



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

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

Corso di laurea in Scienze e Tecnologie Animali

Tesi di Laurea Triennale

Evoluzione tecnologica negli allevamenti di vacche da latte della provincia di Verona

Technical evolution in dairy farms in the province of Verona

Relatore: Prof. Andrea Pezzuolo

Laureando: Alberto Gagliardo

Matricola: 1091285

ANNO ACCADEMICO 2021/2022

INDICE

Riassunto	1
Abstract	2
1. Introduzione	3
1.1 Il settore primario	3
1.2 Il comparto latte in Italia	3
1.3 Il comparto latte in Veneto	6
1.4 Il comparto latte nella provincia di Verona	8
2. Panoramica delle principali innovazioni in un'azienda zootecnica da latte	10
2.1 Panoramica delle principali innovazioni	10
2.2 Robot di Mungitura	14
2.3 Aspetti tecnico-economici	18
2.4 Aspetti gestionali e di benessere animali	20
3. Obiettivi	22
4. Materiale e Metodi	23
4.1 Svolgimento indagine	23
4.2 Struttura del questionario	23
4.3 Dati rilevanti	25
5. Risultati	26
5.1 Informazioni generali dell'intervistato	26
5.2 Innovazioni e criteri di scelta aziendale	27
5.3 Livello tecnologico nelle aziende campionate	29
5.4 Livello tecnologico e benessere animale	32
5.5 Livello tecnologico e sistemi di mungitura	33
6. Discussione	37
6.1 Confronto con le province di Cremona, Vicenza e Padova	39
7. Conclusioni	41
8. Bibliografia e Sitografia	43

RIASSUNTO

Negli ultimi anni le tecnologie in ambito zootecnico si sono sempre più evolute e diffuse supportando oramai la gran parte delle fasi di allevamento. Il presente lavoro di tesi consiste in una prima valutazione del grado di conoscenza e di familiarità delle tecnologie ad oggi disponibili tramite un questionario somministrato a 50 allevatori di bovine da latte della provincia di Verona. Il questionario è diviso in quattro categorie e analizza sia la presenza di tecnologie in allevamento, che il loro grado di conoscenza tra gli allevatori intervistati.

Partendo dalle informazioni generali si è notato che il campione intervistato contiene per la maggior parte aziende medio-piccole con una media di 80 capi per allevamento con un'età media degli intervistati di 43 anni. Nella parte successiva si sono presi in considerazione i parametri a supporto dell'acquisto e, tra le prime posizioni, vi sono sia il costo totale dell'investimento che il rapporto costo/beneficio, ma anche la semplicità di utilizzo e la disponibilità di assistenza tecnica locale. Questo perché l'allevatore, oltre a ricercare un riscontro economico, cerca di migliorare le sue condizioni di lavoro. Infine, il campione intervistato ha risposto a quesiti riguardanti quali siano le tecnologie che conosce maggiormente, il suo interesse nei loro confronti e come queste incidono sul benessere animale. Le risposte sono state per lo più omogenee, pedometri e attivometri sono ritenuti fondamentali in un allevamento, anche se solo il 20% del campione intervistato lo possiede, il restante campione è convinto del suo valore e di volerlo acquistare. Questo dato è rafforzato dal fatto che l'88% degli allevatori ha ritenuto il Locomotion Score un indice ad alta o media importanza per la gestione del benessere animale e dell'allevamento. Allo stesso modo, i sistemi di mungitura automatica sono ritenuti interessanti e ritenuti una tecnologia molto utile nella gestione del benessere animale della mandria con il 60% ad alta priorità.

ABSTRACT

In recent years, technologies in the zootechnical field have increasingly evolved, now supporting most of the breeding phases. The present thesis work consists of an initial assessment of the degree of knowledge and familiarity of the technologies currently available through a questionnaire administered to 50 dairy cattle breeders in the province of Verona. The questionnaire is divided into four categories and analyzes both the presence of technologies in the farm and their degree of knowledge among the farmers interviewed.

Starting from the general information, it was noted that the sample interviewed mostly contains medium-small farms with an average of 80 head per farm with an average age of the respondents of 43 years. In the next part, the parameters supporting the purchase were taken into consideration and, among the first positions, there are both the total cost of the investment and the cost / benefit ratio, but also the ease of use and the availability of technical assistance. local. This is because the farmer, in addition to seeking economic feedback, tries to improve his working conditions. Finally, the interviewed sample answered questions regarding which technologies they are most familiar with, their interest in them and how they affect animal welfare. The answers were mostly homogeneous, pedometers and activometers are considered fundamental in farms, even if only 20% of the interviewed sample owns it, the remaining sample is convinced of its value and wants to buy it. This figure is reinforced by the fact that 88% of breeders considered the Locomotion Score an index of high or medium importance for the management of animal welfare and breeding. Likewise, automatic milking systems are found to be interesting and found to be a very useful technology in managing the herd's animal welfare with 60% high priority.

1. INTRODUZIONE

1.1 Il settore primario

Il settore primario raggruppa tutte le attività legate all'utilizzo delle risorse naturali o delle materie prime basilari per la vita degli esseri umani. In questo comparto rientrano quindi l'agricoltura, la pesca, l'allevamento, la silvicoltura e l'attività mineraria.

L'accezione "primario", però, deriva anche dal fatto che agricoltura e allevamento sono state le prime attività produttive dell'uomo, nate, rispettivamente, 6-7 mila anni fa e 5-6 mila anni fa. Sin dalla sua istituzione, lo Stato italiano, ha puntato la sua economia nel settore primario. Se nelle prime fasi di sviluppo esso svolgeva un importante ruolo di sussistenza per la popolazione italiana dominando sugli altri settori, con l'avanzare del progresso, invece, si assiste all'emergenza di questi nuovi settori produttivi (settore secondario, terziario e quaternario) e il peso percentuale del settore primario sull'economia si ridimensiona progressivamente. Nonostante ciò, va specificato che, il settore primario nei paesi avanzati beneficia di livelli di produttività e produzione notevolmente superiori rispetto a quelli dei paesi arretrati.

Focalizzando l'attenzione sull'allevamento, questo comprende le attività umane specializzate nella custodia e nella riproduzione degli animali allo scopo di produrre carne, latte, pelli e altri prodotti derivati. Come vedremo in seguito la particolarità del settore primario risiede nel fatto che le sue attività sono legate all'andamento delle stagioni, soprattutto nell'agricoltura e nell'allevamento.

1.2 Il comparto latte in Italia

Dai dati Ismea (ISMEA, 2019) dell'anno 2019, emerge che il settore della zootecnia, in generale, copre il 31% del totale del PIL agricolo, con un'incidenza della produzione di latte del 10% (Figura 1). Ciò che rende importante a livello europeo e mondiale il settore lattiero caseario è la produzione di formaggi a marchio DOP come il "Grana Padano".

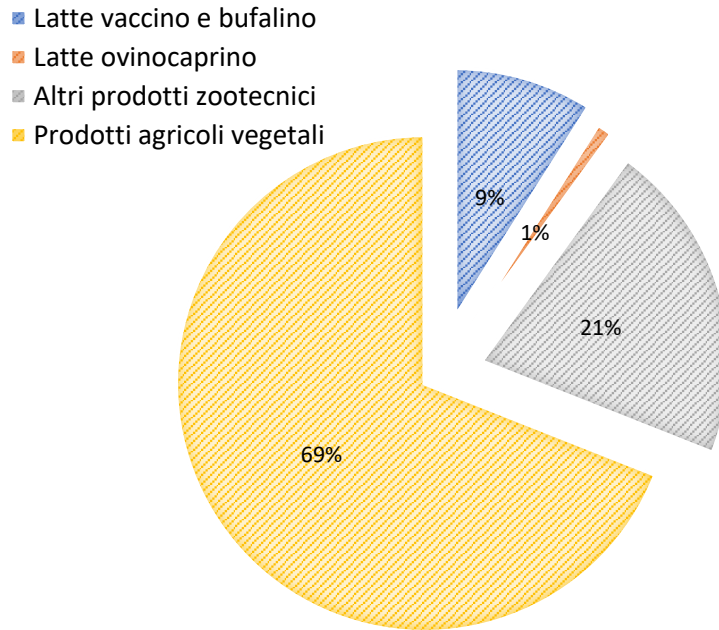


Figura 1: Incidenza del PIL lattiero sul PIL agrario (ISTAT 2019)

Questo settore nonostante copra solo l'11,7% del totale dell'industria alimentare (Figura 2), rende un fatturato che supera di quattro volte quello base del settore agricolo (Federalimentare e Istat, 2019).

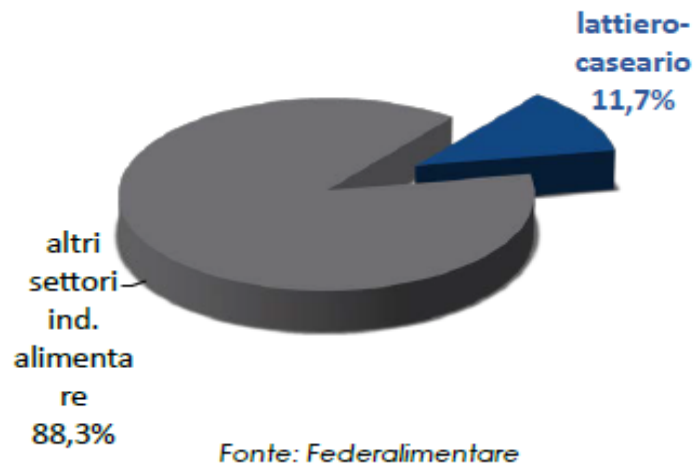


Figura 2: Incidenza PIL del settore lattiero caseario sul PIL industria alimentare (Federalimentare, 2019)

La crisi economica che ha investito anche l'Italia a partire dal primo decennio del ventunesimo secolo non ha certamente aiutato le aziende zootecniche più piccole, le quali fanno sempre più fatica a rimanere competitive nel mercato della produzione di latte. Questo è dimostrato dal significativo decremento del numero di piccoli-medi allevamenti verificatosi dal 2014 al 2020, scesi di circa di 5.500 unità (Anagrafe Zootecnica Nazionale, 2020) (Figura 3) passando da

31.758 a 26.255. Questa riduzione, di fatto, non ha inciso sul numero di capi allevati nel territorio nazionale, il quale non è calato allo stesso modo degli allevamenti. Infatti, dal 2014 al 2020 il decremento è stato di circa 60.000 unità (Anagrafe Nazionale Zootecnica, 2020).

La distribuzione del patrimonio animale bovino sul territorio italiano non è omogenea e presenta differenze rilevanti tra nord e sud. Entrando maggiormente nel dettaglio, il tasso di presenza nelle regioni del nord si aggira sul 78%, con Lombardia ed Emilia-Romagna ai primi posti per consistenza del patrimonio bovino da latte. Anche il parametro densità di capi è maggiore nelle regioni del nord (la zona lombardo-veneta registra una densità di 95,6 capi per km²) e si riscontra un parallelismo tra questa e le zone di produzione dei marchi DOP di formaggi più importanti (Grana Padano e Parmigiano Reggiano), situati in Pianura Padana, Modena e Reggio Emilia. Il restante 22% del tasso di presenza è localizzato per lo più nel centro Italia (in particolare nel Lazio) e nelle isole maggiori (Sardegna e Sicilia). Tra le regioni del sud Italia, quelle che presentano maggiore popolazione bovina sono Puglia e Campania.

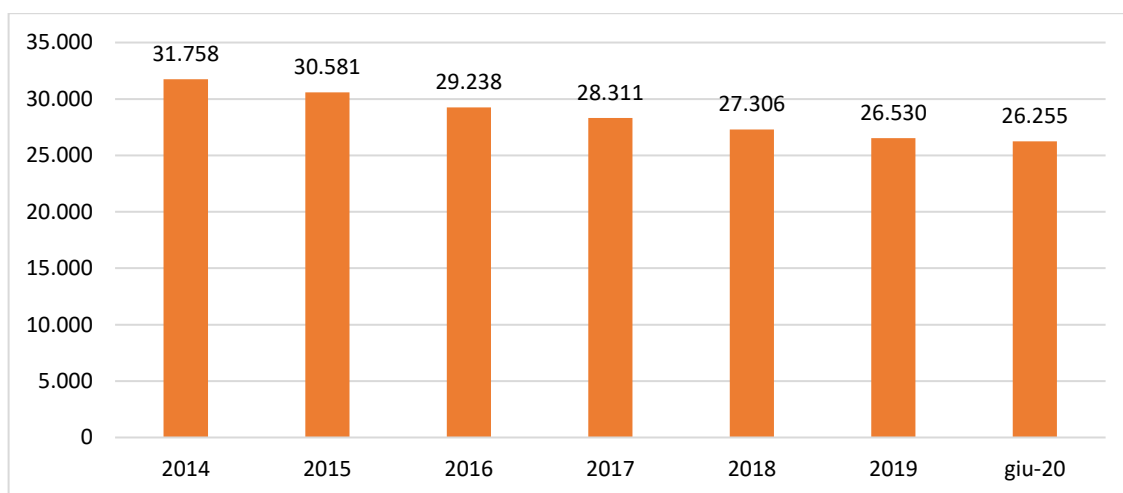


Figura 3: Numero di allevamenti italiani (Fonte Anagrafe Zootecnica Nazionale, 2020)

A livello nazionale è possibile notare che tra gli anni 2014-2020 si è verificato un aumento delle produzioni di latte, passando da circa 11 milioni di tonnellate a quasi 13 milioni di tonnellate di latte prodotto. Di conseguenza l'import ha subito una frenata, mentre l'export ha avuto, allo stesso modo delle consegne di latte (la quantità di latte prodotto e recuperato da ogni allevamento lattiero), un aumento. Grazie a questa crescita, il nostro tasso di autoapprovvigionamento è a sua volta aumentato passando dal 75,9% nel 2014 al 84,1% nel 2019 (Tabella 1) (CLAL, 2020). Questi dati sono in un certo senso rassicuranti, il settore lattiero-caseario è in continua produzione e l'import-export viene controllato e non influenza negativamente le produzioni italiane.

	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Consegne di latte (t)	11.632.862	11.788.315	12.182.467	12.628.467	12.806.220	12.847.250
Importazioni in Equivalente latte (t)	7.566.435	7.702.737	7.495.033	7.204.607	7.544.914	7.710.085
Esportazioni in Equivalente latte (t)	3.870.302	4.267.735	4.570.601	4.893.461	5.009.570	5.277.395
Autoapprovvigionamento (%)	75,89%	77,44%	80,64%	84,53%	83,47%	84,08%

Tabella 1: Tassi di autoapprovvigionamento 2014-2018, dati ISTAT e AGEA, elaborati CLAL

1.3 Comparto latte in Veneto

Il Veneto è una delle regioni più importanti per la produzione di latte nazionale grazie all'importante numero di allevamenti e al patrimonio bovino allevato. L'anagrafe nazionale zootecnica (2020) riporta il Veneto in quarta posizione con il 13,3% degli allevamenti sul complessivo nazionale, mentre per quanto riguarda il patrimonio animale si classifica in terza posizione con il 13% dei capi sul totale nazionale, dopo Emilia-Romagna e Lombardia. Rispetto al 2014 la regione ha perso circa 700 allevamenti e circa 20.000 capi (Figura 4). Come evidenziato nel precedente capitolo, le aziende costrette a chiudere sono per la maggior parte di piccole dimensioni e quindi vanno ad incidere in modo minore sul calo demografico.

