



FONDAZIONE
PER LA SOSTENIBILITÀ
DIGITALE
Digital Transformation Institute

LA TRANSIZIONE DIGITALE DELLE FILIERE ITALIANE DELLA CARNE

*Sostenibilità, impatti socio-economici,
innovazione tecnologica.*



Fondazione per la Sostenibilità Digitale

LA TRANSIZIONE DIGITALE DELLE FILIERE ITALIANE DELLA CARNE

SOSTENIBILITÀ, IMPATTI SOCIO-ECONOMICI,
INNOVAZIONE TECNOLOGICA.

2024

Autori

Fondazione per la Sostenibilità Digitale

Titolo

La transizione digitale delle filiere italiane della carne

Editore

Digital Transformation Institute

Via Ottaviano, 42

00192 Roma

www.sostenibilitadigitale.it

info@sostenibilitadigitale.it

Copyright

© 2024 Digital Transformation Institute

Prezzo

€ 9,90

ISBN

9788894484182

Si ringrazia per aver contribuito alla realizzazione del report: Mirella Cerutti, Stefano Denicolai, Renato Grottola, Mario Melillo, Enrico Mercadante, Mario Orefice, Lorenzo Maria Papale, Salvatore Stuto.

Direzione Scientifica: Stefano Epifani

INDICE

PREFAZIONE	4
INTRODUZIONE	6
■ CAPITOLO 1 - LE FILIERE DELLA CARNE: UN QUADRO DI INSIEME	9
1.1 Le filiere della carne in Italia: un'introduzione	9
1.1.1 La dimensione familiare delle aziende agricole in Italia	14
1.2 La filiera italiana nel contesto globale	17
1.2.1 L'impatto della zootecnia italiana sull'ambiente	20
1.2.2 Innovazione e digitalizzazione del settore agro-zootecnico: lo stato dell'arte in Italia	21
1.3 I numeri dell'agricoltura in Europa	25
1.4 L'allevamento in Europa e in Italia	27
1.4.1 Il valore economico del settore agricolo in Europa	28
1.4.2 Scenario a medio termine del mercato europeo delle carni 2023-2035	29
1.5 Le politiche europee per l'agricoltura e l'ambiente	32
■ CAPITOLO 2 - LE TRE FILIERE DI RIFERIMENTO: BOVINA, SUINA ED AVICOLA	35
2.1 Uno studio generale sulle caratteristiche delle filiere	35
2.2 La filiera bovina	37
2.2.1 La struttura della filiera	41
2.2.2 Import ed export nella catena del valore	43
2.2.3 Macellazione, sezionamento e trasformazione	43
2.2.4 Mercato e distribuzione	44
2.2.5 Analisi complessiva della filiera bovina	44
2.3 La filiera suinicola	46
2.3.1 Le tipologie dell'allevamento	49
2.3.2 Caratteristiche dell'allevamento	50
2.3.3 Macellazione e trasformazione delle carni suine	51
2.3.4 Analisi complessiva della filiera suinicola	52
2.4 La filiera avicola	54
2.4.1 La struttura della filiera avicola	55
2.4.2 I processi della filiera avicola	58
2.4.3 Altre caratteristiche della filiera avicola	58
2.5 Gli aspetti normativi per gestire la qualità delle filiere e la sicurezza alimentare	60
2.6 Le norme rivolte alle imprese per la tutela della qualità e della salubrità della carne	61
2.7 Le normative a supporto delle scelte dei consumatori	65
■ CAPITOLO 3 - LE TECNOLOGIE DIGITALI PER LE FILIERE BOVINA, SUINICOLA ED AVICOLA: SINTESI DELLA LETTERATURA	67
3.1 Sintesi dei risultati di ricerca sulle tecnologie applicate alla filiera bovina	67
3.2 Sintesi dei risultati di ricerca sulle tecnologie applicate alla filiera suinicola	75
3.3 Sintesi dei risultati di ricerca sulle tecnologie applicate alla filiera avicola	84
■ CAPITOLO 4 - SINTESI DELLO STATO ATTUALE DELLE BEST PRACTICE IN ZOOTECCIA IN ITALIA	93
4.1 Best practice innovative nella filiera della carne bovina in Italia	93
4.2 Best practice innovative nella filiera della carne suina in Italia	99
4.3 Best practice innovative nella filiera della carne avicola in Italia	105
CONCLUSIONI	113

Prefazione

La trasformazione digitale è un processo che coinvolge tutti gli aspetti della nostra vita quotidiana e cambia radicalmente il modo di lavorare e le fonti di produzione del valore in tutti i campi dell'economia. Quando la Fondazione per la Sostenibilità Digitale, per approfondire sulle singole filiere i temi trattati nel report "Gli Impatti della Digital Transformation sulle Filiere dell'Agrifood"¹, ha chiesto la collaborazione dell'Associazione no-profit Carni Sostenibili, ci siamo resi disponibili a fornire i dati e i necessari contatti per la stesura dello studio che è presentato in questo rapporto.

Secondo Luciano Floridi², le tecnologie digitali re-ontologizzano e avvolgono il nostro mondo, trasformando profondamente la realtà in quanto: oggi abbiamo più macchine e meno uomini (il numero dei dispositivi digitali che interagiscono fra loro è già notevolmente superiore alla popolazione umana, per cui la maggior parte delle interazioni avviene da macchina a macchina senza coinvolgimento umano); viviamo onlife nell'infosfera e ciò ha influito profondamente sul modo di concepire e comprendere le nostre realtà; subiamo lo scollamento fra posizione e presenza (pos&pres) perché nel mondo analogico pos&pres erano inseparabili (tranne che nella magia o nel soprannaturale), mentre oggi chiedere «dove sei» non è più una domanda retorica; sperimentiamo il disaccoppiamento dello spazio fisico da quello digitale per cui la non territorialità del digitale fa miracoli per la libera circolazione delle informazioni. In sostanza, sempre secondo Floridi, stiamo entrando in una nuova realtà in quanto il digitale non potenzia o aumenta un sistema di esperienze, ma è qualcosa che lo trasforma radicalmente perché crea nuovi ambienti che abitiamo e nuove forme di agire con cui interagiamo.

Anche le filiere agroalimentari, comprese quelle delle carni oggetto di questo studio, hanno iniziato il percorso che dalla digitalizzazione porta alla transizione digitale. Secondo Schroeder et al.³, la rivoluzione dell'agricoltura digitale si basa su quelle precedenti, ma è profondamente diversa. Anziché diffondere le innovazioni sequenzialmente, consente una loro distribuzione contemporanea da più punti di ingresso lungo la catena alimentare. Infatti, lo straordinario aumento dell'efficienza, ottenibile grazie alla digitalizzazione, ha generato un aumento delle produzioni e una riduzione dell'uso dei fattori. In sostanza, se nella rivoluzione verde (1960-2000), l'aumento di produttività è stato ottenuto per 2/3 da maggiori input di terre, acqua e energia e per 1/3 da maggiore informazione, nella rivoluzione digitale (2000-oggi) gli aumenti produttivi sono stati generati per 2/3 da più informazione e 1/3 da maggiori input, mentre da oggi in poi la trasformazione digitale consentirà aumenti produttivi favoriti per oltre il 100% dall'informazione e pertanto assisteremo alla riduzione in termini assoluti degli input (produrremo di più su meno terre, consumando meno acqua e impiegando meno energia: in poche parole raggiungeremo la sostenibilità totale attraverso l'agricoltura rigenerativa).

L'agroalimentare ha un elevato potenziale di automazione. Le tecnologie digitali colmano il divario di efficienza riducendo gli ostacoli informativi all'adozione delle tecniche agricole e trasformative esistenti i quali sorgono quando gli agricoltori, gli allevatori e gli altri attori delle filiere non sono a conoscenza della gamma di opzioni a disposizione e di come utilizzarle correttamente.

¹ Epifani S., Gli Impatti della Digital Transformation sulle Filiere dell'Agrifood, Digital Transformation Institute, 2016.

² Floridi L., Etica dell'Intelligenza Artificiale, Raffaele Cortina, 2022.

³ Schroeder K., Lampietti J., Elabed G., What's Cooking: Digital Transformation of the Agrifood System. 10.1596/978-1-4648-1657-4 [doi], <https://elibrary.worldbank.org/doi/abs/10.1596/978-1-4648-1657-4>.

Sono molto utili in tal senso i dati emersi dall'indagine Istat condotta nell'ambito del 7° Censimento dell'agricoltura⁴ su innovazione e digitalizzazione che fotografa una realtà con luci e ombre. Il quadro dei dati che emerge dal Censimento è di una forte spinta alla digitalizzazione nelle grandi aziende zootecniche e in quelle agricole di maggiore estensione fondiaria. Poiché il risultato fornito dall'ISTAT fa riferimento al numero di imprese e alla loro classe dimensionale, il risultato palese è che la maggior parte dei capi è allevato in Italia all'interno di aziende digitalizzate, con una particolare propensione a questo tipo di innovazione da parte dei giovani imprenditori rispetto a quelli di età più avanzata. Resta comunque fuori dall'indagine la quota di digitale espressa dall'impiego di smart-phone o personal PC domestici oltre che per uso personale anche per qualche attività attinente all'impresa agro-zootecnica. Data la capillare diffusione di questi strumenti, non è del tutto lontano dalla realtà pensare che il ricorso a mezzi digitali per sbrigare alcune pratiche (es. inviare documentazione per il fascicolo aziendale), apporre la firma elettronica, evadere ordinativi e consegne o, semplicemente, per tenersi aggiornati su prezzi di mezzi tecnici o novità di mercato, sia piuttosto generalizzato fra gli operatori agricoli, anche con il ricorso ad abilità in possesso di loro congiunti magari non direttamente collegabili alle attività strettamente aziendali. Questo aspetto, probabilmente non colto dall'indagine, è essenziale per considerare la pervasività degli strumenti digitali nell'ecosistema dell'informazione che permea le filiere dell'agri-food italiane.

Come per la digitalizzazione, l'indagine ISTAT coglie un elemento seppure importante (e nuovo relativamente ai censimenti precedenti), non esaustivo dei processi di innovazione che hanno trasformato le filiere agri-food italiane negli ultimi decenni. Infatti, il dato ci riporta esclusivamente l'investimento in cui l'innovazione è incorporata in beni strumentali, mentre non arriva a mappare la profondità dei processi organizzativi che, accoppiati o meno con tali investimenti, hanno interessato le filiere agro-zootecniche. È pertanto molto probabile che l'innovazione di processo, su cui è innervata la rivoluzione digitale e la società della conoscenza, abbia ottenuto maggiori e più profondi effetti operativi rispetto a quanto i risultati del Censimento, pur confortanti nella loro dimensione, restituiscono all'attenzione del lettore.

Questo studio è il primo specificamente dedicato alle filiere zootecniche nazionali e, pur nella consapevolezza che tratta una materia in rapidissima evoluzione collocandosi agli albori della rivoluzione dell'Intelligenza Artificiale, è un utilissimo strumento di riflessione per facilitare la comprensione e la transizione verso una nuova realtà produttiva per tutti gli attori, dal primario ai servizi, coinvolti nella produzione della carne.

Giuseppe Pulina

Università di Sassari, Presidente di Carni Sostenibili

⁴ Istat, Settimo Censimento Generale dell'Agricoltura.

Introduzione

Il concetto di sostenibilità digitale lega due fenomeni che sono oggi centrali: quello della sostenibilità e quello della trasformazione digitale. Di entrambi si parla moltissimo, forse troppo. Di entrambi si sa, in realtà, meno di quanto si pensi. Dai dati raccolti nel 2024 dall'Osservatorio sulla Sostenibilità Digitale della nostra Fondazione emerge come solo un italiano su tre sia in grado di comprendere le conseguenze pratiche delle sue convinzioni ideologiche. Ciò vuol dire che spesso ci riteniamo "sostenibili", ma nei fatti non lo siamo. E, per completare il quadro, ben un italiano su quattro è convinto che inquinamento e cambiamento climatico siano temi importanti, ma che abbiamo tutto il tempo di affrontare. Come a dire: sì, è importante, ma che se ne occupino i nostri figli.

Allo stesso tempo, paradossalmente, il dibattito pubblico si basa quasi esclusivamente sulla dimensione ambientale della sostenibilità, quando - per definizione - parlare di sostenibilità vuol dire comprendere come bilanciare tre elementi: quello ambientale, quello economico e quello sociale. Il risultato è che di sostenibilità se ne parla di più di quanto non la si comprenda davvero.

E lo stesso vale per la trasformazione digitale: concetto più ampio della semplice digitalizzazione, fa riferimento, come si vedrà più avanti con maggior dettaglio ai suoi impatti su comportamenti, modelli di consumo, dinamiche sociali, sistemi economici. Se la digitalizzazione riguarda la scelta di adottare strumenti e processi digitali, la trasformazione digitale riguarda gli effetti sociali ed economici di tale scelta. Occuparsi di digitalizzazione vuol dire riflettere sul "come" fare le cose. Pensare alla trasformazione digitale vuol dire capire gli effetti del cambiamento indotto dalla digitalizzazione.

Proprio in questo ambito si inserisce il concetto di sostenibilità digitale. Riguarda da una parte il modo in cui dobbiamo guardare ai criteri di sostenibilità come elementi di indirizzo per lo sviluppo tecnologico, ma dall'altra il modo in cui possiamo utilizzare la tecnologia digitale come motore di sostenibilità. In tal senso, la sostenibilità digitale "definisce il ruolo sistemico del digitale rispetto alla sostenibilità, guardando ad esso da una parte come strumento di supporto per il perseguimento degli obiettivi di sviluppo sostenibile, dall'altra come elemento da indirizzare attraverso criteri di sostenibilità. In questo duplice ruolo, la sostenibilità digitale riguarda quindi le interazioni della digitalizzazione e della trasformazione digitale rispetto a sostenibilità ambientale, economica e sociale"¹.

La sostenibilità digitale, così come l'abbiamo definita, non rappresenta soltanto un modo per rendere la tecnologia sostenibile (cosa ovviamente fondamentale), ma definisce le modalità con le quali la tecnologia può diventare strumento di sostenibilità. Questo vuol dire dare una prospettiva interpretativa all'evoluzione tecnologica che consente di leggere i fenomeni che ci circondano attraverso uno schema - quello della sostenibilità - che mette a sistema i fattori economici, ambientali e sociali permettendo ai singoli individui, così come alle organizzazioni e alle istituzioni, di comprendere meglio l'evoluzione tecnologica e il modo in cui essa possa essere utile all'uomo. Ci hanno sempre insegnato che la tecnologia è neutra: non è né buona né cattiva. E questo è verissimo. Tuttavia, non è neutrale nei suoi impatti. Temi come quello dell'intelligenza artificiale, del quantum computing, dell'internet delle cose, della robotica hanno enormi impatti sociali, ambientali ed economici. C'è, quindi, un grande bisogno di schemi di riferimento che permettano alle istituzioni di comprenderne gli sviluppi, così come ai singoli individui e

¹ Epifani S., "Sostenibilità Digitale: perchè la sostenibilità non può fare a meno della trasformazione digitale", Digital Transformation Institute, 2020.

alle aziende di non temerne le evoluzioni, ma di sfruttarne i vantaggi ed evitarne quanto più possibile gli effetti negativi, che pure sempre ci sono.

Le filiere della carne, oggi, anche a valle degli investimenti fatti nell'ambito di Industria 4.0 e di quelli affrontabili nel contesto del PNRR, sono tra quelle che potrebbero trarre maggiori vantaggi da un approccio orientato alla sostenibilità digitale, ma in molti casi ne stanno cogliendo soltanto gli impatti più marginali.

La mancanza di infrastrutture pervasive, la scarsa diffusione nel settore di una cultura orientata al digitale e la difficoltà di gestire un processo di cambiamento che per essere efficace deve toccare tutti gli anelli di una catena del valore complessa e multiforme in un'ottica ecosistemica, hanno rallentato - ma non bloccato - lo sviluppo di esperienze, modelli e casi d'eccellenza che dimostrano quanto tali filiere possano essere non solo efficientate, ma talvolta rivoluzionate dalla trasformazione digitale in un'ottica di sempre maggiore sostenibilità ambientale, economica e sociale.

Per comprenderne i motivi occorre indagare con maggior dettaglio, però, cosa si intende per digitalizzazione e per trasformazione digitale.

- Il primo concetto, quello della digitalizzazione, riguarda l'automatizzazione dell'informazione e dei processi ad essa correlati: attiene a una dimensione che è relativa al "come" le persone o le aziende agiscono nella gestione delle proprie attività. In altri termini, grazie alla digitalizzazione e alle tecnologie, si può migliorare ciò che si fa dal punto di vista dell'efficientamento dei processi. Il concetto di transizione digitale, quindi, esprime il percorso di quelle organizzazioni che stanno transitando, appunto, da un approccio analogico a uno digitale: automatizzando i processi e, così, ottimizzandoli.

- Il secondo concetto, quello della trasformazione digitale, riguarda invece il modo in cui la diffusione pervasiva dell'informatica in tutte le fasce della popolazione (si pensi, per comprendere quanto tale fenomeno sia ampio, alla diffusione degli smartphone) genera un cambiamento sociale che non ha impatti solo sul modo in cui si fanno le cose - proprio della digitalizzazione - ma sul senso stesso delle cose che si fanno. In altri termini, se la digitalizzazione riguarda l'automazione di processo, la trasformazione digitale riguarda gli impatti della digitalizzazione sulla società. Impatti che generano un cambiamento diffuso nei comportamenti delle persone che hanno, come risultato, una modificazione delle loro abitudini. La trasformazione digitale, cambiando il modo in cui le persone si incontrano, si informano, decidono cosa acquistare così come chi votare e, in ultima analisi, gestiscono tutti gli aspetti della propria vita, ha impatti profondi e irreversibili sulla catena del valore di ogni azienda, ridefinendone spesso il senso.

Digitalizzazione e trasformazione digitale agiscono in maniera combinata sulle filiere della carne.

- La digitalizzazione ha impatti su tutti i processi di filiera, sia nella fase agricola che in quella industriale e commerciale. La tecnologia digitale, ad esempio, come si vedrà in queste pagine, consente di monitorare il comportamento degli animali nella stalla così come al pascolo², di gestire in maniera intelligente il processo di alimentazione rivoluzionando il modello unifeed³, di controllare la crescita e l'ingrassamento dei capi attraverso sensoristica diffusa⁴, di sviluppare analisi utili alla prevenzione delle malattie⁵, per-

² Imaz, J.A.; García, S.; González, L.A., 2019, Real-Time Monitoring of Self-Fed Supplement Intake, Feeding Behaviour, and Growth Rate as Affected by Forage Quantity and Quality of Rotationally Grazed Beef Cattle

³ Simanungkalit G., Bremner G., Cowley F., Barwick J., Dawson B., Dobos R., Hegarty R., 2021, Automatic Supplement Weighing Units for Monitoring the Time of Accessing Mineral Block Supplements by Rangeland Cattle in Northern Queensland, Australia

⁴ Gokul V., Tadepalli S., 2017, Implementation of smart infrastructure and non-invasive wearable for real time tracking and early identification of diseases in cattle farming using IoT; Y. Feng et al, 2021, SocialCattle: IoT-based Mastitis Detection and Control through Social Cattle Behavior Sensing in Smart Farms (Pre-print)

⁵ Suresh A., T V Sarath, 2019, An IoT Solution for Cattle Health Monitoring

sino di incrementare il livello di qualità del monitoraggio del benessere animale attraverso sistemi di intelligenza artificiale utilizzati per riconoscere eventuali espressioni di sofferenza dei capi di bestiame⁶. L'utilizzo di strumenti e tecnologie digitali, poi, consente di gestire in maniera efficace processi di tracciamento⁷ che, adeguatamente implementati, garantiscono tutti gli attori, dal produttore al consumatore, in tutta la filiera commerciale.

- La trasformazione digitale, i cui effetti si vedranno soprattutto a partire dai prossimi anni, agisce sui modelli di business degli attori della filiera e sui modelli di consumo dei clienti. Da una parte, permette lo sviluppo di modelli di disintermediazione che, soprattutto nel caso degli attori più piccoli, permettono di raggiungere in maniera diretta il consumatore, dall'altra - con l'economia delle piattaforme - crea nuovi intermediari che si frappongono in maniera diversa rispetto al passato tra gli attori di filiera, richiedendo in essi lo sviluppo di nuove competenze per evitare di subire le esternalità negative di tali attori.

Per gestire gli impatti della digitalizzazione e della trasformazione digitale, massimizzandone i vantaggi e minimizzando i relativi rischi, è necessario un impegno congiunto di istituzioni, produttori e aziende che:

- comprendano che la digitalizzazione dei processi è il più importante strumento di innovazione a disposizione del settore, sia in un'ottica di implementazione di nuovi strumenti che di nuovi modelli di business;

- promuovano lo sviluppo di infrastrutture digitali distribuite, per abilitare tutti gli attori della filiera ad agire in un contesto sempre più digitalizzato;

- sviluppino quel sistema di competenze tale per cui si riescano a cogliere le opportunità trasformative che il digitale porta con sé, favorendo l'affermarsi di nuove professionalità che sappiano declinare sia competenze digitali che competenze specifiche di settore in maniera combinata e sinergica;

- abilitino le condizioni necessarie alla creazione di ecosistemi digitali di innovazione⁸, per far sì che la redditività dei singoli anelli della catena del valore sia massimizzata anche attraverso la capacità di costruire valore dai dati.

In questo processo di cambiamento, un ruolo centrale è quello del consumatore, che sarà sempre più informato e consapevole solo nella misura in cui gli attori di filiera riusciranno a renderlo tale, anche al di là delle fake-news che troppo spesso inquinano il settore.

In questo volume, frutto di un intenso ed innovativo lavoro di ricerca, dopo aver fornito una descrizione strutturata delle tre filiere principali della carne, si è proceduto a una esposizione delle migliori best practice internazionali e, contestualmente, al confronto diretto tra gli operatori del settore e importanti player accademici e industriali attivi nell'ambito della sostenibilità digitale, così da mappare la situazione italiana e, contestualmente, identificare le possibili rotte di cambiamento utili per promuoverne lo sviluppo.

Stefano Epifani

Presidente della Fondazione per la Sostenibilità Digitale

⁶ Neethirajan S., 2021, Happy Cow or Thinking Pig?

⁷ Cui X., Iftexhar A., 2021, Blockchain-Based Traceability System That Ensures Food Safety Measures to Protect Consumer Safety and COVID-19 Free Supply Chain

⁸ G. Briscoe, P. De Wilde, Digital Ecosystems: Evolving Service-Oriented architectures, BIONETICS 2006, Proceeding of the 1st international conference on Bio inspired models of network, information and computing system, ACM Press, 2006.

CAPITOLO 1 - Le filiere della carne: un quadro di insieme

Il capitolo fornisce una visione d'insieme delle filiere della carne dal punto di vista dell'impatto economico, occupazionale, ambientale e sociale. L'obiettivo è quello di fornire una sintetica visione d'insieme del settore, ricostruendone le caratteristiche economiche e sociali, i trend nazionali e globali, il perimetro di azione in ambito europeo, il tutto alla luce delle maggiori fonti accreditate a livello nazionale e internazionale.

1.1 LE FILIERE DELLA CARNE IN ITALIA: UN'INTRODUZIONE

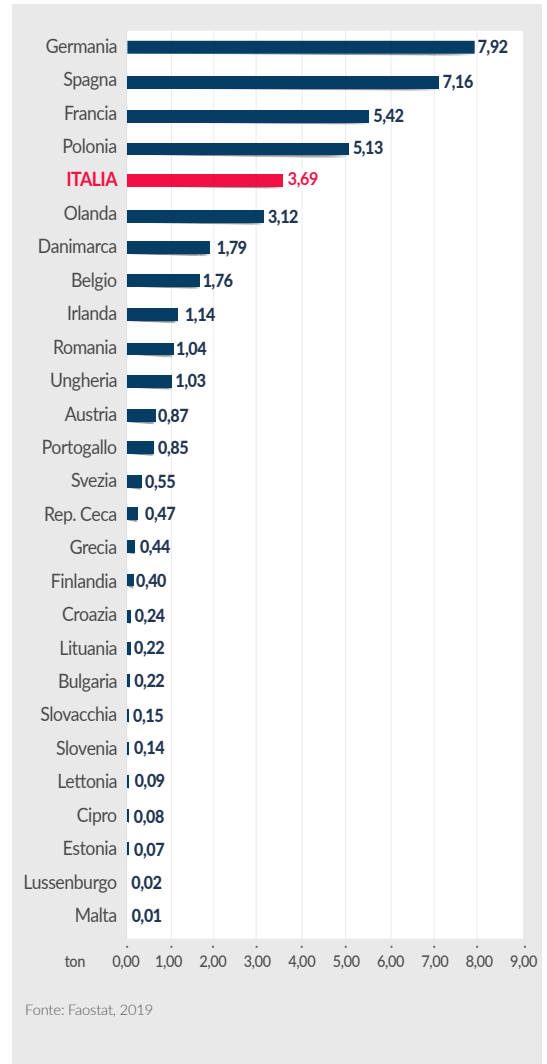
L'Italia si colloca al quinto posto in Europa nella produzione e trasformazione di carni - bovino, suino, pollo, ovino - con circa 3,7 milioni di tonnellate prodotte in media ogni anno¹.

La bilancia commerciale (import-export) è negativa per circa 0,9 milioni di tonnellate. Al tempo stesso, però, il consumo medio apparente annuo di carne degli italiani è fra i più bassi d'Europa, pari a 72,0 Kg pro-capite².

Analizzando i dati sulla produzione, emerge chiaramente che i grandi produttori europei sono anche i paesi più densamente popolati (83 milioni in Germania, 65 in Francia, 59 in Italia, 47,6 in Spagna, 40 in Polonia) e che l'Italia, tra questi grandi produttori europei, è l'unica non autosufficiente.

