



Progetto

Analisi e interventi migliorativi degli aspetti strutturali e gestionali della STALLA per il BENESSERE della bovina da LATTE LASTABEN

Strutture per bovine da latte



Marzo 2020



PSR LOMBARDIA
L'INNOVAZIONE
METTERADICI
2014 2020



Regione
Lombardia

FEASR – Programma di Sviluppo Rurale 2014-2020
MISURA 1. – “Trasferimento di conoscenze e azioni di informazione”
SOTTOMISURA 1.2 – “Sostegno a attività dimostrative e azioni di informazione”
OPERAZIONE 1.2.01 – “Progetti dimostrativi e azioni di informazione”

Progetto

Analisi e interventi migliorativi degli aspetti strutturali e gestionali della STALLA per il BENessere della bovina da LATte - LASTABEN

Il progetto si è proposto di divulgare informazioni e conoscenze riguardo ai criteri progettuali per strutture di stabulazione per bovini da latte, gestione della stalla, benessere degli animali in relazione alla sostenibilità ambientale ed economica dell'allevamento.

Responsabile scientifico: prof. Giorgio Provolo

Collaboratori: dott. Gabriele Mattachini, dott.ssa Elisabetta Riva, dott. Alberto Finzi, dott.ssa Silvia Perego, prof.ssa Anna Sandrucci, dott. Pietro De Marinis, Prof. Guido Sali



PSR LOMBARDIA
L'INNOVAZIONE
METTERADICI
2014 2020



Regione
Lombardia

Fondo Europeo Agricolo per lo Sviluppo Rurale: l'Europa investe nelle zone rurali

Sommario

Bovini da latte e strutture di stabulazione	5
Benessere animale negli allevamenti di bovini da latte.....	8
Il microclima nella zona di stabulazione.....	12
Lo stress da caldo	13
Il controllo climatico e ambientale nella stalla da latte	16
La ventilazione naturale.....	16
Altezza della stalla e pendenza del tetto	17
Orientamento ed esposizione	19
Isolamento e inerzia termica.....	20
La ventilazione artificiale	21
Sistemi di raffrescamento	24
Il controllo della qualità dell'ambiente	25
Illuminazione	26
Rumore	26
Disposizione e dimensionamento degli spazi nelle stalle a stabulazione libera a cuccette	26
La zona di riposo	27
La zona di alimentazione e la corsia di foraggiamento.....	30
Gli spazi per la circolazione delle bovine: corsie di smistamento e passaggi.....	31
La zona di mungitura.....	33
Le cuccette	33
Gli abbeveratoi	38
Pulizia della stalla e sanità della mammella	39
Le emissioni in aria.....	41
La gestione della mandria.....	42
Vitelli (e bovine partorienti)	42
Manzette e manze	47
Bovine in lattazione	49
Bovine in asciutta	53
Principali patologie	54
Mastite.....	54
Zootecnia di precisione	55
Il Comportamento delle bovine	55
Metodi e strumenti per monitorare il comportamento delle bovine	57
Videoregistrazione.....	58
Fotocamere temporizzate.....	59
Accelerometri e Pedometri (Automatic Recording Device).....	60

Indici comportamentali	61
Tecnologie per la localizzazione dell'animale.....	61
Il monitoraggio del microclima nelle strutture di stabulazione.....	62
Integrazione delle informazioni a fini gestionali	63
Bibliografia	64

Bovini da latte e strutture di stabulazione

La zootecnia da latte è il comparto d'eccellenza dell'agricoltura lombarda: il latte rappresenta infatti circa un quarto in valore dell'intera produzione agricola lombarda e la Lombardia produce più del 40% del latte italiano (Pretolani & Rama, 2019).

Nonostante la riduzione sensibile del numero di allevamenti (-17% tra 2013 e 2016) la Lombardia è tuttora la regione italiana che presenta la maggiore numerosità in termini di unità produttive con circa 6.500 stalle da latte (il 12,5% del totale nazionale) e 500.000 vacche da latte, pari a un terzo del patrimonio italiano (Pretolani & Rama, 2019). La suddivisione del numero di capi per provincia e per tipologia di stabulazione, riportato in Figura 1, mette in evidenza come il numero di capi sia concentrato nelle zone di pianura e nelle stalle a stabulazione libera.

La media regionale del numero di vacche da latte per allevamento è di circa 80 capi, ma nella zona denominata "triangolo zootecnico lombardo" costituita dalle province Cremona, Mantova e Brescia la consistenza media sale a 160 capi per allevamento (Pretolani & Rama, 2019).

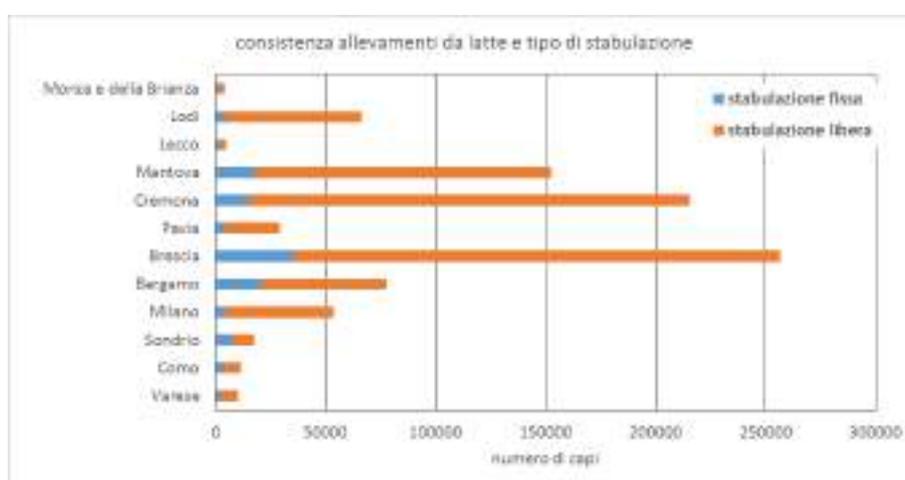


Figura 1 – consistenza degli allevamenti da latte in Lombardia (ISTAT, 2012)

La possibilità di mantenere competitivi gli allevamenti lombardi nell'ambito del mercato internazionale del latte e delle materie prime si gioca in gran parte nella capacità di conseguire elevati standard di efficienza e di qualità nelle varie fasi del processo produttivo che si svolge nella stalla.

Un fattore che può limitare l'efficienza del processo produttivo in stalla riguarda il benessere animale che è in relazione con lo stato di salute degli animali stessi e influenza la quantità e qualità delle loro produzioni. Condizioni di scarso benessere possono infatti avere come conseguenza un aumento delle situazioni patologiche e un calo delle prestazioni produttive e riproduttive degli animali in allevamento. È anche vero peraltro che elevate produzioni sono spesso associate a maggiori rischi di patologie o di stress; infatti la selezione genetica per l'incremento produttivo può alterare la capacità dell'animale di adattarsi all'ambiente e favorire l'instaurarsi di patologie di vario genere come chetosi, mastite, cisti ovariche, zoppie (Ingvarsen et al., 2003; Oltenacu e Broom, 2010). Inoltre le bovine ad alta produzione sono particolarmente sensibili a condizioni di temperature e umidità elevate a causa principalmente dell'intensa produzione di calore metabolico (Berman, 2005).

Le strutture di stabulazione e le modalità di gestione della stalla hanno una notevole influenza sulle condizioni di benessere e di salute delle bovine (Algers et al., 2009). Come sottolineato da Abeni e Bertoni (2009), le caratteristiche e la gestione dell'area di riposo e della lettiera, la pavimentazione della stalla, la disponibilità di alimento e di acqua, l'igiene

degli ambienti e degli impianti, le condizioni microclimatiche e la densità di allevamento sono fattori che influenzano significativamente il benessere e la salute degli animali, soprattutto negli allevamenti intensivi, come è il caso degli allevamenti lombardi.

La zootecnia da latte lombarda è sicuramente contraddistinta dalla presenza di aziende di eccellenza sotto il profilo strutturale e gestionale ma è caratterizzata tuttora anche da larghe aree di inefficienza che penalizzano il benessere e la salute animale, la redditività e la sostenibilità ambientale e necessitano di essere colmate attraverso una capillare e intensa attività di informazione, divulgazione e formazione.

Alcune indagini recenti condotte in Lombardia hanno dimostrato come esistano ampi spazi di miglioramento in termini di strutture, attrezzature e gestione della stalla per assicurare condizioni di benessere agli animali allevati. Campiotti (2003), in una indagine condotta su allevamenti bovini da latte della Lombardia, ha evidenziato una situazione subottimale e talvolta carente in relazione a diversi parametri strutturali e gestionali (larghezza passaggi interni, altezza educatori delle cuccette, disponibilità di acqua all'uscita dalla mungitura, percentuale di utilizzo delle cuccette, ecc.) delle stalle lombarde. Anche un recente studio condotto dai proponenti su un campione di aziende lombarde ha evidenziato problematiche analoghe (Provolo et al, 2016) sottolineando come in molti casi i punti critici emersi fossero risolvibili con investimenti minimi o addirittura anche solo con miglioramenti gestionali. L'esistenza di alcune criticità nella struttura e nella gestione delle stalle da latte in Lombardia è emersa anche in alcuni studi effettuati dai componenti del gruppo proponente che hanno riguardato il comportamento delle bovine; alcune anomalie nei ritmi delle attività degli animali (riposo, deambulazione, alimentazione, ecc.) che sono state rilevate sono infatti indicatori di condizioni di benessere non ottimali conseguenti a carenze strutturali della stalla o errori (Bava et al., 2012; Mattachini et al., 2011). Spesso queste carenze si evidenziano nel periodo estivo accentuando il fenomeno di stress da caldo che influisce significativamente sulle prestazioni produttive delle bovine nell'immediato, ma si ripercuote pesantemente anche su quelle riproduttive e sanitarie con inevitabili conseguenze anche sul risultato economico dell'allevamento.

Alcuni studi condotti negli ultimi anni in Lombardia (Campiotti, 2015) così come i dati che emergono dai Bollettini dei controlli funzionali dell'Associazione Italiana Allevatori mettono in evidenza come, a fronte di ottimi risultati relativi alla produzione di latte per capo, i dati lombardi relativi alla fertilità e alla longevità delle vacche da latte siano subottimali e anzi mostrino una tendenza al peggioramento nel tempo. In base alle valutazioni riportate recentemente da Coderoni e Pontrandolfi (2016) l'aumento del numero medio di parti da 2,5 a 5 sulla metà dei capi in produzione potrebbe portare ad una riduzione dell'emissione di gas serra per kg di latte prodotto pari al 3,8% e ad una contemporanea riduzione del costo per litro latte di circa 4 centesimi.

In relazione alla problematica dello stress da caldo in particolare bisogna considerare anche che i cambiamenti climatici in atto impongono modifiche e adattamenti delle strutture e della gestione dell'allevamento da latte per assicurare un adeguato livello di benessere agli animali (Gauly et al., 2013). Lo stress da caldo nella vacca da latte comporta una riduzione delle produzioni e della fertilità con ricadute sulla redditività delle aziende ma anche sulla sostenibilità ambientale. Secondo Coldiretti nell'estate 2015 si sono persi in Lombardia 20 milioni di litri di latte a causa del caldo e dell'umidità mentre nel luglio 2016 sempre Coldiretti ha riportato un calo del 15% delle consegne di latte.

Va anche sottolineato che gli allevatori non hanno spesso strumenti adeguati per valutare l'adeguatezza delle strutture e della gestione della stalla in modo oggettivo e per individuare i punti critici e gli interventi che possono migliorare la situazione.

L'allevamento di bovini da latte ha visto nel corso degli ultimi decenni una rapida evoluzione che ha riguardato sia il miglioramento genetico degli animali, sia le tecniche di allevamento

sempre più orientate ad ottenere una produzione di latte qualitativamente e quantitativamente elevata.

In questo percorso, l'assistenza tecnica e la ricerca hanno svolto un lavoro attento di supporto agli allevatori concentrandosi su aspetti quali, a esempio, l'alimentazione e la fertilità, in quanto giustamente considerati prioritari.

Altri elementi che contribuiscono in modo significativo a determinare il risultato della produzione sono stati invece meno studiati e le indicazioni disponibili, anche di buona qualità, non sempre hanno trovato attraverso l'assistenza tecnica dei canali di trasferimento delle informazioni e di supporto efficace agli allevatori. Infatti, l'influenza della struttura e delle attrezzature sulle condizioni ambientali e di benessere delle bovine è un elemento noto, ma non ancora ben codificato in indicazioni operative. In questo contesto, non solo rientrano la modalità con cui è stata realizzata la struttura e le attrezzature, ma tutta una serie di elementi anche gestionali che riguardano la conduzione dell'allevamento e la possibile introduzione di elementi migliorativi (Figura 2).



Figura 2 – Le strutture di stabulazione realizzate nel tempo non sempre rispondo alle attuali esigenze degli animali

A esempio, le ricerche svolte a livello locale, supportate dalla bibliografia internazionale, hanno messo in evidenza come nelle stalle della pianura padana il tempo dedicato dalle bovine al riposo risulti inferiore a quello ottimale. Le cause sono da ricondursi frequentemente a: scarsa ventilazione (Barbari et al., 2012), stress da caldo (Rossi et al., 2002; Provolo e Riva, 2008), scarso ombreggiamento, elevata concentrazione di gas nocivi, inadeguata presenza di abbeveratoi, passaggi per la deambulazione delle bovine di ampiezza insufficiente, cuccette con dimensioni non corrette, corridoi chiusi, pavimentazioni non confortevoli (Campiotti, 2003), gestione degli effluenti non corretta. Dall'esame della letteratura, emerge chiaramente come le cause sopra citate siano strettamente collegate e si possano risolvere solo con un approccio olistico.

Inoltre, la valutazione della sostenibilità ambientale in relazione alla stabulazione delle bovine da latte è solo recentemente emersa come problematica da affrontare, ma non ci sono al momento indicazioni pratiche sulle modalità di progettazione e gestione della stalla finalizzate alla riduzione dell'impatto ambientale. Si considerino, a esempio, le emissioni di ammoniaca dalle zone di stabulazione e paddock che risultano fortemente influenzate sia dalla progettazione (superfici e tipologia di pavimentazione), sia dalla gestione (modalità e frequenza di asportazione delle deiezioni). Un altro aspetto rilevante dal punto di vista della sostenibilità ambientale è legato all'utilizzo di acqua nell'allevamento.

Per quanto riguarda gli aspetti ambientali, il legame con la sostenibilità economica risulta evidente se si considera come le emissioni di ammoniaca significano una perdita di azoto

che potrebbe essere utilizzato come fertilizzante. Infine, la ricaduta economica dello spreco idrico nell'allevamento è riconducibile principalmente all'aumento dei volumi di effluenti da gestire. Ciò comporta sia costi superiori per la realizzazione degli stoccaggi, ma anche costi più elevati per il trasporto e la distribuzione degli effluenti.

Benessere animale negli allevamenti di bovini da latte

L'evoluzione dell'allevamento da latte negli ultimi anni è stata supportata da un significativo contributo da parte della ricerca, che ha affrontato molte problematiche dei diversi aspetti dell'allevamento (alimentazione, igienico-sanitari, ecc.). Sicuramente una delle tematiche di particolare attenzione negli ultimi anni è quella riferita al benessere animale. In questo concetto vengono considerati diversi aspetti dell'allevamento delle bovine. Un animale, infatti, viene considerato in un buono stato di benessere, se è sano, in condizioni di confort, ben nutrito, sicuro, capace di esprimere un comportamento innato e in grado di reagire se è sottoposto a condizioni sgradevoli come il dolore e la paura (EFSA, 2009). La valutazione del benessere deve poter essere ottenuta in modo oggettivo. Per questo la ricerca si è orientata anche verso l'individuazione di opportuni indicatori del benessere degli animali. Gli elementi strutturali che costituiscono il ricovero degli animali stabulati risultano una delle componenti che contribuiscono a determinare il benessere degli animali (Figura 3). Infatti, non bisogna dimenticare che la funzione prioritaria delle strutture di stabulazione è di permettere all'animale di vivere nelle migliori condizioni ambientali possibili, anche perché la bovina da latte è in grado di estrinsecare le proprie potenzialità produttive solo se le vengono garantite le condizioni ambientali ottimali. Risulta, quindi, evidente l'opportunità di fornire indicazioni chiare sui criteri di progettazione di stalle di questo tipo e sulle modalità di intervento da adottare sulle strutture esistenti per mitigare lo stress degli animali, in conformità alle normative sul benessere animale e agli obiettivi di produttività dell'allevamento.



Figura 3 – Il benessere delle bovine da latte è il risultato di molteplici fattori che interagiscono tra loro e influenzano lo stato dell'animale.

Il benessere animale è da sempre un concetto noto agli allevatori e ai ricercatori, ma negli anni ha assunto valenze diverse col cambiare delle tipologie di allevamento e con le trasformazioni sociali del mondo agricolo e del mercato.

È importante anche capire come questo concetto non possa essere definito in termini assoluti, ma debba essere valutato negli allevamenti in modo tale da poter trovare il livello

accettabile di benessere, in condizioni di allevamento sempre più lontane da quelle naturali, in funzione dalle finalità dell'allevamento stesso e quindi della produzione economica.

Negli anni il concetto di benessere animale si è trasformato adattandosi all'evoluzione delle condizioni di allevamento, da libere in ampi spazi, alle attuali con elevato numero di animali in spazi ristretti, includendo anche aspetti ambientali, fino a diventare in questi ultimi anni e per certe realtà, un requisito di mercato. Infatti l'aumentata consapevolezza di un consumatore attento alla qualità degli alimenti acquistati, ha spinto il produttore a fornire garanzie qualitative, etiche e anche relative all'impatto ambientale sulla produzione realizzata nelle proprie strutture.

Il Farm Animal Welfare Council (1992) descrisse le 5 libertà fondamentali che definiscono una situazione di benessere nell'animale allevato: libertà dalla denutrizione e dalla sete, dallo stress termico e fisico, da lesioni e malattie, libertà di esprimere i normali comportamenti, libertà da paura e stress.

Questi principi si possono rilevare nei criteri di misurazione del benessere animale proposto dallo stesso gruppo di lavoro: buona alimentazione, buon ambiente, buona salute, buon comportamento.

In termini generali, si può comunque affermare che, il benessere animale si possa intendere come l'assenza di tutti quegli elementi strutturali e gestionali che aumentano lo stress dell'animale (Capiotti 2003).

Per quanto riguarda il quadro normativo, già a partire dalla decisione del Consiglio delle Comunità Europee sulla "Convenzione sulla protezione degli animali negli allevamenti" (78/923/CEE) si sono stabilite delle regole relative al sito di allevamento, l'alimentazione e la salute dei capi allevati e tali regole vengono imposte agli Stati che hanno approvato la Convenzione.

In seguito, il decreto legislativo 26 marzo 2001, n. 146 in attuazione della direttiva 98/58 CE, relativo alla protezione degli animali negli allevamenti, stabilisce norme minime da attuare negli allevamenti per la protezione degli animali. Sono stati successivamente emanati decreti specifici per alcune categorie di animali tra cui i vitelli. Negli anni più recenti attraverso i Programmi di sviluppo rurale si è incentivato l'allevatore attraverso misure specifiche per investimenti relativi al benessere animale.

Si può comunque affermare che, oltre alle normative cogenti per gli allevamenti intensivi, anche l'allevatore ha compreso e colto l'opportunità economica derivante da una mandria in buone condizioni di benessere all'interno dell'allevamento.

Infatti è chiaro a tutti che, una mandria che si muove e riposa in spazi e condizioni climatiche confortevoli e ben alimentata, non sottoposta a stress eccessivi, sarà più fertile, più produttiva e, quindi, darà più reddito all'allevatore. Il benessere è da considerare a tutti gli effetti un fattore produttivo importante e fondamentale per l'allevatore.

Negli anni quindi il concetto di benessere animale si è spostato dalla sfera puramente sanitaria a quella più etica del rispetto e cura delle condizioni di "allevamento", in questo modo l'allevatore diventa sempre più un soggetto coinvolto, anche dal legislatore, nella tutela e nel mantenimento del patrimonio ambientale ma anche diretto responsabile e attento alle richieste del consumatore - cliente finale dei suoi prodotti.

Ecco quindi che il benessere appare ed è per l'allevatore, non solo fattore puramente produttivo e cogente, ma diventa anche un fattore commerciale per conquistare più spazi di mercato e miglior apprezzamento economico per i propri prodotti.

La Politica Agricola Comune (PAC), recepisce questa visione e introduce il benessere degli animali già dalla fine degli anni novanta come requisito per accedere ad alcuni pagamenti del I Pilastro e di alcune misure del regolamento CE 1257/99 sul sostegno allo sviluppo

rurale. È poi con la riforma Fisher che acquisisce una posizione evidente nel momento in cui, con il regolamento CE 1783/2003, le misure agroambientali sono divenute “agro-ambiente e benessere degli animali”.

Nel periodo di applicazione della PAC 2007-2014 il benessere animale era visto contemporaneamente come uno dei Criteri di Gestione Obbligatoria, per i quali dunque erano definite soglie minime di partenza, e come una parte della una politica volontaria di miglioramento aziendale sotto forma di iniziative volte al rispetto delle Buone Condizioni Agronomiche e Ambientali, da raggiungere anche con il sostegno del Programma di Sviluppo Agricolo ed in parte attraverso il sostegno esercitato dalle politiche di indirizzo dell’Unione Europea relative alla sicurezza alimentare ed al benessere animale.

Con l’applicazione della PAC 2014-2020, nonostante la riorganizzazione strutturale dell’importo percepito dagli agricoltori beneficiari, l’impostazione del sostegno al benessere animale nelle aziende zootecniche non è cambiato.

Un indagine condotta dalla Commissione Europea (European Commission, 2016) nei mesi di novembre e dicembre del 2015 su un campione di 27.672 cittadini dei 28 Stati membri dell’UE e pubblicata a marzo 2016, conferma l’interesse degli europei per le condizioni in cui vengono tenuti gli animali da reddito, tanto che il 59% (in Italia il 43%) sarebbe disposto a pagare di più per prodotti alimentari provenienti da sistemi di produzione rispettosi del benessere animale.

Questi risultati appaiono avvalorati da numerosi altri studi sulla percezione dei consumatori, e dei cittadini in generale, rispetto al tema del benessere animale: tutti gli studi concludono che la percentuale di persone sensibili al tema in Europa è compresa tra il 46% e l’86% (European Commission, 2016; McKendree et al. 2014; Bennett and Blaney 2005).

Sebbene esista ancora del lavoro da fare per rendere realmente e diffusamente efficace la strategia delle aziende che scelgono di adottare sistemi di allevamento conformi a schemi di certificazione “animal-friendly”, è ormai largamente accettato il fatto che la sostenibilità economica della partecipazione a schemi volontari di certificazione dipende dalla disponibilità a pagare dei Consumatori, la quale è ancora controversa, anche se alcuni studi su specifici casi concreti presentano prospettive positive (Makdisi, Marggraf, 2011). La prospettiva positiva è sostenuta dal fatto che, negli studi citati, la maggior parte dei cittadini europei (64%, +6% rispetto alla percentuale rilevata nel 2006) risulta interessata ad avere più informazioni circa le condizioni di trattamento garantite agli animali.

In questo contesto l’allevatore lombardo può avvalersi dunque del crescente interesse dei consumatori al tema del benessere animale. In pratica questo è possibile attraverso:

- L’adesione a schemi volontari di certificazione per produzioni *animal-friendly*: gli studi esistenti sulle passate esperienze di certificazione di particolari produzioni con disciplinari ad hoc dimostrano una generale efficienza nel restituire agli agricoltori l’investimento assunto per la modifica dei sistemi di gestione e degli eventuali interventi strutturali. A partire dal 2009, a livello europeo (COM(2009)584), è avviato il percorso legislativo volto a fornire una regolamentazione apposita per la creazione di un marchio di qualità che certifichi i prodotti ottenuti in rispetto del Benessere animale (“*Animal friendly products*”). Sebbene tale percorso non si sia ancora concluso e non esista ancora in Italia una regolamentazione dell’etichettatura di tali prodotti, esistono già i protocolli di produzione la cui adozione, dietro controllo di enti accreditati, permette l’utilizzo in etichetta della frase “Garanzia di benessere animale in allevamento valutato secondo lo standard del Centro di Riferenza Nazionale”. Tale certificazione prende il nome del Centro di Riferenza Nazionale per il Benessere Animale, CReNBA. La validità dello standard CReNBA è stata riconosciuta dal Ministero della Salute e dal MIPAAF in base al decreto del 16 gennaio 2015 e alla Circolare 7770 del 13/04/2015 che

recepiscono il Reg. CE 1760. Questa recente evoluzione testimonia come la strategia basata sulla scelta di marchi certificanti in etichetta tenti di rispondere alle richieste dei consumatori di assicurare un maggiore BA negli allevamenti e che questo approccio sarà quello più sostenuto nei prossimi anni (Miele & Ara, 2008). D'altra parte diverse indagini volte a caratterizzare l'interesse dei consumatori verso prodotti "animal friendly" ci dicono che sono proprio i giovani, consumatori del presente e del prossimo futuro, i più sensibili a questo tema (Clark et al., 2016; Clark et al., 2017). Occorre precisare che il disciplinare CReNBA fa una valutazione in base a una check-list fatta di indicatori specifici e rappresenta uno strumento per valutare lo stato della stalla. Non è una valutazione diretta dello stato di benessere animale e dunque costituisce più un indicatore di base volto a descrivere il contesto di allevamento degli animali e dunque lo stato di partenza dell'allevamento in un piano di miglioramento.

- L'utilizzo di canali commerciali alternativi alla grande distribuzione, ai quali è più semplice aderire quando il proprio prodotto è caratterizzato da alti standard qualitativi, come quelli relativi al rispetto del benessere animale. La dimensione raggiunta nell'ultimo decennio dalle reti economiche alternative alla grande distribuzione permette di prenderle in seria considerazione per l'assorbimento della produzione aziendale, anche quando essa è impostata su quantità ingenti e costanti. A titolo dimostrativo basti pensare che in Italia sono stimate a circa 150.000 le persone coinvolte direttamente in circuiti di distribuzione alternativa quali i GAS (Gruppi di Acquisto Solidale), e che la regione con il più alto numero di GAS è la Lombardia (451 GAS registrati nel 2013) dove queste realtà si sono organizzate in Distretti di Economia Solidale (DES, attualmente se ne contano 10 a livello regionale). Si stima che il giro di affari in questi circuiti di distribuzione alternativi arrivi a 30 milioni di euro all'anno sul territorio nazionale (Corrado, 2013; Grasseni et al., 2013).
- Questi dati rendono l'idea di come l'utilizzo di canali commerciali alternativi non sia una prospettiva fantasiosa e di come invece numerose aziende agricole e zootecniche siano già entrate in stretta relazione con i propri consumatori, garantendo, proprio sulla base di una serie di valori condivisi, tra cui il benessere animale, una migliorata sostenibilità delle aziende e del loro territorio (Forno e Maurano, 2016).
- La diversificazione del reddito aziendale. Naturalmente, investire nel benessere animale del proprio allevamento, soprattutto se si parla di investimenti in strutture e allestimento degli spazi, non significa necessariamente diversificare la produzione. Occorre però sottolineare che il più forte contributo al miglioramento del benessere animale viene dalla modifica del sistema di stabulazione e che quando le tecniche e gli spazi/strutture di allevamento si riavvicinano a canoni estetici e di vivibilità adatti alla fruizione di visitatori si aprono nuove possibilità di reddito (ecoturismo, agri-turismo, didattica in azienda, ecc.). Sono proprio gli allevamenti a stabulazione fissa e più intensivi che incontrano le cattive opinioni dei consumatori. In questi ambienti di allevamento sono l'assenza di naturalità e il poco rispetto per l'animale che ne traspare ad essere oggetto di critica estesa nel pubblico. Sono sempre queste tipologie di allevamento a richiedere un utilizzo maggiore di antibiotici, anche in forma di profilassi, a causa dell'altro numero di capi allevati per unità di superficie, altro elemento molto citato tra le critiche dei consumatori al comparto dell'allevamento da latte (Clark et al., 2016). Al contrario, pratiche quali il pascolamento, la pulizia degli spazi come strategia di prevenzione delle malattie, l'alimentazione stagionale con buona proporzione di ingredienti naturali, sono tutti elementi che vengono interpretati dai consumatori come indice di attenzione al benessere animale e riavvicinano le possibilità per l'allevatore di aprire la sua azienda al pubblico, facendo dunque i primi passi verso una diversificazione della propria attività.