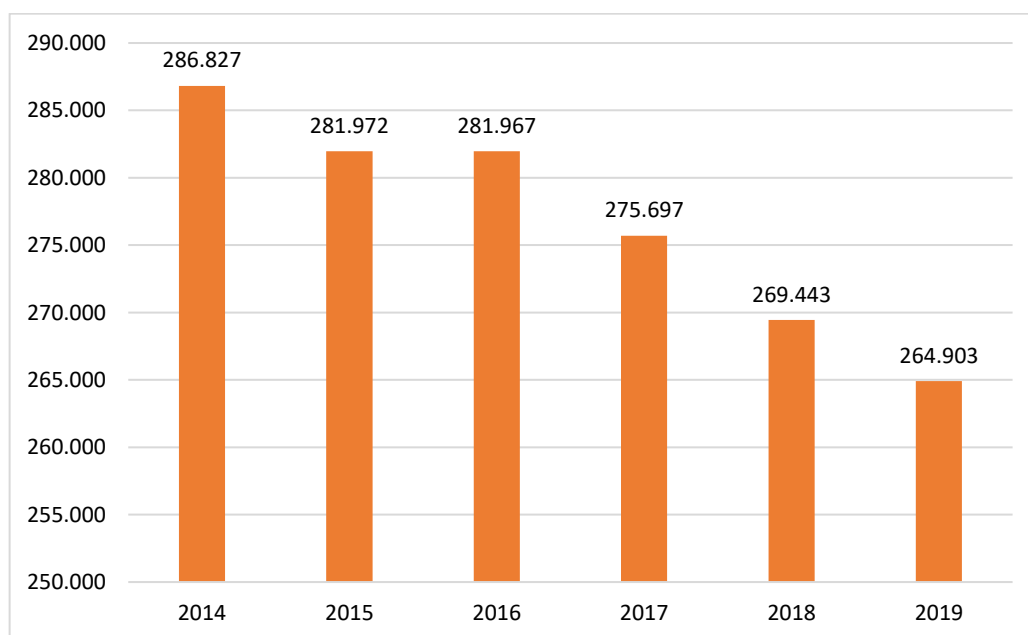


Figura 4: Numero di allevamenti in Veneto dal 2014-2019 (Anagrafe Nazionale Zootecnica 2020)

Dal punto di vista della produzione di latte, la regione Veneto detiene una delle prime posizioni. Nel 2019 AGEA (agenzia per le erogazioni in agricoltura, 2019) ha stimato che la regione Veneto abbia effettuato consegne di latte pari al 10% della produzione italiana. Questa percentuale non è cambiata nel corso degli anni, ciò che ha subito una variazione è stata invece la produzione di latte (Figura 5).

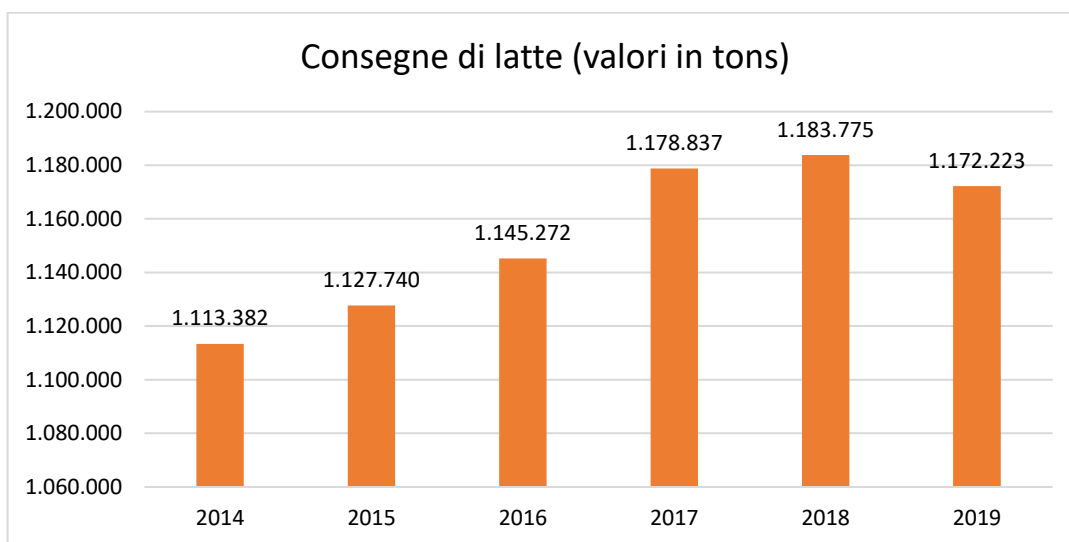


Figura 5: Consegne di latte 2014-2019 (Elaborato CLAL tramite fonte AGEA)

Il focus nell'economia bovina in Veneto si basa principalmente sui prodotti a marchio, i quali danno una sicurezza dal punto di vista economico all'allevatore. La regione si piazza al primo posto in Italia con ben 33 prodotti certificati (MIPAAF, 2020) a marchio DOP e IGP, la maggior parte provengono dal comparto ortofrutticolo e cerealicolo (sedici prodotti), mentre il comparto lattiero-caseario conta otto formaggi DOP. Il grande numero di riconoscimenti ha portato la regione ad incrementare la produzione di essi e i relativi investimenti per la loro coltivazione o produzione. Questo ha generato uno slancio sia verso l'interno che verso l'esterno, poiché la fonte di reddito maggiore è derivata dall'esportazione di formaggi come il Grana Padano o l'Asiago, riconosciuti da molti paesi esteri come prodotti di alta qualità. Ad ora il 44% delle consegne di latte viene utilizzato per la produzione di formaggi DOP (CLAL, 2020).

1.4 Comparto latte a Verona

Nella Regione Veneto le province più efficienti dal punto di vista delle consegne di latte sono Vicenza e Verona, centri di produzione lattiero-casearia regionale (Figura 6). L'andamento della produzione di latte, del patrimonio bovino e lo stato delle piccole-medio aziende affrontato in precedenza su scala nazionale e regionale, si rispecchia anche sulla realtà di queste due provincie. Queste ultime hanno quindi riscontrato un aumento nella produzione di latte ma una continua chiusura degli allevamenti più piccoli, senza che il patrimonio bovino venisse intaccato in modo significativo (Tabella 2) (Anagrafe Nazionale Zootecnica, 2020).

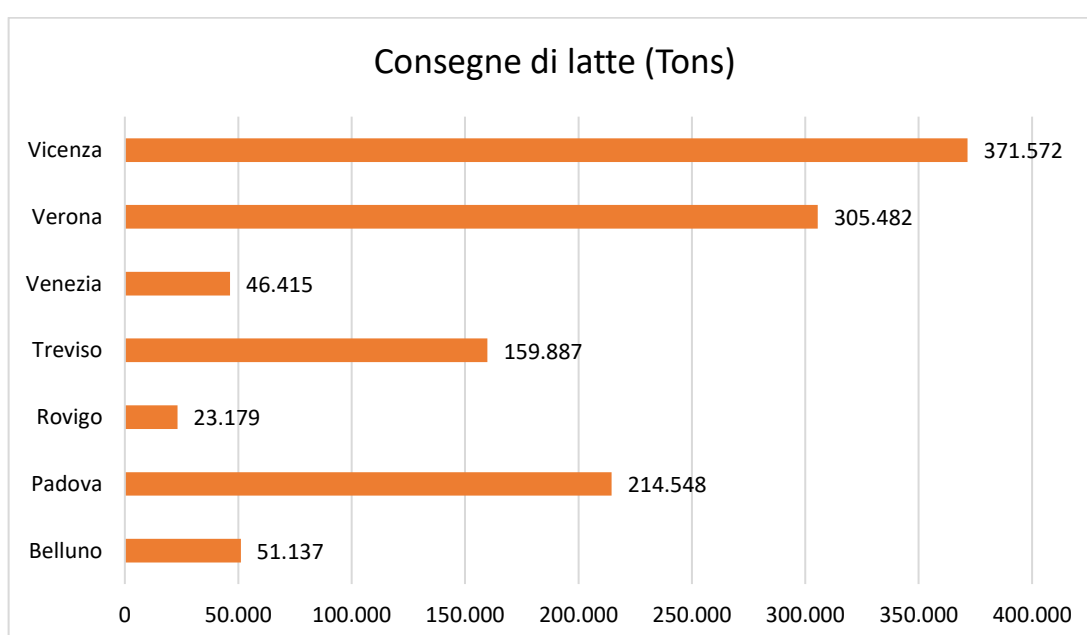


Figura 6: Consegne di latte regione Veneto, anno 2019, AGEA 2020

Classe di consistenza	2018	2019	Variazione (%)
1-2 capi	10	14	40%
3-5 capi	17	18	5,9%
6-9 capi	18	22	22%
10-19 capi	53	52	-1,9%
20-49 capi	143	133	-7%
50-99 capi	199	183	-8%
100-499 capi	223	221	-0,9%
oltre 500 capi	11	13	18,2%
Totale allevamenti	674	656	-2,7%

Tabella 2: Numero di allevamenti di vacche da latte per classe di consistenza a Verona, anni 2018-2019, Anagrafe Nazionale Zootecnica 2020

In aggiunta, un report di Veneto Agricoltura (2019) indica una riduzione del centro veronese di produzione, che va a concentrarsi nelle zone della Lessinia-alto veronese. Questo ha interessato le aziende di vacche latte nelle zone dell'areale polesano e del basso veronese, mentre si è notato una progressiva concentrazione di aziende di carne bovina sempre negli stessi areali storici dal punto di vista produttivo (Figura 7).

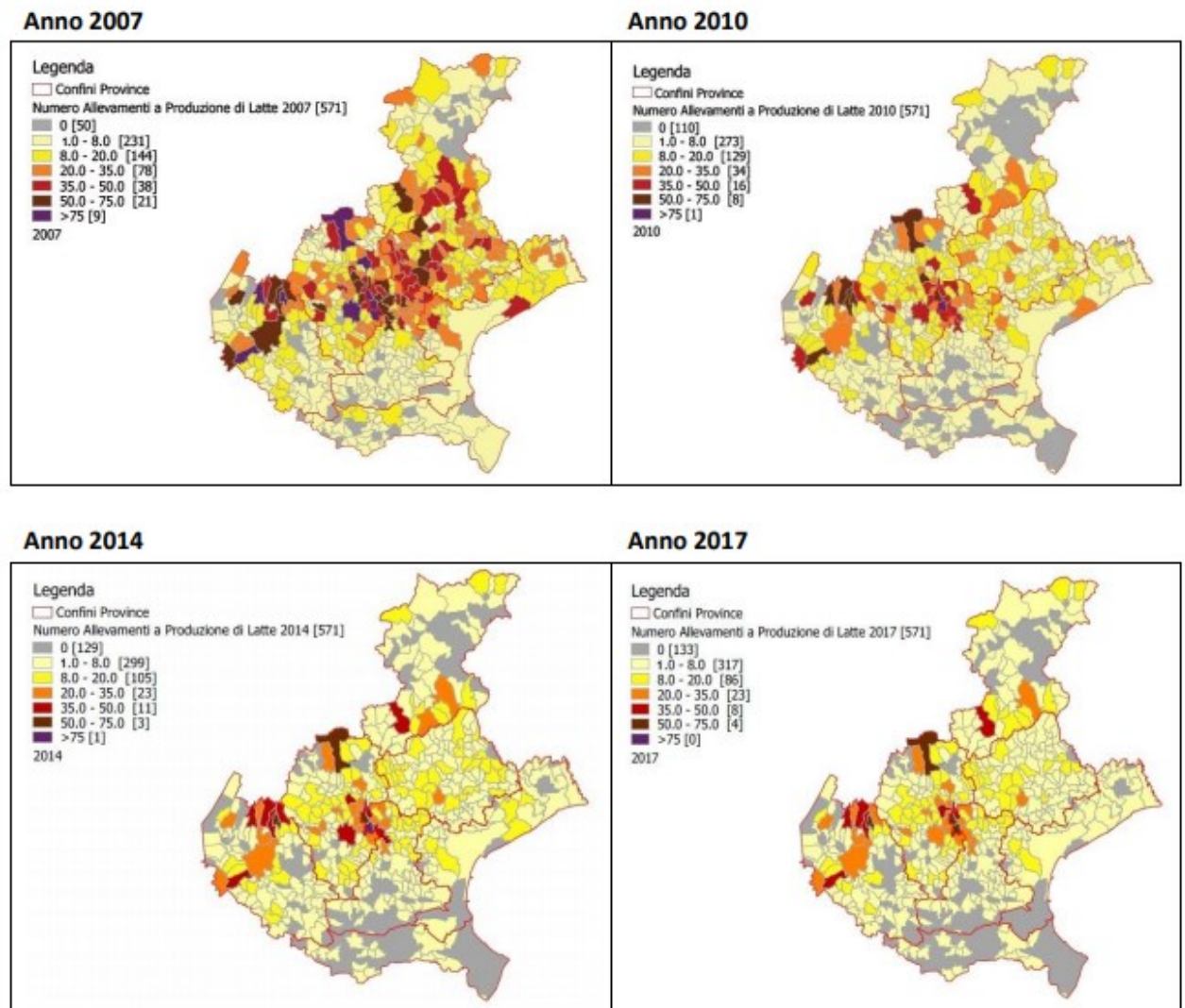


Figura 7: Evoluzione del numero di allevamenti di bovini da latte nei comuni veneti, anni 2007-2017

2. INNOVAZIONI TECNICHE E TECNOLOGICHE NELLE AZIENDE ZOOTECNICHE DA LATTE

2.1 Panoramica delle principali innovazioni

A partire dagli anni '80 il comparto zootecnico è stato oggetto di un importante progresso tecnologico, il quale ha permesso alle aziende di migliorare sia dal punto di vista quantitativo (maggiore produzione di latte) che dal punto di vista qualitativo (miglior benessere animale e qualità del latte). Ad oggi, le aziende hanno a disposizione molte più soluzioni per mantenere elevato lo standard di salute e benessere degli animali, così come quella dell'allevatore stesso. Infatti, è stato possibile ridurre la manodopera necessaria e i rischi legati ad attività gravose che potevano portavano ad incidenti e problemi di salute (Doupbrate et al., 2013).

L'informatizzazione ha certamente contribuito a migliorare i processi di gestione, partendo da quelli riguardanti il monitoraggio della salute di ogni animale fino ad arrivare a quelli prettamente gestionali ed economici. I programmi gestionali permettono oggi di avere un controllo pressoché totale della mandria e, in generale, delle attività di stalla.

Tra i vari sistemi di automazione delle operazioni di allevamento di vacche da latte troviamo i sistemi automatici di alimentazione (o Automatic Feeding Systems – AFS) che forniscono un aiuto concreto all'allevatore, riducendo di molto la manodopera e rendendo più semplice la preparazione e la distribuzione della razione zootecnica (Da Borso et al., 2017). Queste tecnologie sono particolarmente utilizzate in Nord Europa e dal 2012 anche nella realtà italiana si è avuto un aumento di interesse nei confronti di questi sistemi (Bisaglia et al., 2018). Questi impianti permettono di avere un alimento standardizzato per anche per gruppi/sottogruppi di bestiame. Tali sistemi (Figura 8) permettono all'allevatore di distribuire l'alimento in più fasi della giornata per dare la possibilità all'animale di avere un alimento fresco e incentivarlo a recarsi più volte alla mangiatoia e di risparmiare in tempo e manodopera per la preparazione del carro unifeed (DeVries et al., 2005).

Esistono varie soluzioni tecniche che si distinguono a seconda delle caratteristiche del bestiame e della grandezza delle strutture di stabulazione e alimentazione: da stazioni di alimentazione alla posta fino ad arrivare a sistemi mobili su rotaia. I più presenti al momento sono i modelli mobili (a navigazione) (Figura 9).



Figura 9: Sistema di alimentazione automatica per singoli capi

Nei sistemi per l'alimentazione di più gruppi di capi il mercato offre soluzioni, sia stazionarie, tramite nastro trasportatore (Figura 10), che mobili, tramite carri su rotaia, o semoventi.