Nonostante i contraccolpi della pandemia da Covid-19 abbiano fatto registrare nel 2020 una importante contrazione dei volumi rispetto alla media europea³, guardando ai dati del 2019 ed alle proiezioni dal 2021 in poi, è possibile cogliere una dimensione più chiara della produzione

■ Totale produzione carne EU-27: (in milioni di tonnellate)



¹ Faostat, 2019.

² Gira Consultancy & Research, Prospective et Strategie - EU meat consumption 2022.

³ Secondo i dati Eurostat, nel marzo del 2020 l'Europa ha complessivamente prodotto 2,0 milioni di tonnellate di carne suina e 0,6 milioni di tonnellate di carne bovina. I dati aggregati fanno segnare un +3,3% nella produzione di carne suina e solo un -0,4% della produzione di carne bovina; tuttavia, se si guarda ai singoli stati dell'UE, rispetto a marzo 2019 l'Italia segna un marcato -41,5% complessivo tra vacche e vitelli, seguito da Polonia (-10,7%) e Germania (-6,5%). Il calo è stato complessivamente coperto a livello europeo principalmente dalla crescita della Francia e dei Paesi Bassi (+19,8%).

italiana nel suo complesso, sia dal punto di vista dell'allevamento, sia dal punto di vista delle fasi di trasformazione.

Secondo i dati Eurostat, infatti, l'Italia nel 2022 risultava essere il quarto Paese per numero di capi allevati dopo la Spagna, la Francia e la Germania⁴. A ciò va aggiunto che, dagli studi più autorevoli del settore⁵, nei prossimi anni si prevede una modesta riduzione dei consumi pro-capite di carne bovina e suina e un incremento del consumo di pollame. Ciò si traduce in una complessiva stabilità dei consumi apparenti pro-capite di carne in Italia, che resteranno pressoché invariati fino al 2025. Si stima, infatti, che in Italia si continueranno a consumare circa 16,1 Kg pro-capite/anno di carne bovina, 34,5 Kg pro-capite/anno di carne suina, 20,5 Kg pro-capite/anno di carni bianche e 0,9 Kg pro-capite/anno di carne ovina⁶.

I consumi pro-capite sopra riportati si riferiscono al consumo apparente, di gran lunga sovrastimato rispetto al consumo reale. Infatti, i dati sul consumo pro-capite attualmente più utilizzati (FAO, ISMEA) sono quelli apparenti, stimati cioè sulla base dei Bilanci di Approvvigionamento Nazionali utilizzati solo a fini macroeconomici:

$$\frac{\text{produzione+importazione-esportazione}}{\text{numero di abitanti del Paese}}$$

Alla produzione nazionale (calcolata su peso equivalente carcassa per le carni) si somma l'importazione, si sottrae l'esportazione e si divide per il numero di abitanti. Questo calcolo è però ben distante dal consumo reale, perché include

Consumo apparente di carne EU-27: (Kg procapite/anno)



⁴ Eurostat, "Key figures on the European food chain", 2023 edition, . <https://ec.europa.eu/eurostat/documents/15216629/18054337/KS-FK-23-001-EN-N.pdf/048e130f-79fa-e870-6c46-d80c9408620b?version=7.0&t=1707290893751>.

⁵ Gira Consultancy & Research, Prospective et Strategie - Gira Meat Club 2020, European Union, elaborazione dati e serie storiche Eurostat, European Commission, Fao e nazionali. girafood.com.

⁶ Gira Consultancy & Research, Prospective et Strategie - EU meat consumption 2022.

anche il contenuto e il peso di parti non edibili (ossa, cartilagini, grasso esterno).

Ciò nonostante, il consumo apparente è l'unico dato che viene preso in considerazione in modo improprio anche per lo studio delle relazioni tra consumo di carne e salute. Il consumo reale pro-capite di carne corrisponde mediamente alla metà del consumo apparente.

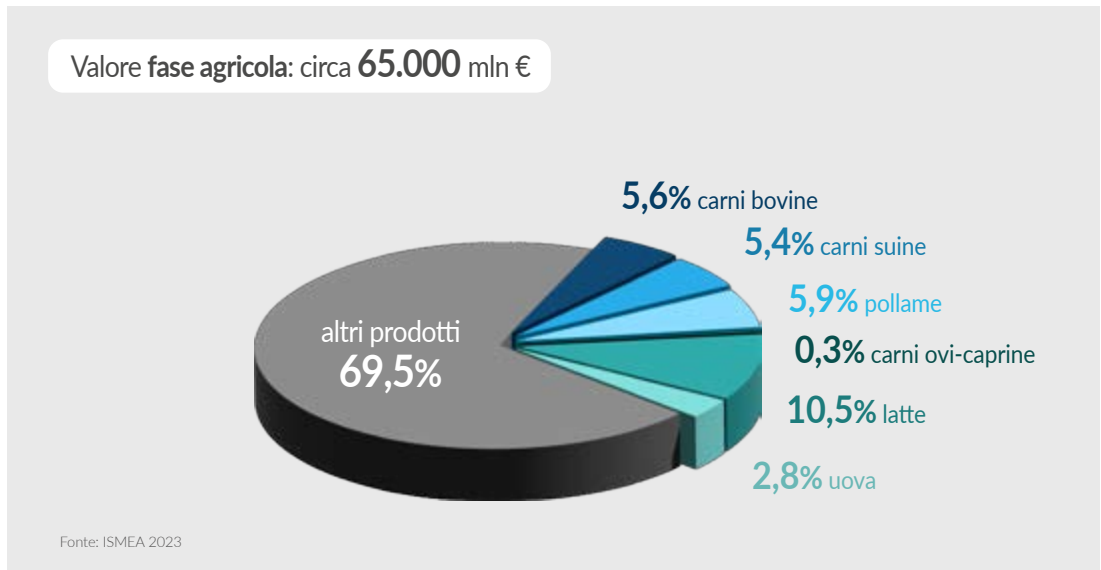
Guardando oltre i dati specifici, emerge però chiaramente che l'Italia resta comunque una delle nazioni europee che conserva uno tra i più stabili e duraturi rapporti con il mondo delle filiere di allevamento e di trasformazione delle carni. Ciò è in buona parte favorito da una

forte cultura nazionale, che vede da sempre gli italiani consapevoli della propria tradizione in campo agricolo ed agroalimentare, spingendo i consumatori ad essere più attenti e più fiduciosi quando si parla di prodotti "Made in Italy"⁷. Dunque, non soltanto attenti nella individuazione del giusto equilibrio alimentare⁸, in termini di quantità e qualità dei consumi, ma anche interessati agli aspetti di conoscenza e valorizzazione delle numerose produzioni alimentari locali di qualità, premiandole nei propri consumi⁹.

Non è poi un caso che la produzione ed il consumo di carni, fresche e lavorate, rappresenti una delle voci di maggiore incidenza sull'intero com-

■ Incidenza percentuale sul fatturato agricolo in Italia

(Valori ai prezzi base, 2022)



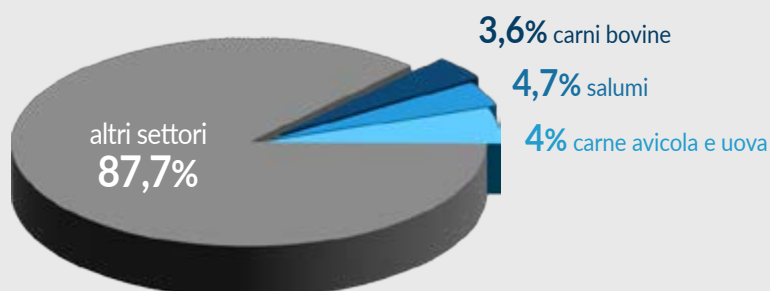
⁷ "Food: viva il made in Italy. Crescono le vendite di alimenti che richiamano in etichetta l'italianità: 8,1 miliardi il giro d'affari, +6,3% in un anno", Rivista FOOD&Tech del 23 Aprile 2021, articolo disponibile online al link: <https://www.foodandtec.com/it-it/food-viva-il-made-in-italy>

⁸ Storicamente l'equilibrio alimentare degli italiani si basa sul modello della "Dieta mediterranea" che, per la sua rilevanza, è stata inserita nel Novembre del 2010 nella Lista del Patrimonio Culturale Immateriale mondiale dell'UNESCO. <http://www.unesco.it/it/Patrimoniolmmateriale/Detail/384>

⁹ Il dato emerge dalle ricerche condotte da "Osservatorio Immagine - GS1 Italy", l'ente italiano responsabile per l'emissione dei codici a barre, e che redige annualmente un report sugli andamenti di mercato e sugli stili di vita e di consumo degli italiani. Nel 2020 nella GDO erano presenti oltre 8.600 prodotti di provenienza regionale, che hanno realizzato oltre 2,4 miliardi di euro di vendite, crescendo di un +5% nell'arco di un anno. Fonte: <https://osservatorioimmagine.it/>

■ Incidenza percentuale sul fatturato industriale in Italia (Valori ai prezzi base, 2022)

Valore fase industriale: circa **183.000** mln €



Fonte: ISMEA 2023

parto dell'agroalimentare italiano. Un comparto produttivo quest'ultimo che, nel suo complesso, vale circa 248 miliardi di euro (escluse attività di distribuzione e ristorazione), circa il 13% del PIL nazionale. Il solo settore delle carni (bovine, suine e avicole), alla produzione, in Italia vale 33 miliardi di euro l'anno, di cui circa 22 miliardi provengono dall'industria della trasformazione e circa 11 miliardi dalla fase agricola¹⁰.

Nella loro dimensione economica nazionale, le filiere della carne rappresentano un segmento rilevante della ricchezza e della produttività complessiva del Paese. Infatti, secondo i dati dell'ISMEA¹¹, oggi il valore della filiera suinicola

alla produzione (ai prezzi di base) supera di poco i 3,5 miliardi di euro, quella bovina (sempre nella sola fase agricola) raggiunge i 3,6 miliardi di euro, mentre il valore alla produzione della filiera avicola vale 3,8 miliardi di euro. Se si guarda poi ai dati relativi al valore di filiera nella fase della trasformazione, emerge che il fatturato della trasformazione suinicola è pari a 8,5 miliardi di euro, quello della carne bovina vale 6,6 miliardi di euro ed, infine, il fatturato industria della filiera avicola (carni e uova) raggiunge i 7,35 miliardi di euro¹².

La dimensione occupazionale, nella fase agricola della filiera, è altrettanto rilevante: se si prendo-

¹⁰ ISMEA - Istituto di servizi per il Mercato Agricolo Alimentare, ISMEA Mercati, schede di settore, 2023.

¹¹ Ibidem

¹² Annual Report Unaitalia, 2023.

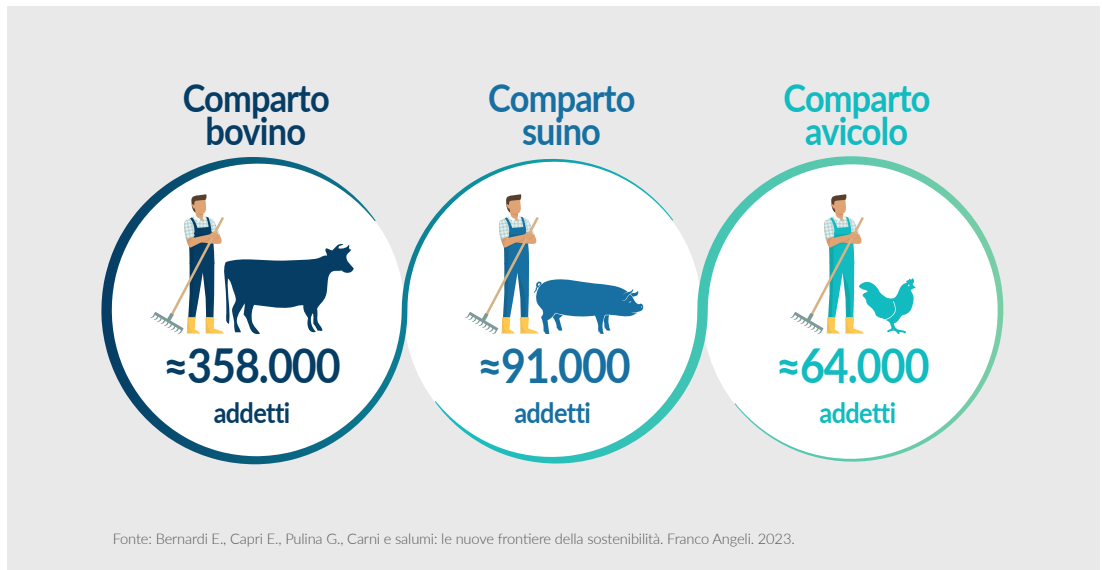
no in esame i dati¹³ relativi alle tre filiere: avicola, bovina e suinicola, esse complessivamente impiegano circa 451.000 addetti nella fase agricola e 62.000 addetti nella fase di trasformazione, per un totale di circa 513.000 addetti.

Il settore avicolo impiega in totale 64.000 addetti, mentre la filiera bovina conta 358.000 addetti e in quella suina il numero complessivo di lavoratori è 91.000.

Se all'aspetto occupazionale si aggiunge però quello reddituale, emergono dati significativi su cui riflettere poiché, dal punto di vista degli introiti, gli allevamenti e più in generale le imprese che operano nella fase agricola della filiera,

sono caratterizzate da forti squilibri di reddito, la cui distribuzione geografica è altrettanto caratterizzata e caratterizzante. Infatti, se si guarda ai redditi agricoli medi, questi sono "polarizzati" tra quelli pari o inferiori agli 8.000€ e quelli superiori ai 15.000€; gli agricoltori e allevatori il cui reddito è compreso tra questi due valori, a livello nazionale rappresenta una media del 12%. Gli agricoltori con un reddito superiore ai 15.000€ sono il 53% nel Nord-Ovest ed il 49% nel Nord-Est, mentre negli stessi territori quelli che si attestano sotto gli 8.000€ sono rispettivamente il 35% ed il 39%. Questa percentuale cresce ulteriormente al Sud dove il 64% degli

■ Numero addetti delle filiere zootecniche in Italia



¹³ Bernardi E., Capri E., Pulina G., Carni e salumi: le nuove frontiere della sostenibilità. Franco Angeli. 2023.

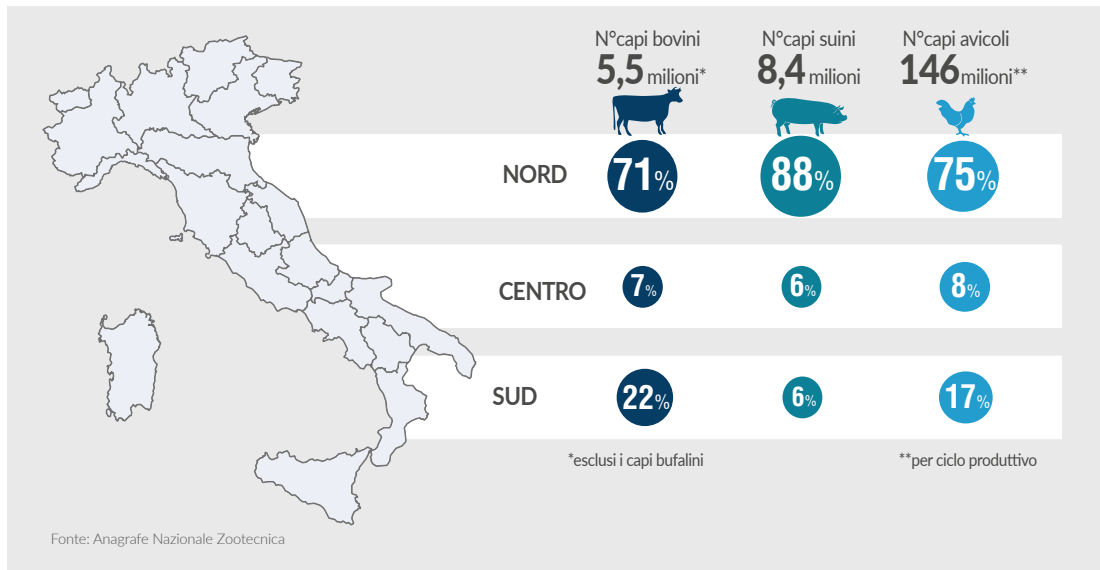
operatori della filiera agricola si attesta sotto gli 8.000€, mentre nelle isole la percentuale raggiunge il 53%. Quelli con redditi pari o superiori ai 15.000€ raggiunge appena il 25% al Sud ed è pari al 36% del totale nelle Isole¹⁴.

1.1.1 - La dimensione familiare delle aziende agricole in Italia

Gli esperti e gli operatori del settore spiegano questi dati alla luce delle caratteristiche proprie del tessuto delle agricole italiane, che oggi conta 1,1 milioni di aziende, di cui 213.000 con allevamenti. Nel nostro Paese, infatti, la realtà produttiva è caratterizzata da un gran numero di

aziende a dimensione familiare o di poco superiore. Queste peculiarità, se da un lato rendono più facile tramandare la qualità produttiva nel tempo, dall'altro rendono precaria la sostenibilità economica delle aziende favorendo di conseguenza il rischio di abbandono del territorio da parte dei contadini e delle loro famiglie. In questo senso va, quindi, la tendenza ad organizzarsi in cooperative e la spinta all'aggregazione verso forme di partenariato stabile tra le aziende, che rappresenta un approccio positivo per garantire la sostenibilità economica e la sicurezza alimentare, mantenendo al tempo stesso l'identità originale delle aziende¹⁵.

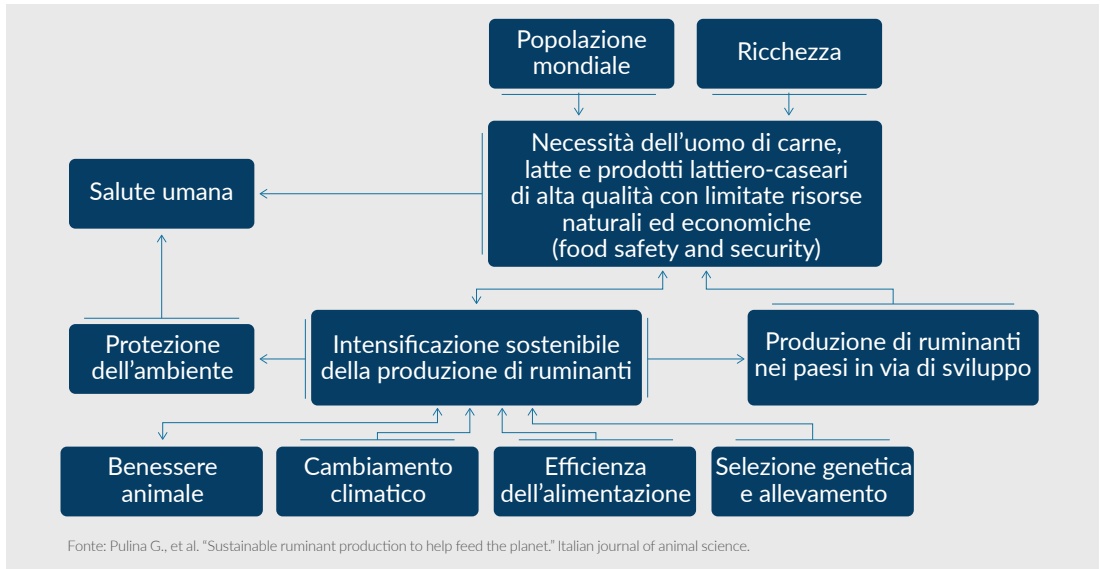
■ Distribuzione geografica del patrimonio zootecnico in Italia



¹⁴ Istat, Settimo Censimento Generale dell'Agricoltura.

¹⁵ Bernardi E., Capri E., Pulina G., Carni e salumi: le nuove frontiere della sostenibilità. Franco Angeli. 2023.

■ Fattori coinvolti nella produzione sostenibile di ruminanti per nutrire il pianeta



Grazie a questa vasta rete di imprese ed operatori italiani, distribuiti lungo una ricca e comunque fiorente catena del valore, è possibile preservare un vasto patrimonio zootecnico nazionale. Tale patrimonio è composto da poco più di 5,5 milioni di bovini (da carne e da latte, esclusi i capi bufalini), oltre 8,4 milioni di suini, e circa 146 milioni di avicoli in allevamento (per ciclo produttivo) di cui oltre la metà di polli da carne¹⁶.

Se si guarda poi anche alla distribuzione geografica degli allevamenti, ci si accorge che essi hanno la loro massima concentrazione nel Nord Italia, ed in particolare tra Piemonte, Lombardia, Veneto ed Emilia-Romagna. Complessivamente nel nord del Paese si concentra circa il 71%

del bestiame bovino, il 75% degli avicoli e l'88% dei suini. Nel Centro Italia i valori sono invece piuttosto bassi: 7% di bovini, 6% di suini e l'8% di pollame. Di segno diverso è la distribuzione del patrimonio zootecnico nel Mezzogiorno che registra il 22% di bovini allevati sul dato complessivo del nostro Paese, il 17% del patrimonio avicolo e solo il 6% dei suini allevati in Italia¹⁷.

A questo punto, rispetto al quadro generale, ai fattori di successo ed alle criticità, è lecito domandarsi quali fattori (sia endogeni che esogeni) e quali relazioni sussistenti tra essi debbano essere presi in considerazione quando parliamo di sostenibilità nelle sue varie declinazioni. È interessante, ad esempio, lo schema riportato nella

¹⁶ Anagrafe Nazionale Zootecnica al 31.12.2022.
¹⁷ Ibidem.

pagina a fianco che descrive i “Fattori coinvolti nella produzione sostenibile di ruminanti per nutrire il pianeta”¹⁸.

Come si evince dalla grafica, rendere sostenibile la filiera dell'allevamento bovino per di più tenendo conto di una domanda crescente su scala globale (vedi capitolo successivo “La filiera italiana nel contesto globale”), implica tenere conto di fattori esogeni quali: **il cambiamento climatico, la crescita della popolazione mondiale ed il suo benessere sociale.**

Dall'altra parte, richiede di tenere conto di fattori altrettanto importanti ma legati anche ad aspetti endogeni alle stesse filiere produttive, ad esempio: la protezione dell'ambiente, il benessere animale, la varietà delle specie, la difesa delle biodiversità e la salute umana.

Un'ultima riflessione, nonché ipotetica chiave di lettura che potremmo dare a questo schema, riguarda invece due aspetti sociali importantissimi: il primo attiene alla produzione crescente nei Paesi in via di sviluppo, che ovviamente è un processo che va compreso e governato: serve un travaso di know-how e competenze per rendere queste produzioni realmente sostenibili sulla scorta, per esempio, dell'esperienza e del modello italiano ed europeo. Il secondo aspetto è la generale e crescente domanda (per quantità e qualità) di carne, latte, uova ed altri derivati, ma in un contesto di scarsità di risorse tanto economiche quanto ambientali: la FAO prevede infatti che nel 2050 la domanda globale di proteine animali è destinata a crescere del 21%¹⁹.

È in questo complesso scenario che si inserisce la “sfida” della sostenibilità nelle sue varie declinazioni, ed è questo il motivo per il quale, con questa analisi, nei capitoli che seguiranno cercheremo di comprendere come sia strutturato l'ecosistema produttivo delle carni in Italia; allo scopo di individuare tutti quegli aspetti che possono direttamente o indirettamente (anche mediante il ricorso a tecnologie innovative) supportare lo sviluppo delle filiere italiane in una direzione di completa sostenibilità.

Un ultimo importante aspetto da tenere in considerazione riguarda l'attenzione dei consumatori alla qualità dei prodotti che ha generato un aumento delle richieste di informazioni in merito ai processi e alla qualità delle filiere d'origine. Questa richiesta da parte dei consumatori, sia per le forme di produzione che di trasformazione, ma anche per l'origine italiana del prodotto, ha contribuito a indirizzare negli anni gli allevatori e le loro imprese a puntare sullo sviluppo di filiere all'avanguardia: in materia di origine, di tutela dell'ambiente, di tutela degli animali e della loro salute, ed ovviamente di tutela della salute e della sicurezza alimentare per i consumatori stessi. A questo si sono aggiunte negli ultimi anni nuove e più complesse istanze, legate anche a fattori sociali e culturali. I diversi attori coinvolti nel processo produttivo, sia che si tratti delle fasi di allevamento, di trasformazione industriale o di commercializzazione oggi devono tenere conto della richiesta (più o meno consapevole) del rispetto di quella più ampia definizione di “sostenibilità” così come è espressa dagli

¹⁸ Pulina G., Francesconi A.H.D., Stefanon B., Sevi A., Calamari L., Lacetera N., Dell'Orto V., Pilla F., Ajmone Marsan P., Mele M., Rossi F., Bertoni G. M., Ronchi B., "Sustainable ruminant production to help feed the planet." *Italian journal of animal science*, n.1, Pg.33. Si veda anche: Stefanon B., Mele M., Pulina G., "Allevamento Animale e Sostenibilità Ambientale. I principi e le tecnologie", Franco Angeli Editore, Milano, 2018.

¹⁹ FAO, 2023. Pathways towards lower emissions – A global assessment of the greenhouse gas emissions and mitigation options from livestock agrifood systems. Rome <https://doi.org/10.4060/cc9029en>.