Nei documenti strategici dell'UE si trova chiaro riferimento al fatto che "la tutela della salute degli animali potrà determinare, nel medio-lungo periodo, ricadute positive sul miglioramento quanti-qualitativo delle produzioni derivate, ivi compresi gli aspetti igienico-

sanitari, e, quindi, sulla redditività complessiva degli allevamenti, concorrendo così all'obiettivo generale di accrescere la competitività del sistema regionale attraverso una gestione agricola sostenibile”.

Il microclima nella zona di stabulazione

Il benessere animale è strettamente connesso anche con le condizioni ambientali interne alla struttura di stabulazione. In particolare per le bovine da latte allevate in stabulazione libera con zona di riposo a cuccette, i parametri microclimatici che vengono generalmente presi in considerazione sono:

- **Temperatura:** I bovini sono animali omeotermi, cioè riescono a controllare e mantenere costante la temperatura corporea interna (circa 38,5°C), che, entro determinati limiti, è indipendente da quella dell'ambiente fisico circostante. La *termoregolazione* permette ai bovini di difendersi dal caldo e dal freddo.
- La situazione in cui si hanno le migliori performance produttive è la *zona di neutralità termica*, che è l'intervallo di temperatura in cui è minima la produzione di calore e, di conseguenza, è massima l'energia che l'animale può utilizzare per la produzione. La neutralità termica per le bovine in lattazione è tra -5°C e 25°C (Manenti e Gastaldo, 2001). La bovina è quindi un animale che si adatta meglio a climi freddi, infatti con temperature alte peggiora le produzioni e diminuisce la fertilità. Per questo motivo è molto importante il controllo delle condizioni termiche all'interno della stalla soprattutto nel periodo estivo, quando si rischia un aumento della temperatura interna alla struttura fino a raggiungere valori che causano stress termico nelle bovine.
- **Velocità dell'aria:** Le bovine da latte nel periodo invernale soffrono particolarmente le correnti d'aria fredda in quanto causano un aumento della dispersione di calore, perciò è necessario evitare l'esposizione della stalla ai venti dominanti e, dove questo non è possibile, occorre risolvere il problema con tamponamenti o strutture frangivento, in modo da mantenere la velocità dell'aria al di sotto dei 0,5 m/s. In periodi caldi, invece, una maggiore velocità dell'aria (fino a 4-5 m/s) è positiva, infatti accelera l'evaporazione e la dispersione di calore, così da aiutare l'allontanamento dell'aria calda e umida dagli animali.
- **Umidità:** L'umidità elevata in presenza di basse temperature contribuisce ad aumentare le perdite di calore corporeo; con alte temperature invece diventa difficoltoso lo smaltimento del calore corporeo per evaporazione che proprio alle alte temperature è la via che maggiormente consente la termoregolazione. L'eccessiva umidità ambientale è un fattore decisamente problematico per gli animali e ne influenza le performances produttive e riproduttive. Secondo Baeta et al. (1987) a 22°C si evidenziano effetti negativi sulla produzione con Umidità relativa del 60%.
- In studi più recenti si evidenziano sintomi di stress nell'animale con umidità del 75% a temperature di 23°C (Bohmanova et al., 2007). Maust et al. (1972), suggerisce un tasso di umidità relativa del 70% come limite superiore compatibile con il comfort e le performance produttive di bovine da latte, risultati che sono supportati anche da studi più recenti (Khongdee et al., 2006), anche se in misura minore, con un limite superiore del 60% di umidità relativa a 30 °C, in condizioni stabulative europee (Seedorf et al., 1998). In generale una bassa umidità è comunque da evitare per l'aumento di secchezza e polverosità nell'ambiente che possono creare problemi agli animali, in particolare alle vie respiratorie. Valori di umidità relativa ottimale si possono considerare dal 50% all'80%.

In letteratura l'indice più frequentemente utilizzato per valutare il grado di stress termico nelle bovine da latte al variare dei fattori ambientali di umidità e temperatura è il Temperature Humidity Index (THI). Non è corretto infatti considerare solo la temperatura dell'aria in

quanto questa può discostarsi dalla temperatura effettivamente percepita dagli animali, che è influenzata dall'irraggiamento, dalla temperatura e dall'umidità relativa. Il THI considerando sia la temperatura sia l'umidità permette di avere una valutazione più oggettiva delle condizioni microclimatiche all'interno della stalla. L'indice THI è, come spiegato, una relazione tra i due parametri ambientali legati dalla seguente relazione:

$$THI = T + 0.36 * T_{dp} + 41.2 \quad (\text{ASABE, 2006})$$

Dove:

- T = temperatura dell'aria (bulbo asciutto) in °C
- T dp = temperatura al punto di rugiada in °C

In Figura 4 sono riportati i valori di THI in relazione alla temperatura e umidità dell'aria con l'indicazione dello stato di stress termico nelle bovine in lattazione.

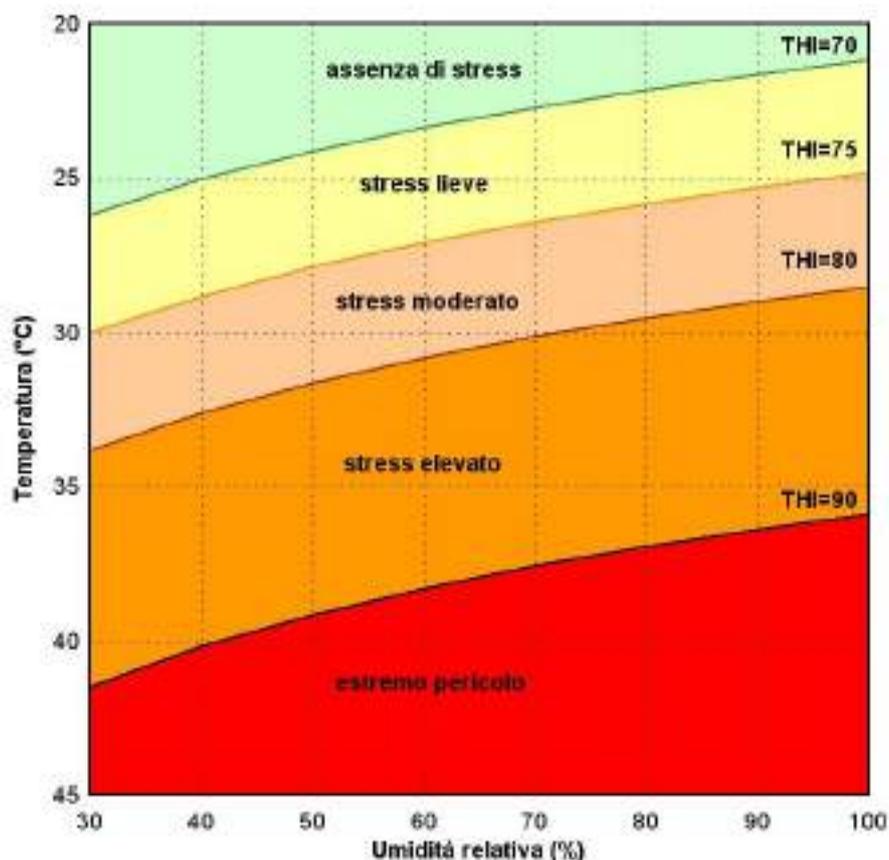


Figura 4 - Abaco per il calcolo dello stress da caldo basato THI (elaborato da ASABE, 2006).

Lo stress da caldo

Numerosi autori hanno evidenziato le problematiche relative all'effetto delle condizioni climatiche sulla risposta degli animali e un'ottima rassegna della risposta delle bovine alle condizioni ambientali è riportata da Kadzere et al. (2002), in cui vengono evidenziate anche le motivazioni per cui l'elevata produzione di latte ha comportato un incremento del calore metabolico. L'analisi riportata evidenzia che dal 1940 ad oggi la produzione di latte è aumentata enormemente, ma parimenti è aumentato anche il calore prodotto nella sintesi del latte rendendo gli animali più sensibili allo stress da caldo.

Per quanto riguarda la risposta degli animali alle condizioni climatiche, Nienaber e Hahn (2007) hanno sottolineato come l'effetto sia accentuato dalla durata del periodo caldo e dalla

permanenza durante la notte delle condizioni di stress. Il lavoro analizza le ondate di caldo in alcune località sulla base di dati meteorologici classificati sulla base del numero di ore in cui il THI supera un valore soglia.

L'effetto dello stress da caldo sulla produzione nelle bovine da latte è stato affrontato da diversi autori. West (2003) mette in evidenza come la maggior parte delle sperimentazioni svolte su questa tematica utilizzi il THI come indicatore delle condizioni ambientali anche se alcuni autori hanno utilizzato la temperatura dell'aria o indici che considerassero oltre a temperatura e umidità anche la velocità dell'aria.

La relazione tra l'aumento del THI e la diminuzione di produzione è riportata anche in uno standard ASABE relativo alla progettazione dei sistemi di ventilazione per bovini da latte. In questa norma viene indicata la seguente relazione (ASABE, 2006), rappresentata graficamente in Figura 5:

$$\text{MPD} = 1.08 - 1.736 * \text{NL} + 0.02474 * \text{NL} * \text{THI}$$

Dove:

- MPD = diminuzione di produzione
- NL = normale livello produttivo
- THI = Valore medio giornaliero del THI

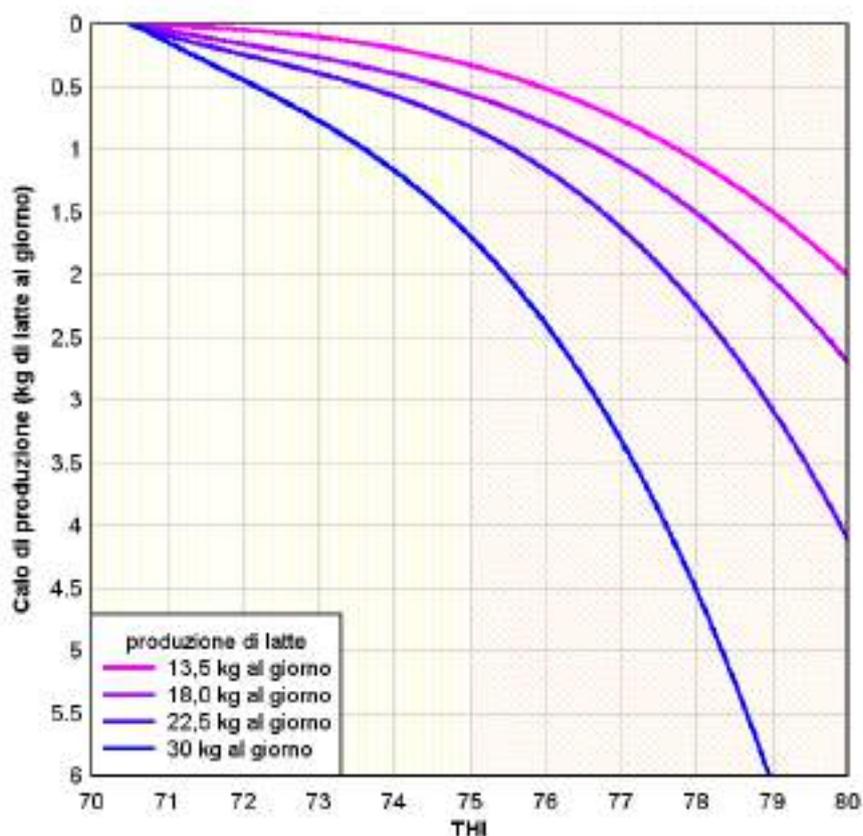


Figura 5 - Calo di produzione delle bovine in relazione ai valori di THI (elaborato da ASABE, 2006).

Tra gli effetti dell'incremento della temperatura vengono segnalati anche modifiche comportamentali quali la tendenza a rimanere in piedi quando la temperatura aumenta e, di conseguenza aumenta la temperatura corporea (Hillman et al., 2005). Viene anche ipotizzato che l'incremento di temperatura corporea possa essere lo stimolo fisiologico per alzarsi per ridurre la temperatura.

Alcune esperienze come quella di Overton et al. (2002) hanno messo in evidenza tale correlazione rilevando il comportamento degli animali per mezzo di riprese video temporizzate e la definizione di indici di comportamento. Questo studio indica alcuni elementi utili alla definizione delle modalità di acquisizione dati abbinando l'analisi della videoregistrazione a intervalli di tempo orari con il rilievo di parametri climatici continui e gestionali, quali l'avvicinamento dell'alimento e la mungitura, ovviamente discontinui. I risultati del lavoro mettono in luce l'importanza di un monitoraggio durante l'arco della giornata per rilevare in modo non invasivo il tempo speso dagli animali nelle diverse attività. Da altri autori (Ravagnolo et al 2000) è identificata come critica ai fini produttivi per bovine di razza frisona, la soglia di temperatura di 21°C, con perdite significative in termini produttivi e riproduttivi sopra già i 24 °C. L'effetto negativo delle alte temperature è sicuramente aggravato da alta umidità ambientale. In generale con valori di THI intorno a 74 si osservano cali di produzione (Kadzere et al 2002).

Attraverso prove sperimentali realizzate con rilievi strumentali in alcune aziende da Provolo 2007, si può affermare che, già intorno a valori di THI superiori a 66 (temperatura 20-22 °C), le bovine manifestano cambiamenti nel comportamento con diminuzione del tempo di utilizzo delle cuccette, quindi già in presenza di temperature e umidità ambientale sicuramente al di sotto delle soglie di stress da caldo riportate comunemente in bibliografia. È stato dimostrato che l'effetto dell'esposizione ad alte temperature risulta, in parte o addirittura totalmente, mitigato dall'abbassamento dei valori che si verifica nel periodo notturno. Broucek et al. (1998) hanno osservato che simulando l'effetto giorno-notte, ossia alternando un periodo di 6 ore con temperatura a 34°C ed uno di 8 ore a 23°C, non si verificavano cali significativi di produzione. L'effetto mitigatore dello stress da caldo prodotto dalle più favorevoli condizioni notturne è stato osservato in diverse esperienze condotte in allevamento. In particolare Frazzi et al. (2003) hanno rilevato che se la temperatura notturna scende al di sotto di 18°C gli effetti negativi delle temperature diurne (fino a 33°C) risultano praticamente nulli. Altri autori (Igono et al. 1992; Calamari et al., 1995) hanno sostanzialmente confermato questo risultato, ma solo se la temperatura media giornaliera non supera i 27°C. Berman (2005) ha considerato anche l'influenza del livello produttivo sulla temperatura critica superiore. Sviluppando un modello teorico volto a determinare una soglia di stress sulla base del ritmo respiratorio indotto ha concluso che vacche con produzione giornaliera di 45 kg di latte hanno una soglia critica più bassa di 5°C rispetto a vacche che producono 35 kg di latte al giorno.

In condizioni estive è importante considerare anche la velocità dell'aria. La principale funzione delle correnti d'aria è di provocare, incontrando il corpo dell'animale, un aumento della dispersione di calore per convezione. Vari studi hanno preso in considerazione l'importante parametro della velocità dell'aria (Baeta et al., 1987; Frazzi et al., 1998; Calamari et al., 1995; Berman, 2005). Prove condotte da Frazzi et al. (2000) in condizioni di temperatura che raggiungevano i 31-32°C, hanno evidenziato che una ventilazione meccanica capace di assicurare una velocità dell'aria a livello animale di almeno 0.5 m/s determina una minor perdita di latte dovuta all'effetto dello stress da caldo, oltre a positivi effetti sulla qualità. Berman et al. (1985), facendo indagini in allevamento, hanno stabilito che fino a 24°C la temperatura rettale non è influenzata dalla temperatura o dalla velocità dell'aria, mentre cresce di 0.02°C/kg di latte negli animali con produzione superiore a 24 kg/giorno. In un intervallo fra 26 e 36°C l'incremento della temperatura rettale risulta dimezzato in vacche esposte ad una velocità dell'aria di 1.5 m/s rispetto alla velocità naturale di 0.5 m/s. Gli effetti della velocità dell'aria sugli animali sono strettamente legati al livello della temperatura ambientale. In situazioni invernali sono preferibili velocità molto basse, onde evitare d'indurre nell'animale un aumento della dispersione di calore; mentre, in condizioni estive, una maggiore velocità dell'aria, fino a 4.5 m/s, è senz'altro favorevole, in

quanto accelera l'evaporazione cutanea e la dispersione di calore da parte degli animali (Rossi et al., 2002).

Il controllo climatico e ambientale nella stalla da latte

Un aspetto importante della progettazione della struttura è il controllo dei parametri climatici, che influenzano la produzione e il benessere degli animali (come descritto precedentemente), soprattutto in condizioni ambientali di pianura dove, a fronte di alte temperature, si registrano anche elevata umidità e scarsa ventosità, per buona parte dell'anno. La struttura di stabulazione, con le relative attrezzature ed impianti, diventa quindi un vero e proprio fattore di produzione in grado di condizionare i risultati produttivi, sia in termini qualitativi che quantitativi, dal quale non si può prescindere se non si vogliono compromettere i risultati economici dell'allevamento. Il controllo climatico si attua attraverso l'adozione di soluzioni tecnico-costruttive che consentano, da un lato, di limitare il flusso di energia entrante e, dall'altro, di eliminare l'energia prodotta in eccesso all'interno del ricovero. Queste soluzioni possono essere divise in: soluzioni di tipo passivo e soluzioni di tipo attivo. Si considerano di tipo passivo quegli interventi, relativi alla geometria della struttura e la disposizione delle zone, le proprietà termiche dei materiali costruttivi impiegati, la forma e l'orientamento dell'edificio, la posizione, finalizzati alla riduzione dell'effetto delle variazioni delle condizioni climatiche esterne su quelle interne. Le soluzioni impiantistiche attive, invece, prevedono l'utilizzo di attrezzature e impianti, più o meno complessi, in grado di modificare alcuni parametri microclimatici correlati al comfort termico dell'animale, come la velocità dell'aria, l'umidità relativa e la temperatura, così da favorire la dispersione del calore da parte degli animali.

La ventilazione naturale

La ventilazione rappresenta sicuramente il più importante intervento finalizzato alla creazione ed al mantenimento di un ambiente idoneo alla vita ed al benessere degli animali, nonché alla durata dei materiali edili, delle attrezzature e degli impianti tecnologici presenti nel ricovero. La ventilazione è un processo attraverso il quale l'aria esterna viene portata all'interno della struttura dove raccoglie umidità, calore, polvere e altri contaminanti. Dunque, la ventilazione è lo strumento principale per il controllo dei parametri ambientali interni: temperatura dell'aria, umidità dell'aria, qualità dell'aria. A questo scopo una distribuzione uniforme dell'aria all'interno della struttura è un requisito importante per una corretta ventilazione. Lo scambio d'aria può essere realizzato mediante una ventilazione naturale o artificiale. Nel periodo estivo il ricambio deve soddisfare essenzialmente il benessere termico dell'animale, allontanando dal ricovero il calore prodotto dagli animali e quello apportato principalmente ad opera della radiazione solare. La ventilazione naturale è una tecnica semplice ed economica nella quale si sfrutta la forza ascensionale termica dell'aria, il cosiddetto effetto camino, e i movimenti dell'aria causati da vento e brezza, il cosiddetto effetto vento.

L'effetto camino è determinato dalla differenza di densità tra l'aria in entrata, più fresca, e quella in uscita, più calda: si genera una circolazione dell'aria la cui entità risulta direttamente proporzionale alla differenza di temperatura tra l'interno e l'esterno, alla differenza di altezza tra le aperture di entrata e quelle di uscita dell'aria ed all'altezza del camino. Inoltre, il ricambio di aria dipende molto anche dalla geometria e dal layout delle aperture (dimensione, forma e posizione). L'effetto camino è particolarmente evidente qualora ci sia un notevole dislivello tra l'ingresso e l'uscita dell'aria. Per tale motivo, è bene collocare le aperture di uscita nei punti più alti possibile (al colmo del tetto) e quelle di entrata piuttosto in basso sulle pareti (di regola queste coincidono con le finestre).

Altezza della stalla e pendenza del tetto

Si è già ricordato che solo un notevole dislivello tra l'altezza di ingresso e di uscita dell'aria è in grado di assicurare un buon funzionamento dell'effetto camino e quindi una sufficiente ventilazione anche nei periodi critici. Per questo è utile la realizzazione del tetto con una sensibile pendenza, almeno del 25-30%; pendenze molto elevate (40-50%), oltre a porre problemi costruttivi, non sempre garantiscono buoni risultati in quanto possono causare una fuoriuscita troppo veloce dell'aria che non riesce a miscelarsi con l'aria interna (Figura 6).

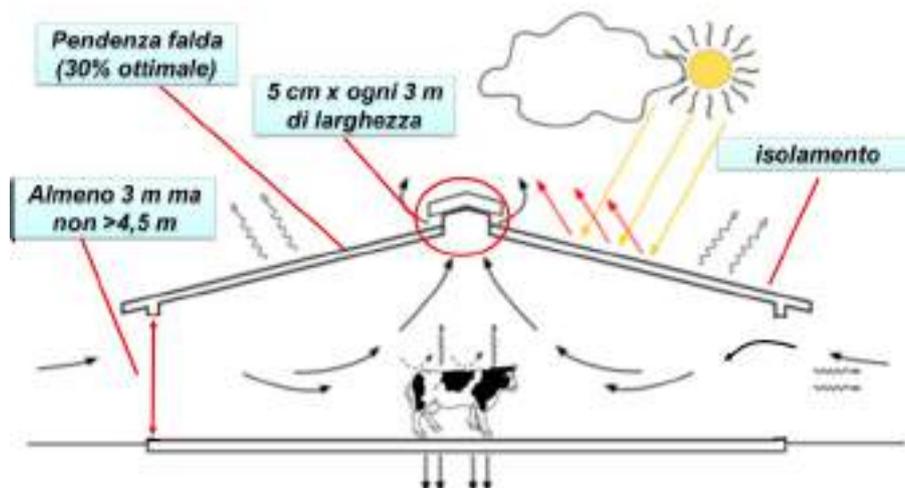


Figura 6 – Principali indicazioni costruttive per una buona ventilazione naturale nelle strutture di stabulazione

Per garantire una superficie delle aperture laterali sufficiente a una buona ventilazione naturale l'altezza della copertura in gronda deve essere di almeno 3 metri. È consigliabile però che non superi i 4,50 metri sia per limitare l'irraggiamento solare all'interno della stalla che avrebbe effetti negativi sul livello termico dell'ambiente e limiterebbe l'utilizzo delle zone colpite dal sole da parte delle bovine, sia perché elevate altezze in gronda sono in contrasto con l'esigenza di elevate pendenze delle falde.

Le pareti dovrebbero essere totalmente aperte o studiate in modo da poterle rimuovere totalmente nei periodi estivi e parzialmente nei periodi invernali. Questo è un aspetto importante perché le strutture completamente chiuse o con aperture insufficienti non garantiscono la necessaria ventilazione e hanno condizioni ambientali sfavorevoli sia in estate che in inverno.

Nelle stalle a due falde la soluzione costruttiva migliore è di prevedere una fessura di colmo lungo tutta la lunghezza dell'edificio; per il dimensionamento dell'apertura va considerata una larghezza di almeno 5 cm per ogni 3 m di larghezza dell'edificio (CIGR, 2004).



Figura 7 – Stalle a doppia falda con cupolino centrale e pendenza adeguata

La ventilazione naturale è influenzata, soprattutto nel periodo estivo, anche dalla presenza di edifici posti nelle vicinanze della struttura che possono influire sulla portata dell'aria. Ostacoli rilevanti come possono essere a esempio strutture contigue, causa un effetto frangivento che comporta una diminuzione della velocità dell'aria in ingresso alla stalla, riducendo la portata d'aria sia per effetto camino, sia per l'eventuale effetto vento. La distanza a cui porre due edifici per evitare l'effetto frangivento può essere calcolata considerando che l'influenza di un edificio si ripercuote per una distanza pari a 7-10 volte la sua altezza.

Anche la larghezza dell'edificio può costituire, per le stesse ragioni, una limitazione a un'efficace ventilazione naturale.

L'effetto vento si produce semplicemente attraverso aperture contrapposte, sfruttando la forza del vento che si incanala attraverso le aperture di aerazione ricavate nel perimetro della struttura: tale fenomeno ha una notevole importanza, sia per l'azione diretta (aria che penetra nel fabbricato) sia che per quella indiretta (aspirazione dell'aria dall'esterno per la depressione creata in prossimità dell'apertura di colmo). La portata effettiva di ventilazione risulta dalla combinazione dei due effetti "vento" e "camino". Ovviamente è importante che l'orientamento, la geometria e la localizzazione del ricovero ed il controllo delle aperture consentano di sfruttare in modo sinergico le due forze naturali. La ventilazione naturale è in ogni caso poco controllabile e soggetta, nell'arco della giornata, a notevoli variazioni dovute al mutare dei venti ed al variare della temperatura esterna.

Il flusso e la distribuzione dell'aria fresca all'interno dell'edificio può essere più efficiente quando la struttura è stretta e con l'asse principale orientato perpendicolarmente alla direzione del vento prevalente.

Lo sfruttamento dell'effetto vento per la ventilazione naturale degli edifici zootecnici deve tener conto delle condizioni climatiche locali in termini di direzione, velocità e frequenza del vento. La presenza di venti costanti nel periodo estivo è rara in alcune zone di pianura, come la pianura padana. In alcune zone l'effetto vento è un fattore molto variabile sia in termini di velocità, sia di direzione e può avere, a seconda dei casi, effetto sia sinergico, sia contrario alla ventilazione naturale. Per questo motivo è opportuno prevedere sistemi di protezione dal vento per le aperture al colmo in modo da impedire ai venti dominanti di contrastare la ventilazione per effetto camino. In caso di stalle aperte ed esposte ai venti dominanti è consigliabile prevedere sistemi di frangivento naturali o artificiali. Questi ultimi possono essere costituiti da teli mobili che vengono posizionati a parziale copertura delle pareti esposte al vento (Figura 8).