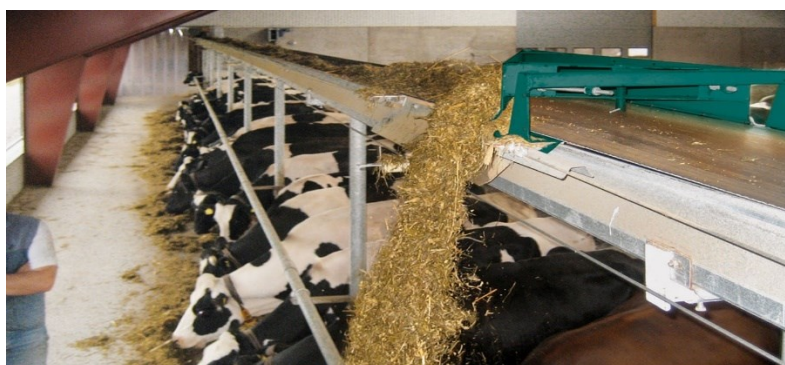


Figura 10: Particolare di un sistema di distribuzione della razione mediante nastro trasportatore

Secondo uno studio di Grothman et al. (2010) i sistemi di alimentazione automatica possono soddisfare la richiesta sia per grandi che per piccole aziende. Viene infatti messo in luce come l'influenza positiva degli AFS sui tempi di lavoro e sulla riduzione dello stress nei bovini, agevoli la modalità di gestione del lavoro nelle aziende più piccole (con una media di 60 capi). Questi strumenti tecnologici quindi se da una parte offrono un significativo risparmio in tempo di lavoro per le grandi aziende, dall'altra parte portano ad una migliore flessibilità nelle modalità lavorative per le piccole aziende.

Il costo iniziale di investimento per un AFS non è certamente irrisorio (varia tra 80.000 e 170.000 euro, a seconda della tipologia costruttiva), per questo è necessario utilizzarlo su tutta la mandria per essere efficienti e sfruttarlo al massimo delle sue possibilità. In uno studio del 2012 (Bisaglia et al. 2012) è stato rilevato che approssimativamente il costo per vacca dell'investimento si aggira mediamente sui 1.230 euro/capo. La quota più onerosa deriva dall'impiantistica della zona di cucina; quindi, più componenti di base hanno le razioni

zootecniche, maggiori sono i costi di investimento di tale area dell'AFS (Grothmann et al, 2010). In aziende con mandrie grandi e diversificate questo potrebbe essere un punto a sfavore, ma il tempo risparmiato rispetto al carro miscelatore tradizionale viene ridotto drasticamente. Bisaglia et al. (2012) hanno stimato che rispetto ad un allevamento con CFS (Conventional Feeding System) il tempo dedicato alle operazioni di alimentazione viene ridotto del 50%. Inoltre, sottolineano come la maggior parte delle attività si concentri nella preparazione della razione in entrambe le tipologie di impianto, ma negli AFS viene ridotto del 50,9% il tempo di lavoro. In aggiunta gli allevatori hanno la possibilità di svolgere l'attività in più momenti della giornata, dando a loro un incredibile aumento della flessibilità degli orari.

Negli anni si è sempre cercato di migliorare la sostenibilità degli effluenti zootecnici. Per questo le tecnologie adibite alle operazioni di stoccaggio e pulizia degli ambienti e della stalla, ad oggi, sono sempre più specializzate a seconda della tipologia di pavimentazione presente. Negli allevamenti di bovine da latte è importante che i sistemi siano poco invadenti e permettano di avere un ambiente di lavoro pulito; perciò, le soluzioni più avanzate sono i raschiatori e i robotic-scrapers. I primi sono la tecnologia che più viene utilizzata negli allevamenti poiché sono presenti sul mercato da più tempo, rispetto ai sistemi robotizzati. Essi compiono una pulizia completa delle aree in cui sono installati per tre o quattro volte al giorno, non necessitano che le vacche vengano spostate in altre zone della stabulazione e non sono invasivi dal momento che possiedono velocità di movimento e altezze facilmente superabili dagli animali. Normalmente la pavimentazione su cui operano è di tipo pieno ed è preferibile che la deiezione sia solida, così da avere minori problemi di scivolamento per gli animali.

Gli operatori possono azionare manualmente i raschiatori o, in alcuni modelli più avanzati, impostare il dispositivo ad orari di funzionamento prestabiliti. Questa tipologia di dispositivo garantisce un buon livello di benessere animale, che viene però superato da quello che si ottiene con l'uso dei robotic scraper (Figura 11). Secondo uno studio effettuato in America nel 2013 (Barrientos et al. 2013) i raschiatori sono una delle cause più frequenti di lesioni al garretto, mentre in altri studi (Barker et al., 2010) vengono associati alle zoppie e alle lesioni allo zoccolo.

I sistemi robotizzati operano durante tutta la giornata e seguono i percorsi prescelti dall'operatore; possiedono una struttura bassa e compatta che permette loro di muoversi senza risultare di intralcio agli animali, con una velocità che varia da quattro a cinque metri al minuto. Presentano inoltre sensori che rendono possibile evitare ostacoli senza fermarsi o collisioni. Le aziende produttrici ne raccomandano l'utilizzo in strutture con pavimento grigliato e con

deiezioni solide. I robotic scraper favoriscono un microambiente migliore grazie alla loro continua e rapida pulizia delle corsie in cui operano, secondo uno studio del 2018 (Chiumenti et al. 2018) l'impatto positivo più grande lo si ha sulla riduzione dei GHG (Green House Gases), ovvero i gas serra, come ad esempio CH₄, CO₂ e N₂O. Gli svantaggi potenziali sono dati dall'autonomia, in quanto funzionano a batterie ricaricabili tramite la stazione di partenza, e dal costo. Inoltre, l'implementazione di un raschiatore robotizzato richiede delle strutture specifiche, come ad esempio la pavimentazione fessurato anche se, ad oggi, vi sono soluzioni in grado di operare con pavimentazione piena.



Figura 11: Particolare di un robotic scraper per la pulizia delle superfici di stalla

Al giorno d'oggi è possibile anche monitorare i vari parametri fisiologici e produttivi che caratterizzano il livello di benessere all'interno della stalla. A primo impatto può sembrare che la raccolta di dati e l'analisi di essi siano un fardello troppo pesante per un allevatore, che normalmente non ha mai abbastanza tempo, però i software attuali sono molto più semplici da interpretare e leggere anche ad un occhio meno esperto. Oltre ai sistemi di analisi dei parametri produttivi e fisiologici, vi sono quelli di identificazione e localizzazione che funzionano tramite onde elettromagnetiche oppure tramite la raccolta di immagini con delle telecamere. Il tutto viene racchiuso nella cosiddetta "zootecnia di precisione", il cui scopo è quello di avere una gestione degli allevamenti puntuale e ragionata, dando all'allevatore indicazioni oggettive riguardo ogni singolo animale e, di conseguenza, intervenire tempestivamente ove serve.

I principali strumenti della zootecnia di precisione sono gli *attivometri*, che presentano molteplici funzionalità e che permettono agli operatori un controllo dell'attività della mandria. Presentano infatti più di un utilizzo e possono essere associati ad altri rilevatori, tanto che la loro versatilità li ha resi una delle tecnologie più diffuse. I più comuni sono i sistemi attivometrici a piede e a collare (Figura 12), che rilevano l'intensità di movimento dell'animale, la sua postura e, collegati ad altri sensori presenti nelle strutture, forniscono la sua

identificazione durante gli spostamenti. Questa tecnologia viene spesso associata a sensori per la temperatura corporea, ritmo cardiaco e peso (BCS) in quanto gli attivometri sono dotati di ricevitori di segnali elettromagnetici che rispondono ai vari sensori che un allevatore può installare.



Figura 12: Esempi di collare e pedometro presenti sul mercato

2.2 Robot di mungitura

Gli AMS - Automatic Milking Systems (Figura 13) sono presenti dagli anni '90 nei Paesi Bassi (Giuliana G. et al, 2014), per poi arrivare in Italia successivamente. Ideati allo scopo di poter mungere automaticamente in più momenti della giornata così da permettere una migliore ripartizione del lavoro nella stalla (Mathijs E., 2004), questo hanno portato ad importanti miglioramenti economici in termini di manodopera e di maggiore produzione di latte per vacca (Land et al, 2000; Wirtz et al, 2004, Wade K.M. et al., 2004).

Le ditte produttrici si sono incentrate su quattro aspetti per la realizzazione di questi impianti: in primo luogo il confort per gli animali, così come i mungitori devono far sentire a loro agio le vacche, allo stesso modo la macchina deve incentivare all'utilizzo ripetuto della stessa. Secondo, le operazioni di mungitura non devono superare i tempi di una sala di mungitura classica. Ad esempio, l'attacco dei prendicapezzoli non deve durare più trenta secondi in quanto se si supera questa tempistica può esserci un rifiuto da parte della vacca alla mungitura che porta agitazione nell'animale e possibili danni all'impianto. Terzo aspetto che deve rispettare un AMS è la robustezza e l'adattabilità ad ambienti ostili (polvere, umidità, temperature). Ultimo punto è in caso di guasti all'impianto o danneggiamento, a fronte di ciò la manutenzione, sia ordinaria che straordinaria, deve essere il meno invasiva possibile, riducendo al minimo i tempi di riparazione o sostituzione. Il tempo è infatti molto prezioso ed eventuali fermi macchina possono comportare un calo delle produzioni e del numero di mungiture.



Figura 13: Esempio di robot di mungitura, John Elton Photography

Soffermandoci ora sugli elementi costruttivi del robot e sulle sue specifiche tecniche, l'impianto di mungitura automatizzato è generalmente formato da:

- braccio manipolatore che applica i gruppi mungitori, aiutato da sensori laser, ottici o ad ultrasuoni che permettono loro di individuare i capezzoli;
- il gruppo mungitore accompagnato da un lattometro per definire le quantità di latte prodotto per mungitura;
- la sensoristica che permette di identificare l'animale e analizzarne le condizioni fisiche e di salute (peso corporeo, frequenza cardiaca, temperatura corporea);
- un sistema di lavaggio dell'impianto, il quale si attiva dopo ogni mungitura per pulire prendicapezzoli, sensori e spazzole;
- un apposito braccio fornito di spazzole per la pulizia pre e post mungitura, necessarie per ridurre la possibilità di infezioni e ridurre la carica batterica;
- un sistema gestionale che può essere dotato di un display direttamente nell'impianto con le informazioni essenziali e di una postazione su computer esterno su cui riceviamo i report da cui possiamo visionare tutti i dati già analizzati dal programma gestionale del robot;

Il braccio manipolatore (Figura 14) è la parte del robot che consente tramite giunti e assi il posizionamento del gruppo mungitore o dei prendicapezzoli in corrispondenza della regione della mammella. Presente in ogni macchina, viene "guidato" dai sensori dell'impianto. La caratteristica principale che deve presentare è la robustezza, per resistere agli urti. Il processo di mungitura deve essere rapido e deve simulare la presenza umana, così da avere un feedback positivo da parte della vacca. Il braccio può essere aiutato da dei sensori di pressione che

permettono di rilevare forze contrarie applicate dall'animale e di bloccarne il movimento. Per il posizionamento del gruppo di mungitura l'impianto può affidarsi a più metodi di rilevazione, sensori laser, ad ultrasuoni o ottici.

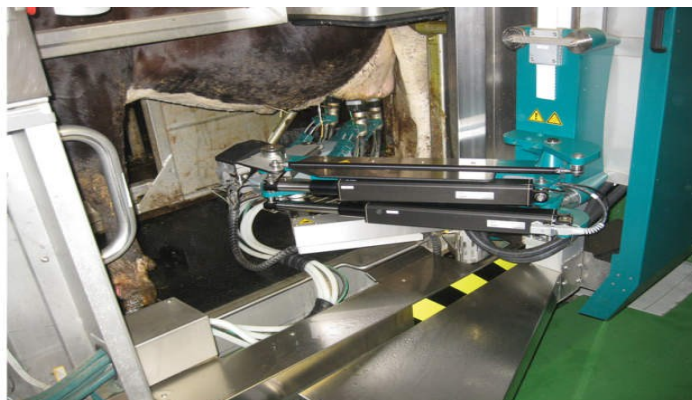


Figura 14: Particolare di un braccio robotico durante le operazioni di mungitura

Il braccio non ha bisogno di alcun aiuto esterno per azionarsi e si attiva nel momento in cui la vacca si posiziona correttamente all'interno del box. L'operazione non avviene finché queste condizioni non si verificano e il processo non deve durare più di 20 secondi. Secondo le case produttrici non bisognerebbe superare i 30 secondi dall'inizio della mungitura, così non fosse si rischia un feedback negativo da parte dell'animale che porta ad un rifiuto per la mungitura.

Il gruppo mungitore può essere indipendente dal robot di mungitura oppure integrato al braccio robotico. Nel primo caso i prendicapezzoli sono inseriti singolarmente e comprendono un loro lattometro, il procedimento può risultare più lento, ma più semplice per il braccio dal momento che deve calcolare la posizione di un solo capezzolo alla volta. Nel secondo caso, invece, abbiamo un singolo gruppo mungitore che comprende tutti e quattro gli attacchi, più veloce nell'esecuzione ma più complesso da gestire per il robot.

Le operazioni di attacco si dividono in tre fasi: riconoscimento dell'animale, in cui tramite sensori di rilevazione e apposito collare identificativo la vacca viene riconosciuta dal sistema e fatta entrare all'interno del box di mungitura; ispezione e pulizia del capezzolo, con conseguente scannerizzazione della posizione delle mammelle tramite sensori ottici (laser a triangolazione o telecamera con abbinato laser) oppure sensori a ultrasuoni; attacco dei prendicapezzoli (Figura 15). Per ognuna di queste fasi entrano in gioco molti sensori, sia di movimento che di rilevamento, e ognuno di quali invia segnali specifici al robot che agisce in modo autonomo e libero.



Figura 15: Particolare di un prendicapezzolo e meccanismo di mungitura

La pulizia effettuata alle mammelle avviene tramite un sistema automatico di pre-dipping. In una prima fase le mammelle vengono sottoposte ad un getto di acqua calda, mentre vengono spazzolate, e, successivamente, si procede con un massaggio a secco tramite le spazzole per asciugarle. Lo stesso sistema si avvia anche alla fine del processo di raccolta del latte per il post-dipping. Il sistema serve per rispettare le norme igieniche e garantire una pulizia ottimale dei capezzoli, in quanto sono un potenziale nido di infezioni in scarse condizioni di pulizia.

Per la raccolta del latte si utilizza un gruppo mungitore che si collega ad una cisterna nella quale viene convogliato tutto il latte prodotto. Nel tragitto la quantità viene definita tramite dei sensori, dando al robot e all'allevatore una stima della produzione del singolo animale, in tal modo a fine giornata sarà possibile avere una visione chiara della situazione della produttività all'interno della stalla.

L'impianto è fornito anche di un sistema di pulizia autonomo, che si avvia alla fine di ogni mungitura, e pulisce i prendicapezzoli e le guaine interne per prevenire il rischio di proliferazione dei batteri. La mungitura robotizzata dura all'incirca 15 minuti per capo e tra un animale e l'altro vi sono circa 10 minuti di attesa, in cui il robot pulisce e attende che entri un'altra vacca.

Considerando la grandezza massima di una mandria gestibile di 65 capi e una media di 2,5 mungiture al giorno per animale, si ottiene che il robot sarà attivo per circa il 90% della giornata, circa 20 ore al giorno, con pause per manutenzioni giornaliere, pulizia e orari di bassa frequenza delle bovine, come ad esempio nelle ore notturne. Da queste stime si può intuire che il dispendio di energia sarà elevato. Una soluzione per ovviare all'eccessivo dispendio è quella di dotare la pompa del vuoto di un inverter che riduce i consumi adattando il flusso di energia elettrica alle richieste dell'impianto.

2.3 Aspetti tecnico-economici

Il robot di mungitura viene posizionato all'interno della struttura produttiva di allevamento garantendo però adeguati spazi per il movimento degli animali. Dalla letteratura emerge come un numero di capi prossimo alla capacità massima del robot porterebbe degli svantaggi, tra cui minori visite all'impianto e minor produzione di latte (Harms et al., 2001; Thune et al., 2002). Le aziende costruttrici raccomandano infatti un flusso all'incirca di 55 capi per ogni impianto al fine di ridurre al minimo la possibilità di problemi di sovraffollamento.