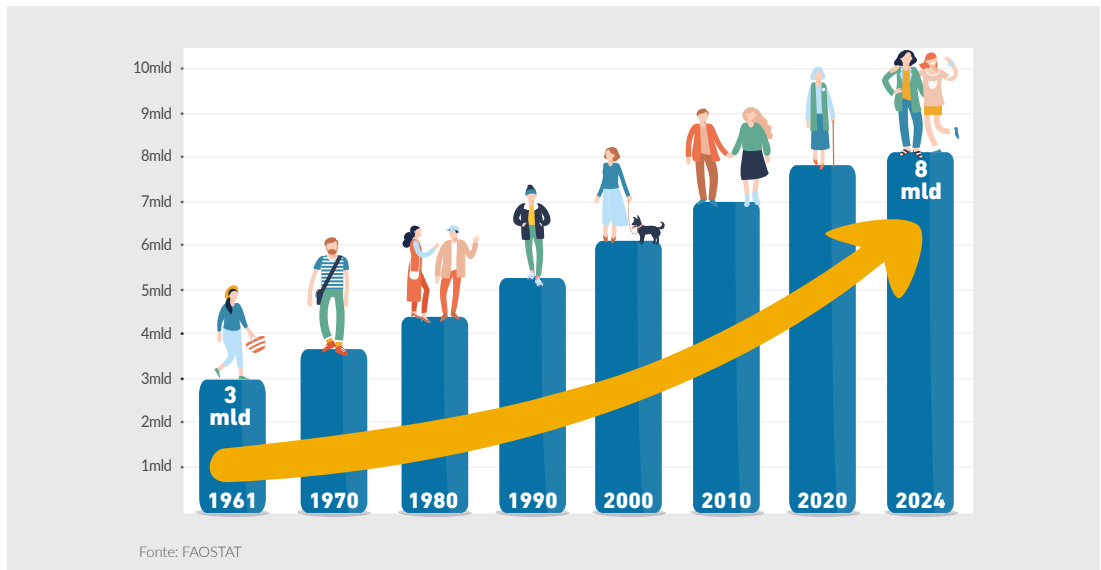
SDGs dell'Agenda 2030²⁰ promossa dall'ONU e che oggi ha anche una sua declinazione nelle politiche promosse dalle istituzioni nazionali e sovranazionali²¹. Non è un caso, quindi, che coloro che operano in modo consapevole all'interno di queste catene del valore, da alcuni anni lavorino per valutare cinque dimensioni di intervento specifiche rispetto alla sostenibilità (ambiente, cultura, salute, società ed economia) al fine di far convergere differenti aspetti: di natura normativa, di ottimizzazione dei processi, di innovazione tecnologica, di innovazione sociale e di crescita economica.

1.2 LA FILIERA ITALIANA NEL CONTESTO GLOBALE

Come si è detto, le filiere italiane delle carni avicole, suine e bovine, che sono parte centrale di questo studio, rappresentano pur con le loro complessità e peculiarità una eccellenza della produzione agricola a livello internazionale. Inoltre, la correlazione tra i fattori legati al tema della sostenibilità, sia endogeni che esogeni alle filiere stesse, implica necessariamente uno sguardo più ampio che metta in relazione la dimensione italiana con quella sovranazionale ed internazionale.

Secondo la FAO, dal secondo dopoguerra ad oggi, il consumo di carni nel Mondo è aumen-

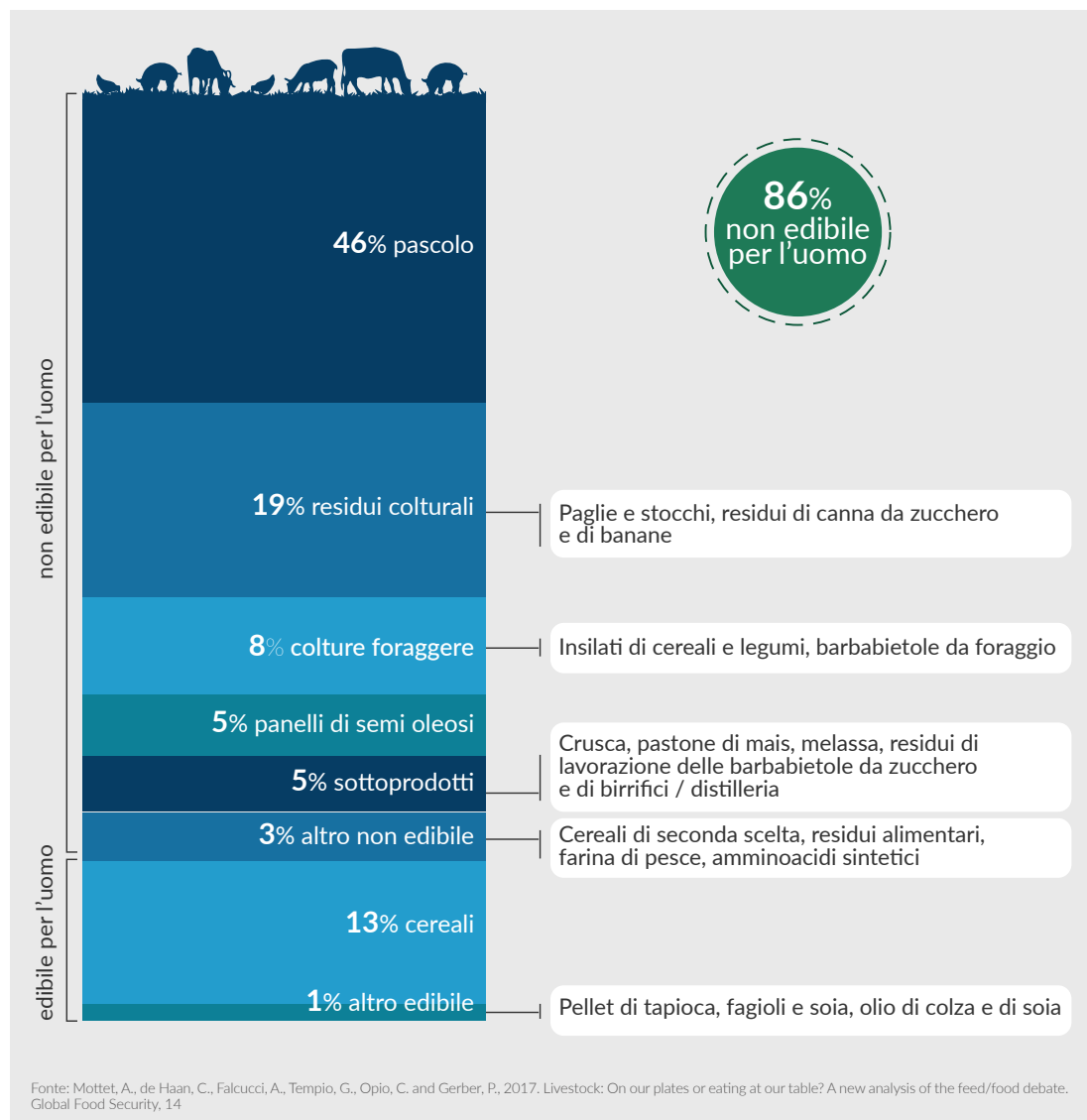
■ Crescita demografica della popolazione mondiale, quasi triplicata in oltre 60 anni



²⁰ La sigla SDGs sta ad indicare i "Sustainable Development Goals", ovvero, i 17 Obiettivi di Sviluppo Sostenibile definiti ed approvati il 25 settembre del 2015 dall'Organizzazione delle Nazioni Unite, con lo scopo di definire una strategia "per ottenere un futuro migliore e più sostenibile per tutti".

²¹ Si pensi, ad esempio, alle nuove politiche di indirizzo ed alle priorità di azione presenti nella "Farm2Fork Strategy" dell'Unione Europea. Fonte: https://ec.europa.eu/food/farm2fork_en.

■ Composizione media della razione alimentare degli animali



tato costantemente, passando da 71 milioni di tonnellate nel 1961 a 360 milioni di tonnellate nel 2022. Per comprendere meglio le dinamiche dell'aumento della produzione mondiale, è però necessario analizzare il contesto di riferimento, tenendo in considerazione due fattori fondamentali: il primo è l'incremento della popolazione mondiale che, negli ultimi 60 anni, è quasi triplicata, passando da 3 miliardi a 8 miliardi di individui²²; il secondo è l'aumento del reddito medio pro-capite della popolazione nei paesi in via di sviluppo. Esiste, infatti, una relazione diretta tra aumento del reddito medio pro-capite e aumento della domanda di carne²³.

Le previsioni per il 2050 indicano una crescita della popolazione mondiale, che raggiungerà i 9,7 miliardi di individui e, conseguentemente, un aumento della produzione totale di carne, prevista in 450 milioni di tonnellate²⁴.

Questa è la sintesi dei dati macroeconomici, riferiti all'intero settore a livello globale. È, però, necessario analizzare il differente andamento dei consumi nei diversi Paesi. Si stima, infatti, che nel 2050 la crescita della domanda di carne sarà rappresentata per più del 80% dai Paesi in via di sviluppo²⁵, dove si assisterà ad un ulteriore aumento della popolazione e del reddito medio. Nei paesi industrializzati si prevede invece un assestamento dei consumi, con dinamiche differenziate per tipologia di carne: una flessione nel consumo di carne rossa e un aumento nelle carni bianche.

Gli allevamenti, la produzione delle carni e degli alimenti di origine animale ricoprono un ruolo

importante anche per gli equilibri del pianeta. Dei 104 milioni di Km² di terreni abitabili, 51 milioni sono destinati all'agricoltura: 1/3 di questi ultimi è destinato alla coltivazione cerealicola e 2/3 sono destinati al pascolo e alle attività zootecniche. Spesso si dimentica, però, che gran parte dei terreni destinati al pascolo, in particolare per i ruminanti, sono definiti "terreni marginali", cioè, terreni non utilizzabili in agricoltura, perché troppo rocciosi, troppo collinosi o perché il terreno non è abbastanza fertile: un habitat, quindi, che solo i ruminanti possono sfruttare e, nel ciclo della catena alimentare, convertire in una fonte proteica di alta qualità.

Altro elemento importante da considerare quando si parla di utilizzo del suolo a livello mondiale, è che l'86% dell'assunzione alimentare degli animali è rappresentato da prodotti non edibili dall'uomo, quali residui colturali, foraggi, erba, fieno, ecc.²⁶. Il loro utilizzo nell'alimentazione animale permette infatti la trasformazione di prodotti non commestibili dall'uomo, come la cellulosa, in alimenti di elevata qualità nutrizionale (carne, latte, uova). Se non si allevassero gli animali, gran parte dei residui colturali costituirebbero uno spreco e dovrebbero essere smaltiti, con un forte impatto ambientale, sociale ed economico. Senza considerare la perdita di fertilità dei suoli, garantita, in natura, dalla sostanza organica degli animali.

²² Dati Faostat, <https://www.fao.org/faostat/en/#home>

²³ Sans P., Combris P., "World meat consumption patterns: An overview of the last fifty years (1961-2011)", *Meat Science*, Volume 114, April 2016, Pages 154. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2015.05.012>

²⁴ Our World in data; <https://ourworldindata.org/grapher/global-meat-projections-to-2050>

²⁵ FAO, "Food Outlook" Report. Ivi.

²⁶ Mottet, A., de Haan, C., Falcucci, A., Tempio, G., Opio, C. and Gerber, P., 2017. Livestock: On our plates or eating at our table? A new analysis of the feed/food debate. *Global Food Security*, 14, pp.1-8.

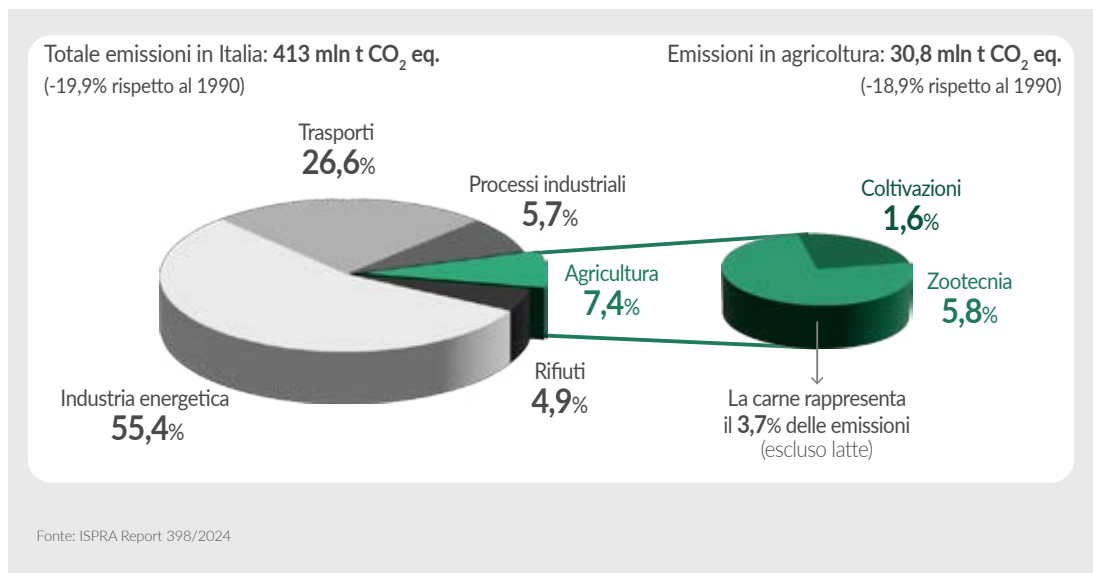
1.2.1 - L'impatto della zootecnia italiana sull'ambiente

Secondo i dati ISPRA²⁷, in Italia, il totale delle emissioni di gas ad effetto serra è calato di circa il 20% dal 1990 al 2022, passando da 522 a 413 milioni di tonnellate di CO₂ equivalente.

Il settore energetico risulta essere il maggior contributore, con una percentuale dell'82% delle emissioni nazionali (55,4% dall'industria energetica e 26,6% dai trasporti). Il settore dei processi industriali rappresenta il 5,7% del totale. Le emissioni derivanti dai rifiuti, che rappresentano il 4,9%, negli ultimi 30 anni (1990-2022) sono aumentate del 5,6%.

Infine, il settore agricolo contribuisce per il 7,4% delle emissioni, con circa 30,8 milioni di tonnellate di CO₂ eq. Le emissioni del settore hanno registrato un calo del -18,9% dal 1990, grazie alla riduzione delle emissioni di CH₄ da fermentazione enterica, al calo nell'utilizzo di fertilizzanti sintetici e ai cambiamenti nella gestione dei liquami. All'interno di questo settore, la zootecnia italiana rappresenta il 5,8% delle emissioni totali (di cui la carne solo il 3,7%) un dato di gran lunga inferiore se confrontato con la media mondiale indicata da IPCC del 14,5% e inferiore anche alla media europea del 7,2%.

■ Emissioni in Italia: ripartizione per categoria di emissioni (escluso LULUCF)



²⁷ ISPRA Report 398-2024.

Informazioni poco note all'opinione pubblica, a cui si affiancano anche quelle sulle "buone pratiche" di produzione e allevamento che, orientati alla sostenibilità, potrebbero dare un contributo al raggiungimento degli obiettivi di sostenibilità ambientale previsti per il 2030. Un contributo quello in favore della sostenibilità ambientale da parte delle filiere della carne più che necessario, soprattutto se si tiene conto delle previsioni in aumento della popolazione mondiale entro il 2050.

1.2.2 - Innovazione e digitalizzazione del settore agro-zootecnico: lo stato dell'arte in Italia

La digitalizzazione e l'innovazione sono due attività fondamentali per garantire una crescita costante e sostenibile della produttività del settore agro-zootecnico italiano nei prossimi anni.

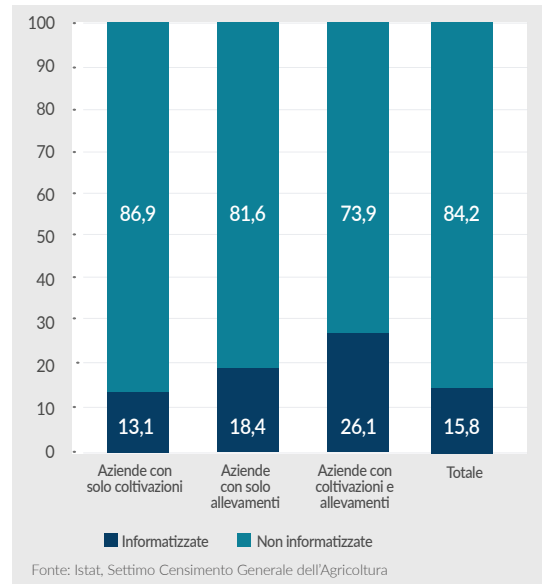
Il percorso verso il digitale è stato intrapreso dalle filiere delle produzioni animali già negli ultimi decenni dello scorso secolo e ha mostrato una accelerazione crescente negli ultimi anni. L'indagine dell'ISTAT, condotta nell'ambito dell'ultimo Censimento dell'Agricoltura, fotografa una realtà a macchia di leopardo. Di seguito è riportato succintamente il quadro dello stato della digitalizzazione delle imprese agro-zootecniche del nostro Paese.

La digitalizzazione delle aziende agro-zootecniche in Italia

Secondo i dati del Settimo Censimento dell'Agricoltura²⁸, nel 2020, il 15,8% delle aziende agricole ha affermato di utilizzare attrezzature

informatiche o digitali per fini aziendali, una quota oltre quattro volte superiore rispetto a quella rilevata dal Censimento del 2010 (3,8%). Il numero di attrezzature informatiche è cresci-

■ Digitalizzazione delle aziende agricole per tipo di attività in Italia (in percentuale)



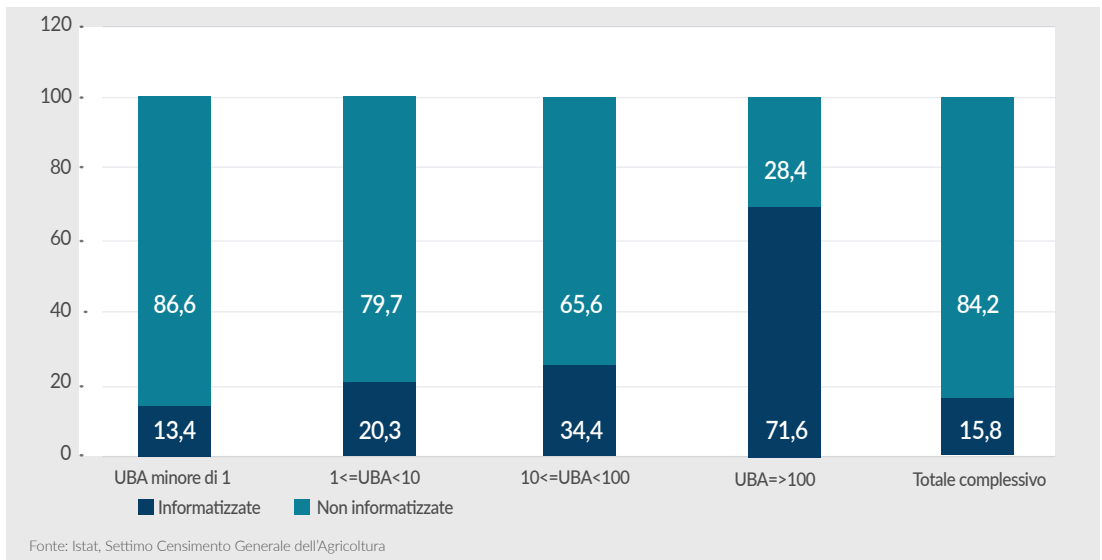
to maggiormente al Sud (+247,0%), nelle Isole (+241,9%) e nel Nord-est (+205,5%), mentre nelle altre aree si è mantenuta sotto la media nazionale. Nonostante questo incremento, le zone del Sud e delle Isole continuano a mostrare i dati più bassi relativi al numero di aziende informatizzate (rispettivamente il 6,7% e il 10,3%), rispetto alle zone del Centro (16,1%), del Nord-ovest (32,9%) e soprattutto del Nord-est (33,5%).

²⁸ Istat, Settimo Censimento Generale dell'Agricoltura.

La presenza di computer e/o altre attrezzature informatiche o digitali è molto più diffusa nelle aziende che praticano sia attività agricola sia attività zootecnica (26,1%) rispetto alle aziende con solo allevamenti (18,4%) e soprattutto a quelle che svolgono esclusivamente attività agricola (13,1%). Se si considera l'utilizzo prevalente dei terreni agricoli, le aziende che coltivano prati permanenti e pascoli risultano essere più informatizzate, con un'incidenza del 22,4%, seguite da quelle con seminativi (17,8%), legnose agrarie (12,3%) e orti familiari (9,8%).

Dalla stessa rilevazione, risulta che l'incidenza delle aziende digitalizzate è legata in modo proporzionale all'età del capo azienda e alla dimensione aziendale in termini di Unità di Lavoro (ULA), di Superficie Agricola Utilizzata (SAU) e di Unità di Bestiame Adulto (UBA). Risultano, infatti, più digitalizzate le aziende gestite da un capo azienda under 45 (32,2% rispetto al 7,6% con capo azienda over 64) e caratterizzate da un maggior numero di dipendenti (78,2% delle grandi aziende è informatizzato rispetto all'8,8% delle piccole). Lo stesso andamento si registra

■ Digitalizzazione delle aziende zootecniche in Italia (per Unità di Bestiame Adulto, in percentuale)



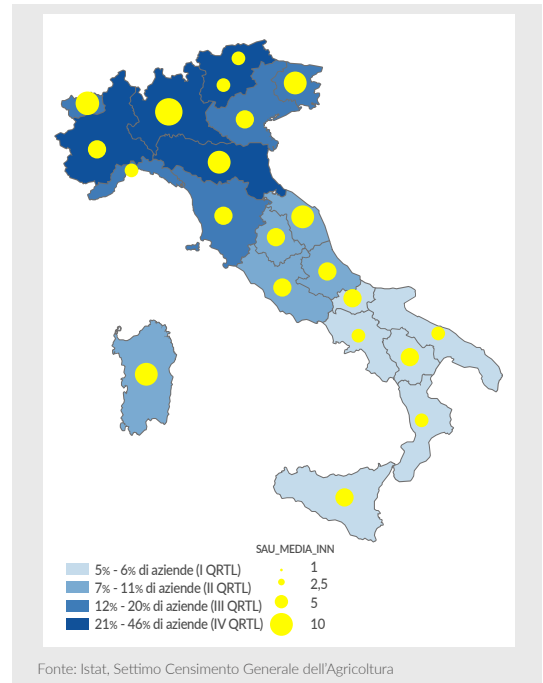
anche per le dimensioni aziendali in termini di estensione territoriale (SAU): il 50,9% delle aziende con oltre 50 ettari di superficie agricola risulta digitalizzato, rispetto al 6,1% di quelle con meno di 1 ettaro. Analogamente, considerando le dimensioni aziendali in termini di Unità di Bestiame Adulto (UBA), la quota di informatizzazione varia dal 71,6% per le aziende con oltre 100 UBA, al 34,4% per le aziende con UBA compreso tra 10 e 100, fino al 13,4% per quelle al di sotto di 1 UBA.

L'innovazione nelle aziende agro-zootecniche in Italia

Il tema dell'innovazione è stato introdotto per la prima volta nel questionario del 7° Censimento generale dell'agricoltura²⁹. Il termine innovazione comprende tutti gli interventi e gli investimenti finalizzati a modernizzare tecniche e gestione della produzione, che coinvolgono diverse attività in ambito agricolo (ad esempio la semina, l'irrigazione, la concimazione, la lavorazione del suolo...) e zootecnico (come la mungitura, la stabulazione del bestiame e la meccanizzazione che sono tipiche della zootecnia di precisione). Nel triennio 2018-2020, l'11% delle aziende agricole italiane ha effettuato investimenti volti a innovare una o più fasi o tecniche della produzione. La maggior parte delle aziende (55,6%) ha concentrato gli investimenti principalmente nella meccanizzazione e, a seguire, nella semina (23,2% delle aziende). Nell'ambito dell'innovazione si registrano tendenze simili a quelle già rilevate per la

digitalizzazione: le aziende che effettuano investimenti innovativi sono più concentrate nel Nord del Paese (22,6% nel Nord-Est e 21,7% nel Nord-Ovest) rispetto al Centro (10,9%), al Sud (5,4%) e alle isole (7,1%). Nel Nord Italia, i livelli più elevati di innovazione sono registrati nelle Province autonome di Bolzano (45,6%) e Trento (32,0%), seguite da Piemonte (23,2%) e Emilia-Romagna (22,2%). Così come la Sardegna che, con un 11,3% di aziende innovative, risulta nettamente superiore rispetto alle altre regioni

■ Innovazione nelle aziende agricole italiane su base territoriale

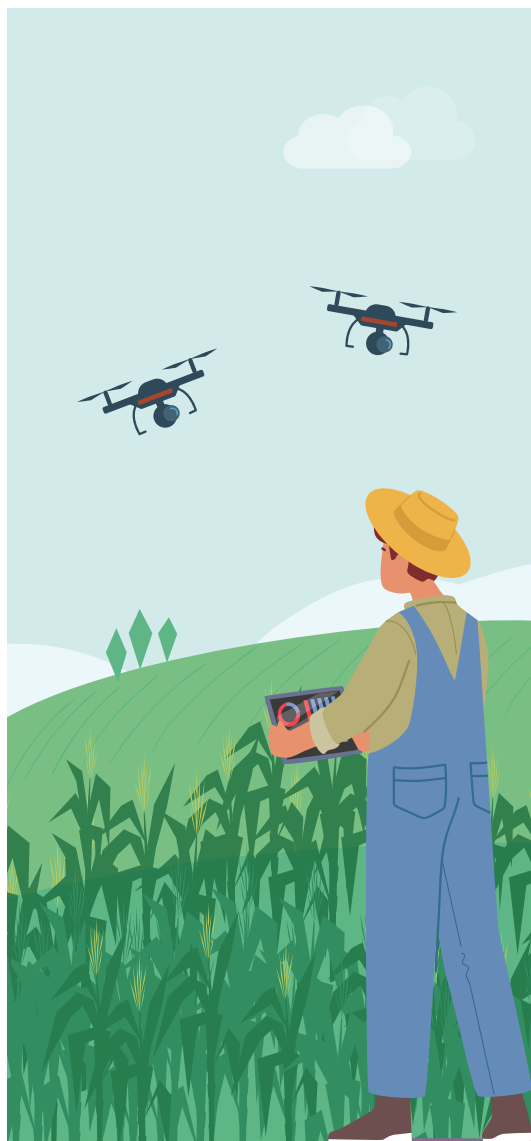


²⁹ Istat, Settimo Censimento Generale dell'Agricoltura.

del Mezzogiorno. Gli investimenti in innovazione sono maggiormente diffusi tra le aziende che svolgono contemporaneamente attività agricola e zootecnica, per le quali l'incidenza delle aziende che innovano (18,8%) è circa il doppio rispetto a quella delle aziende con solo coltivazioni (9%) e nettamente superiore a quella delle unità esclusivamente zootecniche (14,4%). Se si considera l'utilizzo prevalente dei terreni agricoli, le aziende che coltivano prati permanenti e pascoli sono quelle che risultano più innovative (15%), seguite da quelle con seminativi (11,1%).