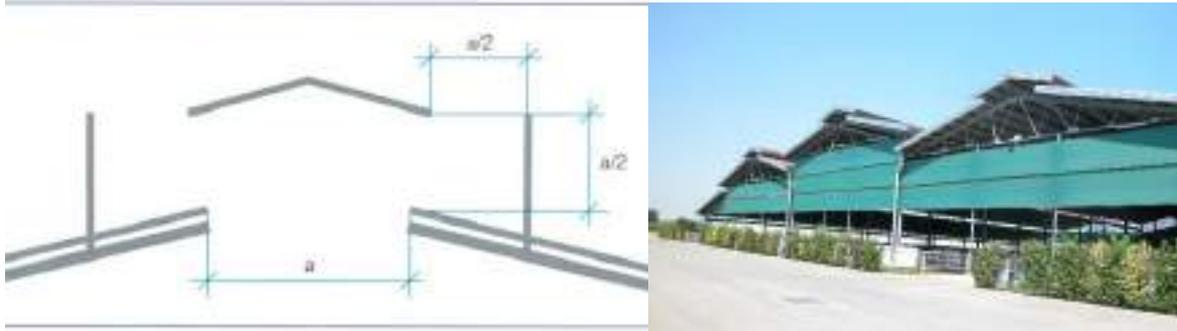


Figura 8 – Schema della protezione dal vento di un cupolino (a sinistra) e teli frangivento per limitare l’ingresso di aria a velocità elevata nel periodo invernale (a destra)

Orientamento ed esposizione

L’orientamento riveste un ruolo importante nel determinare le condizioni ambientali all’interno delle stalle. Orientamento, esposizione, forma dell’edificio e scelta dei materiali influenzano l’illuminazione e la temperatura all’interno della struttura (Figura 9). L’orientamento migliore per le stalle di bovine da latte è est-ovest, questa collocazione infatti permette di favorire la ventilazione naturale dell’edificio che si instaura grazie alla differenza di temperatura delle due pareti lunghe. In questo modo, infatti, la parete a nord rimane sempre meno esposta all’insolazione rispetto a quella orientata a sud (Figura 10). In questo caso è però necessario garantire che gli animali siano protetti dall’insolazione diretta nel periodo estivo, effetto che può essere facilmente ottenuto con sporti di gronda. Inoltre, è consigliato utilizzare il lato sud della stalla per gli animali meno produttivi e, quindi, meno sensibili allo stress da caldo. Nel periodo estivo può essere opportuno utilizzare sistemi di ombreggiamento (reti ombreggianti) per ridurre l’insolazione diretta nella zona degli animali. A parità di orientamento è importante esaminare l’esposizione della falda che, in alcuni casi, può comportare differenze di temperatura considerevoli ($>3^{\circ}\text{C}$) per falde inclinate in modo contrapposto.



Figura 9 – Utilizzo di reti ombreggianti (a sinistra) e di sporti ombreggianti per limitare l’esposizione ai raggi solari e limitare l’intensità luminosa nella zona di stabulazione

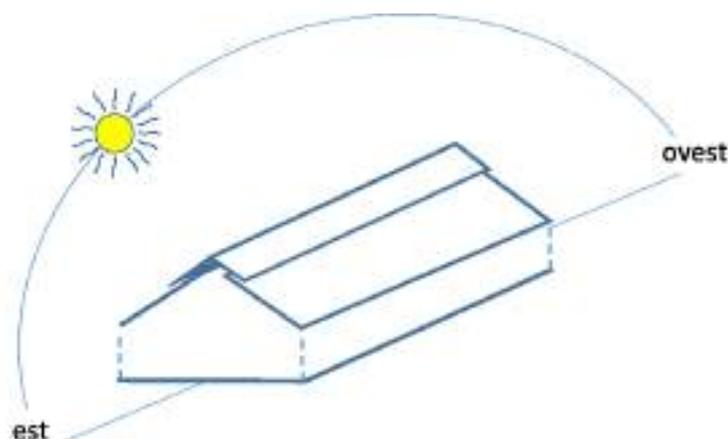


Figura 10 – L’orientamento ottimale di una stalla per garantire una buona ventilazione naturale è con l’asse principale nella direzione est-ovest.

Isolamento e inerzia termica

La coibentazione delle coperture riduce il trasferimento di calore attraverso il manto di copertura, mantenendo una condizione termica più favorevole sia nel periodo invernale, sia in quello estivo. In periodi estivi, una copertura non coibentata e con altezza ridotta causa un aumento della temperatura all’interno della struttura.

Un chiaro esempio è riportato nella Figura 11, dove vengono messe a confronto le temperature esterne e quelle interne registrate in una struttura bassa e non coibentata, espresse come media orarie del periodo di rilievo.

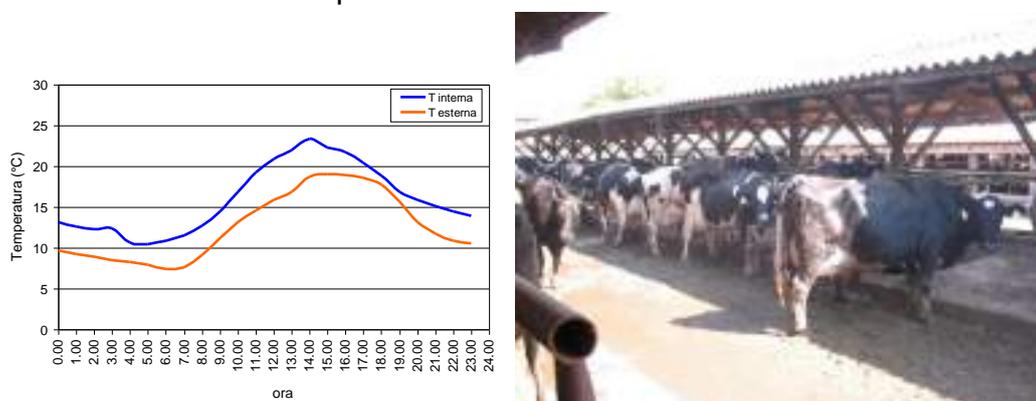


Figura 11 - Andamento della temperatura interna ed esterna (a sinistra) registrata in una struttura bassa con copertura non coibentata (a destra).

Si osserva come la temperatura interna è sensibilmente superiore a quella esterna; per questo motivo una copertura ben coibentata è assolutamente necessaria in strutture con altezze al colmo ridotte (inferiore a 5 metri). In Figura 12 si osserva un esempio di struttura bassa, con copertura coibentata che, anche grazie a un buon orientamento (est-ovest), corretta esposizione e ombreggiamento, riesce a mantenere buone condizioni ambientali interne.

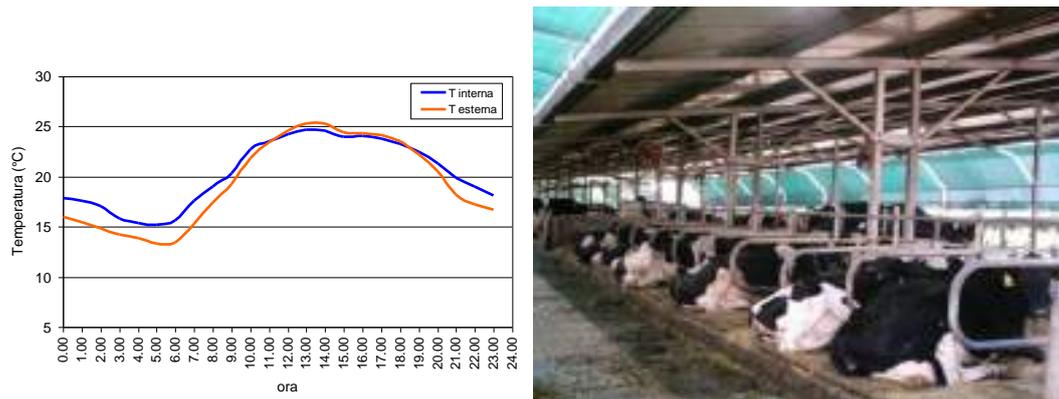


Figura 12 - Andamento della temperatura interna ed esterna (a sinistra) registrata in una struttura bassa con copertura coibentata e ombreggiamento (a destra).

Strutture alte e con buona pendenza delle falde risentono meno della coibentazione, in quanto già questi due accorgimenti garantiscono una buona circolazione dell'aria che riduce la temperatura all'interno della stalla e la distanza della copertura dagli animali riduce l'effetto dell'irraggiamento del lato interno del manto di copertura.

Molto importante per il mantenimento di buone condizioni ambientali è l'inerzia termica della struttura. Infatti, una struttura dotata di buona inerzia termica consente di mitigare le variazioni di temperatura esterna senza ricorrere alla ventilazione meccanica.



Figura 13 - Esempio di struttura "pesante" con elevata inerzia termica

La ventilazione artificiale

L'aumento della velocità dell'aria che lambisce gli animali consente di incrementare lo scambio termico con il corpo delle bovine, pur non incidendo direttamente sulla temperatura. L'effetto della ventilazione artificiale è considerevole in quelle condizioni in cui l'aria non ha un movimento naturale sufficiente a un ricambio efficace con temperature superiori a 23-24°C. In questi casi si creano delle condizioni localizzate con aria che si carica di umidità e incrementa la temperatura. La movimentazione forzata dell'aria garantisce che le condizioni in prossimità degli animali si discostino il meno possibile da quelle esterne. La ventilazione artificiale prevede l'utilizzo di ventilatori che consentono un'efficace movimentazione dell'aria ma hanno consumi di energia elettrica considerevoli. Vanno perciò previsti solo dove la ventilazione naturale non può garantire una velocità dell'aria adeguata o quando è necessario rimediare a una progettazione delle strutture non attenta a questi aspetti. I sistemi di ventilazione artificiale per le stalle da latte sono riconducibili a due tipologie: ventilatori assiali ad asse orizzontale e ad asse verticale (destratificatori).



Figura 14 – Ventilazione artificiale con ventilazioni ad asse orizzontale in zona di alimentazione (a sinistra) e di riposo (a destra).

I primi sono ventilatori elicoidali in grado di imprimere all'aria elevate velocità con basse prevalenze. La potenza richiesta e, quindi il consumo energetico, aumenta in modo esponenziale con la velocità. Dato che è importante garantire una buona velocità dell'aria in prossimità degli animali (2-3 m/s) è necessario prevedere un numero e una distanza tra i ventilatori che ottimizzi l'uniformità della ventilazione e i consumi energetici. Le soluzioni normalmente utilizzate per questo tipo di ventilatori prevedono diametri di 1.000-1.400 mm con portate dell'ordine dei 20-35.000 m³/h con distanze massime, tra i ventilatori, di 15-20 m garantendo continuità del flusso di aria ed evitando zone non ventilate. Utile anche l'inclinazione dei ventilatori di 15-30° verso il basso in modo da dirigere il flusso direttamente verso gli animali. Maggiore è l'angolo minore è la distanza tra ventilatori, ma il flusso di aria risulta più uniforme. L'alternativa è l'utilizzo di ventilatori di diametro più ridotto 600-700 mm, con portate più contenute (10.000-12.000 m³/h) e più vicini tra loro. Eventualmente è possibile prevedere un dispositivo di orientamento variabile automatico, grazie a un movimento meccanico di un piccolo motore elettrico, in modo da ampliare la zona raggiunta dalla corrente d'aria (Figura 15).



Figura 15 – Ventilatori di dimensioni contenute fissi (a sinistra) e orientamento variabile mediante trasmissione a catena (a destra).

I ventilatori vengono spesso installati in zona di alimentazione per favorire l'assunzione di alimento da parte degli animali. Oltre alla zona di alimentazione, è opportuno valutare la possibilità di installare dei ventilatori anche nella sala di attesa della zona di mungitura, in quanto gli animali devono restare a lungo in queste area e, se queste zone sono affollate e non ben ventilate, rischiano di subire un forte stress da caldo (Figura 16). Il dimensionamento dei ventilatori in queste aree dev'essere tale da garantire una portata di aria di ventilazione superiore ai 500 m³/h per capo. È bene ricordare che le stalle sono

ambienti polverosi e per garantire una piena efficienza dei ventilatori occorre pianificare interventi di pulizia e manutenzione a cadenze regolari. Un ventilatore in cattivo stato può ridurre la portata d'aria a metà di quella prevista, pur con lo stesso consumo energetico.



Figura 16 – Ventilatori in sala di attesa e sala di mungitura

Negli ultimi anni sono stati proposti, anche per le strutture di stabulazione per bovine da latte, ventilatori ad asse verticale a bassa velocità, che vengono chiamati destratificatori (Figura 17). Questi hanno l'obiettivo di evitare zone di stagnazione dell'aria all'interno delle strutture. Sono ventilatori di grandi dimensioni (da 3 a 7 m di diametro), con basse velocità di rotazione (50-60 giri/min) ma portate elevate (150-300.000 m³/h) e basse potenze impiegate (1,5-2,5 kW). L'aria spinta verso il basso dai ventilatori posti a 4-5 m di altezza raggiunge il pavimento e si sposta poi radialmente creando un moto dell'aria che poi risale verso l'alto. È fondamentale che l'installazione di questi sistemi venga progettata in modo da favorire la ventilazione naturale e non contrastarla. Quindi, se la struttura è dotata di apertura al colmo, i ventilatori, che devono essere posizionati al centro della struttura, devono avere un diametro di circa 1/3 della larghezza della struttura in modo da consentire un flusso di aria laterale verso l'alto che fuoriesce dal camino centrale. Le basse potenze impegnate si traducono in un basso consumo energetico e in una limitata rumorosità e ne consentono l'uso continuativo. In ogni caso non devono essere visti come un'alternativa alla buona progettazione della ventilazione naturale dell'edificio e devono essere installati solo se è effettivamente necessario movimentare l'aria in alcune zone della struttura.



Figura 17 – Destratificatore installato in zona di riposo (a sinistra) e ventilatore ad asse con inclinazione variabile in corsia di alimentazione (a destra)

Sistemi di raffrescamento

La ventilazione artificiale, pur migliorando le condizioni di comfort degli animali, non consente di ridurre la temperatura dell'aria. Per ottenere questo risultato si può ricorrere a sistemi di raffrescamento che basano il loro funzionamento sul calore sottratto all'ambiente per far passare l'acqua dallo stato liquido a quello di vapore. Questo effetto viene ottenuto nebulizzando dell'acqua in una corrente d'aria (air cooling) o evaporando l'acqua che bagna la cute degli animali (animal cooling). Con queste tecniche più acqua si evapora, più diminuisce la temperatura. La quantità di acqua che si può evaporare è però limitata dalle condizioni dell'aria. Più è elevata l'umidità relativa, meno acqua si riesce evaporare con la conseguente possibilità di accumulo sulla pavimentazione. La regolazione dei sistemi di raffrescamento dovrebbe perciò consentire di dosare la quantità di acqua erogata in modo da evaporarla completamente. Per favorire questo processo, si garantisce una elevata velocità dell'aria mediante l'integrazione con la ventilazione artificiale.

Il Fogging system (air cooling) prevede, in corrispondenza di ogni ventilatore, l'installazione di uno o più ugelli per la nebulizzazione di acqua ad alta pressione, la cui evaporazione provoca un abbassamento della temperatura dell'aria (Figura 18). Il sistema di nebulizzazione è temporizzato in modo da erogare l'acqua per alcuni minuti seguito da un periodo di evaporazione in cui funziona solo il ventilatore, a esempio la nebulizzazione può essere di 1-5 minuti ogni 15, ma come detto la regolazione è in funzione delle condizioni dell'aria esterna. Il sistema di raffrescamento è controllato da una centralina dotata di sensore di temperatura che attiva il ventilatore quando la temperatura supera un primo valore soglia e la nebulizzazione se supera una seconda soglia. Se l'impianto è ben regolato, l'acqua finemente nebulizzata grazie alla pressione elevata (5-8 atmosfere) non bagna gli animali e consente una riduzione della temperatura dell'aria di alcuni gradi (2-4°C).



Figura 18 – Sistemi di nebulizzazione associati alla ventilazione artificiale

La soluzione che risulta sicuramente più efficace nel ridurre le temperature elevate consiste nella bagnatura diretta degli animali (animal cooling) e successiva evaporazione dell'acqua favorita da una corrente d'aria ottenuta con ventilazione forzata. Le indicazioni sperimentali a questo proposito indicano che l'efficacia di questo sistema può essere fino a 10 volte superiore rispetto al "air cooling". Per ottenere questo risultato è necessario prevedere una bagnatura completa del mantello della bovina con penetrazione dell'acqua fino alla cute. Anche con questo sistema l'erogazione di acqua è temporizzata. Durante la fase di bagnatura, ugelli a bassa pressione spruzzano abbondante acqua sugli animali. La durata della bagnatura è di circa 1-2 minuti durante i quali i ventilatori sono inattivi. Segue una fase di asciugatura della durata di 5-8 minuti favorita dalla corrente d'aria forzata. Per le sue caratteristiche questo sistema viene normalmente installato nella zona di alimentazione in modo da favorire la presenza degli animali in mangiatoia. Il sistema è efficace anche nella

zona di attesa della mungitura per ridurre lo stress degli animali raggruppati (Figura 19). È in ogni caso possibile installare questa tecnologia anche in zona di riposo purché non si utilizzino materiali per la lettiera che possono assorbire acqua e che sia assicurato lo sgrondo dell'acqua in eccesso (sabbia). Gli ugelli, spesso chiamati "doccette", montati a una distanza di 2-3 m tra di loro erogano volumi elevati di acqua che, in assenza dell'animale, bagnano la pavimentazione. Oltre agli elevati consumi di acqua, questo comporta un maggior rischio di malattie podali legato alla permanenza degli animali in piedi, anche per lungo tempo, su una pavimentazione con presente uno strato di acqua. Anche se particolarmente efficace nella zona di alimentazione, il raffrescamento per aspersione degli animali ha alcune controindicazioni. Infatti se il pavimento non ha la giusta pendenza e l'impianto non ben regolato, si possono verificare accumuli di acqua. La progettazione di questi sistemi (scelta degli ugelli, il numero e la posizione, il tipo e la posizione dei ventilatori) e la loro ottimizzazione (durata e intervallo di bagnatura) sono complesse da determinare. Questi dipendono da: clima (temperatura dell'aria, umidità relativa e velocità), animali (razza, produzione, igiene e salute) e struttura (area interessata, tipo di pavimentazione, rimozione dei reflui, ecc.). L'"animal cooling" può essere effettuato anche nell'area di attesa alla mungitura, per limitare lo stress prima dell'ingresso in sala. L'installazione di questo sistema in sala di attesa può consentire di effettuare trattamenti rinfrescanti agli animali nel corso della giornata anche al di fuori dei normali orari di mungitura. Questa può essere un'interessante soluzione per fronteggiare lo stress da caldo soprattutto quando le alte temperature si riscontrano per un limitato numero di giorni all'anno.



Figura 19 – Sistemi di bagnatura delle bovine mediante ugelli posizionati in corrispondenza della mangiatoia (sinistra) o nell'area di attesa della sala di mungitura (destra)

Il controllo della qualità dell'ambiente

L'aria all'interno delle strutture stabulative può essere contaminata da polvere inorganica, spore, muffe, organismi batterici e virali, gas, vapori e altri inquinanti. I gas nocivi che si trovano nella concentrazione più elevata sono l'ammoniaca, il biossido di carbonio e l'idrogeno solforato. Elevate concentrazioni di questi gas nocivi si verificano soprattutto nelle stalle calde con un'aerazione insufficiente, mentre nelle stalle con clima esterno in cui è presente un elevato tasso di ricambio dell'aria non si riscontrano problemi di questo tipo. Le concentrazioni massime ammesse, per questi tre gas nocivi sono: CO₂ 3000 ppm; NH₃ 10 ppm; H₂S 0,5 ppm. In linea di principio, occorre ottimizzare la gestione e la rimozione degli effluenti (rimozione frequente dei reflui e buone caratteristiche di drenaggio del pavimento) e l'aerazione (corretta ventilazione) in modo da impedire concentrazioni troppo elevate di gas nocivi.

La polvere è spesso un contaminante fisico che non viene preso in considerazione, ma che può essere pericoloso, non solo per gli animali, ma anche per gli operatori. La polvere

sospesa nell'aria della stalla si compone principalmente di un misto di particelle organiche di lettiera, alimenti per animali, pelle, pelame, piume ed escrementi. Gli effetti biologici della polvere dipendono non solo dalla composizione specifica della polvere bensì anche dalla grandezza delle particelle. Le particelle di polvere più piccole (dimensione delle particelle $< 5 \mu\text{m}$) sono le più pericolose. Se presente in grande quantità la polvere può causare irritazione delle vie respiratorie e delle mucose e danneggiare in modo permanente gli alveoli polmonari, oltre a facilitare la diffusione di microrganismi. In generale, la concentrazione di polvere nelle stalle non è molto alta (valori accettabili da 0,5 a 1,0 mg/m^3). Nelle stalle, una corretta ventilazione, è di nuovo un fattore importante per la riduzione del rischio, ma il modo più efficace per ottenere un basso livello di concentrazione delle polveri è prevenire la formazione utilizzando foraggio e materiale per la lettiera perfettamente igienico.

Illuminazione

Gli standard per l'illuminazione delle stalle sono generalmente basati sul raggiungimento di buone condizioni di lavoro per gli operatori. Tali standard di illuminazione possono essere ottenuti da luce artificiale o naturale. La durata dell'esposizione alla luce naturale influisce sulla produzione di latte delle bovine. La luce del giorno non solo consente agli animali di orientarsi visivamente nella stalla, ma adempie anche ad altre importanti funzioni fisiologiche (irradiazione ultravioletto, ritmo giorno/notte, stimolazione delle ghiandole sessuali). La luce del sole non può essere integralmente sostituita dall'illuminazione della stalla. Un'intensità luminosa insufficiente ha effetti negativi sulla fertilità degli animali. L'intensità della luce minima per gli animali a cui possono ancora riconoscere gli oggetti (ad esempio l'alimento) è di 5 lux. Questa è l'illuminazione raccomandata per le ore notturne per effettuare ispezione e consentire alle bovine di muoversi all'interno della stalla. Un'intensità luminosa sufficiente a consentire un'adeguata osservazione degli animali è di 120 lux, ma si raccomanda un minimo di 150 lux. Per la zona di riposo, l'intensità della luce dovrebbe essere idealmente tra i 150 e i 200 lux durante il giorno.

Rumore

I bovini sono più sensibili ai rumori ad alta frequenza rispetto alle persone. È quindi necessario adottare misure preventive per evitare quelli che possono generare paura o stress agli animali (barriere autobloccanti, cancelli, porte, attrezzature, macchinari, ecc.). Livelli di rumore ridotti consentono di avere gli animali più calmi e più facili da gestire. Soprattutto nella sala di mungitura il livello di rumore deve essere il più basso possibile (mungitrice, barriere, ventilatori, ecc.), e il mungitore dovrebbe evitare di urlare o parlare troppo forte. Le parti metalliche che vengono a contatto tra di loro possono essere silenziate con dei tamponi di gomma. Per quanto riguarda i limiti possono essere tenuti validi quelli utilizzati per le persone. Per l'uomo una riduzione di 10 dB equivale a una riduzione del rumore percepita del 50%. Il livello di rumore nelle stalle compresa la sala di mungitura non deve superare i 65 dB(A) in modo continuo e 80 dB(A) per un'esposizione breve.

Disposizione e dimensionamento degli spazi nelle stalle a stabulazione libera a cuccette

Nelle stalle per bovine da latte si possono distinguere le aree di stabulazione, destinate alla vita degli animali, e le aree di servizio (corsia di foraggiamento, zona di mungitura). La progettazione e il dimensionamento degli spazi interni o aree di stabulazione, nella stalla a stabulazione libera a cuccetta, devono prima di tutto garantire agli animali la possibilità e la libertà di movimento e il raggiungimento delle diverse zone funzionali (alimentazione e riposo) in modo agevole e senza creare affollamenti o situazioni di disagio tra gli animali. In una stalla a cuccette, gli animali devono disporre di zone confortevoli di dimensione

adeguate e con una superficie sufficiente per tutti gli animali. I principali elementi che devono essere presi in considerazione per una corretta progettazione e disposizione degli spazi all'interno di una stalla a stabulazione libera sono:

- La zona di riposo a cuccette
- La zona di alimentazione e la corsia di foraggiamento;
- Gli spazi per la circolazione delle bovine (corsie di smistamento e passaggi).

Gli spazi necessari per gli animali dipendono dalla loro dimensione che varia, oltre che in relazione all'età, anche in funzione della razza. Spesso si possono riscontrare dimensioni diverse anche per la stessa razza. Raramente gli allevatori conoscono le dimensioni dei propri animali. Sarebbe auspicabile ottenere le misure fondamentali che riguardano l'altezza al garrese (H), la lunghezza del corpo, dalla spalla alle anche (L) e la larghezza del torace come indicato in Figura 20.

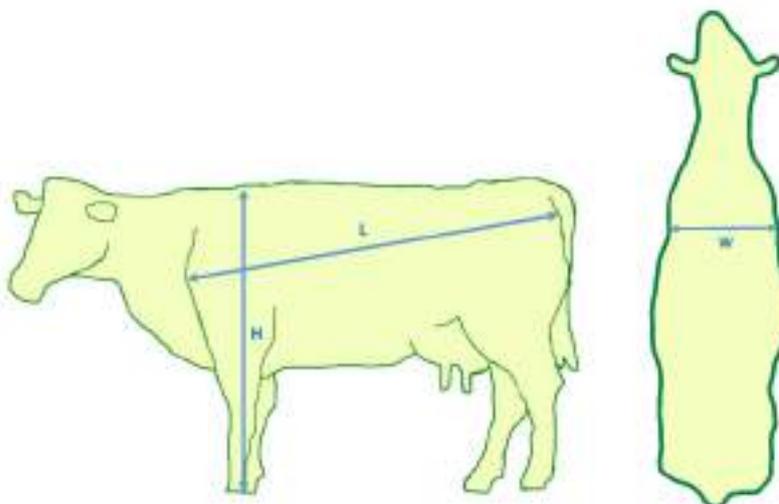


Figura 20 – Principali dimensioni di una bovina (CIGR, 2014)

Anche se si possono riscontrare variazioni, i valori di riferimento proposti da CIGR (2014) sono riportati in Tabella 1.

Tabella 1 – Valori di riferimento per le dimensioni delle bovine di razza frisona. Le dimensioni si riferiscono ai valori medi di peso di ogni intervallo

Categoria di animali	Peso (kg)	H (m)	L (m)	W (m)	Età (mesi)
Vitelli	100	0,90	0,84	0,27	3-4
	200	1,09	1,17	0,35	5-6
Manze	150-249	1,09	1,17	0,35	4-7
	250-349	1,19	1,31	0,42	8-11
	350-449	1,27	1,42	0,47	12-15
	450-549	1,33	1,51	0,52	16-20
	>550	1,38	1,59	0,55	21-24
Vacche da latte	550-649	1,40	1,69	0,55	>24
	650-749	1,44	1,75	0,60	>24
	750-850	1,48	1,80	0,64	>24

La zona di riposo

La caratteristica basilare della stalla a cuccette è il fatto che la zona di riposo è suddivisa in aree singole, ben delimitate, nelle quali ogni bovina può liberamente isolarsi per riposare. In

pratica, rispetto alle stalle a lettiera, la zona di riposo a cuccette prevede la netta separazione fra le aree destinate al riposo vero e proprio e quelle destinate agli spostamenti (corsia di smistamento e passaggi di collegamento intercalati alle cuccette). Tale fatto comporta un evidente miglioramento dello stato di pulizia della zona di riposo rispetto a quanto avviene nelle lettiere permanenti o inclinate; da ciò derivano migliori condizioni igienico-sanitarie per gli animali (Rossi e al., 2012).

Le tipologie di stalla libera a cuccette si differenziano essenzialmente per la diversa disposizione planimetrica delle cuccette e delle aree di movimentazione della zona di riposo, oltretutto dal modo in cui la stessa zona di riposo si collega alla zona di alimentazione. Un principio comune a tutte le soluzioni è di disporre le cuccette su una o più file fra loro parallele. Nell'ambito di ciascuna fila le singole cuccette sono disposte con il loro asse principale perpendicolare all'asse longitudinale della fila, l'una adiacente all'altra.