All'interno della stalla tutto ciò che prevede uno spostamento degli animali da una zona all'altra, in relazione alle diverse attività, viene definito come "traffico". Queste manovre possono essere libere o regolate. La differenza tra i due approcci è data dalla presenza o meno di cancelli/entrate che permettono alle vacche di vincolare (o meno) l'accesso all'AMS. Negli anni diversi studi hanno evidenziato le differenze tra traffico regolato e libero, ad esempio Bach et al. (2009) ha condotto uno studio nel quale è emerso come il traffico regolato portasse ad avere più visite al robot, diminuendo lo sforzo da parte dell'allevatore nel condurre manualmente i capi. Inoltre, hanno riscontrato una minore presenza di proteine nel latte prodotto dalle bovine durante il periodo di traffico regolato, che potrebbe essere collegata al cambiamento delle abitudini alimentari rispetto alla movimentazione libera verso il robot. Altri studi, indicano come gli animali tendano a masticare (e a mangiare) per un intervallo temporale minore rispetto ad una stalla con traffico libero, spiegando la minore presenza di proteine nelle produzioni (Melin et al., 2007; Ketelaar-de Lauwere et al., 1998).

Per quanto riguarda l'installazione in strutture produttive già esistenti e non in realtà ex-novo, può rendersi necessaria una ristrutturazione tecnico-funzionale delle strutture (es. spazio liberato dalla sala di mungitura) necessarie alle nuove esigenze. Deve essere quindi presa in considerazione la creazione di un progetto per l'installazione di un robot, che comprenda zone per ogni necessità, da quella di alimentazione a quella di riposo, senza escludere il tipo di traffico che più si adatta alle caratteristiche della struttura (Figura 16).

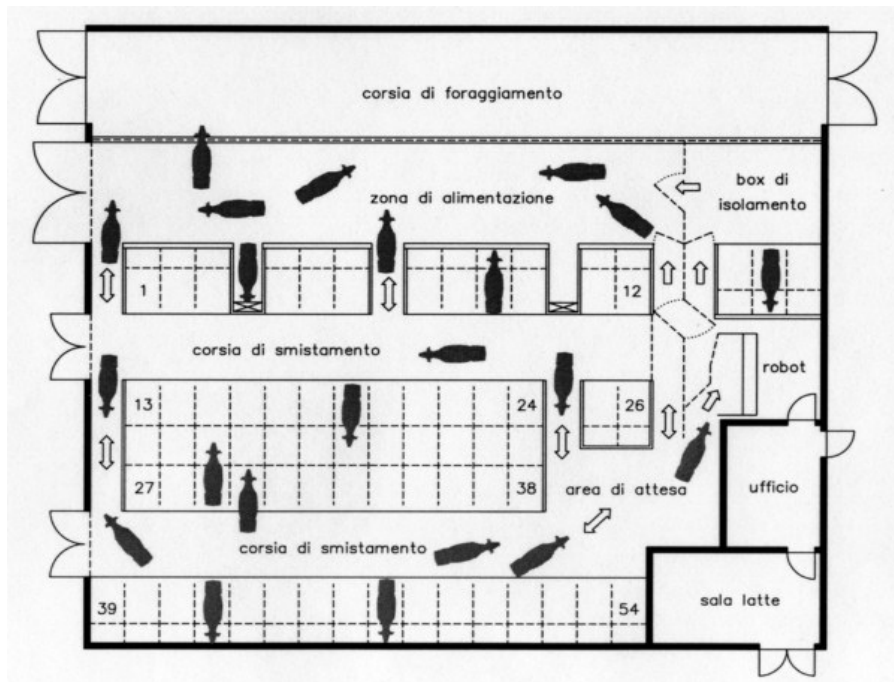


Figura 16: Progetto esempio di una stalla con AMS e con traffico regolato

Il passaggio da un sistema di mungitura convenzionale ad uno automatico necessita di cambiamenti sia dal punto strutturale che manageriale. Un approccio nuovo al lavoro e agli orari, più flessibilità (Jacobs and Siegford, 2012; Calcante, 2016). Si necessita anche di un capitale iniziale non indifferente (Rotz et al., 2003), necessario per il piano di sviluppo e per garantire il mantenimento dell'impianto tramite le manutenzioni programmate. Altro fattore che andrà ad influire sul numero di investimenti da compiere è la dimensione della mandria, che varierà a seconda del numero di capi che l'impianto andrà a gestire.

L'arco di tempo per l'adattamento dei capi alla nuova realtà può variare dalle poche settimane fino ad arrivare a diversi mesi. La letteratura (Tse C. et al, 2017) riporta come, ad esempio in Canada, il tempo di transizione ad un AMS possa variare da 1 a 170 mesi, con una media di 29 mesi con robot Lely e di 35 mesi con robot De Laval. Questi dati, seppur estremamente eterogenei, sono una prova inequivocabile di quanto importante sia valutare e assecondare le tempistiche di adattamento e la reazione all'ambiente nuovo da parte degli animali.

La sostenibilità economica rappresenta il punto focale di ogni attività produttiva. Tra le spese più rilevanti di un allevamento con AMS si calcola che le utenze per l'energia elettrica incidano tra il 35-40% delle spese annuali di gestione. L'utilizzo di energia elettrica è dettato da più fattori, che vanno dalla generazione (efficienza tecnica) e la loro configurazione fino alle condizioni ambientali in cui operano (Calcante et al., 2016).

I consumi della mungitura robotizzata, analizzati in dettaglio da Rasmussen e Pedersen (2004) derivano per la maggior parte derivano dalla pompa del vuoto, dal compressore del serbatoio di refrigerazione, dal boiler elettrico per la produzione di acqua calda e dal sistema di lavaggio automatico dell'impianto di mungitura. Una soluzione proposta Rasmussen e Pedersen è la tecnologia ad inverter, la quale, rispetto ad una pompa tradizionale senza controllo di frequenza, diminuisce i consumi di circa 20kw giornalmente. L'inverter ha molteplici utilizzi e può essere installato in ogni impianto di mungitura, fornendo all'allevatore un risparmio notevole in ambito energetico. Questa tecnologia, detta anche *invertitore di frequenza*, consente di controllare la frequenza di un motore elettrico, andando a variare gli Hz e quindi le rotazioni del motore elettrico (Zanini, 2002). Operativamente, si potrà applicare il sistema alla pompa del vuoto, la quale verrà controllata dal regolatore di frequenza per mantenere il livello di vuoto necessario per la corretta mungitura dei capezzoli. Dal punto di vista energetico si è constatato un risparmio medio giornaliero del 55% negli impianti analizzati, il quale può aumentare ipoteticamente fino all'80% in presenza di impiantistica più recente e aziende medio grandi. Questo risultato è stato confermato nel 2018 da uno studio dell'università di Praga (Vaculik et al.) in cui il risparmio energetico può raggiungere in media il 50% nei casi analizzati.

2.4 Aspetti gestionali e di benessere animali

Finora si è trattato di tutto quello che il robot può fare, dalla rilevazione della carica batterica alla misurazione della qualità del latte, dal lavoro autonomo che può svolgere fino al comfort che può dare all'allevatore, però non si è discusso di come gestire tutti i dati che la macchina raccoglie ogni giorno.

Per il corretto e completo utilizzo di un AMS è necessario, infatti, che vi sia un software che lo gestisca, che analizzi i dati e che dia all'allevatore una visione chiara e immediata della situazione aziendale. Ogni casa produttrice fornisce all'acquirente un software di gestione installabile su un pc (spesso anche su dispositivi mobile), il quale durante per singolo evento i dati per generare un riepilogo operativo e se sono stati rilevati dei problemi. I vari software presentano ormai le medesime funzionalità di base. Per esempio, avremo sempre la possibilità di controllare, tramite il programma, la conducibilità elettrica del latte o la quantità di latte prodotto. Ogni software, infatti, si adegua a degli standard che permettono di avere un sistema di mungitura efficiente e controllato, sicuro e adeguato alle esigenze dell'allevatore. Abbiamo quindi un ottimo assistente nel nostro lavoro quotidiano in stalla che ci permette di monitorare

la mandria in ogni momento tramite gli alert che vengono notificati direttamente su cellulare o da pc.

Il software è, inoltre, personalizzabile a seconda delle esigenze, è possibile decidere quali dati mettere in evidenza, con quale frequenza creare report e soprattutto evidenziare quali capi necessitino di un controllo più attento, fornendo quindi all'allevatore precisione e tempestività. Il controllo degli animali è strettamente vincolato ad una sensoristica installata sul robot e alle tecnologie esterne ad esso, tra le quali l'attivometria. Con essa il software riesce a immagazzinare dati che integrano i report e le possibili informazioni di interesse per l'allevatore.

Il robot aiuta quindi l'allevatore a comprendere in che ambito agire per migliorare le condizioni di vita degli animali, poiché avrà degli indicatori che gli permetteranno di gestire i problemi anticipatamente. Si può disporre di pedometri o di rilevatori di movimento per attuare un controllo sulla deambulazione, di una misurazione della carica batterica del latte che darà una stima delle condizioni igieniche, ed infine l'utilizzo di attivometri, permetteranno di rilevare la temperatura corporea.

3. OBIETTIVI

Il presente elaborato vuole fornire una prima istantanea della condizione aziendale di realtà zootecniche ricadenti all'interno della provincia di Verona per comprendere: *i*) quale sia il livello di innovazione tecnologica considerata dagli allevatori, *ii*) quali siano i criteri presi in considerazione nelle scelte di gestione aziendale e *iii*) quali siano i principali vantaggi/svantaggi che spingono l'allevatore ad affidarsi o meno alle nuove tecnologie.

Lo studio offre inoltre una prima comparazione con quanto riscontrato in parallele indagini svolte per le province di Vicenza, Padova e Cremona al fine di valutare e confrontare i criteri e le priorità da parte degli allevatori in un'ottica di possibile investimento in nuove tecnologie.

4. MATERIALI E METODI

4.1 Svolgimento dell'indagine

La raccolta dei dati è stata effettuata da settembre del 2017 a dicembre del 2018 presso aziende di allevamento di vacche da latte situate in provincia di Verona, costituite, per la maggior parte, da bovine di razza Frisona. Le informazioni sono state raccolte grazie ad un'indagine effettuata tramite questionari sottoposti a 50 allevatori.

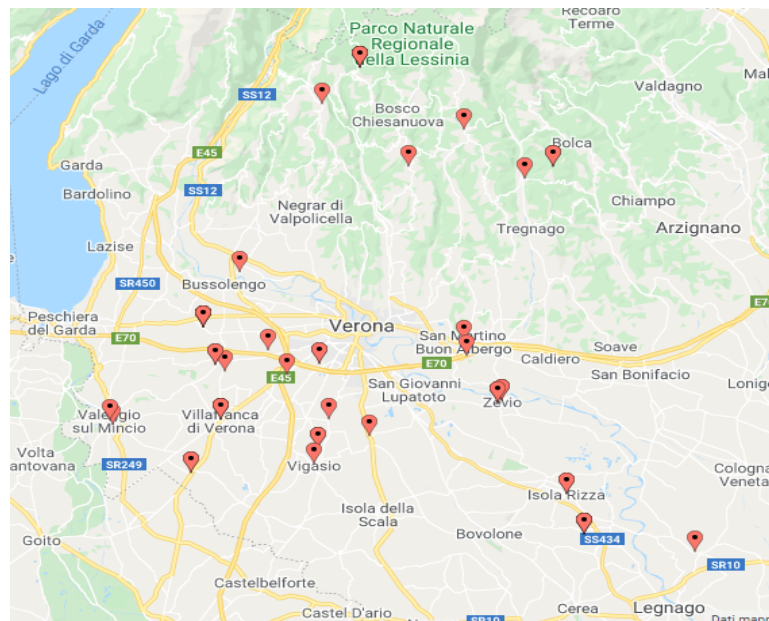


Figura 17: Distribuzione geografica delle aziende zootecniche intervistate

4.2 Struttura del questionario

Il Questionario, redatto per finalità di ricerca scientifica ed è suddiviso in 5 sezioni:

- *Informazioni generali dell'intervistato e dell'azienda:* in questa parte vengono richieste informazioni generiche sull'intervistato (età, grado di istruzione e l'utilizzo di internet per il lavoro in azienda) e inerenti all'azienda (SAU, numero di dipendenti se presenti, produzione media annua di latte per capo, dimensione dell'allevamento, se vi sono altre attività svolte all'interno dell'azienda e se vi sono dei progetti riguardo la crescita o diminuzione della mandria).
- *Innovazioni in ambito zootecnico:* in questa sezione le domande riguardano la situazione economica del mercato, la conoscenza delle tecnologie oggi disponibili e il potenziale interesse dell'allevatore all'acquisto. In primis, si è chiesto cosa è necessario, secondo l'intervistato, per

massimizzare i redditi aziendali scegliendo tra quattro opzioni: riduzione dei costi della manodopera e della gestione, riduzione dei costi di alimentazione, aumento delle qualità delle produzioni e riduzione della burocrazia. Viene poi presentata una lista di innovazioni all'intervistato che deve essere compilata indicando se queste sono già presenti in azienda, se interessano o meno ad oggi e/o fra cinque anni. Si deve inoltre specificare con un valore da 1 (poco importante) a 5 (molto importante) in quali aree della sua azienda ritiene necessario intervenire con degli investimenti in nuove tecnologie (strutture, controllo ambientale, mungitura, alimentazione, asportazione reflui, identificazione animale e assetto energetico) e quali criteri utilizza durante la valutazione dell'acquisto di tecnologie innovative (rapporto costo/beneficio, semplicità utilizzo, opinioni e giudizi di terze persone, compatibilità con sistemi già esistenti in azienda, disponibilità di assistenza tecnica locale e tempo richiesto per l'effettivo impiego della tecnologia).

- *Innovazioni e benessere animale*: in questo campo l'allevatore indica con un valore da 1 a 5 il rapporto tra benessere animale e innovazioni. Nella prima domanda viene chiesto quali sono le rilevazioni che potrebbero migliorare l'efficacia del controllo del benessere (pulizia corporea, body condition score, locomotion score e alterazioni del mantello) e quali tecnologie potrebbero avere una maggiore azione su di esso (robot di mungitura, alimentazione robotizzata, raschiatori automatici, controllo ambientale e sistemi di gestione informatizzata della mandria).

- *Mungitura*: in questa sezione vengono chieste informazioni riguardanti la mungitura e su come essa viene effettuata (tipologia di sala, anno di installazione della stessa e modifiche o ampliamenti futuri dell'impianto presente in azienda). Viene poi proposta una lista di tecnologie accessorie dei sistemi di mungitura (identificazione automatica dell'animale, stacco e disinfezione automatica dei gruppi mungitori, dipping automatico, lattometri, misurazione della conducibilità del latte, cellule somatiche, grasso, proteine, sala d'attesa, spingi vacche automatico, mungitura per singolo quarto e programmi di gestione della mandria) a cui rispondere se queste sono presenti in azienda e, in caso non siano presenti, dare un valore di importanza da 1 a 5. Con lo stesso approccio viene chiesto di dare una valutazione su quali sono gli aspetti (comfort e sicurezza dell'operatore, monitoraggio vacche, qualità del latte, salute degli animali e risparmio di tempo e manodopera) che necessitano di un miglioramento nell'azienda, nel caso in cui si modificasse attrezzatura o tecnologia.

- *Mungitura robotizzata*: nel caso in cui l'allevamento presenti un impianto di mungitura robotizzato vi è una sezione in cui vengono richieste le sue specifiche generali (anno di installazione, numero di unità presenti), gestionali (motivazioni che hanno spinto ad adottare questo tipo di sistema, tipologia di traffico all'interno della stalla, se ci sono stati cambiamenti

strutturali dovuti al cambio di impianto, tempo di adattamento della mandria alla nuova realtà) e tecniche (informazioni riguardanti variazioni quantitative e qualitative delle produzioni di latte, tempo dedicato alla lettura dei dati registrati dal robot e frequenza degli interventi di manutenzione dell'impianto).

4.3 Dati rilevati

Il punto di partenza sono quei dati che individuano il tipo di approccio alle tecnologie, l'interesse nei confronti di esse e, nel caso di acquisto, quali aree dell'azienda necessitano maggiormente di un rinnovamento tecnologico (valutazione dell'acquisto di tecnologie innovative e quali aree della sua azienda sarebbe necessario intervenire con degli investimenti in nuove tecnologie).