Una maggior propensione all'innovazione è stata riscontrata nelle aziende agricole di grandi dimensioni, sia in termini di numero di lavoratori, sia in termini di superficie agricola: hanno investito maggiormente le aziende con oltre 10 ULA (58%) e il 35,9% delle aziende con oltre 50 ettari di SAU. Anche la dimensione in termini di UBA incide molto sulla propensione ad innovare: hanno effettuato investimenti innovativi il 49,2% delle aziende con oltre 100 UBA, a fronte del 22,6% di quelle con 10-100 UBA, del 14,1% delle unità con 1-10 UBA e del 9,4% di quelle con 0-1 UBA.

Infine, anche l'età e il grado di istruzione dei capi azienda incidono in modo sostanziale sul tasso di innovazione riscontrato nelle aziende agricole: la quota di investimenti in innovazione aumenta con capi azienda giovani di età fino a 44 anni, che risulta essere quattro volte superiore rispetto alle aziende con capo azienda di oltre 64 anni (22,9% contro il 5,8%).

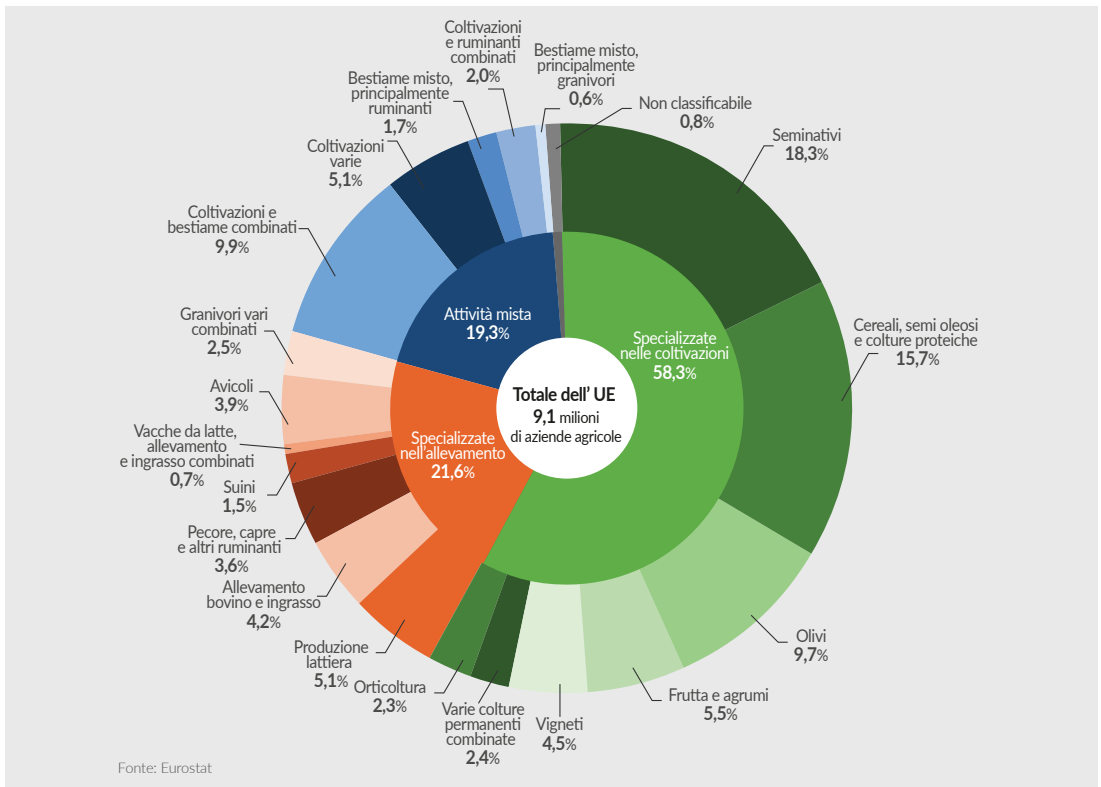


1.3 I NUMERI DELL' AGRICOLTURA IN EUROPA

Secondo le rilevazioni Eurostat³⁰, nel 2020, complessivamente i ventisette Stati che compongono l'Unione Europea raccoglievano 9,1 milioni di fattorie. Di queste, il 21,6% è composto da allevamenti specializzati (di cui il 3,9% di allevamenti avicoli, l'1,5% di allevamenti di suini, il 5,1% di allevamenti da latte ed un 4,2% di alle-

vamenti bovini). Però, la quota complessiva sale ulteriormente se si tiene conto di un altro 19,3% di aziende agricole che gestisce sia allevamenti che colture in campo (ed è in questa percentuale che rientra l'allevamento bovino nella prima fase di crescita ed anche parte degli allevamenti biologici dell'UE). Complessivamente, dunque, le aziende agricole coinvolte nelle filiere e nei processi di allevamento sono oltre 3,2 milioni, e la

■ Aziende agricole per tipo di specializzazione (percentuale sul totale UE, 2020)



³⁰ Eurostat, Farms and Farmland in the European Union-statistics, https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Farms_and_farmland_in_the_European_Union_-_statistics#Farms_in_2020.

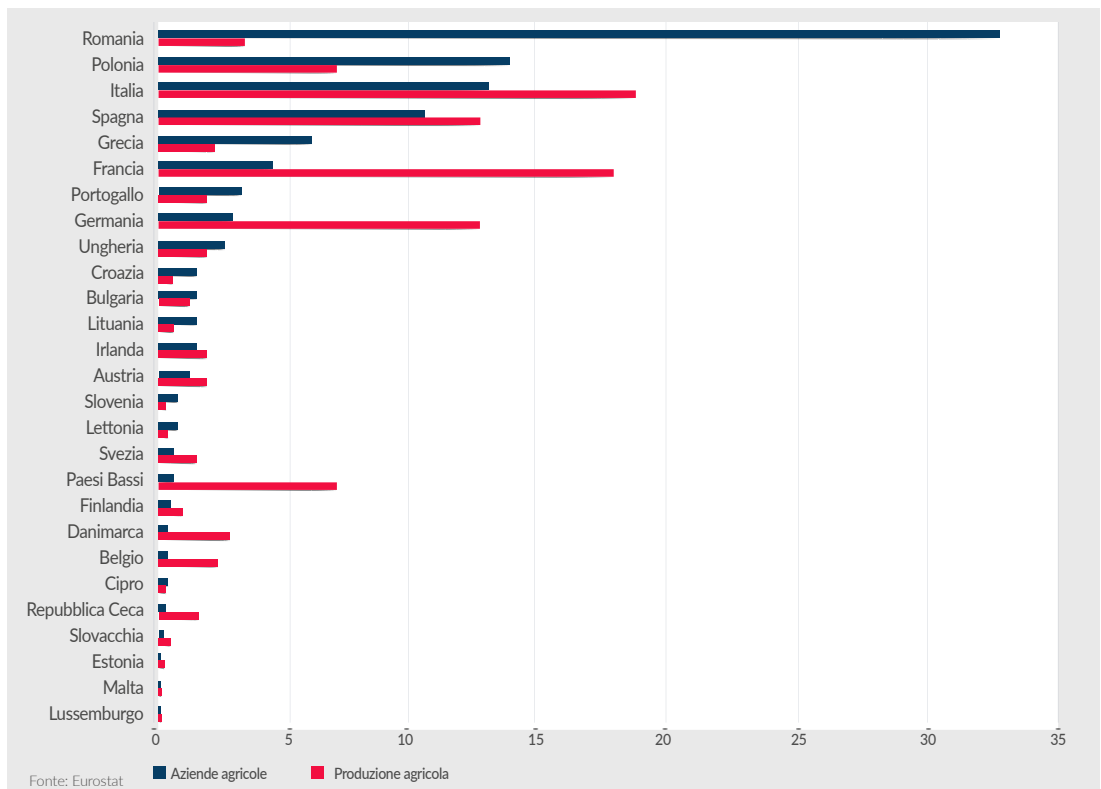
loro attività traina anche una parte consistente della domanda delle colture in campo, poiché da queste dipende parte degli approvvigionamenti per l'alimentazione degli animali.

La stragrande maggioranza delle aziende agricole dell'UE è classificata come "aziende familiari" (ben il 94,8% nel 2020) e sono dunque tra i protagonisti della produzione generata dall'agricoltura nel 2020 nell'UE-27. Il 60% della pro-

duzione agricola europea proviene da quattro principali paesi produttori: Italia (18,1%), Francia (17,2%), Germania (12,6%) e Spagna (12,2%).

L'Italia e la Spagna sono tra i grandi produttori agricoli europei che, però, hanno mantenuto un rapporto equilibrato tra efficienza produttiva e numero di aziende agricole, a conferma della continuità della tradizione contadina e della dimensione rurale delle fattorie.

■ Aziende agricole e produzione (percentuale sul totale UE, 2020)



Sebbene la Romania, invece, rappresenti un terzo delle aziende agricole dell'Unione, genera solo il 3,3% della produzione dell'UE-27.

Di segno opposto è la capacità produttiva dell'Olanda che, in un territorio molto piccolo e con un basso numero di aziende, produce circa il 7% della produzione agricola europea³¹.

Complessivamente le aziende agricole europee occupano circa 157 milioni di ettari di terreno, ma poco più di due terzi (68,5%) dell'intera superficie agricola europea si trova in sei Stati membri: Francia (27,4 milioni di ettari), Spagna (23,9 milioni ha), Germania (16,6 milioni ha), Polonia (14,8 milioni ha), Italia (12,6 milioni ha) e Romania (12,5 milioni ha).



1.4 L'ALLEVAMENTO IN EUROPA E IN ITALIA

Nell'Unione Europea a 27, nel 2022, si contano poco meno di 134 milioni di capi di suini, 75 milioni di bovini e 1,6 miliardi di polli (per ciclo produttivo). La maggior parte degli allevamenti è concentrata nei Paesi con maggior estensione territoriale e densità abitativa: la Spagna, ad esempio, detiene il 25,4% della quota complessiva di suini. La Germania alleva il 15,9% dei suini europei ed il 14,7% dei bovini. La Francia, invece, detiene una quota pari al 9,1% dell'allevamento suinicolo europeo, ma è tra i principali allevatori di bovini del vecchio continente, con una quota pari al 22,7%³². L'allevamento avicolo si concentra in Francia (18%), Polonia (14%), Spagna (13%), Germania (11%) e Italia (9,6%)³³.

Negli ultimi due decenni, si è assistito ad un progressivo declino del patrimonio zootecnico allevato in Europa: tra il 2002 e il 2022 il numero di maiali, bovini, ovini e pecore è diminuito del 14,4%, da 326 a 280 milioni di capi.

In Italia, al netto delle fisiologiche fluttuazioni su base annua, si stimano circa 5,5 milioni di bovini allevati, circa 8,4 milioni di suini e 146 milioni di capi nella filiera avicola per ciclo produttivo³⁴. Tuttavia, l'Italia è da alcuni anni (in linea con le tendenze generali dell'agricoltura europea) in leggera flessione in termini di produzione e valore aggiunto delle filiere della carne, soprattutto rispetto alla fase agricola della produzione. Dal 2000 si è registrato un calo della popolazione bovina (-22,5%) e un aumento del numero di capi avicoli (+28%),

³¹ Eurostat, Farms and Farmland in the European Union-statistics, https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Farms_and_farmland_in_the_European_Union_-_statistics#Farms_in_2020.

³² Eurostat, "Key figures on the European food chain", 2023 edition.

³³ Faostat 2020.

³⁴ ISMEA, schede di settore, 2023.

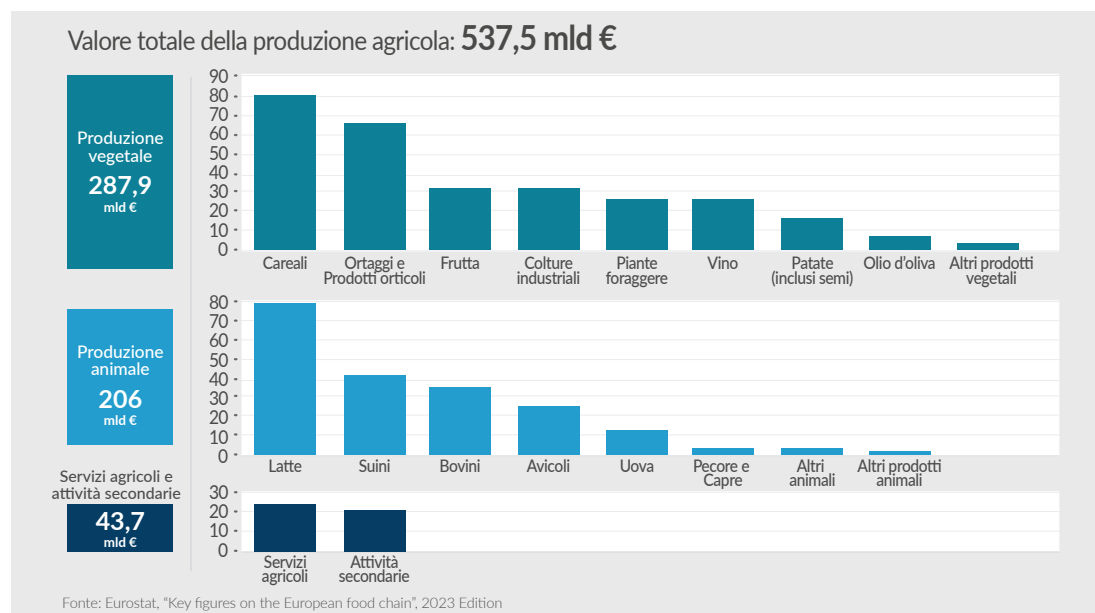
a fronte di una sostanziale stabilità nel numero di capi suini. Quest'ultima serie di dati indica chiaramente uno squilibrio cui si collega una importante dipendenza dalle forniture estere per soddisfare, non soltanto i consumi interni, ma anche una presenza elevata di turisti stranieri e, al tempo stesso, far fronte alla domanda delle aziende di trasformazione. Secondo i dati ISMEA, la filiera suinicola ha registrato nel 2022 un tasso di auto-approvvigionamento pari solo al 59,2% della domanda totale³⁵, mentre nella filiera avicola si è registrato un leggero decremento del consumo pro-capite, con un tasso di auto-approvvigionamento

che passa dal 109% nel 2021 al 102% nel 2022³⁶. Il settore che maggiormente “soffre una forte dipendenza dall'Estero”, sempre secondo ISMEA³⁷, è quello delle carni bovine. Nel 2022, infatti, quest'ultimo ha fatto registrare il più basso tasso di auto-approvvigionamento di sempre, attestandosi al 42,5%.

1.4.1 - Il valore economico del settore agricolo in Europa

Complessivamente, si stima che il valore prodotto da tutto il settore agricolo dell'UE-27, nel 2022, abbia toccato quota 537,5 miliardi di euro

■ Valore della produzione agricola europea (in miliardi di euro)



³⁵ ISMEA Mercati, "Suino", scheda di settore, 2023.

³⁶ ISMEA Mercati, "Avicolo", scheda di settore, 2023.

³⁷ ISMEA Mercati, "Bovino da carne", scheda di settore, 2023.

(+19% rispetto al 2021), soprattutto a causa del poderoso aumento dei prezzi di beni e servizi agricoli (+31,4% sul 2021), mentre i volumi di produzione sono calati rispetto al 2021 (-3,1%). Sempre nel 2022, più della metà (il 53,6%) del valore della produzione complessiva dell'agro-alimentare europeo proviene dalle coltivazioni (287,9 miliardi di euro), tra cui cereali e ortaggi erano quelli di maggior valore. Invece, altri due quinti del valore totale prodotto (il 38,3%) provengono dall'allevamento di animali e dai prodotti di origine animale (206,0 miliardi di euro), per la maggior parte dal latte e dai suini. Il restante valore della produzione agricola europea deriva dai servizi agricoli e attività secondarie (43,7 miliardi di euro)³⁸. Per raggiungere i livelli economici sopra descritti, i costi di produzione, definiti "consumi intermedi", sostenuti dagli agricoltori sia in termini di beni che di servizi (ad esempio sementi, fertilizzanti, mangimi per animali, carburante per i mezzi agricoli e servizi veterinari), nel 2022 hanno raggiunto un totale di 316,7 miliardi di euro per l'intera produzione europea, registrando un aumento del 31,4% rispetto al 2021. La causa è da ricercarsi nel conflitto Russia-Ucraina e nella conseguente pressione sui prezzi, che, nel contesto agricolo, ha portato ad un sostanziale aumento dei costi dell'energia (+53,2%) e dei fertilizzanti (+89,9%)³⁹.

1.4.2 - Scenario a medio termine del mercato europeo delle carni 2023-2035

Dallo studio *European Union Agricultural Outlook* e le relative prospettive agricole dell'UE 2023-

2035⁴⁰, condotto dalla DG AGRI e dal JRC per la Commissione Europea, emergono quali saranno le possibili prospettive a medio termine per i mercati agricoli.

Lo studio ha tenuto in considerazione i principali fattori che influenzeranno il futuro dell'agricoltura nei prossimi anni, tra i quali il cambiamento climatico, la domanda dei consumatori e l'evoluzione della struttura del settore agricolo. Secondo le previsioni, l'UE continuerà ad essere, in generale, un esportatore netto e continuerà, quindi, a contribuire alla sicurezza alimentare globale.

Le tendenze confermano inoltre come la PAC, un sistema commerciale basato su regole e l'innovazione e la digitalizzazione, restino cruciali nel sostenere gli agricoltori nel passaggio a sistemi produttivi agricoli più sostenibili, per diventare sempre più resilienti, competitivi e adempiere alle loro funzioni di produttori di cibo e custodi delle risorse naturali e del territorio, contribuendo allo stesso tempo alla sicurezza alimentare dell'UE e del resto del mondo.

Nel complesso, si prevede che nel settore della carne si assisterà ad un aumento dei prezzi, a seguito dell'aumento dei costi di produzione, del calo nell'offerta dei prodotti e dei cambiamenti nei prezzi globali.

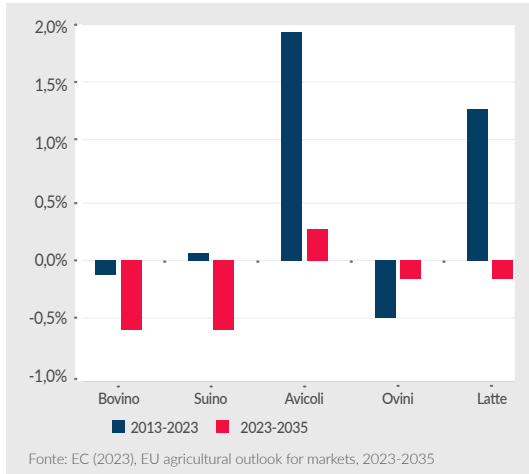
Per il settore avicolo, in particolare, la crescita dei consumi nell'UE potrebbe rallentare: dall'1,8% annuo nel 2013-2023 allo 0,3% all'anno nel periodo 2023-2035, con un aumento da 23,7 kg pro-capite a 24,9 kg nel 2035. Con un numero di

³⁸ Eurostat, "Key figures on the European food chain", 2023 edition.

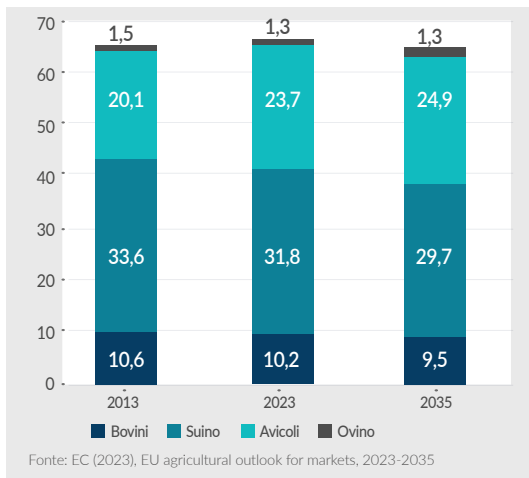
³⁹ Ibidem.

⁴⁰ EC (2023), EU agricultural outlook for markets, 2023-2035, European Commission, DG Agriculture and Rural Development, Brussels.

Incremento annuale delle produzioni zootecniche (in %, nell'UE)



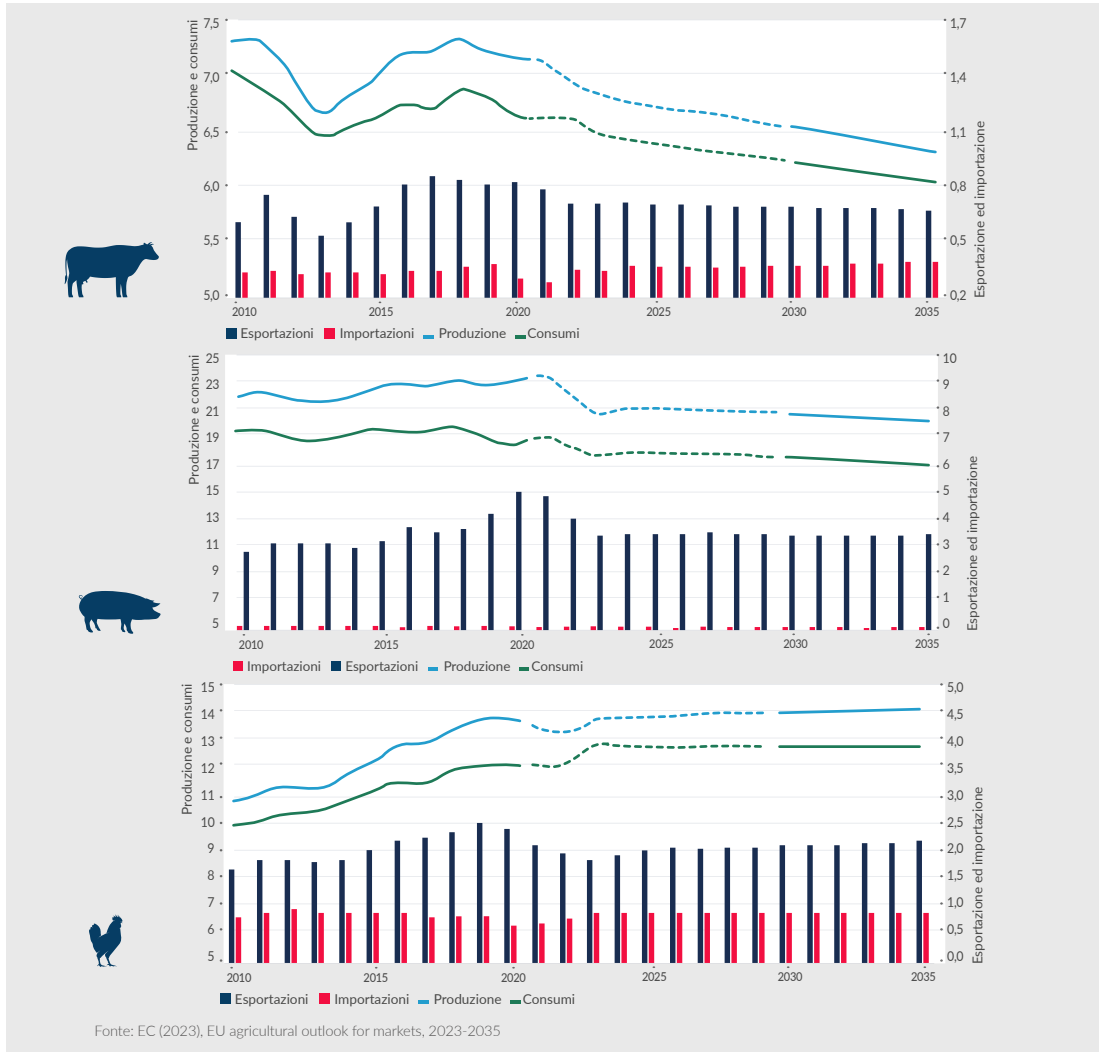
Andamento del consumo apparente di carne (in kg pro-capite/anno nell'UE)



capi totali destinato a diminuire dell'11% (in calo di 3,4 milioni di unità), invece, si prevede che la produzione lorda di carne bovina dell'UE diminuirà di 0,6 milioni di tonnellate al 2035 (-9,2% rispetto alla media del periodo 2021-2023). Tra il 2023 e il 2035 continuerà la tendenza al ribasso dei consumi che scenderanno da 10 kg a 9,5 kg pro capite all'anno. Permangono poi incertezze sulla carne suina, soprattutto quelle legate alla peste suina africana e al calo delle opportunità di esportazione verso i Paesi asiatici. Infatti, la capacità produttiva di carne suina dei suddetti Paesi (Cina, Filippine e Vietnam) dovrebbe riprendersi prima del previsto, portando a una riduzione della domanda di importazioni: di conseguenza, si prevede che le esportazioni dell'UE diminuiranno nei prossimi anni, per poi stabilizzarsi a un livello leggermente inferiore entro il 2035 (-620.000 t tra il periodo 2021-2023 e il 2035). Il consumo di carne suina dell'UE dovrebbe diminuire dello 0,7% all'anno, fino a raggiungere i 29,7 kg pro-capite nel 2035. Anche la produzione dell'UE di carne suina dovrebbe diminuire complessivamente dello 0,9% all'anno nel periodo di previsione.

