	Edificio	Categorie di bovini presenti, caratteristiche del ricovero, controllo ambientale, livello di pulizia e stato di conservazione delle superfici interne dell'edificio e delle attrezzature
C	Vacche in lattazione Stabulazione libera	Tipo di stabulazione, passaggi, porte e corridoi ciechi, caratteristiche degli abbeveratoi, caratteristiche delle diverse aree funzionali (zona di riposo, di alimentazione, di esercizio), raffrescamento estivo, rilievi diretti sugli animali.
CC	Vacche in lattazione Stabulazione fissa	Caratteristiche degli abbeveratoi, caratteristiche delle poste e della mangiatoia, raffrescamento estivo, rilievi diretti sugli animali
D	Vacche in asciutta	Tipo di stabulazione, caratteristiche degli abbeveratoi, delle diverse aree funzionali (zona di riposo, di alimentazione e di esercizio), superficie di stabulazione, rilievi diretti sugli animali
E	Bovini da rimonta	Tipo di stabulazione, caratteristiche degli abbeveratoi, delle diverse aree funzionali (zona di riposo, di alimentazione e di esercizio), superficie di stabulazione, rilievi diretti sugli animali
F	Vitelli pre-svezzamento	Fasi di allevamento, tipo di stabulazione nei box singoli e/o collettivi, caratteristiche degli abbeveratoi, altre caratteristiche dei box, zona di esercizio, superficie di stabulazione, rilievi diretti sugli animali
G	Vitelli post-svezzamento	Fasi di allevamento, tipo di stabulazione nei box singoli e/o collettivi, caratteristiche degli abbeveratoi, altre caratteristiche dei box, zona di esercizio, superficie di stabulazione, rilievi diretti sugli animali

Tabella 3 - Classi di assegnazione del punteggio IBA

Principi	Criteri
Classe 1	Azienda non conforme ai requisiti minimi di benessere
Classe 2	Azienda con scarso livello di benessere
Classe 3	Azienda con sufficiente livello di benessere
Classe 4	Azienda con discreto livello di benessere
Classe 5	Azienda con buon livello di benessere
Classe 6	Azienda con ottimo livello di benessere

4.4. IBS: indice di Benessere Funzionale SATA

L'indice di Benessere Funzionale SATA (IBS) della Regione Lombardia, è stato messo a punto dal Servizio di Assistenza Tecnica Allevamenti (SATA) dell'Associazione Regionale Allevatori della Lombardia (ARAL). Viene utilizzato in allevamenti a cuccette di bovini da latte ed incentrato principalmente sugli aspetti gestionali e funzionali e facendo riferimento ad indicatori indiretti del BA. In particolare prende in considerazione aspetti come: il numero di cuccette e il loro utilizzo, le vacche in piedi in cuccetta, le vacche che ruminano, la larghezza della zona di alimentazione e della corsia di foraggiamento, la disponibilità di acqua per vacca, la presenza di acqua all'uscita della mungitura, la larghezza dei passaggi fra le cuccette, la larghezza della cuccetta, l'altezza del tubo educatore e il tipo di superficie di riposo, i sistemi di pulizia delle corsie, l'impianto di ventilazione e raffrescamento, la pendenza delle falde del tetto, il cupolino di ventilazione, tempo di attesa in mungitura e l'orientamento della stalla [44].

Per la valutazione si dispone di un totale di 100 punti, da ripartire nei seguenti 8 aspetti principali: cuccette (punteggio massimo di 30 punti); ventilazione e raffrescamento (punteggio massimo di 15 punti); acqua, corsie, mungitura, sovraffollamento, struttura, con 10 punti massimi per ciascun aspetto; tipo di pavimentazione (punteggio massimo 5 punti). Alla funzionalità delle cuccette viene attribuito un peso maggiore, in quanto ritenuta in grado di condizionare in modo determinante il benessere degli animali. Il punteggio massimo rappresenta la somma dei punti relativi a: percentuale di utilizzo delle cuccette, apertura anteriore della cuccetta, altezza del tubo educatore e distanza tra cordolo posteriore e cuscino.

Anche all'aspetto del raffrescamento viene attribuita molta rilevanza, soprattutto se presenti: ventilatori, doccette e pareti aperte. Questo punteggio massimo però, può essere

assegnato solamente se ci sono doccette a bassa pressione e non altri sistemi di raffrescamento, come ad esempio i nebulizzatori.

Per quanto riguarda l'acqua di abbeverata, il sistema attribuisce i punteggi in relazione ai centimetri di abbeveratoio accessibile per vacca, con valori più elevati se maggiore di 7 cm. Vengono valutate le dimensioni della corsia di alimentazione, delle corsie di servizio e dei passaggi interni tra le file di cuccette, inoltre è di particolare importanza anche la presenza di fondi ciechi.

Viene espresso un giudizio complessivo sul benessere in sala di attesa e durante la mungitura, attribuendo un punteggio massimo di quattro punti se presenti ventilazione; due punti rispettivamente se presenti doccette e possibilità di abbeverata all'uscita; due punti se l'attesa massima è minore o uguale a un'ora di tempo.

Viene attribuito un punteggio in relazione alla disponibilità delle cuccette ($\geq 95\% = 6$, $< 95\% = 0$) e dei posti in greppia ($\geq 80\% = 4$, $< 80\% = 0$).

La valutazione del benessere relativamente al pavimento prevede l'attribuzione di un valore massimo assegnabile qualora sia in cemento rigato.

Il punteggio relativo alla struttura della stalla è la risultante di un giudizio sintetico sugli aspetti della struttura che possono influenzare il benessere, soprattutto per quanto riguarda la massimizzazione della ventilazione naturale, ovvero l'altezza massima del tetto, la sua inclinazione e l'altezza del camino centrale.

È da tener presente che questo sistema di valutazione del benessere è utilizzabile unicamente per gli allevamenti a stabulazione libera con cuccette e alimentazione secondo la tecnica dell'unifeed. Si tratta in definitiva di un utile strumento di campo, in grado di paragonare tra loro le varie realtà produttive.

4.5. CReNBA: Centro di Referenza Nazionale per il BA

Dal 2004 l'Istituto Zooprofilattico Sperimentale della Lombardia e dell'Emilia-Romagna (IZSLER) si avvale delle competenze del Centro di Referenza Nazionale per il Benessere Animale (CReNBA) che svolge attività di supporto tecnico-scientifico per il Ministero della Salute e promuove la ricerca nel settore del benessere animale.

Nell'ambito di questo settore il CReNBA ha messo a punto un sistema di valutazione del benessere delle bovine da latte. Il metodo si basa in particolare sull'analisi di due gruppi di

dati: quelli collegati ai pericoli derivanti da condizioni ambientali (strutture, management, condizioni microclimatiche e attrezzature) e quelli collegati ad effetti avversi (conseguenze di benessere) che gli animali subiscono a causa dell'esposizione ai pericoli sopracitati. Il sistema di valutazione CREnBA si suddivide in due tipologie, quello utilizzato per la valutazione del benessere in allevamenti a stabulazione libera e quello utilizzato per valutare allevamenti a stabulazione fissa. Molti dei parametri utilizzati nei due sistemi sono simili, talvolta identici, altri invece sono differenti e sono valutati attraverso osservazioni ed indicazioni in funzione appunto delle particolari strutture ed attrezzature che li caratterizzano. Per entrambi i sistemi le osservazioni sono suddivise in tre opzioni:

- *"Inaccettabile"*: ovvero sussistono delle condizioni che impediscono agli animali di soddisfare le proprie esigenze biologiche e di beneficiare delle cinque libertà.
- *"Accettabile"*: condizioni di vita che offrono agli animali il godimento delle cinque libertà e il soddisfacimento delle esigenze psicofisiche.
- *"Ottimale"*: tutti gli animali godono appieno di condizioni ottimali o talvolta superiori a quelle previste per il loro soddisfacimento.

La valutazione dei fattori di rischio che possono peggiorare il benessere animale viene effettuata attraverso parametri collocati in due aree di rischio: Area A – "Management aziendale e personale" ed Area B – "Strutture ed attrezzature". Per quanto riguarda l'analisi delle reali condizioni di vita degli animali e quindi della presenza o meno di effetti avversi che possano minare il benessere animale è stata riservata una terza area (Area C) delle *"Animal based"* (indicatori diretti). Il risultato finale dell'applicazione del sistema di valutazione attribuisce un indice numerico di benessere all'allevamento, questo valore scaturisce dall'elaborazione di tutte le osservazioni raccolte in campo, alle quali è stato assegnato un determinato "peso" derivato dalla valutazione del rischio realizzata attraverso una expert opinion elicitation. Dai punteggi parziali si può avere un'indicazione circa il peso e l'importanza di ognuna di esse nella creazione del risultato finale.

Al termine dell'intero processo di valutazione viene prodotto un documento finale che riporta le seguenti indicazioni:

- L'elenco delle eventuali non conformità legislative riscontrate;
- L'elenco degli eventuali punti critici emersi durante la valutazione del benessere e della biosicurezza;

- Il livello di benessere degli animali in relazione ad ognuna delle 3 aree di valutazione;
- Il livello complessivo di benessere degli animali presenti in allevamento;
- Il livello di biosicurezza aziendale.

4.6. SDIB: Sistema Diagnostico Integrato Benessere

Il modello SDIB è nato dal perfezionamento del Sistema Diagnostico Integrato (SDI; Bertoni, 1999) messo a punto nell'Istituto di Zootecnica dell'Università Cattolica del Sacro Cuore di Piacenza, con il duplice scopo di giungere ad una valutazione oggettiva del benessere della bovina da latte e migliorarlo con un perfezionamento della gestione degli allevamenti. Lo SDIB richiede un'approfondita analisi dell'intero allevamento.

Il modello consente la stima del benessere degli allevamenti di bovine da latte e restituisce un indice sintetico globale e più indici parziali, corrispondenti a specifiche componenti del benessere [45]. Le peculiarità dello SDIB, rispetto ad altri sistemi, sono quelle di individuare le criticità rilevate, in modo da orientare l'allevatore verso gli interventi migliorativi più opportuni per aumentare il livello di benessere della mandria, unitamente alle performance. Il modello SDIB adotta un approccio multidisciplinare e multicriteria, in quanto considera numerosi indicatori di benessere di tipo indiretto e diretto, individuati per soddisfare requisiti di accuratezza, ripetibilità e validità, unitamente ad una facile, rapida ed oggettiva applicabilità. Gli indicatori diretti, per quanto possibile, fotografano oggettivamente l'adattamento dell'animale alle condizioni di allevamento (e del gruppo di appartenenza), e non devono subire – nel limite del possibile – un effetto del rilevatore.

Per ogni indicatore il punteggio stimato esprime la distanza dalla condizione ideale, ovvero il punteggio massimo potenzialmente rilevabile. Pertanto, il punteggio di ogni indicatore risulterà tanto più basso quanto più distante dal valore ideale. Tutti i punteggi sono espressi in una scala decimale, dove 10 esprime la valutazione eccellente, facilitando l'immediata percezione della situazione di allevamento.

Il modello si articola in una rete di indicatori semplici, aggregati in 3 cluster: Allevamento, Alimentazione ed Animale, con un peso relativo sul punteggio complessivo rispettivamente del 30, 30 e 40%. Ogni cluster è formato da 2 o 3 componenti principali ed ogni componente è costituita da vari aspetti specifici (Fig. 2). Il valore sintetico globale è ottenuto dalla media

ponderata dei punteggi dei 3 cluster, questi sono stati ottenuti dalla media ponderata dei punteggi delle loro componenti che, a loro volta, derivano dalla media ponderata dei punteggi degli indicatori specifici (Fig. 3). I pesi di ciascuno degli indicatori sono stati validati utilizzando parametri indipendenti, come analisi degli alimenti ed indagini metaboliche [46], [47].

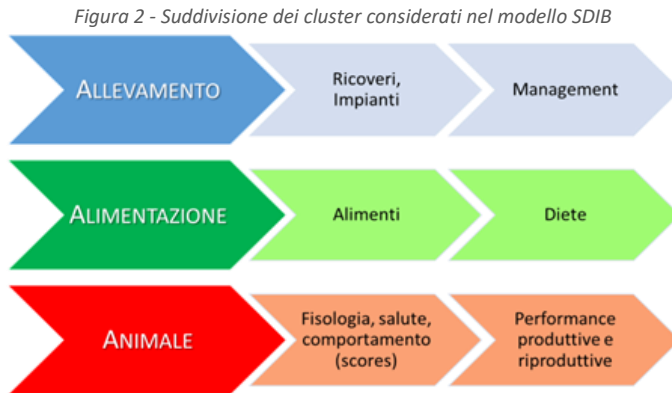


Figura 2. Esempio di Report final GDP [49]

Cluster	Componenti	Aspetti	Punteggio	
ALLEVAMENTO	RICOVERI e IMPIANTI	Strutture	6.78	
		Disponibilità spazi	8.18	
		Condizioni microambientali	6.28	
		Impianti	7.15	
		TOTALE RICOVERI e IMPIANTI	7.09	
	GESTIONE	Ricoveri e Impianti	6.10	
		Animali	6.07	
		TOTALE GESTIONE	6.09	
	Totale Cluster ALLEVAMENTO			6.62
	ALIMENTAZIONE	ALIMENTI	Modalità conservazione	9.50
Qualità			8.85	
Gestione			7.33	
TOTALE ALIMENTI			8.56	
RAZIONI		Pre parto	6.63	
		Post parto	8.48	
		TOTALE RAZIONI	6.2	
Totale Cluster ALIMENTAZIONE			8.2	
ANIMALE	STATO SALUTE E RIPRODUZIONE	Aspetto esteriore	7.50	
		Funzionalità digerente	7.38	
		Mammella	8.28	
		Arti e piedi	7.35	
		Efficienza riproduttiva	8.00	
		Stato Sanitario	8.00	
		TOTALE	7.70	
	PRODUZIONE	Quantitativa	6.63	
		Composizione latte	7.33	
		TOTALE	7.05	
	COMPORTAMENTO	Interazioni animale-uomo	7.20	
		Interazioni animale-ambiente	7.05	
		TOTALE	7.11	
		Totale Cluster ANIMALE		
GIUDIZIO COMPLESSIVO			7.39/10	

5. Validazione dei modelli di valutazione di Benessere Animale

Per validare un modello per la valutazione del BA a livello di mandria è importante specificare l'obiettivo e il grado di praticabilità richiesto. Non ha senso chiedere semplicemente se un modello è valido. Un modello che si basa su un numero limitato di misurazioni può, ad esempio, servire a fornire una buona stima del livello medio di benessere in un tipo di sistema di produzione, ma può essere del tutto inadatto quando un allevatore ha bisogno di trovare modi per migliorare il benessere degli animali nella sua fattoria particolare.

Il benessere comporta una serie di aspetti, per molti dei quali la misurazione effettiva è soggettiva o, nella migliore delle ipotesi, fatta a livello ordinale (esprime i valori in ordine di grandezza – ranking – e permette il confronto delle posizioni relative all'interno dei numeri assegnati ad una variabile). Non è integrato sulle specie o sulle pratiche di gestione, né esiste un "gold standard" rispetto al quale testare qualsiasi scala [34].

Un possibile approccio al problema è la validazione del modello basato sul confronto con il profilo ematochimico degli animali[45], [49]. Bertoni et al., (2007)[50], hanno proposto di utilizzare come metodo di riferimento per convalidare i modelli per la valutazione del BA negli allevamenti, un modello più accurato per la valutazione del welfare individuale basato principalmente su indicatori diretti (principalmente metabolici, di funzione immunitaria e parametri endocrini). L'insieme di questi indicatori dovrebbe essere applicato alla maggior parte degli animali che vivono nell'allevamento. In questo caso, nonostante i costi e il tempo impiegati sarebbero elevati, essi non sono i fattori più importanti in quanto la convalida viene eseguita una sola volta.

Scopo

Dalla panoramica dei sistemi di valutazione del BA si evince che la valutazione si basa su molteplici indicatori diretti ed indiretti, ma per tutti i sistemi esaminati non vi è mai la possibilità di valutare la loro effettiva corrispondenza a dati oggettivi del livello di benessere. Inoltre, l'ottica dei vari sistemi, pur volendo stimare un dato oggettivo del BA, è orientata a dare risposte a specifiche categorie sociali: opinione pubblica (es. Welfare Quality), politica amministrativa (es. IBA), allevatori (es. FARM, IBS e SDIB), consumatori (FARM, Welfare Quality). Un sistema realmente poliedrico non esiste in quanto in relazione alla esigenza per cui si esegue la valutazione, si rende il sistema di valutazione più o meno complesso.

Lo scopo generale di questa attività di ricerca è stato quello di evolvere un sistema di valutazione del BA (modello SDIB) rivolto agli allevamenti in prima istanza, quale strumento di innovazione dell'impresa zootecnica (quindi efficienza), ma nel pieno rispetto delle normative, della sensibilità sociale e delle istanze etiche. L'obiettivo è stato quello di rivedere la raccolta di alcuni indicatori di benessere, di riorganizzarli in base alle strategie gestionali di raggruppamento delle bovine e di renderlo più intuitivo e pratico in fase di rilevamento, nonché di valutare l'eventuale ridondanza di informazioni raccolte entro una adeguata popolazione di allevamenti. Inoltre, sono state eseguite valutazioni su alcuni fattori fisiologici (es. livello della produzione di latte) e gestionali (es. biologico vs convenzionale; adesione al disciplinare del Grana Padano vs Parmigiano Reggiano) che possono influenzare il livello di BA.

Un secondo obiettivo del progetto si è concentrato sulla idea di fornire una maggiore oggettività ai sistemi di valutazione del BA, considerato che il reale livello di BA stimato da un modello può essere confermato solo disponendo di parametri indipendenti che misurano il livello di BA. Pertanto, si sono eseguiti prelievi ematici nelle categorie di allevamento più rappresentative delle bovine in produzione (asciutta, immediato post-parto, fine del primo mese di lattazione e lattazione avanzata) appartenenti ad allevamenti con un buon livello di benessere, una adeguata alimentazione in tutte le fasi ed ottimi standard di strutture ed attrezzature, con lo scopo di identificare i livelli di riferimento di vari indicatori fisiologici.

Modello SDIB e Benessere negli allevamenti

1. Introduzione

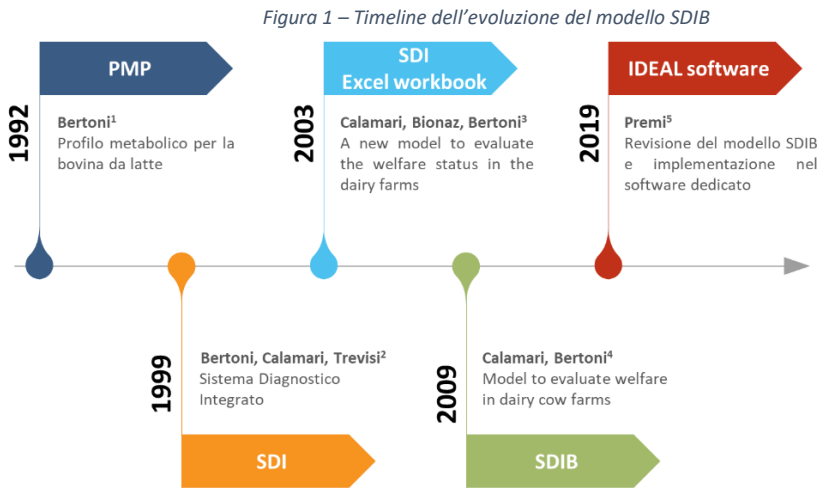
La valutazione oggettiva del benessere animale è assai complessa e controversa perché spesso risente dell'approccio seguito per la sua valutazione, ovvero funzionale, comportamentale, naturalistico [14][50]. La caratteristica di benessere per un animale in un allevamento da reddito è tuttavia molto rilevante perché se non è raggiunta in modo soddisfacente comporta una riduzione delle performance [33][51], che vanno ben oltre la produzione di latte, ed includono parametri come fertilità, resistenza alle malattie, longevità, qualità del latte (composizione nutrizionale e caratteristiche tecnologiche) [33][52].

Per questa ragione è fondamentale disporre di un modello di valutazione, in grado di includere aspetti anche molto diversi che descrivono la complessità del benessere animale, ma al tempo stesso semplice e chiaro, in modo da poter essere eseguito in un tempo accettabile e in grado di restituire agli allevatori delle indicazioni utili a correggere errori ed aumentare il livello di benessere rapidamente. Lo scopo di questo lavoro è stato dunque molteplice:

1. Innanzitutto, ha ottimizzato il modello di valutazione del benessere SDIB per allevamenti di bovine da latte, attraverso lo sviluppo di un software stand-alone, per renderlo uno strumento applicabile in allevamenti commerciali ed in contesti differenti;
2. Verificare l'eventuale ridondanza di informazioni fornite dagli indicatori di BA valutati, affinché in futuro, qualora fosse necessario, il modello possa essere semplificato escludendo informazioni ridondanti;
3. Valutare l'effetto del livello produttivo sul livello di BA;
4. Studiare l'effetto di diverse soluzioni tecnologiche e manageriali, come la dimensione aziendale, il disciplinare di produzione, il regime convenzionale o biologico, il regime confinato o pascolivo, sul livello di BA.

1.1. Descrizione del modello SDIB

Il Sistema Diagnostico Integrato Benessere (SDIB) è un modello in continua evoluzione dal momento della sua proposizione. Nella Figura 1 ne sono riportate le tappe fondamentali. Il sistema è nato come naturale evoluzione dei cosiddetti profili metabolici [53], che avevano lo scopo di rilevare i principali errori alimentari e manageriali presenti negli allevamenti delle bovine da latte. Inizialmente è stato ideato il Sistema Diagnostico Integrato (SDI), che ha inglobato molteplici informazioni anamnestiche in modo da avere una fotografia rappresentativa di un determinato allevamento. Lo SDIB è stato implementato nel 2003 corredandolo di un foglio di calcolo che combinando tutte le informazioni acquisite consentiva di dare una valutazione all'allevamento, corredata da suggerimenti per migliorare il livello manageriale e le performance delle bovine. Il modello di valutazione è stato ulteriormente aggiornato nel 2009, sulla base di nuove acquisizioni, ed è stato ritoccato anche il nome, aggiungendo il termine Benessere al all'acronimo originale SDI (SDIB: Sistema Diagnostico Integrato di Benessere). L'ultimo progresso del modello è dato dal presente lavoro.

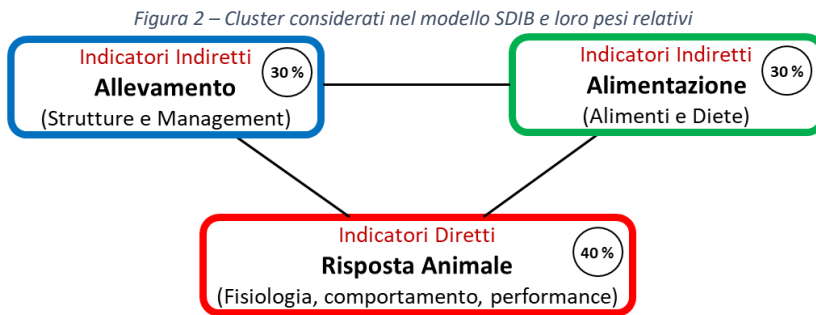


¹ [53], ² [33], ³ [45], ⁴ [38], ⁵ Presente lavoro

SDIB si pone l'obiettivo di offrire una valutazione dello "status" di benessere complessivo dell'allevamento, finalizzato ad individuare i problemi che determinano livelli di ridotto o inadeguato benessere e le loro possibili cause. SDIB opera una valutazione

contemporaneamente su tre Clusters: Allevamento, Alimentazione, e Animale (Fig. 2), in modo da distinguere, per quanto possibile, indicatori indiretti e diretti che influenzano il benessere delle bovine. Sul cluster animale convergono gli effetti degli altri due sottosistemi, ma consente di ottenere una misura degli effetti in modo obiettivo.

Il sistema SDIB per soddisfare al meglio i requisiti di un buon modello di valutazione di **BA**, come descritti nel precedente capitolo, considera sia indicatori diretti che indiretti che, per buona parte, devono essere raccolti da un tecnico qualificato per garantire la massima oggettività della valutazione. I dati raccolti sono espressi con un punteggio minimo di 0 (pessimo) e massimo di 10 (eccellente) e vengono ripartiti tra i tre cluster in questo modo: 40% per il cluster animale e 30% per ciascuno dei rimanenti (alimentazione ed allevamento).



All'interno dei singoli clusters sono considerate diverse componenti principali che a loro volta si suddividono in ulteriori aspetti specifici. Gli aspetti sono il risultato dell'aggregazione di più parametri, anch'essi risultanti dalla combinazione di più Indicatori. La struttura gerarchica del modello è riportata in Figura 3.

Il punteggio di uno specifico allevamento è ottenuto quindi combinando i valori degli indicatori primari entro livelli di raggruppamento di ordine gerarchico superiore. L'aggregazione dei punteggi ottenuti per ogni indicatore di benessere è stata ottenuta applicando un peso (fattore di ponderazione) a ciascun punteggio per calcolare un punteggio complessivo. I fattori di ponderazione sono stati definiti utilizzando tecniche di stima diretta o soggettiva come suggerito da Scott et al. (2001) [34], sulla base della migliore stima soggettiva dei "pesi" che sarebbero attribuiti agli indicatori, in base alla loro accuratezza, validità e ai presunti rapporti con il benessere. Nel modello SDIB il punteggio complessivo è

frutto di 3 parti: 30% cluster allevamento, 30% il cluster alimentazione e 40% il cluster animale. L'ulteriore divisione di ogni cluster nei componenti, negli aspetti, nei parametri e negli indicatori specifici, con il relativo punteggio ponderato, è illustrata nelle figure 4, 5 e 6. Il report prodotto dal modello SDIB mostra, insieme al punteggio complessivo, i punteggi di ogni cluster e i relativi componenti, aspetti, parametri e indicatori specifici. Il punteggio di ciascun indicatore deve esprimere quanto una determinata situazione rilevata in un determinato allevamento sia prossima a quella ideale (punteggio massimo previsto). Per un determinato indicatore pertanto, il punteggio sarà tanto più basso quanto più si discosta dalla situazione ideale. A titolo di esempio, mediamente durante la valutazione di un gruppo di allevamento vengono raccolti circa 150 indicatori per la valutazione del cluster Allevamento, è necessario valutare poco più di 100 indicatori per il cluster Alimentazione ed infine per il cluster Animale si misurano più di un centinaio di variabili per la verifica delle condizioni di benessere del gruppo e circa 30 variabili per ogni animale osservato (è necessario osservare almeno il 10% degli animali di ogni singolo gruppo).

Figura 3 - Struttura gerarchica del modello SDIB



¹Livello inserito durante il presente lavoro

La suddivisione su più livelli permettere di ottenere un'immediata percezione dei punti di forza e/o debolezza di un allevamento in termini di benessere garantito agli animali.

Nelle Figure 4, 5 e 6 sono riportate tutte le variabili considerate nel modello SDIB e i relativi pesi (i pesi relativi ai livelli Parametro ed Indicatore non sono presentati, poiché tutelati da segreto commerciale).

Figura 4 -Indicatori, Parametri, Aspetti, Componenti del cluster Animale e peso % di ciascuna valutazione

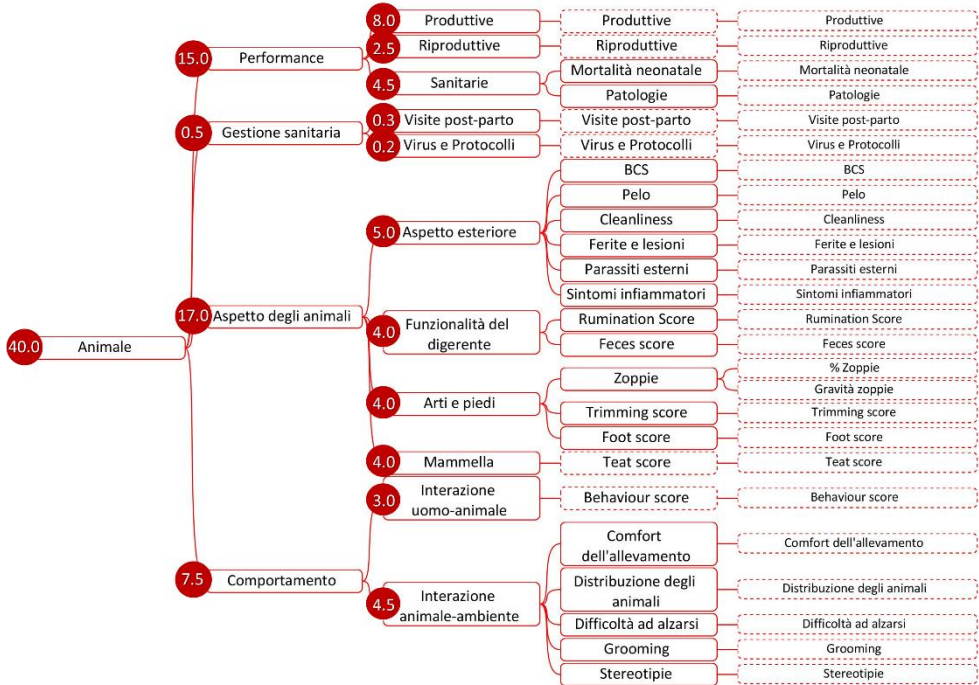


Figura 5 – Indicatori, Parametri, Aspetti, Componenti del cluster Allevamento e peso % di ciascuna valutazione

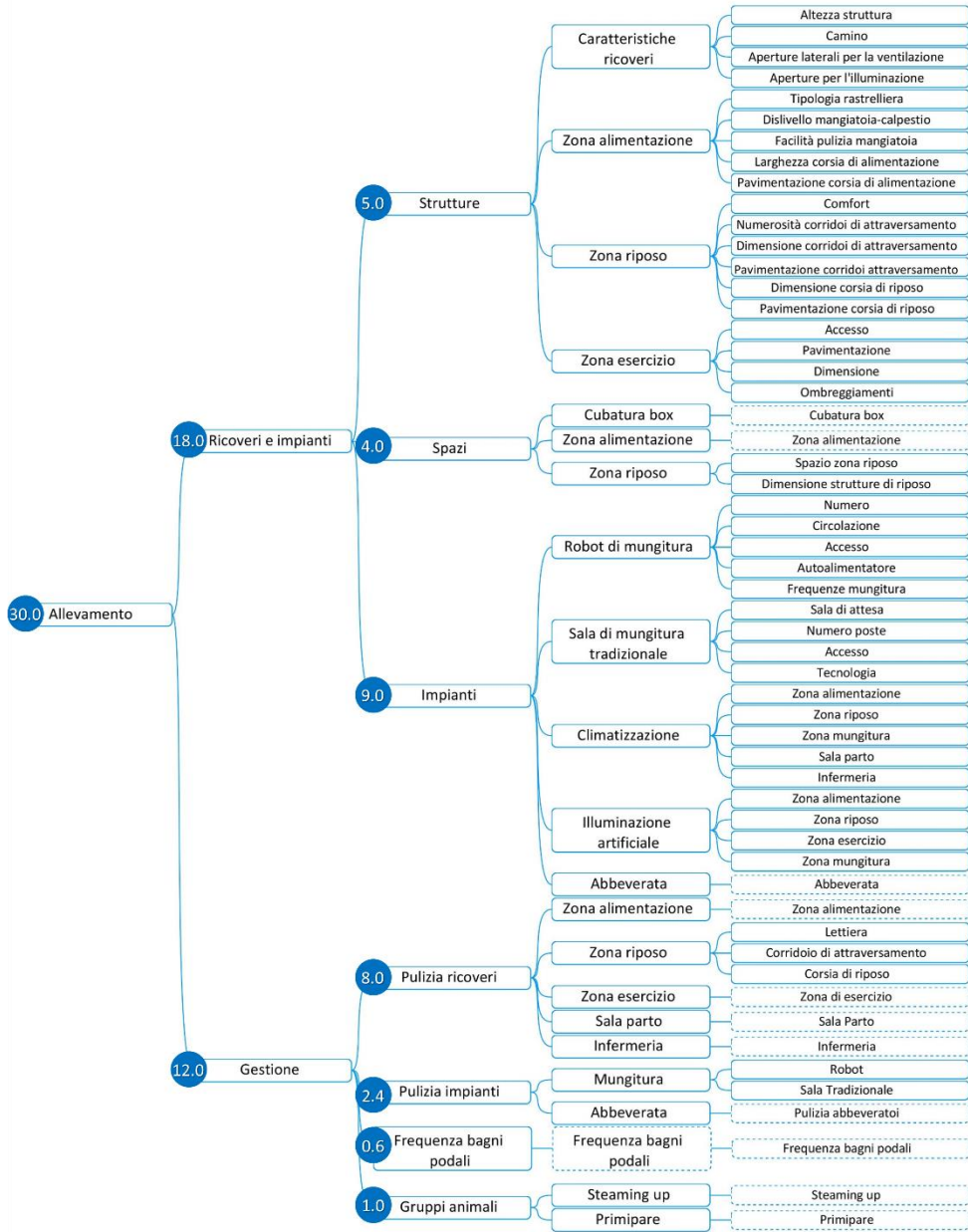
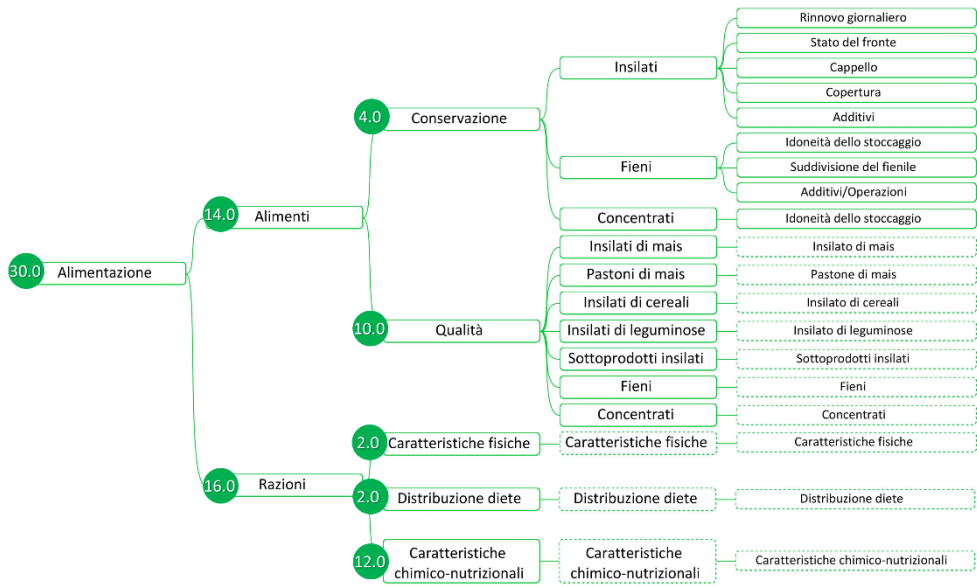


Figura 6 - Indicatori, Parametri, Aspetti, Componenti del cluster Alimentazione e peso % di ciascuna valutazione



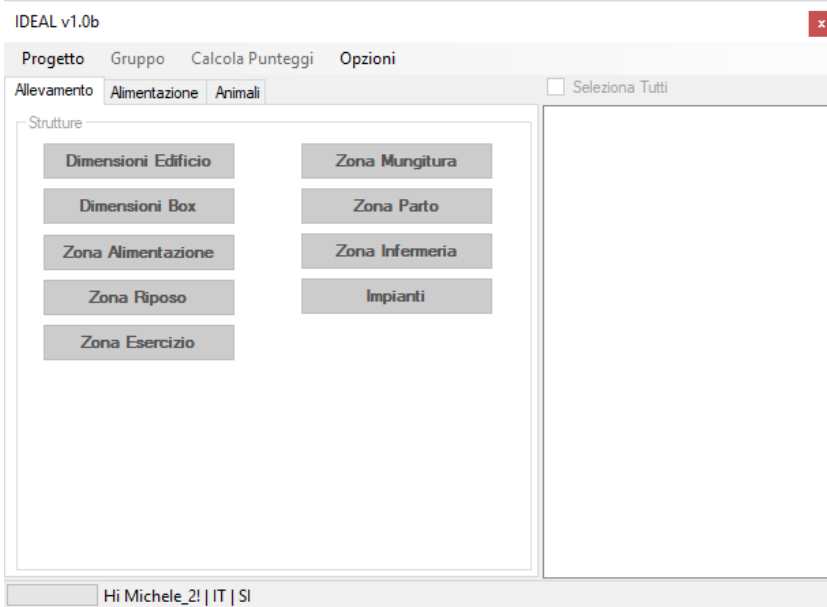
1.2. Sviluppo del software IDEAL

Parte dell'attività di dottorato si è dedicata allo sviluppo del software IDEAL (Integrated Diagnostic systEm for dAiry cow weLfare) (Fig. 7). IDEAL è un software, scritto in linguaggio C#, in cui è stato implementato il modello SDIB. Con IDEAL si archiviano, direttamente in allevamento su tablet o computer, tutti i dati necessari alla valutazione del benessere, distintamente per gruppo di allevamento presente. Questa valutazione per gruppo omogeneo di animali presente è una delle novità proposte dal software. Ciò permette non solo il calcolo del punteggio globale di benessere dell'intero allevamento con una migliore approssimazione, ma consente anche di ottenere un punteggio di benessere per singolo gruppo allevato, in modo rapido e automatizzato. Un'ulteriore peculiarità di IDEAL è la possibilità di rivalutare le condizioni di benessere, nello stesso allevamento e nel tempo, con estrema semplicità e velocità, consentendo così di misurare l'efficacia di interventi migliorativi, adottati come azioni correttive frutto delle precedenti valutazioni.

Nell'ottica del monitoraggio continuo del benessere, va rimarcato che il punteggio del cluster Animale viene sempre influenzato, da qualsiasi modifica applicata in allevamento, in quanto tale valutazione misura la risposta delle bovine, che è in continua evoluzione. Pertanto, la valutazione del benessere in tempi successivi, richiede sempre una rivalutazione di tutti gli aspetti che include. Invece, in caso di riesame, la valutazione dei cluster Ambiente e Alimentazione potrebbe limitarsi alla verifica di taluni indicatori. Se, ad esempio, sono state applicate azioni correttive riguardanti le strutture di allevamento, come correzione delle dimensioni delle cucette, tali modifiche non influiscono sul punteggio del cluster alimentazione, alimenti e razioni rimangono infatti invariati dopo l'operazione di miglioramento delle cucette, perciò non serve riesaminare il cluster Alimentazione, mentre è indispensabile verificare le conseguenze sugli animali che hanno beneficiato del cambiamento strutturale.

Conseguenza di ciò è che le rivalutazioni effettuate in tempi successivi richiedono, di norma, meno tempo, proprio per la possibilità di rivalutare solo quanto le azioni correttive hanno apportato modifiche alla situazione iniziale.

Figura 7 - Schermata principale del software IDEAL



2. Valutazione del benessere negli allevamenti con IDEAL

La valutazione con il software IDEAL prevede la valutazione del BA per ogni singolo gruppo di animali presente in allevamento.

La valutazione completa di un allevamento di dimensione media (150 capi in lattazione) necessita di due tecnici qualificati e prevede l'impegno di una intera giornata in allevamento. Da parte dell'allevatore è richiesta la sola fornitura dei dati relativi alle performance produttive, riproduttive e alla situazione sanitaria relativi ai 12 mesi precedenti la valutazione.

La procedura inizia con l'inserimento nel software delle caratteristiche dei singoli gruppi (Fig. 8), che sono identificati nel software in maniera univoca tramite un nome identificativo del gruppo e del locale in cui sono stabulati. Inoltre, vanno specificati:

- la categoria degli animali: vitelli, manzette, manze, vacche in asciutta, vacche in lattazione primipare o vacche in lattazione pluripare e, per le vacche in lattazione deve essere specificata la presenza di animali ad inizio lattazione da 0 a 30 giorni dal parto);
- se all'interno del gruppo ci sia omogeneità tra gli animali, in termini di età e peso;
- il numero di soggetti;
- il peso medio degli animali.