Importante è anche capire il grado di avanzamento tecnologico attuale e il modo in cui gli allevatori vedono la loro azienda negli anni avvenire, così da avere un'idea di quali tecnologie risultino più utili in un'ottica di ampliamento o miglioramento della propria impresa e quali invece vengano escluse.

La sezione riguardante il benessere animale fornisce una visione di come si sviluppa, se adottate, il rapporto tra innovazioni e benessere nelle realtà zootecniche prese in considerazione. Si indaga su quale sia l'opinione dell'allevatore riguardo le varie rilevazioni necessarie, se sia utile affiancarle con degli strumenti o dei sistemi innovativi e quanto questi possano influire sul controllo della mandria e sul suo monitoraggio.

Nella parte riguardante la mungitura all'intervistato viene chiesto di indicare specificatamente le informazioni sul suo impianto di mungitura per comprendere come essa si svolge e come l'allevatore vuole programmare il suo futuro.

5. RISULTATI

5.1 Informazioni generali dell'intervistato

Tutti gli allevatori campionati lavorano in allevamento a tempo pieno. L'età media è di 43 anni, con un minimo di 25 anni e un massimo di 63, e il 28% degli intervistati ha un'età compresa tra 50 e 60 anni. Il campione però comprende anche un buon numero di giovani, poiché il 64% degli allevatori ha meno di 50 anni (Figura 18).

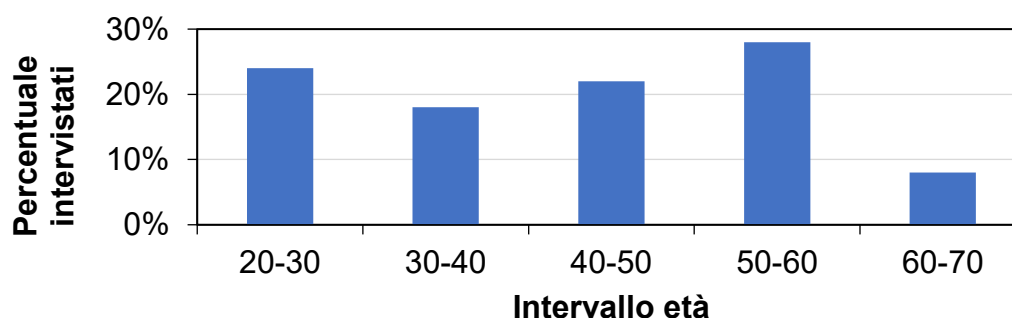


Figura 18: Distribuzione percentuale degli allevatori per intervalli di età

Dai dati raccolti si registra che il 94% degli intervistati utilizza internet per finalità lavorative, e, di questi, il 38% utilizza anche specifiche applicazioni su smartphone per un controllo più celere di aspetti aziendali.

Il 60% degli allevamenti non ha avuto evoluzioni nel numero di vacche allevate e il 66% ritiene che non avrà alcun aumento/riduzione di bovini allevati nei prossimi 5 anni. Un altro 20% ha indicato invece che probabilmente avrà un aumento degli animali della mandria e il restante 14%, invece, vorrebbe ridurre il numero di capi. Quest'ultima fascia comprende sia allevatori che stanno adattando la mandria al robot che allevatori che si ritrovano a ridurre il numero per investimenti sbagliati.

Il campione contiene allevamenti che presentano un numero di vacche in lattazione minimo di 20 capi fino ad un massimo di 520. La media è di 87 bovine, ad indicare che la provincia di Verona presenta per la maggior parte aziende medio-piccole. La superficie aziendale, così come i valori precedenti, ha fornito dati molto variabili, con un minimo di 8 ha e un massimo di 200 ha e una media di 44 ha per allevamento. Il 36% degli allevamenti possiede anche attività esterne come coltivazioni a pieno campo o agriturismi e caseifici.

Per quanto riguarda le produzioni di latte per capo, la media annuale (kg/305 giorni) è di 10.784 kg/305 giorni (Tabella 3).

	Età intervistato	Superficie aziendale - SAU (ha)	Numero di vacche in lattazione	Produzione media annua di latte capo (kg/305)
MIN	25	8	20	6.000
MAX	63	200	520	13.500
MEDIA	43	44	87	10.784
Coeff. Var	0,28	0,81	0,89	0,16
MODA	27	30	70	9.000

Tabella 3 Età dell'intervistato, SAU, mandria e produzione capo anno del campione considerato

5.2 Innovazioni e criteri di scelta aziendale

Dall'indagine è emerso che ogni allevatore presenta diversi criteri di valutazione che influiscono sulle scelte di gestione e sviluppo aziendale. La domanda posta riguardo a quali fossero gli ambiti aziendali che più necessitano dell'introduzione della tecnologia ha aiutato a delineare quali siano possibili investimenti che gli allevatori sarebbero disposti ad effettuare (Figura 19).

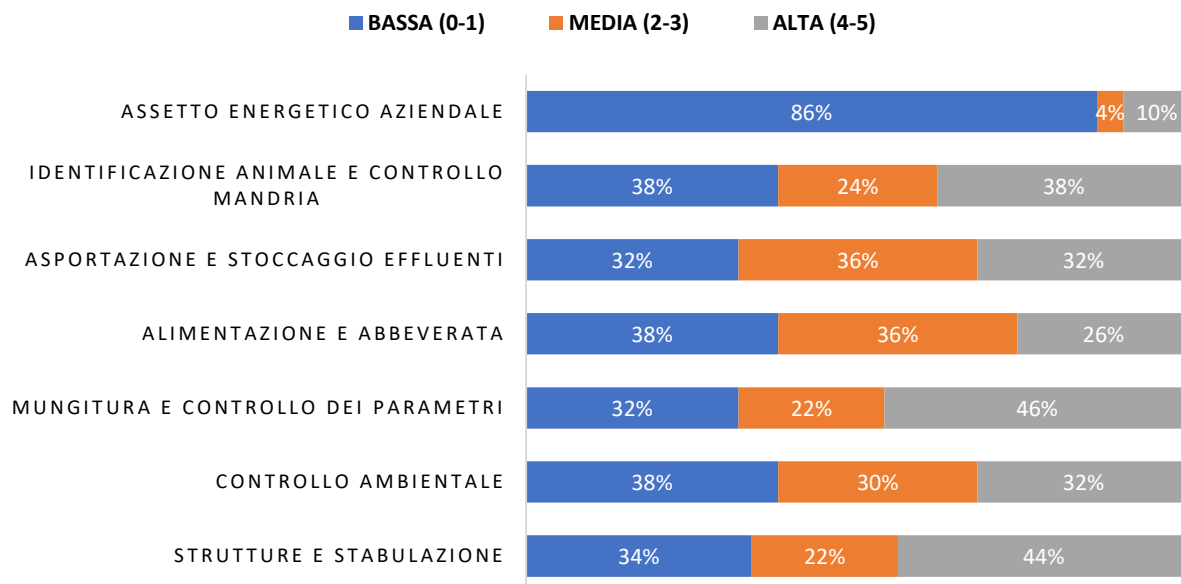


Figura 19: Grafico sulle priorità d'investimento in nuove tecnologie a livello aziendale

Dai risultati raccolti è emerso che nessuna area di investimento ha ottenuto una netta priorità rispetto alle altre (valore massimo 46%). In spiegazione a questi dati alcuni allevatori hanno riferito di non ritenere necessario un miglioramento e/o rinnovo degli ambienti; altri invece

hanno riportato un interesse per un rinnovamento degli spazi delle stalle senza però considerare i sistemi di raschiatura automatica o semiautomatica come elemento prioritario.

Rimanendo sullo stesso quesito, analizzando priorità medio e alta insieme, troviamo che i risultati con percentuali più elevate sono rappresentati da: mungitura e raccolta/stoccaggio degli effluenti zootecnici (entrambi al 68%), seguiti poi da strutture e stabulazione (66%), controllo ambientale (62%), controllo della mandria (62%) e alimentazione e abbeverata (62%).

Unico ambito che ha raccolto un consenso meno eterogeneo è rappresentato dal possibile intervento sull'assetto energetico aziendale, ritenuto dall'86% degli allevatori un ambito in cui gli investimenti non sono necessari per un mancato ritorno economico. Il 10% invece l'ha definita come un investimento importante che si protrae negli anni e fornisce un grande risparmio energetico se collegato ad un piano di gestione aziendale.

Passando ad analizzare i criteri di valutazione per l'acquisto e il rinnovamento aziendale i dati estratti dai questionari hanno fornito evidenze più chiare e definite (Figura 20).

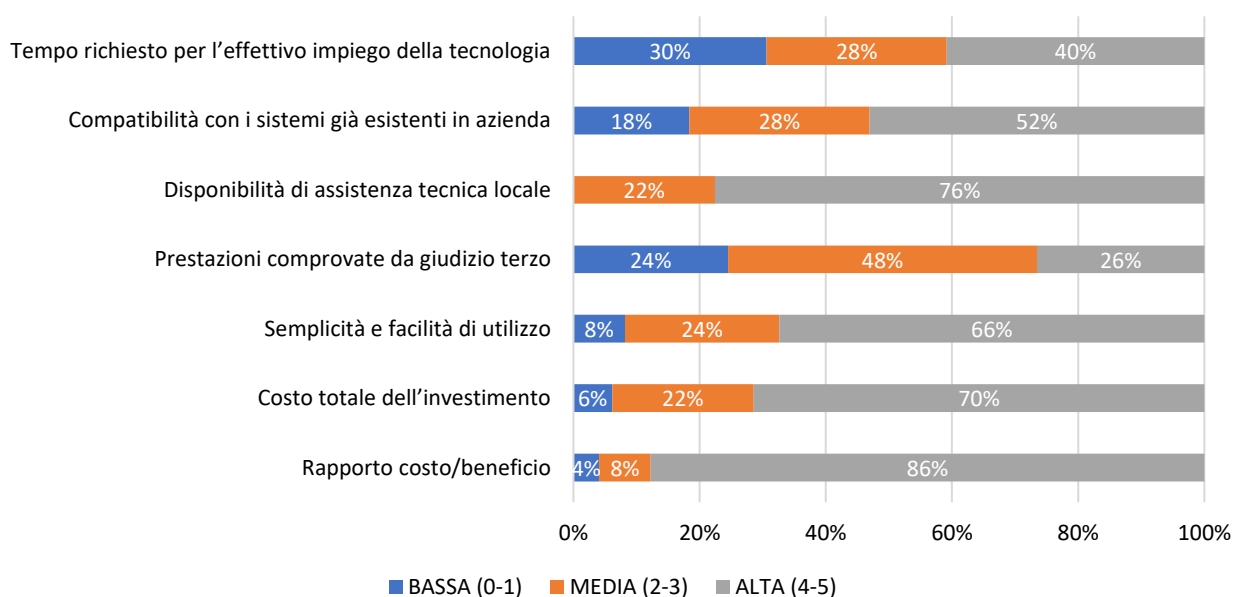


Figura 20: Grafico sulle aree prioritarie su cui investire in azienda

La disponibilità di assistenza locale (76%) e il rapporto costo/beneficio (86%) sono i criteri ritenuti di maggiore importanza. Segue al 70% e al 66% di alta priorità rispettivamente il costo totale dell'investimento e la semplicità di utilizzo.

La categoria ritenuta meno importante (26%) è quella delle “prestazioni comprovate da giudizio terzo”, tuttavia, i risultati includono anche un 48% di media priorità per quanto riguarda questo criterio di valutazione.

Per quanto riguarda il tempo effettivo di utilizzo della tecnologia, il risultato è stato molto variabile (30% bassa, 30% media, 40% alta), evidenziando una chiara soggettività di valutazione.

Il 52% degli allevatori afferma inoltre che la compatibilità con le strutture e le attrezzature già presenti in azienda è un fattore ad alta importanza, mentre il 28% afferma che è mediamente importante. Il restante 20% invece non lo ritiene importante e comprende realtà aziendali che hanno effettuato cambiamenti alle strutture senza badare a come erano in precedenza.

5.3 Livello tecnologico nelle aziende campionate

Ogni azienda è stata valutata dal punto di vista tecnologico, attuale (Fig 21) e futuro (Fig 22).