Tutto ciò, se fossero confermate le criticità sollevate dagli operatori di settore in merito alle nuove politiche europee per l'agroalimentare, potrebbe paradossalmente compromettere lo sviluppo del piano di sostenibilità dell'Unione, così, come rendere più complessa l'evoluzione delle filiere europee della carne.

■ **Andamento e previsione del mercato delle carni bovine, suine e avicole nell'UE**
(milioni di t, 2010-2035)



1.5 LE POLITICHE EUROPEE PER L'AGRICOLTURA E L'AMBIENTE

Le politiche europee intrecciano sempre più gli aspetti connessi all'innovazione ed alla sostenibilità ambientale con quelli dell'agricoltura e dell'allevamento. Il nucleo centrale di queste politiche risiede oggi nella cosiddetta "Strategia *Farm to Fork*" (F2F)⁴¹, che mira a ridurre l'impatto ambientale e climatico della produzione primaria, assicurando allo stesso tempo un giusto ritorno economico per gli agricoltori, gli allevatori, i pescatori ed i produttori di acquacoltura.

La *Farm to Fork* è una strategia definita appunto "dal produttore al consumatore" e che è parte del più ampio pacchetto di norme previsto nel *Green Deal* Europeo, varato il 15 gennaio 2020 dal Parlamento Europeo, e che dovrebbe promuovere la sostenibilità dell'Unione entro il 2030. Tra le misure adottate vi è anche, per esempio, la scelta di destinare fin dal 2021 il 41% delle risorse della PAC (la Politica Agricola Comune) ad attività di lotta al cambiamento climatico, per la transizione al biologico ed al generale ripensamento del sistema di produzione agroalimentare europeo⁴².

In questo scenario, totalmente mutato rispetto alle tradizionali programmazioni ed alle pratiche di allocazione dei fondi, la "F2F" fissa degli obiettivi, innanzitutto, per ridurre significativamente l'uso e il rischio di pesticidi chimici, l'uso di fertilizzanti di sintesi e la vendita di antimicrobici, oltre ad aumentare i terreni agricoli destinati all'agricoltura biologica. Nel contempo, la *Farm to Fork Strategy* si pone anche l'obiettivo di mi-

gliorare il benessere degli animali, proteggere la salute delle piante e promuovere l'adozione di nuovi modelli di business "green", in particolare la cosiddetta "bioeconomia circolare"⁴³.

A tal fine, la strategia "F2F" prevede numerose azioni per garantire una produzione alimentare sostenibile, ed in particolare alcune riguardano le filiere delle carni e le pratiche di allevamento: tra le più rilevanti c'è la decisione della Commissione Europea di favorire la trasformazione del 25% dell'intera superficie agricola in produzioni biologiche entro il 2030. Accanto a questo macro obiettivo, la Commissione, con la *Farm to Fork Strategy* prevede una revisione dell'attuale legislazione sul benessere degli animali, comprese le fasi di trasporto e macellazione; poi l'introduzione di una serie di nuovi regolamenti sugli additivi per i mangimi allo scopo di ridurre l'impatto ambientale degli allevamenti, oltre all'obiettivo della riduzione del 50% del consumo di antimicrobici entro il 2030. Infine, ovviamente, si punta a spronare il settore zootecnico nella direzione della più ampia riduzione possibile di emissioni in atmosfera di sostanze che favoriscono l'effetto serra, anche attraverso l'adozione di nuove soluzioni operative e tecnologiche.

C'è da dire che la nuova "strategia" per la sostenibilità promossa dalla Commissione Europea prevede, da un lato, alcuni interventi relativi alla tracciabilità e trasparenza di tutte le filiere; il che muterebbe poco in quei sistemi che in tal senso risultano già virtuosi⁴⁴ e che sono presenti nell'agricoltura ed ancor più nelle pratiche di allevamento. Dall'altro lato, però, la Commissio-

⁴¹ F2F - Una strategia "Dal produttore al consumatore" per un sistema alimentare equo, sano e rispettoso dell'ambiente, European Commission, Bruxelles, 20.5.2020 COM (2020) 381 final. Source online at: https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal/actions-being-taken-eu-farm-fork_it.

⁴² "Digitalizzare l'agrifood: tra politiche europee e soluzioni tecnologiche", di Mario Melillo, TechEconomy2030.it, pubblicazione online del 1 febbraio 2021.

⁴³ Bioeconomia circolare, la chiave per raggiungere gli obiettivi del Green Deal Ue", di Simone Fant, EconomiaCircolare.com, 31 Marzo, 2021. <https://economia-circolare.com/bioeconomia-circolare/>

⁴⁴ Si veda, in merito, il paragrafo 2.5 del presente documento "Gli aspetti normativi per gestire la qualità della filiera e la sicurezza alimentare", nel quale viene approfondito il sistema vigente di tracciabilità e rintracciabilità delle filiere della carne italiane.

ne sta predisponendo anche altre misure verso una “transizione” digitale e sostenibile⁴⁵ che potrebbero comportare, nei prossimi dieci anni, investimenti e trasformazioni radicali per cui urge trovare una rapida soluzione.

La questione è rilevante soprattutto se si tiene conto degli aspetti socio-economici connessi alle realtà agricole dell'Unione Europea che, come s'è detto, non soltanto in Italia ma anche al livello dell'intera area comunitaria, sono caratterizzate da piccole imprese spesso a gestione familiare. I dati confermano anche a livello europeo⁴⁶ le stesse condizioni sociali e dimensioni di reddito (estremamente contenuto) riscontrate nelle aziende agricole italiane. Basti pensare che nell'Unione Europea oggi l'82,7% dei responsabili di fattorie ed allevamenti ha un'età media di 65 anni, lavora in piccole imprese (in regime di semi- sussistenza), e nel 2020 il reddito medio generato dalla gestione di queste aziende o allevamenti non superava gli 8.000 € all'anno⁴⁷.

Anche alla luce di questi dati si comprende la scelta da parte della Commissione Europea di integrare nella “Farm to Fork Strategy” due elementi-chiave: la revisione del regolamento sulla rete dei dati contabili delle aziende agricole, per includervi i dati rilevanti in materia di sostenibilità e nel contempo, il lancio di una serie di iniziative legislative per migliorare ed incentivare la cooperazione tra produttori primari, al fine di sostenere la loro posizione nella filiera agricola e di allevamento. A ciò si aggiunga che, parte del percorso di transizione, dovrebbe beneficiare potenzialmente di una dotazione presente nel

fondo istituito dalla Commissione per mitigare gli effetti della transizione⁴⁸.

Tuttavia, rispetto alle proposte contenute nella strategia europea “Farm to Fork”, va sottolineato l'emergere di alcune perplessità e obiezioni da parte degli operatori delle filiere agricole ed in particolare delle filiere della carne europee⁴⁹. Le obiezioni a quanto contenuto nel piano europeo che, a detta degli operatori del settore zootecnico, comprometterebbe anziché sostenere le filiere della carne dell'UE⁵⁰, sono state sintetizzate in nove punti. I cosiddetti “nove paradossi della Farm to Fork strategy”⁵¹, individuati dalle organizzazioni degli allevatori e dalle associazioni di tutte le filiere zootecniche. In questo contesto, a rappresentare un elemento di interesse, sono soprattutto le criticità che gli operatori del settore sottolineano in ambito sociale ed economico. Innanzitutto, l'indirizzo della Commissione Europea è promuovere un consumo minore di carne e ciò comporterà, secondo le rappresentanze di categoria, un progressivo ridimensionamento del settore dell'allevamento di bestiame europeo: un settore importante che vale 206 miliardi di euro, circa il 38% del settore agricoltura, impiega oltre 26 milioni di persone direttamente e indirettamente e che è strettamente interconnesso con tutte le altre attività agricole.

Infatti, secondo una prima valutazione d'impatto realizzata dall'USDA, con l'attuazione della strategia “F2F”, si potrebbe avere un calo del 12% della produzione agricola europea ed un aumento dei prezzi del 17%, un calo delle esportazioni del 20%, un aumento delle importazioni del 2%,

⁴⁵ F2F - Una strategia “Dal produttore al consumatore” per un sistema alimentare equo, sano e rispettoso dell'ambiente, European Commission, Bruxelles, 20.5.2020 COM (2020) 381 final. Si veda al riguardo: cap. n.3, par. 3.1, “Ricerca, innovazione, tecnologia e investimenti”. Pag.17. Ed. italiana del documento.

⁴⁶ Eurostat, “Agriculture, forestry and fishery statistics” Report - 2020 edition. Pag.24.

⁴⁷ Eurostat, Farms and Farmland in the European Union-statistics, https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Farms_and_farmland_in_the_European_Union_-_statistics#Farms_in_2020.

⁴⁸ Commissione Europea: “Fondo per una transizione giusta”, descrizione disponibile online al link: https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal/finance-and-green-deal/just-transition-mechanism_it

⁴⁹ Le associazioni rappresentanti le singole filiere della carne europea a livello nazionale, si sono raccolte sotto la campagna europea “European Livestock Voice”, allo scopo di far presente a livello europeo le difficoltà che la nuova strategia europea porrebbe agli allevatori: <https://meatthefacts.eu/>

⁵⁰ “Carne, gli allevatori contro il Green Deal della Ue: «I 9 paradossi del programma Farm to Fork», di Marco Sabella, Corriere della Sera, 25 marzo 2021.

⁵¹ Carni Sostenibili, “Farm to Fork: più opportunità o ostacoli?”, 5 Maggio 2021, articolo e video online disponibili al link: <https://www.carnisostenibili.it/farm-to-fork-piu-opportunita-o-ostacoli/>.

oltre ad un calo del PIL agricolo europeo di circa 58 miliardi di euro⁵². Valutazione successivamente confermata anche da un report tecnico pubblicato dal Joint Research Centre (JRC) della Commissione Europea⁵³ che prende in considerazione possibili scenari rispetto all'applicazione della nuova strategia. Qualunque sia lo scenario considerato, in tutti i settori della produzione agricola e dell'allevamento sono previsti cali di produzione dal 5% al 15% con i risultati peggiori per il comparto zootecnico (bovino, pollo, suino), oltre che per le coltivazioni di cereali, semi oleosi e ortofrutta. Sempre nel report, a fronte di questa diminuzione di produzione, è previsto un aumento netto dei prezzi di produzione dei prodotti agricoli di circa il 10%. Inoltre, stando a quanto riportato, i cambiamenti nella produzione europea comporterebbero un calo delle esportazioni, nonché un peggioramento del deficit commerciale dell'Europa.

Tuttavia, il punto più controverso prospettato dalla relazione riguarda l'ipotesi degli effetti di questa strategia sulle emissioni.

La relazione, infatti, sottolinea come la strategia F2F potrebbe contribuire a ridurre del 28,4% le emissioni di gas ad effetto serra del settore agricolo entro il 2030, ma il report mette anche in luce come oltre la metà dei gas serra che l'Europa risparmierebbe, sarà invece prodotta da aumenti equivalenti di gas serra nei Paesi terzi, dovuti proprio all'aumento di produzione agricola di quei Paesi, volto a sopperire il calo prospettato per l'Europa.

Se si guarda poi all'occupazione, ogni allevamento garantisce circa 7 posti di lavoro lungo la filiera, secondo le stime degli operatori del settore, ed una contrazione del mercato potrebbe mettere a rischio parte dei lavoratori diretti e indiretti del settore zootecnico europeo⁵⁴.



⁵² Beckman, Jayson, Maros Ivanic, Jeremy L. Jelliffe, Felix G. Baquedano, and Sara G. Scott. November 2020. Economic and Food Security Impacts of Agricultural Input Reduction Under the European Union Green Deal's Farm to Fork and Biodiversity Strategies, EB-30, U.S. Department of Agriculture, Economic Research Service, https://www.ers.usda.gov/webdocs/publications/99741/eb-30_summary.pdf?v=852.5.

⁵³ Barreiro-Hurlé, J., Bogonos, M., Himics, M., Hristov, J., Pérez-Domínguez, I., Sahoo, A., Salputra, G., Weiss, F., Baldoni, E., Elleby, C. Modelling environmental and climate ambition in the agricultural sector with the CAPRI model. Exploring the potential effects of selected Farm to Fork and Biodiversity strategies targets in the framework of the 2030 Climate targets and the post 2020 Common Agricultural Policy, EUR 30317 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2021, ISBN 978-92-76-20889-1, doi:10.2760/98160, JRC121368.

⁵⁴ "Came, gli allevatori contro il Green Deal della Ue: «I 9 paradossi del programma Farm to Fork»", di Marco Sabella, Corriere della Sera, 25 marzo 2021. Ivi.

Il capitolo analizza le strutture ed i fattori endogeni ed esogeni relativi alle tre maggiori filiere nazionali: quella bovina, quella suinicola e quella avicola. Obiettivo del capitolo è quello di cogliere innanzitutto la struttura generale ed i fattori comuni alle tre filiere, successivamente analizzarle singolarmente nelle loro peculiarità, e infine tracciarne il perimetro normativo in materia di sicurezza e salute sia animale che alimentare (tracciabilità e rintracciabilità).

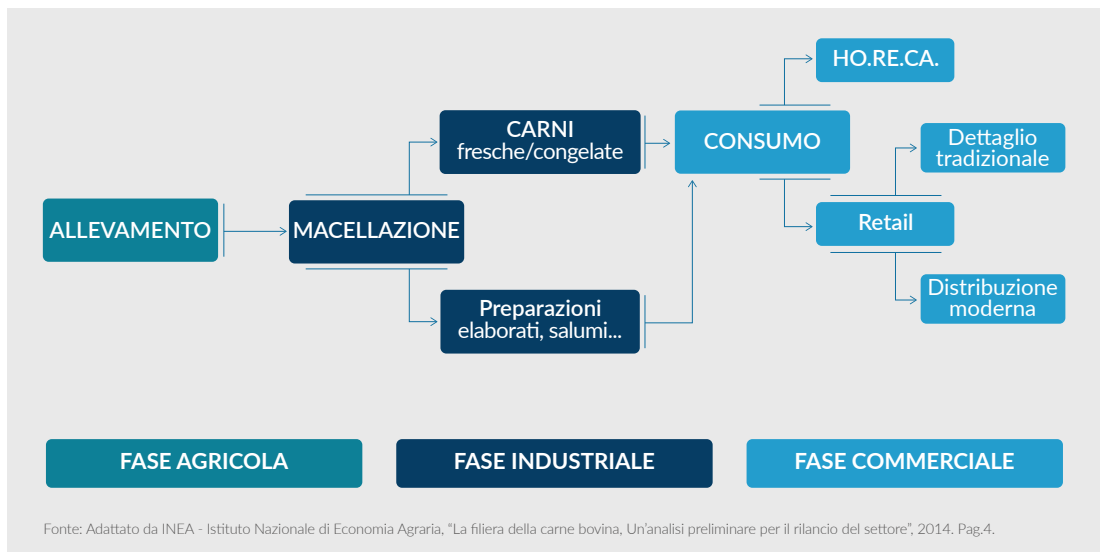
2.1 UNO STUDIO GENERALE SULLE CARATTERISTICHE DELLE FILIERE

Allo scopo di condurre una indagine il più possibile ampia ed allo stesso tempo profonda rispet-

to agli obiettivi posti, ed alla comprensione delle caratteristiche proprie delle varie filiere italiane della carne, si è proceduto ad individuare un modello generale a cui si sono poi aggiunti i tratti salienti e specifici di ciascuna filiera.

La struttura di base di ciascuna filiera è assai simile al modello riportato di seguito, proprio delle carni bovine¹. Come si evince dallo schema, un tratto comune è la distinzione in tre fasi: la “fase agricola” (che riguarda il processo di allevamento degli animali), la “fase industriale” (dalla macellazione alla lavorazione dei tagli di carne e la loro trasformazione in preparati), ed infine la “fase di distribuzione e vendita” (che coinvolge grossisti e differenti canali di distribuzione).

■ Struttura di base delle filiere zootecniche

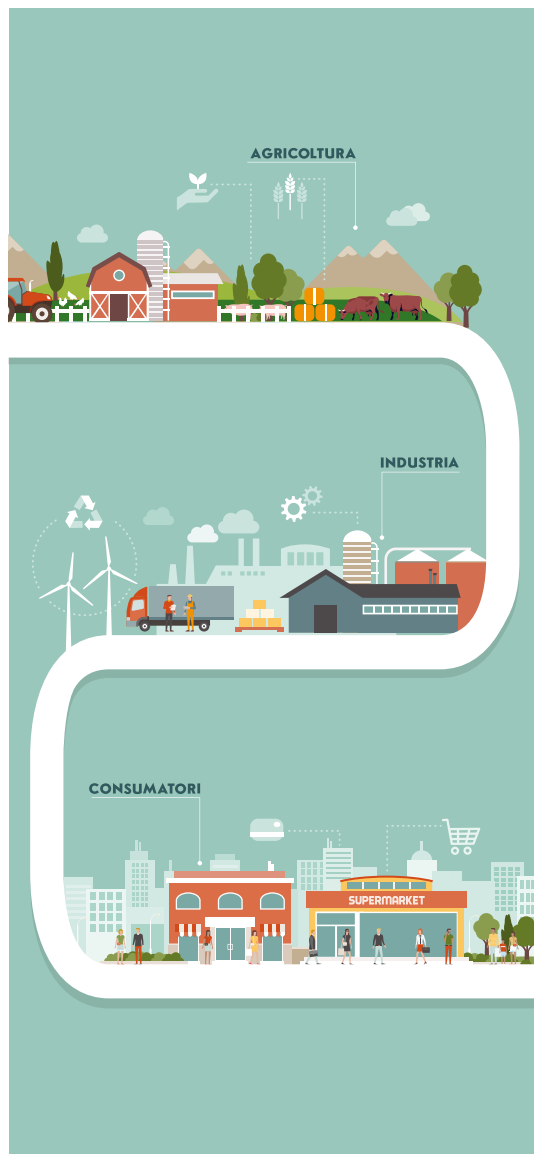


¹ INEA - Istituto Nazionale di Economia Agraria, "La filiera della carne bovina, Un'analisi preliminare per il rilancio del settore", 2014. Pag.4.

L'ultima fase, quella commerciale e distributiva, è caratterizzata da tre principali canali: quello dell' "Ho.Re.Ca.", quello del "dettaglio tradizionale" e quello della "distribuzione moderna". Pur non essendo la fase distributiva e commerciale il cuore della ricerca, quest'ultima è stata analizzata rispetto a tutte le filiere coinvolte nella ricerca. Da ciò emerge che tutte e tre le filiere sono accomunate dalle stesse pratiche distributive. Nel dettaglio, va detto che in tutte e tre le filiere analizzate sono presenti intermediari specializzati nella rivendita al segmento ristorativo (*Hotellerie, Restaurant, Catering* - Ho.Re.Ca.). A ciò si aggiungono due altri percorsi distributivi: il dettaglio tradizionale (DT), che riguarda per lo più macellerie ed affini; e la distribuzione moderna (DM) che raccoglie invece supermercati e più in generale tutta la Grande Distribuzione Organizzata (GDO).

Nei paragrafi che seguono ciascuna filiera (bovina, suina ed avicola) è stata presa singolarmente in esame in modo dettagliato, sia dal punto di vista qualitativo che quantitativo. Tutto questo al fine di facilitare la comprensione dei vari fenomeni di "convergenza" tra esigenze di filiera e soluzioni tecnologiche adottate, ma anche per comprendere l'impatto che alcune di queste soluzioni avrebbero in termini di sostenibilità, se adottate su larga scala.

Un ultimo aspetto importante da sottolineare, in questo contesto introduttivo, riguarda le caratteristiche peculiari della filiera avicola. Essa, infatti, ruota attorno ad uno schema di filiera, e di catena del valore, solo in parte sovrapponibile al modello precedentemente descritto.



2.2 LA FILIERA BOVINA

L'Italia è da sempre un paese con una forte vocazione alla zootecnia e, in particolare, all'allevamento bovino, animale presente da millenni in tutte le regioni a fianco dell'uomo, fornendo forza lavoro, latte, carne e pellame. All'inizio del secolo passato, l'importanza di migliorare l'alimentazione della popolazione rendendo più accessibile la carne, ha fatto sì che l'allevamento bovino diventasse una priorità strategica per l'Italia. La carne, come il latte, diventa un bene d'interesse generale e una legge impone a tutti i comuni italiani con popolazione superiore ai

10mila abitanti di avere un macello pubblico. La carne bovina, nonostante questo, rimarrà fino agli anni '50 un alimento prezioso e scarso per la gran parte degli italiani.

A partire dagli anni '60, con lo sviluppo industriale dell'Italia ed il successivo boom economico, si è assistito ad un incremento della domanda di carni di ogni genere, in particolare bovina, che diventa uno dei simboli del benessere. Come spiega una ricerca del Censis: *"la possibilità per tutti di mangiare nel quotidiano gli alimenti della dieta mediterranea, che da sempre include la giusta quantità di carne, rappresentò simbolicamente la fine della scarsità e l'avvenuta "cetomedizzazione"*

■ I numeri del settore bovino in Italia



131.110

aziende specializzate nell'allevamento del bovino da carne e latte

Fonte: Anagrafe Nazionale Zootecnica



~5,5 mln
di capi

Fonte: Anagrafe Nazionale Zootecnica (esclusi capi bufalini)



3.645 mln di €
fatturato della fase agricola in Italia,
6.595 mln di €
fatturato della fase industriale in Italia

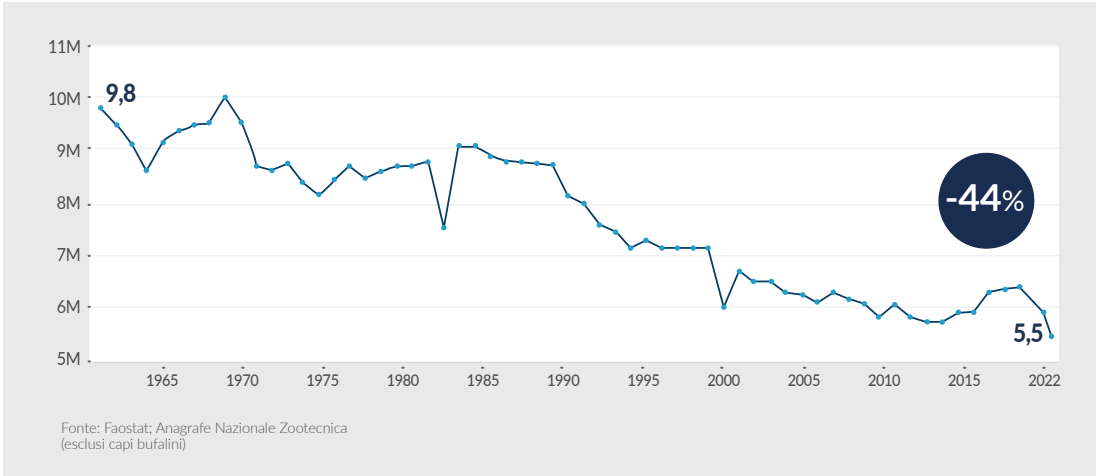
Fonte: ISMEA (2023)



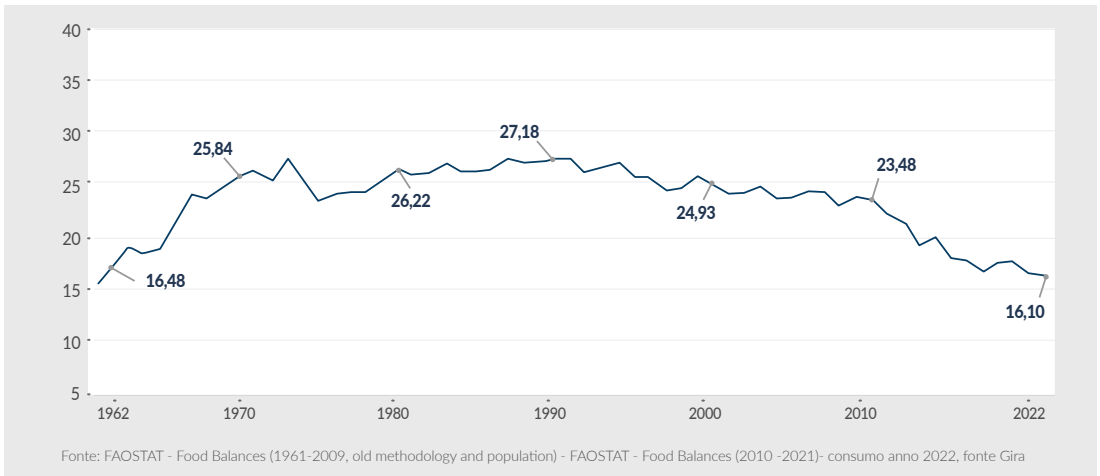
~358.000
addetti del settore

Fonte: Bernardi E. et al.,
Carni e salumi: le nuove frontiere della sostenibilità (2023)

Calo del patrimonio bovino in Italia (milioni di capi, 1961-2022)



Consumo apparente di carne bovina in Italia (Kg/pro-capite/anno, 1961-2022)



*della nostra società. Dagli anni Sessanta sino alle soglie del nuovo Millennio il mangiare ogni giorno le giuste quantità di una varietà di alimenti sani fu componente costitutiva del conquistato benessere italiano che determinò, grazie soprattutto al raggiungimento di un corretto apporto di proteine nobili, tra l'altro, l'eradicazione di malattie endemiche, l'allungamento dell'aspettativa di vita, la longevità crescente della popolazione e il potenziamento della prestanza fisica*².