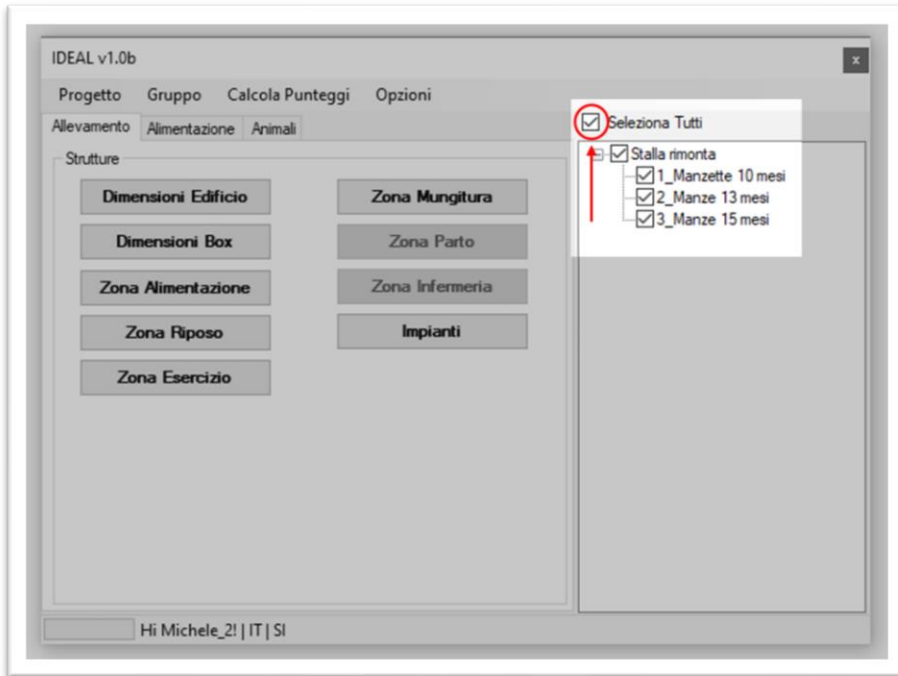
Figura 8 - Finestra di inserimento gruppi nel software IDEAL

Struttura	#Identificativo locale
Nome Gruppo	#Identificativo gruppo
Tipologia	Stalla
Categoria	Vacche Latte
Vacche Fresche	<input checked="" type="checkbox"/>
Omogeneo	<input checked="" type="checkbox"/>
Numero animali	15
Peso medio	650

2.1. Cluster Allevamento

Inseriti i gruppi, si procede con la valutazione del cluster Allevamento. Esso consente di inquadrare il contesto in cui si inserisce la mandria. In questo cluster vengono valutate le dimensioni delle strutture e gli impianti presenti, nonché la gestione degli stessi. La valutazione di ogni aspetto viene fatta in relazione a quanto è ritenuto essere ottimale, e come riportato in precedenza la somma di ciascun indicatore evidenzierà quali aspetti e quali componenti sono più o meno idonei a garantire il benessere animale, riferito all'ambiente di allevamento. Le misure di riferimento utilizzate per la costruzione degli algoritmi relativi a questo cluster sono pubblicate nei libri *Dairy Freestall Housing and Equipment* [48], *The Design of Dairy Cow and Replacement Heifer Housing* [49] e nell'allegato n. 2 alla Misura 215 "Pagamenti per il benessere animale" Buona pratica zootecnica e aree di valutazione e di miglioramento del benessere animale [50]. Qualora l'indicatore valutato presenti una dimensione pari a quanto indicato dalla bibliografia come misura ideale, il punteggio ottenuto sarà pari a 8. Un punteggio pari a 6 indica una condizione sufficiente, mentre un punteggio pari a 10 indica una misura oltre la quale non si avrebbe un ulteriore effetto positivo in termini di benessere offerto agli animali. Le rilevazioni possono essere eseguite distinte per ogni gruppo di allevamento o, qualora le caratteristiche del ricovero siano uguali per più gruppi, è possibile selezionare più gruppi ed eseguire una compilazione multipla (Fig. 9).

Figura 9 - Dettaglio di selezione multi-gruppo nel software IDEAL



Le misure delle dimensioni degli edifici sono effettuate avvalendosi di un distanziometro professionale, per questa prova è stato utilizzato Leica Disto D2 (fig. 10).

Figura 10 - Distanziometro Leica Disto D2



Le valutazioni da eseguire sono divise in sezioni, compilabili separatamente tra loro. Per l'attribuzione dei punteggi da 0 a 10, sono state costruite specifiche regressioni partendo dal valore bibliografico ideale che corrisponde ad una valutazione di 8/10 (non sono presentate le equazioni utilizzate, poiché tutelate da segreto commerciale).

Dimensioni dell'edificio

In questa sezione vanno annotate le misure della lunghezza e larghezza totale della stalla, l'altezza alla gronda ed al cupolino, la tipologia di falda, la dimensione delle aperture presenti (cupolino, lati aperti e/o finestre) e se siano o meno chiudibili.

Queste rilevazioni sono effettuate per dare un giudizio circa:

- l'**altezza della struttura**, valutata sia alla gronda, che al cupolino

	Altezza alla Gronda	Altezza al cupolino
Punteggio 8	3.0 metri	8.0 metri
Punteggio 5	2.4 metri	6.2 metri

- la capacità di **ricambio di aria** della struttura per effetto camino risultante dalla dimensione dello stesso e dalla pendenza del tetto

	Superficie camino (ogni m ² di superficie coperta)	Angolo del tetto	
		Larghezza falda ≤ 9 m	Larghezza falda > 9 m
Punteggio 8	0.017 m ²	25°	30
Punteggio 5	0.013 m ²	19°	23°

- la **ventilazione naturale** dovuta alle aperture (quali finestre, porte o lati aperti della struttura). Durante i periodi caldi sono necessarie grandi aperture, per consentire un adeguato ricambio di aria, è però utile che queste aperture possano essere chiuse durante i periodi più rigidi, l'eventuale assenza di aperture chiudibili porta ad una penalizzazione, tanto maggiore quanto maggiore è la superficie esposta;

	Altezza aperture per metro di perimetro	Penalizzazione per assenza di sistemi di chiusura delle aperture	
		Con aperture ≤ 50% della superficie laterale dell'edificio	Con aperture > 50% della superficie laterale dell'edificio
Punteggio 8	2.45 m	- 25% del punteggio	- 50% del punteggio
Punteggio 5	1.9 m		

- l'**illuminazione naturale**, calcolata sulla base delle dimensioni delle aperture (compresi gli eventuali cupolini). [Il rapporto ideale fra Aperture e Superficie dell'edificio è pari a 1/10];

	Aperture dell'edificio/Superficie coperta dell'edificio
Punteggio 8	1:10
Punteggio 5	0.75:10

Dimensioni box

Si rileva il perimetro di ciascun box, in modo da definire i m³ disponibili per ciascun animale del gruppo;

	m ³ a disposizione per animale
Punteggio 8	25 m ³
Punteggio 5	19 m ³

Zona alimentazione

In questa zona (Fig. 11) vengono annotati diversi indicatori:

- **Tipologia di rastrelliera**, ovvero se libera o dotata di auto-catturanti e, in questo ultimo caso se dotate di dispositivi anti-strangolamento e se inclinata. Questo indicatore verifica che gli animali non siano ostacolati nella fase di alimentazione, e che i dispositivi siano sicuri per le bovine;

	Tipologia di rastrelliera
Punteggio 10	Senza autocatturanti
Punteggio 9	Autocatturante antistrangolo e inclinata
Punteggio 7	Autocatturante antistrangolo non inclinata
Punteggio 4	Autocatturante inclinata non antistrangolo
Punteggio 2	Autocatturante ne antistrangolo ne inclinata

- **Spazio in mangiatoia** a disposizione dei singoli animali, riportando il numero di poste presenti e la dimensione della singola posta, qualora non sia presente la rastrelliera a poste singole, viene rilevata la larghezza complessiva della mangiatoia.

	Spazio in mangiatoia (in base al peso degli animali)					
	< 100kg	101-250kg	251-350kg	351-450kg	451-650kg	>651kg
Punteggio 8	0.27m	0.41m	0.50m	0.59m	0.64m	0.71m
Punteggio 5	0.24m	0.38m	0.46m	0.54m	0.58m	0.64m

- **Dislivello**, se presente, tra mangiatoia e piano di calpestio, misura utile a valutare la facilità di accesso al cibo degli animali;

	m ³ a disposizione per animale
Punteggio 8	0.15 m ³
Punteggio 5	0.12 m ³

- **Facilità di pulizia della mangiatoia**, misura il rischio che alimenti degradati restino a disposizione degli animali, scala 1-5:

5) Punteggio 10	Presenza di piastrelle in ceramica, lamiera in acciaio inox o resina che rendano la superficie facile da pulire
4) Punteggio 7.5	Presenza di piastrelle in ceramica, lamiera in acciaio inox o resina, parzialmente usurate. La superficie risulta difficile da pulire in zone limitate
3) Punteggio 5	Superficie in calcestruzzo liscia e regolare, la pulizia risulta buona solo dopo operazioni energiche
2) Punteggio 2.5	Superficie in calcestruzzo liscia e regolare, ma parzialmente usurata. Nonostante operazioni energiche in zone limitate restano residui in mangiatoia
5) Punteggio 10	Superficie in calcestruzzo rugoso ed irregolare, con operazioni energiche restano residui in mangiatoia

- Presenza di **abbeveratoi in zona alimentazione**, riportando se si tratta di dispositivi individuali o a vasca, e nel secondo caso è misurata la lunghezza. Queste misure vengono combinate con i rilievi degli stessi indicatori, nelle zone di riposo e di esercizio, per verificare l'adeguatezza dell'impianto di abbeverata in termini di disponibilità [0.1 m/capo per gli abbeveratoi a vasca e 7 capi per abbeveratoi individuale];

	Abbeveratoi a vasca	Abbeveratoi a tazza individuale
Punteggio 8	0.1 m di abbeveratoio per vacca	1 tazza ogni 7 animali
Punteggio 5	0.08 m di abbeveratoio per vacca	1 tazza ogni 9 animali

- **Pulizia degli abbeveratoi** eventualmente presenti, scala 1-5:

5) Punteggio 10	L'abbeveratoio è pulito e l'acqua limpida
4) Punteggio 7.5	L'abbeveratoio è pulito, nell'acqua sono presenti un numero limitato particelle di alimento in sospensione
3) Punteggio 5	L'abbeveratoio contiene dei residui sul fondo tuttavia ancora non troppo degradati e l'acqua risulta limitatamente torbida
2) Punteggio 2.5	L'abbeveratoio contiene dei residui sul fondo, l'acqua è torbida
5) Punteggio 10	Sul fondo dell'abbeveratoio c'è la presenza di una buona quantità di residui di colore scuro e l'acqua appare sporca

Corridoio di alimentazione:

- **Larghezza**, se presente, indicando inoltre l'eventuale presenza di cuccette nella corsia;

	Senza cuccette al lato opposto alla mangiatoia							Con cuccette al lato opposto alla mangiatoia						
	<100kg	101-250kg	251-350kg	351-450kg	451-550kg	551-650kg	>651kg	<100kg	101-250kg	251-350kg	351-450kg	451-550kg	551-650kg	>651kg
Punteggio 8	1.8m	2.4m	2.8m	3.1m	3.4m	3.6m	3.9m	2.0m	2.8m	3.1m	3.4m	3.7m	4.1m	4.3m
Punteggio 5	1.4m	1.9m	2.2m	2.4m	2.6m	2.8m	3.0m	1.6m	2.2m	2.5m	2.7m	2.9m	3.2m	3.4m

- **Impianto di illuminazione**, valutato attraverso numero di lampade e lumen per lampada, deve consentire all'allevatore un adeguato controllo degli animali e una corretta identificazione. [215.2 Lux]

	Lux
Punteggio 8	215
Punteggio 5	167

- **Tipologia della pavimentazione**

Punteggio 10	Strisce di gomma alternate a calcestruzzo rigato
Punteggio 7.5	Calcestruzzo rigato
Punteggio 5	Forato, fessurato o con gomma su tutta la superficie

Punteggio 0	Calcestruzzo liscio
-------------	---------------------

○ **Pulizia della pavimentazione, scala 1-5:**

5) Punteggio 10	La zona si presenta completamente pulita, camminando sui pavimenti è difficile sporcarsi;
4) Punteggio 7.5	La pulizia risulta discreta sì che camminando sui pavimenti esiste un minimo rischio di sporcarsi
3) Punteggio 5	La zona si presenta solo parzialmente pulita, camminando ci si sporca;
2) Punteggio 2.5	La pulizia inizia a mancare, sì che camminando sui pavimenti ci si imbratta in modo rilevante
1) Punteggio 0	La pulizia è molto scarsa tant'è che risulta molto faticoso camminare.

○ **Scivolosità della pavimentazione, scala 1-5:**

5) Punteggio 10	Gli animali camminano con passi sicuri, eseguendo lunghe falcate, è facile notare "grooming"
4) Punteggio 7.5	Gli animali camminano con passi abbastanza sicuri, le falcate sono meno ampie, si nota raramente "grooming"
3) Punteggio 5	Gli animali si muovono con una certa diffidenza, eseguendo passi corti e ravvicinati
2) Punteggio 2.5	Gli animali si muovono con molta diffidenza, eseguendo passi molto corti e molto ravvicinati
1) Punteggio 0	È possibile notare animali che cadono per l'eccessiva scivolosità della superficie

Figura 11 - Finestra di raccolta dati della zona alimentazione nel software IDEAL

Zona di riposo

In questa sezione è possibile selezionare zona a cuccette, zona a lettiera permanente oppure presenza di entrambe (Fig. 14).

Cuccette:

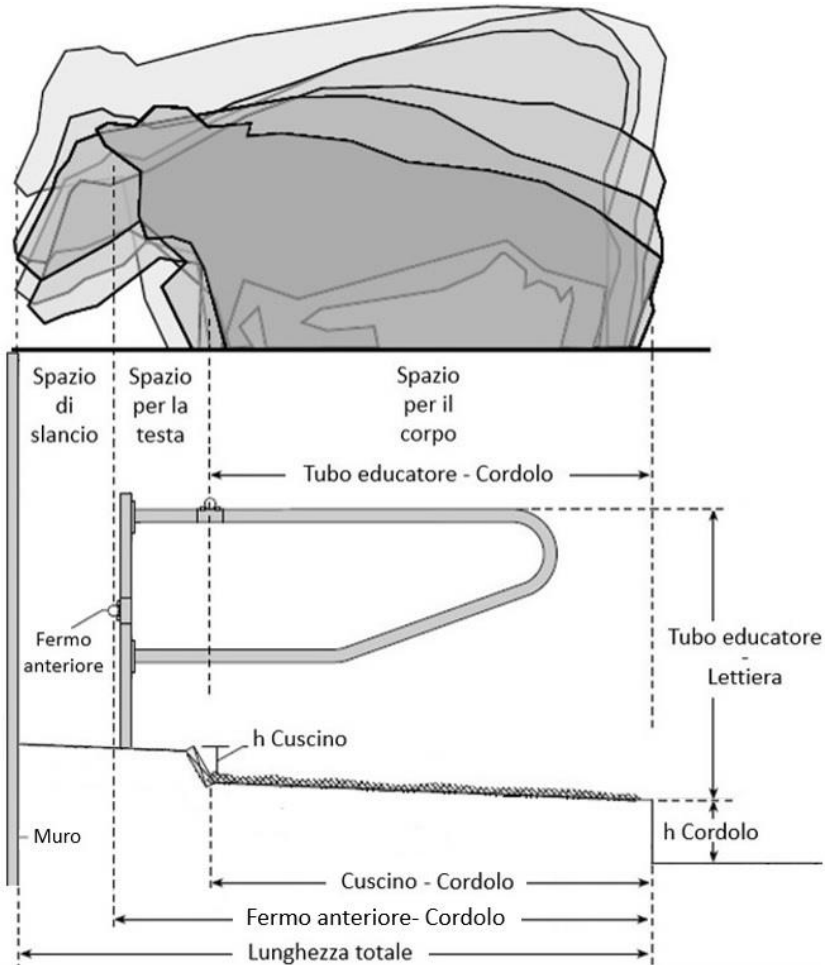
- **Numero di cuccette** presenti, misura che combinata con la dimensione della lettiera permanente (se presente) valuta se lo spazio a disposizione per gli animali nella zona di riposo è adeguato

	Rapporto cuccette/animali
Punteggio 8	9:10
Punteggio 5	7.4:10

- **Dimensioni della cuccetta** (Fig. 12) [Tab. 2] quali: lunghezza totale, larghezza, altezza del gradino utili a definire l'adeguatezza e la fruibilità della struttura da parte della bovina. Inoltre, viene indicata la presenza e posizione di:
 - **Tubo educatore**, dispositivo che impedisce l'avanzamento dell'animale in posizione eretta, limitando allo stesso la possibilità di defecare all'interno della cuccetta;
 - **Cuscino**, dispositivo che impedisce l'avanzamento dell'animale in posizione di decubito, limitando allo stesso la possibilità di defecare all'interno della cuccetta;
 - **Muro e fermo anteriore**, che impediscono all'animale di avanzare oltre la struttura.

	Dispositivo	Peso degli animali (kg)							
		<100	101-250	251-350	351-450	451-550	551-650	651-750	>750
Punteggio 10	Lunghezza totale	1.71	2.23	2.47	2.66	2.81	3.06	3.16	3.25
	Larghezza totale	0.80	0.97	1.06	1.13	1.18	1.25	1.28	1.32
	Fermo anteriore - Cordolo	1.30	1.72	1.91	2.06	2.18	2.40	2.48	2.55
	Cordolo-Cuscino	0.86	1.19	1.34	1.45	1.54	1.72	1.79	1.84
	Tubo educatore - Cordolo	0.86	1.19	1.34	1.45	1.54	1.72	1.79	1.84
	Tubo educatore - Lettiera	0.77	0.93	1.01	1.08	1.13	1.19	1.22	1.26
Punteggio 5	Lunghezza totale	Scostamento di - 20% della misura che da come punteggio 10							
	Larghezza totale	Scostamento di +/- 10% della misura che da come punteggio 10							
	Fermo anteriore - Cordolo	Scostamento di +/- 10% della misura che da come punteggio 10							
	Cordolo-Cuscino	Scostamento di +/- 10% della misura che da come punteggio 10							
	Tubo educatore - Cordolo	Scostamento di +/- 10% della misura che da come punteggio 10							
	Tubo educatore - Lettiera	Scostamento di +/- 10% della misura che da come punteggio 10							

Figura 12 – Caratteristiche e dispositivi di una cuccetta



- Indicazione sul **materiale della lettiera** (sabbia, materassino, materiale organico)
Questa informazione non viene utilizzata per il calcolo del punteggio IDEAL
- **Livello di pulizia e umidità**, scala 1-5:

5) Punteggio 10	La pulizia è perfetta, il materiale completamente asciutto, il lettino uniformemente distribuito.
4) Punteggio 7.5	Lo sporco è appena accennato, il materiale non è bagnato, l'uniformità non è perfetta (piccolo affossamento), il cordolo è ancora coperto.
3) Punteggio 5	La sporcizia è discreta, si presenta un po' bagnata, il colore è piuttosto scuro, il lettino risulta non uniformemente distribuito ed il cordolo posteriore non risulta completamente coperto
2) Punteggio 2.5	Il lettino si presenta sporco e piuttosto bagnato, il colore è scuro, la lettiera non è distribuita in modo uniforme e il cordolo posteriore non è coperto;
1) Punteggio 0	Il colore è scuro, la lettiera, se presente, è molto sporca e molto affossata, il cordolo posteriore non è coperto.

○ **Livello di comfort, scala 1-5:**

5) Punteggio 10	Non occorre alcuna pressione affinché il piede affondi nel lettine della cuccetta, e questo al cessare della pressione si ripristina immediatamente nella posizione iniziale;
4) Punteggio 7.5	Non occorre una forte pressione affinché il piede affondi nel lettine della cuccetta, tuttavia al cessare della pressione si ripristina, impiegando diversi secondi, alla posizione iniziale
3) Punteggio 5	Facendo pressione con il piede il lettine si comprime poco, tuttavia al cessare della pressione si ripristina, impiegando diversi secondi, alla posizione iniziale
2) Punteggio 2.5	Facendo pressione con il piede il lettine non si comprime, la superficie risulta dura
1) Punteggio 0	La superficie si presenta al tatto al pari della superficie in calcestruzzo

Corsia della zona riposo:

- **Larghezza** della corsia, deve permettere agli animali di accedere agevolmente alle cuccette e al tempo stesso permettere una agevole circolazione [3 m];

	Dimensione
Punteggio 8	3 m
Punteggio 5	2.3 m

- **Impianto di illuminazione**, valutato attraverso numero di lampade e lumen per lampada, deve consentire all'allevatore un adeguato controllo degli animali.

	Lux
Punteggio 8	107
Punteggio 5	83

○ **Tipologia della pavimentazione**

Punteggio 10	Strisce di gomma alternate a calcestruzzo rigato
Punteggio 7.5	Calcestruzzo rigato
Punteggio 5	Forato, fessurato o con gomma su tutta la superficie
Punteggio 0	Calcestruzzo liscio

○ **Pulizia della pavimentazione, scala 1-5:**

5) Punteggio 10	La zona si presenta completamente pulita, camminando sui pavimenti è difficile sporcarsi;
4) Punteggio 7.5	La pulizia risulta discreta sì che camminando sui pavimenti esiste un minimo rischio di sporcarsi
3) Punteggio 5	La zona si presenta solo parzialmente pulita, camminando ci si sporca;
2) Punteggio 2.5	La pulizia inizia a mancare, sì che camminando sui pavimenti ci si imbratta in modo rilevante
1) Punteggio 0	La pulizia è molto scarsa tant'è che risulta molto faticoso camminare.

○ **Scivolosità della pavimentazione, scala 1-5:**

5) Punteggio 10	Gli animali camminano con passi sicuri, eseguendo lunghe falcate, è facile notare "grooming"
4) Punteggio 7.5	Gli animali camminano con passi abbastanza sicuri, le falcate sono meno ampie, si nota raramente "grooming"
3) Punteggio 5	Gli animali si muovono con una certa diffidenza, eseguendo passi corti e ravvicinati
2) Punteggio 2.5	Gli animali si muovono con molta diffidenza, eseguendo passi molto corti e molto ravvicinati
1) Punteggio 0	È possibile notare animali che cadono per l'eccessiva scivolosità della superficie

- Presenza di **abbeveratoi** nella corsia. Descritte precedentemente, queste misure vengono combinate con i rilievi degli stessi indicatori, nelle zone di alimentazione e di esercizio.
- **Pulizia degli abbeveratoi**, eventualmente presenti. Descritte precedentemente, queste misure vengono combinate con i rilievi degli stessi indicatori, nelle zone di alimentazione e di esercizio.

Corridoi di attraversamento:

- **Numerosità dei corridoi** in rapporto al numero di cuccette, devono consentire una adeguata circolazione delle bovine tra la zona alimentazione e la zona di riposo, 5 livelli:

5) Punteggio 10	Un corridoio di attraversamento ogni < 15 cuccette
4) Punteggio 7.5	Un corridoio di attraversamento ogni 15-25 cuccette
3) Punteggio 5	Un corridoio di attraversamento ogni 25-35 cuccette
2) Punteggio 2.5	Un corridoio di attraversamento ogni 35-45 cuccette
1) Punteggio 0	Un corridoio di attraversamento ogni > 45 cuccette

- **Larghezza del corridoio di attraversamento**

	In assenza di abbeveratoi	In presenza di abbeveratoi su un lato	In presenza di abbeveratoi su entrambi i lati
Punteggio 8	2 m	3.65 m	4.5 m
Punteggio 5	1.55 m	2.8 m	3.5 m

- **Tipologia della pavimentazione**

Punteggio 10	Gomma su tutta la superficie, Resina antiscivolo
Punteggio 5	Calcestruzzo rigato
Punteggio 2.5	Forato, fessurato
Punteggio 0	Calcestruzzo liscio

- **Pulizia della pavimentazione, scala 1-5:**

5) Punteggio 10	La zona si presenta completamente pulita, camminando sui pavimenti è difficile sporcarsi;
4) Punteggio 7.5	La pulizia risulta discreta sì che camminando sui pavimenti esiste un minimo rischio di sporcarsi
3) Punteggio 5	La zona si presenta solo parzialmente pulita, camminando ci si sporca;
2) Punteggio 2.5	La pulizia inizia a mancare, sì che camminando sui pavimenti ci si imbratta in modo rilevante
1) Punteggio 0	La pulizia è molto scarsa tant'è che risulta molto faticoso camminare.

- **Scivolosità della pavimentazione, scala 1-5:**

5) Punteggio 10	Gli animali camminano con passi sicuri, eseguendo lunghe falcate, è facile notare "grooming"
-----------------	--

4) Punteggio 7.5	Gli animali camminano con passi abbastanza sicuri, le falcate sono meno ampie, si nota raramente "grooming"
3) Punteggio 5	Gli animali si muovono con una certa diffidenza, eseguendo passi corti e ravvicinati
2) Punteggio 2.5	Gli animali si muovono con molta diffidenza, eseguendo passi molto corti e molto ravvicinati
1) Punteggio 0	È possibile notare animali che cadono per l'eccessiva scivolosità della superficie

- Presenza di **abbeveratoi** nella corsia. Descritte precedentemente, queste misure vengono combinate con i rilievi degli stessi indicatori, nelle zone di alimentazione e di esercizio.
- **Pulizia degli abbeveratoi**, eventualmente presenti. Descritte precedentemente, queste misure vengono combinate con i rilievi degli stessi indicatori, nelle zone di alimentazione e di esercizio.

Lettieria permanente:

- **Dimensioni**, devono consentire ad ogni animale spazio adeguato al riposo

	<100 kg	101-250 kg	251-350 kg	351-450 kg	451-550 kg	551-650 kg	651-750 kg	>750 kg
Punteggio 8	2.6 m ²	4.1 m ²	4.9 m ²	5.6 m ²	6.2 m ²	7.1 m ²	7.6 m ²	8.0 m ²
Punteggio 5	2.1 m ²	3.3 m ²	4.0 m ²	4.6 m ²	5.1 m ²	5.8 m ²	6.2 m ²	6.5 m ²

- Indicazione sul **materiale della lettiera** (sabbia, materassino, materiale organico). Questa informazione non viene utilizzata per il calcolo del punteggio IDEAL

- **Livello di pulizia e umidità**, scala 1-5:

5) Punteggio 10	La pulizia è perfetta, il materiale completamente asciutto, il lettimo uniformemente distribuito.
4) Punteggio 7.5	Lo sporco è appena accennato, il materiale non è bagnato, l'uniformità non è perfetta (piccolo affossamento), il cordolo è ancora coperto.
3) Punteggio 5	La sporcizia è discreta, si presenta un po' bagnata, il colore è piuttosto scuro, il lettimo risulta non uniformemente distribuito ed il cordolo posteriore non risulta completamente coperto
2) Punteggio 2.5	Il lettimo si presenta sporco e piuttosto bagnato, il colore è scuro, la lettiera non è distribuita in modo uniforme e il cordolo posteriore non è coperto;
1) Punteggio 0	Il colore è scuro, la lettiera, se presente, è molto sporca e molto affossata, il cordolo posteriore non è coperto.

- **Livello di comfort**, scala 1-5:

5) Punteggio 10	Non occorre alcuna pressione affinché il piede affondi nel lettimo della cuccetta, e questo al cessare della pressione si ripristina immediatamente nella posizione iniziale;
4) Punteggio 7.5	Non occorre una forte pressione affinché il piede affondi nel lettimo della cuccetta, tuttavia al cessare della pressione si ripristina, impiegando diversi secondi, alla posizione iniziale
3) Punteggio 5	Facendo pressione con il piede il lettimo si comprime poco, tuttavia al cessare della pressione si ripristina, impiegando diversi secondi, alla posizione iniziale
2) Punteggio 2.5	Facendo pressione con il piede il lettimo non si comprime, la superficie risulta dura
1) Punteggio 0	La superficie si presenta al tatto al pari della superficie in calcestruzzo

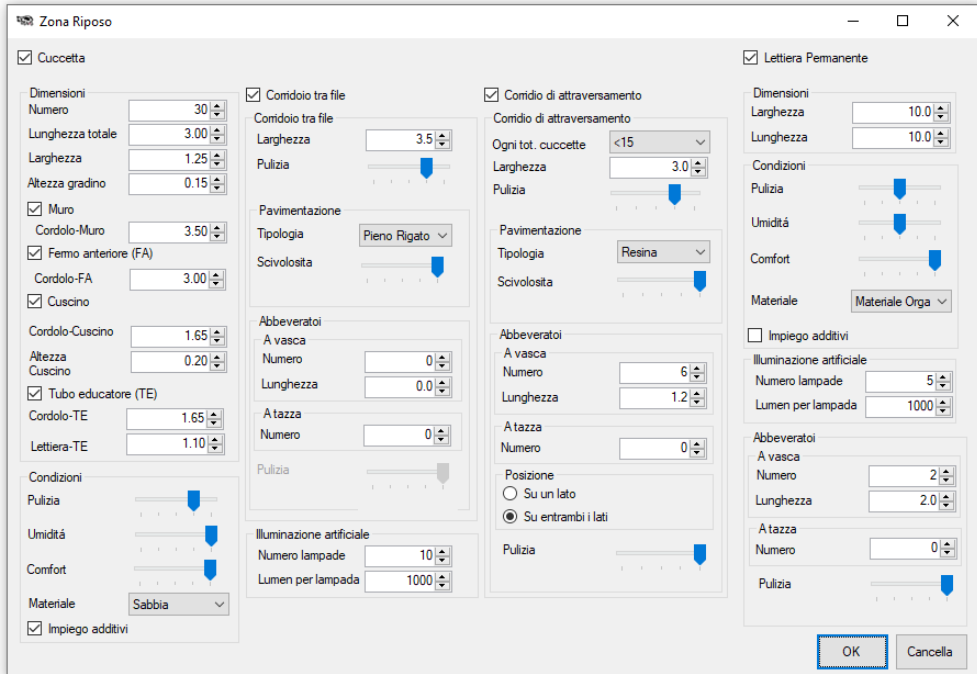
- **Impianto di illuminazione**, valutato attraverso numero di lampade e lumen per lampada, deve consentire all'allevatore un adeguato controllo degli animali e una corretta identificazione.

	Lux
Punteggio 8	107
Punteggio 5	83

- Presenza di **abbeveratoi** nella corsia. Descritte precedentemente, queste misure vengono combinate con i rilievi degli stessi indicatori, nelle zone di alimentazione e di esercizio.

- **Pulizia degli abbeveratoi**, eventualmente presenti. Descritte precedentemente, queste misure vengono combinate con i rilievi degli stessi indicatori, nelle zone di alimentazione e di esercizio.

Figura 13 - Finestra di raccolta dati della zona riposo nel software IDEAL



Zona di esercizio:

Questa zona (Fig. 14) in caso di assenza produce un punteggio pari a 0, poiché l’assenza è considerata negativamente nel modello. Gli indicatori rilevati per valutare la fruibilità dell’area, sono:

- **Facilità di accesso**

	Accesso
Punteggio 10	Facile
Punteggio 0	Difficile

- **Ombreggiamenti** eventualmente presente;

	Ombreggiamenti
Punteggio 10	Presenti
Punteggio 0	Assenti

○ **Tipologia della pavimentazione**

Punteggio 10	Terra
Punteggio 7.5	Calcestruzzo rigato
Punteggio 5	Forato, fessurato, gomma su tutta la superficie
Punteggio 0	Calcestruzzo liscio

○ **Pulizia della pavimentazione, scala 1-5:**

5) Punteggio 10	La zona si presenta completamente pulita, camminando sui pavimenti è difficile sporcarsi;
4) Punteggio 7.5	La pulizia risulta discreta sì che camminando sui pavimenti esiste un minimo rischio di sporcarsi
3) Punteggio 5	La zona si presenta solo parzialmente pulita, camminando ci si sporca;
2) Punteggio 2.5	La pulizia inizia a mancare, sì che camminando sui pavimenti ci si imbratta in modo rilevante
1) Punteggio 0	La pulizia è molto scarsa tant'è che risulta molto faticoso camminare.

○ **Scivolosità della pavimentazione, scala 1-5:**

5) Punteggio 10	Gli animali camminano con passi sicuri, eseguendo lunghe falcate, è facile notare "grooming"
4) Punteggio 7.5	Gli animali camminano con passi abbastanza sicuri, le falcate sono meno ampie, si nota raramente "grooming"
3) Punteggio 5	Gli animali si muovono con una certa diffidenza, eseguendo passi corti e ravvicinati
2) Punteggio 2.5	Gli animali si muovono con molta diffidenza, eseguendo passi molto corti e molto ravvicinati
1) Punteggio 0	È possibile notare animali che cadono per l'eccessiva scivolosità della superficie

○ **Regolarità della superficie**

	Regolarità
Punteggio 10	Regolare
Punteggio 0	Irregolare

- **Impianto di illuminazione**, valutato attraverso numero di lampade e lumen per lampada, deve consentire all'allevatore un adeguato controllo degli animali e una corretta identificazione.

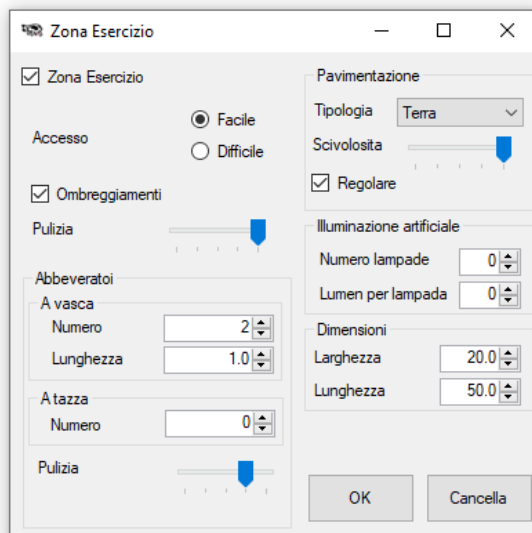
	Lux
Punteggio 8	107
Punteggio 5	83

- Presenza di **abbeveratoi** nella corsia. Descritte precedentemente, queste misure vengono combinate con i rilievi degli stessi indicatori, nelle zone di alimentazione e di esercizio.
- **Pulizia degli abbeveratoi**, eventualmente presenti. Descritte precedentemente, queste misure vengono combinate con i rilievi degli stessi indicatori, nelle zone di alimentazione e di esercizio.

○ Dimensione

	Pavimentazione in terra			Pavimentazione in calcestruzzo		
	<200 kg	200-500 kg	>500kg	<200 kg	200-500 kg	>500kg
Punteggio 8	6.5 m ²	9.5 m ²	12 m ²	2.2 m ²	3 m ²	4 m ²
Punteggio 5	5.0 m ²	7.3 m ²	9.3 m ²	1.7 m ²	2.3 m ²	3.1 m ²

Figura 14 - Finestra di raccolta dati della zona esercizio nel software IDEAL



Zona di mungitura

Questa sezione è compilabile esclusivamente per le bovine in lattazione. In questa area è possibile selezionare la tipologia di mungitura, ossia sala di mungitura tradizionale oppure robot di mungitura (Fig. 15).

Zona di mungitura tradizionale:

Sala d’attesa, se presente un locale dedicato:

○ Dimensioni

	Dimensione a disposizione per capo
Punteggio 8	0.46 m ²
Punteggio 5	0.35 m ²

- **Copertura** eventualmente presente

	Copertura
Punteggio 10	Presente
Punteggio 0	Assente

- **Tipologia della pavimentazione**

Punteggio 10	Resina antiscivolo, gomma su tutta la superficie
Punteggio 5	Calcestruzzo rigato
Punteggio 2.5	Forato, fessurato
Punteggio 0	Calcestruzzo liscio

- **Scivolosità della pavimentazione, scala 1-5:**

5) Punteggio 10	Gli animali camminano con passi sicuri, eseguendo lunghe falcate, è facile notare "grooming"
4) Punteggio 7.5	Gli animali camminano con passi abbastanza sicuri, le falcate sono meno ampie, si nota raramente "grooming"
3) Punteggio 5	Gli animali si muovono con una certa diffidenza, eseguendo passi corti e ravvicinati
2) Punteggio 2.5	Gli animali si muovono con molta diffidenza, eseguendo passi molto corti e molto ravvicinati
1) Punteggio 0	È possibile notare animali che cadono per l'eccessiva scivolosità della superficie

- **Impianto di illuminazione**, valutato attraverso numero di lampade e lumen per lampada, deve consentire all'allevatore un adeguato controllo degli animali

	Lux
Punteggio 8	107
Punteggio 5	83

Impianto di mungitura:

- **Tipologia** (spina di pesce, tandem, giostra e parallela). Questa informazione non viene utilizzata per il calcolo del punteggio IDEAL

- **Numero di poste** rapportato al numero di bovine per gruppo

	Rapporto numero poste mungitura/numero bovine del gruppo
Punteggio 8	1:4.5
Punteggio 5	1:5.5

- **Sistema di mungitura e la dotazione di attrezzatura**

	Sistema
Punteggio 10	Stacco automatico per singolo quarto, Flussometro
Punteggio 5	Stacco automatico, controllo produzione manuale
Punteggio 0	Assenza di stacco automatico

- **Condizione di pulizia** del gruppo mungitura, delle superfici lavabili e dell'impianto in generale, scala 1-5:

5) Punteggio 10	La zona si presenta completamente pulita
4) Punteggio 7.5	La pulizia nel complesso è buona, presenta piccole incrostazioni sulle pareti laterali e tra le fessurazioni
3) Punteggio 5	La pulizia è fatta tuttavia c'è la presenza di incrostazioni sulle pareti laterali, sulla pavimentazione e sulle altre superfici lavabili, soprattutto negli angoli
2) Punteggio 2.5	La pulizia risulta sommaria, con presenza di evidenti incrostazioni sulle pareti e pavimenti, oltre che sulle altre superfici lavabili
1) Punteggio 0	La zona si presenta estremamente sporca

- **Impianto di illuminazione**, valutato attraverso numero di lampade e lumen per lampada, deve consentire all'allevatore un adeguato controllo degli animali, una corretta identificazione e deve facilitare le operazioni di mungitura e trattamento degli animali che necessitano cure specifiche

	Lux
Punteggio 8	538
Punteggio 5	415

- Stato di **usura delle guaine** (elastiche o usurate e rigide).

	Copertura
Punteggio 10	Elastiche
Punteggio 0	Usurate e rigide

Robot di mungitura:

- **Numero animali gestiti** da ogni robot

	Numero animali gestiti
Punteggio 8	60
Punteggio 5	69

- **Circolazione**

	Sistema
Punteggio 10	Libero
Punteggio 5	Guidato
Punteggio 0	Forzato

- **Sistema di distribuzione** del mangime eventualmente presente, riportando anche il numero di linee (una o due) e la quantità massima di mangime erogabile per mungitura.

	Kg massimi forniti a mungitura per animale
Punteggio 8	1.5
Punteggio 5	2.25

- **Frequenza di mungitura** media giornaliera e la % di animali con meno di 2 mungiture giornaliere

	Media giornaliera mungiture per animale	% animali con meno di 2 mungiture al giorno
Punteggio 8	3	7 %
Punteggio 5	2.55	8.5 %

- Condizione di **pulizia dell'impianto** in generale, scala 1-5

5) Punteggio 10	La zona si presenta completamente pulita
4) Punteggio 7.5	La pulizia nel complesso è buona, presenta piccole incrostazioni sulle pareti laterali e tra le fessurazioni
3) Punteggio 5	La pulizia è fatta tuttavia c'è la presenza di incrostazioni sulle pareti laterali, sulla pavimentazione e sulle altre superfici lavabili, soprattutto negli angoli
2) Punteggio 2.5	La pulizia risulta sommaria, con presenza di evidenti incrostazioni sulle pareti e pavimenti, oltre che sulle altre superfici lavabili
1) Punteggio 0	La zona si presenta estremamente sporca

- Stato di **usura delle guaine** (elastiche o usurate e rigide)

	Copertura
Punteggio 10	Elastiche
Punteggio 0	Usurate e rigide

Figura 15 - Finestra di raccolta dati della zona mungitura nel software IDEAL

Zona parto

Sezione compilabile solo per gli animali in asciutta:

- **Livello igienico-sanitario**, scala 1-5, ed inoltre si annota se la **zona** è **dedicata** esclusivamente agli animali partorienti o se prevede un uso promiscuo. Qualora non lo fosse ciò comporterebbe una penalizzazione del 25% sul punteggio ottenuto in questo indicatore

5) Punteggio 10	La zona si presenta completamente pulita, camminando sui pavimenti è difficile sporcarsi;
4) Punteggio 7.5	La pulizia risulta discreta si che camminando sui pavimenti esiste un minimo rischio di sporcarsi
3) Punteggio 5	La zona si presenta solo parzialmente pulita, camminando ci si sporca;
2) Punteggio 2.5	La pulizia inizia a mancare, si che camminando sui pavimenti ci si imbratta in modo rilevante
1) Punteggio 0	La pulizia è molto scarsa tant'è che risulta molto faticoso camminare.

Zona infermeria

Compilabile unicamente per gli animali in lattazione:

- **Livello igienico-sanitario, scala 1-5**

5) Punteggio 10	La zona si presenta completamente pulita, camminando sui pavimenti è difficile sporcarsi;
4) Punteggio 7.5	La pulizia risulta discreta sì che camminando sui pavimenti esiste un minimo rischio di sporcarsi
3) Punteggio 5	La zona si presenta solo parzialmente pulita, camminando ci si sporca;
2) Punteggio 2.5	La pulizia inizia a mancare, sì che camminando sui pavimenti ci si imbratta in modo rilevante
1) Punteggio 0	La pulizia è molto scarsa tant'è che risulta molto faticoso camminare. Oppure Zona infermeria assente.

2.2. Cluster Alimentazione

L'alimentazione può, in tanti modi diversi, esercitare la sua influenza sulle condizioni di salute degli animali (comparsa di malattie metaboliche o infettive), sulla quantità e qualità del latte, sulla fertilità e sul benessere degli animali.

Proprio per queste ragioni, nel modello SDIB è presente un cluster specifico per la valutazione dell'alimentazione degli animali. Per esso si prendono in considerazione non solo le razioni distribuite ai vari gruppi di allevamento, ma anche i singoli alimenti utilizzati per costituire le razioni stesse. Sui singoli alimenti vengono date una valutazione di tipo visivo circa la qualità nutrizionale ed una stima dello stato di conservazione.

Diete

- **Quantitativo delle diete scaricate**, insieme ai **kg di avanzo** prima dalla successiva distribuzione, sono inserite nel software per stimare i kg di sostanza secca giornaliera ingerita dagli animali.
- **Frequenza** di distribuzione delle miscelate, dato che associato agli alimenti contenuti nella dieta verifica se, la distribuzione è adeguata o se, l'intervallo è troppo ampio e questo porta ad un deperimento delle caratteristiche della dieta
- **Alimenti** contenuti nella dieta, specificando i kg, dato utilizzato per verificare l'adeguato soddisfacimento dei fabbisogni, e tramite i quantitativi utilizzati quotidianamente consente di valutare se il rinnovo giornaliero dello specifico alimento è adeguato.

Composizione chimico-qualitativa della razione

In questa sezione vengono inserite le caratteristiche chimico-qualitative della razione, calcolate attraverso un software di razionamento. Qualora ci fosse un gruppo con fabbisogni disomogenei tra gli animali dello stesso, il punteggio finale otterrebbe una penalizzazione.