Una delle soluzioni diffuse in Italia prevede una zona di riposo con due file di cuccette disposte "groppe a groppe" e una corsia di smistamento centrale. Il collegamento fra la zona di riposo e le altre aree della stalla (alimentazione, eventuale paddock) avviene mediante passaggi trasversali intercalati alle cuccette (Figura 21). Una seconda tipologia, anch'essa diffusa, è quella che prevede due file di cuccette disposte "testa a testa" (Figura 22); in questo caso la corsia di smistamento serve un'unica fila di cuccette, mentre l'altra fila è servita dalla corsia di alimentazione, che funge anche da smistamento (Rossi e al., 2012). Le cuccette contrapposte consentono un risparmio di spazio sulla larghezza della stalla, ma nel complesso la superficie della zona di riposo non cambia molto rispetto alla soluzione "groppe a groppe", perché è necessario aumentare la larghezza dei passaggi a esse intercalati, soprattutto quando si prevede l'installazione degli abbeveratoi. Rispetto la disposizione "testa a testa" la "groppe a groppe" permette la realizzazione di una zona di riposo tranquilla, con ovvi vantaggi per il benessere degli animali (Rossi e al., 2012).

Una soluzione che risulta dalla fusione degli schemi precedenti è quella con tre file di cuccette. In questo caso la fila centrale si accoppia con la fila esterna "groppe a groppe" e con la fila interna "testa a testa" (Figura 23).

Gli schemi proposti sono tutti caratterizzati dall'aver un singolo fronte alla mangiatoia, che può essere posizionato nella parte centrale della struttura che si può quindi sviluppare su due zone contrapposte divise centralmente dalla corsia di foraggiamento. Queste stalle sono adatte a stalle per bovini adulti con capienza fino a 140-150 capi. Per mandrie di grandi dimensioni è possibile ricorrere a soluzioni con due o più fronti mangiatoia. Un esempio è riportato in Figura 24 con quattro file di cuccette contrapposte e corsie di foraggiamento laterali. Un numero superiore di file di cuccette rispetto a quelle esemplificate rende ridotto il numero di poste in mangiatoia rispetto al numero di capi presenti nel gruppo e di conseguenza generalmente sconsigliato.

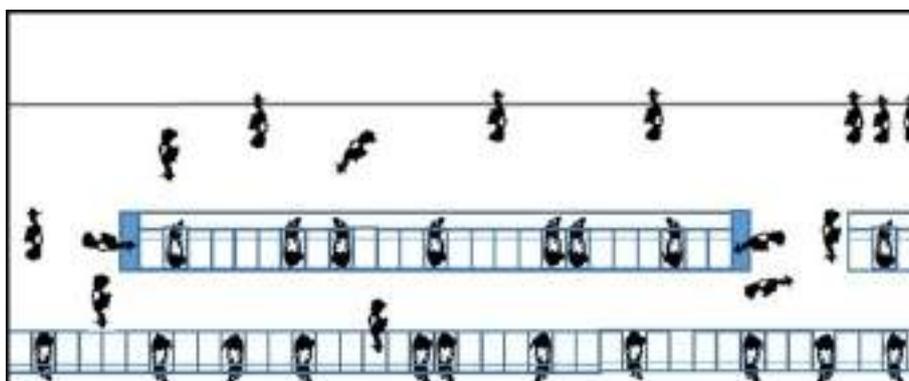


Figura 21 – Layout di una stalla con due file di cuccette groppe a groppe

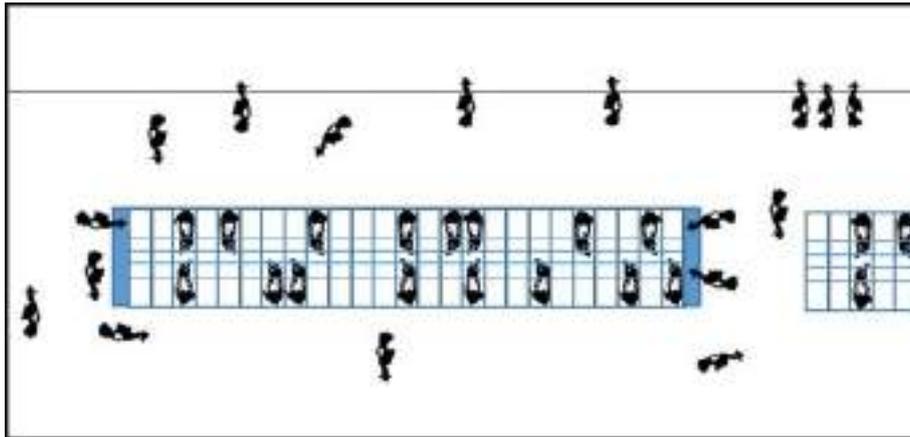


Figura 22 – Layout di una stalla con due file di cuccette testa a testa

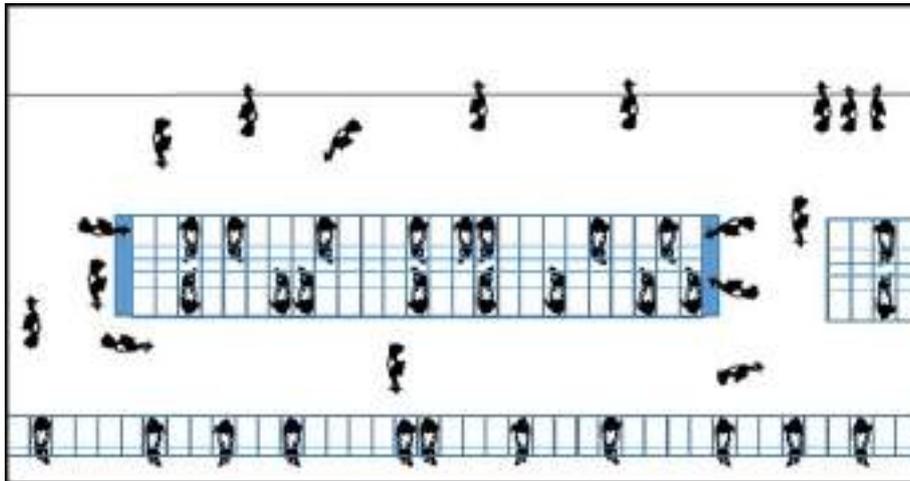


Figura 23 – Layout di una stalla con tre file di cuccette

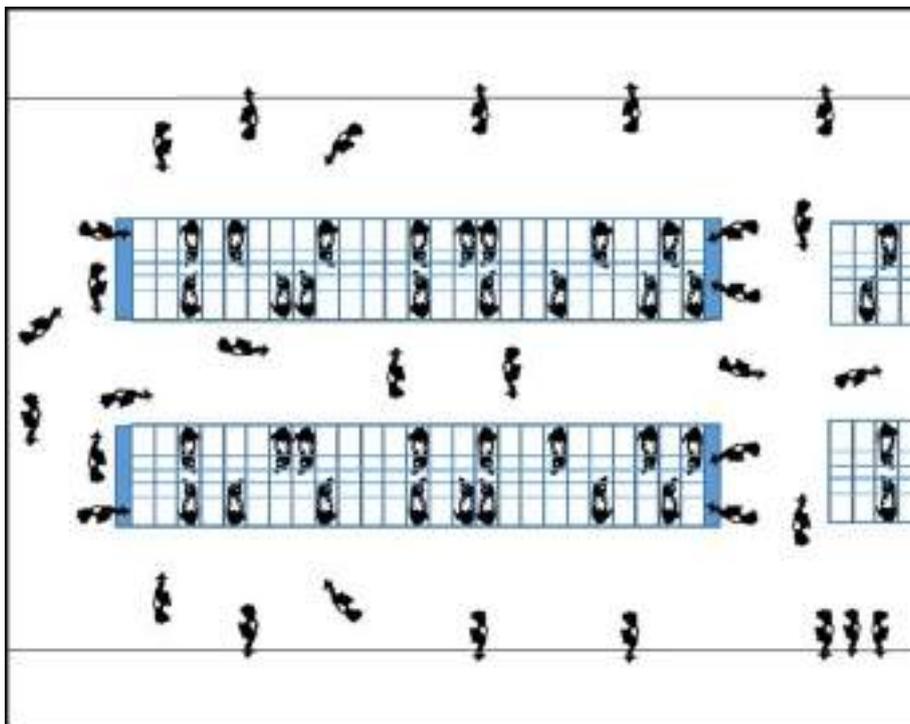


Figura 24 – Layout di una stalla con quattro file di cuccette e corsia di alimentazione da entrambi i lati

La zona di alimentazione e la corsia di foraggiamento

La zona di alimentazione è destinata principalmente ad ospitare gli animali durante la fase di alimentazione. Questa zona è una parte importante della stalla in quanto può essere utilizzata dagli animali per un periodo compreso tra le 5 e le 9 ore al giorno (CIGR, 2014). Idealmente tutti gli animali dovrebbero essere in grado di alimentarsi allo stesso tempo, ciò significa che un posto in alimentazione dovrebbe essere disponibile e garantito per ogni animale. Gli aspetti fondamentali da considerare per la zona di alimentazione sono i parametri dimensionali della zona, lo spazio alla mangiatoia, la tipologia di rastrelliera e il tipo di pavimento della corsia, strettamente connesso al sistema di allontanamento degli effluenti adottato.

Lo sviluppo in lunghezza della zona di alimentazione è dimensionato sulla base della larghezza del fronte alla mangiatoia di 0,65-0,75 m/capo, prevedendo un posto per ogni bovina nel caso di alimentazione contemporanea. La larghezza del posto in mangiatoia è determinata sulla base della larghezza dell'animale (W) moltiplicato per 1,3 (Tabella 2).

Tabella 2 – Larghezza del posto in mangiatoia in funzione del peso della bovina

Peso (kg)	Larghezza (cm)	Posto in mangiatoia (cm)
500	52	68
600	55	72
700	60	78
800	64	83

Per quanto riguarda la mangiatoia, in generale, maggiore è l'altezza del fondo della mangiatoia rispetto al piano di calpestio delle bovine, maggiore è la possibilità di raggiungere l'alimento in mangiatoia. Tuttavia, al fine di ridurre lo spreco di alimento, la differenza di altezza dovrebbe essere limitata tra 15 e 20 cm. Il muro di separazione tra la mangiatoia e l'animale dovrebbe, preferibilmente, avere uno spessore inferiore a 15 cm ma non più di 20 cm. L'altezza del muretto alla base della rastrelliera dovrebbe essere in funzione della dimensione dell'animale. Per una bovina di 700 kg l'altezza consigliata è di 58 cm.

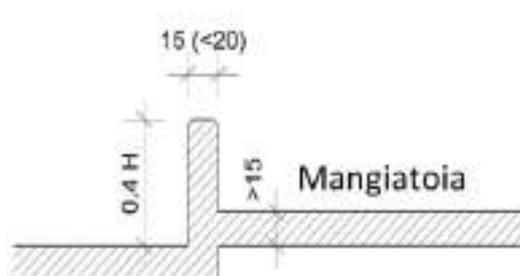


Figura 25 – Altezza del piano della mangiatoia e dimensioni del muretto alla base della rastrelliera (CIGR, 2014)

La larghezza della corsia di foraggiamento dipende principalmente dal sistema di distribuzione dell'alimento utilizzato. Normalmente, quando l'alimento viene distribuito con un carro miscelatore tradizionale, la larghezza della corsia di foraggiamento deve essere di almeno 4,00 m. Nel caso in cui la corsia viene utilizzata da due zone di alimentazione che si fronteggiano (nella stessa struttura o tra due strutture) la distanza tra loro deve essere di almeno 5,00 m per consentire uno spazio adeguato di movimento. Quando l'alimento viene distribuito agli animali utilizzando un sistema di alimentazione automatizzato (Automatic

Feeding System), la corsia di foraggiamento può essere notevolmente limitata alla larghezza del carro del sistema automatizzato, ma è preferibile mantenere una larghezza sufficiente al passaggio dei mezzi in caso di necessità.

Gli spazi per la circolazione delle bovine: corsie di smistamento e passaggi

Le corsie di smistamento, i passaggi e in generale tutti gli spazi per la circolazione delle bovine hanno la fondamentale funzione di collegare le diverse aree funzionali come la zona di riposo e di alimentazione, nonché le diverse unità o strutture all'interno del complesso aziendale come la sala di mungitura, la zona delle bovine in asciutta, la sala parto, e le aree per il trattamento e la gestione degli animali. La progettazione e il dimensionamento di questi spazi dovrebbero tenere in considerazione tutte le esigenze delle bovine ma anche degli addetti che operano all'interno delle strutture.

Di seguito vengono riportati alcuni parametri generali da considerare durante la progettazione e il dimensionamento degli spazi:

- guidare la direzione, la posizione e il percorso delle bovine, a seconda dei casi;
- ridurre al minimo le possibili lesioni alle bovine da oggetti sporgenti, angoli o altri oggetti/aree potenzialmente lesionanti;
- adeguare la larghezza degli spazi in base al numero e alle dimensioni degli animali che possono spostarsi e muoversi allo stesso tempo;
- evitare spazi a fondo cieco (corridoi chiusi) in quanto non permettono la libera circolazione delle bovine;
- evitare aree o zone senza interruzione di continuità degli elementi al fine di ridurre i percorsi per accedere alle diverse zone (passaggi tra le file di cuccette).

Tutti i passaggi e le corsie devono avere una larghezza minima che possa consentire un accesso adeguato agli animali riducendo la competitività e il comportamento aggressivo. La superficie totale che consente all'animale di comportarsi normalmente e in totale libertà deve essere presa in considerazione in fase di progettazione degli spazi sia per i passaggi che per le corsie. Infatti, la progettazione e il dimensionamento di questi spazi non ha solamente il semplice scopo di regolare la circolazione degli animali, ma diventa fondamentale per garantire un'adeguata alimentazione, un adeguato riposo e un normale comportamento sociale e sessuale. In questo contesto, le dimensioni e la tipologia del gruppo di animali e il tipo di animale sono i principali parametri per determinare gli spazi e il loro dimensionamento. Per esempio, nelle strutture che ospitano un numero elevato di bovine per gruppo, gruppo di primipare o bovine a fine lattazione è consigliabile aumentare le dimensioni (larghezza) degli spazi per facilitare la circolazione degli animali. Quando le corsie di smistamento sono relativamente lunghe, si consiglia di aumentare la larghezza; e per ridurre i percorsi per accedere alla zona di alimentazione, è bene che i passaggi tra le file di cuccette non siano distanti più di 30 m.

I passaggi trasversali tra le file di cuccette a traffico singolo sono costituiti da un passaggio a senso unico, e spesso collegano la zona di riposo, la sala di mungitura, i cancelli di selezione, nonché le strutture per il trattamento, la movimentazione degli animali, la sala parto e la zona di pesatura degli animali. Vista la ridotta dimensione e il senso unico di circolazione, questi passaggi sono poco raccomandati in fase di progettazione della struttura. La larghezza minima del passaggio del traffico singolo è di 1,00-1,15 m. I passaggi a doppio senso e le corsie di smistamento consentono agli animali di potersi incontrare e superarsi senza ostacolarsi, oltre che a muoversi senza disturbare gli animali impegnati in altre attività come l'alimentazione, il riposo o l'abbeverata. Pertanto, è necessario dimensionare passaggi e corsie per consentire uno spazio adeguato affinché gli animali utilizzino correttamente le zone funzionali e mostrino un comportamento normale.

Il dimensionamento di questi spazi deve tenere conto della superficie impegnata dall'animale, alla superficie per il movimento (cambio di direzione), e alla superficie necessaria per il normale comportamento dell'animale nelle diverse attività (Figura 26). La larghezza minima di un passaggio che ha lo scopo esclusivo di consentire a due animali di incrociarsi o di camminare l'uno accanto all'altro senza nessun ostacolo è di 2,00-2,30 m. Nel caso in cui gli abbeveratoi siano posti nel passaggio, bisogna assicurare il transito anche quando è presente una bovina in abbeverata e quindi la larghezza minima libera in questo caso aumenta a 4,50-5,00 m. La corsia di smistamento in presenza di 2 file di cuccette "groppa a groppa" deve essere almeno di 2,70-2,95 m, e si riduce a 2,40-2,65 m in caso di una singola fila di cuccette. La larghezza minima della zona di alimentazione, nel caso di zona di riposo con 2 file di cuccette "testa a testa" e con l'entrata di una fila cuccette rivolta verso la mangiatoia, deve essere almeno pari a 4,10-4,50 m; mentre se la zona di alimentazione confina con una singola fila di cuccette sempre con l'entrata alle cuccette rivolta verso la mangiatoia, la larghezza minima diminuisce a 3,65-4,10 m. Nel caso della zona di alimentazione, la larghezza della corsia deve essere dimensionata in base alla dimensione del gruppo degli animali (principalmente in funzione al numero di file di cuccette), alla tipologia di alimentazione (alimentazione limitata o ad libitum) e accesso all'area esterna o paddock. Infine, bisogna considerare uno spazio aggiuntivo negli angoli dei passaggi a senso unico, in quanto gli animali hanno bisogno di uno spazio sufficiente per evitare il contatto con le recinzioni di confine o i muri durante la svolta. Dovrebbero essere evitati gli angoli interni o esterni acuti, e le deviazioni brusche, soprattutto inversioni di marcia complete di 180°. I valori consigliati in funzione della dimensione delle bovine sono riportati in Tabella 1.

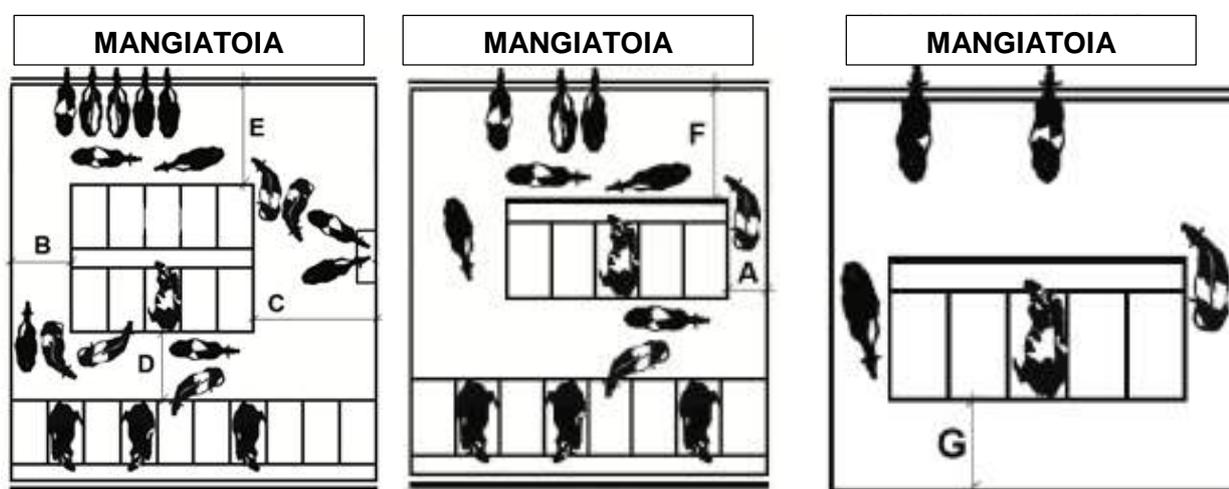


Figura 26 – Dimensioni consigliate per i passaggi degli animali: A = $1.8W$ passaggio a senso unico; B = $3.6W$ passaggio doppio/corsia di smistamento; C = $1.5L+3.6W$ passaggio doppio/corsia di smistamento con abbeveratoio; D = $L+1.8W$ corsia di smistamento in presenza di 2 file di cuccette "groppa a groppa; E = $2L+1.3W$ zona di alimentazione con fila di cuccette; F = $L+3.6W$ zona di alimentazione; G = $L+1.3W$ corsia di smistamento in presenza di una fila di cuccette (CIGR, 2014).

**Tabella 3 – Larghezza dei passaggi degli animali in relazione alla dimensione della bovina.
Le lettere fanno riferimento alla Figura 26.**

Peso (kg)	Larghezza (cm)						
	A	B	C	D	E	F	G
550-649	100	200	450	270	410	365	240
650-749	110	215	480	285	430	390	255
750-850	115	230	500	295	445	410	265

La zona di mungitura

La zona di mungitura è costituita da una serie di locali o aree, alcuni dei quali sempre presenti, come la sala di mungitura e il locale latte, per l'operazione di mungitura e di raccolta del latte, e la sala o zona di attesa, un'area dedicata alle bovine per raggrupparle in attesa della mungitura; e aree dedicate ad altre attrezzature più o meno facoltative (locale motori e caldaia, spogliatoio, ufficio, servizi igienici e altri locali accessori). Il sistema (struttura e impianti), nel suo insieme, deve essere semplice, efficiente, accessibile (camion ritiro latte), facile da pulire, e inoltre deve essere garantita la possibilità di allacciamento all'acqua e all'energia elettrica e la facile evacuazione delle acque reflue. La sala di mungitura è la zona principale della struttura per le operazioni di mungitura. Di conseguenza, le decisioni relative al layout e al dimensionamento dei locali per la mungitura sono direttamente correlate alle decisioni relative alla tipologia e alla progettazione della sala di mungitura. Nella progettazione di una zona di mungitura si devono tenere sempre presenti le seguenti fondamentali finalità: consentire la raccolta della massima quantità di latte possibile compatibilmente con le potenzialità produttive delle bovine; consentire la raccolta di un latte di qualità dal punto di vista igienico-sanitario senza apportare alterazioni alle sue caratteristiche chimico-fisiche; preservare la salute e il benessere degli animali favorendone il controllo da parte degli addetti; limitare i tempi di lavoro, l'affaticamento fisico e ambientale e i pericoli d'infortuni a carico dei mungitori; limitare il quantitativo di reflui prodotti durante le operazioni di mungitura e di successiva pulizia. I locali per la mungitura rappresentano quindi una struttura complessa che comprende vari componenti che devono interagire in modo efficiente tra di loro. Il corretto funzionamento dipende dal layout, dalle dimensioni e dall'organizzazione.

Le cuccette

Tra gli elementi della zona di stabulazione che influenzano il tempo di riposo, quello che assume maggior rilevanza è senza dubbio la cuccetta. Questa deve assicurare uno spazio pulito, asciutto e confortevole dove la bovina può riposare in tranquillità. In particolare, la cuccetta deve garantire uno spazio che consenta all'animale di sdraiarsi e alzarsi senza difficoltà e senza provocare lesioni.

Il fondo della cuccetta può essere pieno, generalmente in calcestruzzo ricoperto da un tappeto di gomma, o a buca (Figura 27). Indipendentemente dalla tipologia di cuccetta utilizzata, è fondamentale che le dimensioni rispettino le esigenze degli animali e che i diversi elementi che la costituiscono siano disposti correttamente e che consentano i movimenti dell'animale con particolare riguardo a quelli necessari per sdraiarsi e alzarsi. Infatti, durante questi movimenti, l'animale si allunga anteriormente per spostare il peso del corpo in avanti e agevolare il sollevamento della parte posteriore del corpo (Figura 28).



Figura 27 – Cuccetta a buca (a sinistra) e a fondo pieno (a destra)

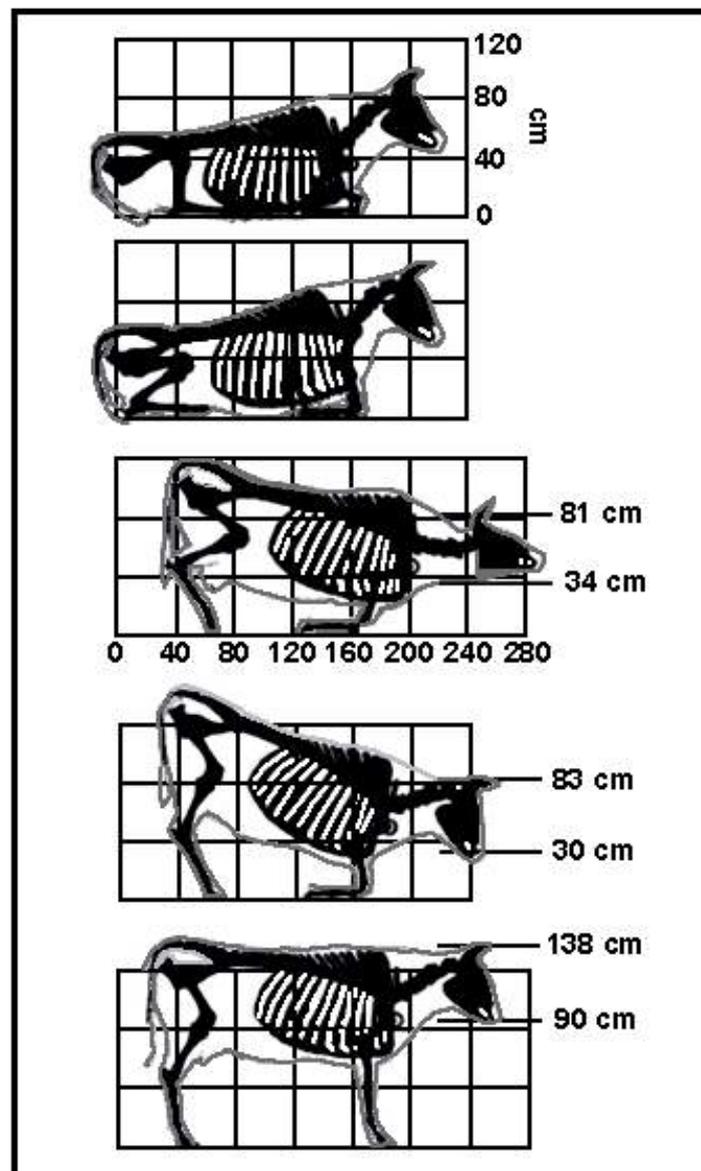


Figura 28 – Spazio occupato dalla bovina quando si alza

Lo spazio per il corpo deve consentire il riposo dell'animale ma non deve superare la lunghezza del tronco altrimenti le bovine possono sporcare all'interno della cuccetta, in una zona dove viene appoggiata normalmente la mammella con rischio di imbrattamento, aumento della carica batterica del latte e del rischio di infezioni. Per questo, la progettazione della cuccetta deve anche assicurare che la bovina si muova all'indietro non appena si alza in modo da depositare feci e urine nel corridoio di passaggio evitando di sporcare il fondo della cuccetta stessa (Figura 29).



Figura 29 - Elementi caratteristici di una cuccetta

La posizione della bovina in cuccetta viene regolata lateralmente dai battifianchi che non devono limitarne però i movimenti. È possibile utilizzare diverse tipologie di battifianchi con diverse foggie e sistemi di fissaggio. Importante che svolgano la loro funzione senza lasciare troppa libertà di movimento agli animali che potrebbero assumere posizioni non corrette nella cuccetta (Figura 30).



Figura 30 - I battifianchi devono contenere gli animali e non consentire posizioni non corrette.

Due elementi importanti per la funzionalità della cuccetta sono il fermo al piede e il tubo allineatore.

Il primo, a volte sostituito da un cuscino, cioè un innalzamento della cuccetta nella parte anteriore, consente di delimitare lo spazio per il corpo del fondo della cuccetta (Figura 31).

Il tubo allineatore, detto anche educatore o fermo al garrese, posizionato trasversalmente alla cuccetta sopra i battifianchi, ha la funzione di segnalare all'animale la posizione massima di avanzamento e di agevolare l'arretramento dell'animale quando si alza.

Spesso è presente un tubo trasversale anteriore che impedisce l'uscita dell'animale anteriormente alla cuccetta quando non è posta in vicinanza di una parete. Questo tubo antifuga, non sempre necessario, non deve rendere difficoltoso il movimento della bovina quando si alza.