Il boom economico ha segnato anche l'accelerazione dello spopolamento delle campagne, con conseguente abbandono delle fattorie e declino del patrimonio bovino: nel 1961 i capi in Italia erano circa 9,8 milioni, mentre nel 2022 si erano ridotti del 44%, passando a 5,5 milioni di animali. La domanda di carni invece aumentava, sia per l'accresciuto potere d'acquisto, ma anche per l'aumento della popolazione e l'inizio dei flussi turistici dall'estero. Si registra così una crescita costante del consumo di carne bovina pro-capite che nel 1962 era di circa 16,4 kg all'anno, per poi arrivare a stabilizzarsi, nel ventennio 1990-2010, intorno a una media di 24 kg pro-capite. Successivamente, nell'ultimo decennio, si è consolidata una curva discendente che ha visto il consumo attestarsi agli attuali 16,1 kg pro-capite,³ lo stesso livello di consumo degli anni '60. Tutto ciò portò ben presto ad un deficit di approvvigionamento di giovani vitelli nati in Italia, ed ha preso avvio una vasta importazione di ristalli dall'estero. Inizialmente, i capi di bestiame provenivano prevalentemente dalle limitrofe montagne di Svizzera, Austria e Germania; poi da due aree

ben precise: la Francia e i Paesi dell'Est europeo, nazioni la cui disponibilità di grandi estensioni adibite oggi a pascolo consentono l'allevamento di numerose mandrie di bovini allo stato brado o semibrado⁴. Il deficit nella produzione entro i confini nazionali si contraddistingue, ad oggi, per una dipendenza media rappresentata da un tasso di auto-approvvigionamento pari al 42,5% nel 2022⁵, confermandosi tra i più bassi dei prodotti agroalimentari.

L'Italia è il terzo produttore europeo Eu-27 di carne bovina⁶ e si colloca al nono posto per consumo apparente pro-capite, con 16,1 Kg⁷. Nell'ultimo decennio l'Italia ha perso quasi un terzo della produzione nazionale e ha dovuto ricorrere alle forniture estere, per compensare anche i consumi aggiuntivi del turismo, che nel 2023 hanno raggiunto i 412 milioni di presenze all'anno⁸.

Il mercato della carne bovina in Italia è caratterizzato da elevata frammentazione delle strutture di trasformazione: le imprese operanti nel settore della trasformazione delle carni bovine sono 2.592⁹, di cui 1.233 impianti di macellazione¹⁰.

Il settore produttivo legato alle carni bovine incide comunque notevolmente sull'economia dell'agroalimentare in Italia, sia nella fase agricola sia in quella industriale, nonostante il reiterarsi da alcuni anni di una certa contrazione del mercato. Nella "fase agricola", nel 2022, la produzione di carni bovine valeva 3.645 milioni di euro (in aumento rispetto ai 2.977 milioni del 2021, soprattutto a causa dell'inflazione), attestandosi su una quota pari al 5,6% del totale. L'incidenza,

² "Gli italiani a tavola: cosa sta cambiando", Censis, 2016.

³ Dati di "consumo apparente", fonte Gira 2023

⁴ La sostenibilità delle carni bovine a Marchio Coop: gli impatti economici, sociali ed ambientali della filiera delle carni", Rapporto Coop Italia, 2012

⁵ ISMEA Mercati, "Bovino da carne", scheda di settore, 2023.

⁶ Eurostat, "Key figures on the European food chain", 2023 edition.

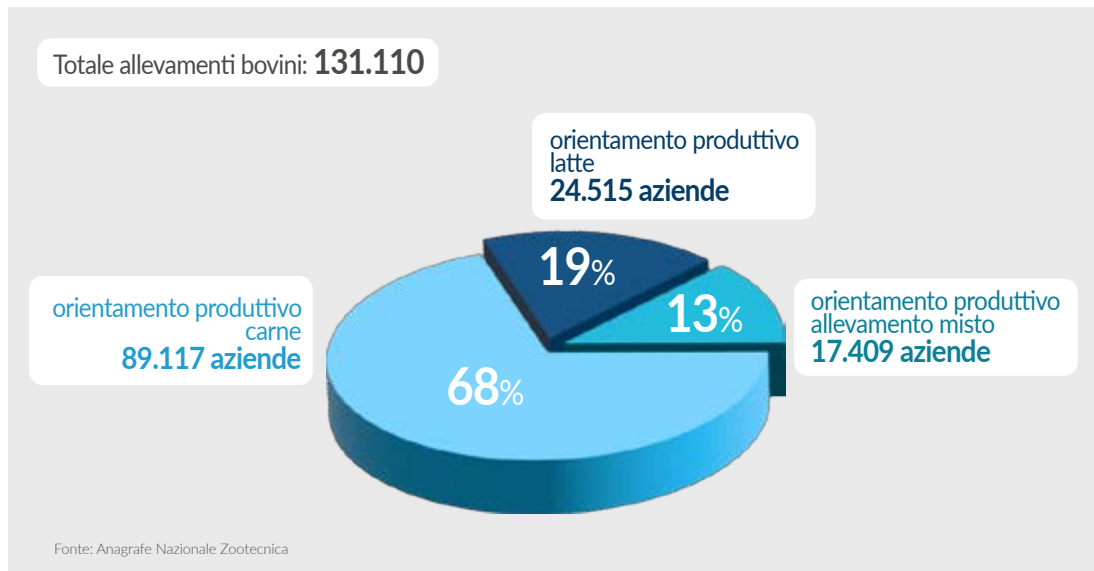
⁷ Fonte: Gira, 2023.

⁸ TradeLab.

⁹ Cerved Smart carni bovine 2023 - rilevazione dicembre 2022

¹⁰ BDN dell'Anagrafe Zootecnica del Ministero della Salute

■ Aziende agricole specializzate nell'allevamento bovino in Italia (suddivise per orientamento produttivo)



invece, della “fase industriale” della filiera è del 3,6% sul fatturato dell’industria alimentare, pari a 6.595 milioni di euro¹¹.

L'allevamento bovino, in Italia è costituito da 131.110 aziende agricole di piccole-medie dimensioni, con un numero medio di circa 42 capi per stalla¹².

Il totale dei bovini in Italia si suddivide in base all’orientamento produttivo: da carne, da latte e misto. I bovini da carne, corrispondono ad una quota del 43% sul totale del patrimonio bovino, che equivale a 2.382.422 capi allevati; a questa quota va aggiunta una parte di quei 475.432 capi allevati nelle imprese ad orientamento mi-

sto (che sono l’8,6% del totale), invece, nelle imprese destinate alla sola produzione di latte, il totale è di 2.636.075 capi di bestiame¹³.

Il numero di capi in media presenti per ciascuna azienda, in base all’orientamento produttivo, ha un corrispettivo sul numero complessivo di aziende presenti per ciascun orientamento: l’orientamento produttivo solo per carne conta 89.117 aziende (68%), l’orientamento produttivo per latte registra 24.515 aziende (19%) e per l’orientamento produttivo ad allevamento misto si contano 17.409 aziende (13%)¹⁴. Pur se di piccola dimensione, si tratta di aziende che richiedono una certa intensità di lavoro, anche se

¹¹ ISMEA Mercato, “Bovino da carne”, scheda di settore, 2023.

¹² Anagrafe Nazionale Zootecnica al 31.12.2022.

¹³ Ibidem.

¹⁴ Ibidem.

quasi esclusivamente di natura familiare. Infatti, oltre ai posti di lavoro direttamente impiegati nella filiera dell'allevamento e della trasformazione, vanno aggiunti tutti quelli dell'indotto, che porta i numeri a salire notevolmente¹⁵.

L'allevamento di bovini, pur concentrato nella Pianura Padana, è importante anche nell'economia di altre regioni, dove il peso del patrimonio zootecnico da bovini da carne sul totale dei bovini allevati è assai consistente: in Piemonte, viene allevato il 20,77% dei capi di bestiame da carne, in Veneto il 19,56%, il 13,48% in Lombardia e il 3,51% in Emilia Romagna. Al Sud le aziende sono molte ma di piccole dimensioni, tuttavia, prevalentemente indirizzate alla produzione di carne. Basti pensare che nella sola Sicilia viene allevato il 10,09% del totale dei capi di bestiame da carne italiani¹⁶. Va ricordato che, nella Pianura Padana, la lunga tradizione agricola fornisce tutto ciò che occorre in termini di alimentazione bovina; infatti, l'ampia concentrazione delle foraggere coltivate dagli allevatori per i propri bovini sul territorio (stocco di mais, erba medica, paglia, fieno, soia e altri cereali) costituisce il principale alimento per questa categoria di animali. Inoltre, in quest'area, si è sviluppata negli ultimi anni anche l'attività di ristallo di animali provenienti dal Sud dell'Italia e dalle Isole, oltre che dalle zone estere di produzione ed in particolare dalla Francia¹⁷.

2.2.1 - La struttura della filiera

Tra le varie filiere zootecniche, quella del bovino (vitellone, vitello, scottona e vacca) è una delle più complesse. Trattandosi di un ruminante, ri-

chiede necessariamente pascoli e colture foraggere, che legano in modo indissolubile la sua produzione al fondo agricolo. È un aspetto peculiare e distintivo rispetto alle altre filiere, che invece non necessitano di attività agricole per la produzione dell'alimento zootecnico e si approvvigionano per la maggior parte dall'industria mangimistica. L'allevamento del bovino è caratterizzato da un ciclo di vita particolarmente lungo (vacca da latte 3-5 anni, vitellone 18-22 mesi, scottona 16-18 mesi, vitello 7-8 mesi), rispetto alle altre specie di animali da allevamento.

Per sostenere economicamente l'allevamento dei bovini, l'allevatore deve quindi avere a disposizione propri terreni agricoli dove auto-produrre dal 75% all'80% delle razioni alimentari necessarie all'accrescimento dei bovini, e sui quali poter utilizzare i residui organici del ciclo produttivo come fertilizzanti. Questi reflui, inoltre, si prestano anche alla produzione di biogas per produrre energia elettrica. La filiera del bovino, da questo punto di vista, è un perfetto esempio di economia circolare.

1° Fase: allevamento al pascolo (media 10/12 mesi)

L'allevamento dei bovini da carne avviene in due tempi distinti: nella prima fase, cioè dalla nascita fino a circa 10/12 mesi, gli animali sono allevati al pascolo.

Nel caso della vacca da latte, la prima fase di allevamento può avvenire al pascolo, o direttamente nell'allevamento di produzione latte.

2° Fase: allevamento in stalla (media 6/10 mesi)

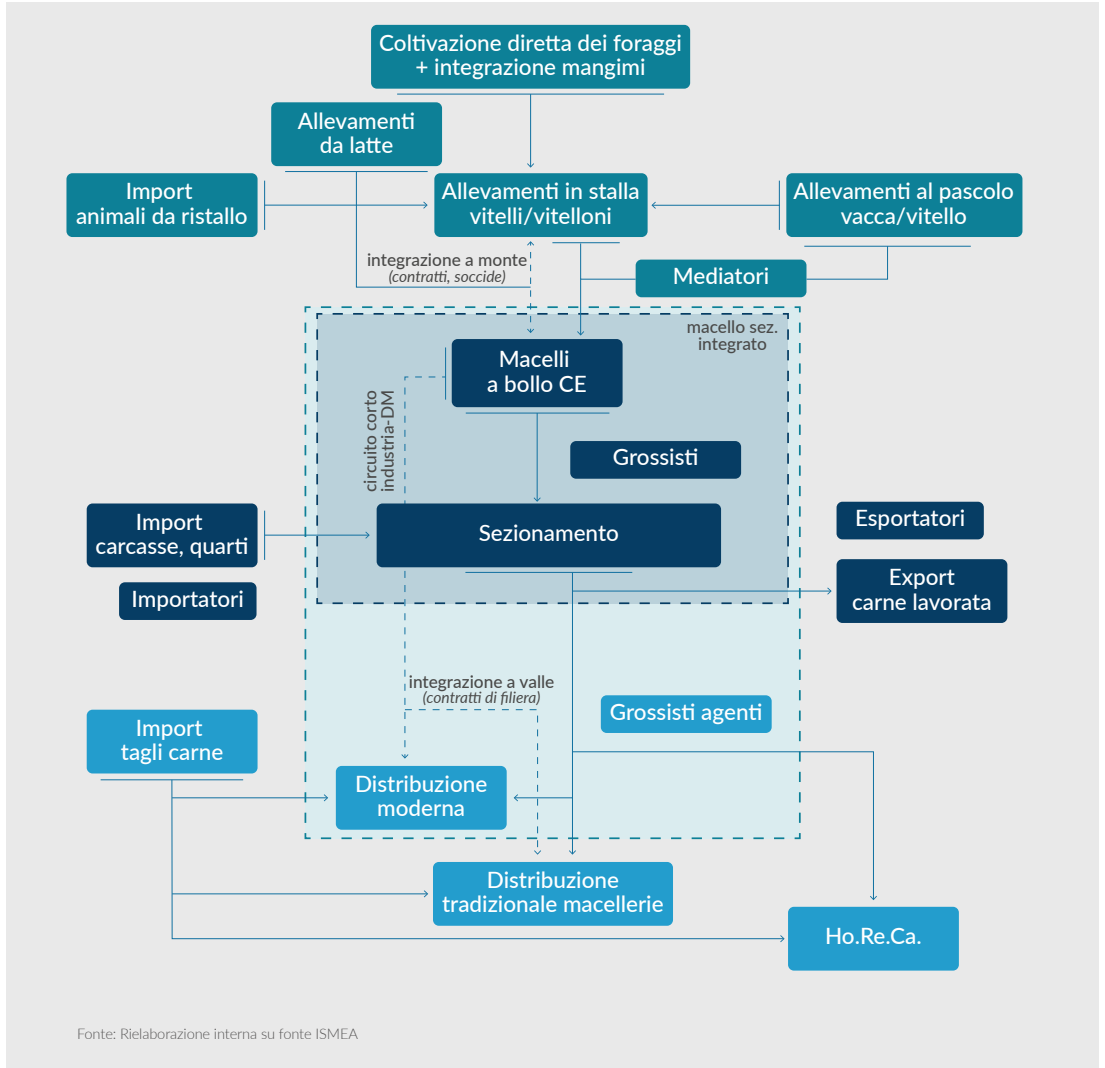
Nella seconda fase, a partire dai 12 mesi, ad eccezione del vitello a carne bianca, gli anima-

¹⁵ "La sostenibilità delle carni bovine a Marchio Coop: gli impatti economici, sociali ed ambientali della filiera delle carni", Rapporto Coop Italia, 2012.

¹⁶ Anagrafe Nazionale Zootecnica al 31.12.2022.

¹⁷ ISMEA Mercati, "Bovino da carne", scheda di settore, 2023.

Struttura della filiera bovina in Italia



li sono allevati in stalla per un periodo di circa 6/10 mesi. In questo periodo, il 75-80% dei cereali destinati all'alimentazione del vitellone e scottona è autoprodotta dalle aziende agricole e il restante 20/25% della razione giornaliera è costituito da mangimi complementari per arricchirne la componente energetica.

Anche nel caso della vacca da latte, la razione proviene essenzialmente dalla produzione agricola, con una maggiore componente proteica e minore apporto energetico.

Dagli allevamenti, a fine del ciclo produttivo, i capi di bestiame vengono inviati ai macelli autorizzati; i quali, oltre a compiere le pratiche di sezionamento, di fatto rappresentano l'anello di snodo tra la fase agricola e quella di trasformazione e commercializzazione. Infatti, le mezzene, i quarti e i tagli anatomici sono prevalentemente destinati, attraverso i grossisti ed agenti, alla "dettaglio tradizionale" (macellerie ed affini) e all'Ho.Re.Ca. (*Hotellerie, Restaurants, Catering*). Discorso più articolato merita, invece, il rapporto tra macelli e "distribuzione moderna" (soprattutto la Grande Distribuzione Organizzata). Negli ultimi 20 anni, il rapporto tra questi due soggetti si è strutturato con contratti che interessano l'intera filiera, che prevedono il coinvolgimento diretto dell'allevatore attraverso disciplinari di produzione su tipologia di animali allevati, tipo di alimentazione, trattamenti sanitari e rispetto delle norme di benessere animale. Il tutto per garantire un prodotto di qualità controllata all'origine e tenere sotto controllo ogni passaggio della catena del valore (circuiti corti).

2.2.2 - Import ed export nella catena del valore

Il tasso di auto-provvigionamento della filiera delle carni bovine è pari al 42,5%, ovvero il più basso tra i prodotti agroalimentari italiani. Ciò incide sul saldo della bilancia commerciale, che, nel 2022, resta ampiamente negativo per 3,32 miliardi di euro, in peggioramento rispetto all'anno precedente del 36%¹⁸. In questo contesto economico rientrano anche le importazioni di animali vivi, prevalentemente dalla Francia, che entrano nel ciclo agro-zootecnico italiano, contribuendo a valorizzare le attività agricole del territorio e creando valore lungo l'intera filiera produttiva.

2.2.3 - Macellazione, sezionamento e trasformazione

Per la filiera della carne bovina, forse più che in altre filiere, la macellazione ed il sezionamento delle carni rappresentano un punto centrale di transizione tra la fase agricola e quella di trasformazione. In particolare, la macellazione consta nell'abbattimento dei capi e nel loro taglio in "mezzene" che vengono lavorate direttamente dal macello o, dove non è previsto il laboratorio di sezionamento, vengono inviate ad altre aziende di trasformazione che ne praticano il sezionamento in vari tagli di carne per la vendita di carne fresca, oltre che per destinarla ai successivi processi di trasformazione (per creare hamburger, preparati, ecc.). In tutti questi passaggi risultano decisivi, da un lato, i controlli delle ASL, che autorizzano di volta in volta il trasferimento della carne alla fase successiva di lavorazione;

¹⁸ ISMEA Mercati, "Bovino da carne", scheda di settore, 2023.

dall'altra parte, risulta fondamentale la gestione della catena del freddo, sia per il trasporto che per lo stoccaggio e la frollatura delle carni.

2.2.4 - Mercato e distribuzione

La spesa domestica per le carni rappresenta l'11% del totale agroalimentare (2022) e le carni bovine rappresentano in valore il 46% del comparto carni posizionandosi al primo posto tra tutte le carni. Il prezzo unitario più elevato rispetto alle altre ne determina in alcuni casi il livello di consumo: non a caso, nel 2022, il consumo di carne bovina è stato uno dei primi a subire una contrazione per effetto del calo del potere di acquisto delle famiglie meno abbienti.

I canali di vendita tradizionali rivestono ancora un ruolo rilevante in questa filiera, superiore a quello della maggior parte delle altre filiere. La contrazione dei consumi alimentari ha investito soprattutto i prodotti proteici. In particolare, carni rosse e lattiero-caseari perdono quote significative nell'arco dell'ultimo quinquennio. Le carni bovine rappresentano il 35% del totale a volume e, nel 2022, sono le uniche a registrare una contrazione dei volumi (-4,4%), ma flettono anche rispetto al periodo pre-covid. Questa tendenza si registra anche nel primo frangente 2023. Nonostante la contrazione generale dei consumi, si evidenzia però una nicchia di mercato in controtendenza: quella della carne di scottona, la cui domanda segna un +4,4% nel 2022 rispetto all'anno precedente¹⁹.

Un aspetto interessante è che nell'arco degli ultimi dieci anni si sono contratte le quote per

i primi due anelli della filiera (fase agricola e di trasformazione) a favore della distribuzione, la quale più degli altri attori della filiera è riuscita a valorizzare tagli, varietà e servizi alla clientela.

2.2.5 - Analisi complessiva della filiera bovina

Una analisi complessiva della filiera bovina, dei suoi punti di forza e di debolezza, delle minacce e delle opportunità che la riguardano, è stata sviluppata da ISMEA²⁰ in una sorta di swot analysis che può essere così riassunta.

Punti di forza:

- rilevanza economica, sia in termini di produzione sia di capacità occupazionale;
- introduzione di sistemi di produzione moderni nel rispetto degli standard di qualità e ambiente;
- elevato know-how negli allevamenti ubicati nella Pianura Padana, area naturalmente vocata al ristallo e crescita dei vitelloni, grazie alla fertilità del territorio;
- elevata distribuzione territoriale della fase di allevamento in condizioni semi-naturali;
- controllo dell'intera filiera produttiva evitando l'intermediazione dei vari attori della filiera /patti diretti con gli allevatori;
- immagine consolidata del prodotto "carne italiana", cui si attribuiscono elevati standard di qualità, tracciabilità e salubrità;
- forte caratterizzazione e tipicità di alcune realtà produttive nel Centro Italia (circuiti IGP) con sbocchi commerciali consolidati;
- allevamenti italiani di piccole/medie dimensioni;
- attitudine alla valorizzazione delle aree

¹⁹ Ibidem.

²⁰ ISMEA Mercati, "Allevamento bovino da carne", scheda di settore, 2020.

svantaggiate, in particolare nel caso di allevamenti della linea vacca - vitello incentrati sulle razze autoctone;

- elevato livello di specializzazione della fase industriale e impiego di tecnologie avanzate nel sezionamento dei tagli e dei semilavorati carnei;
- integrazione verticale dell'industria di macellazione, lavorazione e distribuzione;
- sostanziale tenuta della distribuzione tradizionale (macellerie), grazie al rapporto di fiducia e prossimità nei confronti del consumatore;
- segmentazione del mercato ottenuta attraverso l'introduzione di prodotti di ampia gamma e ad elevato contenuto di servizio (porzionati, macinati, prodotti *ready to eat* e *ready to cook*, ecc...);
- il ruolo strategico della filiera del bovino rispetto ad altre filiere (lattiero caseario, pelle, biomedicale, cosmesi/detergenza, pet-food, energie rinnovabili, fertilizzanti organici...);
- alto livello tecnologico nella valorizzazione degli scarti di produzione (gestione dei reflui zootecnici, compost, biogas e biometano - economia circolare).

Punti di debolezza:

- presenza di vincoli legislativi restrittivi (benessere degli animali, gestione dei reflui e nitrati) con impatto negativo sui costi e sulla gestione economico - finanziaria degli allevamenti;
- scarso ricambio generazionale nella conduzione delle aziende agricole;

- elevata frammentazione delle strutture di macellazione, soprattutto nelle aree meno vocate, con conseguente sottodimensionamento della capacità produttiva;
- scarso livello organizzativo nella concentrazione dell'offerta (soprattutto al Sud) e scarso potere contrattuale nei confronti della Distribuzione moderna;
- insufficiente politica di differenziazione, carenza di marchi riconoscibili e azioni di comunicazione, soprattutto nei canali di vendita della DM dove è presente anche la carne di provenienza estera.

Opportunità:

- sviluppo di filiere incentrate sui sistemi di qualità certificati, volti a differenziare il prodotto soprattutto rispetto alla carne di importazione;
- espansione del mercato di alta fascia per le carni di qualità e garantite;
- incentivi allo sviluppo della linea - vacca vitello, anche attraverso sinergie con la filiera latte, per la produzione di ristalli nazionali e la salvaguardia delle razze autoctone;
- sostegno alla diversificazione del reddito degli allevatori attraverso risorse PSR (produzione di energie rinnovabili, vendita diretta, fattorie didattiche, ecc.);
- integrazione verticale della filiera;
- associazioni/organizzazioni di allevatori finalizzate al rafforzamento del potere contrattuale, sia nella fase a monte (fornitori di ristalli) che a valle (rapporti con la GDO), anche attraverso gli strumenti dei PSR e i contratti di filiera;

- campagne di comunicazione a sostegno del consumo di carne attraverso la valorizzazione del prodotto (origine locale, salubrità, sicurezza, benessere animale) e la maggiore riconoscibilità del marchio IGP ricerca scientifica e innovazione, finalizzate al miglioramento genetico (maggiore resa alla macellazione razze autoctone e degli incroci) e della qualità della carne ottenuta, nonché alla valorizzazione degli scarti di macellazione;
- impianti di frollatura per l'intenerimento della carne.

Minacce:

- affermazione di modelli di consumo, che per motivi etico, religiosi e/o di salute sono orientati a ridurre o eliminare la carne dalla dieta (vegetarianismo, veganismo);
- crescente concorrenza internazionale, da parte sia dei paesi UE (ad es. Polonia) sia dei paesi del Mercosur;
- fallimento del trattato di libero scambio Usa - Ue (TTIP);
- volatilità dei prezzi, soprattutto con riferimento agli input produttivi (mangimi e prodotti energetici);
- riduzione del sostegno al settore;
- delocalizzazione della produzione, tagli e semilavorati in altri Paesi; riduzione delle risorse finanziarie destinate alla ricerca scientifica.
- calo della produzione più elevato del calo dei consumi

2.3 LA FILIERA SUINICOLA

La produzione di carne suina nell'Unione Europea, nel 2022, ha toccato un valore pari a circa 22,1 milioni di tonnellate, con un calo rispetto al 2021 del -5,7%.

I due principali Stati membri dell'Unione Europea produttori di carne suina sono la Spagna (con 5,1 milioni di tonnellate nel 2022, pari al 23%) e la Germania (con circa 4,5 milioni di tonnellate, pari al 20,3%).