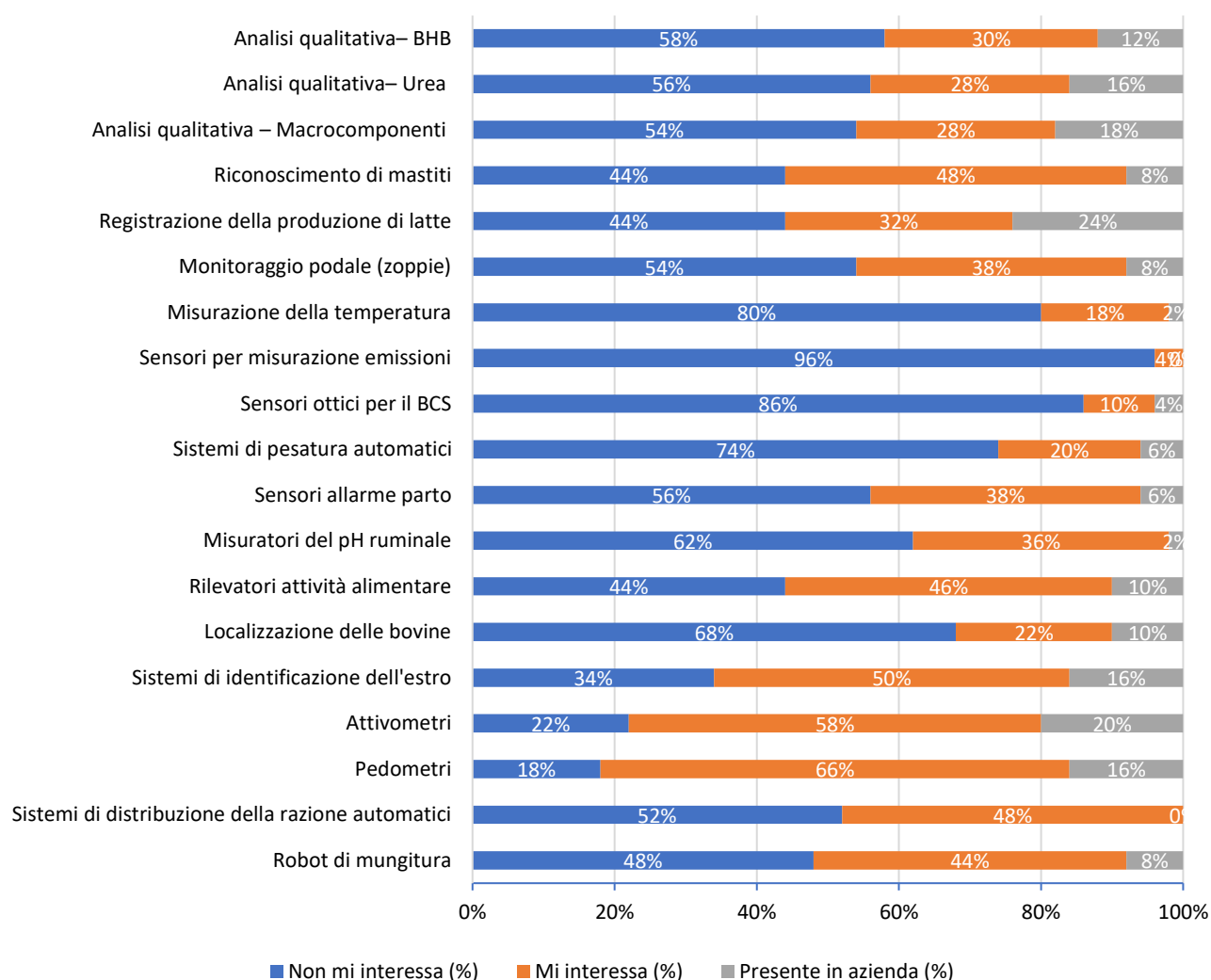


Figura 21: Grafico rappresentante il livello tecnologico attuale

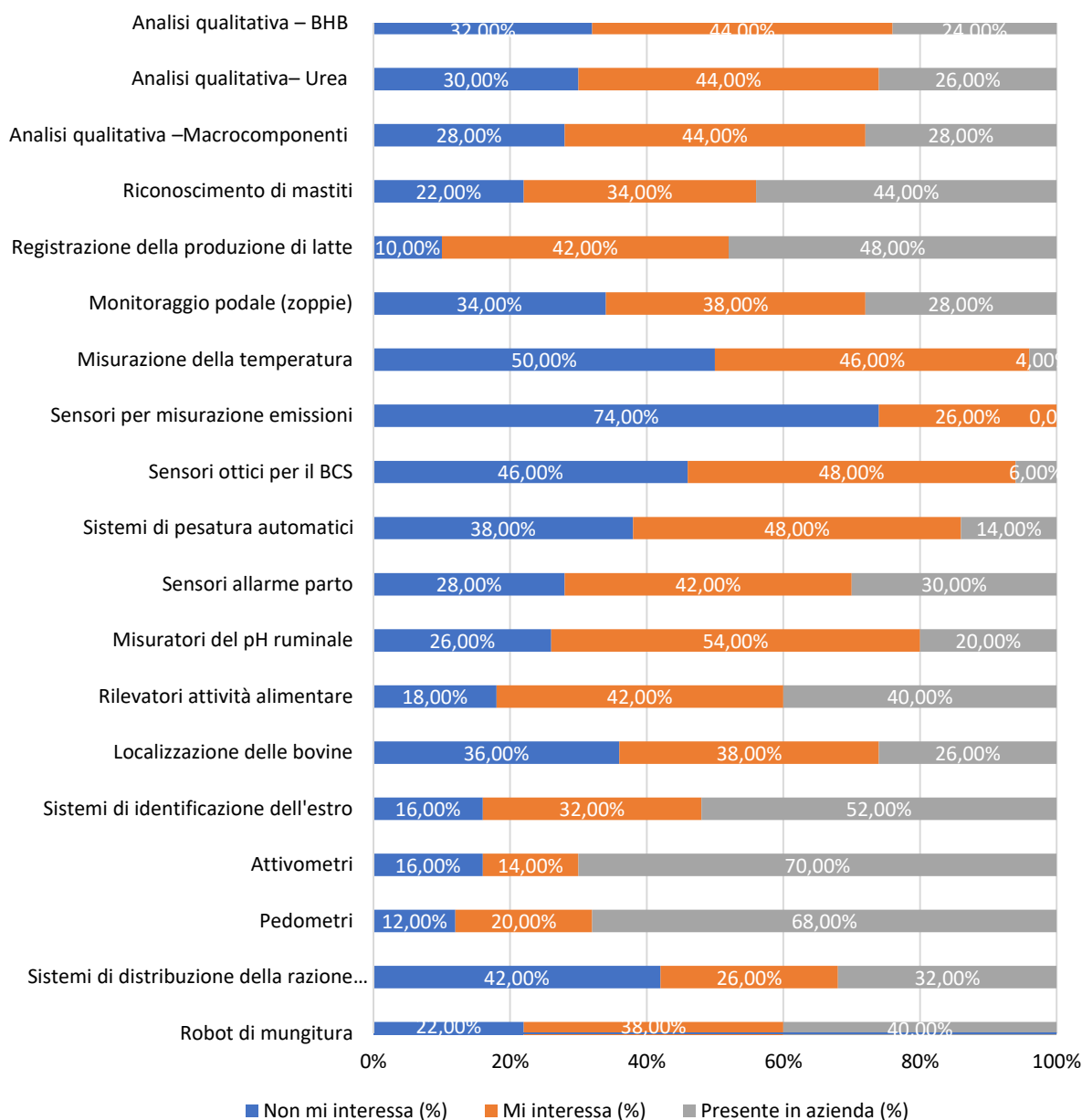


Figura 22: Grafico rappresentante il livello tecnologico tra 5 anni

I grafici mostrano come il 32% degli intervistati preveda di acquistare un AMS entro i prossimi 5 anni. Se così fosse si passerebbe da un 8% di attuale presenza ad un 40%, con un aumento di 5 volte rispetto alla situazione attuale (4 unità nel 2018, 20 unità potenziali nel 2023). Anche il numero di allevatori non interessati con il passare degli anni dovrebbe diminuire, passando dal 48% al 22%. Gli allevatori non interessati all'acquisto di queste nuove tecnologie hanno giustificato con motivazioni perlopiù economiche e di natura gestionale, come la quasi certa cessione dell'attività nel prossimo futuro per motivi anagrafici o di mercato.

Il campione intervistato non presenta in azienda sistemi di razionamento e alimentazione automatici e l'interesse verso questa tecnologia non è molto elevato (48%) tanto che il 52% non

lo prende nemmeno in considerazione. Tuttavia, un 32% degli intervistati afferma che installerà degli impianti di distribuzione automatici in un prossimo futuro.

Pedometri e attivometri sono già presenti nel 20% del campione intervistato con una crescita “futura” del 50% circa per entrambi. Ad oggi, il 60% degli intervistati sono interessati ad acquistarli e solo il 20% non lo è.

Per quanto riguarda i sistemi di identificazione della fase di estro solo il 16% li sta utilizzando a livello aziendale, però il 50% del campione è interessato. Nel futuro prossimo il numero di tecnologie per la rilevazione dell'estro potrà raggiungere il 52%.

I sistemi per la localizzazione delle bovine sono presenti nel 10% delle stalle del campione intervistato. Questa percentuale potrebbe raggiungere il 26% in quanto un 16% di allevatori che ad oggi non li possiedono si dice interessato all'acquisto nei prossimi anni. Il 22% degli allevatori si mostra interessato ad essi con un probabile aumento futuro fino al 38%. Dal questionario è emerso che, come questa tecnologia, anche altre non vengono prese in considerazione dagli allevatori: misuratori del PH ruminale, sensori di allarme parto, sistemi di pesatura automatici, sensori per la misurazione del BCS, sensori per le emissioni di CH₄ e sensori della misurazione della temperatura e frequenze cardiaca e respiratoria. Attualmente queste innovazioni hanno percentuali di “non interesse” molto importanti che vanno dal 60% al 96% delle risposte. La tecnologia che ha avuto una percentuale di interesse più bassa è la rilevazione delle emissioni in stalla che vede un aumento di interesse nei cinque anni che seguiranno del 22%. Nel prossimo futuro invece i rilevatori di attività alimentare sembrano avere un discreto interesse, con un aumento del 30%. Le motivazioni sono dovute all'idea che queste possano essere rimpiazzate da visite veterinarie oppure dalla rilevazione delle fasi di estro eseguita manualmente/direttamente dall'allevatore.

La registrazione della produzione di latte vede oggi una presenza nel 24% delle aziende campionate ma si potrebbe arrivare al 48% nel prossimo futuro. Il tasso di interesse è attualmente al 32% e potrebbe raggiungere il 42%.

Il riconoscimento delle mastiti è importante per gli allevatori e i risultati lo hanno confermato con un 48% di interesse attuale che si trasformerà, potenzialmente, in un 44% di presenza in azienda nel 2023. Il tasso attuale di installazioni presenti non è alto (8%), ma gli intervistati si dicono molto propensi all'acquisto.

Le diverse analisi qualitative del latte sono presenti in media nel 15% delle aziende e circa il 30% è interessato a tale tecnologia. Tra 5 anni, inoltre, si raggiungeranno ipoteticamente percentuali di presenza più alte, 28% per i macro-componenti, 26% per l'urea e 24% per il BHB o Progesterone, mentre l'interesse si alzerà al 44% per ognuna di esse.

5.4 Livello tecnologico e benessere animale

Per il campione intervistato, i punti chiave per un efficace controllo del benessere sono il Locomotion Score/rilevazione di zoppie (56%) e la pulizia corporea (54%) (Figura 23). Secondo gli allevatori intervistati mantenere sotto controllo il movimento delle vacche associato ad una rilevazione continua dello stato di pulizia delle vacche è cruciale per ottenere un elevato livello di benessere. Alcuni degli intervistati hanno già investito dotandosi di sistemi di pulizia avanzati, come i robotic scraper, e di rilevatori della movimentazione, come i pedometri. Se aggiungiamo alle precedenti statistiche anche le scelte a media priorità otteniamo un tasso dell'82% per quanto riguarda la pulizia corporea e dell'88% per il locomotion score. Il BCS invece ha riscontrato un alto numero di responsi a media priorità con un 48%, mentre il 32% lo ritiene ad alta priorità. Questo è dato dal fatto che il livello di efficienza della razione è spesso associato alle produzioni di latte dell'animale e non al suo body condition score. Il monitoraggio delle alterazioni del mantello e dei gonfiori e delle lesioni podali, invece, non viene considerato come un punto chiave per il benessere; infatti, il 50% del campione lo ritiene di bassa importanza, un 16% mediamente importante e il 34% di alta priorità. Questo può essere dato dal fatto che l'allevatore non si concentra sul visionare pelo o arti, ma si sofferma generalmente su come una vacca si muove o si siede nelle cuccette, movimenti inusuali sono spesso indice di zoppie o gonfiori podali.

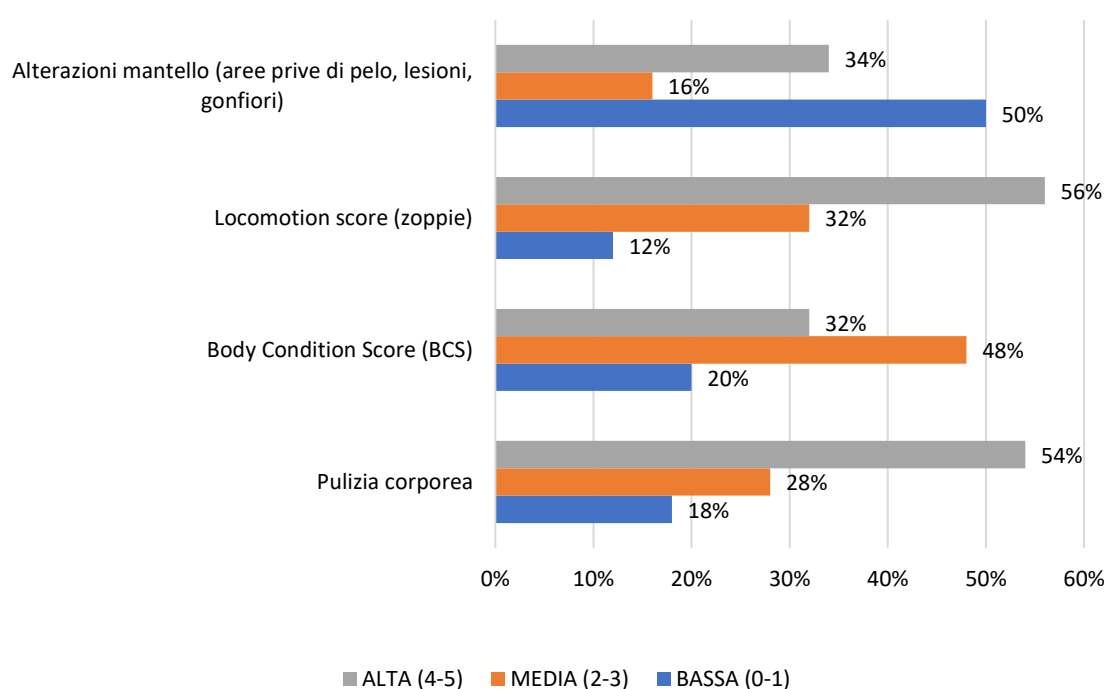


Figura 23: Grafico sulle rilevazioni prioritarie per un buon livello di benessere

Secondo gli allevatori intervistati le tecnologie che possono fornire aiuto nel controllo del benessere animale (Figura 24) sono: 76% il controllo ambientale tramite impianti di ventilazione e ricircolo di aria (solo il 2% lo ritiene a bassa priorità); 70% i sistemi informatizzati di gestione della mandria (24% di priorità media e solo il 6% bassa priorità); 60% il robot di mungitura ed infine 52% i raschiatori automatici (il 38% li ha considerati mediamente importanti e il restante 10% a bassa priorità).

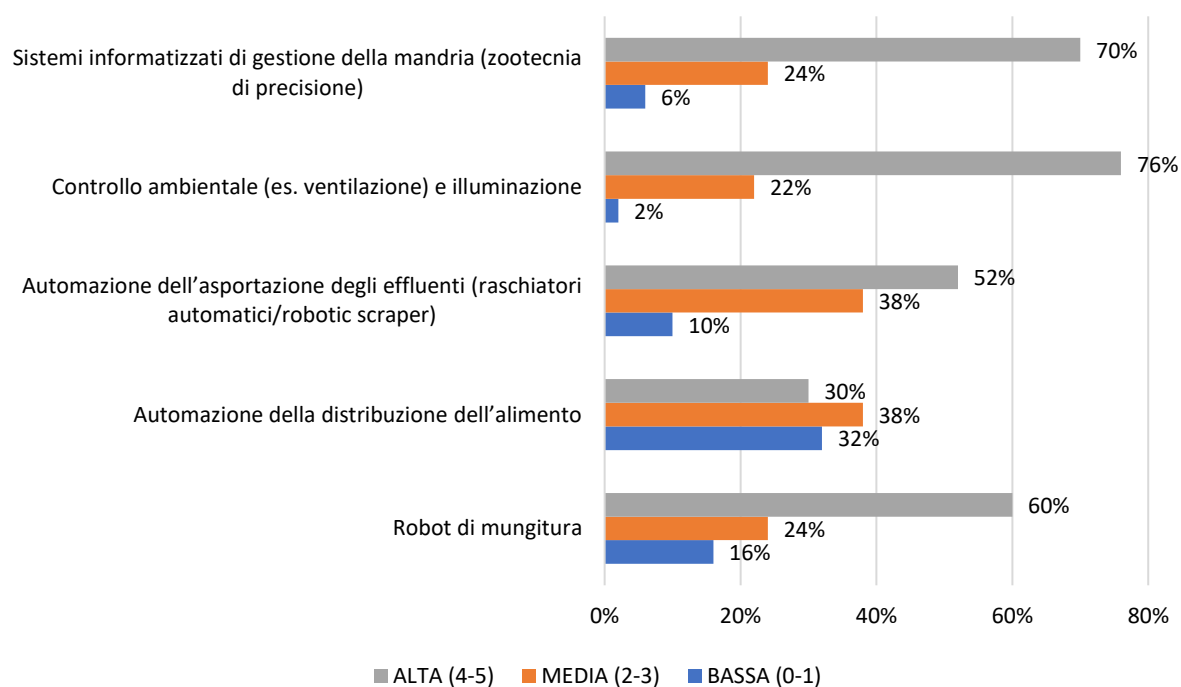


Figura 24: Grafico sulle innovazioni che portano maggior aiuto al benessere animale

5.5 Livello tecnologico e sistemi di mungitura

Dal momento che i sistemi di mungitura possono avere diverse funzionalità, il questionario somministrato agli allevatori ha indagato la presenza o meno di strumenti “accessori” (Grafico 14).

Gli strumenti più installati sono risultati lo stacco automatico dei gruppi mungitori (63%) e la sala d’attesa (58%). A seguire i misuratori del latte con il 46% di utilizzo, strumento molto utile per raccogliere dati giornalieri delle produzioni e dell’andamento della curva di lattazione delle bovine. A percentuali più basse troviamo i programmi di gestione della mandria (22%), la misurazione della conducibilità del latte (20%) e la disinfezione automatica dei gruppi mungitori (22%). Queste tecnologie vengono prese in considerazione dagli allevatori, ma per esigenze economiche e strutturali non le ritengono prioritarie di acquisto.