Nelle cuccette a buca è presente un cordolo posteriore dello spessore di circa 10 cm che delimita lo spazio per il corpo e garantisce il contenimento del materiale di riempimento della cuccetta.

Le cuccette possono essere disposte in una fila singola oppure accoppiate testa a testa, a seconda del layout della stalla. Se sono abbinata, le bovine possono condividere lo spazio per la testa o, pur essendo testa a testa, possono avere una distanza tra loro tale da assicurare uno spazio per la testa e per l'allungamento in avanti indipendente per i due animali (Figura 31).



Figura 31 - Cuccette testa a testa con condivisione dello spazio di testa e fondo a buca. A sinistra con cuscino, a destra con fermo al piede.

Le dimensioni ottimali per una cuccetta sono necessariamente legate alla dimensione dell'animale. La lunghezza del corpo della bovina si può ottenere moltiplicando L per 1,06. Lo spazio per la testa compreso di quello necessario per l'allungamento del collo quando l'animale si alza risulta da H per 0,65. Infine, l'altezza dal piano di calpestio del tubo allineatore deve essere di 0,80-0,90 volte H (CIGR, 2014).

Considerando una bovina di 700 kg, le dimensioni generalmente considerate di H e L sono rispettivamente di 1,68 e 1,44 m. Ne consegue che la dimensione della cuccetta dovrebbe assicurare uno spazio per il corpo di 1,78 m, uno spazio libero anteriore di 0,95 m, al di sotto degli 85 cm (Figura 32), e un tubo allineatore posto all'altezza di 1,22 m da terra (Figura 33).

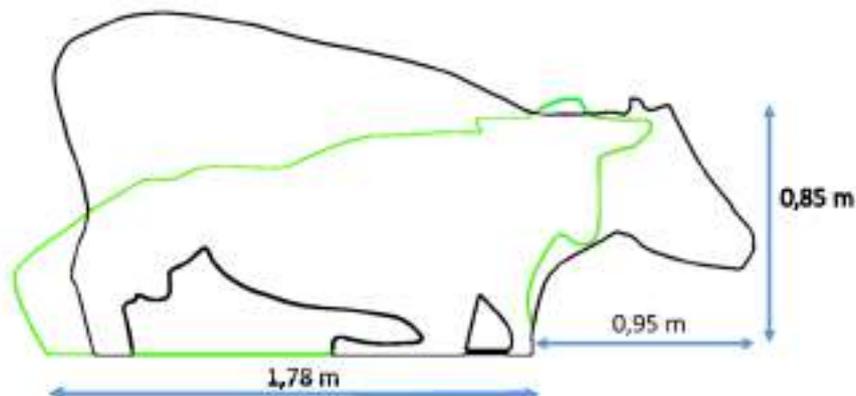


Figura 32 - Dimensioni consigliate per il corpo e per consentire l'estensione dell'animale quando si alza dalla cuccetta. I valori si riferiscono a un animale di 700 kg di peso (modificato da AHDB, 2012)

Un ulteriore elemento di valutazione delle cuccette riguarda il materiale utilizzato come fondo delle cuccette. Tra i diversi materiali utilizzabili nelle cuccette a buca, quello considerato migliore per il benessere delle bovine è la sabbia. Questa può dare qualche problema di gestione degli effluenti e non è sempre di facile reperimento a costi contenuti. Per questo il suo utilizzo non è particolarmente diffuso.

La paglia è invece largamente utilizzata e garantisce un buon comfort dell'animale se la pulizia della cuccetta e l'apporto di nuova paglia viene effettuato regolarmente. Altri sottoprodotti quali gli stocchi di mais possono costituire una valida alternativa alla paglia se gestiti oculatamente.

Si sta diffondendo come materiale di lettiera anche l'utilizzo della frazione solida degli effluenti. Se ottenuta con separatori che consentono di ottenere un contenuto dei solidi di almeno il 30% e gestita in modo da non attivare processi di degradazione della sostanza organica, può fornire buoni risultati, riducendo la necessità di utilizzare altri materiali di lettiera.

Le cuccette con pavimento pieno sono generalmente dotate di materassini o tappeti di gomma in alcuni casi realizzati con più strati di materiali con diversa consistenza per migliorare il comfort dell'animale.



Figura 33 - Il tubo antifuga dovrebbe essere posizionato ad almeno 85 cm di altezza dal piano delle cuccette per non ostacolare il movimento delle bovine quando si alzano.

Una cuccetta con dimensioni non corrette o con fondo non confortevole può comportare un limitato uso delle cuccette da parte delle bovine, con il conseguente incremento del tempo trascorso in piedi e riduzione del riposo giornaliero. Un utilizzo anomalo delle cuccette può essere evidenziato dalla presenza di molti animali che rimangono in piedi con le zampe anteriori nella cuccetta noto come “perching” (Figura 34). Anche la presenza di animali sdraiati nei corridoi o di utilizzo non corretto della cuccetta sono indicatori di una progettazione non adeguata di queste attrezzature (Figura 35).



Figura 34 – Animali in perching



Figura 35 – Alcune anomalie nell'utilizzo delle cuccette

Gli abbeveratoi

Gli abbeveratoi, altra attrezzatura della zona di stabulazione, devono essere facilmente accessibili agli animali e in numero adeguato. Se si utilizzano abbeveratoi collettivi si devono prevedere almeno 7,6 cm di abbeveratoio per capo. Gli abbeveratoi individuali devono disposti nella stalla in ragione di uno ogni 10 capi.

Le bovine più produttive hanno la necessità di bere grandi quantità di acqua. Una vacca con produzione di 45 kg di latte al giorno assume fino a 200 litri di acqua fresca al giorno. La disponibilità di abbeveratoi disposti in tutta la zona di stabulazione di dimensioni adeguate

(almeno 7 cm per capo se collettivi) e con possibilità di pulizia frequente è un requisito fondamentale per consentire alle bovine di abbeverarsi adeguatamente.

Una delle indicazioni spesso disattese riguarda la collocazione di abbeveratoi all'uscita della sala di mungitura, momento in cui le bovine hanno bisogno di molta acqua da assumere in tranquillità. Dovrebbero consentire a tutti i capi che escono contemporaneamente dalla sala di sostare per l'abbeverata. Quindi si deve prevedere una lunghezza di abbeveratoio pari a 60 cm per capo.



Figura 36 – Abbeveratoi collettivi posizionati nei passaggi delle bovine

Pulizia della stalla e sanità della mammella

Nelle zone di stabulazione delle bovine la rimozione delle deiezioni è un aspetto importante per garantire un ambiente pulito in modo da ridurre gli imbrattamenti della mammella e la carica batterica ambientale.

Infatti, è stato dimostrato che la pulizia della mammella e degli animali è strettamente correlata con l'aumento delle cellule somatiche e l'incidenza di infezioni. Con riferimento al punteggio di igiene della mammella (1 pulita-4 molto sporca) in Figura 37 è riportato l'andamento delle cellule somatiche e delle infezioni intramammarie rilevate in un allevamento.

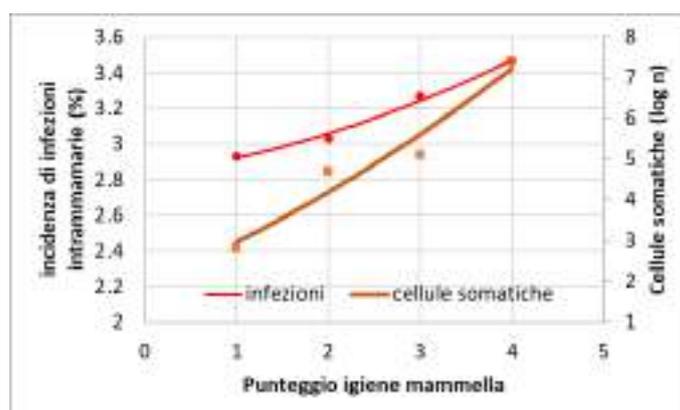


Figura 37 – Andamento delle cellule somatiche e dell'incidenza delle infezioni intramammarie in relazione al punteggio di igiene della mammella (Schreiner e Ruegg, 2003)

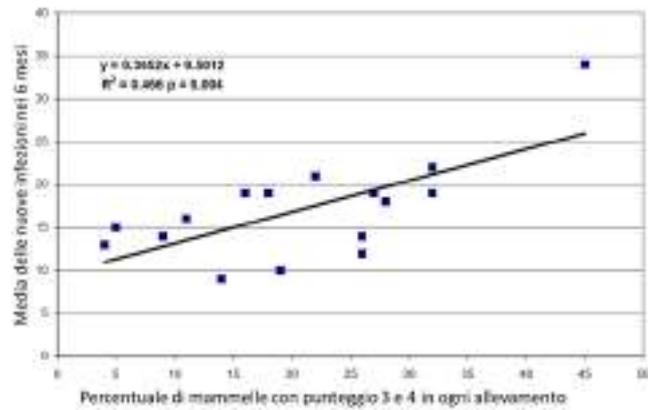


Figura 38 – Nuove infezioni in relazione alla percentuale di animali con la mammella sporca in 16 diversi allevamenti (Cook, 2002)

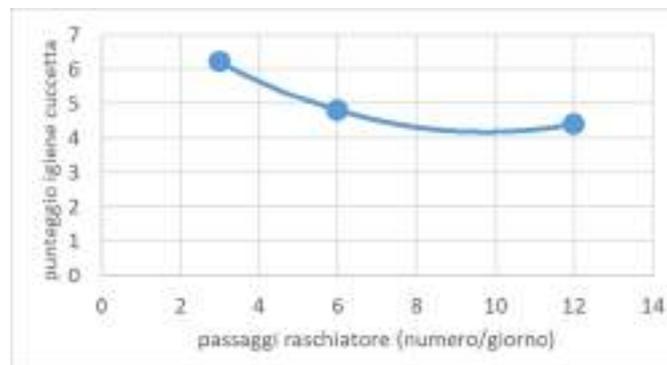


Figura 39 – Miglioramento del punteggio di igiene della cuccetta in relazione alla frequenza di funzionamento dei raschiatori (DeVries et al. 2012)



Figura 40 – Le modalità e frequenza di pulizia dei passaggi degli animali influiscono sull'imbrattamento della cuccetta e di conseguenza della mammella delle bovine



Figura 41 – La pulizia della stalla è fondamentale per garantire una buona sanità della mammella

Nelle aree con pavimentazione piena delle stalle a stabulazione libera è opportuna la frequente rimozione delle deiezioni soprattutto dove gli spazi per l'esercizio degli animali sono ridotti.

Le emissioni in aria

Tra le emissioni in atmosfera che si possono generare nella zona di stabulazione, la sostanza sicuramente più consistente è rappresentata dall'ammoniaca, composto gassoso derivato dalla demolizione dell'urea e dell'acido urico contenuti nelle urine e da vari composti azotati presenti nelle feci. Anche altri gas quali il metano, l'anidride carbonica e il protossido di azoto sono significativamente presenti nelle emissioni dagli allevamenti.

L'azoto ammoniacale è presente nelle deiezioni degli animali al momento della loro escrezione (il 40-65% dell'azoto escreto è ammoniacale). Successivamente la mineralizzazione della sostanza organica che deriva dalla degradazione microbica incrementa la quota ammoniacale dell'azoto presente nelle deiezioni fino a raggiungere il 75-80% di quello totale al momento della distribuzione in campo.

L'azoto ammoniacale si trova in forma disciolta nei liquami e tende a essere rilasciato in forma gassosa. Infatti, l'ammoniaca tende a spostarsi da zone ad alta concentrazione (deiezioni) a zone a bassa concentrazione (atmosfera).

All'interno dei ricoveri una elevata concentrazione di ammoniaca può essere percepita dal caratteristico odore pungente e provoca irritazioni e malessere sia agli addetti, sia agli animali. Ciò comporta seri rischi per la salute dei lavoratori e una riduzione delle performance degli animali.

La maggior parte dell'ammoniaca emessa ricade rapidamente sul territorio limitrofo al punto di emissione, intercettato dalla vegetazione, o depositandosi sul suolo o sulle acque. Una parte si combina con altri composti e può essere trasportata a lunga distanza, anche per centinaia di chilometri. La deposizione dell'ammoniaca può causare un danno diretto alla vegetazione, provocare squilibri negli ambienti naturali alterando gli ecosistemi, favorire i fenomeni di eutrofizzazione delle acque. Inoltre, può causare l'acidità dei suoli. Infatti, raggiunto il suolo l'ammoniaca viene trasformata in nitrati con reazioni che aumentano l'acidità del suolo. Quando questo aumento di acidità non può essere tamponato dal terreno, possono essere rilasciate delle sostanze tossiche che vengono poi trasportate nelle acque causando ulteriori fenomeni di inquinamento.

Le zone di stabulazione degli animali sono fonti anche di metano (CH_4) un gas ben noto per i suoi utilizzi come combustibile per il riscaldamento delle abitazioni, per la cottura degli alimenti e per autotrazione. Peraltro, il metano è annoverato tra i gas ad effetto serra e,

pertanto, le emissioni in atmosfera di questo gas devono, per quanto possibile, essere controllate.

La produzione di metano deriva in parte dal metabolismo animale, nei processi digestivi. Questo processo prosegue nelle defezioni ad opera di microrganismi che si sviluppano in assenza di ossigeno. La produzione di metano è favorita quindi dallo stoccaggio delle defezioni nelle fosse sotto fessurato e nelle strutture per lo stoccaggio degli effluenti.

In questa fase, oltre alla produzione di metano, continua la volatilizzazione dell'azoto in forma ammoniacale a cui si accompagna l'emissione di protossido di azoto (N_2O). Questo gas è anch'esso annoverato tra i gas ad effetto serra e contribuisce all'arricchimento del contenuto in azoto dell'aria. Costituisce un prodotto delle trasformazioni di nitrificazione/denitrificazione che avvengono negli effluenti di allevamento durante lo stoccaggio, ma soprattutto nei terreni coltivati dopo la distribuzione di fertilizzanti azotati, sia organici sia minerali.

La volatilizzazione dell'ammoniaca viene favorita dalla agitazione dei liquami e dalla loro distribuzione con modalità che favoriscono la creazione di piccole gocce, con aumento della superficie di contatto tra liquido e atmosfera. È per questo motivo che l'operazione di distribuzione dei liquami con carri spandiliquame in pressione con piatto deviatore comporta una notevole emissione di questo gas rispetto a sistemi a bassa pressione o che prevedono l'interramento dei reflui.

Infine, gli effluenti di allevamento che raggiungono il terreno sono soggetti a ulteriori trasformazioni e emissioni. Il processo di volatilizzazione dell'ammoniaca prosegue, soprattutto se il refluo viene lasciato in superficie. La trasformazione dell'azoto ammoniacale in nitrati e la loro successiva denitrificazione ad azoto molecolare ha come conseguenza la produzione di protossido di azoto, come precedentemente evidenziato.

La gestione della mandria

L'allevamento bovino da latte in Italia è generalmente un allevamento a ciclo chiuso ossia un allevamento nel quale i giovani soggetti, che entreranno in futuro in produzione per sostituire i capi scartati, nascono e sono allevati all'interno dell'azienda stessa e non acquistati all'esterno. Questo significa che un allevamento bovino da latte accoglie gruppi di animali di varie categorie ed età, ciascuno con sue specifiche esigenze di stabulazione, alimentazione e cure. Le principali categorie di animali presenti in un'azienda bovina da latte sono vitelli (da 0 a 6 mesi), manzette e manze (da 6 mesi fino al primo parto), vacche in asciutta (nei due mesi precedenti il parto) e vacche in lattazione. In qualche caso sono presenti bovini, maschi e femmine, destinati alla produzione di carne e molto raramente un toro da riproduzione.

Vitelli (e bovine partorienti)

Le bovine che si trovano negli ultimi giorni di gestazione vanno accolte in un'area specificatamente adibita al parto. Idealmente la sala parto dovrebbe essere un'area suddivisa in box individuali per consentire il controllo e l'eventuale assistenza al parto, garantire tranquillità alla madre e al vitello e ridurre il più possibile il contatto del neonato con patogeni. Il trasferimento della bovina vicina al parto in un gruppo di partorienti infatti può determinare situazioni di stress sociale che è bene evitare nell'imminenza del parto. Il box deve essere ampio (3,65 m x 3,65 m; Cook & Nordlund, 2004), dotato di abbondante lettiera e mantenuto estremamente pulito e asciutto.

L'assistenza al parto è sempre consigliata in modo da evitare sofferenze al vitello in caso di parto distocico (difficoltoso). Il parto distocico può determinare infatti danni al vitello per ipossia, oltre che danni all'apparato riproduttore della madre. La mortalità dei vitelli durante il parto e nelle prime 24 ore è molto elevata (circa il 10% delle vitelle nate in stalle lombarde; Colnago et al., 2007) e i vitelli nati in seguito a parti distocici crescono più lentamente e sono maggiormente soggetti a patologie. Esistono sensori basati su diversi principi che permettono di segnalare tramite messaggi sul cellulare l'avvicinarsi del parto per favorire l'assistenza (Saint-Dizier & Chastant-Maillard, 2015).

Il colostro

Appena possibile dopo il parto la bovina viene munta per raccogliere il colostro, ossia il primo latte. Il colostro è la prima secrezione della mammella dopo il parto ed è molto ricco di immunoglobuline (anticorpi) indispensabili per il trasferimento dell'immunità passiva al vitello, oltre che di elementi nutritivi (grasso e proteine) e protettivi (vitamine ed enzimi ad azione batteriostatica) in concentrazione superiore rispetto al latte. Nel corso delle mungiture successive il colostro si modifica gradualmente fino a che dopo qualche giorno può essere considerato latte a tutti gli effetti. Nella fase transitoria si parla di latte di transizione, secreto che, come il colostro vero e proprio, non può essere commercializzato per l'alimentazione umana.

La concentrazione di immunoglobuline rappresenta la caratteristica più importante che definisce la qualità del colostro; essa si aggira mediamente intorno al 6% con significative differenze in funzione della razza, del livello produttivo, dell'età della madre e delle vaccinazioni a cui è stata sottoposta nella sua vita. Alcuni studi hanno dimostrato che elevate temperature ambientali durante l'ultima fase della gravidanza e l'asciutta possono influire negativamente sulla concentrazione di immunoglobuline del colostro (Nardone et al., 1997) e possono compromettere il trasferimento dell'immunità passiva al vitello (Tao et al., 2012). Questo consiglia di porre attenzione alle condizioni ambientali in cui vengono mantenute le vacche asciutte e le bovine partorienti al fine di ottenere un colostro di elevata qualità.

La mungitura del colostro avviene solitamente con mungitrici a carrello nel box parto ma in molte aziende già subito dopo il parto le bovine, se in condizioni idonee, vengono munte in sala di mungitura, raccogliendo il colostro separatamente. In ogni caso il colostro deve essere munto in ottime condizioni igieniche perché può essere veicolo di patogeni e inoltre un'elevata carica batterica può compromettere l'assorbimento da parte del vitello delle immunoglobuline in esso presenti. Il colostro può essere, con molte cautele, sottoposto a pastorizzazione per evitare che possa diventare veicolo di patogeni. È tuttavia importante assicurare condizioni di pastorizzazione rigorosamente controllate per non rischiare di denaturare le immunoglobuline (60°C per 60 minuti).

Il primo pasto di colostro, che deve essere di prima mungitura, deve essere somministrato al vitello neonato il più presto possibile; nelle prime 24 ore il vitello deve assumere idealmente 3 pasti di colostro per un totale di 6-9 litri. La Direttiva 2008/119/CE sulla protezione dei vitelli impone che il primo pasto di colostro venga somministrato entro le 6 ore dalla nascita tuttavia è preferibile somministrarlo entro un'ora; la tempistica della somministrazione è infatti importantissima perché solo nelle prime ore di vita il vitello è in grado di assorbire gli anticorpi integri in virtù di una favorevole condizione transitoria del suo apparato digerente. Una somministrazione ritardata si traduce in una insufficiente immunità e in un maggiore rischio di patologie nei primi due mesi di vita ossia fino a quando il vitello avrà sviluppato il proprio sistema immunitario. Nel caso in cui il vitello si rifiutasse di alimentarsi al biberon è opportuno ricorrere alla somministrazione forzata con sonda esofagea.

Il colostro può essere quello della madre ma nelle aziende più grandi si ricorre a colostro di bovine della stalla stoccato in un'apposita "banca", refrigerato o congelato; tale colostro proviene generalmente dalle vacche pluripare (purché sane) della mandria che hanno un colostro più ricco di anticorpi. La maggior parte delle bovine infatti produce una quantità di colostro più elevata rispetto alle esigenze di un singolo vitello. Nel locale dove si trova la banca del colostro (frigo o freezer) sono generalmente conservati gli strumenti e le attrezzature per l'allattamento dei vitelli (poppatoi, secchi, tettarelle, sonde) che devono essere igienizzati accuratamente dopo ogni utilizzo per eliminare i residui di latte e limitare la proliferazione di possibili patogeni.

Si preferisce mungere il colostro e somministrarlo manualmente al vitello con poppatoio invece di lasciare il vitello libero di assumerlo direttamente dalla madre. La somministrazione da parte dell'uomo consente di assicurarsi riguardo alla quantità, qualità e tempistica di assunzione del colostro. È dimostrato che i vitelli che assumono direttamente il colostro materno spesso non riescono ad acquisire sufficiente immunità.

Dopo la nascita i vitelli vengono separati dalle madri entro 12-24 ore, ma sempre più spesso nel giro di 1-2 ore, e sistemati direttamente in box individuali. La separazione immediata riduce la possibilità di trasmissione di patogeni tra madre e neonato; la bovina infatti arriva al parto con difese immunitarie ridotte per un sommarsi di ragioni tra cui lo stress del parto e la carenza di anticorpi circolanti (concentrati nel colostro). Questo si traduce in una maggiore eliminazione da parte della madre di patogeni che potrebbero mettere a rischio la salute del vitello.

Ricoveri e alimentazione

Generalmente i vitelli neonati vengono posti in una prima fase in box individuali; questi consentono il controllo del consumo individuale di alimenti (latte, mangime starter, fieno) e di acqua, oltre al controllo visivo delle feci di ogni vitello per una individuazione precoce delle patologie. I box individuali inoltre permettono di limitare il contatto tra vitelli riducendo il rischio di trasmissione di patologie, benché in base alla normativa europea debba comunque essere assicurata la possibilità di contatto e reciproca visibilità tra i vitelli alloggiati nei box singoli. La permanenza in box singoli può riguardare i primi giorni di vita oppure l'intera fase di pre-svezzamento tenendo tuttavia presente che, secondo la Direttiva 2008/119/CE, è vietato l'impiego di box individuale oltre le 8 settimane di vita del vitello. Successivamente i vitelli saranno trasferiti in box collettivi. Alcuni studi hanno messo in evidenza come l'adozione di box multipli fin dalle prime fasi favorisca il comportamento sociale con vantaggi sull'assunzione di alimento e sull'accrescimento (Costa et al., 2016).

I box individuali per vitelli sono di vario disegno e dimensioni. In genere sono rialzati da terra con fondo fessurato (coperto eventualmente con tappetino di gomma fessurato) ma possono anche essere a terra. Generalmente anche in quelli rialzati da terra si aggiunge del materiale di lettiera da rinnovare con frequenza; l'igiene del box e della lettiera sono infatti molto importanti in questa fase della vita del vitello. La presenza di materiale di lettiera favorisce il decubito del vitello (Camiloti et al., 2012).

I box individuali per vitelli in Italia vengono perlopiù mantenuti all'aperto. Il sistema di termoregolazione dei vitelli evolve nel corso delle prime settimane di vita: l'intervallo di termoneutralità per il vitello neonato è compreso tra 10 e 26°C (Nordlund, 2008) mentre già ad un mese di vita la zona di termoneutralità risulta analoga a quella di un adulto. Alla nascita i vitelli hanno limitate capacità di difendersi soprattutto dalle basse temperature a causa di un rapporto sfavorevole tra massa e superficie corporea e dello scarso isolamento termico dovuto alla carenza di grasso sottocutaneo. Inoltre rispetto al bestiame adulto non si giovano della liberazione di calore a seguito delle fermentazioni ruminali. La somministrazione pronta e continuativa di colostro prima e di latte dopo contribuisce al mantenimento della temperatura corporea, attraverso l'apporto di energia. Nel caso di temperature molto basse

può essere utile adottare lampade riscaldanti a infrarossi nei primi giorni di vita. Inoltre, anche per la difesa dalle basse temperature ambientali, è importante che il vitello abbia a disposizione una lettiera asciutta.

Relativamente all'effetto delle alte temperature, alcuni autori hanno registrato situazioni di stress da caldo nei vitelli con temperature superiori a 32°C e U.R. superiore a 60% ma già a 26°C si può avere un aumento della frequenza respiratoria (Roland et al., 2016).

D'altra parte il posizionamento dei box all'aperto consente di limitare l'esposizione dei vitelli ai patogeni presenti ad elevate concentrazioni nell'aria delle stalle, alla polverosità e ai gas nocivi, riducendo i problemi di affezioni respiratorie (Nordlund, 2008)

Per limitare i problemi, i box dei vitelli dovrebbero essere posti al riparo dai venti dominanti e dall'eccessiva insolazione estiva. L'ideale per evitare il surriscaldamento estivo sarebbe porli al riparo di filari di alberi a foglia caduca. È necessario inoltre che vengano collocati lontano dalle strutture di ricovero degli animali adulti per ridurre il più possibile il trasferimento di patogeni.

Quando il vitello viene spostato, il box va igienizzato accuratamente e lasciato vuoto per qualche giorno. I box individuali per vitelli in pre-svezzamento devono poter ospitare il secchio del latte, quello dell'acqua (eventualmente in alternativa) e una mangiatoia per fieno e mangime. Il secchio del latte è meglio che sia dotato di tettarella e posto in posizione elevata rispetto alla testa del vitello per favorire la chiusura della doccia esofagea, un canale muscolare che si chiude per riflesso quando il vitello ingerisce latte e che consente di convogliare il latte direttamente nell'abomaso (lo stomaco vero del vitello) evitando i prestomaci (rumine, reticolo e omaso). In questa maniera il latte viene digerito e assorbito con maggiore efficienza da parte dell'animale. Oltre al secchio del latte (che va ritirato appena terminato il pasto e lavato accuratamente) è necessario che la gabbia sia dotata di un secchio per l'acqua, rinnovata almeno due volte al giorno. La disponibilità di acqua è importantissima fin dai primi giorni di vita in quanto favorisce il consumo di alimento solido e riduce il rischio di disidratazione nel caso di elevate temperature ambientali o di diarree.

Nel caso di box individuali con secchio, il latte è distribuito caldo due volte al giorno in maniera razione in ragione di 6-8 litri/capo al giorno: la dose giornaliera viene aumentata gradualmente fino alle 4-5 settimane di vita mentre successivamente viene ridotta altrettanto gradualmente per favorire il consumo di alimenti solidi e anticipare lo svezzamento. Il latte può essere naturale o ricostituito, ossia ottenuto da polvere di latte scremato o polvere di siero: i migliori risultati di accrescimento si ottengono con latte intero della stalla piuttosto che con il latte ricostituito in quanto il latte intero contiene più nutrienti (grasso e proteine), è più digeribile da parte del vitello e contiene fattori che favoriscono l'appetito e controllano la flora batterica intestinale. La convenienza economica della scelta tra latte naturale e ricostituito dipende ovviamente dal prezzo del latte che, come si sa, è assai volatile. In ogni caso il latte intero della stalla non deve provenire da vacche mastitiche, per il rischio di trasmissione di patologie, né da animali trattati con antibiotici, per il rischio di sviluppo di antibiotico-resistenza e di alterazione della flora del digerente del vitello. Le aziende che impiegano latte di scarto della stalla fin dai primi giorni di vita dei vitelli hanno percentuali di mortalità prima dello svezzamento più elevate della norma (Colnago et al., 2007). In caso di utilizzo di latte intero della stalla, anche quando non sia di scarto, è consigliabile l'acquisto di un pastorizzatore.