Nel 2022 il mercato europeo è stato caratterizzato da forti tensioni al rialzo dei prezzi che hanno interessato alcuni dei principali paesi produttori, in parte a causa dell'aumento dei costi di produzione in seguito al conflitto Russia-Ucraina e in parte all'emergenza sanitaria innescata dalla peste suina africana (PSA).

Il calo della produzione in Europa ha spinto al rialzo le quotazioni degli animali vivi (+28% per i suini da macello e +22% per i suinetti rispetto al 2021) ed è proseguita anche nella prima metà del 2023²¹. Tutto ciò ha penalizzato il settore suinicolo, schiacciato tra l'enorme crescita dei costi per i mangimi e la drastica riduzione della domanda da parte del mercato cinese²².

In Italia la produzione suinicola nella fase agricola vale 3.513 milioni di euro, cioè il 5,4% della produzione agricola complessiva, mentre per la fase industriale la produzione di carne e salumi rappresenta 8.470 milioni di euro, pari al 4,7% dell'intero settore di trasformazione agroalimentare.

Sul territorio nazionale, al 2022, sono presenti oltre 8,4 milioni di suini in circa 28.550 alleva-

²¹ ISMEA Mercati, "Suino", scheda di settore, 2023.

²² "Carne suina, quotazioni in calo e costi alle stelle. Non bastano i prodotti Dop", di Emiliano Sgambato, Il Sole24Ore, 8 novembre 2021.

I numeri della filiera suinicola in Italia



menti (esclusi gli allevamenti ad orientamento produttivo familiare)²³. Negli ultimi cinque anni si è registrata l'uscita dal mercato di quasi 5.000 allevamenti (-16% tra il 2018 e il 2022) a causa delle criticità che ciclicamente hanno interessato il settore, accentuando un processo di concentrazione già in atto. La dimensione media degli allevamenti nazionali è di circa 295 capi per azienda, ma tale numero può variare dai 150 ai 600 capi, in base all'orientamento produttivo²⁴.

Analizzando i dati emerge anche che, in merito alla distribuzione degli allevamenti, la produzione suinicola in Italia si concentra prevalentemente nelle regioni della Pianura Padana: Lombardia,

Emilia Romagna e Piemonte. In Lombardia si alleva circa la metà dei capi suini presenti in Italia, in Emilia Romagna il 12% circa, in Piemonte il 15%, nel Veneto l'8% e in Friuli il 3%. In queste regioni complessivamente è presente circa l'88% dei capi suini italiani²⁵.

Nel settore complessivamente il tasso di auto-provvigionamento nel 2022 è stato pari al 59,2%, facendo quindi registrare (come già visto per la filiera bovina) un alto livello di dipendenza dall'estero.

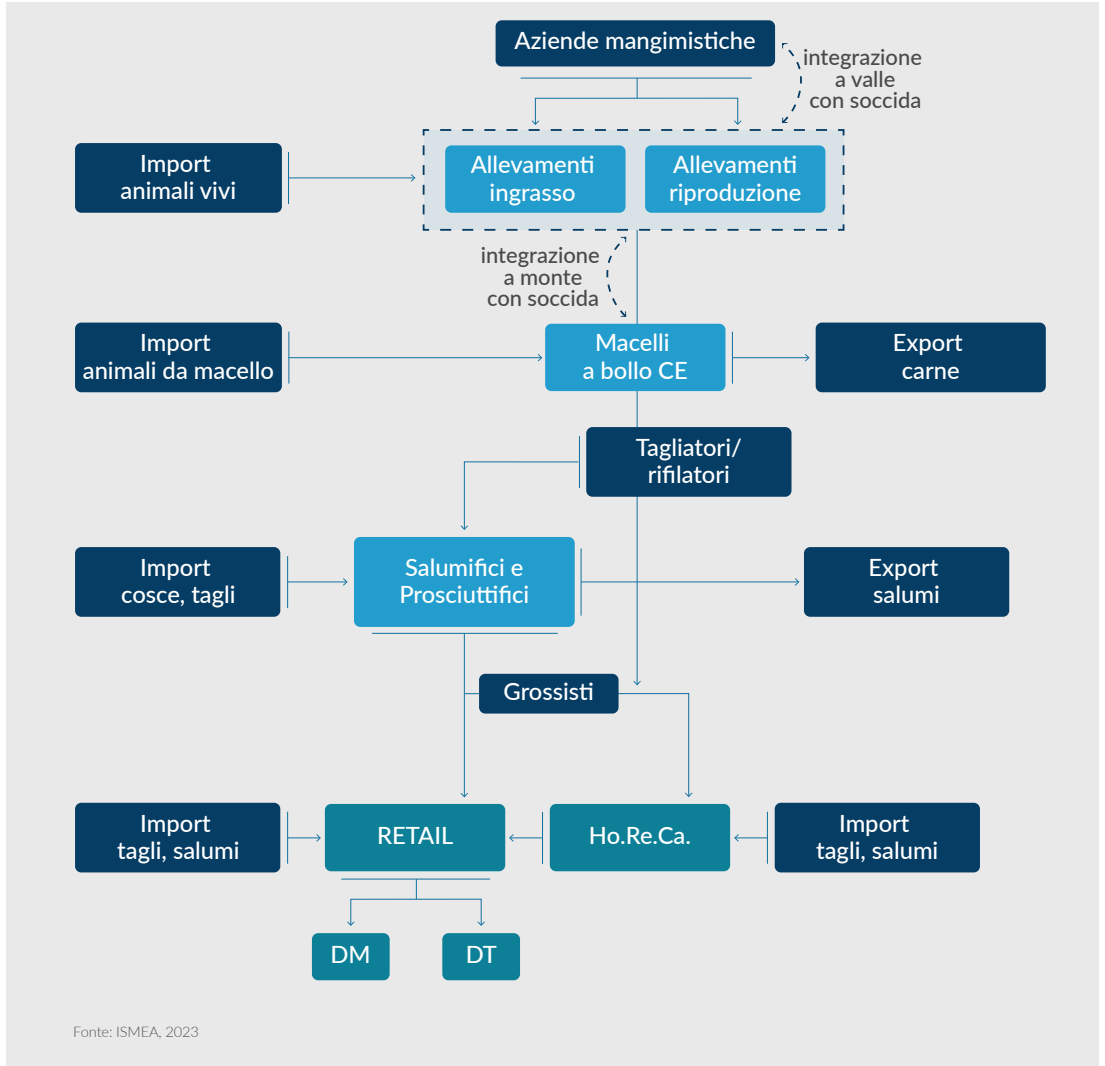
Secondo le stime, a seguito anche dell'emersione di focolai di PSA in Italia, il blocco dell'export italiano nel settore carni/salumi ha comportato

²³ Anagrafe Nazionale Zootecnica al 31.12.2022.

²⁴ ISMEA Mercati, "Suino", scheda di settore, 2023.

²⁵ ISMEA Mercati, "Suino", scheda di settore, 2023.

Struttura della filiera suinicola in Italia



una perdita pari a circa 20 milioni di euro al mese nel 2022²⁶. Un rischio che si è già evidenziato con i primi stop alle esportazioni di salumi e carni suine “made in Italy” a gennaio 2022 da parte di Cina, Giappone, Taiwan, Kuwait e Svizzera²⁷.

2.3.1 - Le tipologie dell'allevamento

L'allevamento dei maiali, soprattutto nelle loro prime fasi di vita, è un elemento cruciale del settore suinicolo. All'interno della filiera esistono diversi allevatori che portano avanti diversi approcci all'allevamento e che rispondono alle più diversificate esigenze dell'animale in primis,

ma anche dell'allevatore. In genere è possibile distinguere quattro diverse tipologie di allevamento: l'allevamento a ciclo aperto (o da riproduzione), l'allevamento da ingrasso, l'allevamento a ciclo chiuso e infine l'allevamento allo stato brado. Le differenti tipologie si distinguono per alcune caratteristiche e finalità specifiche.

L'allevamento a ciclo aperto o da riproduzione: ha come finalità la produzione di suinetti che vi permangono sino al termine della fase di svezzamento (cioè sino al raggiungimento del peso di circa 30/40 kg) e sono destinati a una successiva fase di “magronaggio” e “ingrasso”. Qui vengono

I sistemi aziendali di riferimento della filiera suina in Italia

(caratteristiche tecniche)

	CICLO APERTO		CICLO CHIUSO
	Fase da riproduzione	Fase di ingrasso	
ZONA DI PRODUZIONE	Lombardia, Piemonte, Emilia Romagna, Veneto	Lombardia, Emilia Romagna, Piemonte	Centro-Sud Italia
DIMENSIONE MEDIA	600 capi/az.	500 capi/az.	100-150 capi/az.
PESO	<30 kg	Leggero 100-110 kg Pesante 160-170 kg	110-120 kg
RAZZA	Incroci Duroc/Large White/Landrace/Pietrain	Incroci Landrace, Pietrain Incroci Duroc, Large White	Cinta Senese, Casertana, Nero di Calabria, Nero dei Nebrodi
DESTINAZIONE	Ingrasso	Carne fresca Prosciutti, salumi DOP e non	Carne fresca e salumi

Fonte: ISMEA, 2023

²⁶ "Peste suina, l'Italia rischia di perdere 20 milioni al mese di export", di Giorgio dell'Orefice, Il Sole24Ore, 10 gennaio 2022.

²⁷ "Peste suina, primi stop alle esportazioni di salumi e carni made in Italy. Restrizioni e divieti all'import da parte di Svizzera, Cina, Giappone, Taiwan e Kuwait", di Giorgio dell'Orefice, Il Sole24Ore, 12 gennaio 2022.

svolte anche le fasi di fecondazione delle scrofe da parte dei verri e l'allevamento dei piccoli suinetti i quali, come già detto una volta raggiunto il peso necessario, verranno successivamente inviati negli allevamenti da ingrasso.

L'allevamento da ingrasso: è un allevamento che opera in modo sequenziale rispetto al precedente. Infatti, dopo lo svezzamento i suinetti vengono allevati fino al raggiungimento del peso di circa 100-110 kg o 160-180 kg e successivamente inviati alla macellazione con destinazione, rispettivamente, consumo fresco o salumificio a seconda delle finalità e delle caratteristiche specifiche della razza allevata²⁸.

L'allevamento a ciclo chiuso: include entrambe le tipologie precedenti nel proprio processo. Vi si trovano, infatti, tutte le fasi del ciclo produttivo sia da riproduzione, sia da ingrasso. È quindi una tipologia di allevamento completo che consente di gestire tutte le fasi principali del processo di allevamento dei maiali, dalla nascita, passando dall'ingrasso, fino ad arrivare alla vendita dei capi.

L'allevamento allo stato brado: è una tipologia di allevamento che prevede per gli animali la possibilità di pascolare liberamente all'aperto. Esso si differenzia dall'allevamento in "porcilaie" proprio per l'impiego di ampie superfici di terreno recintate, all'interno delle quali i suini hanno a disposizione delle zone funzionali, ovvero, predisposte e attrezzate per l'abbeverata, per l'alimentazione e per il riposo.

2.3.2 - Caratteristiche dell'allevamento

Data l'analisi, a monte, delle caratteristiche dell'allevamento suinicolo in Italia per ciascuna tipologia, se si guarda ora alla distribuzione degli allevamenti, e del quantitativo dei capi in base all'orientamento produttivo, diviene possibile tracciare una mappa quantitativa e qualitativa della filiera suinicola italiana. In tal senso, un dato interessante che emerge immediatamente è che ben il 49% degli allevamenti suinicoli italiani da riproduzione è a "ciclo chiuso", mentre il restante 51% è ripartito tra un 11% di allevamenti da riproduzione a "ciclo aperto" e da un 36% di allevamenti "da ingrasso"; resta fuori un 4% non classificato nelle precedenti categorie²⁹. Se si guarda però in percentuale al numero di capi, quindi al volume complessivo di suini che ciascuna tipologia di allevamento gestisce ogni anno, ci si accorge che i numeri disegnano uno scenario molto particolare. Infatti, se è vero che dai dati emerge che il 49% delle aziende di allevamento presenti in Italia sono da riproduzione a "ciclo chiuso", è pur vero che esse complessivamente non superano la quota annuale del 7% in termini di numeri di suini allevati. Al contrario, il 27% dei suini viene allevato in impianti da riproduzione a "ciclo aperto", e gli allevamenti da "ingrasso" finiscono con il movimentare ogni anno il 66% dei capi suinicoli italiani³⁰. Accanto a questa analisi è possibile anche riassumere i tratti distintivi delle diverse tipologie di allevamenti, e suddividerli anche sulla base dell'area geografica, del tipo di suini allevati e del tipo di destinazione d'uso che le carni avranno a fine ciclo.

²⁸ In merito alle distinzioni riguardanti le tipologie allevate, si faccia riferimento alla tabella riportata nel presente paragrafo.

²⁹ ISMEA Mercati, "Suino", scheda di settore, 2023.

³⁰ Ibidem.

2.3.3 - Macellazione e trasformazione delle carni suine

Nel 2022, sono stati macellati in Italia 10,7 milioni di capi (-6,4% rispetto al 2021). Tuttavia, nel corso del 2023, le macellazioni hanno fatto registrare una nuova, forte contrazione (-6,8% rispetto al periodo gennaio-maggio 2022). La Lombardia e l'Emilia-Romagna detengono il primato per numero di capi macellati. Oltre il 90% dei capi macellati è costituito da suini pesanti e, di questi, circa l'80% è inserito nel circuito tutelato per la produzione di prosciutti e altri salumi DOP.

Proprio i prodotti DOP ed IGP rappresentano un importante mercato: l'industria di trasforma-

zione italiana è fortemente orientata alla produzione di salumi DOP ed IGP, e in Italia sono 43 i prodotti ad "Indicazione Geografica" a base di carne, di cui esattamente 21 DOP e 22 IGP. Tra queste produzioni certificate, nel 2022, circa il 41% dei volumi complessivi è stato generato dal "Prosciutto di Parma" DOP; segue il Prosciutto "San Daniele" DOP (16%), la Mortadella di Bologna IGP (il 14% del totale), e poi tutti gli altri³¹. Se si guarda ai dettagli organizzativi del processo di macellazione e trasformazione, va sottolineato come esso operi su due principali elementi: macelli e salumifici, i quali rispecchiano rispettivamente l'industria di prima e seconda trasformazione delle carni suine. Nella fase di

■ Prodotti a base di carne DOP IGP in Italia

Prodotto	PRODUZIONE CERTIFICATA (tonnellate)			VALORE ALLA PRODUZIONE (milioni di euro)			VALORE AL CONSUMO (milioni di euro)			VALORE ALL'EXPORT (milioni di euro)		
	2021	2022	Var 22/21	2021	2022	Var 22/21	2021	2022	Var 22/21	2021	2022	Var 22/21
Prosciutto di Parma DOP	80.230	78.350	-2,3%	838	932	+11,2%	2.714	2.809	+3,5%	294	297	+1,2%
Prosciutto San Daniele DOP	26.603	27.061	+1,7%	333	365	+9,9%	851	925	+8,7%	68	69	+0,6%
Mortadella Bologna IGP	34.829	34.430	-1,1%	313	327	+4,3%	425	444	+4,5%	135	143	+6,3%
Bresaola della Valtellina IGP	13.388	12.290	-8,2%	241	246	+2,0%	489	492	+0,6%	14	14	-5,1%
Speck Alto Adige IGP	13.540	13.470	-0,5%	119	117	+0,1%	282	283	+0,4%	45	47	+4,4%
Prosciutto Toscano DOP	3.485	3.542	+1,6%	33	38	+13,4%	98	99	+1,6%	16	16	+1,6%
Salame Felino IGP	3.659	3.691	+0,9%	33	33	+0,9%	70	70	+0,9%	15	15	+5,4%
Prosciutto di Norcia IGP	3.602	3.828	+6,3%	31	33	+6,3%	81	86	+6,3%	0	0	-
Salamini Italiani alla Cacciatora DOP	2.403	2.331	-3,0%	32	31	-3,0%	41	44	+6,2%	7,7	13	+65,3%
Coppa di Parma IGP	1.776	1.874	+5,6%	16	17	+5,6%	34	36	+5,6%	7,5	7,9	+5,6%
Altri prodotti DOP IGP	15.304	15.444	+0,9%	127	132	+4,4%	269	327	+21,6%	19	13	-32,4%
Totale prodotti a base di carne	198.818	196.309	-1,3%	2.113	2.271	+7,5%	5.352	5.615	+4,9%	621	635	+2,2%

Fonte: ISMEA - Qualivita (Report 2023)

³¹ Rapporto ISMEA - Qualivita 2023 sulle produzioni agroalimentari e vitivinicole italiane DOP, IGP e STG, XXI edizione

macellazione si procede all'attività primaria di sezionamento e gestione delle carni fresche, le quali possono direttamente passare dal macello ai grossisti sia per un ulteriore passaggio di trasformazione per la produzione industriale sia per giungere direttamente alla distribuzione delle semplici carni fresche (DM, DT, Ho.Re.Ca.). Inoltre, in alternativa a quanto detto, le carni possono anche lasciare la fase di macellazione per una ulteriore trasformazione (appunto la seconda trasformazione), che riguarda salumifici e prosciuttifici dove gli specifici tagli di carne richiesti e lavorati nel tempo generano, tra gli altri, i suddetti prodotti DOP ed IGP a base di carne suina. Negli anni, lo sviluppo della salumeria italiana ha determinato una domanda di carni suine superiore alla capacità produttiva del Paese e pertanto l'Italia non risulta autosufficiente dal punto di vista della disponibilità complessiva di capi. Infatti, il tasso di auto-approvvigionamento nel 2022 è stato pari al 59,2%, facendo quindi registrare un alto livello di dipendenza dall'estero. Conseguentemente, è vero che il settore suinicolo rappresenta una eccellenza sul fronte della trasformazione delle carni, sia nel caso dell'industria di prima che di seconda trasformazione, dall'altra parte durante le diverse fasi della filiera ciò comporta una domanda di capi o di carni maggiore rispetto alla capacità produttiva della filiera stessa. Questa condizione ormai propria della filiera suinicola (così come di quella bovina), comporta un ricorso sistematico alle importazioni estere. Le importazioni del settore suinicolo nel 2022 hanno superato i 2 miliardi di euro³².

Nello specifico, nel 2022, le importazioni del settore suinicolo sono aumentate del +26% in valore, in particolare sono aumentate le importazioni di carni fresche e congelate (+28% in valore) che rappresentano l'84% degli esborsi totali dall'estero. Le esportazioni, invece, che nel 2022 hanno raggiunto un valore pari a circa 2,2 miliardi di euro (+2,8% rispetto al 2021), riguardano soprattutto i prodotti trasformati (prosciutti e salumi). La categoria dei prosciutti disossati, culatelli e speck, che rappresenta il 45,8% dell'export totale, ha registrato un aumento delle vendite oltreconfine del 7,8% in valore.

2.3.4 - Analisi complessiva della filiera suinicola

Volendo esprimere una valutazione complessiva della filiera suinicola italiana, e provare a riassumerne le caratteristiche positive o negative più rilevanti, è possibile applicare una sorta di swot analysis come quella compiuta dagli esperti di ISMEA³³.

In sintesi, i punti di forza della filiera suinicola, riguardano innanzitutto l'elevato livello di *know-how* e professionalità negli allevamenti nazionali, con un elevato impiego di personale specializzato. Vi è poi una forte integrazione verticale nella filiera, secondo il modello di *soccida* (riduzione dei rischi d'impresa), oltre che mediante alcuni casi importanti di cooperazione. Infine, la catena del valore lungo la filiera è rafforzata dalla buona presenza di grandi gruppi industriali che operano nella fase della trasformazione, e che contribuiscono al forte riconoscimento e posizionamento dei salumi "made in Italy" sui principali mercati di sbocco.

³² ISMEA Mercati, "Suino", scheda di settore, 2023.

³³ ISMEA Mercati, "Suino", scheda di settore, 2023.

I punti di debolezza della filiera però sono altrettanto importanti. In particolare i costi di produzione che mediamente risultano essere più elevati rispetto ai concorrenti esteri, e ciò è anche dovuto ad una forte specializzazione produttiva verso il suino pesante, ideale per la produzione di salumi, ma poco adatto al mercato del fresco. Come si è detto, la filiera è anche soggetta ad una forte dipendenza dall'estero per l'approvvigionamento della materia prima per l'industria di trasformazione. Infine, vi è una forte concentrazione della produzione al Nord, con una conseguente difficoltà di gestione delle problematiche ambientali; invece, i rapporti di filiera risultano talvolta complessi sul fronte della parte agricola soprattutto perché nella filiera esistono diversi colli di bottiglia, a causa della scarsa propensione all'aggregazione nella fase primaria con un conseguentemente ridotto potere di negoziazione. Le minacce per la filiera suinicola, invece, riguardano principalmente l'instabilità del mercato su scala internazionale generata da variabili esogene (diffusione di malattie, politiche protezionistiche, barriere non tariffarie, ecc.) e conseguente instabilità della redditività. Vi è poi il timore per l'impatto sui costi di produzione delle politiche green (riduzione delle emissioni di gas serra, condizionalità rafforzata, ecc.) e di quelle a favore del benessere animale e della riduzione dell'impiego di antibiotici.

Infine, va tenuto anche conto dei cambiamenti culturali nella popolazione italiana, così come della crescita dei segmenti di popolazione che non consumano carne suina per prescrizioni reli-

giose; con un conseguente impatto complessivo sullo stile di vita e di consumo dei cittadini che comporta una progressiva riduzione della domanda³⁴.

Tra le opportunità da cogliere vi sono però la possibilità di rispondere efficacemente alla maggiore attenzione ad innovazione, sostenibilità, salubrità e benessere animale; sempre più richieste dai consumatori. Vi è poi la possibilità di sfruttare l'obbligo di legge relativo alla "tracciabilità rinforzata" e l'indicazione dell'origine della materia prima, sia per le carni fresche che per i prodotti trasformati, al fine di valorizzare l'alta reputazione in termini qualitativi e di sicurezza alimentare dei prodotti nazionali.



³⁴ EC (2021), EU Agricultural outlook for markets, income and environment, 2021-2031. European Commission, DG Agriculture and Rural Development, Brussels. Ivi.

2.4 LA FILIERA AVICOLA

La filiera avicola è, ad oggi, l'unica tra le tre filiere della carne prese in esame in questa ricerca che presenta una bilancia commerciale in attivo (in termini netti rispetto ai livelli di auto-approvigionamento), e che registra da anni livelli progressivi di crescita, sia in Italia che in Europa. La Comunità europea stessa, infatti, nel suo insieme è il terzo produttore mondiale di carni avicole ed è uno dei principali player commerciali a livello globale sia come esportatore che come importatore. L'UE ha prodotto circa 13 milioni di tonnellate di carne di pollame nel 2022. Dal 2008 al 2020 la produzione di carne avicola ha segnato

una crescita rapida e costante, con un aumento del 44,5%; questa tendenza si è invertita nel 2021, registrando un calo del -2,9%, e nel 2022 (-1,5%)³⁵. I dati rilevati nel 2022, indicano che i principali produttori di carne avicola nell'Unione Europea sono la Polonia (2,7 milioni di tonnellate) pari al 21%, la Spagna (1,6 milioni di tonnellate) pari al 12,6%, la Germania (1,5 milioni di tonnellate) pari all'11,9%, la Francia (1,5 milioni di tonnellate) pari all'11,6%, e l'Italia (1,2 milioni di tonnellate), pari al 9,3%. Tra questi principali Paesi produttori, i livelli di produzione sono aumentati in Polonia (+7,5%) e sono rimasti relativamente stabili in Spagna (+0,6%), mentre sono calati in Italia (-11,8%) e in Francia (-8,7%)³⁶.

■ I numeri della filiera avicola in Italia



6.800

aziende specializzate nell'allevamento avicolo
(con più di 250 capi)

Fonte: Anagrafe Nazionale Zootecnica



~146 mln

di capi*

*per ciclo produttivo
Fonte: Anagrafe Nazionale Zootecnica



3.846 mln di €
fatturato della fase agricola in Italia (carni)

7.350 mln di €
fatturato della fase industriale in Italia
(carni e uova)

Fonte: ISMEA (2023) e Annual Report Unaitalia (2023)



~64.000

addetti del settore

Fonte: Bernardi E. et al.,
Carni e salumi: le nuove frontiere della sostenibilità (2023)

³⁵ Eurostat, "Key figures on the European food chain", 2023 edition.

³⁶ Ibidem.

L'Italia, infatti, nel contesto europeo si posiziona al quinto posto con una produzione che cresce a ritmi meno sostenuti negli ultimi anni a causa di un mercato interno già saturo, ma che punta su innovazione, differenziazione e miglioramento degli standard qualitativi degli allevamenti e delle carni, piuttosto che sulla espansione geografica del mercato³⁷.