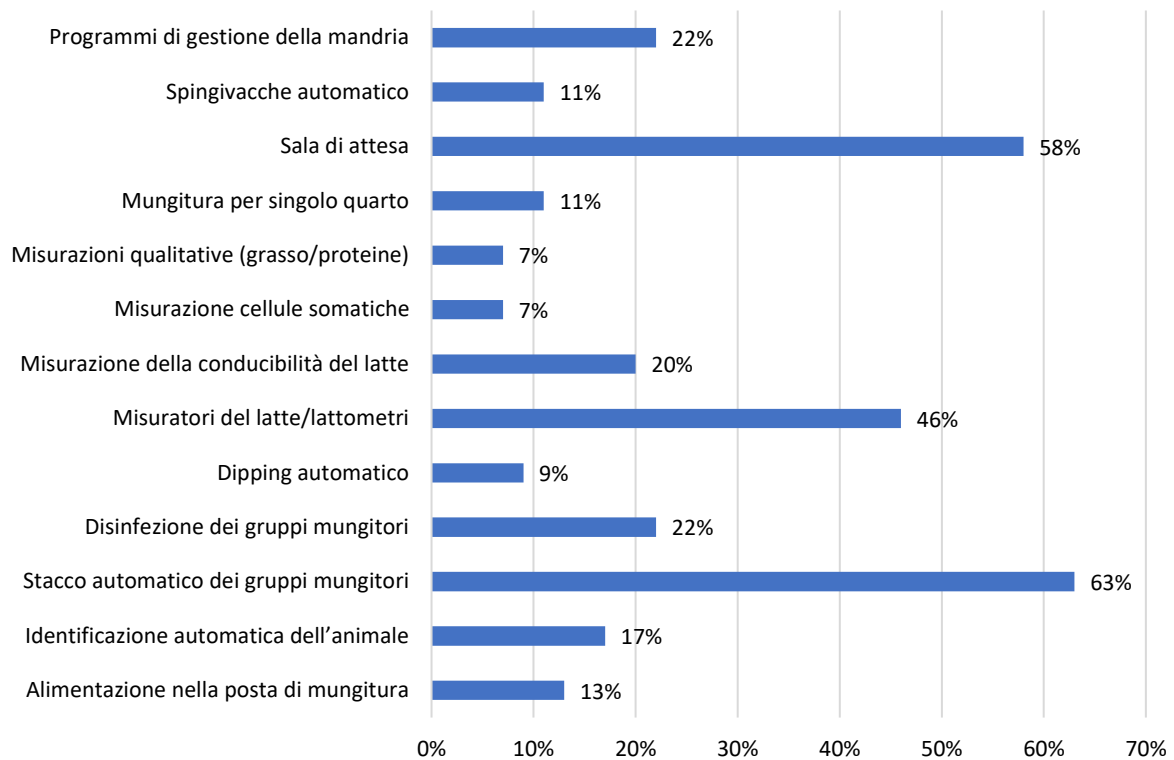


Figura 25: Grafico rappresentante la presenza degli strumenti che si aggiungono all'impianto di mungitura

Al di sotto del 20% troviamo quelle tecnologie che vengono viste come certamente utili, ma non fondamentali. Tale aspetto è dimostrato dal fatto che ad oggi solo alcuni allevatori le utilizzano attivamente mentre per molti altri non è previsto nemmeno un acquisto futuro.

Ad esempio, dalle risposte degli allevatori emerge che lo spingivacche automatico (presente per l'11% degli intervistati) viene ritenuto utile, ma sostituibile tramite l'uso di cancelli rimovibili e la gestione manuale del traffico delle bovine prima della mungitura.

Le misurazioni qualitative (presenti al 7%) e delle cellule somatiche (presenti al 7%) presentano un basso interesse poiché, come spiegato dagli intervistati, in provincia di Verona vengono eseguiti i controlli funzionali mensili tramite l'APA, associazione provinciale che dà agli associati la possibilità di avere test del latte per singola vacca.

Dalla Figura 26 emerge come ogni strumento/tecnologia installabile sull'impianto di mungitura presenti un'importanza diversa per ogni allevatore, soprattutto in ottica di acquisto futuro. Le più rilevanti sono la disinfezione automatica dei gruppi mungitori (considerata ad alta priorità per il 52%) e la misurazione delle cellule somatiche (considerata ad alta priorità per il 50%), tecnologie che al momento non sono presenti in molti allevamenti, ma ritenute importanti per un acquisto futuro.

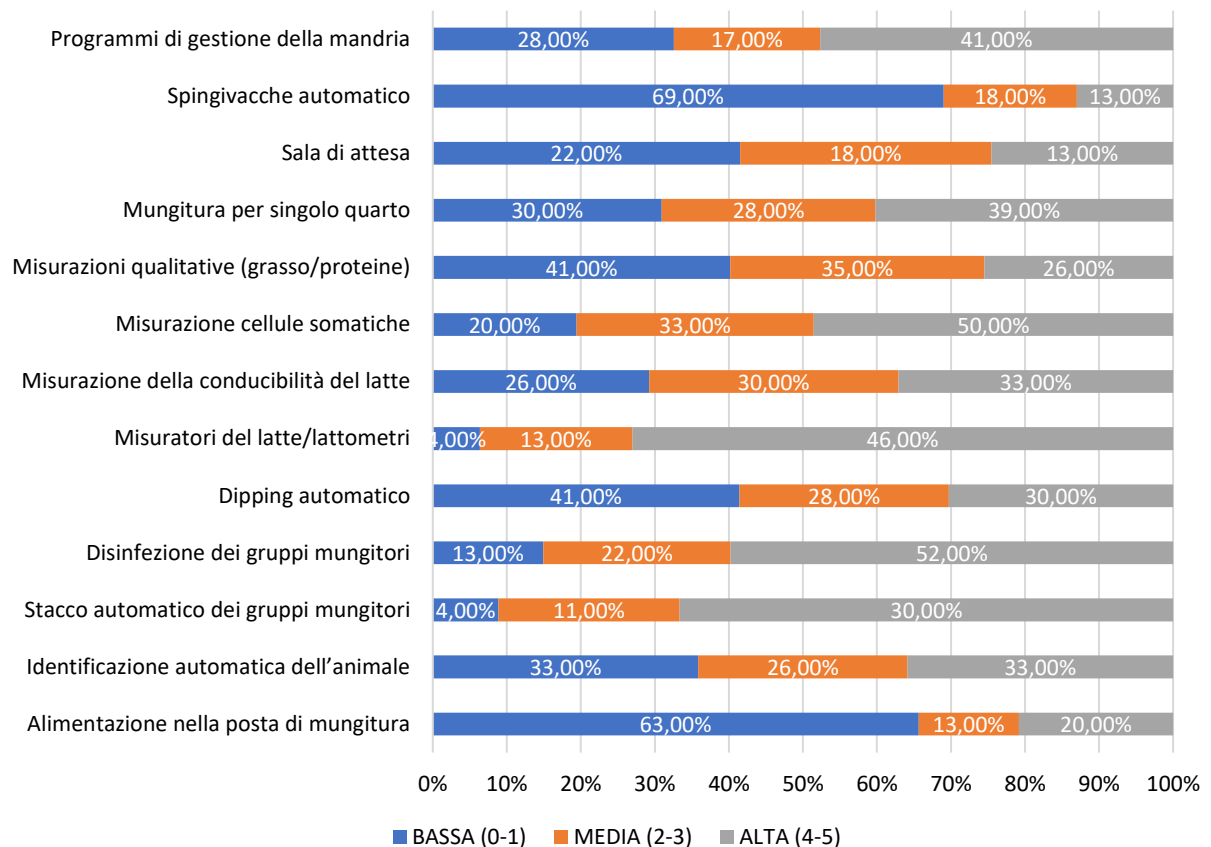


Figura 26: Importanza delle varie tecnologie installabili sull'impianto di mungitura

L'interesse verso la misurazione delle cellule somatiche e la disinfezione dei gruppi mungitori indica un'attenzione dell'allevatore per la pulizia e il benessere dell'animale, confermando quindi i contenuti del paragrafo precedente.

I misuratori del latte sono riconosciuti dal 46% degli allevatori importanti in un'ottica di acquisto futuro, mediamente importanti dal 13% degli intervistati. Ugualmente i programmi di gestione della mandria registrano un 41% di "alta importanza". A seguire una mungitura per singolo quarto con il 39% delle preferenze ad alta priorità e un 28% di media priorità.

Alcune tecnologie hanno riscontrato pareri discordanti tra gli intervistati: il dipping automatico registra un 41% di bassa priorità ma anche un 30% di alta priorità e 28% di media priorità; l'identificazione automatica dell'animale con il 33% di alta e bassa priorità; infine, le misurazioni qualitative del latte con un 41% di bassa priorità, ma con media e alta priorità del 61% totale.

Per quanto riguarda le aree adibite alla mungitura (Figura 27) nessuna di quelle presentate ha presentato un tasso di interesse inferiore al 53%. Il maggior numero di scelte ad alta priorità è stato ricevuto dalle categorie del questionario inerenti al risparmio del tempo e della manodopera (alta priorità per l'80% degli intervistati) e al miglioramento della salute degli

animali (alta priorità per il 73% degli intervistati), il quale ha anche ricevuto il minor numero di scelte a bassa priorità (9% degli intervistati).

Altri fattori che secondo il campione intervistato necessitano di un miglioramento sono il monitoraggio delle vacche e la qualità del latte, rispettivamente al 69% e 64% di alta priorità.

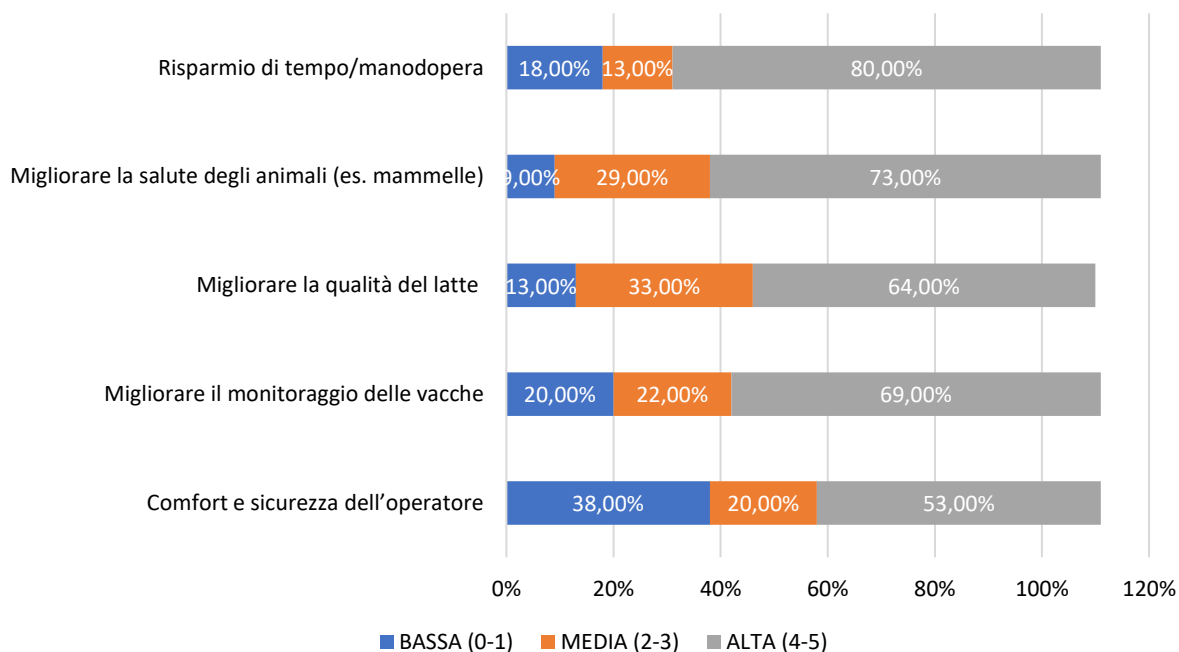


Figura 27: Aspetti necessari per importanza per il miglioramento dell'azienda

6. DISCUSSIONE

Il campione analizzato ha dato risposte positive riguardo l'applicazione di sistemi innovativi, rimarcando come le tecnologie possano rappresentare un importante strumento per il futuro dell'allevamento da latte veronese.

Sistemi di controllo della mandria come pedometri ed attivometri sono ormai conosciuti a livello aziendale e nei prossimi anni molti allevatori intervistati procederanno ad installarli. Gli ambiti di intervento più importanti per gli intervistati sono le strutture di allevamento, il controllo ambientale, la pulizia degli ambienti e la salute degli animali. In essi gli allevatori vedono un modo concreto per migliorare la produzione delle loro mandrie, senza abbassare il livello di benessere.

Il risparmio è il punto chiave di ogni realtà aziendale intervistata, che sia esso dovuto ad una miglior gestione dei tempi di lavoro o ad un minor spreco di risorse. Per questo, tra i criteri di scelta per l'acquisto di nuove tecnologie, spicca il rapporto costo/beneficio, che per gli allevatori è importante per valutare pregi e difetti prima di ogni acquisto e quanto questo possa aiutare l'azienda. Altri criteri prioritari sono l'assistenza tecnica locale e la facilità di utilizzo delle tecnologie, le quali, risultano fondamentali se si vuole avere meno interruzioni durante le ore di lavoro. Per il campione analizzato, la voce "costo totale dell'investimento" è rimasta in secondo piano, privilegiando aspetti che portano un risparmio nel tempo, rispetto ad uno immediato.

La dotazione tecnologica nelle aziende campionate non è risultata essere omogenea e ognuna ha le sue caratteristiche che hanno portato a diversi investimenti nel tempo. Alcune grandi aziende presentano uno sviluppo tecnologico molto avanzato con rilevatori di vario tipo (pedometri, lattometri e sistemi di monitoraggio delle zoppie tramite locomotion score). Mentre aziende più piccole si basano ad analisi programmate (associazioni provinciali per le analisi del latte) e ad un controllo essenzialmente manuale per quanto riguarda lesioni e zoppie.

Il monitoraggio delle condizioni ambientali tramite sistemi di ventilazione è invece molto sviluppato, con numerose aziende che hanno rinnovato le loro strutture e i loro impianti di ventilazione. Insieme ad essi anche i sistemi di rimozione delle deiezioni sono avanzati, in pochissimi adottano ancora la pulizia manuale e preferiscono affidarsi ad un sistema semi-automatico di raschiatura delle aree più importanti della stalla. Ancora pochi sono i casi di applicazione di robotic scraper, in quanto solo parte degli allevatori intervistati sono convinti della loro efficacia.

Per quanto riguarda i sistemi informatizzati della mandria il campione ha risposto in modo molto positivo, definendolo una priorità per il benessere animale. L'affidabilità della sensoristica è uno dei motivi principali, dal momento che gli allevatori si sentono più sicuri avendo questo occhio in più che segue gli animali con minuziosità insieme a loro.

Il benessere animale è un fattore chiave nell'allevamento delle bovine da latte, grazie ad esso si possono ottenere molti vantaggi economici e la mandria può avere meno problematiche di salute. Le tecnologie vengono in aiuto all'allevatore, poiché possono facilitare il controllo dei vari parametri legati al benessere, tra cui il controllo del BCS, il quale indica se l'alimentazione è adeguata alle esigenze. La pulizia corporea e l'identificazione di lesioni o perdite di pelo può aiutare a capire il livello di pulizia degli ambienti, dando un input su quali aree della stalla intervenire. La registrazione della produzione di latte e il riconoscimento delle mastiti sono due procedure importanti sia per il controllo del bestiame che dei singoli capi: aiutano a comprendere come si stia svolgendo la mungitura e grazie ad esse l'allevatore può rilevare in anticipo problemi e infezioni.

Bisogna però ricordare che le tecnologie non possono operare da sole, necessitano di operatori che prestino attenzione ai loro report e che qualcuno intervenga nelle situazioni di difficoltà. Proprio per queste motivazioni le tecnologie elencate non vengono applicate in molte realtà e la loro presenza è ad oggi ancora scarsa. Questo deriva dal fatto che la maggior parte delle aziende intervistate non ne ricaverebbe un beneficio tangibile per la ridotta dimensione della mandria e perciò preferisce non adottare tecnologie.

In generale, si può confermare che il risparmio di tempo e di manodopera presenti grande importanza per una questione puramente economica e gestionale, mentre il miglioramento della salute degli animali indica che l'allevatore vuole ulteriormente migliorare il proprio allevamento.