Un'alternativa all'uso di box individuali con somministrazione di latte al secchio è l'adozione, fin dai primi giorni di vita, di box collettivi dotati di lupa o di autoalimentatore elettronico. Nel primo caso il latte è distribuito freddo *ad libitum* (a volontà) in grossi contenitori dotati di molte tettarelle, nel secondo caso il latte viene riscaldato e distribuito automaticamente in più pasti giornalieri in quantità adeguate ai fabbisogni del singolo vitello che viene identificato tramite collare elettronico. La lupa con latte freddo è una soluzione minimale che

può funzionare purché si dedichi attenzione all'igiene delle attrezzature e all'osservazione degli animali; vanno evitati in questo senso gruppi di vitelli troppo numerosi. Normalmente lo svezzamento è ritardato e i consumi di latte, essendo la distribuzione *ad libitum*, molto elevati. L'autoalimentatore, o lupa elettronica, a parte i costi di investimento iniziali, può dare ottimi risultati; qualche limite può essere dato dalla tendenza degli allevatori a creare gruppi di vitelli troppo numerosi e dal facile trasferimento di patologie tramite la tettarella che è la stessa per tutti i vitelli. Tuttavia, i messaggi di allarme generati in caso di ingestione di latte inferiore al normale possono consentire un'individuazione precoce dei problemi sanitari.

Nel caso di vitelle destinate alla rimonta, l'alimento solido deve essere somministrato fin dai primi giorni di vita per lo svezzamento. Il mangime starter è un mangime apposito per il periodo di pre-svezzamento con caratteristiche di elevata digeribilità e appetibilità. Il vitello neonato ha un corredo enzimatico limitato e il consumo di alimenti non adatti potrebbe comportare l'insorgenza di patologie gastro-intestinali. Le diarree sono tra le più frequenti e pericolose patologie nelle prime settimane di vita. Il mangime starter (che è costituito da cereali, in genere fioccati, e pellets contenenti la quota proteica, fibrosa, minerale e vitaminica) deve essere somministrato fin dai primi giorni di vita per favorire uno svezzamento rapido; esso infatti, attraverso lo stimolo delle fermentazioni ruminali e lo sviluppo di acidi grassi volatili, favorisce lo sviluppo funzionale dei prestomaci, con la differenziazione e l'accrescimento delle papille della mucosa ruminale. Il mangime sarà somministrato in ragione di poche decine di grammi al giorno all'inizio per arrivare ad un consumo di circa 1 kg allo svezzamento, quantità necessaria per evitare crisi di post svezzamento. Il fieno deve essere fine, di ottima qualità, povero di lignina. La sua somministrazione favorisce lo sviluppo dimensionale e muscolare del rumine. Gli alimenti non consumati andranno eliminati giornalmente e sostituiti con alimenti freschi.

Dopo un periodo di permanenza in box individuali (non superiore alle 8 settimane) i vitelli vengono trasferiti in box collettivi dove proseguirà la somministrazione di latte nel caso di vitelli non ancora svezzati oppure vi sarà distribuzione di solo alimento solido. È preferibile non far coincidere l'eliminazione del latte con lo spostamento nel box collettivo per non sommare fattori di stress alimentari, ambientali e sociali.

I box collettivi possono essere anch'essi sollevati da terra oppure a terra con lettiera permanente. Se gli animali sono ancora in pre-svezzamento meglio optare per box sollevati da terra e con una capienza limitata a pochi soggetti (4-6) per favorire un miglior controllo individuale. Se gli animali sono più grandi si adottano box a terra con lettiera permanente. L'importante è che i gruppi di vitelli non siano troppo numerosi (max 10) e che siano molto omogenei come taglia. Questo perché la disomogeneità iniziale tende ad incrementarsi con la permanenza in gruppo perché gli animali più forti e dominanti tendono a alimentarsi per primi e a riservarsi gli spazi più confortevoli e riparati, a scapito degli animali più piccoli e gerarchicamente più sfavoriti.

Spesso i box collettivi per vitelli, manzette e manze vengono ricavati all'interno delle vecchie strutture delle cascine tradizionali riservando le strutture più recenti e razionali alle bovine in lattazione. Purtroppo, le strutture vecchie tendono a presentare grossi limiti per quanto riguarda in particolare alcuni aspetti come: facilità ed efficienza delle operazioni di aggiunta e di rinnovo della lettiera, lunghezza del fronte mangiatoia rispetto al numero di animali ospitati, spazio di abbeverata, possibilità di difendere gli animali dai venti dominanti, dall'insolazione, dalle elevate temperature e umidità estive. Tutto questo può tradursi in un rallentamento della crescita degli animali e in una compromissione del loro sviluppo favorendo l'instaurarsi di patologie e ritardando la prima inseminazione e il primo parto.

Manzette e manze

Una volta completato lo svezzamento e superate le eventuali crisi di post-svezzamento, l'allevamento dei giovani soggetti da destinare alla rimonta si presenta di relativa facilità: infatti nella successiva fase di crescita gli animali si presentano dotati di un apparato digerente pressoché completo e sviluppato in tutte le sue funzioni e possono, di conseguenza, usufruire di razioni semplici e poco costose. Inoltre, le giovani manze sono animali robusti e poco esigenti per quanto riguarda i ricoveri e l'ambiente di allevamento.

Proprio per questa relativa semplicità e per il fatto che manzette e manze sono animali improduttivi, il periodo che si estende dal post-svezzamento fino al primo parto è in genere una delle fasi più trascurate della vita della bovina da latte sia sotto il profilo alimentare che sotto il profilo ambientale con possibili conseguenze negative sulla crescita e lo sviluppo. L'obiettivo dell'allevatore in questo periodo deve essere non tanto quello di contenere le spese risparmiando su alimentazione, manodopera e strutture ma quello di ottenere lattifere sane, ben sviluppate somaticamente, produttive, fertili e longeve; il tutto nel più breve tempo possibile (per minimizzare i costi di produzione della manza gravida).

Alimentazione

Uno dei fattori più importanti per i suoi molteplici effetti sull'organismo animale in crescita è rappresentato dall'alimentazione; essa è in grado di condizionare lo sviluppo corporeo, la maturità sessuale, la fertilità, lo sviluppo dell'apparato mammario e la produzione della futura lattifera. Il criterio che deve guidare l'allevatore nell'impostazione del razionamento delle manze è rappresentato dal soddisfacimento dei fabbisogni nutritivi degli animali, principalmente in termini di sostanza secca, energia e proteine. L'indicazione può sembrare banale, ma spesso il criterio seguito per la formulazione delle razioni per le manze si basa principalmente sulla necessità di smaltire determinati "scarti" dell'azienda (avanzi della mangiatoia delle vacche, fieno con segni di muffa, insilato mal riuscito, farina di mais con micotossine, etc.) a prescindere dalle effettive esigenze alimentari degli animali. Un'alimentazione insufficiente, soprattutto sotto il profilo energetico e proteico, si risolve in una crescita lenta, in una scarsa resistenza agli agenti infettanti, in una posticipazione del primo calore (e del primo parto) e, generalmente, in una riduzione della fertilità. Se alle carenze nutritive si accompagna la somministrazione di alimenti poco sani si potranno avere ripercussioni negative sullo sviluppo delle manze e soprattutto sulla loro fertilità. Per contro anche l'adozione di piani alimentari energeticamente troppo ricchi, come può accadere con la somministrazione della razione delle vacche in lattazione (anche se integrata con fieno), può comportare riflessi negativi sulla carriera produttiva degli animali. L'eccesso di energia nella razione infatti, pur favorendo una rapida crescita corporea e un precoce sviluppo sessuale, determina la formazione di depositi adiposi a livello delle ovaie e della mammella; le conseguenze principali sono rappresentate da alterazioni più o meno gravi delle funzioni riproduttive (riduzione della fertilità, difficoltà al parto, etc.) ed effetti negativi sulla produttività. Soprattutto nelle manzette prepuberi (cioè con un'età compresa tra i 3 e i 11 mesi di vita circa) accrescimenti giornalieri superiori agli 800 g al giorno possono causare eccessivo deposito adiposo nella mammella con riduzione del successivo sviluppo del tessuto secernente mammario da cui dipende la produzione latte.

Ideale sarebbe dotare l'area destinata ai vitelli e alle manze di una bilancia per controllare periodicamente gli accrescimenti e la loro rispondenza agli standard di crescita.

La variazione delle esigenze alimentari (sia dal punto di vista qualitativo che quantitativo) nel corso della crescita delle manze impone di suddividere gli animali in gruppi di alimentazione il più possibile omogenei come taglia e possibilmente non troppo numerosi. Idealmente si dovrebbero formare almeno tre gruppi: un gruppo di post-svezzamento (il primo mese dopo lo svezzamento); un gruppo di animali prepuberi (dopo il post-

svezzamento e fino alla pubertà); un gruppo di manze (dalla pubertà fino a due mesi prima del parto). La cura giornaliera deve sempre iniziare dagli animali più giovani a quelli più vecchi per ridurre il rischio di trasferimento di patogeni.

Ricoveri

Dal punto di vista dei ricoveri generalmente le manzette e le manze sono mantenute su lettiera permanente e spesso, come si è detto, i recinti sono ricavati all'interno di strutture vecchie e non sempre adeguate. Può essere consigliabile accogliere il gruppo delle manze gravide in una struttura con cuccette anche per abituarle all'utilizzo della cuccetta singola. A partire da due mesi prima del parto nella maggior parte delle aziende le manze gravide vengono trasferite nel gruppo delle vacche asciutte in considerazione delle analogie dei fabbisogni.

Le manze sono meno suscettibili allo stress da caldo rispetto alle vacche adulte soprattutto in considerazione del minor calore metabolico sviluppato: non sono infatti in lattazione e hanno un'ingestione inferiore alle vacche adulte. Ciononostante anch'esse possono essere soggette a fenomeni di stress da caldo, anche perché spesso le strutture in cui sono accolte non hanno caratteristiche ideali per favorire la ventilazione naturale e non sono dotate di sistemi di ventilazione artificiale. Le conseguenze dello stress da caldo nelle manze si registrano in termini di riduzione della fertilità con alterazione dell'attività ovarica, riduzione dei livelli di progesterone plasmatico e minore evidenza dei calori (Ronchi et al., 2001).

La prima inseminazione

Se il piano alimentare adottato risponde bene ai fabbisogni, il primo calore nella manza Frisona compare normalmente tra l'8° e il 12° mese di vita quando l'animale raggiunge un peso di circa 250-280 kg (circa il 43% del peso da adulto). L'età della pubertà varia in funzione della razza (le razze da latte sono più precoci delle razze da carne) e in funzione del regime alimentare; un'alimentazione ricca di energia tenderà a favorire un'anticipazione della pubertà.

Al momento del primo calore non è ancora consigliabile procedere alla inseminazione in quanto una gravidanza troppo precoce potrebbe compromettere lo sviluppo della manza, aumentando i rischi di difficoltà al parto con effetti negativi anche sulla produzione latte nel corso della prima lattazione. L'età migliore per procedere alla prima inseminazione della giovane manza si aggira, per la razza Frisona, intorno ai 14 mesi di vita in modo che il primo parto avvenga a 23-24 mesi. In realtà la scelta del momento migliore per la prima copertura andrebbe effettuata riferendosi non all'età dell'animale quanto al suo peso vivo in rapporto al peso vivo da adulto tipico della razza. Indicativamente una manza è pronta per la prima inseminazione quando ha raggiunto un peso vivo pari a circa i 2/3 (equivalenti al 65% circa) del peso vivo da adulto: una manza Frisona può essere fecondata quando ha raggiunto il peso di 380-400 kg. La posticipazione della prima inseminazione è inutile e antieconomica in quanto, pur consentendo di elevare leggermente la produzione della prima lattazione, allunga la fase improduttiva dell'animale e riduce il numero totale di parti e di lattazioni che la bovina è in grado di espletare nel corso della sua vita produttiva con un effetto negativo sulla quantità totale di latte prodotta durante l'intera carriera. Oltretutto è dimostrato che per parti oltre i due anni di vita gli incrementi produttivi ottenibili in prima lattazione posticipando il parto risultano modesti.

La percentuale di rimonta

Il numero di animali che vengono sostituiti ogni anno espresso come percentuale sul numero medio annuale di bovine presenti è detto percentuale (o anche tasso) di rimonta. Negli allevamenti da latte italiani la carriera produttiva media di una bovina si aggira intorno a 2,5-3,5 lattazioni il che significa che, per mantenere invariata la consistenza della mandria, è necessario ogni anno introdurre un 20-40% circa di nuovi animali per sostituire le bovine

eliminate. Tuttavia, nei comprensori più intensivi della pianura padana la percentuale di rimonta può raggiungere valori anche molto più elevati (35-40%). Campiotti (2012) riporta un tasso di rimonta medio in 2700 aziende lombarde iscritte all'APA del 34,2%.

Bovine in lattazione

Suddivisione in gruppi

Nelle aziende con stabulazione libera le vacche in lattazione possono essere suddivise in più gruppi in base a differenti criteri: lo stadio di lattazione, il livello produttivo, il numero di parto, lo stato di gravidanza o meno, lo stato sanitario della mammella. Nelle stalle di dimensioni medio-piccole spesso non si attua una suddivisione della mandria in gruppi a causa della complicazione gestionale. Inoltre, va tenuto presente che ogni passaggio di gruppo determina negli animali una condizione di stress dovuta al cambiamento di razione e ambiente, oltreché alle eventuali lotte gerarchiche che si instaurano con il rimescolamento di soggetti. Nelle aziende di grandi dimensioni invece la suddivisione degli animali in molti gruppi è una necessità organizzativa. La suddivisione in gruppi in funzione dello stadio di lattazione è uno dei criteri più adottati in quanto consente di alimentare gli animali in maniera più aderente ai fabbisogni preparando per ogni gruppo una razione unifeed apposita. I gruppi possono essere semplicemente due (un gruppo di "fresche", nei primi due-tre mesi di lattazione, e un gruppo comprendente tutte le altre) ma si può anche aggiungere il gruppo delle "freschissime" nei primi 15-30 giorni di lattazione per la gestione delle esigenze alimentari specifiche di questa fase e per agevolare i controlli veterinari nel post-partum. Spesso il criterio basato sullo stadio di lattazione viene variamente combinato con il criterio del numero di parto che prevede la creazione del/i gruppo/i delle primipare soprattutto per salvaguardarle dalla competizione rispetto alle bovine adulte dominanti. In molte stalle con presenza di patogeni mastidogeni difficili da eradicare, come *Staphylococcus aureus*, è necessario inoltre creare un gruppo delle "infette" da mungere per ultime in maniera tale da ridurre il rischio di trasferimento del patogeno durante la mungitura.

Alimentazione

Dal punto di vista dell'alimentazione, il carro unifeed è in assoluto il sistema di preparazione e distribuzione della razione più impiegato nelle stalle a stabulazione libera. Tale sistema consente di somministrare tutte le componenti della razione (foraggi e concentrati) in un'unica soluzione e accuratamente rimescolate tra loro. I vantaggi rispetto ad una distribuzione frazionata degli alimenti sono numerosi: limitazione della selezione da parte degli animali, possibile utilizzo di singoli alimenti di scarsa appetibilità ma soprattutto mantenimento della costanza del pH ruminale (il che non avviene quando i concentrati vengono ingeriti separatamente dai foraggi). Un pH ruminale costante e vicino alla neutralità favorisce l'attività della popolazione microbica ruminale garantendo la buona qualità del latte (soprattutto in termini di grasso), la salute degli animali e l'efficienza di conversione degli alimenti in latte. In particolare l'efficienza di conversione alimentare (chiamata anche dairy efficiency), data dal rapporto tra i kg di latte prodotto giornalmente e i kg di sostanza secca ingeriti dalla bovina, influenza la redditività dell'allevamento e la sua sostenibilità ambientale. Se la produzione latte per kg di alimento ingerito aumenta, diminuiscono le emissioni nell'ambiente per kg di latte derivanti dalla produzione degli alimenti del bestiame che rappresentano il principale contributo all'impatto ambientale della produzione di latte. Il carro miscelatore ha anche dei limiti che risiedono soprattutto nella notevole richiesta di manodopera per la preparazione e la distribuzione della razione ragione per cui nelle aziende si cerca di contenere il più possibile il numero di carri da preparare e il numero di distribuzioni giornaliere a scapito dell'aderenza della razione ai fabbisogni (un solo carro per gruppi di animali con esigenze diverse) e a scapito dell'ingestione (una sola preparazione e distribuzione al giorno anche durante i periodi di stress da caldo). Per superare questi limiti sono stati immessi di recente su mercato dei sistemi automatizzati che si occupano di

caricare le materie prime e miscelarle in una cucina distribuendo poi le razioni più volte al giorno con dei piccoli carri robotizzati.

Riducendo il numero dei gruppi di alimentazione e il numero di carri si semplifica il lavoro ma nel formulare una razione “media” per un gruppo di animali con produzione molto diversa (come è il caso ad esempio di stalle con gruppo unico) si rischia di non alimentare a sufficienza le bovine ad alta potenzialità produttiva costringendole a mobilitare le proprie riserve adipose per compensare le carenze energetiche con effetti negativi sulla condizione corporea (Body Condition Score) e sulla fertilità. Per contro con il gruppo unico il rischio è anche quello di ingrassare le bovine a bassa produzione e a fine lattazione inducendo un incremento della condizione corporea che può avere conseguenze negative sul parto e sulla fertilità durante il ciclo successivo.

Il Body Condition Score

Il Body Condition Score (BCS) è un metodo che consente la stima dello stato di ingrassamento della bovina. Il metodo più utilizzato nella bovina da latte è il metodo Edmonson basato sulla valutazione visiva del posteriore e del fianco degli animali. Vengono assegnati punteggi da 1 (molto magra) a 5 (molto grassa) valutando 8 differenti regioni anatomiche e facendo la media. Idealmente il BCS dovrebbe essere controllato ogni 15-30 giorni, tuttavia le fasi veramente cruciali sono: 1) il parto: il BCS dovrebbe essere compreso tra 3 e 3,5; 2) i primi 2 mesi di lattazione (misurazione ogni 15 giorni): il BCS non dovrebbe subire un calo superiore a 1 punto; 3) la messa in asciutta: il BCS dovrebbe essere di nuovo assestarsi su valori compresi tra 3 e 3,5; 4) l'asciutta (una misurazione a 1 mese dal parto): il BCS non deve subire variazioni rispetto alla messa in asciutta.

Il BCS è un importante strumento di gestione della mandria. La condizione corporea della vacca è un indicatore delle riserve energetiche della bovina e la sua variazione nel tempo può consentire di valutare se l'animale è in buono stato di salute e se la razione è adeguata ai suoi fabbisogni. Animali troppo grassi (soprattutto alla fine della lattazione) o troppo magri (soprattutto all'inizio della lattazione) possono andare incontro a problemi sanitari, produttivi e riproduttivi. In particolare un BCS eccessivo a fine lattazione può tradursi in un aumento del rischio di zoppie, per il maggior carico sulla superficie dell'unghione e sulle articolazioni, e in difficoltà al parto oltre a predisporre l'animale a una minore ingestione dopo il parto con rischio di forte dimagrimento e sviluppo di malattie metaboliche (chetosi). Infatti uno dei momenti più critici della bovina è la fase iniziale della lattazione in cui si verifica una condizione di bilancio energetico negativo: l'animale ha scarso appetito (soprattutto se arriva sovracondizionato al parto) mentre la perdita di energia con il latte è significativa e superiore all'apporto di energia tramite la razione. Ciò determina la necessità da parte dell'animale di mobilitare le riserve di grasso ma, se questa mobilitazione è troppo intensa e/o troppo rapida, si possono verificare problemi sanitari (es. chetosi), problemi nella ripresa dell'attività ovarica ed eventualmente riduzione della produzione. Per mantenere il più possibile costante e corretto il BCS durante la carriera produttiva della bovina è bene in primo luogo cercare di somministrare razioni il più possibile aderenti ai fabbisogni, creando diversi gruppi di alimentazione.

Le strategie per evitare il dimagrimento eccessivo nei primi due mesi di lattazione sono numerose: prevedere un sufficiente numero di posti in mangiatoia idealmente pari al numero di animali presenti in quanto, se è vero che durante il giorno gli animali si alternano alla mangiatoia, dopo la mungitura tutti gli animali vanno insieme a mangiare e la carenza di poste può penalizzare gli animali giovani, già debilitati o comunque dominati. La somministrazione di foraggi molto digeribili sempre nella prima fase di lattazione favorisce l'ingestione e può consentire di non dover spostare troppo il rapporto foraggi: concentrati a favore di questi ultimi (evitando i rischi di acidosi e mantenendo una buona percentuale di grasso del latte). Inoltre somministrare se possibile la razione due volte al giorno (almeno

nel periodo estivo) e avvicinarla frequentemente alla rastrelliera sono accorgimenti che possono dare ottimi risultati.

Queste attenzioni vanno adottate anche durante i periodi di alte temperature e umidità ambientali che inducono nelle bovine, soprattutto quelle più produttive, l'insorgere di stress da caldo una condizione in cui insieme al variare di alcuni fattori fisiologici e comportamentali, le bovine riducono l'ingestione, la produzione di latte e risultano anche meno fertili.

Fertilità e riproduzione

Dopo il parto le bovine attraversano un periodo di anaestro durante il quale si ha l'involuzione uterina. Tra i 20 e i 40 giorni dal parto in condizioni normali (ossia se non vi sono patologie in atto) dovrebbe presentarsi il primo calore che generalmente non viene considerato ai fini dell'inseminazione. A partire dal calore successivo invece la bovina viene generalmente inseminata.

Purtroppo negli ultimi 50 anni la fertilità delle bovine da latte è diminuita notevolmente per molte ragioni. Uno dei fattori principali riguarda la difficoltà di soddisfare i fabbisogni degli animali (soprattutto i più produttivi) nei primi due mesi di lattazione per le elevatissime richieste di lattazione e lo scarso appetito. Il bilancio energetico negativo che viene a generarsi (con dimagrimento dell'animale e perdita di Body Condition Score) altera o blocca del tutto il rilascio degli ormoni coinvolti nel ciclo estrale riducendo la fertilità specialmente durante il periodo estivo quando l'inappetenza si aggrava. Lo stress da caldo determina gravi ripercussioni sulla fertilità: durante i mesi estivi le bovine fanno fatica a rimanere gravide principalmente in seguito al calo di ingestione che induce una condizione di bilancio energetico negativo con effetti sulla funzionalità dell'asse ipotalamo-ipofisi-ovaie ma anche per un effetto diretto delle alte temperature sulla sopravvivenza embrionale.

Un altro fattore che contribuisce alla scarsa fertilità delle bovine in lattazione è la difficoltà nell'individuazione dei calori per poter procedere all'inseminazione artificiale. Le bovine più produttive tendono a manifestare poco i calori per bassi livelli di estrogeni circolanti. Inoltre, se hanno problemi di zoppie o se il fondo della stalla è bagnato e scivoloso, evitano la monta reciproca riducendo ulteriormente le possibilità di individuazione di tali segni specifici. Si aggiunga che soprattutto nel caso di mungitura automatizzata non vi è una figura che possa osservare gli animali e il loro comportamento in sala di mungitura. La tecnologia mette a disposizione podometri e attivometri per la misura dell'attività degli animali: infatti è noto che in corrispondenza dell'estro gli animali aumentano notevolmente il loro movimento che può essere valutato come numero di passi. Tale dato in molti sistemi viene valutato insieme alla produzione giornaliera di latte, che in occasione dell'estro diminuisce, in modo da generare degli allarmi. Purtroppo, nel caso di bovine affette da zoppia oppure nel caso di stalle con spazi molto ridotti è possibile che i sistemi non siano sufficienti a segnalare correttamente gli estri. Altri sistemi automatici di individuazione dei calori si basano sull'analisi del progesterone nel latte che però deve essere eseguita con sufficiente frequenza per poter individuare il momento di abbassamento del progesterone che corrisponde all'estro. Sistemi più semplici si basano sull'applicazione di sacche autoadesive contenenti sostanze colorate sulla schiena delle bovine di cui si voglia individuare il calore. La rottura della sacca rivela la disponibilità della bovina a farsi montare, segno specifico dello stato di estro.

Mungitura

Nelle stalle a stabulazione libera la mungitura avviene generalmente in un apposito locale separato, la sala di mungitura, dove è posizionato l'impianto di mungitura. Nel caso invece di stalle con mungitura automatizzata, le stazioni robotizzate possono essere posizionate in vari punti della struttura adibita al ricovero. La sala di mungitura è preceduta da un locale, chiamato sala di attesa, dove le bovine attendono di accedere alla mungitura. Tale locale deve essere sufficientemente ampio per contenere anche il gruppo di bovine più numeroso,

deve essere dotato di sistemi di mitigazione dello stress da caldo e soprattutto deve essere utilizzato dagli animali per periodi molto brevi ma ciò dipende dal dimensionamento della sala di mungitura.

La mungitura in sala è effettuata con impianti generalmente a pettine o a spina di pesce con poste disposte su due file separate dalla fossa del mungitore. Negli impianti a pettine, chiamati anche paralleli, la bovina è posta perpendicolarmente alla fossa del mungitore mentre negli impianti a spina di pesce la schiena della bovina forma un angolo più o meno ampio con la direttrice della fossa. La scelta tra i due sistemi dipende dalla dimensione del locale, se questo è preesistente, in quanto un impianto parallelo necessita di ambienti di larghezza adeguata ma non ha grandi necessità in lunghezza. Nell'impianto parallelo si riducono le distanze che il mungitore deve coprire per svolgere le diverse operazioni, con vantaggi in termini di tempo. Si ha tuttavia una visione solo posteriore e un po' limitata della mammella. Le stalle di maggiori dimensioni adottano di frequente impianti di tipo rotativo o a giostra in cui gli animali possono essere posti in varie posizioni rispetto all'asse centrale della giostra e anche i mungitori possono trovarsi all'esterno o all'interno della stessa. Nel caso di sale parallele o a spina di pesce il numero di poste è variabile in genere da 6+6 a 12+12 mentre nelle giostre il numero di poste può essere molto più elevato.

Il numero di poste di mungitura deve essere commisurato al numero di bovine in lattazione presenti nella stalla ma anche alla manodopera disponibile per la mungitura. Il dimensionamento dell'impianto e anche della sala di attesa sono molto importanti per limitare la durata delle operazioni di mungitura. Va infatti tenuto presente che attese troppo lunghe prima della mungitura sottraggono tempo alle altre attività delle bovine, in particolare alimentazione e riposo, particolarmente importanti ai fini della produzione. Oltretutto le lunghe attese costringono gli animali in piedi per lungo tempo in luoghi chiusi e affollati esponendoli al rischio di sviluppare zoppie e all'insorgenza di stress da caldo nei periodi con elevate temperature ambientali.

Anche in sala di mungitura possono verificarsi fenomeni di stress da caldo anche per effetto dell'elevata umidità degli ambienti. È necessario perciò che la sala di mungitura sia disegnata adeguatamente ed eventualmente dotata di sistemi di ventilazione per mitigare gli effetti delle alte temperature ambientali. La mungitura deve essere rapida, deve consentire di estrarre quasi tutto il latte presente in mammella, non deve risultare stressante per gli animali né per i tessuti mammari (specialmente quelli dei capezzoli) e deve essere svolta in condizioni igieniche per preservare la salute degli animali e per garantire la sicurezza alimentare del latte ottenuto.