Caratteristiche fisiche della razione

Le caratteristiche valutate sono relative alla consistenza ed al tenore di umidità della foraggiata, nonché alla valutazione della granulometria della miscelata con l'uso del separatore di particelle:

- **Consistenza**, scala 1-5:

5) Punteggio 10	Soffice, la massa è soffice e si compatta con difficoltà
4) Punteggio 7.5	
3) Punteggio 5	Leggermente grossolana Leggermente pastosa
2) Punteggio 2.5	
1) Punteggio 0	Grossolana, particelle non sono aderenti a causa della loro dimensione eccessiva Pastosa, le particelle sono molto fini, la massa non è soffice e si compatta facilmente, poco voluminosa

- **Umidità**, valutata tramite Grab-test [54], cioè comprimendo una manciata di unifeed nella mano destra, schiacciata con forza per 30 secondi. Dal comportamento della manciata schiacciata si può giudicare il grado di umidità come segue:

5) Punteggio 0	Bagnato, si forma una palla che non si rompe e la mano risulta bagnata da un film di acqua o addirittura si ha una percolazione
4) Punteggio 5	Leggermente bagnato
3) Punteggio 10	Umido, se si forma una palla che però si rompe facilmente e non rimane un film di acqua ma si percepisce sulla pelle una sensazione di umido
2) Punteggio 5	Leggermente secco
1) Punteggio 0	Secco, se non si forma alcuna palla e la percezione è di una miscelata che non lascia umidità, le particelle, anche se fini, non aderiscono tra loro

- **Penn Separator**: la valutazione della granulometria della foraggiata è stata eseguita con il Penn Separator e solamente sull'unifeed delle bovine in lattazione. Lo strumento Penn State Particle Separator Size® è costituito da 3 crivelli montati su box a pianta quadrata, più un box finale che raccoglie il residuo più fine. Si esegue un prelievo rappresentativo della massa di unifeed, in vari punti lungo la corsia di alimentazione, campionando la parte di miscelata non ancora utilizzata dagli animali. Di questo campione si utilizza una abbondante manciata presa con 2 mani (circa 500 g), questo materiale viene distribuito omogeneamente sulla superficie del crivello superiore, quindi si effettua la separazione con un movimento oscillatorio alternato (avanti e indietro) dei crivelli impilati, operando su una superficie piana e liscia. I movimenti oscillatori sono ripetuti 5 volte per ogni lato

dei crivelli (girando di 90 gradi le pile di box), ovvero 4. Poi l'operazione è ripetuta ancora 5 volte per lato procedendo in senso inverso. Infine, si pesa il contenuto di ogni scatola, con una bilancia di precisione e si riportano i pesi nel software che automaticamente calcola la quota di materiale trattenuta su ogni crivello.

Alimenti

Conservazione alimenti

INSILATI

- Conservati in Cumulo/Trincea

- **Peso al m³:** viene indicato a quanto corrisponde il peso al metro cubo del prodotto insilato, tenuto conto della compattezza che mostra.
- **Dimensione Fronte:** viene inserita nel software l'altezza media e la larghezza del cumulo/trincea, per valutare il corretto rinnovo quotidiano del fronte
- **Stato del fronte:** viene valutata l'adeguatezza del taglio del fronte:

Livello 5	Taglio netto, il fronte appare completamente squadrato, liscio
Livello 3	Taglio irregolare, il fronte appare tagliato di netto ma non regolare, con zone leggermente più avanzate come taglio e zone più sporgenti
Livello 1	Smosso, il prelievo dal fronte è eseguito con strumenti non consoni, si può notare una buona quantità di silomais per terra staccatasi dal fronte

- **Presenza muffe/cappello,** viene valutata l'eventuale presenza di muffe, sulla parte superiore e laterale del fronte:

Livello 5	Assente
Livello 3	Modesto, 1-10 cm
Livello 1	Spesso, > 10 cm

- **Copertura**, viene valutata la tipologia di copertura impiegata per favorire il processo fermentativo:

Livello 5	Copertura con telo plastico + "Domopak" o telo con barriera O ₂ , presenza di pesi su tutta la superficie (150kg/m ²)
Livello 4	Copertura con telo plastico + "Domopak" o telo con barriera O ₂ , presenza di pesi su tutta la superficie (50kg/m ²)
Livello 3	Copertura con telo plastico + "Domopak" o telo con barriera O ₂ , presenza di pesi non omogenei su tutta la superficie
Livello 3	Copertura con telo plastico + "Domopak" o telo con barriera O ₂ , presenza di pesi solo sul perimetro
Livello 1	Copertura con telo plastico senza "Domopak" e presenza di pesi solo sul perimetro

- **Trattamenti**: viene indicato se sono stati utilizzati additivi per migliorare l'insilamento

- Conservati in Balle fasciate

- **Consumo % giornaliero**: viene valutato il quantitativo % della balle utilizzato quotidianamente, si stabilisce se il rinnovo del prodotto è adeguato, idealmente si considera l'utilizzo del 100% della balle fasciate ogni giorno.
- **Presenza muffe**, viene valutata l'eventuale presenza di muffe, sulla parte esterna della balle:

Livello 5	Assente
Livello 3	Modesta, solo qualche piccola area circoscritta
Livello 1	Elevata, presenza di larghe aree interessate alla presenza di muffe

- **Copertura**, viene valutata la tipologia di copertura impiegata per favorire il processo fermentativo:

Livello 5	6 strati di film plastico, nessun danno alla copertura
Livello 3	4 strati di film plastico, nessun danno alla copertura
Livello 1	< 4 strati di film plastico o presenza di danni alla copertura

- **Trattamenti**: viene indicato se sono stati utilizzati additivi per migliorare l'insilamento

- **Idoneità fienile**, viene valutato se la zona di ricovero dei foraggi affienati è idonea o meno alla conservazione degli stessi:

Livello 5	Copertura adeguata, protetto lateralmente, pulito
Livello 3	Copertura adeguata, non protetto lateralmente o non pulito perfettamente
Livello 1	Copertura inadeguata, alto rischio di infiltrazioni laterali o estremamente sporco

- **Criteri di suddivisione del fienile**, vengono indicati i criteri utilizzati per dividere i foraggi quali, essenza foraggera e/o numero di taglio dell'essenza e/o qualità del prodotto. Più criteri si utilizzano, maggiore è la capacità di controllo delle derrate da parte dell'allevatore
- **Trattamenti**, viene indicato se sono stati utilizzati additivi per migliorare la conservazione o se sono state applicate al foraggio ventilazione o disidratazione

CONCENTRATI

- **Idoneità di stoccaggio**, viene valutato se la struttura adibita al ricovero dei concentrati sia o meno adeguata in termini di protezione dell'alimento da intemperie di qualsiasi genere:

Livello 5	Struttura adeguata, prodotto ben protetto dall'umidità e da possibili altri contaminanti (es. silos verticale integro)
Livello 3	Struttura adeguata, che protegge il prodotto dall'umidità ma non permette una protezione efficace contro ad esempio il guano degli uccelli
Livello 1	Struttura inadeguata, il prodotto rischia di venire bagnato, il luogo non è protetto in alcun modo da animali o risulta estremamente sporco

Qualità alimenti

SILOM AIS

Contenuto in granella, viene valutato indirettamente tramite la maturazione a cui è stato raccolto il silomais. In particolare, si valuta spezzando i semi:

- (i) maturazione lattea se mostra al suo interno un colore tendente al bianco ed una consistenza liquida;
- (ii) maturazione cerosa se il colore è più vicino al giallo e la consistenza è più dura;
- (iii) maturazione avanzata (fino alla vitrea) se la granella presenta screpolature ed è molto dura.

Livello 5	Maturazione cerosa: la granella se la incidiamo con l'unghia, si presenta di una consistenza ceroso-farinosa, con un colore lucido e una dentatura ben pronunciata
Livello 3	- Maturazione ceroso-lattea - Maturazione vitreo-cerosa
Livello 1	- Maturazione vitrea: granella molto dura, secca - Maturazione lattea: granella estremamente morbida, umida

- **Umidità**, viene valutata tramite Grab-test, prendendo una manciata di silomais e comprimendola per almeno 20-30 secondi, rilasciata la presa velocemente:

Livello 5	La pallina perde leggermente la sua forma e non c'è presenza di succo; s.s. 34-36 %
Livello 3	- La pallina solo dopo qualche secondo inizia a disgregarsi, insilato umido - La pallina si disgrega con facilità, insilato leggermente secco
Livello 1	- La pallina rimane compatta e c'è presenza di succo; insilato fradicio - La pallina non si aggrega; insilato secco e con odore di bruciato

- **Colore della massa insilata**, viene valutato guardando tutta la massa sul fronte ed al momento del desilamento, scala 1-5:

Livello 5	Verde oliva
Livello 3	Da Giallo a brunastro
Livello 1	Da marrone scuro a nero

- **Colore della Granella**, viene valutato osservando i semi interi in modo che la luce vi rifletta sopra:

Livello 5	Giallo opaca (indice di buone fermentazioni)
Livello 3	Situazione intermedia, con alcuni semi giallo lucidi ed altri opachi
Livello 1	Giallo lucida

- **Odore**, viene valutato annusando una manciata di insilato:

Livello 5	Gradevole, Acidulo e Leggermente Pungente
Livello 3	Fruttato (dolciastro), odore di lievito, alcolico
Livello 1	Forte odore di butirrico, ammoniaca, rancido

- **Temperatura**, valutazione effettuata toccando con la mano il foraggio sul fronte al centro della massa ed anche verso la periferia (punti più a rischio), disegnando una X immaginaria:

Livello 5	Freddo
Livello 3	Tiepido
Livello 1	Caldo

- **Presenza di muffe**, la presenza delle muffe è valutata in base alla loro estensione:

Livello 5	Assenti
Livello 4	Solo sul cappello
Livello 3	Anche sui lati
Livello 3	A macchia in vari punti sul fronte
Livello 1	Si trovano in maniera estesa su tutto il fronte della massa

- **Presenza di terra**, valutata osservando tutto il fronte:

Livello 5	Completamente assente
Livello 3	Solo con un'osservazione attenta si rileva
Livello 1	Facilmente rilevabile

- **Lunghezza di trinciatura**, viene valutata la dimensione media delle particelle di insilato:

Livello 5	La lunghezza tra 1,1 - 1.2 cm
Livello 3	- se compresa tra 1,2 - 1.5 cm di lunghezza - se compresa tra 0.8 – 1,1 cm di lunghezza
Livello 1	- se supera 1.5 cm di lunghezza - se inferiore a 0.8 cm di lunghezza

- **Tipo di taglio**, viene valuta la modalità con cui è avvenuta la trinciatura e l'adeguatezza del sistema trinciante:

Livello 5	Taglio netto
Livello 3	Uniforme nel taglio, un po' fibroso, alcuni pezzi larghi di spiga e stocco
Livello 1	Le particelle si presentano sfibrate

PASTONE DI MAIS

- **Umidità**, viene valutata in relazione all'effettivo livello di umidità:

	Pastone integrale	Pastone di granella
Livello 5	s.s. 30-34%	s.s. 32-36%
Livello 3	s.s. 27-28 % s.s. 37-40 %	s.s. 28-30 % s.s. 38-40 %
Livello 1	s.s. > 45% s.s. < 25%	s.s. > 45% s.s. < 25%

- **Colore della massa insilata**, viene valutato osservando tutta la massa sul fronte ed al momento del desilamento:

Livello 5	Giallo lucido
Livello 3	Ocra
Livello 1	Marrone

- **Colore della Granella**, viene valutato prendendo i semi interi facendovi riflettere la luce:

Livello 5	Giallo opaca
Livello 3	Situazione intermedia, con alcuni semi giallo lucidi ed altri opachi
Livello 1	Giallo lucida

- **Odore**, viene valutato annusando una manciata di insilato:

Livello 5	Gradevole, Acidulo e Leggermente Pungente
Livello 3	Fruttato (dolciastro), odore di lievito, alcolico
Livello 1	Forte odore di butirrico, ammoniacca o rancido

- **Temperatura**, valutazione effettuata toccando con la mano il foraggio sul fronte al centro della massa ed anche verso la periferia (punti più a rischio), disegnando una X immaginaria:

Livello 5	Freddo
Livello 3	Tiepido
Livello 1	Caldo

- **Presenza di muffe**, la presenza delle muffe è valutata in base alla loro estensione:

Livello 5	Assenti
Livello 4	Solo sul cappello
Livello 3	Anche sui lati
Livello 3	A macchia in vari punti sul fronte
Livello 1	Si trovano in maniera estesa su tutto il fronte della massa

- **Presenza di terra**, valutata osservando tutto il fronte:

Livello 5	Completamente assente
Livello 3	Solo con un'osservazione attenta si rileva
Livello 1	Facilmente rilevabile

- **Lunghezza di trinciatura**, viene valutata la dimensione media delle particelle di insilato:

Livello 5	La lunghezza tra 1,1 - 1.2 cm
Livello 3	- se compresa tra 1,2 - 1.5 cm di lunghezza - se compresa tra 0.8 - 1,1 cm di lunghezza
Livello 1	- se supera 1.5 cm di lunghezza - se inferiore a 0.8 cm di lunghezza

- **Tipo di taglio**, viene valuta la modalità con cui è avvenuta la trinciatura e l'adeguatezza del sistema trinciante:

Livello 5	Taglio netto
Livello 3	Uniforme nel taglio, un po' fibroso, alcuni pezzi larghi di spiga e stocco
Livello 1	Le particelle si presentano sfibrate

INSILATI DI SOTTOPRODOTTI

- **Umidità**, viene valutata in relazione all'effettivo livello di umidità:

Livello 5	s.s. 30-40%
Livello 3	s.s. 40-45 % s.s. 25-30 %
Livello 1	s.s. > 45% s.s. < 25%

- **Colore della massa insilata**, viene valutato osservando tutta la massa sul fronte ed al momento del desilamento:

Livello 5	Giallo lucido/verde
Livello 3	Ocra
Livello 1	Marrone/nero

- **Odore**, viene valutato annusando una manciata di insilato:

Livello 5	Gradevole, Acidulo e Leggermente Pungente
Livello 3	Fruttato (dolciastro), odore di lievito, alcolico
Livello 1	Forte odore di butirrico, ammoniacca, rancido

- **Temperatura**, valutazione effettuata toccando con la mano il foraggio sul fronte al centro della massa ed anche verso la periferia (punti più a rischio), disegnando una X immaginaria:

Livello 5	Freddo
Livello 3	Tiepido
Livello 1	Caldo

- **Presenza di muffe**, la presenza delle muffe è valutata in base alla loro estensione:

Livello 5	Assenti
Livello 4	Solo sul cappello
Livello 3	Anche sui lati
Livello 3	A macchia in vari punti sul fronte
Livello 1	Si trovano in maniera estesa su tutto il fronte della massa

- **Presenza di terra**, valutata osservando tutto il fronte:

Livello 5	Completamente assente
Livello 3	Solo con un'osservazione attenta si rileva
Livello 1	Facilmente rilevabile

INSILATI DI CEREALI/LEGUMINOSE

- **Stadio di raccolta**, viene valutato lo stadio di raccolta in funzione dello stadio fenologico che è diversificato in base alla Famiglia erbacea considerata:

	Graminacee	Leguminose
Livello 5	Botticella, l'infiorescenza è completamente sviluppata e si evidenzia mediante un rigonfiamento della guaina dell'ultima foglia	Bottoni fiorali non si vede ancora il fiore ma solamente appunto il "bottone" che darà poi origine al fiore
Livello 3	Fioritura, i fiori si aprono e fuoriescono gli stami	Metà fioritura, il fiore è ben formato, anche se alcuni non sono ancora sbocciati
Livello 1	Post fioritura, presenza delle cariossidi in tutte le piante	Post fioritura, presenza dei legumi tipici per ogni specie botanica

- **Fogliosità**, viene valutata la quantità di foglie presenti negli alimenti:

Livello 5	Molto foglioso, > 70% di foglie rispetto agli steli
Livello 3	Equilibrato, 60-70% di foglie rispetto agli steli
Livello 1	Poco foglioso, < 40% di foglie rispetto agli steli

- **Colore**, viene valutato il colore dell'alimento:

Livello 5	Verde oliva
Livello 3	Ocra
Livello 1	Marrone/grigio/nero

- **Odore**, viene valutato annusando una manciata di insilato:

Livello 5	Aromatico, Acidulo e Leggermente Pungente
Livello 3	Fruttato (dolciastro), odore di lievito, alcolico
Livello 1	Forte odore di butirrico, ammoniacca, rancido, muffa

- **Tipo di steli**, si intende la dimensione media degli steli delle piante insilate:

Livello 5	Molto fini
Livello 3	Intermedi
Livello 1	Grossi

- **Umidità**, viene valutata in relazione all'effettivo livello di umidità:

	Trincea-cumulo	Erba-silo rotofasciato	Fieno-silo rotofasciato
Livello 5	s.s. 25-35%	s.s. 25-35%	s.s. 50-55%
Livello 3	s.s. 35-40% s.s. 20-25 %	s.s. 35-40% s.s. 20-25%	s.s. 55-60 % s.s. 40-50 %
Livello 1	s.s. > 40% s.s. < 20%	s.s. > 40% s.s. < 20%	s.s. > 60% s.s. < 40%

- **Malerbe**, viene valutata la presenza di malerbe nella massa insilata:

Livello 5	Assenti
Livello 3	Presenti in numero limitato (10%)
Livello 1	Abbondanti (70 %)

- **Temperatura**, valutazione effettuata toccando con la mano il foraggio sul fronte al centro della massa ed anche verso la periferia (punti più a rischio), disegnando una X immaginaria:

Livello 5	Freddo
Livello 3	Tiepido
Livello 1	Caldo

- **Presenza di muffe**, la presenza delle muffe è valutata in base alla loro estensione:

Livello 5	Assenti
Livello 4	Solo sul cappello
Livello 3	Anche sui lati
Livello 3	A macchia in vari punti sul fronte
Livello 1	Si trovano in maniera estesa su tutto il fronte della massa

- **Presenza di terra**, valutata osservando tutto il fronte:

Livello 5	Completamente assente
Livello 3	Solo con un'osservazione attenta si rileva
Livello 1	Facilmente rilevabile

FIENI DI CEREALI/LEGUMINOSE

- **Stadio di raccolta**, viene valutato lo stadio di raccolta in funzione dello stadio fenologico che è diversificato in base alla Famiglia erbacea considerata:

	Graminacee	Leguminose
Livello 5	Botticella, l'infiorescenza è completamente sviluppata e si evidenzia un rigonfiamento della guaina dell'ultima foglia	Bottoni fiorali non si vede ancora il fiore ma solamente appunto il "bottone" che darà poi origine al fiore
Livello 3	Fioritura, i fiori si aprono e fuoriescono gli stami	Metà fioritura, il fiore è ben formato, anche se alcuni non sono ancora sbocciati
Livello 1	Post fioritura, presenza delle cariossidi in tutte le piante	Post fioritura, presenza dei legumi tipici per ogni specie botanica

- **Purezza**, valutazione che indica se il prodotto è consociato, oppure esclusivo:

Livello 5	Puro
Livello 3	La coltura principale rappresenta 80-90%
Livello 1	La coltura principale rappresenta < 70%

- **Fogliosità**, viene valutata la quantità di foglie presenti negli alimenti:

Livello 5	Molto foglioso, > 70% di foglie rispetto agli steli
Livello 3	Equilibrato, 40% di foglie rispetto agli steli
Livello 1	Poco foglioso, 10% di foglie rispetto agli steli

- **Colore**, viene valutato il colore dell'alimento:

Livello 5	Verde
Livello 3	Giallo paglierino (se paglia però, mettere livello 5 se gialla)
Livello 1	Marrone/grigio/nero

- **Odore**, viene valutato annusando una manciata di insilato:

Livello 5	Aromatico
Livello 3	Odore di chiuso
Livello 1	Odore di tabacco, rancido, muffa

- **Tipo di steli**, si intende la dimensione media delle particelle del fieno:

Livello 5	Molto fini
Livello 3	Intermedi
Livello 1	Grossi

- **Umidità**, viene valutata in relazione all'effettivo livello di umidità:

Livello 5	s.s. 12-13%
Livello 3	s.s. 10-12% s.s. 13-15%
Livello 1	s.s. < 10% s.s. >15%

- **Malerbe**, viene valutata la presenza di malerbe nella massa insilata:

Livello 5	Assenti
Livello 3	Presenti in numero limitato (10%)
Livello 1	Abbondanti (70 %)

- **Presenza di muffe**, la presenza delle muffe è valutata in base alla loro estensione:

Livello 5	Assenti
Livello 3	Presenti nella parte esterna
Livello 1	Si trovano in maniera estesa in tutta la massa

- **Presenza di terra**, valutata osservando tutto il fronte:

Livello 5	Completamente assente
Livello 3	Solo con un'osservazione attenta si rileva
Livello 1	Facilmente rilevabile

CONCENTRATI

○ **Colore:**

Livello 5	Colore tipico del prodotto
Livello 3	Colore leggermente più scuro del normale
Livello 1	Colore anomalo

○ **Odore:**

Livello 5	Aromatico
Livello 3	Odore di chiuso
Livello 1	Odore di muffa

○ **Presenza di muffe**, la presenza delle muffe è valutata in base alla loro estensione:

Livello 5	Assenti
Livello 3	Presenti nella parte esterna
Livello 1	Si trovano in maniera estesa in tutta la massa

○ **Presenza di terra**, valutata osservando tutto il fronte:

Livello 5	Completamente assente
Livello 3	Solo con un'osservazione attenta si rileva
Livello 1	Facilmente rilevabile

2.3. Cluster Animale

L'esame del sistema Animale consente di rilevare direttamente le condizioni della mandria, valutando le risposte degli animali nelle condizioni di allevamento ed alimentazione a cui sono stati sottoposti.

Per questo cluster si procede perciò alla valutazione di indicatori diretti delle bovine (animal based). Tali rilievi sono stati condotti a vari livelli: **mandria**, **gruppo** ed **individuali**.

MANDRIA

Le valutazioni sulla mandria vengono effettuate raccogliendo informazioni relative ai 12 mesi precedenti alla visita relativamente a:

- **Produzioni di latte**, in termini quantitativi e qualitativi (grasso, proteine, cellule somatiche, carica batterica ed urea);
- **Dati sanitari**, quali % di problemi clinici se registrati puntualmente, o in alternativa, numero di trattamenti antibiotici rilevati dal registro dei trattamenti con farmaci, protocolli veterinari relativi a visite ginecologiche e trattamenti vaccinali;
- **Performance riproduttive**, tra cui quota di rimonta, intervallo parto-concepimento, inseminazioni per concepimento, concepimenti alla 1° inseminazione, abortività, mortalità neonatale, età al primo parto, sistema di rilevazione dei calori.

GRUPPO:

Tali valutazioni vengono eseguite in momenti della giornata in cui non sono presenti operatori negli edifici onde evitare qualsiasi fonte di disturbo sul comportamento animale. Tali valutazioni comprendono due tipologie di rilevazioni, “outside” (Fig. 18) e “inside” (Fig. 20).

- Outside

- **Comportamento davanti alla mangiatoia in presenza di un operatore:** con scala 1-5, è stato valutato il comportamento dell'animale in risposta alla presenza dell'operatore davanti alla mangiatoia:

Livello 5	Gli animali si lasciano toccare
Livello 4	Allontanamento < 1 metro
Livello 3	Allontanamento > 1 metro
Livello 3	Allontanamento > 2 metri
Livello 1	Fuga

- **Rumination score:** per la valutazione di questo aspetto si ricorre al conteggio degli animali che ruminano (non disturbati dalla presenza di mezzi o personale). La valutazione deve avvenire almeno dopo 3 ore dalla somministrazione della foraggiata. In ogni caso nella valutazione si registra anche l'intervallo tra il numero di ore trascorse dalla distribuzione dell'alimento e rilevazione.
- **Comfort area di riposo:** questo aspetto è stato valutato conteggiando gli animali presenti in cuccetta secondo le seguenti modalità: in piedi in posizione corretta o anomala (Fig. 16) (diagonali alla cuccetta, treno posteriore fuori dalla cuccetta, in ginocchio, dog sitting), coricati in posizione corretta e anomala (Fig. 16) (diagonali in cuccetta, coricati al contrario, coricati in cuccette alterne lasciando tra due animali coricati una cuccetta libera). Infine, sono conteggiati gli animali in mangiatoia o presso gli abbeveratoi.

Figura 16 - Rappresentazione di diverse posizioni anomale di bovine in cuccetta



- **Distribuzione degli animali:** questo aspetto è stato valutato osservando la distribuzione degli animali nelle singole zone a disposizione delle bovine (zona riposo, zona alimentazione e zona di esercizio), nel momento di massima tranquillità in allevamento (in genere prima della mungitura pomeridiana):

Livello 5	Molto omogenea, animali equidistanti fra loro
Livello 4	Omogenea, la distanza tra le bovine è piuttosto simile, con una utilizzazione omogenea di tutta l'area
Livello 3	Poco omogenea, se gli animali tendono ad utilizzare una particolare parte dell'area considerata, lasciando alcune parti vuote
Livello 3	Non omogenea, gli animali tendono ad utilizzare solo una parte (o più parti) dell'area considerata disturbandosi vicendevolmente
Livello 1	Ammassati, se le bovine si trovano tutte presenti in una parte dell'area tendendo a lottare per ottenere il tale posto

- **Grooming:** il grooming è un termine inglese che viene utilizzato per indicare una bovina intenta a leccarsi (self-grooming) che indica una condizione di benessere delle bovine (la presenza è positiva). Per la sua valutazione sono state osservate le bovine e registrata la presenza di tale comportamento (Fig. 17), indipendentemente dal numero di soggetti che manifestavano il comportamento.

Figura 17 - Self grooming



- **Stereotipie,** sono la ripetizione di una sequenza invariata e costante di uno o più comportamenti. La loro presenza indica uno stato di forte stress. Le stereotipie osservate sono: "tongue rolling", leccatura urine, consumo eccessivo di sali, leccatura delle strutture, "nose pressing", ciondolamento del capo, sfregamento strutture:

Livello 5	Assente
Livello 4	Raro, il numero di capi con stereotipie corrisponde all'1% degli animali osservati
Livello 3	Poco frequente, quando il numero di capi con stereotipie corrisponde al 2% degli animali osservati
Livello 3	Frequente, quando il numero di capi con stereotipie corrisponde al 3% degli animali osservati
Livello 1	Molto Frequente, quando il numero di capi con stereotipie è maggiore al 4% degli animali osservati

Figura 18 - Finestra di raccolta dati dei rilievi di gruppo Outside nel software IDEAL

Rilievi per Gruppo - Outside

Comportamento davanti alla mangiatoia

check

Rumination Score
Ore dalla distribuzione TMR: 8

Animali in piedi: 58 Che ruminano: 29
Animali coricati: 40 Che ruminano: 20

check

Comfort allevamento-cuccetta

Animali in piedi: 8 in posizione anomala: 5
Animali coricati: 40 in posizione anomala: 0
Animali che mangiano: 23

check

Distribuzione animali

Zona Alimentazione
Zona Riposo
Zona Esercizio

check

Grooming Stereotipie
Grooming
Tongue-rolling
Leccatura urine
Consumo eccessivo Sali
Leccatura strutture
Nose Pressing
Ciondolamento del capo
Sfregamento strutture
Altre

OK Cancella

- Inside

I rilievi "inside" comprendono la valutazione del comportamento degli animali liberi:

o **All'ingresso nel box,**

Livello 5	Curiosi/Affabili
Livello 4	Indifferenti
Livello 3	Allertati
Livello 3	Molto allertati
Livello 1	Fuga

○ **Al passaggio dell'operatore nel gruppo,**

Livello 5	Si lasciano toccare
Livello 4	Allontanamento < 1 metro
Livello 3	Allontanamento > 1 metro
Livello 3	Allontanamento > 2 metri
Livello 1	Fuga

E degli animali catturati al contatto con l'operatore:

○ **Sul fianco:**

Livello 5	Amano il contatto
Livello 4	Tranquilli
Livello 3	Infastiditi
Livello 3	Nervosi
Livello 1	Mostrano scatti

○ **Sul muso:**

Livello 5	Amano il contatto
Livello 4	Tranquilli
Livello 3	Infastiditi
Livello 3	Tentano di liberarsi
Livello 1	Sbattono la testa

○ **Presenza di animali che scalciano:**

Livello 5	L'animale è tranquillo e non muove gli arti posteriori
Livello 4	L'animale non è completamente rilassato ma non solleva gli arti posteriori
Livello 3	L'animale si muove parecchio sugli altri posteriori
Livello 3	L'animale mostra segni di paura e tenta di scalcia
Livello 1	L'animale scalcia

○ **Presenza di animali che defecano per paura:**

Livello 5	L'animale non defeca e si mostra tranquillo
Livello 3	L'animale non è rilassato ma se defeca, le feci hanno consistenza buona
Livello 1	L'animale defeca, e le feci hanno consistenza molto molle

- Si è inoltre considerata l'eventuale **difficoltà** degli animali nell'atto di **alzarsi** dalla cuccetta. In particolare, si spronano circa il 10% delle bovine all'interno dei gruppi,

scelte in modo randomizzato, a rialzarsi per valutare il tempo impiegato che solitamente, in caso di bovina sana, va dai 5 ai 10 secondi. Quando l'animale si alza ha un movimento tipico (Fig. 19) che consiste nel portare avanti la testa, successivamente l'animale alza la parte posteriore prima e poi la parte anteriore.

Livello 5	< 10 secondi, l'animale la parte posteriore prima dell'anteriore, l'alzata è fluida e veloce
Livello 4	10-15 secondi, dopo avere alzato il posteriore si blocca un attimo prima di alzare l'anteriore
Livello 3	15-20 secondi, dopo aver alzato il posteriore si blocca per diversi secondi prima di alzare l'anteriore
Livello 3	20-30 secondi, l'animale presenta evidenti problemi ad alzarsi, o alza l'anteriore prima del posteriore
Livello 1	>30 secondi, l'animale ha gravi problemi, grandi difficoltà ad alzarsi

Figura 19 - Modalità di alzata delle bovine

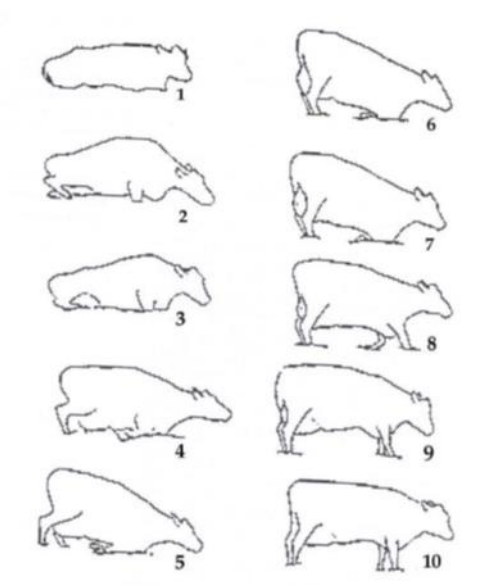
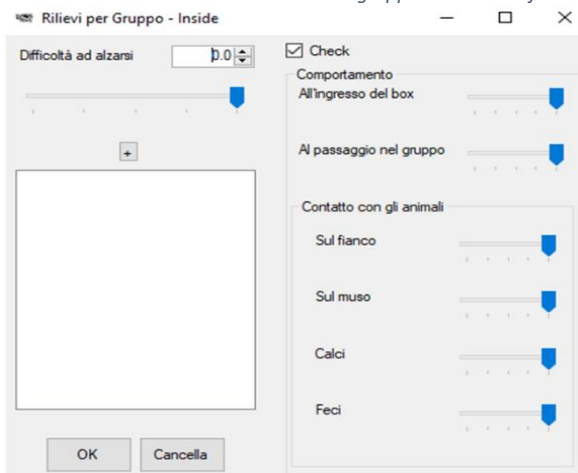


Figura 20 - Finestra di raccolta dati dei rilievi di gruppo Inside nel software IDEAL



RILIEVI INDIVIDUALI

Questi rilievi sono svolti alla fine della visita aziendale, in quanto prevedono l'entrata dell'operatore all'interno dei box di allevamento e quindi comportano una modifica della normale routine quotidiana delle bovine. I soggetti vengono costretti nelle rastrelliere per il tempo necessario ai rilievi (pochi minuti). La valutazione sui singoli capi è stata eseguita su numero di animali pari almeno ai 10% dei soggetti per ogni gruppo.

- **Body Condition Score (BCS):** per questa valutazione è stato utilizzato il metodo proposto da ADAS (1986) che si basa sullo stato di ingrassamento per palpazione di alcune regioni anatomiche. L'animale viene tastato nella regione caudale, in particolare le zone interessate sono la zona di attacco della coda (si è osservata la deposizione di grasso), la cute sulla natica (sollevando la pelle, la facilità con cui essa si stacca il che indica la presenza più o meno abbondante di grasso sottostante) e dorsale a livello dei processi trasversi delle vertebre lombari, per percepire la struttura ossea e la presenza di tessuti (adiposo e muscolare) sottostanti. Il sistema valuta il BCS con score da 1 a 4 secondo le seguenti definizioni:

Score 1: processi trasversi delle vertebre lombari sono facilmente distinguibili alla palpazione e risultano appuntiti; notevole è la depressione fra processi spinosi e trasversi (doccia vertebrale). Attorno alla base della coda vi è una profonda cavità, non vi è grasso fra cute e scheletro; la cute della natica presenta ancora una certa elasticità, ma il pelo è spesso ruvido.

Score 2: I processi trasversi delle vertebre lombari possono essere identificati singolarmente alla palpazione, ma sono arrotondati e superiormente si sentono solo esercitando una certa pressione. La doccia vertebrale è ben visibile. La cavità attorno alla base della coda è meno profonda ma le ossa sono ancora prominenti; vi è traccia di grasso nel sottocute e sulla natica la cute è elastica.

Score 2.5: I processi trasversi sono arrotondati e la doccia vertebrale è poco evidente. La cavità attorno alla base della coda è poco pronunciata e con grasso presente in misura modesta, ma le ossa del bacino si sentono bene. La cute sulla natica è morbida.

Score 3: processi trasversi delle vertebre lombari si possono sentire soltanto con una certa pressione per la presenza di tessuto adiposo anche sulle punte; la doccia vertebrale è molto leggera. La presenza di grasso è ben percettibile anche sulla punta della natica, la cute è decisamente morbida e le ossa del bacino si sentono ancora.

Score 3.5: processi trasversi si apprezzano solo esercitando una notevole pressione poiché lo strato adiposo è spesso e riempie la doccia vertebrale che è quasi riempita di grasso, la cute sulla natica è soffice ed elastica, mentre le ossa si sentono con difficoltà essendo ricoperte di grasso.

Score 4: I processi trasversi non si apprezzano più neppure con notevole pressione e non si apprezza neppure la depressione fra linea della spina dorsale e la tuberosità dell'anca. Il grasso sulla punta della natica è ben visibile ed è soffice al tatto perciò l'ischio sottostante si raggiunge solo esercitando notevole pressione; la cavità attorno alla base della coda è totalmente scomparsa (troppo grassa).

○ **Condizioni del pelo:**

Livello 5	Lucido, quando il pelo è liscio, pulito e "riflette la luce";
Livello 3	Opaco, se il pelo non "riflette la luce", ma è piuttosto arruffato, con alcune ciocche più vistose di altre;
Livello 1	Ruvido/sporco, quando il pelo è molto arruffato e trattiene molto sporco (letame e/o terra).

- **Ferite, lesioni e gonfiore** (esclusi gli arti): le bovine selezionate vengono attentamente osservate per rilevare la presenza di ferite, lesioni e gonfiore sul corpo, ad esclusione degli arti valutati a parte.

Livello 5	Assenti
Livello 3	Presenza di ferite, lesioni e gonfiori lievi (< 10 cm ²) e poco numerose (non più di 3)
Livello 1	Presenza di grandi ferite, lesioni o gonfiori (> 10 cm ²) e/o assai numerose (>3)

- **Parassiti:** viene valutata la presenza di parassiti osservando la zona dei lombi, la groppa, il dorso, la zona della coscia e della natica.

Livello 5	Assenti
Livello 3	Presenza lieve, se la placca interessata è < 10 cm ²
Livello 1	Presenza grave, se la placca interessata è > 10 cm ²

- **Sintomi infiammatori:** è stata rilevata la presenza di particolari sintomi infiammatori come scolo nasale e lacrimazione degli occhi, a cui non è stato attribuito un punteggio in funzione della gravità ma riportata solamente l'eventuale presenza.

- **Foot Score**

- **Ferite agli arti**, la valutazione di questo aspetto viene effettuata osservando gli arti delle bovine con l'intento di individuare la presenza di ferite:

Livello 5	Assenti
Livello 3	Presenza di ferite molto lievi, l'area priva di peli è < 10 cm ² , la cute risulta intatta e liscia
Livello 1	L'area priva di peli è > 10 cm ² , la cute risulta screpolata e/o con ferite evidenti

- **Gonfiori agli arti**, la valutazione di questo aspetto viene effettuata osservando gli arti delle bovine con l'intento di individuare la presenza di gonfiori:

Livello 5	Assenti
Livello 3	Presenza di gonfiori lievi, l'area interessata è < 10 cm ² , l'animale non è dolorante
Livello 1	Presenza di gonfiori evidenti, l'area interessata è > 10 cm ² e/o si presenta un numero di gonfiori > 1, l'animale manifesta sofferenza

- **Zoppie**, la valutazione di questo aspetto è avvenuta osservando come l'animale poggia il piede sul suolo.

Livello 5	Assenza - l'appoggio dei piedi, o meglio dei singoli piedi è deciso e l'animale non è premuroso di appoggiare velocemente l'altro piede affinché possa liberare il primo piede dal peso corporeo.
Livello 4	Appena percettibile - l'animale appoggia bene i piedi ma nel movimento laterale mostra un po' di incertezza. Oppure esiste qualche piccola incertezza sull'appoggio dei piedi
Livello 3	Presenza - l'animale non appoggia in modo equilibrato tutti i piedi. Nel movimento laterale è incerto nell'appoggio dei piedi, tuttavia appoggia ancora tutti i piedi sebbene non in modo equilibrato
Livello 3	Evidente - l'animale non appoggia tutti i piedi e/o tiene la suola di un piede rivolta all'indietro. Nel movimento laterale è estremamente restio nell'appoggiare un piede e subito "salta" sul piede successivo.
Livello 1	Grave - quando la bovina non appoggia un piede e il piede risulta gravemente danneggiato dalla patologia e/o l'animale non riesce a deambulare o a muoversi lateralmente.

- **Trimming Score:** l'aspetto in questione è stato valutato osservando la morfologia del piede bovino, in particolare valutando la lunghezza dell'unghione, l'angolo dell'unghione, l'altezza del tallone e gli appiombi (Fig. 21).

- **Lunghezza dell'unghione:**

Livello 5	< 10 cm
Livello 4	10-15 cm
Livello 3	15-20 cm
Livello 3	20-25 cm
Livello 1	>25 cm

- **Angolo dell'unghione:**

Livello 5	>4 cm
Livello 4	3-4 cm
Livello 3	2-3 cm
Livello 3	1-2 cm
Livello 1	< 1 cm

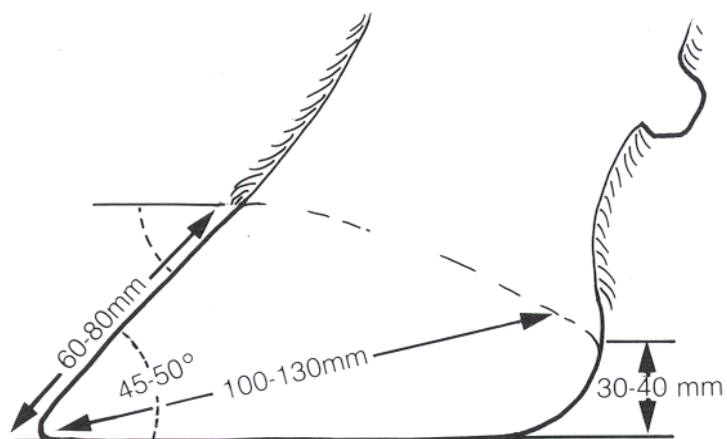
▪ **Altezza del tallone:**

Livello 5	>45°
Livello 4	30-45°
Livello 3	20-30°
Livello 3	10-20°
Livello 1	< 10°

▪ **Appiombi:**

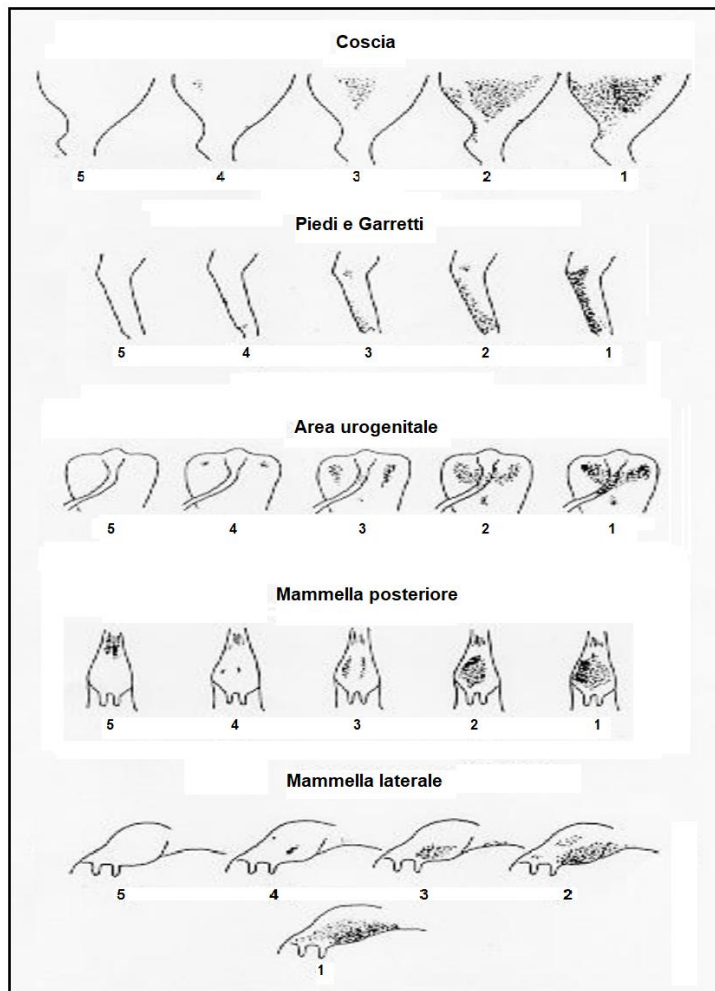
Livello 5	Perfetti
Livello 4	Non allineati
Livello 3	Aperti
Livello 3	Molto aperti
Livello 1	Completamente fuori appiombo

Figura 21 - Dimensioni ideali degli unghioni di bovini



- **Cleanliness Score:** la valutazione di questo aspetto si è effettuata tramite assegnazione di un punteggio da 1 a 5 in funzione della pulizia di diverse aree dell'animale, le zone considerate sono la coscia, i piedi garretti, l'area urogenitale, la mammella posteriore e la mammella laterale. Il punteggio di 5 indica che una determinata regione si presenta completamente pulita, con un pelo lucente e liscio, di contro il punteggio pari ad 1 si riferisce ad una presenza eccessiva di sporco, indipendentemente dalla zona considerata (Fig. 22).