Per la fase di mungitura gli allevatori riconoscono negli AMS un ottimo sistema di gestione della mandria. Spesso questi ultimi vengono associati ad altre tecnologie come i pedometri o gli attivometri, diventando per gli allevatori motivo di sicurezza ed efficacia. Il beneficio che possono apportare alle aziende viene, a primo impatto, quantificato dal tempo che potrebbe far loro risparmiare nella gestione della mandria e dal benessere che potrebbe portare alle bovine. La scelta di installazione di un robot di mungitura però è vincolata alla realtà aziendale e alle sue peculiarità tecnico-economiche, e, come detto in precedenza, il campione intervistato contesti aziendali molto diversi tra loro.

I sistemi di mungitura attualmente in uso nelle aziende intervistate sono spesso molto datati con sale di mungitura anche di 30 anni. Mediamente sono impianti installati circa 15 anni e la

struttura più presente è quella a spina di pesce. Vi sono anche esempi di impianti a giostra in aziende con numero di capi superiore ai 200, mentre in altre si opera con mungitura alla posta e lattodotto. Poche sono le applicazioni di robot di mungitura e la maggior parte sono molto recenti, con un'età massima di quattro anni.

6.1 Confronto con le province di Cremona, Vicenza e Padova

Come per la realtà veronese, le due province venete presentano una consistenza media della mandria inferiore alle 100 unità. Cremona (areali Cremasco, Cremonese e Casalasco), invece, presenta una consistenza media di circa 180 capi/mandria.

A livello generale, nella provincia di Cremona i criteri di valutazione dell'acquisto di tecnologie innovative definiti più importanti sono il rapporto costo/beneficio (82.3% molto importante) e la disponibilità di assistenza tecnica locale (73.5% molto importante). A seguire troviamo la semplicità e la facilità di utilizzo (64.2%) e il tempo richiesto per l'effettivo impiego della tecnologia (62.4%). I meno importanti, ovvero quei criteri che hanno ricevuto meno valutazioni di alta priorità, sono la compatibilità con i sistemi già presenti in azienda (52.8%), il costo totale dell'investimento (44.7%) e le prestazioni comprovate da giudizio terzo (37.2%).

Analizzando il trend con la situazione veronese, soprattutto per le aziende con dimensione paragonabile al contesto lombardo, non si riscontrano differenze sostanziali e vengono confermate le scelte che vedono la priorità alle valutazioni costo/beneficio e alla presenza di assistenza tecnica locale. Verona, allo stesso modo, valuta prioritari questi criteri e mette in secondo piano il costo totale dell'investimento, così come Cremona (63,5%).

Nelle province di Vicenza e Padova i valori sono simili per quanto riguarda i benefici e il risparmio di tempo grazie all'assistenza locale, ma non per il costo totale dell'investimento che ha ottenuto voti di alta importanza pari al 100% degli intervistati a differenza delle altre realtà. Per quanto riguarda la diffusione della tecnologia, la differenza tra le province venete e la realtà cremonese è più marcata. Innovazioni come i sistemi di misurazione delle emissioni, di rilevazione dei parametri fisiologici, della localizzazione delle bovine e della rilevazione del BCS presentano livelli di interesse molto bassi, ma, a differenza di Vicenza, Padova e Verona, solo pedometri, attivometri e la misurazione del latte sono ben presenti nelle aziende cremonesi. Le percentuali per questi dati sono simili per Cremona e Vicenza-Padova, definendo una buona presenza degli attivometri e pedometri, a Cremona rispettivamente 36.7% e 30.8%, a Vicenza e Padova 30% e 36%, mentre a Verona il livello è inferiore con, rispettivamente, 20% e 16%.

Verona a differenza delle altre province presenta quindi uno sviluppo tecnologico inferiore, ma le previsioni di applicazione nel futuro prossimo sono positive.

Considerando i dati derivati da aziende più simili alle province venete, con numero di vacche/mandria inferiore a 100, possono essere prese come studio solo alcune delle tecnologie del questionario, registrazione della produzione di latte, riconoscimento delle mastiti, localizzazione delle bovine, identificazione dell'estro, attivometri e pedometri. In questo caso le percentuali si avvicinano molto al campione di Verona, con bassi numeri applicativi aziendali ma buoni livelli di interesse. Rispetto a Vicenza e Padova invece la crescita tecnologica è contenuta, perché le due realtà venete hanno ottimi valori di presenza. L'esempio più rilevante riguarda la registrazione della produzione di latte, che a Verona raggiunge il 24%, a Cremona il 41.7% e tra Vicenza e Padova invece raggiunge il 94% di presenze nelle aziende. Altro esempio è quello dei pedometri e degli attivometri, che nella realtà di Cremona hanno un valore dell'11.3% e del 15.7%, a Verona del 20% e 16%, mentre tra Vicenza e Padova del 36% e del 30%.

Le altre percentuali, per quanto riguarda la provincia di Cremona, vengono confermato anche nelle aziende con strutture simili a Verona, Vicenza e Padova, con statistiche molto basse nelle aree di localizzazione delle bovine (0.9%), identificazione dell'estro (8.7%) e riconoscimento delle mastiti (9.5%).

7. CONCLUSIONI

L'indagine aziendale sviluppata nell'ambito della presente tesi di laurea ha evidenziato dei risultati molto variabili e talvolta contrastanti. Esempio è proprio la "priorità" allo sviluppo strutturale e degli ambienti, ma fornendo una minore priorità al controllo dei parametri ambientali o di pulizia.

Tra i parametri più strategici al momento della valutazione di un investimento tecnologico è il beneficio che se ne può trarre. I risultati hanno infatti evidenziato che la valutazione dei vantaggi/svantaggi di una tecnologia, associata al costo, rappresenta il principale fattore di propensione (o meno) all'acquisto. Il tempo è un altro fattore molto considerato, in quanto criteri come la possibilità di avere assistenza tecnica locale e la semplicità di utilizzo presentano livelli di priorità molto elevati. A seguire il costo totale dell'ipotetico investimento.

Tra gli allevatori la componente "tempo" ed "economicità" spesso coincidono con le operazioni che si effettuano in ogni area della stalla, a partire dalla mungitura fino ad arrivare alla pulizia degli ambienti. Ad esempio, tecnologie come i raschiatori automatici, la rilevazione delle mastiti vanno contribuiscono a ridurre problematiche relative alla salute, dando all'allevatore meno perdite di tempo e, di conseguenza, anche di denaro. A tal proposito gli allevatori si dicono propensi ad installare nei prossimi anni più tecnologie e aumentare il loro livello di controllo della mandria, che ad oggi non è molto avanzato. In particolare, per gli AMS, il campione intervistato ha segnalato un basso riscontro circa la sua installazione, inoltre, l'interesse futuro non era particolarmente certo e programmato.

Per quanto l'interesse nei confronti delle nuove tecnologie sia molto accentuato, l'avanzamento tecnologico è molto contenuto. Riassumendo le tecnologie più conosciute e più importanti per gli intervistati sono: pedometri e attivometri. Nonostante ciò, le installazioni non sono particolarmente elevate e spesso coincidono con aziende che non effettuano investimenti da molti anni. Questo porta ad un divario tra aziende che sono molto avanzate tecnologicamente e aziende carenti di sistemi innovativi. Nel campione molte delle aziende presentano sistemi con più di dieci anni di età che le rende meno competitive sia dal punto di vista economico che dal punto di vista del benessere animale.

La visione del benessere animale per gli allevatori sembra ancora molto acerba, con alcuni intervistati non a conoscenza dei benefici che le tecnologie possono apportare anche alla gestione della stalla e della mandria. Una buona percentuale è a conoscenza della zootecnia di precisione e dell'impatto che può dare alla propria azienda e al benessere della mandria, ma il

problema risiede nel fatto che solo una piccola parte ritiene il benessere animale un fattore centrale per l'acquisto di tecnologie. Infatti, l'atteggiamento degli allevatori verso tecnologie come il dipping automatico, l'identificazione dell'animale e le misurazioni qualitative del latte è, probabilmente, riluttante sia per una svalutazione della tecnologia che per una sopravvalutazione delle capacità umane.

In conclusione, è emerso che la prima azione da intraprendere è una formazione generale degli allevatori, per dar loro modo di scegliere consapevolmente basandosi sulle esigenze della propria azienda e, successivamente, una costante rilevazione dei pregi e difetti che gli stessi allevatori notano nelle tecnologie a loro disposizione.

BIBLIOGRAFIA

- Abeni, F., Tagliaferri, G., (2016), *La zootecnia di precisione in provincia di Cremona*, Fiera internazionale del bovino da latte, Cremona, 28/10/2016.
- Bach, A., Devant, M., Igleasias, C., & Ferrer, A. (2009). *Forced traffic in automatic milking systems effectively reduces the need to get cows, but alters eating behavior and does not improve milk yield of dairy cattle*. Journal of dairy science, 92(3), 1272-1280.
- Barker, Z. E., Leach, K. A., Whay, H. R., Bell, N. J., & Main, D. C. J. (2010). *Assessment of lameness prevalence and associated risk factors in dairy herds in England and Wales*. Journal of dairy science, 93(3), 932-941.
- Barrientos, A. K., Chapinal, N., Weary, D. M., Galo, E., & Von Keyserlingk, M. A. G. (2013). *Herd-level risk factors for hock injuries in freestall-housed dairy cows in the northeastern United States and California*. Journal of Dairy Science, 96(6), 3758-3765.
- Bisaglia, C., Belle, Z., van den Berg, G., & Pompe, J. C. (2012). *Automatic vs. conventional feeding systems in robotic milking dairy farms: a survey in The Netherlands*. In International Conference of Agricultural Engineering CIGR-AgEng: Agriculture & Engineering for a Healthier Life. Federation de Gremios de Editores de Espana.
- Brouček, J., & ToNGeL, P. (2015). *Adaptability of dairy cows to robotic milking*. Slovak Journal of Animal Science, 48(2), 86-95.
- Da Borso, F., Chiumenti, A., Sigura, M., & Pezzuolo, A. (2017). *Influence of automatic feeding systems on design and management of dairy farms*. Journal of Agricultural Engineering, 48(s1), 48-52.
- Calcante, A., Tangorra, F. M., & Oberti, R. (2016). *Analysis of electric energy consumption of automatic milking systems in different configurations and operative conditions*. Journal of Dairy Science, 99(5), 4043-4047.
- Chiumenti, A., da Borso, F., Pezzuolo, A., Sartori, L., & Chiumenti, R. (2018). *Ammonia and greenhouse gas emissions from slatted dairy barn floors cleaned by robotic scrapers*. Research in Agricultural Engineering, 64(1), 26-33.
- DeVries, T. J., & Von Keyserlingk, M. A. G. (2005). *Time of feed delivery affects the feeding and lying patterns of dairy cows*. Journal of dairy science, 88(2), 625-631.
- Douphrate, D. I., Stallones, L., Lunner Kolstrup, C., Nonnenmann, M. W., Pinzke, S., Hagevoort, G. R., ... & Lower, T. (2013). *Work-related injuries and fatalities on dairy farm operations—A global perspective*. Journal of agromedicine, 18(3), 256-264.

- Grothmann, A., Nydegger, F., Moritz, C., & Bisaglia, C. (2010). *Automatic feeding systems for dairy cattle-potential for optimization in dairy farming*. In International conference on agricultural engineering: towards environmental technologies.
- Harms, J., Wendl, G., & Schoön, H. (2001). *Untersuchungen zum Einfluss verschiedener Umtriebsformen auf das Tier-und Melkverhalten beim automatischen Melken [Influence of different forms of cow traffic on the animal and milking behavior in automatic milking systems]*. Tagung: Bau, Technik und Umwelt, 236-241.
- Jacobs, J. A., & Siegford, J. M. (2012). *Invited review: The impact of automatic milking systems on dairy cow management, behavior, health, and welfare*. Journal of dairy science, 95(5), 2227-2247.
- Ketelaar-de Lauwere, C. C., Hendriks, M. M. W. B., Metz, J. H. M., & Schouten, W. G. P. (1998). *Behaviour of dairy cows under free or forced cow traffic in a simulated automatic milking system environment*. Applied animal behaviour science, 56(1), 13-28.
- Land, A., Van Lenteren, A. C., Schooten, E. V., Bouwmans, C., Gravesteyn, D. J., & Hink, P. (2000). *Effects of husbandry systems on the efficiency and optimisation of robotic milking performance and management*. In Robotic milking: Proceedings of the International Symposium held in Lelystad, The Netherlands, 17-19 August, 2000 (pp. 167-176). Wageningen Pers.
- Mathijs, E. (2004). *Socio-economic aspects of automatic milking*. In *Automatic Milking—A Better Understanding* (pp. 46-55). Academic Publishers, Wageningen.
- Miguel-Pacheco, G. G., Kaler, J., Remnant, J., Cheyne, L., Abbott, C., French, A. P., ... & Huxley, J. N. (2014). *Behavioural changes in dairy cows with lameness in an automatic milking system*. Applied Animal Behaviour Science, 150, 1-8.
- Melin, M., Pettersson, G., Svennersten-Sjaunja, K., & Wiktorsson, H. (2007). *The effects of restricted feed access and social rank on feeding behavior, ruminating and intake for cows managed in automated milking systems*. Applied Animal Behaviour Science, 107(1-2), 13-21.
- Rasmussen, J. B., & Pedersen, J. (2004). *Electricity and water consumption at milking*. Farm Test—Cattle, 17, 40.
- Rotz, C. A., Coiner, C. U., & Soder, K. J. (2003). *Automatic milking systems, farm size, and milk production*. Journal of Dairy Science, 86(12), 4167-4177.
- Thune, R. Ø., Berggren, A. M., Gravås, L., & Wiktorsson, H. (2002). *Barn layout and cow traffic to optimise the capacity of an automatic milking system*. In First North American Conference on robotic milking, Toronto, Canada, 20-22 March, 2002. Wageningen Pers.

- Tse, C., Barkema, H. W., DeVries, T. J., Rushen, J., & Pajor, E. A. (2017). *Effect of transitioning to automatic milking systems on producers' perceptions of farm management and cow health in the Canadian dairy industry*. Journal of dairy science, 100(3), 2404-2414.
- Vaculik, P., Prikry, M., Bradna, J., & Libich, L. (2018). *Energy consumption of milking pump controlled by frequency convertor during milking cycle*.
- Wade, K. M., Van Asseldonk, M. A. P. M., Berentsen, P. B. M., Ouweltjes, W., & Hogeveen, H. (2004). *Economic efficiency of automatic milking systems with specific emphasis on increases in milk production. Automatic milking: a better understanding*. Wageningen Academic Publ., Wageningen, the Netherlands, 62-67.
- Wirtz, N. (2004). *Vergleich zwischen automatischem und konventionellem melken im Hinblick auf milchleistung und Futteraufwand* (Vol. 124). Cuvillier Verlag.

SITOGRAFIA

- <https://www.agriexpo.online/it/prod/lELY/product-169577-1285.html>
- <https://informatorezootecnico.edagricole.it/notizie-dalle-aziende/bellucci-la-marcia-piu-del-robot-mungitura/>
- <https://www.lELY.com/it/soluzioni/mungitura/astronaut-a5/riduzione-dei-costi/>
- <https://www.mondomacchina.it/it/il-robot-di-mungitura-la-stalla-automatizzata-c1915>
- <https://www.venetoagricoltura.org/upload/pubblicazioni/E490%20Atlante%20DOP%20IGP%20Veneto/Intro.pdf>
- <https://www.politicheagricole.it/flex/cm/pages/ServeBLOB.php/L/IT/IDPagina/2090>
- https://www.vetinfo.it/j6_statistiche/#/report-pbi/1
- <https://www.lELY.com/it/notizie/2014/10/27/il-sistema-di-alimentazione-automatica-lELY-vector/> Figura 1
- <https://www.lELY.com/it/stampa/2016/09/16/LELY-Discovery-120-Collector/> Figura 2
- Paul Elton Photography
- IPTC Photo Metadata.
- <https://www.gea.com/en/products/milking-farming-barn/dairyfeed-feeding-systems/automatic-feeding-dairyfeed.jsp>
- <https://www.gea.com/it/products/milking-farming-barn/dairyfeed-feeding-systems/automated-feeding-systems/automatic-feeding-belt-feeder.jsp>
- http://dati.istat.it/Index.aspx?DataSetCode=DCCN_PILN