Per effettuare una buona mungitura è importante il settaggio e la manutenzione dell'impianto con l'adozione di livelli di vuoto e rapporti di pulsazione adeguati alla produttività e alle caratteristiche della mandria oltreché al tipo di impianto. Livelli di vuoto eccessivi o rapporti di pulsazione troppo a favore della fase di aspirazione si tradurranno in mungiture brevi ma eccessivo stress dei tessuti capezzolari con congestione, anelli arrossati alla base del capezzolo, ipercheratosi dell'orifizio capezzolare. Per contro livelli di vuoto insufficienti tenderanno a determinare caduta dei gruppi o entrata di aria e si tradurranno in mungiture più lunghe.

L'ipercheratosi sulla punta del capezzolo oltre ad essere un eventuale segno di una mungitura poco rispettosa del benessere degli animali favorisce il ristagno di latte e di sporco all'entrata del canale capezzolare e ne riduce la possibilità di chiusura efficace aumentando il rischio di entrata di patogeni e di sviluppo di mastiti. L'ipercheratosi può essere favorita anche da una misura del bossolo e delle guaine non adeguata ai capezzoli, dall'usura delle guaine ma anche dalle condizioni meteorologiche e ambientali della stalla in certe stagioni (vento, freddo, lettiera umida). Le guaine rappresentano il punto di contatto tra l'animale e la macchina e sono importantissime per salvaguardare l'integrità dei

capezzoli. Ve ne sono di varia concezione in commercio: circolari, triangolari, ventilate, in silicone, ecc. Ciascuna presenta caratteristiche un po' diverse che possono adattarsi meglio alle esigenze della mandria. Tra le caratteristiche più importanti tuttavia ci sono l'elasticità e l'integrità che assicurano da un lato un'adeguata aderenza al capezzolo in fase di massaggio con prevenzione della congestione e dell'ipercheratosi e dall'altro una facile ed efficace igienizzazione con riduzione dei rischi di trasferimento di patogeni da un animale all'altro. Essenziale da questo punto di vista la frequenza di sostituzione: la vita delle guaine in gomma è pari normalmente a 6 mesi o 2500 mungiture.

La corretta routine di mungitura deve comprendere: 1) pulizia in pre-mungitura con fazzoletti individuali asciutti o umidificati, solo se necessaria, su animali con mammella molto sporca e sempre senza uso di acqua; 2) eliminazione dei primi getti di latte, necessaria per eliminare il latte più contaminato e per diagnosticare eventuali nuove mastiti (il latte può presentare anomalie come colore alterato, coaguli), prescritta per legge; 3) distribuzione del prodotto predipping detergente/idratante, meglio evitare i prodotti contenenti disinfettanti; 4) asciugatura del prodotto di predipping con fazzoletti individuali; 5) attacco del gruppo; 6) stacco automatico del gruppo con soglia elevata per evitare stress ai capezzoli (flusso allo stacco 400-500 g al minuto); 7) distribuzione del prodotto di postdipping, disinfettante e lievemente filmante per la protezione dell'orifizio capezzolare dall'entrata di batteri fino a che rimane aperto (prime due ore dopo la mungitura).

Tra il primo contatto con i capezzoli (per la pulizia a secco o per l'eliminazione dei primi getti) e l'attacco del gruppo dovrebbe passare circa un minuto. Infatti, la stimolazione dei capezzoli innesca un riflesso neuromuscolare che consente, tramite l'effetto dell'ormone ossitocina, la fuoriuscita del latte presente nel tessuto secernente della mammella. Il mancato rispetto di questa tempistica può tradursi in un non completo rilascio del latte, in un allungamento della durata della mungitura e in uno stress dei capezzoli.

Altri aspetti importanti relativi alla mungitura sono la tranquillità del personale e l'igiene dell'ambiente. L'atteggiamento del personale addetto alla mungitura è essenziale per garantire il benessere degli animali ma anche per ottenere una mungitura completa e veloce. La paura infatti, attraverso la secrezione di adrenalina, determina un'alterazione del meccanismo di rilascio del latte.

La pulizia della sala di mungitura e dell'impianto stesso è fondamentale per garantire la sicurezza del latte venduto e ridurre il rischio di trasmissione di mastiti. In particolare, per quanto riguarda il lavaggio dell'impianto, deve essere effettuato dopo ogni mungitura con acqua a temperatura elevata (60-70°C), detergente e sufficiente turbolenza per eliminare batteri e residui di latte con lo scopo di evitare la contaminazione del latte della mungitura successiva e il permanere di patogeni mastidogeni sulle guaine.

Gli animali con mastite e/o quelli trattati con medicinali veterinari che prevedono un periodo di sospensione o di carenza (durante il quale il latte non può essere commercializzato) devono essere identificati con sicurezza e il loro latte separato. I sistemi di riconoscimento individuale degli animali in sala di mungitura consentono di identificare e segnalare gli animali il cui latte va separato.

Bovine in asciutta

A circa due mesi dal parto la bovina viene asciugata ossia si cessa di mungerla, improvvisamente o gradualmente, e la si trasferisce nel gruppo delle asciutte dove l'alimentazione cambierà radicalmente facilitando la cessazione della produzione latte.

Il periodo di asciutta dura quindi circa 60 giorni anche se è possibile ridurlo a 45 giorni senza conseguenze negative sulla salute e sulla produttività degli animali. L'eliminazione completa dell'asciutta ossia la mungitura continua della bovina fino al parto è in genere sconsigliata

perché riduce la produzione di latte nell'intera lattazione e la qualità del colostro (Verweij et al., 2014).

In gran parte delle stalle alla messa in asciutta la bovina viene trattata con antibiotici intramammary per ridurre il rischio di mastite indipendentemente dal fatto che durante la lattazione vi sia stato un evento di mastite. Recentemente ci si sta orientando sempre più verso la pratica della cosiddetta "asciutta selettiva" che implica il trattamento delle sole bovine a rischio ai fini di ridurre l'impiego di antibiotici e i rischi connessi di sviluppo di antibiotico-resistenza. Poiché la fase di asciutta è un periodo ad alto rischio di infezioni mastitiche è molto importante, soprattutto nel caso in cui si voglia evitare il trattamento antibiotico a tappeto, mantenere una accurata igiene del box delle asciotte aggiungendo frequentemente lettiera e mantenendo bassa la densità degli animali. Durante l'asciutta le bovine sono generalmente mantenute su lettiera permanente ma si stanno diffondendo le soluzioni a cuccette.

Per quanto riguarda la gestione dei ricoveri durante il periodo di asciutta, che corrisponde all'ultima fase di gravidanza, si richiama l'importanza di evitare situazioni di stress da caldo che possono influire negativamente sulla concentrazione di immunoglobuline del colostro (Nardone et al., 1997) e possono compromettere il trasferimento dell'immunità passiva al vitello (Tao et al., 2012). Inoltre è stato evidenziato un effetto negativo dello stress da caldo subito dalle madri durante la gravidanza sulla produzione latte delle figlie in prima lattazione (Monteiro et al., 2016).

La razione durante il periodo di asciutta è caratterizzata da un'elevata percentuale di foraggi, elevato apporto di fibra e contenuto energetico e proteico limitato. Durante questo periodo infatti i fabbisogni sono limitati a quelli di mantenimento della bovina e di accrescimento del feto. È importante non ingrassare le bovine in questa fase perché questo esporrebbe la bovina al rischio di parto distocico e inoltre potrebbe causare una riduzione dell'appetito nel *post partum* con dimagrimento eccessivo e riduzione della fertilità. È consigliabile evitare foraggi di leguminose perché la loro ricchezza in calcio può favorire l'insorgere di dismetabolie dopo il parto (ipocalcemia, ritenzione placentare, dislocazione dell'abomaso). È possibile suddividere l'asciutta in due fasi o anche tre per modificare gradualmente la razione prima del parto aumentando la concentrazione energetica in maniera tale che il passaggio dalla razione di asciutta a quella di lattazione non sia troppo brusco con effetti negativi sulla funzionalità ruminale.

Principali patologie

Mastite

La mastite è un'infezione della ghiandola mammaria, generalmente di un solo quarto, sostenuta generalmente da batteri ma in qualche caso da altri microrganismi, come è il caso ad esempio della *Prototheca*, un'alga microscopica.

L'incidenza della mastite nelle stalle bovine da latte è elevata così come il suo costo.; essa rappresenta tra l'altro una delle principali cause di riforma delle bovine da latte.

Si tratta di una patologia multifattoriale che dipende dalla virulenza del patogeno, dalla suscettibilità dell'ospite ma anche da una serie di fattori ambientali e gestionali che possono favorirla.

Tra i fattori predisponenti vi sono ovviamente le condizioni igieniche della stalla, e delle cuccette in particolare, che possono favorire il contatto dei capezzoli con materiale fecale. L'igiene della stalla dipende da: 1) dimensionamento della stalla e dal numero di cuccette rispetto agli animali ospitati (alcuni animali potrebbero essere costretti a sdraiarsi in corsia); 2) dimensionamento delle cuccette stesse che può favorire o meno la defecazione in

cuccetta oppure può indurre scarso utilizzo delle stesse; 3) tipo di fondo della cuccetta e tipo di materiale di lettiera; 4) frequenza di aggiunta/rinnovo del materiale di lettiera; 5) umidità della lettiera; 6) eventuale aggiunta di prodotti (calce, microrganismi effettivi, ecc.) per ridurre le cariche di microrganismi mastidogeni in cuccetta; 7) tipo di pavimentazione delle corsie e frequenza di pulizia; 8) condizioni di umidità e illuminazione della stalla nel suo complesso.

Altro fattore predisponente riguarda la mungitura: 1) igiene dell'impianto e delle guaine; 2) corretto settaggio e manutenzione di impianto e guaine; 3) corretta routine di mungitura per ottenere una buona messa a latte; 4) impiego di fazzoletti a perdere e utilizzo di guanti da parte del mungitore; 5) corretto stacco del gruppo per evitare la sovramungitura.

Altri aspetti da curare riguardano ad esempio l'ordine di mungitura e la tempistica dell'alimentazione: le vacche fresche e le primipare (probabilmente sane) vanno sempre munte prima delle vacche avanti di lattazione e delle pluripare per ridurre i rischi di contagio. Le vacche infette vanno munte per ultime.

Zoppie

Con il termine zoppie ci si riferisce ad una molteplicità di patologie, di origine infettiva o traumatica, che riguardano prevalentemente il piede della bovina, ma anche l'arto, e che si traducono in difficoltà di deambulazione.

Tali patologie hanno una incidenza assai variabile tra stalle diverse e in funzione della stagione. Non sono da sottovalutare in quanto hanno molteplici conseguenze sul comportamento e sulle performances degli animali. Infatti, in primo luogo, le zoppie tendono a ridurre la motivazione dell'animale a recarsi in mangiatoia e all'abbeveratoio, abbassando anche il suo posizionamento nella scala gerarchica. La minore ingestione si traduce quindi in una perdita di condizione corporea, in una minore produzione di latte e una riduzione della fertilità per il legame stretto che esiste tra bilancio energetico e attività riproduttiva. Inoltre, gli animali zoppi tendono a mostrare meno i sintomi dell'estro e non mostrano aumenti dell'attività registrabili dai podometri.

Le zoppie sono anch'esse, come le mastiti, patologie multifattoriali. Sicuramente le caratteristiche delle pavimentazioni (es. abrasività) sono importanti per il loro effetto sugli unghioni così come la frequenza di pulizia delle corsie e la tendenza al ristagno di deiezioni e umidità. Contribuiscono però anche la stagione, con una maggiore incidenza nella stagione estiva per la favorita proliferazione batterica a tutti i livelli, e l'alimentazione in quanto condizioni ruminanti alterate possono determinare il rilascio di istamina che può favorire tali patologie. Anche il tempo in cui l'animale sosta in piedi ha un ruolo determinante nell'insorgenza di tali patologie: ad esempio sono negative per la salute dei piedi le ore trascorse in sala d'attesa prima della mungitura oppure il tempo passato in piedi a causa di eccessive temperature e umidità durante il periodo estivo. Condizioni di eccessivo ingrassamento (BCS >3,75) tendono anch'esse a favorire le zoppie così come fattori individuali di origine genetica quali la correttezza degli appiombi o le caratteristiche degli unghioni.

La gravità della zoppia può essere valutata tramite un punteggio, il cosiddetto Locomotion score, che si basa sulla valutazione della curvatura più o meno accentuata della schiena dell'animale in stazione e durante la deambulazione.

Zootecnia di precisione

Il Comportamento delle bovine

Lo studio del comportamento animale è ritenuto essenziale per la valutazione dello stato di benessere in differenti tipi di stabulazione e per lo sviluppo di sistemi di allevamento che permettano di conciliare elevati livelli produttivi e benessere animale (Haley et al., 2001). Il

comportamento è sempre più usato come indicatore del comfort animale (Cook et al., 2005) e in particolare, il tempo che la bovina da latte trascorre a riposo e altri parametri legati al riposo (lateralità, frequenza e durata dei periodi di riposo) sono stati individuati come misure sensibile del comfort della cuccetta e della struttura (Haley et al., 2001) e sono utili indicatori di benessere degli animali (Fregonesi e Leaver, 2001).

Con il passaggio alla stabulazione libera e con la concentrazione degli allevamenti si è modificata la relazione uomo/animale riducendo così il tempo dedicato all'osservazione diretta del comportamento degli animali. Inoltre al progresso genetico non sempre ha fatto seguito un adeguato progresso della gestione. Di fatto l'elevata produttività, ha comportato, per l'animale, una potenziale maggiore reattività agli stress ed effetti indesiderati su salute e riproduzione e l'impossibilità di poter manifestare i loro comportamenti basilari: le condizioni di allevamento, infatti, sono molto diverse da quelle naturali nelle quali si sono evoluti.

Da molti studi emerge chiaramente che un animale ha bisogno di estrinsecare, ogni giorno, alcune attività comportamentali di base, dedicando a ciascuna di esse un numero di ore che sia conforme alle sue esigenze fisiologiche. La distribuzione delle varie attività nell'arco della giornata costituisce il bilancio del tempo, tecnicamente definito "Time budget" dell'animale.

Nel caso della bovina da latte, la progettazione e layout della stalla, la gestione dell'alimentazione e della mungitura, le modalità di gestione dei gruppi e la densità dell'allevamento, le dimensioni, la configurazione e la posizione delle cuccette e la tipologia di pavimentazione condizionano il comportamento degli animali che, entro certi limiti di variabilità ambientale, sono in grado di ridistribuire in maniera equilibrata le proprie attività. Normalmente, una bovina in produzione dovrebbe passare la maggior parte del tempo della giornata a riposare, quando non è impegnata ad alimentarsi o nella mungitura. Sommando il tempo dedicato alle attività fondamentali, come il riposo e l'alimentazione, si copre una buona parte della giornata. Quando i fattori esterni impongono una deviazione dall'ordinario Time budget della mandria oltre certi limiti, ne possono derivare conseguenze negative sul piano della salute, del benessere animale e della produttività della mandria (Grant e Albright, 2000).

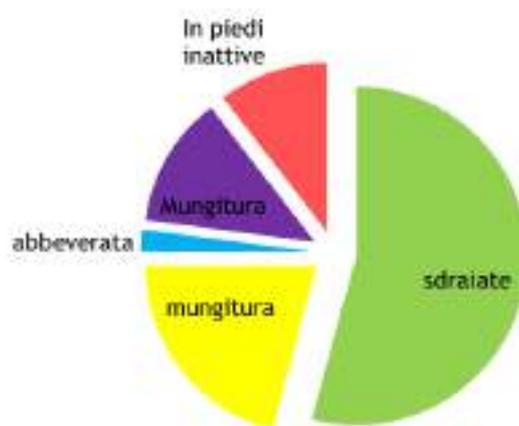


Figura 42 – Suddivisione del tempo di una bovina tra le diverse attività giornaliere

Se il bilancio tra le ore giornaliere di riposo ritenute necessarie e quelle realmente disponibili per gli animali diventa negativo, si hanno ripercussioni negative sul livello di produzione. I vantaggi riconosciuti del riposo in decubito sono: una più efficace ruminazione, un risparmio del carico degli arti (specie i posteriori che devono sostenere anche il peso della mammella), un aumento del flusso di sangue alla ghiandola mammaria e un aumento dell'assunzione di alimento. Ciascuno di questi fattori contribuisce, seppure in misura diversa, a un incremento della produzione giornaliera di latte (Grant e Albright, 2000). Il comportamento delle bovine

è fortemente influenzato anche dalle condizioni ambientali, in particolare dalle condizioni di stress termico, e dalle malattie podali che condizionano il tempo che le bovine dedicano al riposo e l'inattività in piedi (Cook et al., 2007). In aggiunta a fattori di tipo ambientale e a fattori legati alla gestione dell'allevamento, il riposo delle bovine da latte è influenzato anche da fattori sociali e di gerarchia della mandria, dai livelli produttivi e dallo stato generale di salute della bovina (Fregonesi and Leaver, 2001; Walker et al., 2008).

La stima del numero di bovine occupate in una determinata attività viene eseguita rilevando la posizione di ogni animale all'interno della zona di stabulazione e associando quella posizione con una precisa attività. Questo tipo di rilevamento permette di acquisire per ogni giorno una serie di dati che esprimono la variazione del comportamento del gruppo di bovine durante la giornata. Le categorie comportamentali più utilizzate per la valutazione del benessere e del comfort delle bovine da latte possono essere suddivise nelle seguenti tipologie di attività (Overton et al., 2003):

- il riposo o decubito in cuccetta, dove le bovine sono sdraiate con tutti i 4 arti all'interno della cuccetta, identificando la posizione e l'utilizzazione corretta della cuccetta (Figura 43 a);
- l'alimentazione e l'abbeverata, cioè quando le bovine si stanno o alimentando in mangiatoia, o abbeverando negli appositi abbeveratoi (Figura 43 b);
- l'inattività in piedi, cioè quando non stanno svolgendo alcuna attività stazionando o nella corsia di alimentazione o nella corsia di smistamento (Figura 43 c).

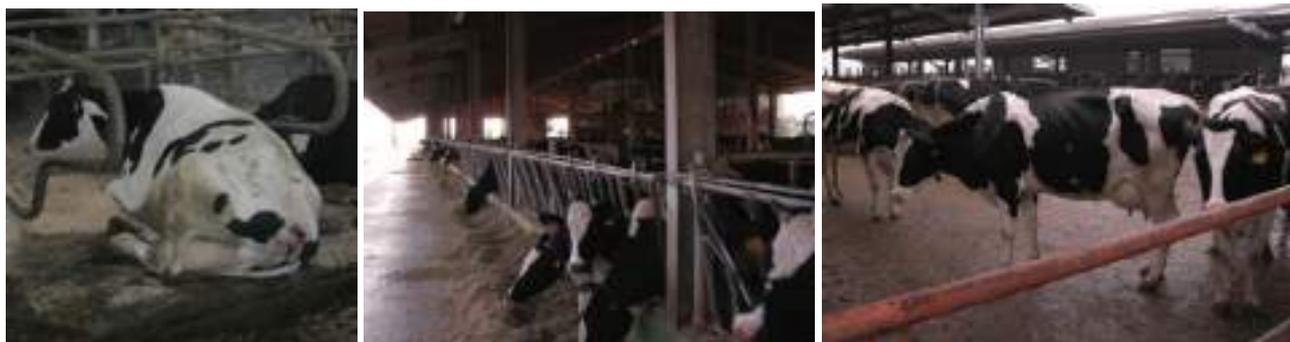


Figura 43 - Principali tipologie di attività comportamentali utilizzate per l'analisi del comportamento delle bovine: a) riposo; b) in alimentazione; c) inattività in piedi.

Oltre a queste 3 attività principali durante l'analisi o l'osservazione del comportamento possono essere rilevati anche altri comportamenti da parte delle bovine come sottocategorie delle principali attività comportamentali. Ad esempio lo stazionamento all'interno della cuccetta con tutti 4 gli arti (Idle-standing; Cook et al., 2005), o con solamente gli arti anteriori (Perching; Overton et al., 2003), oppure ancora il decubito in cuccetta con posteriore sporgente (Overhang) o nella corsia di alimentazione e nei passaggi (Lying in passageway), come riportato precedentemente nel capitolo relativo alle cuccette.

Metodi e strumenti per monitorare il comportamento delle bovine

La scelta della tecnica o della strumentazione da utilizzare per l'osservazione del comportamento ha conseguenze importanti per il tipo di dati comportamentali che possono essere raccolti e per le tecniche di campionamento che possono essere utilizzate. Le differenti tipologie di metodi o tecniche per la registrazione del comportamento possono essere suddivise in osservazioni dirette (check list, scheda di osservazione, ecc.) o indirette (videoregistrazione, fotocamere) al fine di ridurre l'effetto dell'osservatore sul comportamento degli animali. Oltre al vantaggio di ridurre l'effetto dell'osservatore, le osservazioni indirette, rispetto a quelle condotte direttamente dall'osservatore, presentano il vantaggio di permettere la registrazione di una grande quantità di dati, che possono essere

successivamente rivisti e rianalizzati mediante la post-analisi delle immagini o dei filmati; inoltre, sono molto utili nel caso in cui sia necessario effettuare osservazioni per tempi molto prolungati, in quanto non obbligano l'operatore a lavorare ininterrottamente per ore (in quanto possono essere poi analizzate con tempi e modi a discrezione dell'operatore). Le osservazioni indirette sono anche indicate nel caso in cui si vogliano osservare azioni molto rapide (che possono ad esempio, essere riviste in dettaglio al rallentatore) o complesse, e sono molto adatte per l'analisi di sequenze comportamentali. Per contro, come vedremo, in alcuni casi le videoregistrazioni non permettono di riprendere nel dettaglio alcuni comportamenti.

Videoregistrazione

La videoregistrazione del comportamento può essere realizzata mediante videocamere manuali oppure mediante sistemi automatici, basati sull'uso di telecamere, che derivano dall'adattamento di materiale utilizzato nei sistemi di videosorveglianza. Le videocamere manuali sono normalmente dotate di audio e permettono generalmente una buona visione dei dettagli; la durata delle riprese era, fino a poco tempo fa, limitata ad alcune ore, e il loro impiego richiedeva quindi, per la sostituzione delle videocassette, una presenza costante dell'operatore. Oggi, con le videocamere digitali dotate di memorie di massa al loro interno (hard disk), è possibile registrare ininterrottamente per molte ore senza alcuna interruzione per la sostituzione delle videocassette. I sistemi automatici sono più complessi e possono essere composti da vari elementi, che di solito sono rappresentati da una o più telecamere digitali collegate a un sistema di acquisizione video (Figura 44). A questi elementi, si possono aggiungere dei monitor, dei proiettori a infrarossi per permettere le riprese in notturna senza alterare i ritmi di comportamento ed eventualmente dei timer da collegare ai proiettori e/o al videoregistratore, per realizzare le riprese solo nei periodi desiderati. Il vantaggio principale di questi sistemi è di permettere la ripresa degli animali 24 ore su 24, senza necessità di alcun intervento diretto, e quindi riducendo al minimo l'effetto dell'osservatore. Un altro vantaggio è rappresentato dal fatto che, potendo registrare contemporaneamente immagini provenienti da più telecamere, è possibile osservare in continuo gli spostamenti degli animali, anche se essi si spostano da un ambiente all'altro (Figura 45). Sia che le osservazioni siano realizzate in modo diretto, sia che siano videoregistrate, i dati possono essere inseriti in apposite schede di rilevamento, oppure possono essere archiviati direttamente su supporto informatico mediante l'uso di software specifici, che possono essere personalizzati per procedere a osservazioni su singoli animali o su gruppi di animali con varie modalità di rilevamento (osservazione continua o a scansione).



Figura 44 – Utilizzo di un sistema di videoregistrazione per il monitoraggio delle bovine

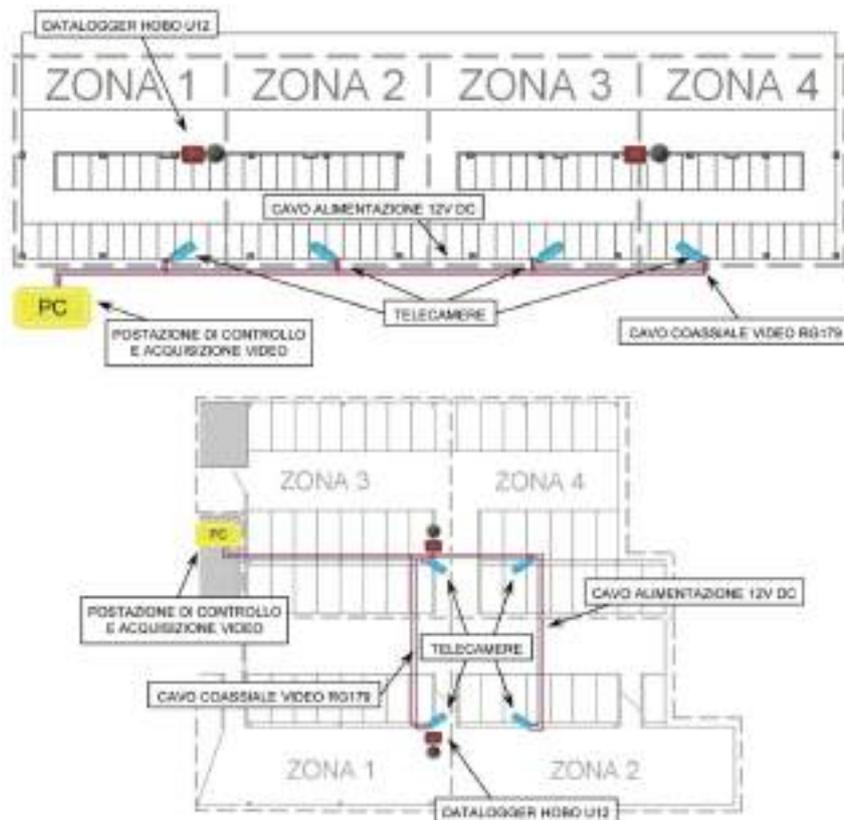


Figura 45 – Schemi di collocazione delle telecamere di sistemi per il monitoraggio del comportamento delle bovine in diverse zone della stalla

Fotocamere temporizzate

Il principio di questo sistema si basa sulla effettuazione di fotografie della zona di stabulazione effettuate in automatico da macchine fotografiche dotate di un sistema di scatto automatico a intervalli di tempo predefiniti. Le fotocamere temporizzate sono fotocamere digitali a basso costo, controllate da un circuito a microprocessore, che permette di effettuare scatti a intervalli di tempo prefissati. La macchina fotografica, con alimentazione esterna, è posta all'interno di una scatola di protezione, e collegata a un circuito. Il circuito è programmato per accendere la macchina fotografica, effettuare una fotografia, salvarla e spegnere il dispositivo. Le dimensioni e il peso contenuti consentono di collocare questi dispositivi nelle stalle con semplici staffe (Figura 46). L'utilizzo di due di questi dispositivi consente di controllare fino a 50-60 capi, purché la struttura sia unica e senza paddock esterno, con un costo della strumentazione limitato. Ovviamente, per ottenere il dato relativo al numero di animali mediamente in piedi è necessario poi analizzare le foto scattate e conteggiare gli animali nelle diverse posizioni. Se si vuole rilevare l'informazione nelle ore notturne, è normalmente sufficiente il sistema di illuminazione della stalla. Per avere un'informazione più attendibile è consigliabile rilevare un periodo di almeno tre giorni in modo da ridurre la variabilità delle singole misure. L'intera operazione richiede sicuramente un certo impegno ed esperienza, ma può essere effettuata con il supporto di un servizio di assistenza esterno.