Figura 22 - Cleanliness score



- **Teat score:** l'aspetto in questione valuta la condizione della punta del capezzolo e la condizione dell'epitelio capezzolare attraverso il metodo proposto da Mein [55]. Sono stati osservati tutti e quattro i capezzoli di ogni singolo animale, con lo scopo

di individuare eventuali anomalie, le quali possono essere connesse ad errate tecniche di mungitura. Il punteggio è stato assegnato attraverso i seguenti 4 punti (Fig. 23):

N: anello dello sfintere capezzolare appena visibile. Molte bovine all'inizio della lattazione presentano la punta dei capezzoli in questa situazione;

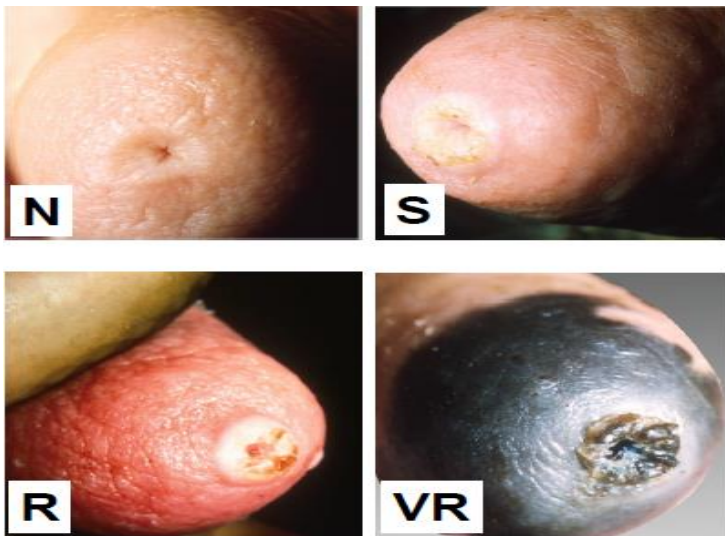
S: anello liscio o lievemente rugoso e senza cheratinizzazione;

R: anello più evidente e rugoso per estroflessione dello sfintere e con presenza di cheratinizzazione (ipercheratosi) che si estende per 1-3 mm dall'orifizio. Meno del 20% degli animali dovrebbero presentare uno score di tipo R;

VR: anello molto rugoso ed evidente con la presenza di una cheratinizzazione spinta che si estende per almeno 4 mm dall'orifizio. Il bordo dell'anello è rugoso e screpolato ed assume l'aspetto di infiorescenza. Meno del 10% delle bovine dovrebbero presentare uno score di tipo VR;

Va rilevata anche la presenza di quarti ciechi e/o asimmetrici.

Figura 23 - Rappresentazione dei diversi stadi di rugosità della punta del capezzolo per la valutazione del teat score



- **Fecal Score:** vengono valutate le feci fisiologicamente espulse durante le osservazioni escludendo quelle espulse per episodi di stress acuto (paura per la presenza di operatori). Sono stati valutati tre aspetti principali:

▪ **Consistenza:**

Livello 5	Molto dure, le feci acquistano una forma di "palle dure", di colore scuro e sono lucide per la presenza di muco
Livello 4	Dure, secche all'apparenza, la forma originale non viene cambiata all'impatto con il suolo
Livello 3	Soffici, ferme ma non dure, si accatastano formando una "torta" regolare senza schizzi all'impatto con il suolo
Livello 3	Molli, si impilano leggermente, si espandono e schizzano leggermente quando s'impattano con il suolo
Livello 1	Liquide, con evidenti schizzi all'impatto con il suolo e si allargano velocemente

▪ **Kernel score**

Livello 5	Assenti
Livello 3	Granella, sia intera che frantumata presente, ma visibili solo con un'accurata analisi
Livello 1	Granella, sia intera che frantumata evidente, si vedono in gran numero e immediatamente

▪ **Fiber residual score**

Livello 5	Assenti
Livello 3	Residui fibrosi presenti ma visibili solo con un'accurata analisi
Livello 1	Residui fibrosi evidenti, si vedono in gran numero e immediatamente

2.4. Calcolo del punteggio SDIB

Dopo aver compilato tutte le schede relative ai tre cluster è possibile eseguire il calcolo del punteggio di benessere dell'allevamento, con il software IDEAL, espresso sia come punteggio sintetico globale, che come punteggio per ogni cluster, componente, aspetto e indicatore. Questo punteggio viene espresso sia come media complessiva aziendale, che come punteggio specifico per ogni gruppo di allevamento. Il punteggio di ogni singolo gruppo viene aggregato nel punteggio globale tenendo conto della numerosità di animali che compongono lo stesso e della categoria di animali. La numerosità pesa per il 25%, mentre la categoria (Tabella 6) per il 75%.

Tabella 4 - Peso categoria animali, per l'attribuzione del punteggio globale IDEAL

Categoria	Peso
Vitelli	5%
Manzette	10%
Manze	10%
Vacche in asciutte	35%
Vacche in lattazione	40%

3. Allevamenti valutati

L'attività di ricerca si è svolta presso allevamenti di bovine da latte, 28 siti in pianura Padana in Italia, e 6 allevamenti in Oregon, negli Stati Uniti. Gli allevamenti sono stati selezionati per avere una ampia variabilità di situazioni, ma anche in funzione della disponibilità degli allevatori a permettere la valutazione completa del livello di **BA** dei loro allevamenti.

Per quanto concerne gli allevamenti italiani, essi sono stati reclutati nei comprensori di produzione di Grana Padano e Parmigiano Reggiano, siti nelle province di Piacenza, Mantova, Cremona, Brescia, Parma, Reggio Emilia e Lodi. Il numero di bovini in lattazione presenti negli allevamenti reclutati è variato da un minimo di 60 ad un massimo di 850 soggetti, 6 dei 28 allevamenti valutati producono in regime Biologico.

Gli allevamenti valutati in Oregon presentavano invece un numero di bovini in lattazione da un minimo di 60 ad un massimo di 200 soggetti in lattazione, delle 6 aziende valutate, 3 producono in regime Biologico. Queste aziende operano alternando pascolo (stagione primaverile-estiva) a stabulazione libera in stalle chiuse (periodo autunno-vernino). Quattro aziende sono state valutate durante le due fasi. La valutazione durante il periodo di pascolamento è avvenuta almeno 3 settimane dopo l'inizio di tale pratica, per permettere l'adattamento degli animali. Un allevamento è stato valutato solo nella fase di pascolo ed un altro solo nella fase di confinamento.

In seguito ai rilievi aziendali sono stati calcolati attraverso il software IDEAL gli score di benessere relativi ai diversi allevamenti. ed in seguito sono stati allestiti diversi confronti con lo scopo di valutare se ci fossero variabili esogene che potessero influenzare in modo significativo il livello di benessere degli allevamenti.

Analisi statistica

L'analisi statistica è stata effettuata avvalendosi del software R versione 3.6.1. Si è proceduto alla valutazione della ridondanza di informazioni degli indicatori SDIB attraverso test di correlazione di Pearson. In particolare, è stata effettuata un'analisi di correlazione intra-Cluster, cioè fra gli indicatori di benessere di ciascun Cluster (Allevamento, Animale, Alimentazione) dei relativamente ai 34 allevamenti (Tab. 7 e Tab. 8), al fine di valutare la ridondanza degli indicatori presenti in ciascun cluster. Successivamente è stata valutata la

correlazione tra gli Aspetti dei diversi Clusters, al fine di valutare l'eventuale ridondanza di informazioni fra Aspetti di Clusters differenti. Si è proceduto poi al confronto dei livelli di **BA** di allevamenti raggruppati in base a differenti fattori.

Sono stati messi a confronto, come misura del livello di BA degli allevamenti, oltre che il punteggio di BA complessivo denominato "IDEAL Score", i punteggi dei Clusters, delle Componenti e degli Aspetti risultate dalle valutazioni effettuate tramite software IDEAL, riportate in Tabella 6.

Tabella 5 - Aspetti, Componenti e Cluster analizzati in questo lavoro

A.1 Strutture	A.9 Performance riproduttive	A.17 Interazione animale-ambiente
A.2 Disponibilità spazi	A.10 Performance sanitarie	A.18 Conservazione alimenti
A.3 Impianti	A.11 Gestione sanitaria	A.19 Qualità alimenti
A.4 Pulizia ricoveri	A.12 Aspetto esteriore	A.20 Caratteristiche fisiche delle diete
A.5 Pulizia impianti	A.13 Funzionalità del digerente	A.21 Distribuzione diete
A.6 Pediluvio	A.14 Arti e piedi	A.22 Caratteristiche chimico-nutrizionali diete
A.7 Gruppi animali	A.15 Mammella	
A.8 Performance produttive	A.16 Interazione animale-uomo	
C.1 Ricoveri e impianti	C.4 Gestione Sanitaria	C.7 Alimenti
C.2 Gestione	C.5 Aspetto degli animali	C.8 Diete
C.3 Performance	C.6 Comportamento	
CL.1 Cluster Allevamento	CL.2 Cluster Animale	CL.3 Cluster Alimentazione

A. = Aspetto; C. = Componente; CL. = Cluster

Nella popolazione di allevamenti siti in Italia sono stati effettuati i seguenti confronti:

1. Livello produttivo, in termini di Energy Corrected Milk (ECM) [56]. 28 allevamenti divisi in terzili
2. Consistenza della mandria, 28 allevamenti divisi in terzili
3. Regime di produzione (7 allevamenti Biologico vs. 7 allevamenti Convenzionale)
4. Disciplinare di produzione DOP (8 allevamenti Grana Padano vs. 8 allevamenti Parmigiano Reggiano)

Successivamente sono stati confrontati gli allevamenti valutati nei due stati coinvolti da questa ricerca: Oregon ed Italia eseguendo le seguenti valutazioni:

5. Animali confinati in Italia (7 allevamenti) vs. animali confinati in Oregon (5 allevamenti).

I confronti sono stati effettuati mediante il test di Kruskal-Wallis, metodo corrispondente non parametrico dell'analisi di varianza, poiché i dati analizzati violavano le ipotesi di Normalità, valutata in due modalità. Con metodo descrittivo, attraverso l'uso di un plot quantile-quantile, confrontando quindi i quantili osservati (reali) vengono confrontati

con i quantili attesi nel caso la distribuzione fosse normale, in più è stato effettuato il test di Shapiro-Wilk a conferma dei risultati. Per il confronto 1 (ECM) ed il confronto 2 (Consistenza mandria), con esito del test di Kruskal-Wallis significativo, è stata effettuata un'analisi post hoc mediante test di Dunn per confronti multipli a coppie.

Risultati

Va premesso che si è operato esclusivamente in allevamenti che garantivano lo stato di benessere minimo previsto dalle legislazioni vigenti in Italia e nello stato dell'Oregon, periodicamente attestate dai sistemi di controllo di sanità pubblica and FARM (per l'Oregon). Nella Tabella 7 sono riportate le caratteristiche principali delle aziende esaminate. Per la valutazione del livello di benessere animale è stato utilizzato il software IDEAL precedentemente descritto.

Tabella 6 – Caratteristiche degli allevamenti italiani di vacche Frisone valutati con modello SDIB durante questo studio

id	Paese	Regime	DOP	Terzile Consistenza media ¹	Terzile ECM ²	ECM Quintali lattazione	Cluster 1 ³	Cluster 2 ⁴	Cluster 3 ⁵	IDEAL score
1	Italia	Convenzionale	Grana Padano	B	A	112.91	7.45	7.88	8.84	8.04
2	Italia	Convenzionale	Grana Padano	B	A	103.49	7.45	7.39	8.72	7.81
3	Italia	Convenzionale	Grana Padano	A	A	124.35	6.98	7.97	8.28	7.77
4	Italia	Convenzionale	Grana Padano	A	A	108.41	8.03	7.4	7.61	7.65
5	Italia	Convenzionale	Grana Padano	B	A	112.03	6.96	7.3	8.67	7.61
6	Italia	Convenzionale	Grana Padano	C	B	100.55	7.74	6.7	8.59	7.58
7	Italia	Convenzionale	Grana Padano	A	B	100.07	7.54	7.07	8.22	7.55
8	Italia	Convenzionale	Grana Padano	A	A	100.98	6.55	7.64	8.31	7.52
9	Italia	Convenzionale	Grana Padano	B	B	100.25	6.72	6.98	8.88	7.47
10	Italia	Convenzionale	Grana Padano	A	A	101.47	7.04	7.2	7.63	7.28
11	Italia	Convenzionale	Grana Padano	A	B	96.95	6.59	6.96	8.35	7.27
12	Italia	Convenzionale	Parmigiano Reggiano	C	A	103.85	5.99	7.9	7.49	7.2
13	Italia	Convenzionale	Parmigiano Reggiano	C	A	110.78	7.46	7.58	6.34	7.17
14	Italia	Biologico	Grana Padano	C	C	88.86	6.96	6.86	7.79	7.17
15	Italia	Convenzionale	Parmigiano Reggiano	B	C	88.91	7.88	5.93	7.83	7.09
16	Italia	Convenzionale	Parmigiano Reggiano	A	B	98.79	6.73	6.72	7.84	7.06
17	Italia	Biologico	Parmigiano Reggiano	C	C	64.32	7.6	5.9	7.82	6.98
18	Italia	Convenzionale	Parmigiano Reggiano	C	C	83.49	6.27	6.02	8.31	6.78
19	Italia	Biologico	Grana Padano	C	C	77.27	6.89	7.01	6.03	6.68
20	Italia	Convenzionale	Grana Padano	B	B	90.40	5.58	7.22	6.9	6.63
21	Italia	Biologico	Parmigiano Reggiano	C	C	57.98	7.57	6.24	6.09	6.6
22	Italia	Biologico	Grana Padano	A	C	76.36	7.02	5.48	7.46	6.54
23	Italia	Biologico	Grana Padano	C	C	63.52	6.51	5.44	8	6.53
24	Italia	Convenzionale	Grana Padano	A	B	95.13	5.79	5.79	7.16	6.2
25	Italia	Convenzionale	Parmigiano Reggiano	C	C	58.09	6.74	5.09	6.73	6.08
26	Italia	Convenzionale	Grana Padano	C	B	92.52	4.01	6.57	5.7	5.54
27	Italia	Convenzionale	Grana Padano	B	B	93.05	6.43	3.72	6.65	5.41
28	Italia	Biologico	Grana Padano	B	B	91.10	5.31	4.4	4.23	4.62
						Media	6.78	6.58	7.52	6.92
						sd	0.87	1.06	1.10	0.79

¹ Consistenza A: > 300 capi in lattazione; B: 150-300 capi in lattazione; C: < 150 capi in lattazione

² ECM a 305 giorni di lattazione [57], A: > 100.6 q./capo a lattazione; B: 90-106.6 q./capo a lattazione; C: < 90.0 q./capo a lattazione

³ Cluster 1: Allevamento

⁴ Cluster 2: Animale

⁵ Cluster 2: Alimentazione

Tabella 7 - Caratteristiche degli allevamenti valutati in Oregon con modello SDIB durante questo studio

id	Paese	Regime	Razza allevata	Terzile Consistenza media ¹	Terzile ECM ²	ECM Quintali lattazione	Cluster 1 ³	Cluster 2 ⁴	Cluster 3 ⁵	IDEAL score
29 ^c	Oregon	Convenzionale	Holstein + Crossbreed	C	C	77.91	7.62	6.44	7.52	7.12
30 ^a	Oregon	Biologico	Brown	C	C	55.00	6.05	6.76	7.83	6.87
30 ^b	Oregon	Biologico	Brown	C	C	55.00	6.14	6.89	7.87	6.96
31 ^a	Oregon	Convenzionale	Holstein + Crossbreed	B	B	95.06	6.5	6.39	7.27	6.69
31 ^b	Oregon	Convenzionale	Holstein + Crossbreed	B	B	95.06	6.51	6.74	7.64	6.94
32 ^a	Oregon	Convenzionale	Hol. + Jersey + Crossb.	C	C	71.63	6.55	5.96	7.03	6.46
33 ^a	Oregon	Biologico	Holstein	B	C	76.91	6	6.36	6.74	6.37
33 ^b	Oregon	Biologico	Holstein	B	C	76.91	6.13	6.24	6.81	6.38
34 ^a	Oregon	Biologico	Crossbreed	C	C	55.52	6.38	5.53	5.97	5.92
34 ^b	Oregon	Biologico	Crossbreed	C	C	55.52	6.12	5.88	7.09	6.31
Media							6.40	6.32	7.18	6.60
sd							0.48	0.43	0.58	0.37

¹ Consistenza A: > 300 capi in lattazione; B: 150-300 capi in lattazione; C: < 150 capi in lattazione

² ECM a 305 giorni di lattazione [57], A: > 100.6 q./capo a lattazione; B: 90-106.6 q./capo a lattazione; C: < 90.0 q./capo a lattazione

³ Cluster 1: Allevamento

⁴ Cluster 2: Animale

⁵ Cluster 2: Alimentazione

^a Allevamento valutato mentre gli animali erano stabulati in stalla

^b Allevamento rivalutato dopo alcune settimane mentre gli animali erano al pascolo per parte della giornata

^c Allevamento valutato unicamente mentre gli animali erano al pascolo per parte della giornata

Il livello generale di benessere osservato in questa limitata popolazione di allevamenti, riassunto dalla media complessiva di IDEAL score delle 34 aziende monitorate, è risultato pari a 6.84/10. Il dato dimostra che il livello di BA è più che sufficiente e che si è operato in strutture - sia in Italia che in Oregon - che effettivamente rispettano gli standard minimi di benessere, eccellendo in molti aspetti. Solo 4 dei 34 allevamenti valutati hanno mostrato una valutazione insufficiente (punteggio < 6) con il metodo IDEAL. Di queste, l'azienda n.34 (Tab. 7) mostra situazione non grave, infatti con la successiva rivalutazione effettuata poche settimane dopo, anche grazie al cambio dieta con il passaggio al pascolamento, la valutazione generale di allevamento è decisamente migliorata (5.92 vs. 6.31). Mentre gli allevamenti 26, 27 e 28 hanno mostrato un quadro complessivo non adeguato, che necessita interventi per il miglioramento delle condizioni di BA. In particolare, 27 ha mostrato gravi problemi relativi al cluster Animale, relativi in particolare allo stato sanitario degli animali, dove il livello di patologie raccolto era oltre i limiti ritenuti accettabili. Mentre 26 alleva animali in sovraffollamento, in strutture vetuste che necessitano di interventi migliorativi e di ampliamento, inoltre alimenta gli animali con razioni non perfettamente bilanciate. Più gravi sono le condizioni dell'allevamento 28 che mostra problemi in tutti i cluster: strutture non idonee, spazi limitati per gli animali, alimenti qualitativamente scarsi e razioni sbilanciate, e tutto ciò comporta un quadro preoccupante per gli animali che mostrano problematiche sanitarie e riproduttive evidenti.

La valutazione del benessere animale con modelli complessi come IDEAL pone varie problematiche, non tanto legate ai tempi di misurazione, quanto alla capacità di valutare la caratteristica del benessere in modo oggettivo, considerando tutte le sue sfaccettature, e attribuendo il giusto peso ai vari elementi inseriti nel modello. Tale condizione è raggiunta quando un animale, che vive in un certo ambiente, soddisfa tutte le sue esigenze. Per fare questo tuttavia servono indicatori indipendenti, che validino il risultato ottenuto. Il sistema SDIB/IDEAL, seppure in modo ancora da perfezionare, fornisce un indice complessivo che ha già mostrato una buona correlazione con buoni stati di adattamento misurati con indicatori indipendenti (es. dati ematici) [45][49][50].

Sulla base di questo fatto, sebbene la ricerca includa un numero di allevamenti non elevatissimo e quindi richiederà ulteriori approfondimenti, sono stati eseguiti confronti tra sistemi gestionali anche molto diversi per verificare le risposte degli animali, al momento gli indicatori più efficaci per ottenere informazioni sul loro benessere. Si tratta di un primo passo utile anche per orientare future indagini e, eventualmente per verificare l'efficacia di alcuni indicatori.

3.1. Correlazioni fra indicatori di BA

Correlazioni nel Cluster Allevamento

Relativamente al cluster Allevamento, l'analisi delle correlazioni fra indicatori, riportata in Figura 24, mostra che i soli indicatori con buona correlazione ($r > 0.7$; $p \text{ value} < 0.01$) sono:

- Livello di pulizia degli abbeveratoi (I.49), che è correlato al livello di pulizia della sala di mungitura (I.50) ($r = 0.8$).
- Livello di pulizia del corridoio di alimentazione (I.42) è correlato al livello di pulizia della zona infermeria (I.48) ($\text{cor} = 0.7$; $p \text{ value} < 0.01$), inoltre - quest'ultima - risulta correlata anche alla idoneità della pavimentazione nel corridoio di alimentazione (I.9) ($\text{cor} = 0.7$; $p \text{ value} < 0.01$). L'idoneità della pavimentazione nel corridoio di alimentazione con l'idoneità della pavimentazione nel corridoio della zona riposo ($\text{cor} = 0.7$; $p \text{ value} < 0.01$).
- Numerosità dei corridoi di attraversamento tra la zona alimentazione e la zona riposo è correlato alla idoneità della pavimentazione in sala di attesa della mungitura ($\text{cor} = 0,8$). Questa correlazione appare di scarso significato e probabilmente casuale.

Correlazioni nel Cluster Animale

L'analisi del cluster Animale (Figura 25), mostra che gli indicatori fortemente correlati ($\text{cor} > 0,7$) sono esclusivamente due coppie:

- Condizioni del pelo (I.80) è correlato ai sintomi infiammatori (I.83) ($\text{cor} = 0.7$).
- % Zoppie (I.86) è correlato con la Gravità delle zoppie (I.87) ($\text{cor} = 0.9$).

Correlazioni nel Cluster Alimentazione

Il cluster Alimentazione (Figura 26), ha mostrato diversi indicatori correlati ($\text{cor} > 0,7$):

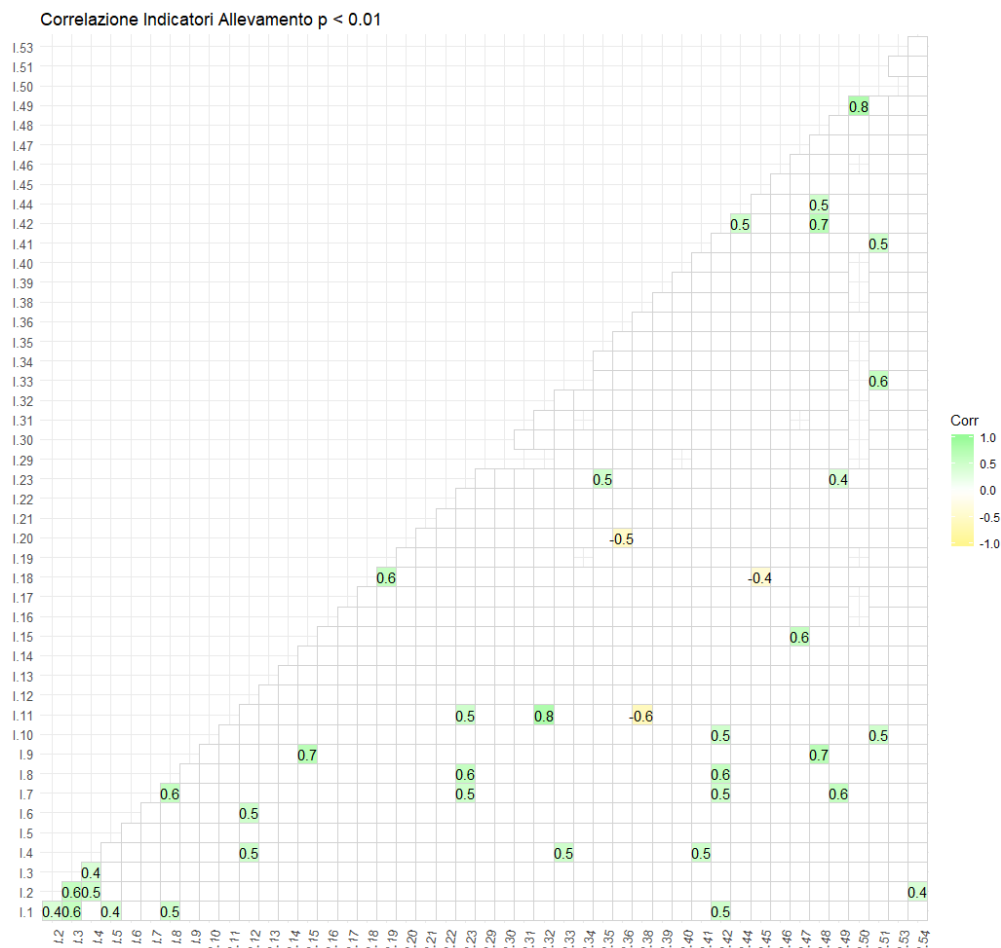
- Stato del fronte degli insilati (I.56), presenza di cappello negli insilati (I.57) e Idoneità della copertura degli insilati (I.58) sono risultati correlati significativamente.

- Lo stato del fronte della trincea (I.56) è anche correlato con l'idoneità dello stoccaggio dei concentrati (I.62) e con la qualità dei fieni (I.67).
- Il rinnovo giornaliero dei trinciati (I.55) è risultato correlato alla idoneità nello stoccaggio dei fieni (I.60) e, anche se più debolmente alla corretta suddivisione dei fieni (I.61).

Correlazioni inter-Cluster

A livello globale, l'analisi tra i 3 cluster ha mostrato (Figura 27) che non esistono Aspetti correlati fra loro in modo marcato. Infatti, nessuno aspetto ha ottenuto un livello di correlazione superiore a 0.6. Ciò supporta una scarsa ridondanza delle informazioni raccolte, nonostante l'elevato numero di indicatori analizzati per valutare il BA attraverso il modello SDIB.

Figura 24 - "Heat map correlation" relativa agli Indicatori del cluster Allevamento



I.1 Altezza struttura	I.17 Pavimentazione zona esercizio	I.39 Illuminazione zona sala di mungitura
I.2 Camino	I.18 Dimensione zona esercizio	I.40 Illuminazione sala di attesa mungitura
I.3 Aperture laterali per ventilazione	I.19 Ombreggiamenti zona esercizio	I.41 Numerosità abbeveratoi
I.4 Aperture per l'illuminazione	I.20 Cubatura box	I.42 Pulizia zona di alimentazione
I.5 Tipologia rastrelliera	I.21 Spazi zona alimentazione	I.43 Pulizia lettiera
I.6 Dislivello Mangiatoia-Calpestio	I.22 Spazi zona riposo	I.44 Pulizia corridoi di attraversamento
I.7 Facilità pulizia mangiatoia	I.23 Dimensioni strutture di riposo	I.45 Pulizia corsia di riposo
I.8 Larghezza corsia alimentazione	I.29 Sala di attesa mungitura	I.46 Pulizia zona di esercizio
I.9 Pavimentazione corsia alimentazione	I.30 Dimensione sala di attesa mungitura	I.47 Pulizia sala Parto
I.10 Comfort zona riposo	I.31 Copertura sala di attesa mungitura	I.48 Pulizia infermeria
I.11 Numerosità corridoi attraversamento	I.32 Pavimento sala di attesa mungitura	I.49 Pulizia abbeveratoi
I.12 Dimensione corridoi attraversamento	I.33 Accesso sala di mungitura	I.50 Pulizia sala di mungitura
I.13 Pavimentazione corridoi attraversam.	I.34 Numero poste sala di mungitura	I.51 Pediluvio
I.14 Dimensioni corsia di riposo	I.35 Tecnologia sala di mungitura	I.53 Gruppo steaming up
I.15 Pavimentazione corsia di riposo	I.36 Illuminazione zona alimentazione	I.54 Gruppo Primipare
I.16 Accesso zona esercizio	I.38 Illuminazione zona	

Figura 25- "Heat map correlation" relativa agli Indicatori del cluster Animale

Correlazione Indicatori Animale $p < 0.01$



I.73 Performance produttive	I.81 Ferite e lesioni	I.89 Foot score
I.74 Performance riproduttive	I.82 Parassiti esterni	I.90 Teat score
I.75 Mortalità neonatale	I.83 Sintomi infiammatori	I.91 Behaviour score
I.76 Patologie e dismetabolie	I.84 Rumination score	I.92 Comfort dell'allevamento
I.77 Visite ginecologiche	I.85 Feces score	I.93 Distribuzione degli animali
I.78 Virus e protocolli	I.86 % Zoppie	I.94 Difficoltà ad alzarsi
I.79 BCS	I.87 Gravità zoppie	I.95 Grooming
I.80 Pelo	I.88 Trimming score	I.96 Stereotipie

Figura 26 - "Heat map correlation" relativa agli Indicatori del cluster Alimentazione

Correlazione Indicatori Alimentazione $p < 0.01$

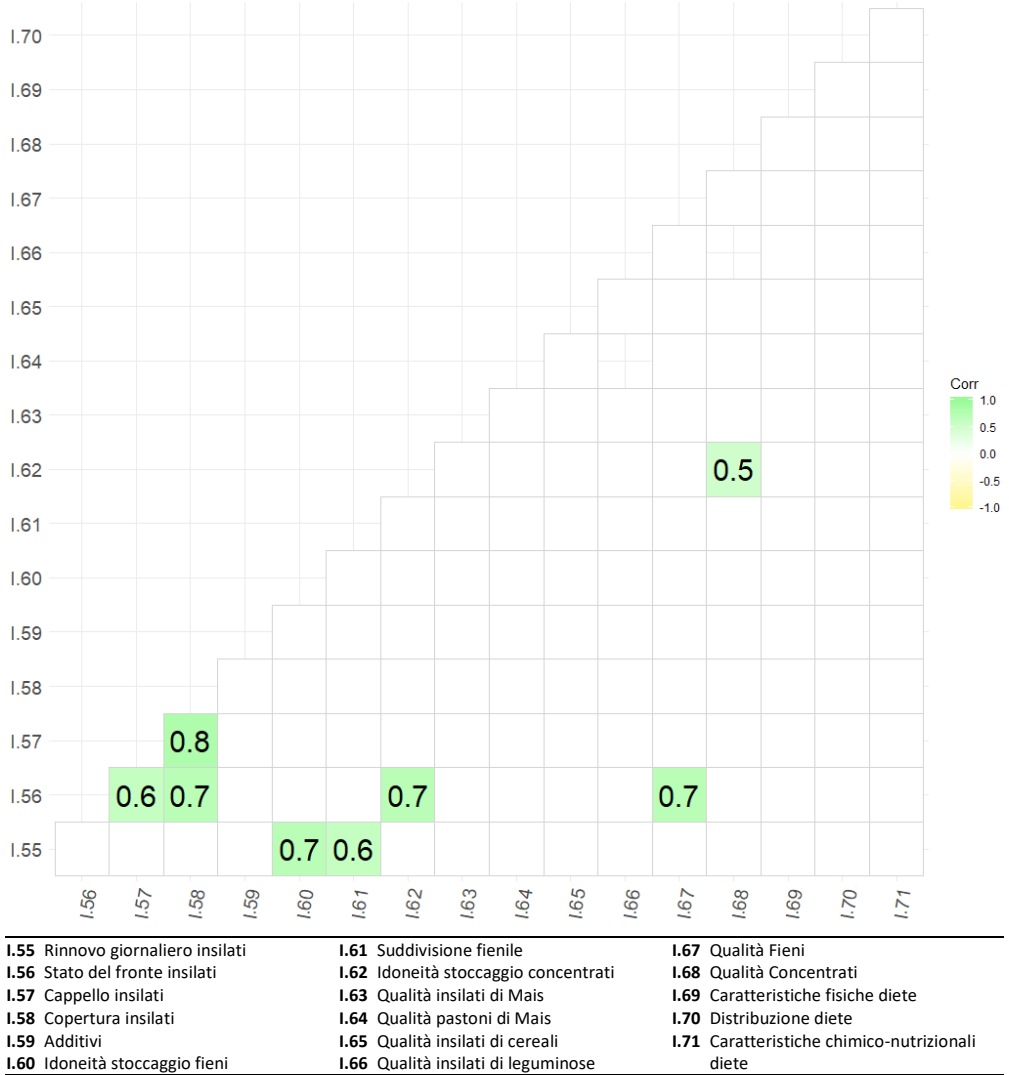
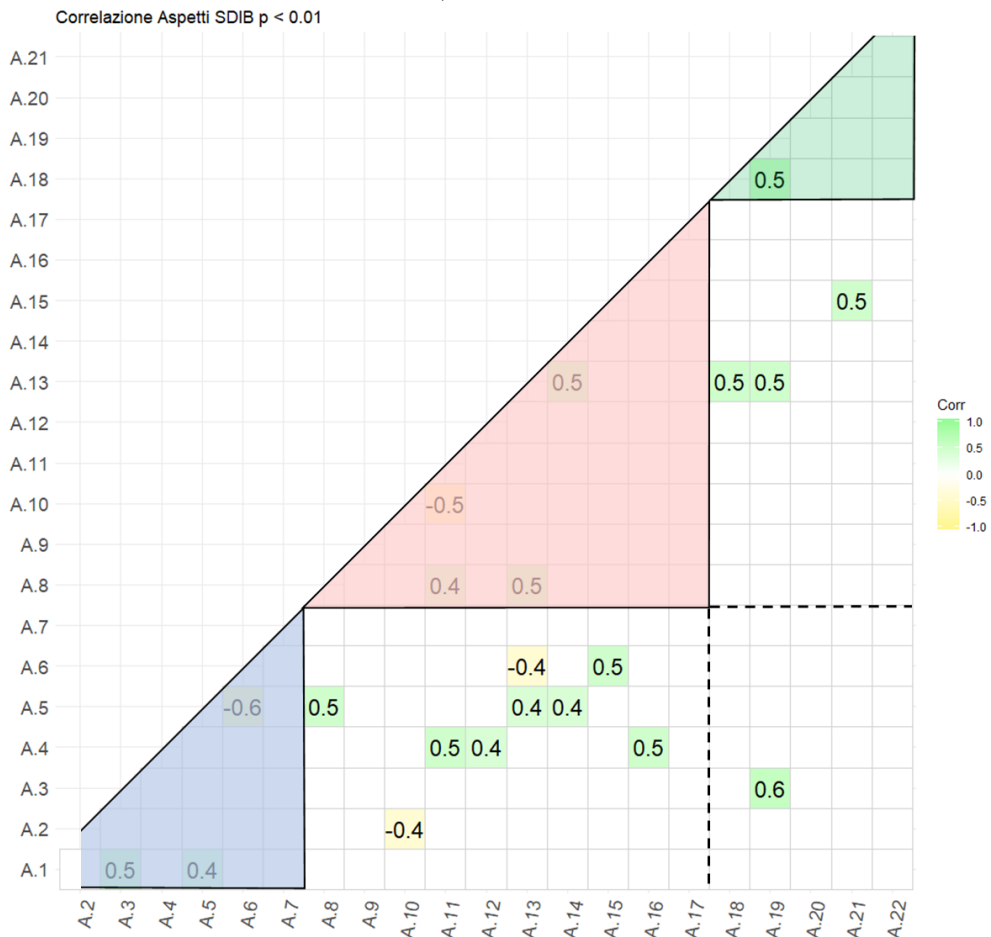


Figura 27 - "Heat map correlation" relativa agli Aspetti SDIB, evidenziando i singoli Cluster. Colore Blu: cluster Allevamento; Colore Rosso: cluster Animale; Colore Verde: cluster Alimentazione.



A.1 Strutture	A.9 Performance riproduttive	A.17 Interazione animale-ambiente
A.2 Disponibilità spazi	A.10 Performance sanitarie	A.18 Conservazione alimenti
A.3 Impianti	A.11 Gestione sanitaria	A.19 Qualità alimenti
A.4 Pulizia ricoveri	A.12 Aspetto esteriore	A.20 Caratteristiche fisiche delle diete
A.5 Pulizia impianti	A.13 Funzionalità del digerente	A.21 Distribuzione diete
A.6 Pediluvio	A.14 Arti e piedi	A.22 Caratteristiche chimico-nutrizionali diete
A.7 Gruppi animali	A.15 Mammella	
A.8 Performance produttive	A.16 Interazione animale-uomo	

Confronti tra allevamenti Italiani

Confronti fra differenti livelli produttivi (ECM)

In una parte dell'opinione pubblica prevale l'idea che gli allevamenti più produttivi siano sottoposti a "condizioni simili a industrie disumane" e che gli allevatori "hanno come priorità la produzione ed il guadagno economico anziché l'attenzione per i propri animali" [58]. Il primo confronto eseguito nella popolazione valutata ha preso dunque in considerazione il livello produttivo delle mandrie, proprio per verificare se esiste l'incompatibilità del livello di BA con il livello produttivo.

Per valutare più propriamente la produzione di latte è stato considerato l'energy corrected milk (ECM) medio di una lattazione standard (305 giorni). I 28 allevamenti sono stati divisi in terzi, denominati rispettivamente **A** (ECM > 100.6 q. a lattazione; 9 allevamenti), **B** (ECM tra 90 e 106.6 q./capo a lattazione; 10 allevamenti) e **C** (ECM < 90.0 q./capo a lattazione; 9 allevamenti).

Tabella 8 – Differenze degli indicatori di Benessere Animale rilevati nei terzi di ECM

	A				p-value A-B	B				p-value B-C	C				p-value C-A
	$\mu \pm sd$	Min	μ_e	Max		$\mu \pm sd$	Min	μ_e	Max		$\mu \pm sd$	Min	μ_e	Max	
A.1	7.03 ± 0.58	6.21	6.94	7.93		6.77 ± 0.65	6.12	6.61	8.14		6.68 ± 0.61	5.90	6.81	7.59	
A.2	7.19 ± 0.92	5.22	7.50	8.35		6.75 ± 1.06	5.72	6.40	9.05		6.86 ± 0.83	5.90	6.98	8.24	
A.3	5.77 ± 0.69	4.55	5.92	6.70		5.17 ± 1.23	3.36	5.24	7.58		4.73 ± 2.18	0.25	4.88	7.25	
A.4	8.49 ± 1.33	5.55	8.69	9.99		7.93 ± 1.12	6.32	7.90	9.45		7.00 ± 1.86	2.18	7.48	8.10	+
A.5	8.42 ± 1.03	6.83	8.23	10.00		7.68 ± 1.81	4.30	7.38	10.00		7.41 ± 1.21	5.26	7.98	8.57	
A.6	0.00 ± 0.00	0.00	0.00	0.00		2.57 ± 4.30	0.00	0.00	10.00		1.11 ± 3.33	0.00	0.00	10.00	
A.7	5.56 ± 4.64	0.00	5.00	10.00		6.00 ± 3.16	0.00	5.00	10.00	*	1.67 ± 2.50	0.00	0.00	5.00	+
A.8	7.89 ± 0.97	6.51	8.13	9.09	**	5.09 ± 1.77	2.59	5.46	7.23		4.46 ± 1.79	1.28	5.00	7.21	**
A.9	7.78 ± 1.61	5.06	7.83	10.00		5.98 ± 2.57	1.67	5.63	9.47		5.40 ± 2.46	1.33	6.57	7.90	
A.10	6.30 ± 1.70	4.61	6.26	10.00		6.14 ± 1.56	3.44	6.43	8.48		5.87 ± 2.79	2.19	6.64	9.56	
A.11	6.86 ± 2.42	2.62	7.88	9.00		5.08 ± 2.87	0.38	6.38	7.87		5.26 ± 2.55	0.13	5.62	8.00	
A.12	8.05 ± 0.47	7.44	8.25	8.66		8.00 ± 0.46	7.30	7.95	8.88		7.35 ± 0.89	5.69	7.16	8.33	
A.13	8.55 ± 1.10	6.69	8.77	10.00		7.52 ± 1.15	5.00	7.47	9.03		7.19 ± 0.88	5.23	7.36	8.22	*
A.14	8.31 ± 0.70	6.90	8.53	9.06		7.94 ± 0.85	6.39	8.19	9.06	*	6.76 ± 0.70	5.55	6.55	7.73	**
A.15	6.24 ± 1.76	3.38	5.96	8.59		5.57 ± 1.48	3.70	5.36	8.01		4.78 ± 1.86	2.64	4.86	8.38	
A.16	8.81 ± 1.46	5.75	9.00	10.00		9.29 ± 0.92	7.68	9.83	10.00		8.11 ± 2.26	3.25	8.55	10.00	
A.17	7.71 ± 1.37	5.89	7.61	10.00		6.94 ± 1.37	4.93	7.10	9.34		6.75 ± 0.81	5.48	6.64	7.87	
A.18	6.90 ± 1.30	4.75	6.80	8.58		6.77 ± 1.73	2.60	6.87	9.13	*	5.19 ± 2.05	0.00	5.81	6.66	*
A.19	9.30 ± 0.64	7.87	9.22	10.00		8.55 ± 0.92	6.64	8.62	9.70		7.04 ± 2.76	0.00	8.04	8.77	**
A.20	8.17 ± 1.72	5.00	8.27	10.00		8.61 ± 1.33	6.68	8.68	10.00		9.27 ± 0.81	8.14	9.53	10.00	
A.21	6.87 ± 1.41	4.00	7.00	9.57	*	8.30 ± 1.26	6.79	7.79	10.00		7.43 ± 1.46	5.22	7.00	10.00	
A.22	5.45 ± 2.80	0.40	6.07	9.11		4.50 ± 3.50	0.00	3.16	9.60		6.43 ± 2.29	3.08	6.66	9.16	
C.1	6.49 ± 0.48	5.43	6.64	6.98		6.11 ± 0.67	5.02	6.02	7.14		5.92 ± 1.06	3.97	6.24	7.08	
C.2	8.01 ± 1.40	4.93	8.30	9.73		7.65 ± 0.97	6.44	7.55	8.95		6.42 ± 1.27	3.16	6.72	7.32	*
C.3	7.39 ± 0.42	6.74	7.37	8.06	***	5.55 ± 0.81	4.30	5.66	6.50		5.04 ± 1.75	1.56	5.40	6.92	***
C.4	6.86 ± 2.42	2.62	7.88	9.00		5.08 ± 2.87	0.38	6.38	7.87		5.26 ± 2.55	0.13	5.62	8.00	
C.5	7.99 ± 0.63	6.97	8.28	8.58		7.47 ± 0.50	6.50	7.57	8.14	*	6.76 ± 0.37	6.27	6.82	7.40	***
C.6	8.15 ± 0.81	6.88	8.30	9.60		7.88 ± 0.71	6.96	7.87	8.98		7.25 ± 0.96	5.88	7.50	8.72	
C.7	8.61 ± 0.40	7.91	8.53	9.12		8.04 ± 0.91	6.55	8.11	9.41	+	6.51 ± 2.55	0.00	7.50	8.12	**
C.8	6.20 ± 1.67	3.35	6.56	8.81		7.28 ± 1.47	4.44	7.57	8.94		6.23 ± 2.51	2.26	7.50	8.76	

CL.1	7.10 ±0.59	5.99	7.04	8.03	6.24 ±1.11	4.01	6.51	7.74	7.05 ±0.54	6.27	6.96	7.88	
CL.2	7.58 ±0.28	7.20	7.58	7.97	6.21 ±1.21	3.72	6.71	7.22	6.00 ±0.64	5.09	5.93	7.01	*
CL.3	7.99 ±0.80	6.34	8.28	8.84	7.25 ±1.45	4.23	7.50	8.88	7.34 ±0.85	6.03	7.79	8.31	
Ideal Score	7.56 ±0.30	7.17	7.61	8.04	6.53 ±1.05	4.62	6.85	7.58	6.72 ±0.34	6.08	6.68	7.17	**

+ = p value < 0.10; * = p value < 0.05, ** = p value < 0.01; *** = p value < 0.00

A.1 Strutture	A.9 Performance riproduttive	A.17 Interazione animale-ambiente
A.2 Disponibilità spazi	A.10 Performance sanitarie	A.18 Conservazione alimenti
A.3 Impianti	A.11 Gestione sanitaria	A.19 Qualità alimenti
A.4 Pulizia ricoveri	A.12 Aspetto esteriore	A.20 Caratteristiche fisiche delle diete
A.5 Pulizia impianti	A.13 Funzionalità del digerente	A.21 Distribuzione diete
A.6 Pediluvio	A.14 Arti e piedi	A.22 Caratteristiche chimico-nutrizionali diete
A.7 Gruppi animali	A.15 Mammella	
A.8 Performance produttive	A.16 Interazione animale-uomo	
C.1 Ricoveri e impianti	C.4 Gestione Sanitaria	C.7 Alimenti
C.2 Gestione	C.5 Aspetto degli animali	C.8 Diete
C.3 Performance	C.6 Comportamento	
CL.1 Cluster Allevamento	CL.2 Cluster Animale	CL.3 Cluster Alimentazione

Il livello medio di IDEAL Score ottenuto nei tre terzili è risultato nel complesso soddisfacente (>6.7 punti), ma i migliori risultati sono stati ottenuti dal terzile con le migliori performance produttive. Risulta infatti significativa la differenza sia fra i terzili A e B (7.56 vs 6.53 p < 0.01) che fra A e C (7.56 vs 6.72 p < 0.01), mentre fra gli allevamenti con produttività intermedia (B) o più bassa (C) la differenza non è significativa. Ciò significa che la produttività di un allevamento è molto legata al livello di benessere dello stesso: migliori sono le condizioni di benessere nell'allevamento, migliori sono le performance degli stessi perché probabilmente esprimono meglio il loro potenziale genetico.

Andando più nel dettaglio, ovvero valutando i singoli aspetti dei tre cluster si nota che le maggiori differenze si hanno fra il gruppo A ed il gruppo C. Infatti, è risultata significativa la differenza del punteggio Cluster Animale (7.58 vs 6.00, p < 0,05), per effetto delle migliori condizioni di funzionalità del digerente (A.13: 8.55 vs. 7.19, p < 0.10) e di, arti e piedi (A.14: 8.31 vs. 6.76, p < 0,01). A questi risultati hanno contribuito tuttavia fattori squisitamente manageriali, come una più attenta pulizia dei ricoveri (A.4: 8.49 vs. 7.00, p < 0.10) e una divisione in gruppi degli animali più rispettosa dei fabbisogni (A.7: 5.56 vs. 1.57, p < 0.10). Anche gli alimenti utilizzati negli allevamenti più produttivi sono risultati migliori, sia in termini qualitativi (A.19: 9.30 vs. 7.04, p < 0.01) che di adeguata conservazione (A.18: 6.90 vs. 5.19, p < 0.05).

Le differenze significative fra gli allevamenti A (miglior terzile) e gli allevamenti B (terzile intermedio) sono più limitate. Solo le performance degli animali sono ben differenziate, ma tale aspetto risente del livello produttivo della mandria. Il terzile intermedio tuttavia,

presenta un numero di aspetti con valutazione insufficiente più elevato (7) rispetto al miglior terzile (4), fatto che indica maggiori attenzioni e/o capacità gestionali degli allevatori del miglior terzile.

Le condizioni di allevamento fra i terzili intermedi e peggiore sono simili. IDEAL score mostra un valore medio inferiore per le aziende con produttività intermedia rispetto agli allevamenti meno produttivi (B: 6.53 vs. C: 6.72), ma tale differenza non è risultata significativa a causa della elevata variabilità nel gruppo intermedio. Nonostante il risultato di BA complessivo di allevamento più elevato, le condizioni delle aziende C (terzile peggiore) hanno mostrato un numero di aree con punteggio "insufficiente" maggiore del terzile intermedio (9 Aspetti insufficienti vs. 7 del terzile intermedio). Questo significa che tali allevamenti necessitano di interventi migliorativi più consistenti del terzile intermedio.

In conclusione, il livello produttivo è una variabile fortemente condizionata dal livello di benessere degli animali. Più l'allevatore riesce a garantire il rispetto del BA ai propri bovini, più questi riusciranno ad esprimere il proprio potenziale produttivo, che si tradurrà con un vantaggio economico per l'allevatore stesso. Per contro, si conferma che azioni tese a contenere la produzione di latte in animali ad alto merito genetico, non comporta alcun miglioramento del loro benessere, ma probabilmente ne causa una riduzione.

Confronti fra differenti consistenze della mandria

Il secondo confronto analizzato ha inteso indagare l'effetto della consistenza della mandria sul livello di BA. Questa analisi è stata effettuata per verificare se le preoccupazioni dei consumatori circa gli effetti negativi delle crescenti dimensioni medie aziendali fossero fondate. Un recente studio ha evidenziato che secondo l'opinione pubblica, le vacche necessitano "attenzione compassionevole a livello del singolo animale", "gentilezza umana" o addirittura "amore", condizioni che vengono limitate sempre maggiormente al crescere delle dimensioni delle mandrie [58].

Gli allevamenti sono stati classificati in base al numero medio di bovine in lattazione standard (305 giorni) nel corso dell'anno solare. I 28 allevamenti sono stati divisi in terzili, denominati rispettivamente **A** (> 300 capi in lattazione, 9 allevamenti), **B** (150-300 capi in lattazione, 10 allevamenti) e **C** (< 150 capi in lattazione, 9 allevamenti).

Tabella 9 - Differenze di Benessere Animale tra diversi livelli di consistenza della mandria

	A				B				C			
	$\mu \pm sd$	Min	μ	Max	$\mu \pm sd$	Min	μ	Max	$\mu \pm sd$	Min	μ	Max
A.1	6.79±0.62	6.12	6.94	7.93	6.98±0.62	6.39	6.73	8.14	6.73±0.64	5.90	6.61	7.63
A.2	6.89±1.22	5.22	7.15	9.05	7.35±0.65	6.45	7.30	8.24	6.64±0.80	5.87	6.19	8.35
A.3	5.24±0.97	3.36	5.39	6.70	5.30±0.54	4.68	5.20	6.14	5.14±2.25	0.25	5.95	7.58
A.4	8.53±0.85	7.80	8.10	9.99	7.87±1.31	6.32	7.63	9.79	7.18±1.90	2.18	7.87	8.83
A.5	8.14±1.77	4.30	8.23	10.00	8.11±0.93	7.16	7.94	10.00	7.37±1.39	5.26	7.67	10.00
A.6	1.75±3.63	0.00	0.00	10.00	0.00±0.00	0.00	0.00	0.00	1.82±4.05	0.00	0.00	10.00
A.7	6.11±4.17	0.00	5.00	10.00	5.63±3.20	0.00	5.00	10.00	2.27±3.44	0.00	0.00	10.00
A.8	6.33±2.46	1.28	6.99	9.09	5.95±2.29	2.59	6.86	8.23	5.21±1.74	2.70	5.04	8.76
A.9	6.14±2.77	1.33	6.52	10.00	7.32±2.74	1.67	7.64	10.00	5.88±1.80	2.43	6.24	7.90
A.10	5.26±1.77	2.19	5.04	7.91	5.63±1.19	4.07	5.57	7.30	7.14±2.30	2.33	6.94	10.00
A.11	7.57±0.76	6.37	7.50	8.87	4.52±3.49	0.38	3.82	9.00	5.06±2.32	0.13	5.62	7.62
A.12	7.93±0.62	7.10	7.83	8.88	7.87±0.52	7.05	7.86	8.54	7.65±0.85	5.69	7.95	8.33
A.13	7.91±1.47	5.00	8.46	10.00	8.04±0.83	6.74	7.88	9.25	7.39±1.12	5.23	7.36	9.79
A.14	8.11±0.82	6.39	8.24	9.06	7.87±0.69	6.90	7.95	8.56	7.19±1.13	5.55	7.03	9.06
A.15	6.06±2.09	2.64	6.74	8.59	5.64±1.37	3.79	5.39	8.12	5.02±1.69	3.16	4.94	8.38
A.16	9.11±0.89	7.68	9.00	10.00	9.42±0.87	7.60	9.91	10.00	7.99±2.22	3.25	8.25	10.00
A.17	7.81±1.11	5.89	7.61	9.34	6.50±1.17	4.93	6.72	8.26	7.02±1.22	5.48	6.64	10.00
A.18	7.01±1.04	5.54	6.80	8.58	6.72±1.92	2.60	6.87	9.13	5.43±2.06	0.00	5.81	7.94
A.19	8.66±0.87	6.82	8.82	9.70	8.80±1.04	6.64	8.85	10.00	7.65±2.73	0.00	8.36	10.00
A.20	9.18±0.95	7.67	9.51	10.00	9.04±1.04	7.50	8.91	10.00	8.26±1.59	5.00	8.30	10.00
A.21	7.74±1.20	6.79	7.12	10.00	7.93±1.31	7.00	7.33	10.00	7.15±1.75	4.00	7.00	10.00
A.22	4.62±2.63	0.40	5.26	8.00	5.48±3.75	0.00	6.99	9.11	6.05±2.62	1.88	5.45	9.60
C.1	6.16±0.66	5.02	6.10	6.98	6.36±0.29	5.90	6.38	6.70	6.03±1.09	3.97	6.61	7.14
C.2	8.12±0.98	6.72	8.19	9.73	7.51±1.01	6.44	7.34	9.10	6.66±1.55	3.16	6.78	8.65
C.3	5.98±1.93	1.56	6.31	7.90	6.09±1.19	4.30	6.40	7.53	5.91±1.41	3.13	5.48	8.06
C.4	7.57±0.76	6.37	7.50	8.87	4.52±3.49	0.38	3.82	9.00	5.06±2.32	0.13	5.62	7.62
C.5	7.66±0.72	6.45	7.82	8.52	7.58±0.65	6.50	7.57	8.50	7.08±0.66	6.27	6.96	8.58
C.6	8.33±0.76	7.07	8.37	9.60	7.67±0.57	6.96	7.87	8.32	7.37±0.98	5.88	7.50	8.72
C.7	8.19±0.80	6.46	8.35	9.20	8.20±1.07	6.55	8.40	9.41	7.02±2.44	0.00	7.63	8.50
C.8	6.76±1.54	3.35	7.01	8.69	7.43±1.13	5.24	7.73	8.81	5.86±2.44	2.26	5.61	8.94
CL.1	6.92±0.63	5.79	6.98	8.03	6.72±0.91	5.31	6.84	7.88	6.70±1.06	4.01	6.89	7.74
CL.2	6.91±0.82	5.48	7.07	7.97	6.35±1.53	3.72	7.10	7.88	6.48±0.86	5.09	6.57	7.90
CL.3	7.87±0.43	7.16	7.84	8.35	7.59±1.62	4.23	8.25	8.88	7.17±1.02	5.70	7.49	8.59
Ideal Score	7.20±0.53	6.20	7.28	7.77	6.84±1.22	4.62	7.28	8.04	6.76±0.57	5.54	6.78	7.58

A.1 Strutture	A.9 Performance riproduttive	A.17 Interazione animale-ambiente
A.2 Disponibilità spazi	A.10 Performance sanitarie	A.18 Conservazione alimenti
A.3 Impianti	A.11 Gestione sanitaria	A.19 Qualità alimenti
A.4 Pulizia ricoveri	A.12 Aspetto esteriore	A.20 Caratteristiche fisiche delle diete
A.5 Pulizia impianti	A.13 Funzionalità del digerente	A.21 Distribuzione diete
A.6 Pediluvio	A.14 Arti e piedi	A.22 Caratteristiche chimico-nutrizionali diete
A.7 Gruppi animali	A.15 Mammella	
A.8 Performance produttive	A.16 Interazione animale-uomo	
C.1 Ricoveri e impianti	C.4 Gestione Sanitaria	C.7 Alimenti
C.2 Gestione	C.5 Aspetto degli animali	C.8 Diete
C.3 Performance	C.6 Comportamento	
CL.1 Cluster Allevamento	CL.2 Cluster Animale	CL.3 Cluster Alimentazione

A. = Aspetto; C. = Componente; CL. = Cluster

+ = p value < 0.10; * = p value < 0.05, ** = p value < 0.01; *** = p value < 0.001

I risultati riportati nella tabella n. 9 mostrano situazioni paragonabili fra i diversi gruppi. Sia in termini di IDEAL score complessivo, che in termini di punteggio dei singoli Cluster non sono emerse differenze significative. A livello di Componenti le uniche differenze riscontrate sono a favore del gruppo A, ossia delle aziende con numero di animali allevati più elevato, rispetto agli allevamenti C. In queste aziende abbiamo infatti una gestione sia dei ricoveri

(8.12 vs. 6.66, $p < 0.10$) che sanitaria (7.57 vs. 5.06, $p < 0.05$) più attenta. La prima frutto di una divisione in gruppi degli animali più rispettosa dei fabbisogni (A.7: 6.11 vs. 2.27, $p < 0.10$). In termini di gestione sanitaria invece la differenza è dovuta a maggiore attenzione alle profilassi vaccinali delle aziende di grandi dimensioni (A), probabilmente perché contenere problematiche virali in aziende con elevato numero di capi è difficile, e le scelte manageriali hanno spinto questi allevatori ad una prevenzione maggiore e meglio organizzata. Le condizioni degli allevamenti B e C sono estremamente simili, mostrano infatti lo stesso numero di aspetti negativi (8) nonché un paragonabile IDEAL score come detto. Anche in questo caso le condizioni di benessere migliori si riscontrano nelle aziende più sospettate da parte dei consumatori, di non rispettare il BA. In questi allevamenti infatti riscontriamo un punteggio IDEAL score più elevato ed un numero di aspetti che richiedono maggiori attenzioni da parte dell'allevatore più limitato (4 Aspetti insufficienti). Concludendo su tale comparazione statistica, si può affermare come la diffidenza dei consumatori nei confronti degli allevamenti di maggiori dimensioni sia del tutto infondata.

Regime Biologico (BIO) vs. Convenzionale (CONV)

Alcuni sistemi di allevamento sono sorti con lo scopo di esaltare in modo particolare il BA, tra questi si inserisce il regime biologico. Tale esigenza è sempre più avvertita e ricercata dagli allevatori che operano in regime convenzionale, che appunto hanno potuto sperimentare come ogni intervento in grado di aumentare il livello di benessere consente di migliorare anche le performance animali e la qualità del lavoro degli addetti. Si è perciò operato un confronto fra i due sistemi: allevamenti in regime convenzionale vs allevamenti in regime biologico. L'analisi è avvenuta su allevamenti analoghi operanti nei due regimi. Le aziende biologiche sono state selezionate sulla base di talune caratteristiche (es. dimensione aziendale, posizione geografica e disciplinare di produzione) di allevamenti convenzionali (CONV). Nel complesso sono stati confrontati 7 allevamenti biologici (BIO) con 7 convenzionali. Gli allevamenti convenzionali utilizzati per tale confronto sono: 1, 3, 5, 6, 12, 13, 18 rappresentati in Tabella 6. Il numero di allevamenti valutati per sistema è principalmente dovuto alla difficoltà di reperimento di aziende BIO disponibili alla valutazione di BA.

Tabella 10 - Differenze di Benessere Animale tra diversi regimi di allevamento

	Regime Biologico				p-value	Regime Convenzionale			
	$\mu \pm sd$	Min	μ_e	Max		$\mu \pm sd$	Min	μ_e	Max
A.1	6.52 ± 0.62	5.90	6.41	7.59	+	7.00 ± 0.58	6.12	7.08	7.75
A.2	6.57 ± 0.65	5.90	6.19	7.56		6.99 ± 0.82	5.87	7.02	8.35
A.3	4.41 ± 2.35	0.25	4.70	7.25		5.84 ± 1.31	3.36	6.10	7.58
A.4	6.60 ± 2.02	2.18	7.30	8.02	*	8.39 ± 1.23	5.55	8.76	9.45
A.5	7.42 ± 0.93	5.84	7.67	8.37		8.44 ± 1.09	6.83	8.24	10.00
A.6	1.43 ± 3.78	0.00	0.00	10.00		0.00 ± 0.00	0.00	0.00	0.00
A.7	2.14 ± 2.67	0.00	0.00	5.00		4.38 ± 4.17	0.00	5.00	10.00
A.8	3.98 ± 1.76	1.28	5.00	5.66	**	7.36 ± 1.53	4.44	7.58	9.09
A.9	5.85 ± 2.81	1.33	6.57	9.47		6.81 ± 2.55	2.43	6.77	10.00
A.10	6.01 ± 3.11	2.19	6.67	9.56		6.27 ± 1.76	4.61	5.96	10.00
A.11	4.52 ± 3.08	0.13	5.62	7.50	+	6.62 ± 2.56	2.50	7.75	9.00
A.12	7.21 ± 0.88	5.69	7.16	8.29	*	8.17 ± 0.38	7.72	8.25	8.88
A.13	7.13 ± 1.01	5.23	7.28	8.22		7.90 ± 1.02	6.69	7.62	9.79
A.14	6.89 ± 0.78	5.55	7.03	7.76	*	8.23 ± 0.97	6.50	8.54	9.06
A.15	4.71 ± 1.99	2.64	4.86	8.38		5.96 ± 1.77	3.38	5.48	8.59
A.16	7.96 ± 2.58	3.25	8.49	10.00		8.91 ± 1.49	5.75	9.42	10.00
A.17	6.43 ± 1.00	4.93	6.45	7.62		7.19 ± 1.26	5.89	7.07	10.00
A.18	4.85 ± 2.24	0.00	5.54	6.52	*	6.57 ± 1.15	4.75	6.80	8.00
A.19	6.42 ± 2.98	0.00	6.82	8.77	**	9.40 ± 0.64	8.04	9.58	10.00
A.20	9.46 ± 0.75	8.14	9.77	10.00		7.99 ± 1.79	5.00	8.30	10.00
A.21	6.81 ± 0.71	5.22	7.00	7.33		7.16 ± 1.65	4.00	7.00	9.57
A.22	6.14 ± 2.87	1.81	6.66	9.16		5.45 ± 2.51	1.63	5.34	9.60
C.1	5.67 ± 1.09	3.97	6.08	7.08	+	6.48 ± 0.66	5.02	6.67	7.14
C.2	6.20 ± 1.37	3.16	6.56	7.32	*	7.85 ± 1.34	4.93	8.45	8.95
C.3	4.90 ± 1.95	1.56	5.40	6.92	*	6.94 ± 1.09	4.80	7.32	8.06
C.4	4.52 ± 3.08	0.13	5.62	7.50	+	6.62 ± 2.56	2.50	7.75	9.00
C.5	6.72 ± 0.45	6.27	6.61	7.56	**	7.81 ± 0.70	6.97	7.86	8.58
C.6	6.98 ± 0.89	5.88	6.96	7.96	+	7.88 ± 0.63	6.88	8.24	8.48
C.7	5.97 ± 2.74	0.00	6.55	8.12	**	8.59 ± 0.56	7.50	8.52	9.20
C.8	6.39 ± 2.34	2.26	7.50	8.15		6.56 ± 2.00	3.35	6.85	8.94
CL.1	6.84 ± 0.78	5.31	6.96	7.60		6.93 ± 0.61	5.99	6.97	7.74
CL.2	5.90 ± 0.90	4.40	5.90	7.01	*	7.29 ± 0.69	6.02	7.44	7.97
CL.3	6.77 ± 1.39	4.23	7.46	8.00	*	8.11 ± 0.82	6.34	8.33	8.84
Ideal Score	6.45 ± 0.84	4.62	6.60	7.17	**	7.43 ± 0.40	6.78	7.43	8.04

A.1 Strutture	A.9 Performance riproduttive	A.17 Interazione animale-ambiente
A.2 Disponibilità spazi	A.10 Performance sanitarie	A.18 Conservazione alimenti
A.3 Impianti	A.11 Gestione sanitaria	A.19 Qualità alimenti
A.4 Pulizia ricoveri	A.12 Aspetto esteriore	A.20 Caratteristiche fisiche delle diete
A.5 Pulizia impianti	A.13 Funzionalità del digerente	A.21 Distribuzione diete
A.6 Pediluvio	A.14 Arti e piedi	A.22 Caratteristiche chimico-nutrizionali diete
A.7 Gruppi animali	A.15 Mammella	
A.8 Performance produttive	A.16 Interazione animale-uomo	
C.1 Ricoveri e impianti	C.4 Gestione Sanitaria	C.7 Alimenti
C.2 Gestione	C.5 Aspetto degli animali	C.8 Diete
C.3 Performance	C.6 Comportamento	
CL.1 Cluster Allevamento	CL.2 Cluster Animale	CL.3 Cluster Alimentazione

A. = Aspetto; C. = Componente; CL. = Cluster

+ = p value < 0.10; * = p value < 0.05, ** = p value < 0.01; *** = p value < 0.001

Dal confronto tra i due regimi (tab. 11) emerge che gli allevamenti BIO hanno presentato un IDEAL score inferiore alle aziende CONV (6.45 vs. 7.43, $p < 0.01$). A livello dei tre cluster, la differenza tra i due regimi non ha tuttavia raggiunto la significatività per il sistema

allevamento, mentre si è confermata sia per il cluster animale (5.90 vs 7.29, $p < 0.05$) che dell'alimentazione (6.67 vs 8.11; $p < 0.05$).

A fronte di questi dati, è possibile affermare che le aziende biologiche, nonostante assicurino mediamente buone condizioni di benessere degli animali allevati per la differente impostazione degli allevamenti, che prevedono soprattutto una maggiore disponibilità di spazio per le bovine, l'accesso ad aree esterne agli edifici e la possibilità di pascolo, non garantiscono mediamente migliori condizioni di benessere rispetto alle aziende in regime convenzionale ben gestite. Il dato è certamente sorprendente ed abbiamo esaminato le ragioni in relazione al modello di valutazione utilizzato ed ai criteri presenti.

Analizzando le componenti appare estremamente marcata la differenza fra i due regimi, 7 componenti su 8 mostrano differenze significative a favore delle aziende CONV.

Esaminando più nel dettaglio gli aspetti dei singoli Cluster si può osservare come in Allevamento le sole significatività, sempre a favore di CONV, si riscontrano nelle dimensioni adeguate degli edifici (6.52 vs. 7.12 di CONV, $p < 0.10$) e nella pulizia dei ricoveri (6.60 vs 7.87, $p < 0.05$). Questo aspetto ha senza dubbio condizionato le osservazioni del cluster Animale relative all'Aspetto esteriore degli animali, in particolare della pulizia degli stessi (7.21 vs. 8.17, $p < 0.05$), e probabilmente ha inciso anche sulla sanità del piede, influenzando quindi sull'aspetto Arti e Piedi (6.89 vs. 8.23, $p < 0.05$). Nel cluster Alimentazione la differenza che emerge è che pur essendo buono il punteggio generale osservato in tutti e due i regimi, esistono caratteristiche superiori nelle aziende CONV, giustificabili sia per la migliore qualità (A.19: 6.42 vs. 9.40, $p < 0.01$) che per lo stato di conservazione (A.18: 4.85 vs. 6.57, $p < 0.05$) dei foraggi. Questo dato dimostrerebbe che concentrare l'attenzione sul divieto all'uso di alimenti ottenuti con la tecnologia OGM, e proibire l'uso di agrofarmaci che permettano un più facile controllo di parassiti ed infestanti, non paga completamente in termine di soddisfazione delle esigenze animali se non si applicano le migliori tecniche di conservazione, stoccaggio ed impiego dei foraggi.

Le misure animal based che concordano con queste differenze sono relative alla sanità del piede, già discussa in precedenza e ad un raggiungimento di performance produttive più elevate (A.8: 3.98 vs. 7.36 di CONV., $p < 0.01$), non solo in termini quantitativi ma anche qualitativi. Infatti, questo Aspetto, oltre che il quantitativo di latte prodotto, considera % di

grasso e proteine, carica microbica, cellule somatiche ed urea), risultato dell'utilizzo di alimenti di qualità più elevata.

Pertanto, almeno in questa valutazione che va considerata del tutto preliminare considerato il numero esiguo di aziende valutate, le aziende BIO non presentano una condizione di welfare superiore a quella delle aziende convenzionali analoghe per collocazione geografica e di dimensione. È anche possibile che alcuni aspetti correlati alla gestione BIO non siano stati completamente valorizzati dal modello, ma è interessante rilevare che le differenze più importanti sono relative al cluster animale, ovvero basato sugli indicatori animal based, che sono considerati gli indicatori per eccellenza da preferire nella valutazione del benessere animale (come spiegato nel capitolo introduttivo). A tal riguardo la presenza di zone di esercizio, valutate nel cluster allevamento, a disposizione degli animali allevati in regime BIO, non pare aver mostrato un effetto rilevante.

Interessanti sono anche le valutazioni sul cluster alimentazione, che indica come le aziende convenzionali siano più attente a tale aspetto, o forse lo possono essere perché dispongono di una varietà di alimenti più ampia e adeguata a coprire i fabbisogni animali rispetto ai sistemi BIO che non possono usare tecnologie che aiuterebbero gli allevatori ad ottenere migliori risultati.

Le differenze tra sistemi BIO e CONV vanno certamente ulteriormente indagate ma si può osservare che i consumatori possono ottenere da queste valutazioni incoraggianti informazioni sulle condizioni degli allevamenti convenzionali.

Grana Padano vs. Parmigiano Reggiano

Come ultimo confronto fra aziende italiane si è voluta investigare la differenza di BA fra allevamenti che producono secondo disciplinari differenti: Grana Padano (GP) e Parmigiano Reggiano (PR). La cruciale differenza legata all'allevamento di questi disciplinari DOP è legata al divieto di utilizzo di insilati per gli animali che producono latte per Parmigiano Reggiano. Per operare una analisi statistica adeguata tra i due sistemi di produzione di grana, si è proceduto alla selezione degli allevamenti sulla base delle seguenti caratteristiche: dimensione aziendale (n° capi allevati), posizione geografica e regime di allevamento (convenzionale/biologico). Gli allevamenti confrontati sono: 1,2,5,8,9,14,19,20 (GP) vs. 12,13,15,16,17,18,21,25 (PR).

Tabella 11 - Differenze di Benessere Animale tra diversi disciplinari di produzione

	Grana Padano				p-value	Parmigiano Reggiano			
	$\mu \pm sd$	Min	μe	Max		$\mu \pm Sd$	Min	μe	Max
A.1	6.94 ± 0.80	5.90	6.77	8.14		6.77 ± 0.43	6.08	6.88	7.32
A.2	6.78 ± 0.98	5.22	6.74	7.94		7.40 ± 1.10	5.90	7.27	9.05
A.3	5.56 ± 0.86	4.68	5.36	7.25		5.43 ± 1.34	2.45	5.87	6.63
A.4	7.99 ± 1.23	6.32	7.79	9.79		7.08 ± 2.28	2.18	7.68	9.44
A.5	8.15 ± 0.96	6.63	8.12	10.00		7.79 ± 1.29	5.26	8.05	9.57
A.6	0.00 ± 0.00	0.00	0.00	0.00		0.00 ± 0.00	0.00	0.00	0.00
A.7	5.63 ± 4.17	0.00	5.00	10.00		2.50 ± 3.78	0.00	0.00	10.00
A.8	6.72 ± 1.18	5.14	6.87	8.23		5.81 ± 1.77	3.21	5.41	8.76
A.9	6.78 ± 2.49	1.67	7.03	10.00		5.46 ± 2.43	2.43	6.19	7.90
A.10	6.02 ± 1.74	4.27	5.57	9.33		6.84 ± 2.31	3.44	6.69	10.00
A.11	5.55 ± 2.27	2.62	5.32	9.00		5.00 ± 2.85	0.13	5.62	8.00
A.12	7.67 ± 0.60	6.59	7.72	8.54		7.64 ± 0.92	5.69	7.98	8.33
A.13	8.20 ± 0.87	6.74	8.29	9.25		7.76 ± 1.02	6.63	7.67	9.79
A.14	7.40 ± 1.02	5.55	7.32	8.56		7.51 ± 1.07	6.21	7.42	9.06
A.15	4.97 ± 1.45	3.16	4.89	8.12		4.62 ± 1.31	3.17	4.47	6.84
A.16	9.04 ± 1.58	5.72	9.91	10.00		7.77 ± 2.27	3.25	8.34	10.00
A.17	7.07 ± 0.66	6.27	7.13	8.26		7.52 ± 1.49	6.04	7.21	10.00
A.18	6.71 ± 2.15	2.60	7.24	9.13		5.89 ± 0.85	4.67	6.21	6.77
A.19	9.03 ± 0.68	7.97	9.12	10.00		8.55 ± 1.08	6.40	8.63	10.00
A.20	9.15 ± 0.89	7.67	9.22	10.00		8.41 ± 1.70	5.00	8.34	10.00
A.21	7.25 ± 1.32	5.22	7.00	10.00		7.28 ± 1.87	4.00	7.00	10.00
A.22	6.97 ± 2.45	1.62	7.34	9.11		5.79 ± 2.10	3.08	5.34	9.16
C.1	6.27 ± 0.62	5.39	6.48	7.08		6.35 ± 0.76	4.58	6.65	6.93
C.2	7.64 ± 0.98	6.40	7.66	9.10		6.61 ± 1.86	3.16	6.86	8.80
C.3	6.52 ± 1.12	4.30	6.96	7.53		6.06 ± 1.32	4.57	5.88	8.06
C.4	5.55 ± 2.27	2.62	5.32	9.00		5.00 ± 2.85	0.13	5.62	8.00
C.5	7.28 ± 0.83	6.27	7.26	8.50		7.20 ± 0.65	6.34	7.10	8.58
C.6	7.86 ± 0.71	6.23	7.97	8.57		7.62 ± 0.98	5.88	7.69	8.72
C.7	8.37 ± 1.00	6.86	8.84	9.41		7.79 ± 0.82	5.91	8.08	8.50
C.8	6.98 ± 1.70	3.85	7.35	8.81		5.96 ± 2.59	2.26	6.56	8.76
CL.1	6.82 ± 0.59	5.58	6.93	7.45		7.03 ± 0.69	5.99	7.10	7.88
CL.2	7.29 ± 0.35	6.86	7.26	7.88		6.42 ± 0.93	5.09	6.13	7.90
CL.3	8.02 ± 1.05	6.03	8.49	8.88		7.31 ± 0.81	6.09	7.66	8.31
Ideal Score	7.37 ± 0.51	6.63	7.50	8.04	+	6.87 ± 0.38	6.08	7.02	7.20

A.1 Strutture	A.9 Performance riproduttive	A.17 Interazione animale-ambiente
A.2 Disponibilità spazi	A.10 Performance sanitarie	A.18 Conservazione alimenti
A.3 Impianti	A.11 Gestione sanitaria	A.19 Qualità alimenti
A.4 Pulizia ricoveri	A.12 Aspetto esteriore	A.20 Caratteristiche fisiche delle diete
A.5 Pulizia impianti	A.13 Funzionalità del digerente	A.21 Distribuzione diete
A.6 Pediluvio	A.14 Arti e piedi	A.22 Caratteristiche chimico-nutrizionali diete
A.7 Gruppi animali	A.15 Mammella	
A.8 Performance produttive	A.16 Interazione animale-uomo	
C.1 Ricoveri e impianti	C.4 Gestione Sanitaria	C.7 Alimenti
C.2 Gestione	C.5 Aspetto degli animali	C.8 Diete
C.3 Performance	C.6 Comportamento	
CL.1 Cluster Allevamento	CL.2 Cluster Animale	CL.3 Cluster Alimentazione

A. = Aspetto; C. = Componente; CL. = Cluster

+ = p value < 0.10; * = p value < 0.05; ** = p value < 0.01; *** = p value < 0.001

IDEAL score è risultato diverso in modo significativo (7.37 GP vs. 6.87 PR, $p < 0.05$), ma nonostante ciò nessun Cluster, Componente ed Aspetto sono risultati significativamente differenti. Ciò fa intuire come le differenze fra i due disciplinari di produzione casearie DOP abbiano limitate conseguenze in termini di garanzia (o livello) di BA. I risultati migliori

ottenuti da GP sono frutto di un numero più limitato di Aspetti risultati insufficienti (5 GP vs 9 PR). Di questi l'unico che può essere effettivamente legato al disciplinare di produzione è quello relativo alle caratteristiche nutrizionali delle diete, che è risultato migliore in GP (6.97 vs. 5.79). Ciò può essere causato da un più difficile bilanciamento delle diete senza insilati o, anche, ad un costo di produzione maggiore dei fieni, che porta ad includere nelle diete alimenti più economici ma che comportano un non perfetto soddisfacimento dei fabbisogni. Si tratta ovviamente di un confronto del tutto preliminare che appare tuttavia interessante per due ragioni: 1) il sistema IDEAL opera bene anche con regime alimentare differente da quello tipico dove è stato realizzato (alimentazione con insilati); 2) le aziende che operano secondo disciplinare Parmigiano Reggiano, avrebbero utili indicazioni dall'adozione di questo sistema di valutazione del BA.

3.2. Confronto Italia vs Oregon

Con questo studio è stato possibile confrontare sistemi di produzione simili, ma provenienti da aree geografiche decisamente differenti tra loro. Nel dettaglio sono state valutate le differenze fra aziende italiane (IT) ed aziende statunitensi dello stato dell'Oregon (OR). Quelle italiane sono collocate nella pianura padana, presentano una stabulazione libera ma confinata in edifici e sono caratterizzate da diete costanti tutto l'anno, con o senza insilati di mais ed erba, somministrate con tecnica Unifeed. Quelle dell'Oregon sono invece caratterizzate da due fasi di allevamento, confinato e pascolivo, con diete nella fase confinata paragonabili alle aziende italiane, nella fase pascoliva invece circa il 50% della sostanza secca ingerita proveniva da foraggio fresco, il restante 50% invece era costituito da unifeed. In entrambi i casi la consistenza degli allevamenti è molto variabile, ma mentre le aziende italiane allevano Frisone in purezza, quelle dell'Oregon hanno spesso soggetti di più razze (Frisone, Jersey) e meticci. Per eseguire un confronto adeguato al tipo di aziende valutate è stato possibile includere solo 5 allevamenti dei 6 valutati in Oregon, quelli cioè che avevano condizioni strutturali comparabili con gli allevamenti italiani. L'analisi infatti è stata effettuata considerando gli allevamenti che avevano caratteristiche comparabili per dimensione aziendale e regime di allevamento (convenzionale/biologico). Nel complesso sono stati individuati 7 allevamenti italiani (2,6,9,14,19,23,28) e 5 allevamenti dell'Oregon,

nella fase in cui gli animali erano confinati in stalle e non in quella al pascolo che presentava una condizione alimentare e gestionale troppo differente (30,31,32,33,34).

Tabella 12 - Differenze di Benessere Animale tra allevamenti italiani e statunitensi

	Italia - Animali confinati				p-value	Oregon - Animali confinati			
	$\mu \pm sd$	Min	Me	Max		$\mu \pm Sd$	Min	Me	Max
A.1	6.96 ± 0.86	5.90	6.88	8.14		6.86 ± 0.63	6.32	6.60	7.84
A.2	6.87 ± 0.87	5.87	7.06	7.94		6.39 ± 0.64	5.49	6.60	7.08
A.3	5.02 ± 2.41	0.25	5.07	7.58		5.55 ± 1.51	3.54	5.89	7.03
A.4	7.67 ± 1.27	6.32	7.30	9.79		8.66 ± 0.57	7.90	8.76	9.45
A.5	7.94 ± 1.61	5.84	7.55	10.00		7.43 ± 2.33	4.30	7.52	9.89
A.6	1.43 ± 3.78	0.00	0.00	10.00		5.00 ± 5.00	0.00	5.00	10.00
A.7	5.00 ± 2.89	0.00	5.00	10.00		2.00 ± 2.74	0.00	0.00	5.00
A.8	5.21 ± 1.83	2.59	5.66	7.23		4.38 ± 1.80	1.86	4.68	6.82
A.9	6.90 ± 1.39	5.37	6.57	9.47		5.27 ± 2.04	3.00	5.60	8.23
A.10	6.09 ± 2.26	2.33	6.67	9.33		7.78 ± 1.05	6.35	7.91	9.00
A.11	4.29 ± 2.42	0.38	4.62	7.38		5.38 ± 3.09	0.00	7.12	7.13
A.12	7.67 ± 0.63	6.59	7.77	8.54		8.29 ± 0.76	7.20	8.41	9.21
A.13	7.73 ± 1.36	5.23	7.89	9.25		7.71 ± 0.67	6.57	7.84	8.34
A.14	7.46 ± 1.17	5.55	7.76	8.73		7.65 ± 1.33	6.02	7.40	9.44
A.15	5.13 ± 1.67	3.16	4.94	8.38		6.75 ± 1.38	5.00	7.13	8.56
A.16	8.77 ± 1.66	5.72	9.82	10.00		8.65 ± 1.08	7.34	8.26	10.00
A.17	6.49 ± 1.13	4.93	6.35	8.26		6.78 ± 1.17	5.59	6.86	8.50
A.18	5.84 ± 2.89	0.00	6.33	9.13		5.60 ± 1.02	4.51	5.22	7.11
A.19	7.24 ± 3.33	0.00	8.36	9.52		8.97 ± 0.64	8.23	8.82	9.70
A.20	8.98 ± 1.24	6.68	9.22	10.00		7.11 ± 1.35	5.50	7.25	9.06
A.21	7.13 ± 1.03	5.22	7.00	8.61		9.77 ± 0.34	9.25	10.00	10.00
A.22	7.61 ± 2.72	1.81	8.57	9.60	*	3.05 ± 3.98	0.00	0.43	7.58
C.1	6.14 ± 1.12	3.97	6.36	7.14		6.23 ± 0.85	5.38	6.06	7.23
C.2	7.35 ± 1.09	6.40	6.78	9.10		7.82 ± 0.59	7.17	8.05	8.54
C.3	5.76 ± 1.39	3.13	6.41	6.99		5.55 ± 0.63	4.65	5.48	6.24
C.4	4.29 ± 2.42	0.38	4.62	7.38		5.38 ± 3.09	0.00	7.12	7.13
C.5	7.26 ± 0.68	6.27	7.56	8.28		7.67 ± 0.58	7.18	7.53	8.65
C.6	7.34 ± 0.90	6.18	7.76	8.48		7.55 ± 0.96	6.44	7.42	9.10
C.7	6.84 ± 3.17	0.00	7.63	9.41		8.01 ± 0.39	7.54	8.22	8.33
C.8	7.68 ± 1.75	3.85	8.15	8.94	*	4.71 ± 0.78	3.37	4.94	5.37
CL.1	6.80 ± 0.78	5.31	6.89	7.74		6.30 ± 0.26	6.00	6.38	6.55
CL.2	6.40 ± 1.07	4.40	6.86	7.39		6.20 ± 0.47	5.53	6.36	6.76
CL.3	7.46 ± 1.72	4.23	8.00	8.88		6.97 ± 0.69	5.97	7.03	7.83
Ideal Score	6.84 ± 1.08	4.62	7.17	7.81		6.46 ± 0.36	5.92	6.46	6.87

A.1	Strutture	A.9	Performance riproduttive	A.17	Interazione animale-ambiente
A.2	Disponibilità spazi	A.10	Performance sanitarie	A.18	Conservazione alimenti
A.3	Impianti	A.11	Gestione sanitaria	A.19	Qualità alimenti
A.4	Pulizia ricoveri	A.12	Aspetto esteriore	A.20	Caratteristiche fisiche delle diete
A.5	Pulizia impianti	A.13	Funzionalità del digerente	A.21	Distribuzione diete
A.6	Pediluvio	A.14	Arti e piedi	A.22	Caratteristiche chimico-nutrizionali diete
A.7	Gruppi animali	A.15	Mammella		
A.8	Performance produttive	A.16	Interazione animale-uomo		
C.1	Ricoveri e impianti	C.4	Gestione Sanitaria	C.7	Alimenti
C.2	Gestione	C.5	Aspetto degli animali	C.8	Diete
C.3	Performance	C.6	Comportamento		
CL.1	Cluster Allevamento	CL.2	Cluster Animale	CL.3	Cluster Alimentazione

A. = Aspetto; C. = Componente; CL. = Cluster

+ = p value < 0.10; * = p value < 0.05; ** = p value < 0.01; *** = p value < 0.001

I risultati mostrano situazioni del tutto simili tra gli allevamenti. Sia in termini di IDEAL score che in termini di punteggio dei singoli Cluster non sono state osservate differenze significative. L'unica differenza significativa è relativa alle caratteristiche chimico nutrizionali delle diete, che risulta superiore in IT rispetto ad OR (7.61 vs 3.05, $p < 0.05$). Circa la ragione di tale differenza va considerato che gli allevamenti valutati in Oregon prevedono che gli animali restino confinati in stalla nei mesi invernali e da maggio fino a settembre possano accedere al pascolo. Appare quindi probabile che la gestione degli allevatori ponga maggiore enfasi alla cura dei pascoli, mentre sia trascurata - almeno parzialmente - l'adeguatezza delle diete durante la fase invernale, in particolare per quanto riguarda il bilanciamento delle componenti energetiche e proteiche delle diete e l'adeguata integrazione vitaminico minerale. Inoltre, le maggiori superfici dedicate al pascolo rispetto alle superfici dedicate alle coltivazioni di foraggiere da stoccare per l'approvvigionamento annuale, potrebbe limitare la disponibilità di alimenti nel periodo freddo, con conseguenze negative sulle caratteristiche delle diete, che dovranno essere costituite da una quantità limitata di alimenti.