Figura 46 – Fotocamera temporizzata utilizzata per il monitoraggio del comportamento delle bovine in stalla

Accelerometri e Pedometri (Automatic Recording Device)

In questi ultimi anni si è potuto assistere ad una notevole evoluzione delle tecnologie e delle metodologie di monitoraggio a distanza applicate ai più disparati settori operativi e di ricerca. Il continuo progresso tecnologico relativo a questo settore, si è rivolto principalmente a risolvere le limitazioni strumentali e ha offerto necessariamente stimoli per la progettazione di strumenti sempre più affidabili e adattabili, nel peso e nelle dimensioni, a qualsiasi specie animale. L'evoluzione della tecnologia ha reso disponibile a costi irrisori dispositivi che sono in grado di misurare le accelerazioni su tre assi (accelerometri). Applicando uno di questi accelerometri sull'arto (anteriore o posteriore) di una bovina, è possibile ottenere la posizione dell'arto (orizzontale, verticale, inclinato) e se la bovina è ferma o in movimento. La registrazione di questo valore e la successiva analisi consente quindi di ottenere, in automatico, il tempo trascorso dalla bovina in piedi, senza camminare e il tempo che la bovina dedica al riposo in cuccetta con la possibilità di conoscere anche tutte le caratteristiche del riposo (lateralità del riposo, frequenza dei periodi di riposo e loro durata). Questi dispositivi elettronici possono quindi fornire un'indicazione precisa e molto utile sul comportamento della bovina e in particolare il comportamento del riposo, ma hanno alcuni limiti. Per esempio, dal segnale registrato non è possibile distinguere l'animale quando è in mangiatoia o in abbeverata rispetto a quando è inattivo in corridoio (alimentazione da inattività in piedi) limitando l'uso di questi sistemi al monitoraggio di solo una o due attività comportamentali. E' possibile utilizzare anche accelerometri applicati al collo dell'animale. In questo caso, il sensore può rilevare anche la durata della ruminazione e il ritmo respiratorio (Figura 47).



Figura 47 – Accelerometro installato sull'arto posteriore della bovina (a sinistra) e sul collare (a destra)

Indici comportamentali

Per l'analisi del comportamento degli animali possono essere utilizzati alcuni indici usati comunemente anche in letteratura come il CLI, SUI, CSI, SPI e CFI. Il CLI (Cow Lying Index) e il SUI (Stall Usage Index) rappresentano due indici di comfort per valutare il benessere delle bovine e sono legati al numero delle bovine in cuccetta (Cook et al., 2005; Overton et al., 2002). Il CSI (Cow Stress Index) e il SPI (Stall Perching Index) sono utilizzati per valutare il grado di stress dei bovini considerando i capi in piedi e in Perching, rispettivamente (Cook et al., 2005). Infine, è possibile valutare anche la propensione delle bovine ad alimentarsi con l'indice CFI (Cow Feeding Index).

Di seguito sono riportate le formule di calcolo degli indici comportamentali descritti in precedenza:

$$\text{Cow Lying Index (CLI)} = \frac{\text{Numero di bovine in cuccetta}}{\text{Numero totale di bovine}}$$

$$\text{Stall Using Index (SUI)} = \frac{\text{Numero di bovine in cuccetta}}{\text{N.totale} - (\text{bovine in mangiat/abbever} + \text{mungitura})}$$

$$\text{Cow Stress Index (CSI)} = \frac{\text{Numero di bovine in piedi}}{\text{Numero totale di bovine}}$$

$$\text{Stall Perching Index (SPI)} = \frac{\text{Numero di bovine in Perching}}{\text{Numero totale di bovine}}$$

$$\text{Cow Feeding Index (CFI)} = \frac{\text{Numero di bovine in alimentazione (mangiat/abbever)}}{\text{Numero totale di bovine}}$$

Tecnologie per la localizzazione dell'animale

Negli ultimi anni, il forte sviluppo dell'elettronica ha portato a un'evoluzione delle procedure impiegate nel monitoraggio degli animali. Grazie alle tecnologie RFID (Radio Frequency IDentification) e ad altre tecnologie wireless, il processo di identificazione degli animali o di localizzazione di aree di studio specifiche è diventato sempre più preciso e automatico. Il promettente potenziale di queste metodologie di monitoraggio, localizzazione e identificazione del bestiame basate sulla tecnologia RFID ha determinato, in ugual modo, un forte interesse nei confronti dell'industria e della ricerca. In letteratura sono presenti numerosi lavori e studi sulla possibilità di utilizzare queste nuove tecnologie e in particolare quella RFID per l'identificazione, la localizzazione e il monitoraggio degli animali allevati in condizioni stabulative, fornendo in modo più o meno dettagliato analisi dei benefici, metodologie di funzionamento raccolta, archiviazione e gestione delle informazioni all'interno del sistema allevamento. Il sistema, in generale, è composto da un Tag o Trasponder RFID e da un reader RFID; il reader ha la funzione di leggere le informazioni contenute nel Tag, che è composto da un chip con memoria e da un'antenna. Esistono Tag passivi, privi di batteria e funzionanti solo se sufficientemente vicini ad impulsi elettromagnetici inseriti in collari, orecchini o sottocute, che permettono l'individuazione univoca degli animali quando questi sostano in prossimità di un punto o di una zona oggetto di studio. I Tag attivi rappresentano un sistema più interessante rispetto ai Tag passivi per lo studio del comportamento degli animali. I Tag attivi sono dotati di un sistema di alimentazione ed inviano continuamente impulsi che possono essere ricevuti da lettori. Il sistema consente di raccogliere dati in formato digitale sulla posizione di ciascun animale, ma non fornisce informazioni sulle attività che esso sta svolgendo. I Tag attivi vengono usati in due differenti sistemi: il Sistema Real Time Location (RTLS) e il sistema marker. Il RTLS è la combinazione di dispositivi wireless (antenne e hub) e di un software real-time che rileva con continuità la posizione in tempo reale degli animali dotati di Tag attivi. Il sistema marker,

invece, oltre all'uso di Tag attivi collocati sul corpo dell'animale, richiede marker di posizione dislocati in diversi punti di interesse all'interno dell'ambiente di allevamento e lettori che trasmettono e ricevono dati sino a 100 metri di distanza. Ogni lettore garantisce l'identificazione di un elevato numero di Tag collocati simultaneamente all'interno dell'area di controllo (Figura 48). Per talune di queste tecnologie le applicazioni relative al monitoraggio animale risultano di particolare interesse e potrebbero fornire informazioni indispensabili per individuare o affinare tecniche di allevamento sempre più sostenibili nella scelta delle modalità gestionali e delle soluzioni strutturali e impiantistiche più adeguate.



Figura 48 – Sistema di localizzazione delle bovine nella stalla

Il monitoraggio del microclima nelle strutture di stabulazione

Come descritto nei capitoli precedenti, i principali parametri che consentono di valutare se le condizioni all'interno della stalla sono adeguate alle bovine sono: temperatura, umidità e velocità dell'aria. Tenere sotto controllo i valori di temperatura e umidità è abbastanza semplice. Sono infatti disponibili in commercio dei sensori a basso costo che consentono di effettuare queste misure. È possibile utilizzare i modelli senza fili, dotati di batteria autonoma che normalmente garantisce almeno un anno di funzionamento. La valutazione dell'andamento di temperatura e umidità richiede la memorizzazione dei dati in modo da ottenere valori minimi, massimi, medi e la durata dell'eventuale periodo di condizioni di stress. A questo proposito sono in commercio a costi contenuti centraline che possono essere collegate a un computer e consentono di registrare automaticamente i dati che ricevono da diversi sensori posti nella stalla. È importante che i sensori siano collocati in zone idonee e rappresentative della struttura. Ovviamente bisogna evitare che i sensori siano esposti alla radiazione solare e siano posti in modo da rilevare le condizioni di temperatura e umidità in prossimità degli animali. Anche le differenze tra diverse zone della struttura sono rilevanti e possono influenzare il comportamento delle bovine. La collocazione dei sensori deve tener conto dell'orientamento della stalla e delle caratteristiche della copertura. Falde con esposizione diversa, di materiale differente possono influenzare la temperatura e l'umidità dell'aria. Anche la presenza di lettiera e degli animali può determinare delle variazioni nei parametri microclimatici. Il controllo della velocità dell'aria è più complesso.



Figura 49 – Datalogger per temperatura, umidità, intensità luminosa e sua installazione.

La velocità dell'aria nelle strutture aperte ha comportamenti molto variabili in relazione alle condizioni a contorno e risente non solo delle condizioni esterne (velocità del vento), ma anche dei gradienti di temperatura che si instaurano all'interno della zona di stabulazione. Ne deriva che la misura della velocità dell'aria in pochi punti rischia di non essere rappresentativa della reale situazione dell'edificio. Questa considerazione vale anche quando si utilizzano ventilatori per il raffrescamento estivo. Per quanto riguarda la velocità dell'aria si consiglia quindi di effettuare delle verifiche con apposita strumentazione in modo da controllare i valori in diverse posizioni e direzioni all'interno della struttura. In questo modo è possibile accertarsi che non si creino delle condizioni di scarsa circolazione dell'aria in alcune zone.



Figura 50 – Anemometro a filo caldo per la misura della velocità dell'aria nelle stalle

Integrazione delle informazioni a fini gestionali

Il monitoraggio del comportamento delle bovine è riconosciuto come un'informazione che, abbinata alle altre rilevabili dall'allevamento, può contribuire a migliorare la gestione e la produttività. L'obiettivo che si sta ponendo la ricerca è quello di rendere disponibili sistemi che siano in grado di tenere sotto controllo sia i movimenti della singola bovina, sia la sua posizione nella stalla. Questo dispositivo, basato su tecnologie di localizzazione wireless abbinata ad accelerometri, potrà essere utilizzabile come ulteriore elemento gestionale nelle nostre stalle. Il confronto nel tempo dei parametri comportamentali come quello del tempo trascorso dall'animale in piedi può quindi consentire di rilevare comportamenti anomali dei singoli animali o variazioni dell'intera mandria come risposta a condizioni esterne come l'incremento di temperatura. L'individuazione tempestiva delle condizioni di stress da caldo può consentire di mettere in atto misure di mitigazione in modo da ridurre le conseguenze del fenomeno sulla produzione e sulla salute delle bovine. L'integrazione delle informazioni permette di avere uno strumento affidabile per la gestione dell'allevamento che consente di gestire ogni singolo animale separatamente, di avere un sistema di allerta tempestiva per un efficace controllo della salute delle bovine, un supporto flessibile e completo alle attività di gestione, possibilità di accedere e analizzare i dati dell'allevamento ovunque vi troviate prestando la massima attenzione su ogni singolo capo 24 ore su 24, 7 giorni su 7.

Bibliografia

- Abeni, F., Bertoni, G. (2009). Main causes of poor welfare in intensively reared dairy cows. *Italian Journal of Animal Science*, 8 (suppl1), 45-66.
- AHDB, Agriculture and Horticulture Development Board, 2012. Dairy Housing a Best Practice Guide. <https://dairy.ahdb.org.uk>
- Algers, B., Blokhuis, H. J., Botner, A., Broom, D. M., Costa, P., Greiner, M., Hartung, J., Koenen, F. Müller-Graf, C., Mohan, R., Morton D., Osterhaus, A., Pfeiffer, D., Roberts, R., Sanaa, M., Salman, M., Sharp, J., Vannier, P., Wierup, M. (2009). Scientific opinion on welfare of dairy cows in relation to risk assessment with special reference to the impact of housing , nutrition, management and genetics. *The EFSA Journal*, 1–57. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2009.1141>
- ASABE (2006): Design of Ventilation Systems for Poultry and Livestock Shelters, ASAE EP270.5 FEB03, in Standards 2006, 53rd Edition, American Society of Agricultural and Biological Engineers, St. Joseph, Michigan, pp. 652-670.
- Baeta, F.C., Meador, N.F., Shanklin, M.D., Johnson, H.D. (1987) Equivalent temperature index at temperatures above the thermoneutral for lactating dairy cows. ASAE Paper No. 874015. American Society of Agricultural Engineers (ASAE), St. Joseph, MI.
- Barbari M., Leso L., Rossi G., Scaramelli A., & Simonini S. (2012). Influence of Cooling Systems on the Behaviour of Dairy Cows Housed in Cubicle Barn, *Journal of Agricultural Science and Technology A* 1, 40–49.
- Bava, L., Tamburini, A., Penati, C., Riva, E., Mattachini G., Provolo, G., Sandrucci, A. (2012). Effects of feeding frequency and environmental conditions on dry matter intake, milk yield and behaviour of dairy cows milked in conventional or automatic milking systems. *Italian Journal of Animal Science*, 11(3), e42.
- Bennett, R. M., Blaney, R.J.P. (2005). Estimating the benefits of farm animal welfare legislation using the contingent valuation method. *Agricultural economics*, 29, 85-98.
- Berman, A. (2005). Estimates of heat stress relief needs for Holstein dairy cows. *Journal of Animal Science*, 83(6), 1377-1384.
- Berman, A., 2005. Estimates of heat stress relief needs for Holstein dairy cows. *J. Anim. Sc.* 83,1377-1384
- Berman, A., Folman, Y., Kaim, M., Mamen, M., Herz, Z., Wolfenson, D., Arieli, A., Graber, Y. (1985). Upper critical temperatures and forced ventilation effects for high-yielding dairy cows in a subtropical climate. *J. Dairy Sci.* 68, 1488-1495.
- Bohmanova, J., Misztal, I., Cole, J.B. (2007). Temperature-humidity indices as indicators of milk production losses due to heat stress. *J. Dairy Sci.*, 90, pp. 1947-1956.
- Broucek, J., Uhrincat, M., Kovalcikova, M., Arave, C.W. (1998). Effects of heat environment on performance, behaviour and physiological responses of dairy cows. In: J.P. Chastain (Editor). 4th International Dairy Housing Conference, St. Louis. Amer. Soc. Agr. Eng., St. Joseph, MI., Publication 01-98, pp. 217-222.
- Calamari, L., Abeni, F. (1995). Influenza dello stress termico sui parametri riproduttivi e produttivi della bovina da latte. *Atti Conv. Vacca da latte e stress da caldo*, 3-65, Gariga di Podenzano (PC), 15 aprile 1994. Tipografia Italia, Piacenza.
- Camiloti, T.V., Fregonesi, J.A., von Keyserlingk, M.A.G., Weary, D.M. (2012). Short communication: Effects of bedding quality on the lying behavior of dairy calves. *Journal of Dairy Science*, 95, pp. 3380-3383.
- Campiotti, M. (2003). Principali parametri di benessere nell'allevamento delle vacche. *L'Informatore Agrario*, 59 (30, Suppl. 1), 5-13.
- Campiotti, M. (2015) La longevità della vacca da latte è sufficiente per fare reddito? *L'informatore agrario* 5 (suppl), 13-16.
- CIGR (2004): Design Recommendations of Beef Cattle Housing, Report of the CIGR Section II, Working Group No. 14 "Cattle Housing", 2nd ed., East Lansing, Michigan, USA.
- CIGR Working Group, 2014. The design of dairy cow and replacement heifer housing. Report of the CIGR Section II Working Group 14 Cattle housing. International Commission of Agricultural and Biosystems Engineering (CIGR). ISBN 978-2-9552352-0-1.
- Clark, B., Stewart, G. B., Panzone, L. A., & Frewer, I. K. L. J. (2016). A Systematic Review of Public Attitudes , Perceptions and Behaviours Towards Production Diseases Associated with Farm Animal Welfare. *Journal of Agricultural and Environmental Ethics*, 29(3), 455–478.
- Clark, B., Stewart, G. B., Panzone, L. A., Kyriazakis, I., Frewer, L. J. (2017). Citizens , consumers and farm animal welfare : A meta-analysis of willingness-to-pay studies. *Food Policy*, 68, 112–127.
- Coderoni, S., Pontrandolfi, A. (2016). Zootecnia italiana e mitigazione dei cambiamenti climatici. *Analisi delle potenzialità e delle prospettive*. CREA

- Colnago, S., Colombo, N., Tamburini, A. (2007). Meno perdite tra i vitelli con la giusta gestione alimentare. *L'Informatore agrario*, 29 (suppl.), 5-11.
- Cook, N. B., Nordlund, K. V. (2004). Behavioral needs of the transition cow and considerations for special needs facility design. *Veterinary Clinics: Food Animal Practice*, 20(3), 495-520.
- Cook, N.B. (2002). The influence of barn design on dairy cow hygiene, lameness and udder health. *Proc. 35th Annu. Conf. Am. Assoc. Bovine. Pract.*, Stillwater, OK, pp. 97-103.
- Cook, N.B., Bennet, T.B., Nordlund, K.V. (2005). Monitoring indices of cow comfort in free-stall-housed dairy herds, *J. Dairy Sci.*, 88, pp. 3876-3885.
- Corrado, A. (2013). Alternative Food Systems and Peri-Urban Agriculture in Milan, Italy. *Hábitat y Sociedad* (issn 2173-125X), n.º 6, noviembre de 2013, pp. 65-83.
- Cost, J. H. C., Von Keyserlingk, M. A. G., Weary, D. M. (2016). Invited review: Effects of group housing of dairy calves on behavior, cognition, performance, and health. *Journal of Dairy Science*, 99(4), 2453-2467.
- Devries, T.J., Aarnoudse, M., Barkema, H., Leslie, K., von Keyserlingk, M. (2012). Associations of dairy cow behavior, barn hygiene, cow hygiene, and risk of elevated somatic cell count. *J. Dairy Sci.*, 95, pp. 5730-5739.
- EFSA-EUROPEAN FOOD SAFETY AUTHORITY (2009): Scientific report on the effects of farming systems on dairy cow welfare and disease, Report of the Panel on Animal Health and Welfare. Annex to the EFSA Journal, 1143, pp. 1-284.
- European Commission. (2016). Special Eurobarometer 442, Attitudes of Europeans towards Animal Welfare.
- Farm Animal Welfare Council 1992 FAWC updates the five freedoms. *Veterinary Record* 17: 357
- Forno, F., Maurano, S. (2016). Cibo, sostenibilità e territorio. Dai sistemi di approvvigionamento alternativi ai Food Policy Councils. *Rivista Geografica Italiana*, 123(1), 1–20.
- Frazzi, E., Calamari, L., Calegari F., Stefanini, L. (1998). Behavior of dairy cows in response to different barn cooling systems. In *Proc. International Dairy Housing Conference*, 4, 387-394. St. Louis, Missouri. St. Louis: ASAE.
- Frazzi, E., Calamari, L., Calegari, F. (2003). Assessment of a thermal comfort index to estimate reduction of milk production caused by heat stress in dairy cow herds. In *Proc. Of the Fifth International Dairy Housing*, January 2003, 269 - 276. Fort Worth, Texas. American Society of Agricultural Engineers.
- Frazzi, E., Calamari, L., Calegari, F., Stefanini, L. (2000). Behavior of dairy cows in response to different barn cooling systems. *Transactions of the ASABE*. 43: 2, 387-394.
- Fregonesi, J.A., Leaver, J.D. (2001). Behaviour, performance and health indicators of welfare for dairy cows housed in straw yard or cubicle systems. *Livest. Prod. Sci.*, 68, pp. 205-216.
- Gaulty, M., Bollwein, H., Breves, G., Brügemann, K., Dänicke, S., Daş, G. Lohölter, M. (2013). Future consequences and challenges for dairy cow production systems arising from climate change in Central Europe—a review. *Animal*, 7(05), 843-859.
- Grasseni, C., Forno, F., Signori, S. (2013). Beyond Alternative Food Networks, UNRISD Conference Potential and Limits of Social and Solidarity Economy, 6–8 May 2013, Geneva, Switzerland.
- Haley, D.B., de Passillé, A.M., Rushen, J. (2001). Assessing cow comfort: Effects of two floor types and two tie stall designs on the behaviour of lactating dairy cows. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 71, pp. 105-117.
- Hillman P. E., Lee C. N. Willard S. T. (2005): Thermoregulatory Responses Associated with Lying and Standing in Heat-Stressed Dairy Cows, *Transactions of the ASAE*, 48, 2, pp. 795-801.
- Igono, M.O., Bjotvedt, G., Sanford-Crane, H.T. (1992). Environmental profile and critical temperature effects on milk production of Holstein cows in desert climate. *Int. J. Biometeorol.* 36, 77-87.
- Ingvarsen, K.L., Dewhurst, R.J., Friggens N.C. (2003). On the relationship between lactational performance and health: Is it yield or metabolic imbalance that cause production diseases in dairy cattle? A position paper. *Livest. Prod. Sci.*, 83, 277–308.
- ISTAT (2012). 6° Censimento Generale dell'Agricoltura - risultati definitivi. Roma.
- Kadzere C. T., Murphy M. R., Silanikove N., Maltz, E. (2002): Heat stress in lactating dairy cows: a review, *Livestock Production Science*, 77, 1, pp. 59-91.
- Khongdee, S., Chaiyabutr, N., Hinch, G., Markvichitr, K., Vajrabukka, C. (2006). Effects of evaporative cooling on reproductive performance and milk production of dairy cows in hot wet conditions. *Int. J. Biometeorol.* 50, 253–257.
- Makdisi F., Marggraf R. (2011). Consumer willingness-to-pay for farm animal welfare in Germany - the case of broiler. German Association of Agricultural Economists (GEWISOLA), 51st Annual Conference, Halle, Germany, September 28-30.
- Manenti G., Gastaldo A. (2001): A/9 - Salvaguardia delle condizioni di benessere delle bovine da latte in stress da caldo: interventi su microclima e alimentazione, Servizi allo Sviluppo della Regione Sicilia, Ragusa.

- Mattachini, G., Riva, E., Provolo, G. (2011). The lying and standing activity indices of dairy cows in free-stall housing. *Applied Animal Behaviour Science*, 129(1), 18-27.
- Maust, L.E. McDowell, R.E., Hooven, N.W. (1972). Effect of Summer Weather on Performance of Holstein Cows in Three Stages of Lactation. *Journal of Dairy Science* Volume 55, Issue 8, 1133-1139.
- McKendree, M.G.S., Croney, C.C., Widmar N.J.O. (2014). Effect of demographic factors and information sources on United States consumer perceptions of animal welfare. *Journal of Animal Science*. 92: 3161-3173.
- Miele, M., & Ara, A. (2008). Le scelte alimentari e il benessere animale : le preoccupazioni e le aspettative delle consumatrici e dei consumatori italiani, 1–5.
- Monteiro, A. P. A., Tao, S., Thompson, I. M. T., Dahl, G. E. (2016). In utero heat stress decreases calf survival and performance through the first lactation. *Journal of Dairy Science*, 99(10), 8443-8450.
- Nardone, A., Lacetera, N., Bernabucci, U., Ronchi, B. (1997). Composition of colostrum from dairy heifers exposed to high air temperatures during late pregnancy and the early postpartum period. *Journal of dairy Science*, 80(5), 838-844.
- Nienaber J.A., Hahn G.L. (2007): Livestock production system management responses to thermal challenges, *International Journal of Biometeorology*, 52, pp. 149–157.
- Nordlund, K. V. (2008). Practical considerations for ventilating calf barns in winter. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 24(1), 41-54.
- Oltenacu, P. A., Broom, D. M. (2010). The impact of genetic selection for increased milk yield on the welfare of dairy cows. *Animal welfare*, 19(1), 39-49.
- Overton M. W., Sisco W. M., Temple G. D., Moore D. A. (2002): Using time-lapse video photography to assess dairy cattle lying behavior in a free-stall barn, *Journal of Dairy Science*, 85, 9, pp. 2407-2413.
- Pretolani R., Rama D. (2019): Il sistema agro-alimentare della Lombardia, Rapporto 2018, Franco Angeli, Milano.
- Provolo G., Riva E. (2008). Influence of Temperature and Humidity on Dairy Cow Behaviour in Freestall Barns. In: *Agricultural and Biosystems Engineering for a sustainable world: Conference Proceedings*. Hersonissos, Crete - Greece, 2008.
- Provolo, G., Riva, E.; Rossi, E. (2007), Condizioni microclimatiche nelle strutture stabulative per bovine da latte. *Quaderni della Ricerca*, vol. 63, Maggio 2007, Milano, Regione Lombardia, pp. 1-80.
- Provolo, G., Sandrucci, A., Riva, E., Mattachini, G., Ceresa, L., Fantini, D., Scotto di Vettimo E., Zordan, V. (2016). Come deve essere una stalla? Realtà e teoria a confronto *L'Informatore agrario* 28 (suppl) 37-41.
- Ravagnolo, O., Misztal, I., Hoogenboom, G. (2000). Genetic component of heat stress in dairy cattle, development of heat index function. *J. Dairy Sci.*, 83 (2000), pp. 2120-2125.
- Roland, L., Drillich, M., Klein-Jöbstl, D., Iwersen, M. (2016). Invited review: Influence of climatic conditions on the development, performance, and health of calves. *Journal of dairy science*, 99(4), 2438-2452.
- Ronchi, B., Stradioli, G., Supplizi, A. V., Bernabucci, U., Lacetera, N., Accorsi, P. A., Seren, E. (2001). Influence of heat stress or feed restriction on plasma progesterone, oestradiol-17 β , LH, FSH, prolactin and cortisol in Holstein heifers. *Livestock Production Science*, 68(2-3), 231-241.
- Rossi P., Gastaldo A., Ferrari P. (2002) Strutture, attrezzature e impianti per vacche da latte. Edizioni L'informatore agrario. 153 p.
- Rossi, P., Gastaldo, A., Ferrari, P. (2012). Strutture, attrezzature e impianti per vacche da latte. *L'informatore Agrario*. Verona, 145 pp.
- Saint-Dizier, M., & Chastant-Maillard, S. (2015). Methods and on-farm devices to predict calving time in cattle. *The Veterinary Journal*, 205(3), 349-356.
- Schreiner, D.A., Ruegg, P.L. (2003). Relationship between udder and leg hygiene scores and subclinical mastitis. *J. Dairy Sci.*, 86, pp. 3460-3465.
- Seedorf, J., Hartung, J., Schröder, M., Linkert, K.H., Pedersen, S., Takai, H., Johnsen, J.O., Metz, J.H.M., Groot Koerkamp, P.W.G., Uenk, G.H., Phillips, V.R., Holden, M.R., Sneath, R.W., Short, J.L.L., White, R.P., Wathes, C.M. (1998). A Survey of Ventilation Rates in Livestock Buildings in Northern Europe. *J. Agric. Eng. Res.* 70, 39–47.
- Tao S., Monteiro, A. P. A., Thompson, I. M., Hayen, M. J., Dahl, G. E. (2012). Effect of late-gestation maternal heat stress on growth and immune function of dairy calves. *Journal of Dairy science*, 95(12), 7128-7136.
- West J. W. (2003): Effects of heat-stress on production in dairy cattle, *Journal of Dairy Science*, 86, pp. 2131-2144.



PSR LOMBARDIA
2014-2020 LA RIFORMA
AGRICOLA



**Regione
Lombardia**

Programma di Sviluppo Rurale 2014 - 2020

**Fondo Europeo Agricolo per lo Sviluppo Rurale:
l'Europa investe nelle zone rurali**

Pubblicazione realizzata con il cofinanziamento del FEASR
Responsabile dell'informazione: Università degli Studi di Milano - DiSAA
Autorità di Gestione del Programma: Regione Lombardia