I dati a disposizione sono insufficienti a trarre considerazioni conclusive, tuttavia - per quanto osservato - è possibile concludere che gli allevamenti dello stato dell'Oregon non differiscono dagli allevamenti italiani né per caratteristiche medie delle imprese né per livelli di BA, anche se emerge una minore cura relativa all'alimentazione nel periodo invernale.

4. Discussione

Valutare il BA significa verificare lo stato di salute mentale e fisica dell'animale ed il grado di armonia che esso ha nei confronti dell'ambiente in cui vive [16] o in altre parole accertare che gli animali crescano normalmente, siano adeguatamente nutriti, non sviluppino malattie e non subiscano maltrattamenti fisici [14]. Il benessere di un animale è quindi il risultato dell'interazione tra la risposta dell'animale (patologica, fisiologica, comportamentale e produttiva), le sue esigenze (alimentari in primis), la gestione degli alimenti e l'ergonomia (sistemi di allevamento e relativa gestione). Tuttavia, i metodi di valutazione sono spesso troppo semplificati (es. CREnBA) o trascurano alcune componenti importanti per lo stato di benessere (es. Welfare quality non valuta la dieta, [59]). Questo lavoro si è focalizzato dunque sul perfezionamento di un modello di valutazione del benessere di bovine da latte in allevamento, denominato SDIB e proposto da Calamari e Bertoni (2009) [38], per renderlo uno strumento applicabile in strutture commerciali che operano in contesti differenti. Il software ha la peculiarità di suddividere l'indice benessere in tre clusters (Allevamento, Alimentazione, Animale), di valutare tutti i gruppi di animali allevati, di restituire sia un livello sintetico di BA espresso in decimi, sia indicazioni sui tre clusters relativi agli aspetti insoddisfacenti in termine di benessere e da rivedere per migliorarne il livello.

Il modello SDIB include 104 Indicatori, tra di essi figura anche il livello produttivo della mandria, con un peso del 4% sul punteggio complessivo. Questa inclusione è stata prevista perché a parità di merito genetico, la produzione è tanto maggiore quanto meglio la bovina si adatta all'ambiente in cui vive (ovvero è in buono stato di benessere), consentendo di esprimere tutto il suo potenziale genetico, appunto anche in termini produttivi [33]. Questa assunzione, sebbene ragionevole, non è condivisa da tutti. Alcuni ricercatori hanno infatti richiamato l'attenzione sulla possibile correlazione negativa tra livello produttivo di latte e fertilità. Infatti, questi autori segnalano che gli allevamenti con più elevate performance produttive presentano spesso alti tassi di infertilità [60], [61]. Fraser et al. (2013)[62] sostengono che gli animali da allevamento che hanno subito un'intensa selezione per la produttività, riescono a mantenere alti livelli di produttività nonostante siano spesso allevati in condizioni che ne compromettono il benessere. Al contrario, altri autori suggeriscono che non vi sono prove sufficienti per indicare che i tassi di fertilità siano effettivamente diminuiti

e, in caso affermativo, non è possibile valutare in che misura l'aumento della produzione di latte sia la causa di questo declino [52]. Sebbene le opinioni siano contrastanti circa la positiva correlazione tra livello produttivo elevato e alto indice di benessere della mandria, non ci sono dubbi sul fatto che basso livello produttivo si correli spesso con scarsi livelli di BA [33]. Le performance produttive possono perciò non rappresentare un buon indicatore globale di benessere se considerate come unico parametro. Tuttavia, quando il livello produttivo è considerato in un modello articolato e complesso, come il sistema SDIB, dove le informazioni si inseriscono in una visione complessiva dell'allevamento, il livello produttivo diventa una preziosa informazione per la giusta valutazione di BA. Questo aspetto è stato ulteriormente verificato negli allevamenti monitorati, infatti il livello produttivo – sebbene corretto per il contenuto di grasso e proteine (i.e., ECM) ha mostrato una correlazione positiva con il livello di BA complessivo e dei singoli cluster (test di correlazione di Pearson, IDEAL score: 0.45; Cluster allevamento: 0.69, animale: 0.82, alimentazione: 0.84; $p < 0.001$). Peraltro, rimuovendo tale informazione (livello produttivo) dalla lista dei parametri funzionali, l'effetto non è stato particolarmente rilevante. Tuttavia, l'inclusione del livello di produzione appare utile perché oggettiva, facile da misurare nel tempo, e facile da comparare tra situazioni aziendali differenti.

Come mostrato dalle analisi di correlazione fra gli indicatori di benessere analizzati, il modello SDIB mostra un numero davvero limitato di variabili che portano informazioni ridondanti tra loro. Per il campione di allevamenti analizzato per quanto concerne il cluster Allevamento, l'analisi ha evidenziato che l'attenzione alla pulizia degli impianti di abbeverata e di mungitura da parte degli operatori è molto simile: il livello di pulizia di uno e dell'altro sono paragonabili all'interno dei singoli allevamenti. E, sempre relativo a questi aspetti, l'attenzione alla pulizia del corridoio di alimentazione e della zona infermeria è paragonabile. In aggiunta, la correlazione con l'idoneità della pavimentazione indica che il tipo di pavimento può semplificare le operazioni di pulizia o, più probabilmente, che la scelta del tipo di pavimento è fatta in modo più corretto dagli allevatori che hanno anche maggiori attenzioni da un punto di vista igienico-sanitario. Relativamente alla numerosità dei corridoi di attraversamento tra la zona alimentazione e la zona riposo si è potuto osservare che essa è correlata alla idoneità della pavimentazione in sala di attesa della mungitura. In questo

caso però, la correlazione appare di scarso significato e probabilmente casuale. Risulta invece effettivamente ridondante l'informazione prodotta dall'idoneità della pavimentazione nel corridoio di alimentazione e l'idoneità della pavimentazione nel corridoio della zona riposo, correlate positivamente fra loro. Infatti, nella maggior parte delle stalle, le pavimentazioni di queste zone sono uguali. In merito al cluster Animale invece due sono le coppie di indicatori che meritano approfondimento. La condizione del pelo è correlata positivamente ai sintomi infiammatori misurati come scoli nasali e pelo arruffato. Ciò significa che gli animali che hanno mostrato un pelo lucido e liscio non avevano lacrimazione o scoli nasali evidenti, indicatori di sintomi infiammatori conclamati, ed al contrario gli animali con pelo ruvido ed arruffato hanno mostrato anche la presenza di sintomi infiammatori evidenti. Inoltre, anche la % di Zoppie correlata positivamente con la Gravità delle zoppie significa che fra gli allevamenti valutati quelli che presentavano una quota maggiore di bovine zoppe aveva anche un livello di gravità maggiore delle zoppie. Questo dato appare ragionevole, e legato alla buona o cattiva gestione della mascaia bovina. Per concludere nel cluster alimentazione i diversi indicatori risultati correlati indicano come sia possibile in futuro, qualora queste correlazioni trovassero conferma da più approfondite ricerche, una semplificazione di questi aspetti. In particolare, stato del fronte degli insilati, presenza di cappello negli insilati e idoneità della copertura degli insilati sono legati fra loro, considerando che una copertura adeguata comporta assenza di cappello negli insilati. Di norma, inoltre, un allevatore che pone attenzione alla copertura degli insilati, lavora in modo accorto anche al momento dell'insilamento, ottenendo così un ottimo punteggio all'indicatore fronte trincea. In merito agli indicatori che hanno mostrato buona correlazione nei cluster animale ed allevamento invece, anche limitando la raccolta informazioni non si avrebbe un vantaggio in termini di tempo, perciò non appare utile questo tipo di semplificazione. Infatti, ad esempio, la valutazione relativa alla gravità delle zoppie ed alla presenza di zoppie sono fortemente correlate, ma l'operatore mentre valuta una, osserva di conseguenza anche l'altra, perciò non raccogliere l'informazione non comporterebbe alcun tipo di vantaggio.

Oltre a questi aspetti, il presente lavoro ha dimostrato come un modello di valutazione di BA, possa essere utilizzato non solo dall'allevatore come indicatore delle zone critiche

dell'allevamento, in relazione al BA che meritano maggiori attenzioni, con la finalità di migliorare le condizioni di vita dei propri animali e di garanzia per il consumatore con una chiara caratterizzazione dei prodotti di origine animale sul mercato, principali obiettivi di buona parte dei modelli di valutazione esistenti (es. Welfare Quality®, FARM, IBS). SDIB ha infatti mostrato incoraggianti risultati circa il suo utilizzo come strumento di valutazione di fattori sovra-aziendali quali la produttività della mandria, le dimensioni aziendali, sistemi di allevamento come il pascolo o il regime biologico. Applicando questa metodologia l'investigazione di tali fattori esula dalle mode del momento; al contrario, privilegia la risposta degli animali per tali fattori.

Relativamente ai confronti analizzati, l'analisi che ha mostrato maggiore distinzione fra gli allevamenti arruolati è risultata essere il regime di allevamento. La situazione osservata in letteratura [63]–[66] comparando allevamenti BIO e CONV, è in linea con quanto emerso dal nostro studio in merito alle performance produttive, più elevate per gli animali mantenuti a regime CONV ed anche in relazione all'assenza di differenze fra i due sistemi circa le performance riproduttive. Tali dati concordano con quanto pubblicato da Rodríguez-Bermúdez et al. (2019). Le differenze, sempre a favore del regime CONV rispetto al BIO, riscontrate in termini di Management, Strutture, Comportamento e Aspetto degli animali non sono state analizzate negli studi pubblicati, che sono relativi al confronto fra i due regimi di allevamento, nonostante siano utili a caratterizzare gli allevamenti. Le differenze fra i livelli produttivi sono riconducibili ad un utilizzo di diete differenti fra i due regimi, in particolare in merito ai livelli più bassi di concentrato in BIO. Con la valutazione SDIB, anche grazie all'evoluzione ed il miglioramento del modello, è possibile comprendere meglio le differenze tra i diversi sistemi zootecnici. In particolare, è stato possibile raccogliere informazioni relative alla pulizia dei ricoveri (che influenza ovviamente la pulizia degli animali che è migliore nelle aziende CONV rispetto alle BIO). Ciò può avere significativamente influito sulla sanità in generale dell'animale sino ad influenzare integrità di arti e piedi [67], che è risultata più scarsa nelle aziende BIO rispetto a quelle CONV. La maggiore presenza di problemi podali influenza la capacità produttiva delle stesse [67]. Inoltre, un ulteriore effetto positivo nei confronti delle performance relative agli animali CONV è dovuto all'utilizzo di alimenti di qualità più elevata [68].

Infine, appare interessante l'associazione dei livelli di SDIB ad esami ematochimici o fisiologici più approfonditi (anche in rapporto ad eventuali sospetti emersi dalla valutazione di BA, ragionevolmente in relazione col tipo di problemi da risolvere). Con riferimento al livello di BA ottenuto con lo SDIB, si può prevedere una profilazione ematica di un numero rappresentativo di individui, con il duplice intento di confermare quanto emerso dalla valutazione BA e di identificare, in modo più puntuale, problematiche subcliniche [49], [69], [70].

Range ematici di riferimento

5. Introduzione

Per la corretta interpretazione del profilo ematochimico di qualsiasi specie animale è necessario disporre di adeguati valori di riferimento, appositamente definiti per tale esigenza. Il termine "valore di riferimento" è stato introdotto per la prima volta da Ralph Grasbeck e Nils-Erik Saris nel 1969 [71]. Quasi 18 anni più tardi, la Federazione internazionale di chimica clinica e medicina di laboratorio (IFCC) ne pubblicò sei linee guida riguardanti diversi aspetti relativi agli intervalli di riferimento (RI) ed alla loro rilevazione [72]. RI è definito come intervallo di predizione ed include il 95% (centrale) dei valori risultanti dai test effettuati su individui sani ben definiti nelle loro caratteristiche (individui di riferimento). L'espressione "RI" ha sostituito il termine obsoleto "intervallo normale"[72].

La definizione di RI affidabili e ben controllati è un lavoro importante per tutti i laboratori clinici, anche se difficoltoso: risulta non facile reclutare un numero sufficiente di individui di riferimento, controllare le variabili pre-analitiche e applicare tutti i metodi statistici nel modo appropriato [73]. La valutazione del profilo ematochimico è uno strumento medico, che a seguito di esame clinico, aiuta a stabilire una diagnosi o stimare una prognosi per un paziente [74]. Determinare se il profilo analizzato risulti anomalo richiede, come detto, un confronto con un intervallo di riferimento specifico.

In campo zootecnico, è possibile utilizzare un approccio simile per identificare situazioni anomale in un determinato allevamento dove i valori delle analisi ematiche di un gruppo di animali, eseguite nello stesso, sono confrontate a valori standard di riferimento [75]. Quindi lo scopo non è quello di individuare un singolo individuo malato, bensì di mettere in evidenza distribuzioni di valori ematici di un determinato gruppo fuori dalla norma, e ricondurle a situazioni gestionali (alimentari, igieniche, profilattiche) inadeguate.

Per le bovine da latte gli intervalli di riferimento devono essere definiti in più fasi fisiologiche, in quanto le notevoli variazioni alimentari, endocrine, immunitarie e metaboliche a cui sono sottoposte le bovine determinano delle variazioni molto rilevanti. Nelle bovine ad alta produzione le fasi più importanti sono definite sulla base del ciclo produttivo [76]. Le principali fasi possono essere identificate nella fase terminale dell'asciutta, in avvio di lattazione, che si estende sino al picco di produzione del latte, nella fase avanzata di lattazione caratterizzata da una lenta ma continua riduzione della produzione, ed infine dalla messa in asciutta [76]. L'utilizzo di RI non specifici per fase produttiva porterebbe a fare

assunzioni erronee circa la salute degli animali e le cause di eventuali anomalie. Ad esempio, gli RI indicati in Kaneko, et al. (2008) riferiti genericamente alle bovine, indicano range di riferimento non sempre attendibili. Per il Calcio si riporta un RI 2.49-3.07 mmol/L, range elevato, che poco rappresenta una condizione di normalità in bovine da latte nella fase postparto [77][78], ma anche in lattazione [79], [80], [77]. Ad oggi sono stati pubblicati RI specifici solo relativamente ad alcune fasi fisiologiche: Brscic et al. (asciutta tra -60/-41, -40/-21 e -20/-10 giorni dal parto previsto [80]); Brent e Duffield (asciutta tra -30/0, fresche tra 30/100 e avanti oltre 100 giorni dal parto [81]) Quiroz-Rocha et al. (preparto tra -8/0 e postparto tra 0/8 giorni dal parto [78]); Bertoni et al (asciutta tra -45/-15 e lattazione tra 25/100 giorni dal parto [79]); Moretti et al., (post parto a 3 giorni di lattazione e a 30 giorni dopo il parto [77]); Cozzi et al. (animali freschi tra i 10 e gli 89 giorni dopo il parto e lattazione avanzata da 90 a 215 giorni dopo il parto [82]);

Dai molti lavori realizzati negli ultimi anni i periodi più rilevanti per la bovina da latte sono:

- asciutta, tra **-30** e **-10** giorni dal parto previsto. La fase di asciutta è un momento cruciale di vita per l'animale, essa esplica molteplici funzioni. Questa fase è per l'animale un periodo di riposo e preparazione al parto [83] e alla lattazione successiva. Durante il periodo di asciutta, le cellule mammarie si rinnovano a una velocità maggiore rispetto all'immediato post-parto quando le bovine sono sottoposte a mungitura [84]. Ciò si traduce in una grande concentrazione di cellule mammarie rinnovate al momento del parto che spiega l'alto picco di resa del latte nella successiva lattazione dopo un periodo di asciutta [85][86]. In più durante questa fase vi è un cambio drastico della dieta rispetto alla razione utilizzata durante la lattazione, visti i fabbisogni decisamente più limitati in questa fase [87]. Per questi motivi appare interessante la verifica delle condizioni della mandria durante questa fase.
- l'immediato post parto da **3-7** giorni dal parto (GDP) e la fase tra **28-45** GDP poiché subito dopo il parto, la vacca in lattazione attiva meccanismi omeostatici volti a mantenere le giuste concentrazioni di nutrienti nel sangue al fine di sostenere le crescenti esigenze di sintesi di colostro e latte [88], ma che si modificano rapidamente. L'aumento del fabbisogno energetico, spesso associato a un calo dell'assunzione di cibo durante la fase finale di gestazione, provoca generalmente

un bilancio energetico e proteico negativo che persiste per le prime settimane di lattazione. Inoltre, questo periodo è caratterizzato da una funzione immunitaria alterata che predispone a diverse malattie [89]. Molte malattie metaboliche, tra cui il collasso puerperale, la chetosi, la dislocazione dell'abomaso e la ritenzione di placenta colpiscono le vacche principalmente entro le prime due settimane di lattazione mentre metrite, mastite e zoppia si verificano principalmente entro il primo mese di lattazione [90]. Il dato tra 3 e 7 GDP appare un punto di assoluta rilevanza [91]–[93] per discriminare soggetti sani e con disturbi immuno-metabolici. Quattro settimane dopo il parto (in prossimità del picco di lattazione), anche se i processi omeostatici persistono, le vacche sane mostrano un metabolismo più equilibrato [94]. Lo stadio di lattazione e la presenza di stress metabolici possono indurre variazioni nei profili metabolici e infiammatori [95], [96]. Di conseguenza, le RI ottenute da una popolazione eterogenea di vacche in lattazione precoce, senza una divisione fra post-parto (3-7 GDP) e animali freschi (30-40 GDP), sarebbero troppo ampie, per questo occorre mantenere distinti i due periodi.

- fase avanzata di lattazione tra 160/305 GDP per una corretta caratterizzazione dell'intero ciclo produttivo. Questa fase, caratterizzata da una lenta ma continua riduzione della produzione, presenta un bilancio energetico positivo [76], una ripresa del peso corporeo e conseguentemente dello stato di ingrassamento [97], differenziandosi nettamente dalle precedenti.

Per definire i RI, oltre alle categorie fisiologiche, occorre definire una popolazione sana. La salute è una condizione relativa, che in campo umano si esprime come lo stato di benessere fisico, mentale e sociale [98]. Anche in campo animale, la salute animale non è definita solo una semplice assenza di infermità fisica di salute ma ad essa va associata una condizione di benessere come una componente indispensabile [99].

Per designare la buona salute e quindi determinare la condizione di normalità per un individuo di riferimento è necessario effettuare esami, valutare la storia dell'individuo e/o fare uso di test clinici di laboratorio [100]. Perciò è necessario lavorare su animali esenti da affezioni cliniche e subcliniche chiaramente identificabili (a titolo di esempio, in Tabella 2 e Tabella 4 sono riportati criteri di definizione oggettiva di animali malati). Ulteriore elemento da considerare è lo stadio di fisiologico dell'animale, nonché la razza [101].

Un parametro nei bovini mai utilizzato in precedenti studi, ma che contribuisce a modificare la risposta fisiologica degli animali è la loro condizione oggettiva di benessere. La valutazione del benessere permette di rilevare le condizioni di vita degli animali: le strutture nelle quali sono stabulati e la loro alimentazione (indicatori indiretti) ma anche le performance, lo stato di salute della mandria, l'efficienza riproduttiva ed anche il repertorio comportamentale degli animali, non solo tra loro ma anche quando interagiscono con l'uomo [40][38]. Ciò dà la possibilità di conoscere lo stato sociale generale degli animali, nonché la presenza di disturbi legati al management aziendale e alle interazioni sociali entro popolazione e con l'uomo. Un management inadeguato, potrebbe infatti non determinare l'insorgenza di manifestazioni patologiche con sintomatologia clinica negli animali, ma comportare disagio e molteplici adattamenti di tipo fisiologico. Una visita clinica veterinaria, non consente la valutazione del disagio, perciò animali clinicamente sani, ma allevati in condizioni non ottimali di benessere potrebbero essere inclusi erroneamente nella popolazione per la definizione di RI. Pertanto, RI determinati senza conoscere il livello di benessere degli allevamenti sono soggetti a maggiore variabilità di parametri ematici.

Scopo di questo studio è stato quello di definire nuovi valori ematici di riferimento, specifici per vacche da latte adulte di razza Holstein ad alto merito genetico, per le fasi fisiologiche più rilevanti: asciutta (**AS**: -30/-10 GDP), postparto (**PP**: +3/+7 GDP), fresche (**FR**: +28/+45 GDP) ed avanti (**AV**: +160/+305 GDP). La selezione degli allevamenti ha tuttavia considerato, oltre che i criteri generali di omogeneità delle categorie e selezione di animali clinicamente sani, anche la valutazione oggettiva dello stato di benessere (modello SDIB, Capitolo 2), in modo da includere solo soggetti allevati in condizioni psico-fisiche ottimali.

6. Materiali e metodi

6.1. Disegno sperimentale

In 30 Allevamenti della Pianura Padana, situati nelle province di Cremona, Piacenza e Brescia, è stato valutato il livello di **BA**, attraverso il modello SDIB e l'utilizzo del software IDEAL descritto precedentemente nel capitolo II. Negli allevamenti con una valutazione SDIB complessiva superiore a 7 punti su 10 e un punteggio di almeno 6.5 su 10 per ogni singolo cluster (allevamento, alimentazione ed animale) (Tabella 1), sono stati prelevati – nei mesi

tra settembre e maggio – campioni di sangue da bovine clinicamente sane (Tabella 2), in 4 distinte fasi fisiologiche: Asciutta (**AS**) (range accettato: -30/-15 giorni dal parto), Postparto (**PP**) (range accettato: 3/7 GDP), Fresche (**FR**) (range accettato: 28/45 giorni dal parto) e Avanti (**AV**) (range accettato: 160/305 GDP). Sono stati campionati da un minimo di 6 ad un massimo di 12 individui per categoria per ciascun allevamento, in relazione alla dimensione dell'allevamento.

Tabella 1 – Punteggi IDEAL globale e dei singoli cluster (C.) degli allevamenti considerati e caratteristiche salienti

Azienda	Consistenza ¹	ECM ²	C. Allevamento	C. Alimentazione	C. Animale	IDEAL score
A	184	112.9	7.5	7.9	8.8	8.0
B	210	103.5	7.5	7.4	8.7	7.8
C	394	124.4	7.0	8.0	8.3	7.8
D	864	108.4	8.0	7.4	7.6	7.7
E	280	112.0	7.0	7.3	8.7	7.6
F	107	100.6	7.7	6.7	8.6	7.6
G	311	100.1	7.5	7.1	8.2	7.6
H	304	101.0	6.6	7.6	8.3	7.5
I	175	100.3	6.7	7.0	8.9	7.5
L	378	101.5	7.0	7.2	7.6	7.3
M	338	99.0	6.6	7.0	8.4	7.3

¹ Consistenza = numero medio di animali in lattazione durante i 12 mesi precedenti la valutazione del benessere

² ECM = Energy corrected milk medio per lattazione standard di 305 giorni espresso in quintali [57]

Tabella 2 - Criteri di esclusione degli animali dallo studio (e quindi non campionati).

Criteri clinici di esclusione immediata	
Sintomi generici	Febbre (> 39,5 ° C), anoressia, ridotta produzione di latte, accessi, traumi
Sintomi infiammatori	Secrezione nasale (mucopurulenta o emorragica), lacrimazione degli occhi
Turbe digestive	Fossa del fianco vuota, diarrea
Problemi agli arti	Zoppie, lesioni evidenti ai garretti, laminiti (acute o croniche)
Altri	Stato di irrequietezza al momento del campionamento

6.2. Prelievi ematici e metodiche utilizzate

I prelievi ematici sono stati effettuati al mattino prima della somministrazione dell'unifeed, quando questa era eseguita con cadenza giornaliera, mentre quando la foraggiata era distribuita con cadenza inferiore (es. ogni 2/3 giorni), il campionamento veniva effettuato

tra le ore 8.00 e le ore 10.00 del mattino (situazione che ha interessato solo gli animali della categoria **AS**). I campioni, prelevati dalla vena giugulare, sono stati raccolti in provette sottovuoto contenenti 150 unità USP di litio eparina (Vacutainer®; Becton, Dickinson and Co., Franklin Lakes, NJ). Immediatamente dopo il prelievo, i campioni di sangue sono stati mantenuti in acqua e ghiaccio sino alla centrifugazione (Hettich Universal 16R Centrifuge, 3500 G, 16min, 6°C), che è stata effettuata entro 2 ore dal prelievo. Una piccola frazione di sangue è stata prelevata prima della centrifugazione in un capillare ed è stata utilizzata per la determinazione dell’ematocrito (ALC Centrifugette 4203, 15300 G, 12min). Il plasma ottenuto dalla centrifugazione è stato conservato a –20°C fino al momento delle analisi.

Le analisi ematiche hanno riguardato indicatori relativi al:

- metabolismo energetico (Glucosio, Colesterolo, Acidi grassi non esterificati = NEFA e β -idrossibutirrato = BHB),
- metabolismo proteico (Urea e Creatinina. Quest’ultima non è strettamente un indice di metabolismo proteico ma, si è deciso di includerla in questa classe poiché in condizioni di stress, in particolare nel postparto, un aumento repentino dell’utilizzo del tessuto muscolare a scopo energetico causa un aumento della Creatinina dovuto alla degradazione della Fosfocreatina utilizzata nella normale attività muscolare [102]),
- immunità innata (Aptoglobina, Ceruloplasmina, Proteine totali, Albumine, Globuline, Paraossanasi e Mieloperossidasi),
- funzionalità e danno epatico (Aspartato transaminasi, γ -Glutamiltanspeptidasi, Bilirubina totale e Fosfatasi alcalina)
- metabolismo minerale (Ca, P, Mg, Na, K, Cl, Zn).

Le determinazioni analitiche sono state effettuate con analizzatore centrifugo automatizzato (ILAB 650 della Instrumentation Laboratory, MA, USA). La metodica analitica di ciascun parametro, il corrispondente test di laboratorio e la variabilità intra e inter-analisi sono riportati nella Tabella 3.

Tabella 3 - Variabili ematiche, metodica analitica e coefficienti di variazione inter e intra analisi

Variabile ¹	Unità di misura	Metodo analitico	CV% ³ intra-a.	CV% ⁴ inter-a.
Glucosio	mmol/l	Trinder end point Glucose oxidase/Peroxidase	1.33	0.75
Colesterolo	mmol/l	Trinder end point Cholesterol oxidase/Peroxidase	1.56	1.38
NEFA	mmol/l	Trinder end point Acyl coenzyme A oxidase/Peroxidase assay	2.27	5.00

BHB	mmol/l	Kinetic UV method	0.82	3.42
Urea	mmol/l	End point method. GLDH enzyme system.	1.14	1.23
Creatinine	mcmol/l	End point colorimetric method. Reaction of creatinine with picric acid	1.09	3.09
Aptoglobina	g/l	Rate of oxidation of guaiacol from MetHB-Hp complex in presence of H ₂ O ₂	3.64	3.50
Ceruloplasmina	mcmol/l	p-phenylenediamine dihydrochloride oxidation	1.39	3.57
Proteine totali	g/l	Modified biuret methodology.	1.07	2.87
Albumine	g/l	End point colorimetric method. Green bromocresol	1.20	3.41
Globuline	g/l	Calculated parameter	-	-
Paraoxonase	U/ml	Rate of hydrolysis of Paraoxon	1.38	4.60
MPO	U/l	Spectrophotometric assay.	1.83	8.60
AST	U/l	Rate analysis according to the recommendations of the IFCC ²	1.78	3.55
GGT	U/l	Rate analysis according to Szasz/Persijn method	2.27	4.42
Bilirubina totale	mcmol/l	End point analysis. Modified Jendrassik-Grof method	3.11	2.46
ALP	U/l	Rate analysis. IFCC ² method performed at 37°C	0.77	3.52
Calcio	mmol/l	End point method. Reaction of calcium with o-cresolphthalein complexone.	0.93	1.86
Fosforo	mmol/l	End point UV method.	1.64	0.73
Magnesio	mmol/l	Rate analysis, enzymatic methodology.	1.00	1.65
Sodio	mmol/l	Indirect potentiometry	0.62	1.53
Potassio	mmol/l	Indirect potentiometry	0.63	1.11
Cloro	mmol/l	Indirect potentiometry	0.34	0.77
Zinco	mmol/l	Colorimetric assay	1.76	3.83

¹BHB = beta-Idrossibutirrato; MPO = Mieloperossidasi; AST = Aspartato transaminasi; GGT = gamma glutamil transferasi; ALP = fosfatasi alcalina

²International Federation of Clinical Chemistry and Laboratory Medicine

³CV% intra-a.= Variabilità intra-analisi

⁴CV% inter-a.= Variabilità inter-analisi

6.3. Analisi statistica

Gli animali che hanno mostrato valori di parametri ematici che esulavano dal range fisiologico di omeostasi (Tabella 4) sono stati esclusi dalla prova, in quanto evidenziavano la presenza di condizioni subcliniche di gravi patologie. Nella Tabella 4 sono indicate anche le patologie che tali anomalie ematiche indicano e i riferimenti bibliografici

Tabella 4 - Criteri di esclusione ex-post degli animali dallo studio, per la presenza di gravi problemi subclinici.

Patologia diagnosticata	Valore soglia di diagnosi	Riferimento bibliografico
Chetosi	BHB > 1.2 mmol/L	[81]
Ipocalcemia	Ca < 2.0 mmol/L	[103]
Infiammazione	Aptoglobina ¹ > 0.4 g/L	[104][88]

³Per la fase PP è stata considerato un livello limite di 2.0

Questa operazione ha comportato l'esclusione di 50 soggetti dei 361 totali, rispettivamente: 8 AS, 16 PP, 16 FR e 10 AV.

I dati sono stati analizzati con il software statistico R versione 3.6.1. Il primo step ha riguardato l'identificazione degli outliers di ciascuna variabile, per ciascuna fase di lattazione. Sono stati considerati outliers e quindi eliminati dall'elaborazione, le osservazioni oltre $1,5 * IQR$ (Inter Quartile Range), dove IQR è la differenza tra il 75° e il 25° quartile. Questa operazione è stata eseguita 3 volte, eliminando in questo modo un massimo di 14 valori per la variabile Fosforo nella categoria AS e 12 valori per la gamma glutamil transferasi per le fasi PP, FR e AV (il numero di valori considerati per ciascun parametro sono indicati in Tabella 5). In seguito, l'asimmetria e la normalità della distribuzione sono state valutate attraverso le procedure Skew e Kurt contenute nel pacchetto DescTools. Sono state considerate normali e omoschedastiche le variabili con curtosi e asimmetria comprese tra -1.5 e 1.5. Per le variabili non normali è stata applicata una trasformazione Log_e (NEFA, BHB, Zn).

Successivamente è stata eseguita un'analisi della varianza (ANOVA) per valutare l'effetto fase di lattazione, e poi, eccetto per le variabili per le quali non è stata riscontrata differenza significativa tra le varie fasi (K e fosfatasi alcalina), è stata eseguita un'analisi post-hoc (confronti multipli) eseguendo un "test delle differenze significative oneste" di Tukey (implementato nel pacchetto multcomp) per la determinazione delle categorie "vere" su cui costruire i range di riferimento normali.

Infine, per la determinazione degli intervalli di riferimento per ciascuna variabile, divisi per ciascuna categoria "vera" è stato applicato il metodo bootstrap descritto da Dimauro et al. (2009)[105], tecnica statistica di ricampionamento con reimmissione per approssimare la distribuzione campionaria di una statistica. Permette perciò di approssimare media e varianza di uno stimatore, costruire intervalli di confidenza e calcolare p-values di test quando, in particolare, non si conosce la distribuzione della statistica di interesse.

7. Risultati

Gli allevamenti oggetto di studio erano di dimensione medio-grande (da 100 a 1000 capi in lattazione), a stabulazione libera. Il livello di benessere ottenuto dagli 11 allevamenti selezionati, è risultato maggiore di 7.0, ciò comporta che le strutture di allevamento, l'alimentazione degli animali, il management aziendale e lo stato degli animali sono risultati di ottimo livello. Nonostante la selezione delle aziende per mezzo di un criterio oggettivo di valutazione del benessere (modello SDIB), una limitazione potrebbe risiedere nella

omogeneità di alcuni dati raccolti nelle aziende, che si basano sui controlli disponibili (ad esempio analisi degli alimenti) che per qualità, frequenza, modalità di acquisizione potrebbero restituire informazioni di insufficiente precisione. Come spiegato nel capitolo precedente, questa situazione si può verificare con più elevata facilità nella definizione chimico-nutrizionale degli alimenti, in quanto ogni allevamento segue monitoraggi differenti.

In tabella 5 sono riportate le variabili analizzate. Si è proceduto come spiegato in precedenza, all'eliminazione di 50 soggetti con uno o più parametri ematici alterati, indici di anomalie subcliniche (Tabella 3). Sono stati eliminati per ogni variabile gli outliers selezionati attraverso la procedura $1,5 * IQR$ precedentemente descritta. L'origine di tali outliers non è facile da identificare in quanto appare remota la presenza di errori analitici (ogni campione strano è stato ripetuto), tuttavia sono possibili errori di campionamento, identificazione dei soggetti, problematiche legate allo stato fisiologico (es. attesa troppo lunga tra la distribuzione della miscelata e momento del campionamento, possibile consumo abbondante dei residui alimentari nell'attesa dei prelievi, stati patologici subclinici). Il numero di osservazioni utilizzate per individuare l'effetto fase e per la definizione dei range ematici di riferimento sono riportati in Tabella 5. Nella stessa tabella sono anche riportati gli indici di asimmetria e curtosi utilizzati per definire la distribuzione delle variabili. Le variabili NEFA, BHB e Zinco hanno necessitato di una trasformazione logaritmica.

7.1. Effetto fase

Le sole variabili non influenzate dalla fase fisiologica sono state Potassio e Fosfatasi alcalina, in accordo con quanto descritto da Cozzi (2011) [82]. I parametri che hanno ottenuto invece una differenza significativa tra tutte le fasi, e di conseguenza necessitano di un RI specifico per AS, PP, FR e AV sono Colesterolo, Proteine totali, Albumine e NEFA.

La fase PP è quella che si differenzia maggiormente dalle altre, a riprova di quanto importanti siano le modificazioni metaboliche nell'immediato post-parto. Un range distinto per questa fase è risultato necessario per: Glucosio, BHB, Creatinina, Aptoglobina, Ceruloplasmina, Globuline, Paraoxonasi, Mieloperossidasi, Aspartato transaminasi, Bilirubina totale, Calcio, Magnesio, Sodio (oltre che per Colesterolo, Proteine totali, Albumine e NEFA

precedentemente citati). Invece ematocrito, Globuline, Mieloperossidasi e Calcio hanno mostrato similitudine fra le fasi AS, FR e AV.

FR e AV per molte variabili non differiscono tra loro: Urea, Creatinina, Ceruloplasmina, Paraoxonasi, Aspartato transaminasi, Magnesio, Cloro e Zinco. Lo Zinco è risultato analogo anche per la fase PP.

I risultati dell'analisi della varianza per ogni variabile sono riportati in Tabella 5.

7.2. Intervalli di riferimento

Gli RI di ogni variabile, divisi per le categorie precedentemente discusse, sono stati elaborati considerando la distribuzione che ingloba il 95% delle osservazioni ($\text{media} \pm 1.96\text{ds}$) riportati in Tabella 4. Questo intervallo appare utile nella valutazione dei dati analitici relativi ai singoli individui, se il dato rientra in tale range si può considerare il soggetto normale. Per l'interpretazione del profilo metabolico realizzato su in gruppo omogeneo di animali invece, è stato calcolato un intervallo di riferimento, limitato all'area che include il 68% delle osservazioni ($\text{media} \pm \text{ds}$), rappresentato in Tabella 5. Tale range, più ristretto, è giustificato dal fatto che valutando il dato medio di un gruppo di animali determina il riassorbimento di molte cause di variazione individuale (Bertoni et al., 2000). In ogni caso i soggetti o le popolazioni fuori dai suddetti range indicano anomalie gravi che vanno rapidamente affrontate.

8. Discussione

La definizione di RI adeguati consente di avere dei riferimenti oggettivi nel caso di controlli ematici eseguito nell'ambito di monitoraggi routinari presso allevamenti o di ricerche. I risultati ottenuti in questo lavoro hanno presentato spesso differenze statisticamente significative tra le 4 fasi fisiologiche individuate confermando che si tratta di momenti fisiologici differenti ed assai rilevanti nel ciclo produttivo della bovina da latte. Gli RI ottenuti risultano in larga misura coerenti con i lavori pubblicati in letteratura, almeno per le fasi di asciutta e lattazione medio-avanzata, che presentano precedenti ricerche. Qualche differenza di rilievo è invece emersa per le variabili relative a funzionalità e danno epatico. In tutte le fasi sono state riscontrate differenze piuttosto elevate, che inducono a pensare

ad un effetto rilevante attribuibile alla metodica analitica. Per questi parametri solo gli RI proposti da Moretti et al. (2017) e da Brent e Duffield (2015) mostrano forti analogie.

Fase di asciutta (AS) (tabella 8)

Nella fase asciutta le maggiori differenze tra i dati ottenuti e la letteratura scientifica di riferimento concernono il metabolismo energetico ed in particolare i livelli di glucosio e NEFA. L'RI del Glucosio presentato da Brscic, et al. (2015) [2.6-3.8 mmol/L] risulta significativamente più basso rispetto a quello ottenuto in questo lavoro [3.71-4.67 mmol/L] ed a quello presentato da Brent e Duffield (2015) [3.00-4.00 mmol/L]. Le differenze potrebbero essere dovute in parte alla stagione di campionamento, poiché durante l'estate le perdite di energia per termoregolazione sono più elevate ed inoltre nel periodo caldo l'ingestione di alimenti è ridotta [106], e ciò potrebbe comportare un abbassamento della glicemia. La glicemia è tuttavia anche influenzata dalla metodologia di raccolta del campione (ad esempio un prolungato intervallo tra campionamento e centrifugazione la riduce per il consumo ad opera leucocitaria, specie se lo stoccaggio non comporta una rapida diminuzione della temperatura del campione di sangue) e dal tipo di anticoagulante.

Il livello di NEFA ottenuto in questo lavoro [0-0.38 mmol/L] è invece risultato inferiore a quanto riportato da altri autori. Bertoni et al. (2000) hanno mostrato RI di 0.03-0.46 mmol/L, in questo caso tuttavia solo 6 stalle su 12 utilizzavano la tecnica di alimentazione unifeed, per cui è presumibile che in tali allevamenti il livello di ingestione fosse più basso [107], fatto che favorisce un deficit energetico crescente con l'avvicinamento al parto ed il conseguente più elevato livello di NEFA nel sangue, per una maggiore lipomobilizzazione. Anche Brent e Duffield, 2015 hanno presentato un RI più elevato [0-0.50 mmol/L], ma in questo caso la ragione più probabile appare l'inclusione in tale categoria di soggetti prossimi al parto. Infatti tra -10 e 0 giorni dal parto i NEFA aumentano rapidamente a causa del calo di ingestione che avviene in questo periodo [108] ed all'inizio della produzione di colostro.

In merito al metabolismo proteico, va osservato che l'RI ottenuto per l'urea [1.61-6.90 mmol/L] è analogo a quello calcolato da Brent e Duffield, (2015) [3.00-6.50 mmol/L]. La differenza sta semmai nel valore minimo del range, che è stato molto inferiore nel presente lavoro. In entrambi i casi il limite superiore dell'uremia è risultato particolarmente elevato e ciò suggerisce che in termini energetico-proteici le diete usate in asciutta non sono

perfettamente bilanciate [109], nonostante la concentrazione proteica delle razioni sia corretta in relazione ai fabbisogni. Il livello di Creatinina invece [76.19-118.7 mmol/L] è analogo con quanto proposto da Brscic et al. (2015) [63.30-121.4 mmol/L]. Il limite inferiore del RI è tuttavia molto più elevato di quello presentato da Brent e Duffield, (2015) [32.0-130 mmol/L]. Valori molto bassi di creatinina suggeriscono l'inclusione di soggetti con uno stato di forma alterato, in quanto la creatinina è un indicatore diretto della massa muscolare corporea. Il livello di creatinina ematica è in relazione all'utilizzo della fosfocreatina. In una condizione di sostanziale equilibrio (da intendersi anche come lento aumento o lento declino della massa corporea), il livello di creatinina rappresenta un indice grezzo della massa muscolare. Quanto più alta è il livello ematico di creatinina e tanto maggiore è la massa muscolare.

Gli indici di immunità innata sono coerenti con i risultati mostrati in letteratura.

I minerali mostrano RI comparabili in tutti i lavori [79]–[81]

Fase di post-parto (PP) (tabella 9)

Per la fase postparto esistono limitati dati in letteratura, per cui gli RI appaiono di estrema utilità per l'interpretazione dei risultati. Il lavoro di Quiroz-Rocha et al. (2009) calcola il RI per tale fase, ma include solo un numero limitato di variabili. I dati elaborati da Moretti et al. (2017) hanno invece incluso animali con patologie subcliniche (Tab. 3) ed escluso solo quelle con patologie conclamate. Il RI del β -idrossibutirrato, presentato da quest'ultimo [0.38-1.71], possiamo assumere che siano stati inclusi nello studio animali con chetosi subclinica, poiché il limite per questa dismetabolia è considerato pari o superiore a 1.2 mmol/L [81]. Tale supposizione è coerente anche con i livelli del range di NEFA, che risultano più elevati [0.16-1.63 mmol/L] del nostro studio [0.01-1.33 mmol/L]. Anche il livello di aptoglobina presentato da Moretti et al. (2017) [0.80-21.8], non pare compatibile con un buono stato di salute. Bovine con livelli così elevati di aptoglobina, presentano certamente una infiammazione conclamata [104][88]. Peraltro, tali elevati livelli sono in linea con una maggiore concentrazione di Ceruloplasmina riscontrata nello studio di Moretti et al. (2017), [2.35-4.98 mcmol/L] a confronto con il nostro [1.92-3.93 mcmol/L]. La ceruloplasmina è una proteina positiva di fase acuta che risponde più lentamente e tardivamente all'insulto infiammatorio e rimane poi innalzata per un periodo più prolungato. Anche il livello di

bilirubina è risultato decisamente più alto in Moretti et al., (2010) [1.03-19.45 mcmol/L] rispetto a questo studio [0.15-11.14 mcmol/L] e suggerisce che, anche a livello epatico, la popolazione investigata da Moretti et al., (2017) avevano una situazione clinica inadeguata, in quanto tale variabile indica la presenza di un possibile danno epatico [110]. Tuttavia, possibile elemento di variabilità da tenere in considerazione, è che nello studio di Moretti et al., (2017) sono state incluse anche le primipare [111]. In un altro lavoro (Bertoni e Trevisi, 2013) molti dei parametri ematici investigati erano stati tenuti distinti proprio in relazione all'ordine di parto (primipare vs pluripare).

Fase di inizio lattazione o bovine "fresche" (FR) (tabella 10)

Per la fase bovine in lattazione da noi definita "Fresche" la comparazione con i dati di letteratura risulta complessa, in quanto sono state scelte fasi di lattazione piuttosto diverse. In questa ricerca abbiamo selezionato soggetti tra i +28/+45 GDP, considerando tale fase come quella più indicativa al termine del periodo di transizione, ma estendendola per un paio di settimane. Moretti et al. (2017) hanno invece preso in considerazione una fase più ristretta (+27/+33 GDP), ma sostanzialmente analoga a quella di questo studio, mentre Bertoni et al. (2000) e Brent e Duffield (2015) hanno considerato una fase di lattazione più estesa, rispettivamente tra +25 a +100 e tra +30 e +100 GDP. La scelta di avere un intervallo così ampio aumenta la probabilità di campionare soggetti lontani dalla condizione di deficit energetico, condizione che causa importanti variazioni metaboliche [112]. Cozzi et al. (2011) hanno considerato una fase più eterogenea che include soggetti nel periodo di transizione e che si estende al termine del 3° mese di lattazione (tra +10 e + 89 GDP). L'inclusione di animali prima dei 30 GDP aumenta la variabilità dei RI ottenuti poiché molte patologie (ad es. chetosi, metrite, mastite) si verificano principalmente entro il primo mese di lattazione e spesso solo in forma subclinica, non rilevabile dagli allevatori [67], fatto che giustifica anche il più severo NEB [112].

Valutando gli indicatori del metabolismo energetico si conferma quanto detto. In particolare, il livello dei NEFA presenta un range intermedio [0.00-0.71] rispetto ai range presentati da Bertoni et al. (2000) [0.01-0.52] e Cozzi et al. (2011) [0.06-0.83].

Il confronto più corretto sarebbe quello con Moretti et al. (2017), poiché i GDP degli animali controllati sono più simili a quelli presentati in questo studio. Anche in questo caso, come

riscontrato nella fase postparto precedentemente discussa, l'autore ha incluso animali con stato metabolico alterato per la presenza di uno stato infiammatorio rilevabile attraverso il livello medio di Aptoglobina. Infatti, tale range è di [0,10-4,40 g/L]. In questo studio, onde evitare di considerare soggetti con patologie subcliniche sono stati eliminati i soggetti con livelli di Aptoglobina > 0.4 g/L, livello 10 volte inferiore a quello presentato come limite superiore dell'RI calcolato da Moretti et al. (2017). Probabilmente l'introduzione di tale criterio ha anche modificato la distribuzione del livello di ceruloplasmina, altra proteina positiva di fase acuta, a livello ematico). Così il livello di Ceruloplasmina delle bovine fresche in tale studio è risultato meno elevato rispetto a quanto trovato in letteratura [1.35-5.23 vs. 1.42-3.45 mcml]. Moretti et al, (2017), hanno inoltre controllato anche primipare, con aumento conseguente della variabilità del profilo ematochimico [111].

Nella popolazione selezionata da Brent e Duffield (2015) sono presenti soggetti con patologie di tipo subclinico. Il RI del β -idrossibutirrato da loro proposto [0.30-1.25] appare infatti elevato, in quanto il limite per la chetosi subclinica è pari a 1.2 mmol/L [50]. Anche l'RI dell'aptoglobina [0.00-0.50] mostra soggetti con un livello troppo elevato per essere ritenuti clinicamente sani [104][88]. Inoltre il livello di magnesio è risultato troppo basso, quindi non conforme a soggetti sani [0.60-1.00] [113].

Fase finale di lattazione o bovine "avanti" AV (tabella 11)

Per la fase avanti, i valori calcolati sono in linea con quanto presentato in letteratura. Le maggiori differenze si hanno in merito al metabolismo energetico: il livello di NEFA calcolato [0.02-0.19 mmol/L] è intermedio a quanto presentato da Cozzi et al. (2011) [0.03-0.34 mmol/L] e Brent e Duffield (2015) [0.00-0.10 mmol/L], probabilmente perché questi hanno controllato soggetti con GDP differente [112]. Nella popolazione di animali utilizzato da Brent e Duffield (2015) inoltre, il livello di Aptoglobina presentato appare elevato [0.00-0.40 g/L], ciò potrebbe significare l'inclusione di animali con stati infiammatori. Questa supposizione trova conferma nel livello di β -idrossibutirrato [0.35-1.22 mmol/L], il cui livello di riferimento superiore suggerisce la presenza di alcune bovine con chetosi subclinica, causata probabilmente da una minore ingestione di alimento dovuta all'infiammazione [89].

9. Conclusione

L'approccio adottato nel presente studio per il calcolo degli intervalli di confidenza, che ha tenuto conto dell'effetto della fase fisiologica, selezionando preventivamente gli allevamenti sulla base del livello di benessere degli stessi, permetterà una più precisa valutazione dello stato metabolico di vacche di razza Frisona. I range calcolati, saranno utili sia per indentificare problematiche nei singoli individui (range 95%) e per accertare criticità a livello di gruppo (range 68%).

Tabella 5 - Parametri del sangue analizzati di vacche Holstein suddivise per fase fisiologica: numero di campioni dopo la delezione degli outliers, indici di asimmetria (S.) e curtosi (K.) media, deviazione standard e "categoria vera" calcolata attraverso analisi della varianza.

Variabile ¹	Asciutta (GDP ² -30 / -10)					PostParto (GDP ² +3 / +7)					Fresche (GDP ² +28 / +45)					Avanti (GDP ² +160 / +305)				
	No.	S.	K.	Media ± Ds.	C	No.	S.	K.	Media ± Ds.	C	No.	S.	K.	Media ± Ds.	C	No.	S.	K.	Media ± Ds.	C
Ematocrito (L/L)	83	-0.04	-0.22	0.34±0.03	a	82	0.33	-0.47	0.34±0.02	a	63	-0.16	-0.60	0.30±0.02	b	67	0.12	-0.26	0.33±0.02	a
Metabolismo energetico																				
Glucosio (mmol/L)	82	0.14	-0.18	4.22±0.22	a	86	0.17	-0.10	3.87±0.34	b	67	0.27	-0.47	4.15±0.26	a	71	0.23	-0.29	4.36±0.28	c
Colesterolo (mmol/L)	75	0.39	-0.09	3.04±0.64	a	86	0.14	-0.36	2.06±0.47	b	67	0.21	-0.29	4.69±1.35	c	71	-0.28	-0.49	6.15±1.23	d
⁴ NEFA (mmol/L)	83	-0.28	0.12	0.18±0.10	a	85	-0.47	1.15	0.67±0.33	b	66	-0.18	-0.53	0.33±0.19	c	70	0.36	-0.22	0.11±0.04	d
⁴ β-OHB (mmol/L)	83	0.09	-0.32	0.42±0.10	a	85	-0.22	-0.46	0.68±0.21	b	66	0.20	0.15	0.51±0.20	a	70	0.39	-0.47	0.44±0.17	a
Metabolismo Proteico																				
Urea (mmol/L)	77	0.25	-0.94	3.95±1.25	a	86	0.57	-0.43	4.31±1.19	a	67	0.11	-0.41	4.96±1.25	b	71	0.02	-0.42	5.27±0.80	b
Creatinina (mcmol/L)	83	0.37	-0.39	97.5±10.7	a	85	0.24	-0.30	90.7±8.43	b	66	0.10	-0.50	84.5±6.26	c	70	0.05	-0.53	84.8±5.38	c
Indici di immunità innata																				
Aptoglobina (g/L)	79	0.47	-0.14	0.17±0.07	a	87	0.30	-0.78	0.85±0.51	b	68	0.17	-0.32	0.18±0.08	a	72	0.60	-0.47	0.12±0.07	c
Ceruloplasmina (mcmol/L)	81	0.27	0.13	2.23±0.39	a	85	0.19	-0.34	2.92±0.50	b	66	0.16	-0.32	2.47±0.55	c	70	0.18	-0.40	2.39±0.46	c
Proteine totali (g/L)	81	-0.19	-0.19	80.2±5.18	a	85	-0.05	-0.27	74.1±4.78	b	66	0.21	-0.68	82.0±4.49	c	70	0.08	-0.34	83.9±3.96	d
Albumine (g/L)	82	-0.07	-0.69	36.6±1.63	a	82	-0.29	-0.24	35.4±2.21	b	63	-0.27	-0.05	37.6±2.16	c	67	-0.25	-0.28	38.4±1.82	d
Globuline (g/L)	82	0.17	-0.08	43.4±5.67	a	85	-0.10	-0.26	38.7±4.28	b	66	0.55	-0.29	44.5±5.56	a	70	0.64	-0.27	45.8±5.34	a
Paraoxonasi (U/mL)	78	0.54	-0.37	87.3±16.9	a	87	0.40	0.01	72.8±18.8	b	68	0.18	0.00	102±20.8	c	72	0.54	-0.23	94.0±16.9	c
Mieloperossidasi (U/L)	81	0.09	-0.45	434±55.0	a	82	-0.14	-0.46	504±54.2	b	63	0.28	-0.40	458±56.8	a	67	-0.23	-0.15	457±62.2	a
Funzionalità e danno epatico																				
AST (U/L)	81	0.62	-0.18	83.8±15.0	a	75	0.40	-0.38	109±16.5	b	56	0.09	-0.87	95.7±13.0	c	60	0.46	-0.63	104±21.3	c
GGT (U/L)	82	0.59	-0.50	24.2±6.80	a	76	0.13	-0.24	20.6±4.13	a	57	0.12	-0.02	25.5±4.60	b	61	0.24	-0.39	31.5±6.35	c
Bilirubina totale (mcmol/L)	80	0.09	-0.87	1.65±0.76	a	81	0.52	-0.73	5.64±2.76	b	62	0.30	-0.21	2.29±1.00	c	66	-0.10	-0.57	1.54±0.51	a
ALP (U/L)	75	0.16	-0.52	47.9±14.0	a	84	0.35	-0.66	49.3±15.4	a	65	0.72	-0.13	43.7±14.1	a	69	0.35	-0.31	49.8±12.9	a
Minerali																				
Calcio (mmol/L)	84	0.23	-0.33	2.58±0.11	a	84	0.00	-0.43	2.41±0.16	b	65	0.01	-0.40	2.54±0.13	a	69	-0.38	-0.34	2.57±0.13	a
Fosforo (mmol/L)	71	0.05	-0.24	2.02±0.20	a	87	0.42	-0.15	1.61±0.45	b	68	-0.38	-0.30	1.62±0.33	b	72	-0.02	-0.45	1.85±0.28	c
Magnesio (mmol/L)	83	0.12	-0.57	0.99±0.08	a	87	-0.01	-0.91	0.91±0.13	b	68	0.04	-0.84	1.09±0.10	c	72	-0.04	-0.57	1.06±0.09	c
Sodio (mmol/L)	84	-0.12	-1.02	145±4.20	a	86	0.08	-0.71	147±3.50	b	67	0.01	-0.98	144±4.30	a	71	0.41	-0.72	143±3.90	c
Potassio (mmol/L)	83	0.27	-0.60	4.30±0.35	a	84	0.10	-0.25	4.23±0.38	a	65	0.04	-0.26	4.21±0.49	a	69	-0.29	-0.40	4.20±0.30	a
Cloro (mmol/L)	84	-0.08	-0.50	106±3.50	a	84	-0.13	-0.94	106±2.90	a	65	-0.22	-0.44	104±3.10	b	69	-0.04	-0.70	103±2.70	b
⁴ Zinco (mmol/L)	81	-0.11	-0.07	14.4±2.58	a	85	0.16	-0.11	12.6±3.63	b	66	-0.08	0.75	13.1±2.68	b	70	0.38	1.12	13.2±2.65	b

¹NEFA = Acidi grassi non esterificati; β-OHB = beta-idrossibutirrato; AST = aspartato ammino transferasi; GGT = gamma glutamil transferasi; ALP = fosfatasi alcalina

²GDP = Giorni dal parto;

³C. = Categoria vera, calcolata tramite ANOVA. Ad uguale lettera corrisponde la medesima categoria

Tabella 6 - Intervalli di riferimento relativi al 68% delle osservazioni (media \pm deviazione standard), delle variabili ematiche analizzate con bootstrap, e relativi intervalli di confidenza del 95%

Variabile ¹	Asciutta (GDP ² -30 / -10)			PostParto (GDP ² +3 / +7)			Fresche (GDP ² +28 / +45)			Avanti (GDP ² +160 / +305)		
	RI	CI _{95%} inferiore	CI _{95%} superiore	RI	CI _{95%} inferiore	CI _{95%} superiore	RI	CI _{95%} inferiore	CI _{95%} superiore	RI	CI _{95%} inferiore	CI _{95%} superiore
Ematocrito (L/L)	0.31 - 0.36	0.30 - 0.31	0.35 - 0.37	0.31 - 0.36	0.30 - 0.31	0.35 - 0.37	0.27 - 0.32	0.27 - 0.28	0.31 - 0.33	0.31 - 0.36	0.30 - 0.31	0.35 - 0.37
Metabolismo energetico												
Glucosio (mmol/L)	3.95 - 4.43	3.88 - 4.02	4.36 - 4.50	3.54 - 4.20	3.42 - 3.66	4.08 - 4.33	3.95 - 4.43	3.88 - 4.02	4.36 - 4.50	4.09 - 4.64	3.98 - 4.2	4.53 - 4.75
Colesterolo (mmol/L)	2.40 - 3.68	2.15 - 2.65	3.43 - 3.93	1.60 - 2.53	1.43 - 1.77	2.36 - 2.70	3.35 - 6.04	2.79 - 3.91	5.48 - 6.60	4.93 - 7.38	4.42 - 5.44	6.87 - 7.89
NEFA (mmol/L)	0.07 - 0.28	0.04 - 0.11	0.24 - 0.32	0.34 - 1.00	0.22 - 0.46	0.88 - 1.12	0.14 - 0.52	0.06 - 0.22	0.44 - 0.60	0.06 - 0.15	0.05 - 0.08	0.13 - 0.17
β -OHB (mmol/L)	0.29 - 0.61	0.26 - 0.33	0.58 - 0.65	0.47 - 0.89	0.39 - 0.55	0.81 - 0.96	0.29 - 0.61	0.26 - 0.33	0.58 - 0.65	0.29 - 0.61	0.26 - 0.33	0.58 - 0.65
Metabolismo proteico												
Urea (mmol/L)	2.94 - 5.57	2.60 - 3.29	5.23 - 5.91	2.94 - 5.57	2.60 - 3.29	5.23 - 5.91	4.08 - 6.16	3.78 - 4.38	5.86 - 6.46	4.08 - 6.16	3.78 - 4.38	5.86 - 6.46
Creatinina (mcmmol/L)	86.8 - 108	82.9 - 90.8	104 - 112	82.3 - 99.0	79.2 - 85.4	96.0 - 102	78.9 - 90.5	77.2 - 80.6	88.8 - 92.2	78.9 - 90.5	77.2 - 80.6	88.8 - 92.2
Indici di immunità innata												
Aptoglobina (g/L)	0.10 - 0.25	0.08 - 0.13	0.23 - 0.27	0.35 - 1.36	0.17 - 0.53	1.17 - 1.54	0.10 - 0.25	0.08 - 0.13	0.23 - 0.27	0.05 - 0.20	0.02 - 0.08	0.16 - 0.23
CuCp (mcmmol/L)	1.85 - 2.62	1.70 - 1.99	2.47 - 2.76	2.42 - 3.43	2.24 - 2.61	3.24 - 3.61	1.92 - 2.94	1.77 - 2.07	2.79 - 3.09	1.92 - 2.94	1.77 - 2.07	2.79 - 3.09
Proteine totali (g/L)	75.0 - 85.3	73.1 - 77.0	83.4 - 87.2	69.4 - 78.9	67.6 - 71.1	77.1 - 80.6	77.5 - 86.4	75.7 - 79.4	84.6 - 88.3	80.0 - 87.8	78.3 - 81.6	86.2 - 89.5
Albumine (g/L)	35.0 - 38.2	34.4 - 35.6	37.6 - 38.9	33.2 - 37.6	32.4 - 34.0	36.8 - 38.4	35.5 - 39.8	34.6 - 36.4	38.9 - 40.7	36.5 - 40.2	35.8 - 37.3	39.4 - 40.9
Globuline (g/L)	38.9 - 50.1	37.7 - 40.2	48.8 - 51.4	34.4 - 43.0	32.9 - 36.0	41.4 - 44.6	38.9 - 50.1	37.7 - 40.2	48.8 - 51.4	38.9 - 50.1	37.7 - 40.2	48.8 - 51.4
Paraoxonasi (U/mL)	70.5 - 104	63.9 - 77.0	97.7 - 110	54.8 - 90.8	48.2 - 61.4	84.2 - 97.4	78.9 - 117	73.3 - 84.5	112 - 123	78.9 - 117	73.3 - 84.5	112 - 123
Mieloperossidasi (U/L)	390 - 507	376 - 404	493 - 520	450 - 558	431 - 471	538 - 578	390 - 507	376 - 404	493 - 521	390 - 507	376 - 404	493 - 521
Funzionalità e danno epatico												
AST (U/L)	68.8 - 98.7	63.2 - 74.5	93.0 - 104	92.7 - 126	86.2 - 99.2	119 - 132	81.7 - 118	76.2 - 87.3	112 - 123	81.7 - 118	76.2 - 87.3	112 - 123
GGT (U/L)	16.5 - 28.4	14.9 - 18.1	26.8 - 30.0	16.5 - 28.4	14.9 - 18.1	26.8 - 30.0	21.0 - 30.1	18.9 - 23.0	28.1 - 32.1	25.2 - 37.8	22.5 - 28.0	35.0 - 40.5
Bilirubina tot. (mcmmol/L)	0.95 - 2.24	0.77 - 1.13	2.06 - 2.42	2.90 - 8.39	1.86 - 3.94	7.35 - 9.43	1.30 - 3.28	0.87 - 1.72	2.85 - 3.71	0.95 - 2.24	0.77 - 1.13	2.06 - 2.42
ALP (U/L)	33.5 - 62.1	30.7 - 36.4	59.2 - 64.9	33.5 - 62.1	30.7 - 36.4	59.2 - 64.9	33.5 - 62.1	30.7 - 36.4	59.2 - 64.9	33.5 - 62.1	30.7 - 36.4	59.2 - 64.9
Minerali												
Calcio (mmol/L)	2.44 - 2.69	2.41 - 2.47	2.66 - 2.71	2.26 - 2.57	2.20 - 2.32	2.51 - 2.63	2.44 - 2.69	2.41 - 2.47	2.66 - 2.71	2.44 - 2.69	2.41 - 2.47	2.66 - 2.71
Fosforo (mmol/L)	1.82 - 2.22	1.74 - 1.90	2.14 - 2.30	1.22 - 2.02	1.11 - 1.33	1.91 - 2.13	1.22 - 2.02	1.11 - 1.33	1.91 - 2.13	1.58 - 2.13	1.47 - 1.69	2.02 - 2.24
Magnesio (mmol/L)	0.91 - 1.06	0.88 - 0.94	1.04 - 1.09	0.78 - 1.03	0.73 - 0.83	0.99 - 1.08	0.98 - 1.17	0.95 - 1.01	1.14 - 1.20	0.98 - 1.17	0.95 - 1.01	1.14 - 1.20
Sodio (mmol/L)	140 - 149	139 - 142	148 - 150	144 - 150	142 - 145	149 - 152	141 - 149	139 - 142	148 - 150	139 - 146	137 - 140	145 - 148
Potassio (mmol/L)	3.85 - 4.62	3.78 - 3.93	4.54 - 4.69	3.85 - 4.62	3.78 - 3.93	4.54 - 4.69	3.85 - 4.62	3.78 - 3.93	4.54 - 4.69	3.85 - 4.62	3.78 - 3.93	4.54 - 4.69
Cloro (mmol/L)	102 - 109	102 - 104	108 - 110	103 - 109	102 - 104	108 - 110	100 - 106	99.5 - 101	105 - 107	100 - 106	99.5 - 101	105 - 107
Zinco (mmol/L)	11.8 - 16.9	10.9 - 12.8	16.0 - 17.9	9.64 - 16.4	8.86 - 10.4	15.6 - 17.2	9.64 - 16.4	8.86 - 10.4	15.6 - 17.2	9.64 - 16.4	8.86 - 10.4	15.6 - 17.2

¹NEFA= Acidi grassi non esterificati; β -OHB= β -idrossibutirrato; CuCp= Ceruloplasmina; AST= aspartato aminotransferasi; GGT = γ -glutamil transferasi; ALP = fosfatasi alcalina

²GDP = Giorni dal parto

Tabella 7 - Intervalli di riferimento relativi al 95% delle osservazioni (media \pm 1.96 deviazioni standard), delle variabili ematiche analizzate con bootstrap, e relativi intervalli di confidenza del 95%

Variabile ¹	Asciutta (GDP ² -30 / -10)				PostParto (GDP ² +7 / +3)				Fresche (GDP ² +28 / +45)				Fresche (GDP ² +28 / +45)			
	RI	CI _{95%} inferiore		CI _{95%} superiore	RI	CI _{95%} inferiore		CI _{95%} superiore	RI	CI _{95%} inferiore		CI _{95%} superiore	RI	CI _{95%} inferiore		CI _{95%} superiore
Ematocrito (L/L)	0.28 - 0.39	0.27 - 0.28	0.38 - 0.39	0.28 - 0.39	0.27 - 0.28	0.38 - 0.39	0.28 - 0.39	0.27 - 0.28	0.38 - 0.39	0.25 - 0.34	0.24 - 0.26	0.33 - 0.35	0.28 - 0.39	0.27 - 0.28	0.38 - 0.39	
Metabolismo energetico																
Glucosio (mmol/L)	3.71 - 4.67	3.64 - 3.77	4.60 - 4.74	3.21 - 4.54	3.08 - 3.33	4.42 - 4.66	3.71 - 4.67	3.64 - 3.77	4.60 - 4.74	3.82 - 4.91	3.71 - 3.93	4.80 - 5.02	3.71 - 4.91	3.71 - 3.93	4.80 - 5.02	
Colesterolo (mmol/L)	1.76 - 4.32	1.51 - 2.01	4.06 - 4.57	1.14 - 2.99	0.96 - 1.31	2.82 - 3.16	2.03 - 7.36	1.47 - 2.58	6.81 - 7.92	3.71 - 8.60	3.20 - 4.22	8.09 - 9.11	3.71 - 8.60	3.20 - 4.22	8.09 - 9.11	
NEFA (mmol/L)	0.00 - 0.38	0.00 - 0.04	0.34 - 0.42	0.01 - 1.33	0.00 - 0.13	1.20 - 1.45	0.00 - 0.71	0.00 - 0.08	0.63 - 0.79	0.02 - 0.19	0.01 - 0.04	0.17 - 0.21	0.02 - 0.19	0.01 - 0.04	0.17 - 0.21	
β -OHB (mmol/L)	0.13 - 0.77	0.10 - 0.17	0.74 - 0.81	0.26 - 1.09	0.19 - 0.34	1.02 - 1.17	0.13 - 0.77	0.10 - 0.17	0.74 - 0.81	0.13 - 0.77	0.10 - 0.17	0.74 - 0.81	0.13 - 0.77	0.10 - 0.17	0.74 - 0.81	
Metabolismo proteico																
Urea (mmol/L)	1.61 - 6.90	1.27 - 1.96	6.56 - 7.24	1.61 - 6.90	1.27 - 1.96	6.56 - 7.24	3.02 - 7.22	2.72 - 3.32	6.92 - 7.52	3.02 - 7.22	2.72 - 3.32	6.92 - 7.52	3.02 - 7.22	2.72 - 3.32	6.92 - 7.52	
Creatinina (mcmol/L)	76.2 - 119	72.2 - 80.2	115 - 123	74.0 - 107	70.9 - 77.1	104 - 111	73.1 - 96.3	71.4 - 74.7	94.6 - 98.0	73.1 - 96.3	71.4 - 74.7	94.6 - 98.0	73.1 - 96.3	71.4 - 74.7	94.6 - 98.0	
Indici di immunità innata																
Aptoglobina (g/L)	0.03 - 0.32	0.01 - 0.05	0.30 - 0.34	0.00 - 1.86	0.00 - 0.18	1.68 - 2.05	0.03 - 0.32	0.01 - 0.05	0.30 - 0.34	0.00 - 0.27	0.00 - 0.03	0.24 - 0.30	0.00 - 0.27	0.00 - 0.03	0.24 - 0.30	
CuCp (mcmol/L)	1.46 - 3.00	1.31 - 1.61	2.86 - 3.15	1.92 - 3.93	1.74 - 2.11	3.74 - 4.11	1.42 - 3.45	1.27 - 1.57	3.30 - 3.60	1.42 - 3.45	1.27 - 1.57	3.30 - 3.60	1.42 - 3.45	1.27 - 1.57	3.30 - 3.60	
Proteine totali (g/L)	69.9 - 90.4	67.9 - 71.8	88.5 - 92.4	64.6 - 83.6	62.9 - 66.4	81.9 - 85.4	73.1 - 90.9	71.2 - 74.9	89.0 - 92.8	76.1 - 91.7	74.4 - 77.7	90.1 - 93.4	76.1 - 91.7	74.4 - 77.7	90.1 - 93.4	
Albumine (g/L)	33.4 - 39.9	32.8 - 34.0	39.3 - 40.5	31.0 - 39.8	30.2 - 31.8	38.9 - 40.6	33.3 - 41.9	32.4 - 34.2	41.0 - 42.8	34.7 - 42.0	34.0 - 35.5	41.2 - 42.7	34.7 - 42.0	34.0 - 35.5	41.2 - 42.7	
Globuline (g/L)	33.4 - 55.7	32.1 - 34.6	54.4 - 56.9	30.2 - 47.2	28.6 - 31.7	45.7 - 48.8	33.4 - 55.7	32.1 - 34.6	54.4 - 56.9	33.4 - 55.7	32.1 - 34.6	54.4 - 56.9	33.4 - 55.7	32.1 - 34.6	54.4 - 56.9	
Paraonasi (U/mL)	53.6 - 121	47.1 - 60.1	115 - 128	36.8 - 109	30.2 - 43.4	102 - 115	59.7 - 137	54.1 - 65.2	131 - 142	59.7 - 137	54.1 - 65.2	131 - 142	59.7 - 137	54.1 - 65.2	131 - 142	
Mieloperossidasi (U/L)	332 - 566	318 - 345	552 - 579	397 - 612	377 - 417	592 - 632	332 - 566	317 - 345	552 - 579	331 - 566	318 - 345	552 - 579	331 - 566	318 - 345	552 - 579	
Funzionalità e danno epatico																
AST (U/L)	53.9 - 114	48.3 - 59.6	108 - 119	76.3 - 142	69.8 - 82.7	136 - 148	63.7 - 136	58.2 - 69.2	130 - 141	63.7 - 136	58.2 - 69.2	130 - 141	63.7 - 136	58.2 - 69.2	130 - 141	
GGT (U/L)	10.5 - 34.4	8.90 - 12.1	32.7 - 36.0	10.5 - 34.4	8.91 - 12.1	32.7 - 36.0	16.4 - 34.7	14.4 - 18.4	32.6 - 36.7	18.9 - 44.1	16.2 - 21.7	41.3 - 46.8	18.9 - 44.1	16.2 - 21.7	41.3 - 46.8	
Bilirubina tot. (mcmol/L)	0.30 - 2.89	0.12 - 0.48	2.71 - 3.07	0.15 - 11.1	0.00 - 1.19	10.1 - 12.2	0.30 - 4.27	0.00 - 0.73	3.84 - 4.70	0.30 - 2.89	0.12 - 0.48	2.71 - 3.07	0.30 - 2.89	0.12 - 0.48	2.71 - 3.07	
ALP (U/L)	19.3 - 76.3	16.4 - 22.1	73.5 - 79.2	19.3 - 76.3	16.4 - 22.1	73.5 - 79.2	19.3 - 76.3	16.4 - 22.1	73.5 - 79.2	19.3 - 76.3	16.4 - 22.1	73.5 - 79.2	19.3 - 76.3	16.4 - 22.1	73.5 - 79.2	
Minerali																
Calcio (mmol/L)	2.32 - 2.81	2.29 - 2.35	2.78 - 2.84	2.10 - 2.72	2.05 - 2.16	2.67 - 2.78	2.32 - 2.81	2.29 - 2.35	2.78 - 2.84	2.32 - 2.81	2.29 - 2.35	2.78 - 2.84	2.32 - 2.81	2.29 - 2.35	2.78 - 2.84	
Fosforo (mmol/L)	1.62 - 2.42	1.54 - 1.70	2.34 - 2.50	0.82 - 2.42	0.71 - 0.93	2.31 - 2.53	0.82 - 2.42	0.71 - 0.93	2.31 - 2.53	1.30 - 2.40	1.19 - 1.41	2.29 - 2.51	1.30 - 2.40	1.19 - 1.41	2.29 - 2.51	
Magnesio (mmol/L)	0.83 - 1.14	0.80 - 0.86	1.11 - 1.17	0.65 - 1.16	0.61 - 0.70	1.11 - 1.21	0.88 - 1.27	0.85 - 0.91	1.24 - 1.30	0.88 - 1.27	0.85 - 0.91	1.24 - 1.30	0.88 - 1.27	0.85 - 0.91	1.24 - 1.30	
Sodio (mmol/L)	136 - 153	135 - 138	152 - 155	140 - 154	139 - 141	153 - 156	136 - 153	135 - 138	152 - 155	135 - 150	133 - 136	149 - 152	135 - 150	133 - 136	149 - 152	
Potassio (mmol/L)	3.47 - 5.00	3.40 - 3.55	4.92 - 5.07	3.47 - 5.00	3.40 - 3.55	4.92 - 5.07	3.47 - 5.00	3.40 - 3.55	4.92 - 5.07	3.47 - 5.00	3.40 - 3.55	4.92 - 5.07	3.47 - 5.00	3.40 - 3.55	4.92 - 5.07	
Cloro (mmol/L)	99.6 - 113	98.7 - 100	112 - 113	99.6 - 113	98.7 - 100	112 - 113	97.4 - 109	96.6 - 98.3	108 - 110	97.4 - 109	96.6 - 98.3	108 - 110	97.4 - 109	96.6 - 98.3	108 - 110	
Zinco (mmol/L)	9.29 - 19.5	8.32 - 10.3	18.5 - 20.5	6.27 - 19.8	5.49 - 7.04	19.0 - 20.6	6.27 - 19.8	5.49 - 7.04	19.0 - 20.5	6.27 - 19.8	5.49 - 7.04	19.0 - 20.5	6.27 - 19.8	5.49 - 7.04	19.0 - 20.6	

¹NEFA= Acidi grassi non esterificati; β -OHB= β -idrossibutirrato; CuCp= Ceruloplasmina; AST= aspartato aminotransferasi; GGT = γ -glutamil transferasi; ALP = fosfatasi alcalina

²GDP = Giorni dal parto

Tabella 8 - Confronto tra gli intervalli di riferimento per la fase Asciutta tra i valori ottenuti nel presente lavoro, determinati in 11 aziende della pianura padana e i dati pubblicati in letteratura

	GDP ² -30/-10	Letteratura					
		Bertoni, et al. 2000		Brcsic et al. 2015		Brent e Duffield 2015	
		GDP ² -45/-15	Δ % ³	GDP ² -20/-10	Δ % ³	GDP ² -30/0	Δ % ³
Ematocrito (L/L)	0.28 -0.39	0.27 -0.36	-6.0%				
Metabolismo energetico							
Glucosio (mmol/L)	3.71 -4.67	3.43 -4.26	-8.2%	2.60 -3.80	-23.6%	3.00 -4.00	-16.5%
Colesterolo (mmol/L)	1.76 -4.32	1.82 -3.77	-8.1%	1.60 -3.80	-11.2%		
NEFA (mmol/L)	0.00 -0.38	0.03 -0.46	28.9%			0.00 -0.50	31.6%
β-OHB (mmol/L)	0.13 -0.77	0.12 -0.40	-42.2%			0.20 -0.82	13.3%
Metabolismo Proteico							
Urea (mmol/L)	1.61 -6.90	1.99 -5.07	-17.0%	1.10 -5.80	-18.9%	3.00 -6.50	11.6%
Creatinina (mcmol/L)	76.2 - 119	88.1 - 142	18.1%	63.3 - 121	-5.2%	32.0 - 130	-16.9%
Indici di immunità innata							
Aptoglobina (g/L)	0.03 -0.32					0.00 -0.40	14.3%
Ceruloplasmina (mcmol/L)	1.46 -3.00	1.74 -3.55	18.6%				
Proteine totali (g/L)	69.9 -90.4	68.8 -85.0	-4.1%	61.0 -88.7	-6.6%	60.0 -81.0	-12.0%
Albumine (g/L)	33.4 -39.9	33.8 -37.0	-3.4%	32.1 -40.6	-0.8%	32.0 -41.0	-0.4%
Globuline (g/L)	33.4 -55.7	33.6 -53.8	-1.8%	24.3 -53.1	-13.1%	25.0 -50.0	-15.7%
Paraoxonasi (U/mL)	53.6 - 121						
Mieloperossidasi (U/L)	332 - 566						
Funzionalità e danno epatico							
AST (U/L)	53.9 - 114	46.5 -82.6	-22.9%	43.3 -88.5	-21.3%	30.0 - 110	-16.4%
GGT (U/L)	10.5 -34.4	17.8 -38.0	24.3%	12.2 -31.7	-2.2%	10.0 -35.0	0.3%
Bilirubina totale (mcmol/L)	0.30 -2.89	2.62 -3.91	>100%	3.50 -9.10	>100%		
ALP (U/L)	19.3 -76.3	27.0 -72.9	4.8%	45.4 - 180	>100%		
Minerali							
Calcio (mmol/L)	2.32 -2.81	2.33 -2.71	-1.8%	2.20 -2.70	-4.5%	2.20 -2.80	-2.5%
Fosforo (mmol/L)	1.62 -2.42	1.60 -2.83	9.7%	1.40 -2.50	-3.5%	1.60 -2.40	-1.0%
Magnesio (mmol/L)	0.83 -1.14	0.84 -1.00	-6.6%	0.71 -1.02	-12.2%	0.80 -1.20	1.5%
Sodio (mmol/L)	136 - 153	139 - 151	0.2%	133 - 144	-4.5%	136 - 150	-1.2%
Potassio (mmol/L)	3.47 -5.00	3.50 -4.99	0.2%	3.30 -4.90	-3.2%	3.80 -5.30	7.4%
Cloro (mmol/L)	99.6 - 113	103 - 112	1.4%	95.9 - 112	-2.2%	95.0 - 105	-6.0%
Zinco (mmol/L)	9.29 -19.5	11.5 -20.7	11.8%	8.90 -18.40	-5.2%		

¹NEFA = Acidi grassi non esterificati; β-OHB = beta-idrossibutirrato; AST = aspartato ammino transferasi; GGT = gamma glutamil transferasi; ALP = fosfatasi alcalina

²GDP = Giorni dal parto

³Δ % = Differenza percentuale fra il dato intermedio dell'intervallo di riferimento determinato nel presente lavoro ed il corrispettivo dei lavori pubblicati in precedenza

Tabella 9 - Confronto tra gli intervalli di riferimento per la fase PostParto tra i valori ottenuti nel presente lavoro, determinati in 11 aziende della pianura padana e i dati pubblicati in letteratura

	GDP ² +3/+7	Letteratura			
		Quiroz-R. et al. 2009		Moretti et al. 2017	
		GDP ² 0/+8	Δ % ³	GDP ² +2/+4	Δ % ³
Ematocrito (L/L)	0.28 - 0.39			0.25 - 0.38	-6.0%
Metabolismo energetico					
Glucosio (mmol/L)	3.21 - 4.54	2.30 - 5.20	-3.2%	2.85 - 4.81	-1.2%
Colesterolo (mmol/L)	1.14 - 2.99	1.90 - 2.90	16.2%	1.35 - 3.34	13.6%
NEFA (mmol/L)	0.01 - 1.33			0.16 - 1.63	33.6%
β-OHB (mmol/L)	0.26 - 1.09	0.22 - 1.18	3.7%	0.38 - 1.71	54.8%
Metabolismo Proteico					
Urea (mmol/L)	1.61 - 6.90	1.90 - 7.80	14.0%	1.67 - 4.45	-28.1%
Creatinina (mcmol/L)	74.0 - 107			70.7 - 130	10.8%
Indici di immunità innata					
Aptoglobina (g/L)	0.00 - 1.86			0.80 - 21.8	>100%
Ceruloplasmina (mcmol/L)	1.92 - 3.93			2.35 - 4.98	25.3%
Proteine totali (g/L)	64.6 - 83.6			48.3 - 83.4	-11.2%
Albumine (g/L)	31.0 - 39.8			29.2 - 39.5	-2.9%
Globuline (g/L)	30.2 - 47.2			16.4 - 44.8	-20.9%
Paraossidasi (U/mL)	36.8 - 109			46.3 - 135	24.5%
Mieloperossidasi (U/L)	397 - 612			262 - 742	-0.5%
Funzionalità e danno epatico					
AST (U/L)	76.3 - 142			58.8 - 151	-4.1%
GGT (U/L)	10.5 - 34.4			12.0 - 36.8	8.7%
Bilirubina totale (mcmol/L)	0.15 - 11.1			1.03 - 19.5	81.4%
ALP (U/L)	19.3 - 76.3			26.0 - 145	78.9%
Minerali					
Calcio (mmol/L)	2.10 - 2.72	1.64 - 2.61	-11.8%	1.60 - 2.54	-14.1%
Fosforo (mmol/L)	0.82 - 2.42	1.04 - 2.73	16.4%	0.82 - 2.02	-12.3%
Magnesio (mmol/L)	0.65 - 1.16			0.62 - 1.25	3.3%
Sodio (mmol/L)	140 - 154			126 - 144	-8.3%
Potassio (mmol/L)	3.47 - 5.00			2.70 - 4.70	-12.6%
Cloro (mmol/L)	99.6 - 113			87.0 - 103	-10.5%
Zinco (mmol/L)	6.27 - 19.8				

⁴NEFA = Acidi grassi non esterificati; β-OHB = beta-idrossibutirrato; AST = aspartato ammino transferasi; GGT = gamma glutamil transferasi; ALP = fosfatasi alcalina

²GDP = Giorni in lattazione

³Δ % = Differenza percentuale fra il dato intermedio dell'intervallo di riferimento determinato nel presente lavoro ed il corrispettivo dei lavori pubblicati in precedenza

Tabella 10 - Confronto tra intervalli di riferimento per la fase Fresche tra i valori ottenuti nel presente lavoro, determinati in 11 aziende della pianura padana e i dati di letteratura

Variabile ¹	Letteratura								
	GDP ² +28/+45	Bertoni, et al. 2000		Cozzi, et al. 2011		Brent e Duffield, 2015		Moretti et al. 2017	
		GDP ² +25/+100	Δ % ³	GDP ² +10/+89	Δ % ³	GDP ² +30/+100	Δ % ³	GDP ² +27/+33	Δ % ³
Ematocrito (L/L)	0.25 - 0.34	0.25 - 0.33	-1.7%					0.20 - 0.34	-8.5%
Metabolismo energetico									
Glucosio (mmol/L)	3.71 - 4.67	3.46 - 4.28	-7.6%	2.60 - 3.80	-23.6%	2.50 - 3.50	-28.4%	3.18 - 4.90	-3.6%
Colesterolo (mmol/L)	2.03 - 7.36	2.90 - 7.66	12.5%	2.90 - 6.90	4.4%			2.67 - 6.90	1.9%
NEFA (mmol/L)	0.00 - 0.71	0.01 - 0.52	-25.4%	0.06 - 0.83	25.4%	0.00 - 0.80	12.7%	0.09 - 0.89	38.0%
β-OHB (mmol/L)	0.13 - 0.77	0.16 - 0.65	-10.0%			0.30 - 1.25	72.2%	0.26 - 1.12	53.3%
Metabolismo Proteico									
Urea (mmol/L)	3.02 - 7.22	3.67 - 6.71	1.4%	2.50 - 6.70	-10.2%	3.00 - 7.20	-0.4%	2.21 - 6.95	-10.5%
Creatinina (mcmol/L)	73.1 - 96.3	75.3 - 106	7.1%	51.0 - 78.0	-23.8%	50.0 - 95.0	-14.4%	61.9 - 106	-0.8%
Indici di immunità innata									
Aptoglobina (g/L)	0.03 - 0.32					0.00 - 0.50	42.9%	0.10 - 4.40	>100%
Ceruloplasmina (mcmol/L)	1.42 - 3.45	1.73 - 3.62	9.9%					1.35 - 5.23	35.1%
Proteine totali (g/L)	73.1 - 90.9	73.3 - 88.6	-1.3%	74.0 - 92.0	1.3%	60.0 - 82.0	-13.4%	59.8 - 95.7	-5.2%
Albumine (g/L)	33.3 - 41.9	32.3 - 35.9	-9.3%	33.0 - 41.0	-1.6%	25.0 - 38.0	-16.2%	29.0 - 40.9	-7.1%
Globuline (g/L)	33.4 - 55.7	38.3 - 57.6	7.7%	33.0 - 62.0	6.7%	28.0 - 45.0	-18.0%	24.8 - 62.7	-1.7%
Paraoxonasi (U/mL)	59.7 - 137							63.2 - 184	25.9%
Mieloperossidasi (U/L)	331 - 566							310 - 634	5.2%
Funzionalità e danno epatico									
AST (U/L)	63.7 - 136	61.1 - 103	-17.8%	19.0 - 39.0	-70.9%	34.0 - 132	-16.8%	52.3 - 112	-17.8%
GGT (U/L)	16.4 - 34.7	20.8 - 45.1	29.1%	14.0 - 35.0	-4.0%	10.0 - 37.0	-7.9%	13.2 - 48.0	19.9%
Bilirubina totale (mcmol/L)	0.30 - 4.27	1.63 - 4.58	35.9%	2.80 - 9.30	>100%			0.51 - 6.10	44.6%
ALP (U/L)	19.3 - 76.3	27.3 - 70.0	1.8%	46.0 - 173	>100%			16.0 - 132	54.8%
Minerali									
Calcio (mmol/L)	2.32 - 2.81	2.28 - 2.69	-3.1%	2.20 - 2.60	-6.4%	1.90 - 2.70	-10.3%	1.92 - 2.70	-9.9%
Fosforo (mmol/L)	0.82 - 2.42	1.28 - 2.46	15.4%	1.40 - 2.10	8.0%	1.40 - 2.50	20.4%	0.98 - 2.29	0.9%
Magnesio (mmol/L)	0.88 - 1.27	0.85 - 1.08	-10.2%	0.79 - 1.07	-13.5%	0.60 - 1.00	-25.6%	0.71 - 1.35	-4.2%
Sodio (mmol/L)	136 - 153	139 - 148	-1.1%	131 - 143	-5.5%	135 - 148	-2.3%	123 - 143	-8.1%
Potassio (mmol/L)	3.47 - 5.00	3.21 - 5.11	-1.8%	3.30 - 4.60	-6.7%	3.80 - 5.30	7.4%	2.50 - 5.00	-11.5%
Cloro (mmol/L)	97.4 - 109	94.7 - 109	-1.4%	92.0 - 108	-3.2%	88.0 - 105	-6.6%	81.0 - 103	-10.9%
Zinco (mmol/L)	6.27 - 19.8	9.20 - 18.6	6.8%					5.35 - 19.1	-6.0%

⁵NEFA = Acidi grassi non esterificati; β-OHB = beta-idrossibutirrato; AST = aspartato ammino transferasi; GGT = gamma glutamil transferasi; ALP = fosfatasi alcalina

²GDP = Giorni in lattazione

³Δ % = Differenza percentuale fra il dato intermedio dell'intervallo di riferimento determinato nel presente lavoro ed il corrispettivo dei lavori pubblicati in precedenza

Tabella 11 - Confronto tra gli intervalli di riferimento per la fase Avanti tra i valori ottenuti nel presente lavoro, determinati in 11 aziende della pianura padana e i dati pubblicati in letteratura

Variabile ²	Letteratura				
	GDP ² +160/+305	Cozzi, et al. 2011		Brent e Duffield, 2015	
		GDP ² +90/+215	Δ % ³	GDP ² > +100	Δ % ³
Ematocrito (L/L)	0.28 - 0.39				
Metabolismo energetico					
Glucosio (mmol/L)	3.82 - 4.91	2.60 - 3.80	-26.7%	3.00 - 4.00	-19.8%
Colesterolo (mmol/L)	3.71 - 8.60	4.10 - 7.70	-4.1%		
NEFA (mmol/L)	0.02 - 0.19	0.03 - 0.34	76.2%	0.00 - 0.10	-52.4%
β-OHB (mmol/L)	0.13 - 0.77			0.35 - 1.22	74.4%
Metabolismo Proteico					
Urea (mmol/L)	3.02 - 7.22	2.50 - 6.70	-10.2%	3.00 - 7.20	-0.4%
Creatinina (mcmmol/L)	73.1 - 96.3	51.0 - 78.0	-23.8%	30.0 - 87.0	-30.9%
Indici di immunità innata					
Aptoglobina (g/L)	0.00 - 0.27			0.00 - 0.40	48.1%
Ceruloplasmina (mcmmol/L)	1.42 - 3.45				
Proteine totali (g/L)	76.1 - 91.7	74.0 - 92.0	-1.1%	66.0 - 82.0	-11.8%
Albumine (g/L)	34.7 - 42.0	33.0 - 41.0	-3.5%	31.0 - 42.0	-4.8%
Globuline (g/L)	33.4 - 55.7	33.0 - 62.0	6.7%	30.0 - 46.0	-14.6%
Paraoxonasi (U/mL)	59.7 - 137				
Mieloperossidasi (U/L)	332 - 566				
Funzionalità e danno epatico					
AST (U/L)	63.7 - 136	25.0 - 46.0	-64.4%	37.0 - 150	-6.3%
GGT (U/L)	18.9 - 44.1	15.0 - 37.0	-17.4%	12.0 - 49.0	-3.1%
Bilirubina totale (mcmmol/L)	0.30 - 2.89	2.80 - 9.30	>100%		
ALP (U/L)	19.3 - 76.3	46.0 - 173	>100%		
Minerali					
Calcio (mmol/L)	2.32 - 2.81	2.20 - 2.60	-6.4%	2.20 - 2.80	-2.5%
Fosforo (mmol/L)	1.30 - 2.40	1.40 - 2.10	-5.4%	1.60 - 2.60	13.5%
Magnesio (mmol/L)	0.88 - 1.27	0.79 - 1.07	-13.5%	0.80 - 1.20	-7.0%
Sodio (mmol/L)	135 - 150	131 - 143	-3.9%	133 - 145	-2.5%
Potassio (mmol/L)	3.47 - 5.00	3.30 - 4.60	-6.7%	3.80 - 5.30	7.4%
Cloro (mmol/L)	97.4 - 109	92.0 - 108	-3.2%	93.0 - 109	-2.2%
Zinco (mmol/L)	6.27 - 19.8				

⁶NEFA = Acidi grassi non esterificati; β-OHB = beta-idrossibutirrato; AST = aspartato ammino transferasi;

GGT = gamma glutamil transferasi; ALP = fosfatasi alcalina

²GDP = Giorni in lattazione

³Δ % = Differenza percentuale fra il dato intermedio dell'intervallo di riferimento determinato nel presente lavoro ed il corrispettivo dei lavori pubblicati in precedenza

Conclusione finale

Una valutazione obiettiva del benessere animale negli allevamenti zootecnici è essenziale per varie ragioni: etica (è responsabilità umana non provocare sofferenze inutili), giuridica (rispetto alle norme vigenti), produttiva (solo soggetti in buono stato di benessere possono raggiungere condizioni di salute e produzioni elevate) e fisiologica (i soggetti in buono stato di benessere espletano al meglio le normali funzioni metaboliche ed immunitarie, e sono il modello di riferimento per lo studio delle disfunzioni e le malattie). Dunque, vari soggetti sono interessati ad una valutazione oggettiva del benessere animale, cittadini, consumatori, allevatori, ricercatori. Per raggiungere questo obiettivo vanno utilizzati vari indicatori, indiretti e diretti, che devono risultare il più possibile oggettivi, affidabili, facilmente rilevabili. I modelli di valutazione disponibili prevedono la combinazione di più indicatori, ma spesso sono carenti per alcuni aspetti (ad esempio relativamente agli aspetti alimentari) e mancano di una validazione con indicatori indipendenti. Per tale ragione è stato utilizzato il modello SDIB, proposto intorno al 2000 dall'Istituto di Zootecnica di Piacenza, che è tra i più articolati, e che utilizza tre gruppi (o cluster) di indicatori: due indiretti (riguardanti le condizioni di vita e l'alimentazione degli animali, ognuno pesato con il 30% sul punteggio finale) ed uno diretto che valuta le risposte degli animali. Ogni cluster include una serie di indici specifici, aggregati in modo da restituire un valore sulla base della relazione sulle condizioni di benessere. Il giudizio finale prevede un punteggio di benessere complessivo, ottenuto aggregando i dati dei singoli aspetti entro i tre cluster, o parziale (per aspetti e cluster), in modo da far emergere i punti di forza e di debolezza dell'allevamento. Il modello è stato sviluppato ulteriormente ed inserito in un software per renderlo fruibile ad una platea di tecnici più ampia ed offre la possibilità di valutazioni distinte per gruppo di animali presenti nell'allevamento.

Lo strumento di valutazione sviluppato in questo dottorato è stato applicato ad un ampio numero di allevamenti caratterizzati da differenti condizioni che hanno permesso di trarre le seguenti indicazioni:

- Le performance produttive possono non rappresentare un buon indicatore globale di benessere se considerate come unico parametro. Tuttavia, quando il livello produttivo è considerato in un modello articolato e complesso, come il sistema SDIB, il livello produttivo diventa una preziosa informazione per la giusta valutazione di BA in relazione alla potenzialità genetiche delle mandrie da valutare. Negli allevamenti monitorati, infatti il

livello produttivo – sebbene corretto per il contenuto di grasso e proteine (ovvero come ECM) - ha mostrato una correlazione positiva con il livello di BA complessivo e dei singoli cluster. La sua esclusione dal modello peraltro, non ha comportato variazioni di rilievo nella graduatoria degli allevamenti, suggerendo che tale indice rafforza una situazione che è sostanzialmente ben rilevata con l'insieme delle altre rilevazioni.

- Il modello impiegato consente una misura precisa del benessere animale in allevamenti di bovini da latte che adottano sistemi di allevamento diversificati (intensivi e non), e che il numero di indicatori scelti non è ridondante, ma bensì offre una valutazione completa di questa caratteristica. Il modello tuttavia attende ancora una validazione definitiva, non facile da fare per la mancanza di parametri oggettivi dello standard di benessere.

- I risultati offerti dall'uso del modello SDIB hanno inoltre dimostrato come tale modello di valutazione di BA sia utile per l'allevatore e per i cittadini. Per l'allevatore rappresenta un indicatore delle condizioni critiche dell'allevamento che si riflettono in una riduzione del BA e che meritano maggiori attenzioni, al fine di migliorare le condizioni di vita dei propri animali e tutelare il consumatore. Per i cittadini questo sistema offre la garanzia di applicare condizioni di vita soddisfacenti in tutte le fasi del ciclo produttivo, ben oltre al rispetto delle caratteristiche strutturali degli impianti, ed assicura il consumatore sulla salubrità dei prodotti di origine animale, che costituisce uno dei principali obiettivi dei modelli di valutazione esistenti (es. Welfare Quality®, FARM, IBS).

- Il modello SDIB appare versatile e, privilegiando la risposta degli animali, consente di valutare allevamenti indipendentemente dal loro livello produttivo, dalle dimensioni aziendali, dai sistemi di allevamento adottati. Relativamente ai confronti che si sono potuti eseguire nell'ambito degli allevamenti valutati è interessante sottolineare il confronto eseguito sulla base del sistema di allevamento. Comparando allevamenti biologici e convenzionali il nostro studio ha evidenziato, in accordo con la letteratura scientifica esistente, una differenza significativa relativa alle performance produttive, più elevate per gli animali mantenuti a regime convenzionale. Tale differenza è dovuta alle migliori caratteristiche di Management, Strutture, Comportamento e Aspetto degli animali. Tuttavia, l'ampia variabilità osservata entro i due sistemi di allevamento suggerisce che non esiste una superiorità di uno dei due approcci in termini di ripercussioni sul benessere animale, ma che

le buone pratiche di allevamento possono essere realizzate nei vari sistemi e che l'esito finale si può misurare solamente monitorando l'adattamento delle bovine.

- Da dati preliminari di nostri precedenti lavori, è apparso interessante, come l'associazione dei livelli di SDIB con il livello di alcuni parametri ematochimici. Si potrebbe pertanto ipotizzare una profilazione ematica di un numero rappresentativo di individui in specifiche categorie fisiologiche, con il duplice intento di confermare quanto emerso dalla valutazione BA e di identificare, in modo più puntuale, problematiche subcliniche.

La valutazione oggettiva del benessere potrebbe quindi essere eseguita utilizzando un profilo ematochimico. Allo stato attuale scarseggiano livelli di riferimento assoluti specie per le bovine da latte con gli standard genetici attuali e in fase delicate del ciclo produttivo (come il post parto). La seconda parte dello studio si è pertanto dedicata alla definizione di range di riferimento nelle fasi fisiologiche cruciali. Per ottemperare alle norme internazionali stabilite per la definizione di tali intervalli, agli usuali criteri, è stata aggiunta anche la condizione di benessere degli allevamenti al momento del prelievo ematico su soggetti sani in specifiche fasi produttive. Su 11 allevamenti con un livello di BA elevato (punteggio SDIB > 7 per ciascuno dei tre cluster) Questo approccio ha consentito di definire range di riferimento in quattro fasi fisiologiche (asciutta, immediato postparto, inizio ed avanzata lattazione), che potrebbero costituire un golden standard utilizzabile per validare il livello di BA valutato con i vari modelli. Va tuttavia osservato che la variabilità elevata di alcuni parametri ematici, pur con criteri di selezione degli allevamenti sofisticati, suggerisce che anche in condizioni di BA elevato di mandria sussistono fattori individuali di grande rilevanza. Appare pertanto utile approfondire la relazione tra valutazioni ematochimiche e BA, ma andranno stabiliti opportuni approcci statistici, per definire i parametri più significativi di condizioni di benessere di medio-lungo periodo.

Bibliografia

-
- [1] S. de Graaf *et al.*, «Determinants of consumer intention to purchase animal-friendly milk», *Journal of Dairy Science*, vol. 99, n. 10, pagg. 8304–8313, ott. 2016.
 - [2] ASPCA, «Survey of American Consumers». Washington, 2016.
 - [3] F. W. R. Brambell, *Report of the Technical Committee to Enquire Into the Welfare of Animals Kept Under Intensive Livestock Husbandry Systems*. London: Her Majesty's Stationery Office, 1965.
 - [4] R. Harrison, *Animal machines*. London: Vincent Stuart Publisher, 1964.
 - [5] F. A. W. C. FAWC, «Annual Review 2009–2010», UK, 2010.
 - [6] S. P. McCulloch, «A Critique of FAWC's Five Freedoms as a Framework for the Analysis of Animal Welfare», *Journal of Agricultural and Environmental Ethics*, vol. 26, n. 5, pagg. 959–975, ott. 2013.
 - [7] A. J. F. Webster, «Meat and right: the ethical dilemma», *Proceedings of the Nutrition Society*, vol. 53, n. 2, pagg. 263–270, lug. 1994.
 - [8] C. R. W. Spedding, *Animal welfare*. London: Earthscan Publications Ltd., 2000.
 - [9] M. Appleby, D. Weary, e P. Sandoe, *Dilemmas in animal welfare*, vol. 52, n. 04. Oxfordshire: CABI Publishing, 2014.
 - [10] V. Lund, G. Coleman, S. Gunnarsson, M. C. Appleby, e K. Karkinen, «Animal welfare science - Working at the interface between the natural and social sciences», *Applied Animal Behaviour Science*, vol. 97, n. 1, pagg. 37–49, mar. 2006.
 - [11] D. Vandevier, *Animal Suffering*, vol. 10, n. 3. Dordrecht: Springer Netherlands, 1980.
 - [12] R. D. Ryder, «Animal Revolution: Changing Attitudes Towards Speciesism», *eweb:85722*, 1989. [In linea]. Available at: <https://repository.library.georgetown.edu/handle/10822/828608>. [Consultato: 14-ott-2019].
 - [13] L. Désiré, A. Boissy, e I. Veissier, «Emotions in farm animals:: A new approach to animal welfare in applied ethology», *Behavioural Processes*, vol. 60, n. 2, pagg. 165–180, nov. 2002.
 - [14] D. M. Broom, «Indicators of poor welfare», *British Veterinary Journal*, vol. 142, n. 6, pagg. 524–526, nov. 1986.
 - [15] T. H. Blosser, «Introduction», *Journal of Dairy Science*, vol. 70, n. 12, pagg. 2705–2707, dic. 1987.
 - [16] I. G. Schork e R. J. Young, «Rapid animal welfare assessment: An archaeological approach», *Biology Letters*, vol. 10, n. 9, pag. 20140390, set. 2014.
 - [17] B. O. Hughes, «Behaviour as an index of welfare», in *Proceedings of the Fifth European Poultry Conference*, 1981, pagg. 1005–1081.
 - [18] D. M. Broom, «Animal welfare: concepts and measurement.», *Journal of animal science*, vol. 69, n. 10, pagg. 4167–4175, ott. 1991.
 - [19] Costituzione Europea, *Trattato di Lisbona che modifica il trattato sull'Unione europea e il trattato che istituisce la Comunità europea*. 2009, pag. Art. 3.
 - [20] C. E. Rice e D. R. Griffin, *The Question of Animal Awareness*, vol. 95, n. 2. The Rockefeller University Press, 1982.
 - [21] Paul. H. Hemsworth e J. L. Barnett, «Valutazione del benessere negli animali d'allevamento», in *Animal welfare*, 2010, pagg. 131–158.
 - [22] S. T. Millman, I. J. H. Duncan, M. Stauffacher, e J. M. Stookey, «The impact of applied ethologists and the International Society for Applied Ethology in improving animal

- welfare», *Applied Animal Behaviour Science*, vol. 86, n. 3–4, pagg. 299–311, giu. 2004.
- [23] I. J. H. Duncan e M. S. Dawkins, «The Problem of Assessing “Well-Being” and “Suffering” in Farm Animals», in *Indicators Relevant to Farm Animal Welfare*, Dordrecht: Springer Netherlands, 1983, pagg. 13–24.
- [24] M. S. Dawkins, «From an animal’s point of view: Motivation, fitness, and animal welfare», *Behavioral and Brain Sciences*, vol. 13, n. 1, pagg. 1–9, mar. 1990.
- [25] E. O. Price, «Behavioral Aspects of Animal Domestication», *The Quarterly Review of Biology*, vol. 59, n. 1, pagg. 1–32, mar. 1984.
- [26] M. Verga, «Allevamenti con metodo biologico e benessere animale: significato e valutazioni. A.S.P.A.: 104-117», in *Produzioni biologiche e qualità dei prodotti*, ASPA, A c. di 2003, pagg. 104–117.
- [27] J. T. Sørensen, P. Sandøe, e N. Halberg, «Animal Welfare as One among Several Values to be Considered at Farm Level: The Idea of an Ethical Account for Livestock Farming», *Acta Agriculturae Scandinavica, Section A — Animal Science*, vol. 51, n. sup030, pagg. 11–16, gen. 2001.
- [28] L. Calamari, M. G. Maianti, e L. Stefanini, «Effect of space availability at feed bunk and rest area on metabolic conditions and productive responses in dairy cows», *Italian Journal of Animal Science*, vol. 2, n. SUPPL. 1, pagg. 281–283, 2003.
- [29] T. Rousing, M. Bonde, e J. T. Sørensen, «Aggregating Welfare Indicators into an Operational Welfare Assessment System: A Bottom-up Approach», *Acta Agriculturae Scandinavica, Section A — Animal Science*, vol. 51, n. sup030, pagg. 53–57, gen. 2001.
- [30] T. H. Friend, «Behavioral Aspects of Stress», *Journal of Dairy Science*, vol. 74, n. 1, pagg. 292–303, gen. 1991.
- [31] T. Grandin, «Assessment of stress during handling and transport.», *Journal of Animal Science*, vol. 75, n. 1, pag. 249, 1997.
- [32] L. Calamari, A. Châtel, G. Turille, e G. Bertoni, «Messa a punto di un modello per la valutazione del benessere della vacca da latte negli allevamenti della Valle D’Aosta», in *Quaderno SOZOOALP n.5*, 2008, pagg. 67–80.
- [33] G. Bertoni, L. Calamari, e E. Trevisi, «Valutazione del benessere delle lattifere», *Informatore Agrario*, vol. 35, pagg. 5–66, 1999.
- [34] E. M. Scott, A. M. Nolan, e J. L. Fitzpatrick, «Conceptual and Methodological Issues Related to Welfare Assessment: A Framework for Measurement», *Acta Agriculturae Scandinavica, Section A — Animal Science*, vol. 51, n. sup030, pagg. 5–10, gen. 2001.
- [35] G. Bertoni, «Stress: effetti sulla qualità e sulla quantità di latte nella bovina. La certificazione dei prodotti alimentari: il caso del latte», in *Il Mulino*, 1995, pagg. 217–249.
- [36] S. Waiblinger, U. Knierim, e C. Winckler, «The Development of an Epidemiologically Based On-Farm Welfare Assessment System for use with Dairy Cows», *Acta Agriculturae Scandinavica, Section A — Animal Science*, vol. 51, n. sup030, pagg. 73–77, gen. 2001.
- [37] P. F. Johnsen, T. Johannesson, e P. Sandøe, «Assessment of Farm Animal Welfare at Herd Level: Many Goals, Many Methods», *Acta Agriculturae Scandinavica, Section A — Animal Science*, vol. 51, n. sup030, pagg. 26–33, gen. 2001.
- [38] L. Calamari e G. Bertoni, «Model to evaluate welfare in dairy cow farms», *Italian Journal of Animal Science*, vol. 8, n. sup1, pagg. 301–323, gen. 2009.

- [39] A. Gastaldo e P. Rossi, «Indici di benessere dell'allevamento bovino da latte», *Professione Allevatore*, vol. 69, pagg. 65–69, 2011.
- [40] «FARM Animal Care | National Dairy FARM Program». [In linea]. Available at: <http://www.nationaldairyfarm.com/animal-care>. [Consultato: 01-set-2019].
- [41] K. Jordan et al., *Farmers Assuring Responsible Management: Animal Care Reference Manual*. 2016.
- [42] «AABP Guidelines». [In linea]. Available at: http://www.aabp.org/about/AABP_Guidelines.asp. [Consultato: 14-ott-2019].
- [43] «AVMA Guidelines for the Euthanasia of Animals». [In linea]. Available at: <https://www.avma.org/KB/Policies/Pages/Euthanasia-Guidelines.aspx>. [Consultato: 14-ott-2019].
- [44] M. Campiotti, «Principali parametri di benessere nell'allevamento delle vacche», *L'Informatore Agrario*, 59, pagg. 5–13, 2003.
- [45] L. Calamari, M. Bionaz, e G. Bertoni, «A new model to evaluate the welfare status in the dairy farms». 2003.
- [46] L. Calamari, M. Bionaz, E. Trevisi, e G. Bertoni, «Preliminary study to validate a model of animal welfare assessment in dairy farms», in *Fifth Congress of the European Society for Agricultural and Food Ethics (EURSAFE)*, 2004, pagg. 38–42.
- [47] L. Calamari, S. Carè, A. Ferrari, e G. Bertoni, «Preliminary study to develop a reference tool to validate the models of animal welfare assessment in dairy farms», in *Book of Abstracts 4th Int. Workshop on the Assessment of Animal Welfare at Farm and Group level*, Wageningen, The Netherlands, 2008, pag. 77.
- [48] G. Bertoni e L. Calamari, «Strumenti di valutazione del benessere negli allevamenti di bovine da latte», in *Atti della Società Italiana di Buiatria*, 2005, pagg. 423–440.
- [49] L. Calamari, M. Bionaz, E. Trevisi, e G. Bertoni, «Preliminary study to validate a model of animal welfare assessment in dairy farms», in *Fifth Congress of the European Society for Agricultural and Food Ethics (EURSAFE)*, 2004, pagg. 38–42.
- [50] G. Bertoni, L. Calamari, e E. Trevisi, «How to define and evaluate welfare in modern dairy farms.», in *The 13th International Conference on Production Diseases in Farm Animals.*, 2007, pagg. 590–606.
- [51] E. Trevisi, M. Bionaz, F. Piccioli-Cappelli, e G. Bertoni, «The management of intensive dairy farms can be improved for better welfare and milk yield», *Livestock Science*, vol. 103, n. 3, pagg. 231–236, set. 2006.
- [52] S. LeBlanc, «Assessing the Association of the Level of Milk Production with Reproductive Performance in Dairy Cattle», *Journal of Reproduction and Development*, vol. 56, n. 5, pagg. S1–S7, 2010.
- [53] G. Bertoni, «Controlli ematici di allevamenti per saggiare lo stato nutrizionale-metabolico delle bovine da latte», in *Valutazione degli alimenti e dello stato metabolico nutrizionale dei ruminanti*, Roma: Associazione Italiana Allevatori, 1992, pagg. 121–222.
- [54] S. W. Gay, R. “Bobby” Grisso, e R. Smith, «Determining Forage Moisture Concentration», *Communications and Marketing, College of Agriculture and Life Sciences, Virginia Polytechnic Institute and State University*, 2009. [In linea]. Available at: https://www.pubs.ext.vt.edu/content/dam/pubs_ext_vt_edu/442/442-106/442-106_pdf.pdf. [Consultato: 23-set-2019].

-
- [55] G. Mein *et al.*, «Evaluation of Bovine Teat COndition in Commerical Dairy Herds: 1. Non-Infectious Factors», *Proceedings of 2nd International Symposium on Mastitis and Milk Quality (2001)*, 2001.
- [56] H. F. Tyrrell e J. T. Reid, «Prediction of the energy value of cow's milk.», *Journal of dairy science*, vol. 48, n. 9, pagg. 1215–1223, 1965.
- [57] IFCN, «IFCN Dairy Report», 2014. [In linea]. Available at: <http://www.ifcndairy.org/en/methods/dairysector/index.php>. [Consultato: 15-set-2019].
- [58] B. A. Ventura, M. A. G. Von Keyserlingk, H. Wittman, e D. M. Weary, «What difference does a visit make? Changes in animal welfare perceptions after interested citizens tour a dairy farm», *PLoS ONE*, vol. 11, n. 5, pag. e0154733, mag. 2016.
- [59] C. Winckler *et al.*, «Full monitoring system currently being tested on pilot farms around Europe Dairy Cows», in *Proceedings 2nd Welfare Quality® stakeholder conference*, 2007, pagg. 72–73.
- [60] M. C. Lucy, «Reproductive Loss in High-Producing Dairy Cattle: Where Will It End?», *Journal of Dairy Science*, vol. 84, n. 6, pagg. 1277–1293, 2001.
- [61] S. W. Walsh, E. J. Williams, e A. C. O. Evans, «A review of the causes of poor fertility in high milk producing dairy cows», *Animal Reproduction Science*, vol. 123, n. 3–4, pagg. 127–138, feb. 2011.
- [62] D. Fraser *et al.*, «General Principles for the welfare of animals in production systems: The underlying science and its application», *The Veterinary Journal*, vol. 198, n. 1, pagg. 19–27, ott. 2013.
- [63] R. Rodríguez-Bermúdez, M. Miranda, I. Orjales, F. Rey-Crespo, N. Muñoz, e M. López-Alonso, «Holstein-Friesian milk performance in organic farming in North Spain: Comparison with other systems and breeds», *Spanish Journal of Agricultural Research*, vol. 15, n. 1, pag. e0601, apr. 2017.
- [64] F. Leiber *et al.*, «Implications of feed concentrate reduction in organic grassland-based dairy systems: a long-term on-farm study», *animal*, vol. 11, n. 11, pagg. 2051–2060, nov. 2017.
- [65] P. Ertl, W. Knaus, e A. Steinwidder, «Comparison of zero concentrate supplementation with different quantities of concentrates in terms of production, animal health, and profitability of organic dairy farms in Austria», *Organic Agriculture*, vol. 4, n. 3, pagg. 233–242, 2014.
- [66] I. Orjales, M. Lopez-Alonso, M. Miranda, H. Alaiz-Moretón, C. Resch, e S. López, «Dairy cow nutrition in organic farming systems. Comparison with the conventional system», *animal*, vol. 13, n. 05, pagg. 1084–1093, mag. 2019.
- [67] M. T. Jewell *et al.*, «Prevalence of lameness and associated risk factors on dairy farms in the Maritime Provinces of Canada», *Journal of Dairy Science*, vol. 102, n. 4, pagg. 3392–3405, apr. 2019.
- [68] F. Jiang, X. Lin, Z. Yan, Z. Hu, Y. Wang, e Z. Wang, «Effects of forage source and particle size on feed sorting, milk production and nutrient digestibility in lactating dairy cows», *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, vol. 102, n. 6, pagg. 1472–1481, dic. 2018.
- [69] L. Giuliotti, J. Goracci, M. N. Benvenuti, I. Facdouelle, e A. Profumo, «Parametri ematici come possibili indicatori di benessere in bovine da latte», 2004.
-

- [70] E. Trevisi e G. Bertoni, «Some physiological and biochemical methods for acute and chronic stress evaluation in dairy cows», *Italian Journal of Animal Science*, vol. 8, n. sup1, pagg. 265–286, gen. 2009.
- [71] R. Gräsbeck e N. Saris, «Establishment and use of normal values», *Scandinavian Journal of Clinical & Laboratory Investigation*, vol. 26, n. 110, pagg. 62–63, 1969.
- [72] H. E. Solberg, «The IFCC recommendation on estimation of reference intervals. The RefVal Program», *Clinical Chemistry and Laboratory Medicine (CCLM)*, vol. 42, n. 7, gen. 2004.
- [73] K. Ichihara *et al.*, «A global multicenter study on reference values: 1. Assessment of methods for derivation and comparison of reference intervals», *Clinica Chimica Acta*, vol. 467, pagg. 70–82, apr. 2017.
- [74] M. L. Jones e R. W. Allison, «Evaluation of the Ruminant Complete Blood Cell Count», *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, vol. 23, n. 3, pagg. 377–402, nov. 2007.
- [75] T. H. Herdt, «Variability characteristics and test selection in herd-level nutritional and metabolic profile testing.», *The Veterinary clinics of North America. Food animal practice*, vol. 16, n. 2, pagg. 387–403, lug. 2000.
- [76] J. J. Gross e R. M. Bruckmaier, «Invited review: Metabolic challenges and adaptation during different functional stages of the mammary gland in dairy cows: Perspectives for sustainable milk production», *Journal of Dairy Science*, vol. 102, n. 4, pagg. 2828–2843, apr. 2019.
- [77] P. Moretti *et al.*, «Reference intervals for hematological and biochemical parameters, acute phase proteins and markers of oxidation in Holstein dairy cows around 3 and 30 days after calving», *Research in Veterinary Science*, vol. 114, pagg. 322–331, ott. 2017.
- [78] G. F. Quiroz-Rocha, S. J. LeBlanc, T. F. Duffield, D. Wood, K. E. Leslie, e R. M. Jacobs, «Reference limits for biochemical and hematological analytes of dairy cows one week before and one week after parturition.», *The Canadian veterinary journal*, vol. 50, n. 4, pagg. 383–8, apr. 2009.
- [79] G. Bertoni, L. Calamari, e E. Trevisi, «New criteria for identifying reference values for specific blood parameters in dairy cows», *La Selezione Veterinaria*, vol. Suppl., pagg. 261–268, 2000.
- [80] M. Brscic *et al.*, «Short communication: Reference limits for blood analytes in Holstein late-pregnant heifers and dry cows: Effects of parity, days relative to calving, and season», *Journal of Dairy Science*, vol. 98, n. 11, pagg. 7886–7892, nov. 2015.
- [81] B. Hoff e T. Duffield, «Nutritional and metabolic profile testing of dairy cows», *AHL LabNote*, n. 4, pagg. 4–6, 2015.
- [82] G. Cozzi *et al.*, «Short communication: Reference values for blood parameters in Holstein dairy cows: Effects of parity, stage of lactation, and season of production», *Journal of Dairy Science*, vol. 94, n. 8, pagg. 3895–3901, ago. 2011.
- [83] A. Kok *et al.*, «Effects of dry period length on production, cash flows and greenhouse gas emissions of the dairy herd: A dynamic stochastic simulation model», *PLoS ONE*, vol. 12, n. 10, 2017.
- [84] A. V. Capuco, D. L. Wood, R. Baldwin, K. Mcleod, e M. J. Paape, «Mammary cell number, proliferation, and apoptosis during a bovine lactation: Relation to milk

- production and effect of bST», *Journal of Dairy Science*, vol. 84, n. 10, pagg. 2177–2187, 2001.
- [85] M. T. Kuhn, J. L. Hutchison, e H. D. Norman, «Minimum days dry to maximize milk yield in subsequent lactation», *Animal Research*, vol. 54, n. 5, pagg. 351–367, 2005.
- [86] A. T. M. Van Knegsel, S. G. A. van der Drift, J. Čermáková, e B. Kemp, «Effects of shortening the dry period of dairy cows on milk production, energy balance, health, and fertility: A systematic review», *Veterinary Journal*, vol. 198, n. 3, pagg. 707–713, 2013.
- [87] NRC, «Nutrient Requirement Tables», *Nutrient Requirements of Dairy Cattle*, pagg. 258–280, 2001.
- [88] G. Bertoni e E. Trevisi, «Use of the liver activity index and other metabolic variables in the assessment of metabolic health in dairy herds», *Veterinary Clinics of North America - Food Animal Practice*, vol. 29, n. 2, pagg. 413–431, 2013.
- [89] E. Trevisi, N. Jahan, G. Bertoni, A. Ferrari, e A. Minuti, «Pro-inflammatory cytokine profile in dairy cows: consequences for new lactation», *Italian Journal of Animal Science*, vol. 14, n. 3, lug. 2015.
- [90] G. Esposito, P. C. Irons, E. C. Webb, e A. Chapwanya, «Interactions between negative energy balance, metabolic diseases, uterine health and immune response in transition dairy cows», *Animal Reproduction Science*, vol. 144, n. 3–4, pagg. 60–71, gen. 2014.
- [91] E. Trevisi, M. Amadori, S. Cogrossi, E. Razzuoli, e G. Bertoni, «Metabolic stress and inflammatory response in high-yielding, periparturient dairy cows», *Research in Veterinary Science*, vol. 93, n. 2, pagg. 695–704, ott. 2012.
- [92] J. J. Loor, M. Bionaz, e J. K. Drackley, «Systems Physiology in Dairy Cattle: Nutritional Genomics and Beyond», *Annu. Rev. Anim. Biosci.*, vol. 1, n. 1, pagg. 365–392, gen. 2013.
- [93] G. Bertoni e E. Trevisi, «Use of the Liver Activity Index and Other Metabolic Variables in the Assessment of Metabolic Health in Dairy Herds», *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, vol. 29, n. 2, pagg. 413–431, lug. 2013.
- [94] G. Opsomer, «Interaction between metabolic challenges and productivity in high yielding dairy cows», *Japanese Journal of Veterinary Research*, vol. 63, pagg. S1–S14, 2015.
- [95] M. Bionaz, E. Trevisi, L. Calamari, F. Librandi, a Ferrari, e G. Bertoni, «Plasma paraoxonase, health, inflammatory conditions, and liver function in transition dairy cows.», *Journal of dairy science*, vol. 90, n. 4, pagg. 1740–1750, 2007.
- [96] E. Trevisi, M. Amadori, S. Cogrossi, E. Razzuoli, e G. Bertoni, «Metabolic stress and inflammatory response in high-yielding, periparturient dairy cows», *Research in Veterinary Science*, vol. 93, n. 2, pagg. 695–704, ott. 2012.
- [97] J. R. Roche, N. C. Friggens, J. K. Kay, M. W. Fisher, K. J. Stafford, e D. P. Berry, «Invited review: Body condition score and its association with dairy cow productivity, health, and welfare», *Journal of Dairy Science*, vol. 92, n. 12, pagg. 5769–5801, dic. 2009.
- [98] WHO, «Preamble to the Constitution of the World Health Organization», in *International Health Conference, New York, 19-22 June, 1946; signed on 22 July 1946 by the representatives of 61 States*, 1948, pag. 100.

- [99] B. Nicks e M. Vandenheede, «Santé et bien-être des animaux : équivalence ou complémentarité ?», *Revue Scientifique et Technique de l'OIE*, vol. 33, n. 1, pagg. 91–96, apr. 2014.
- [100] Y. Ozarda, «Reference intervals: current status, recent developments and future considerations», *Biochemia Medica*, pagg. 5–16, 2016.
- [101] C. PetitClerc e H. E. Solberg, «Approved recommendation (1987) on the theory of reference values. Part 2. Selection of individuals for the production of reference values», *Clinica Chimica Acta*, vol. 170, n. 2–3, pagg. S3–S12, 1987.
- [102] J. M. Hayden, W. G. Bergen, e R. A. Merkel, «Skeletal muscle protein metabolism and serum growth hormone, insulin, and cortisol concentrations in growing steers implanted with estradiol-17 β , trenbolone acetate, or estradiol-17 β plus trenbolone acetate2», *Journal of Animal Science*, vol. 70, n. 7, pagg. 2109–2119, lug. 1992.
- [103] T. A. Reinhardt, J. D. Lippolis, B. J. McCluskey, J. P. Goff, e R. L. Horst, «Prevalence of subclinical hypocalcemia in dairy herds», *The Veterinary Journal*, vol. 188, n. 1, pagg. 122–124, apr. 2011.
- [104] M.-F. Humblet, *et al.*, «Relationship between haptoglobin, serum amyloid A, and clinical status in a survey of dairy herds during a 6-month period», *Veterinary Clinical Pathology*, vol. 35, n. 2, pagg. 188–193, giu. 2006.
- [105] C. Dimauro, N. P. P. Macciotta, S. P. G. Rasso, C. Patta, e G. Pulina, «A bootstrap approach to estimate reference intervals of biochemical variables in sheep using reduced sample sizes», *Small Ruminant Research*, vol. 83, n. 1–3, pagg. 34–41, mag. 2009.
- [106] J. B. Wheelock, R. P. Rhoads, M. J. VanBaale, S. R. Sanders, e L. H. Baumgard, «Effects of heat stress on energetic metabolism in lactating Holstein cows», *Journal of Dairy Science*, vol. 93, n. 2, pagg. 644–655, feb. 2010.
- [107] J. E. Nocek, R. L. Steele, e D. G. Braund, «Performance of Dairy Cows Fed Forage and Grain Separately Versus a Total Mixed Ration», *Journal of Dairy Science*, vol. 69, n. 8, pagg. 2140–2147, ago. 1986.
- [108] R. R. Rastani *et al.*, «Reducing dry period length to simplify feeding transition cows: Milk production, energy balance, and metabolic profiles», *Journal of Dairy Science*, vol. 88, n. 3, pagg. 1004–1014, 2005.
- [109] H. M. Dann *et al.*, «Diets During Far-Off and Close-Up Dry Periods Affect Periparturient Metabolism and Lactation in Multiparous Cows», *Journal of Dairy Science*, vol. 89, n. 9, pagg. 3563–3577, set. 2006.
- [110] S. Rodriguez-Jimenez, K. J. Haerr, E. Trevisi, J. J. Loor, F. C. Cardoso, e J. S. Osorio, «Prepartal standing behavior as a parameter for early detection of postpartal subclinical ketosis associated with inflammation and liver function biomarkers in peripartal dairy cows», *Journal of Dairy Science*, vol. 101, n. 9, pagg. 8224–8235, set. 2018.
- [111] D. C. Wathes, Z. Cheng, N. Bourne, V. J. Taylor, M. P. Coffey, e S. Brotherstone, «Differences between primiparous and multiparous dairy cows in the interrelationships between metabolic traits, milk yield and body condition score in the periparturient period», *Domestic Animal Endocrinology*, vol. 33, n. 2, pagg. 203–225, ago. 2007.
- [112] T. H. Herdt, «Ruminant Adaptation to Negative Energy Balance», *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, vol. 16, n. 2, pagg. 215–230, lug. 2000.

- [113] N. Yameogo, G. A. Ouedraogo, C. Kanyandekwe, e G. J. Sawadogo, «Relationship between ketosis and dairy cows' blood metabolites in intensive production farms of the periurban area of Dakar», *Tropical Animal Health and Production*, vol. 40, n. 7, pagg. 483–490, ott. 2008.