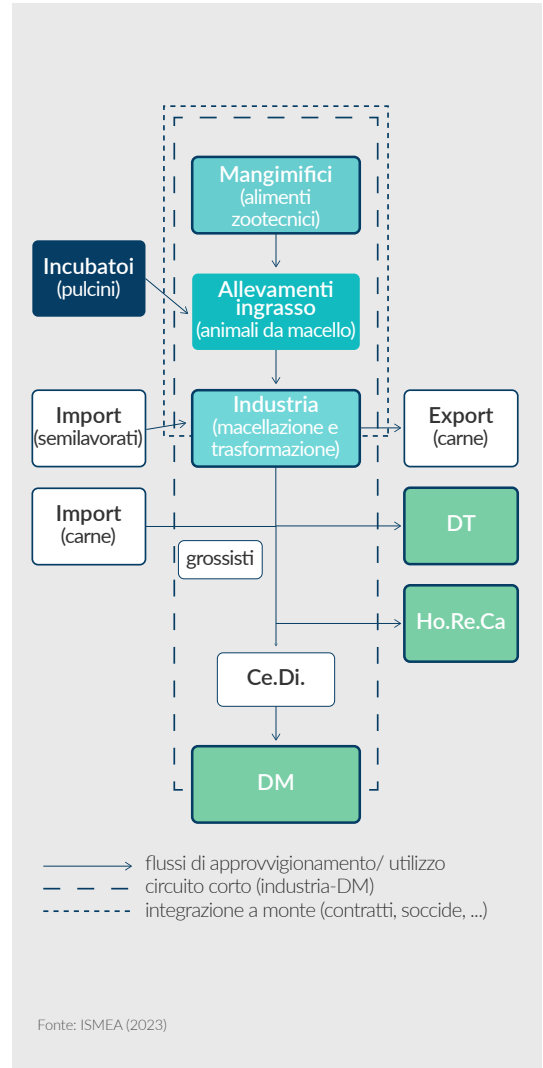
Quello avicolo, inoltre, è il settore che più di tutti ha sviluppato la linea degli elaborati e dei confezionati, riuscendo a dar maggior durabilità e flessibilità ad una buona fetta dei propri prodotti e assecondando le esigenze di diverse fasce di consumatori. Inoltre, anche a livello generale di consumi, in un contesto di contrazione generalizzata degli acquisti di carne, le avicole restano (in quantità) le più consumate in ambito domestico³⁸.

Va inoltre aggiunto che il settore negli ultimi anni ha compiuto notevoli sforzi in termini di posizionamento, lavorando al suo interno nel continuo miglioramento dei processi lungo la filiera, in particolare nella fase di allevamento (benessere animale, riduzione drastica dell'uso del farmaco antibiotico, biosicurezza) ma anche all'esterno attraverso attività di comunicazione articolate che hanno messo in luce tutti i valori positivi della filiera.

2.4.1 - La struttura della filiera avicola

La struttura della filiera avicola come si è accennato in precedenza, rispetto alle tre fasi generali di possibile suddivisione della filiera stessa tra fase agricola, di trasformazione e distribuzio-

Struttura della filiera avicola in Italia



³⁷ "Filiera avicola integrata, autosufficiente e resiliente: il report Ismea (luglio 2020)", comunicato UNAITALIA a commento del Rapporto ISMEA 2020 sui dati della filiera nel 2019. Disponibile online al link: <https://www.unaitalia.com/filiera-avicola-integrata-autosufficiente-e-resiliente-il-report-ismea/>

³⁸ "Filiera avicola integrata, autosufficiente e resiliente: il report Ismea (Febbraio2022)", comunicato UNAITALIA. Ivi.

ne, presenta alcune peculiarità. Di seguito viene proposto uno schema dell'ISMEA³⁹ dal quale emergono chiaramente le caratteristiche della filiera nel suo complesso.

Come emerge chiaramente anche dal precedente schema, risulta per gli operatori del settore particolarmente interessante e vantaggioso impiegare sistemi di cooperazione, ed infatti, ad oggi la quasi totalità della produzione avicola italiana fa appunto riferimento ad una filiera integrata e dove ben l'86% degli allevamenti di broiler hanno fatto ricorso a contratti di soccida nel 2022⁴⁰.

Infatti, un elemento caratteristico della filiera avicola italiana, è la forte integrazione fra le sue diverse fasi (*breeding*, fornitura input produttivi, incubatoi, allevamento, ritiro e macellazione, trasformazione, distribuzione e logistica), che ha consentito così nel tempo di poter costruire una rete stabile di relazioni fra i diversi operatori coinvolti⁴¹.

Nello specifico, il contratto di soccida⁴² è alla base della integrazione di filiera, mediante la regolare collaborazione tra soccidante e soccidario all'interno del sistema della filiera avicola. Tale tipologia di contratto prevede che due soggetti - il soccidante e il soccidario - si associno per l'allevamento degli animali e lo svolgimento delle attività connesse, ripartendo fra di loro i prodotti del ciclo produttivo. Il soccidante seleziona le razze e conferisce i capi avicoli, di cui mantiene la proprietà, e fornisce alcuni dei mezzi tecnici necessari per il loro accrescimento e/o la produ-

zione (mangimi, farmaci veterinari, materiali per la disinfezione, ecc.); gestisce inoltre la logistica in fase di distribuzione degli input produttivi e di raccolta dei prodotti finali (capi destinati al macello, uova, ecc.).

In Italia i soccidanti sono le grandi e medie imprese della trasformazione delle carni avicole e delle uova, che molto spesso detengono anche le attività di produzione dei mangimi e gli incubatoi, integrando quindi le fasi a monte ed a valle dell'allevamento.

Il soccidario è un allevatore avicolo che mette a disposizione le proprie strutture (locali e attrezzature), la manodopera e acquisisce autonomamente parte degli input produttivi (energia, acqua, lettiera, ecc.)⁴³. Il soccidario riveste un ruolo molto importante nell'ambito della filiera poiché negli anni ha acquisito un elevato grado di specializzazione ed esperienza nella corretta gestione dell'allevamento, contribuendo in tal modo al raggiungimento dei migliori risultati produttivi. Entrambe le parti assumono la veste di imprenditore agricolo ed esercitano in comune l'impresa, ripartendo fra loro i risultati produttivi. Ad esempio, nel caso di un allevamento da carne, al termine del ciclo, il soccidante ritirerà i propri animali accresciuti, lasciandone quota parte al soccidario a fronte dell'attività esercitata (riparto). Quest'ultimo ha, inoltre, la facoltà di richiedere la monetizzazione degli animali a lui spettanti.

È quindi obiettivo comune conseguire le migliori performance di accrescimento o produzione dei capi avicoli allevati, nel pieno rispetto delle norme sul benessere animale⁴⁴.

³⁹ ISMEA Mercati, "Avicolo", scheda di settore, 2023.

⁴⁰ Ibidem.

⁴¹ Si veda: Ersilia Di Tullio, Emanuele Di Faustino, Marta Basile, "L'Avicoltura Italiana: un modello sostenibile e di integrazione di filiera nel settore delle carni", Nomisma, Giugno 2016.

⁴² Il contratto di soccida tipico della filiera agricola è di tipo "semplice", e le relative basi giuridiche del contratto di soccida sono contenute negli Artt. 2170 - 2181 c.c.

⁴³ Ersilia Di Tullio, Emanuele Di Faustino, Marta Basile, "L'Avicoltura Italiana: un modello sostenibile e di integrazione di filiera nel settore delle carni", Nomisma, Giugno 2016. Ivi.

⁴⁴ Ibidem.

Il contratto di soccida non si basa però su una semplice relazione economica. Tipicamente infatti il soccidante, cui spetta la direzione dell'impresa, si impegna a fornire al soccidario anche l'assistenza tecnico-sanitaria necessaria alla conduzione dell'allevamento avicolo. A tal fine dispone di propri esperti veterinari e tecnici di allevamento, che forniscono assistenza ai soccidari, oltre ad esercitare una costante azione di vigilanza e controllo a tutela della salute e del benessere dei capi allevati durante il ciclo produttivo.

L'intero processo è, inoltre, tracciato grazie alla tenuta di Registri di carico e scarico relativi ai movimenti degli animali ed ai materiali conferiti in soccida (mangimi, farmaci veterinari, ecc.) sia da parte del soccidante che del soccidario.

Tipicamente il contratto di soccida nell'avicolo riguarda un numero di cicli produttivi successivi da realizzarsi in un arco temporale individuato. Questa specifica è importante perché, con l'esclusione delle galline ovaiole, il cui ciclo produttivo dura un anno solare, negli allevamenti da carne e da uova da cova si succedono due o più cicli produttivi durante un anno. Negli allevamenti avicoli moderni tale successione segue il sistema "tutto pieno/tutto vuoto", secondo il quale nei locali destinati all'allevamento si alternano i periodi di presenza dei capi in accrescimento/produzione a quelli di "vuoto sanitario" durante i quali, dopo il prelievo di tutti i capi, si provvede a rimuovere la lettiera esausta ed alle operazioni di pulizia e disinfezione prima dell'avvio di un nuovo ciclo a garanzia di elevati standard di sicurezza igienico-sanitaria e di biosicurezza.

La filiera produttiva della carne avicola in Italia



2.4.2 - I processi della filiera avicola

Le fasi che costituiscono l'insieme dei processi della filiera avicola sono: riproduzione, incubazione dei pulcini, ingrasso e avvio alla macellazione e lavorazione. A ciò, va aggiunto che il sistema integra, a valle della filiera, anche le attività legate alla produzione e fornitura dei mangimi così come a monte integra le attività logistico-distributive.

Volendo ricostruire l'intero processo, va detto che esso inizia con l'attività di allevamento dei "riproduttori", i quali forniscono le uova fecondate. Una volta fecondate, le uova vengono inviate agli "incubatoi", dove vengono tenute per tutto il naturale periodo di incubazione. Con la schiusa delle uova si passa al controllo dei pulcini che vengono selezionati, vaccinati, e destinati agli allevamenti di "crescita e ingrasso". Va infatti chiarito che gli incubatoi non sono allevamenti e dunque i pulcini vi transitano per un periodo di tempo limitato. Una volta che i pulcini sono stati trasferiti agli allevamenti di crescita ed ingrasso, restano in questo unico sito per il loro intero ciclo di vita, nutrendosi autonomamente ed ingrassando fino a divenire polli pronti per il trasferimento al macello.

Dopo la macellazione le carcasse eviscerate vengono passate attraverso il tunnel di raffreddamento e poi rapidamente smistate, in base alla finalità di impiego, verso le aree di taglio e sezionamento; oppure possono essere avviate al confezionamento ed alla distribuzione, oppure ancora, essere destinate al congelamento. Tutto ciò avviene solitamente molto rapidamente in

quanto la shelf life del pollo è assai breve. A questo punto, nel laboratorio di sezionamento si ha il prodotto tagliato, che può essere destinato alla vendita come prodotto fresco tal quale, oppure sotto forma di macinato, hamburger, spiedini, petto a fette etc. (in questo caso, se si aggiungono condimenti, odori, spezie, e quant'altro, allora si passa alla categoria delle "preparazioni di carni fresche"). Poi ci sono gli stabilimenti (o di regola i reparti successivi alla zona di sezionamento) dove si producono i cosiddetti "prodotti a base di carne", come wurstel, cordon bleu, cotolette, spinacine, nuggets, rollè, etc.

Nello schema a fianco è sintetizzato come si articolano le varie fasi e passaggi interni della filiera.

2.4.3 - Altre caratteristiche della filiera avicola

Il 99% del pollame che mangiamo nel nostro Paese è di provenienza nazionale, la filiera avicola è l'unica tra quelle zootecniche ad avere un tasso di auto-provvigionamento superiore al 100%. In Italia, i sistemi di produzione avicola sono organizzati per specie (pollo, tacchino, faraona, ecc.) e per categoria produttiva⁴⁵:

- Allevamenti di galline da riproduzione: svezamento, crescita e riproduzione di galline per la produzione di uova destinate agli incubatoi;
- Gli Incubatoi: attuano la raccolta delle uova provenienti dagli allevamenti da riproduzione, si occupano della schiusa e della consegna dei pulcini ai diversi tipi di allevamenti: di galline da uova, di polli da carne o di galline da riproduzione;

⁴⁵ ISMEA Mercati, "Avicolo", scheda di settore, 2023.

- Allevamenti di galline da uova: svezzamento, crescita e allevamento di galline per la produzione di uova destinate al consumo alimentare;
- Allevamenti di polli da carne: svezzamento e ingrasso dei pulcini sino a ottenere degli animali pronti per il consumo, le cui dimensioni (piccolo, medio, grande) variano in funzione dei tempi di allevamento.

Secondo le ultime rilevazioni⁴⁶, in Italia vi sono 10.164 aziende con allevamenti, di cui circa 6.800 professionali (ovvero con più di 250 capi). Il settore impiega circa 38.500 addetti nella fase agricola, per circa 146 milioni di capi in allevamento per ciclo produttivo (di cui oltre 87 milioni di polli da carne). Nella fase di trasformazione, invece, sono presenti circa 1.600 imprese (che attuano le pratiche di macellazione, sezionamento e lavorazione uova) per un totale di 25.500 addetti.

Punti di forza della filiera avicola nazionale⁴⁷

Fase agricola

- Rilevanza economica, sia in termini di produzione sia di capacità occupazionale
- Introduzione di sistemi di produzione moderni nel rispetto degli standard di qualità, salute e ambiente
- Elevato grado di integrazione verticale fra le diverse tipologie di allevamenti (soprattutto per la produzione di carne)

Industria di trasformazione

- La presenza di alcuni gruppi industriali con "orientamento al mercato" che, attraverso un

elevato livello di integrazione verticale, realizzano il controllo dell'intero ciclo produttivo prodotto/filiera

- Segmentazione del mercato ottenuta attraverso l'introduzione di prodotti di ampia gamma e ad elevato contenuto di servizi
- Competitività di prezzo rispetto ad altre tipologie di carne che rendono il consumo appetibile in periodi di difficoltà economica
- Diffusione di modelli di consumo che prediligono le carni bianche per motivi salutistici

Punti di debolezza della filiera avicola nazionale

Fase agricola

- Presenza di vincoli normativi stringenti (benessere animale, smaltimento deiezioni, alimentazione, ecc.) con notevole impatto sui costi di produzione
- Elevata probabilità di sviluppo di epidemie nelle aree ad alta densità di allevamento
- Livello considerevole dei costi di alimentazione per i prodotti di elevata qualità che determina difficoltà di remunerazione

Industria di trasformazione

- Difficile applicazione di politiche di marca a sostegno di un prodotto indifferenziato (fresco)

Prodotto/filiera

- Domanda sensibile alle problematiche sanitarie
- Poca attenzione al settore da parte della PAC

⁴⁶ Ibidem.

⁴⁷ Ibidem.

2.5 GLI ASPETTI NORMATIVI PER GESTIRE LA QUALITÀ DELLE FILIERE E LA SICUREZZA ALIMENTARE

Le filiere della carne in Italia, tra normative nazionali e dell'Unione Europea, prevedono significativi controlli e restrizioni per garantire la qualità di origine dei prodotti, certificarne la sicurezza alimentare per il consumatore ed ostacolare ogni abuso commerciale o sanitario lungo l'intero processo dall'allevamento alla trasformazione al consumo.

Va anche ricordato che tali norme garantiscono non soltanto la "tracciabilità", ovvero, poter mappare l'intera filiera dall'origine per ogni singolo animale; ma anche la "rintracciabilità" che è quel processo inverso mediante il quale il consumatore può verificare le caratteristiche del prodotto, e contemporaneamente anche gli attori della filiera possono se necessario ricorrervi per bloccare eventuali irregolarità nei processi com-

merciali o produttivi. Se si guarda alla dimensione normativa delle filiere della carne italiana, dunque, ci si accorge che nonostante l'enorme quantità di vincoli e le difficoltà connesse alla dispersione in migliaia di piccole imprese agricole, l'Italia è uno dei paesi più virtuosi in materia di controlli e garanzie per la salute tanto degli animali che dei consumatori. Oltre quindi a ciò che è emerso nell'analisi di altri aspetti connessi alle strutture organizzative e operative delle singole filiere⁴⁸, in questo contesto si cercherà di ricostruire il quadro generale e complessivo delle principali norme che regolano le filiere della carne nel loro insieme; e si cercherà anche di comprendere come alcune strutture normative possano rappresentare una opportunità di tutela dei prodotti oltre che di valore aggiunto per le imprese in termini di qualità e trasparenza verso il consumatore.

■ Tracciabilità e rintracciabilità delle carni



⁴⁸ Per quanto concerne ad eventuali altri aspetti normativi, specifici per alcuni processi delle filiere prese in esame, si invita a tener conto del precedente paragrafo 1.5 "Le politiche europee per l'agricoltura e l'ambiente".

2.6 LE NORME RIVOLTE ALLE IMPRESE PER LA TUTELA DELLA QUALITÀ E DELLA SALUBRITÀ DELLA CARNE

La sicurezza alimentare è un carattere distintivo delle carni italiane, sistematicamente sottoposte a un'articolata rete di controlli da parte delle autorità pubbliche a tutti i livelli della *supply chain*. Analisi ed ispezioni sono effettuate dagli organi di controllo del sistema sanitario italiano - ASL territoriali, NAS, ecc. - a tutti i livelli di produzione "dal campo alla tavola", costituiscono un sistema che tutela la salute del consumatore.

Il sistema sanitario italiano è uno dei più strutturati a livello mondiale, riconosciuto in Europa come punta di eccellenza grazie ai circa 4.500 veterinari ufficiali coinvolti, dipendenti direttamente dal Ministero della Salute, diversamente dal resto d'Europa.

Più in generale, le norme coprono tutte le varie fasi della filiera (sia nella fase agricola che di trasformazione) e i controlli riguardano principalmente: i mangimi, le condizioni di allevamento e di salute del bestiame, la macellazione ed il sezionamento, nonché i processi di trasformazione. Il tutto avviene con controlli sanitari prima e dopo la macellazione, ed inoltre, ogni controllo, certificazione e timbratura, prevede l'inserimento di tali dati nella documentazione che segue l'animale ed i prodotti derivati lungo tutta la filiera fino alla distribuzione⁴⁹.

Le principali norme delle quali tenere conto riguardano la "rintracciabilità" dei prodotti alimentari, ma anche il sistema generale dei con-

trolli, e tali aspetti sono trattati dal Regolamento n.178/2002⁵⁰. Sulla base di tale regolamento, ciascuna azienda è obbligata ad essere costantemente in grado di risalire ai fornitori di qualsiasi materia prima. La norma prescrive altresì l'obbligo di avviare "procedure di richiamo" del prodotto, nel caso in cui lo stesso non sia conforme alle normative vigenti in termini di sicurezza alimentare; ed in questo ambito l'organismo competente di controllo e supervisione scientifica, nonché di gestione delle allerte alimentari, è l'EFSA della sede di Parma.

L'igiene è un altro aspetto fondamentale delle filiere agroalimentari, ed in questo caso la normativa di riferimento principale è invece il Regolamento CE n. 852/2004⁵¹. Ed è in questa norma che rientra anche (al Capitolo XII) l'insieme di prescrizioni dell'HACCP, norma che sostituisce tutte le disposizioni precedenti in materia di igiene, e stabilisce anche i requisiti igienici e strutturali degli stabilimenti alimentari, e l'elaborazione dei manuali di autocontrollo igienico-sanitario. La norma del Reg. n.852, è stata inoltre integrata dal Regolamento n.853/2004⁵² in merito all'igiene dei prodotti di origine animale. Questa norma, in particolare, rafforza i sistemi di controllo attraverso la cosiddetta "bollatura sanitaria" e la "marchiatura di identificazione" (la quale indica lo Stato membro in cui è situato lo stabilimento ed il suo numero di riconoscimento). Inoltre, secondo la legge in questione, nessun animale può attraversare la propria filiera di allevamento e trasformazione senza documenti e specifici certificati (per lo più di competenza delle ASL

⁴⁹ Marozzi S., Bozzano A. (a cura di), "La Filiera della Carne. Il Percorso della carne: dall'allevamento alla tavola del consumatore", documentazione dell'Istituto Zooprofilattico Sperimentale delle Regioni Lazio e Toscana, ed. 2015.

⁵⁰ Il Regolamento CE n. 178 del 28 gennaio 2002 che stabilisce i principi e i requisiti generali della legislazione alimentare, istituisce l'Autorità europea per la sicurezza alimentare e fissa procedure nel campo della sicurezza alimentare.

⁵¹ Il Regolamento CE n. 852 del 24 aprile 2004 sull'igiene dei prodotti alimentari.

⁵² Il Regolamento CE n. 853 del 24 aprile 2004 stabilisce norme specifiche in materia di igiene per gli alimenti di origine animale.

territoriali) che ne certificano le condizioni. La legge prevede anche la disponibilità di informazioni relative allo stato di salute degli animali, il nome del veterinario responsabile, l'eventuale presenza di malattie, medicinali somministrati e quant'altro. Infine, vengono predisposti i requisiti relativi alla modalità di trasporto, di macellazione e sezionamento, oltre a quelli strutturali e di igiene della macellazione.

Riguardo a tali stringenti prescrizioni della suddetta norma, vale la pena aggiungere che proprio in materia di registrazione di tutti gli aspetti sanitari, con la legge europea n.167 del 20 novembre 2017⁵³ è stata adottata "la tracciabilità dei medicinali veterinari e dei mangimi medicati, anche attraverso l'adozione della ricetta veterinaria elettronica"⁵⁴.

La Ricetta veterinaria elettronica, dopo un periodo di sperimentazione, nel 2019, è divenuta uno strumento obbligatorio per le filiere della carne ed è gestita a livello nazionale dal Sistema Informativo Nazionale della Farmacosorveglianza del Ministero della Salute⁵⁵. Un esempio interessante, invece, riguarda a come le norme dell'Unione Europea ed italiane oggi concorrano a definire in modo stabile e sicuro le filiere della carne nel loro insieme, riguarda il caso delle carni bovine. Infatti, il Legislatore, allo scopo di definire il sistema di identificazione e registrazione dei bovini e le relative norme in materia di etichettatura delle carni, ha approvato il Reg. CEE n.1760/2000⁵⁶. Dalla suddetta norma discende la costituzione e lo sviluppo della stessa Banca dati nazionale (identità dell'animale, delle aziende del territo-

rio, e movimento degli animali), nonché le pratiche per l'identificazione dei bovini tramite i marchi auricolari su ciascun orecchio e con codice identificativo dell'allevamento di nascita ed il codice specifico dell'animale. La norma prevede anche il conseguente "Passaporto" dell'animale, che registra tutti gli spostamenti e che viene rilasciato dall'ASL entro due settimane dalla nascita dell'animale. I dati, per fini di sicurezza e controllo, vengono poi archiviati per almeno tre anni. Altra prescrizione è che gli allevatori debbano avere un "Registro di carico e scarico" di tutti gli animali, con indicazione delle nascite, dei decessi e degli spostamenti in entrata e in uscita che sia sempre a disposizione delle autorità competenti ed in particolar modo dell'ASL. Infine, è prevista una etichettatura obbligatoria per rendere possibile la "rintracciabilità" delle carni e che indichi: il luogo di nascita dell'esemplare, il luogo di allevamento, di ingrasso, di macellazione e sezionamento nonché l'indicazione del numero di riconoscimento del laboratorio di sezionamento. Questo esempio ci consente di capire che, oltre a quanto già incida la normativa generale nel suo complesso, nel definire l'architettura ed il perimetro entro cui gli operatori delle filiere possono agire, ed a quali controlli essi siano sottoposti; ci consente anche di comprendere come le norme ed i regolamenti comunitari e nazionali possano concorrere a strutturare verticalmente sia il sistema organizzativo sia operativo di ogni singola filiera produttiva nel suo concreto e quotidiano funzionamento. A questo aspetto consegue anche che, l'aspetto normativo può anche rispon-

⁵³ Norma recepita a livello nazionale mediante il Decreto Legge del 25 luglio 2018, le cui disposizioni sono entrate ufficialmente in vigore dal 1 Gennaio 2019.

⁵⁴ Art.3 della legge europea n.167 del 20 novembre 2017.

⁵⁵ Il portale ufficiale di riferimento in merito a tutti i dettagli sulle procedure ed il funzionamento della ricetta veterinaria elettronica è al link: <https://www.ricettaveterinariaelettronica.it/informazioni.html>, si veda anche in merito alla fase di sperimentazione il resoconto è presente online al link specifico del sito: <https://www.ricettaveterinariaelettronica.it/sperimentazione.html>, infine, per tutti gli aspetti normativi si faccia riferimento al link: <https://www.ricettaveterinariaelettronica.it/normativa.html>.

⁵⁶ 1760/2000 del 17 luglio 2000 che istituisce un sistema di identificazione e di registrazione dei bovini oltre alla relativa etichettatura delle carni bovine e dei prodotti a base di carni bovine. La norma abroga il precedente Regolamento (CE) n. 820/97.

dere a fattori di tipo etico-sociale (e dunque di sostenibilità) nell'interesse sia dei produttori che dei consumatori. In particolare, un riferimento importante è quello relativo alla tematica della salute animale, che nel suo complesso oggi è un aspetto ineludibile della fase agricola della filiera, sia riguardo alle attività di allevamento sia di macellazione.

Se pure talvolta in modo indiretto, infatti, anche l'aspetto della salute animale è un tema importante e normato che, come si evince dalla tabella⁵⁷ che segue, coinvolge standard costantemente normati e vigilati; sia che si tratti degli aspetti connessi all'allevamento sia che riguardino il trasporto oppure la macellazione.

Andando oltre però al solo aspetto normativo, va detto che da anni ormai tutti gli operatori coinvolti nelle filiere per la produzione di carne e salumi hanno abbracciato, in modo più o meno esplicito, una sorta di "codice etico" basato sul concetto delle "cinque libertà animali"⁵⁸. Queste ultime, pur non essendo ancora oggi inserite in un ambito normativo, sono da tempo parte integrante del modo di operare dei professionisti dell'allevamento; soprattutto se si tiene conto del fatto che sono state scritte nel 1965 a seguito della pubblicazione del cosiddetto Rapporto Brambell, che definiva per la prima volta il concetto di "benessere animale".

Le cinque libertà sono, innanzitutto, la libertà dalla fame e dalla sete (ma anche dalla cattiva nutrizione), la libertà di vivere in un ambiente fisico adeguato, ovvero, dando all'animale un ambiente che includa un riparo ed una comoda

area di riposo; a queste si aggiunge la libertà dal dolore, dalle ferite e dalle malattie (prevenendole, diagnosticandole e curandole per tempo). Infine, le ultime due delle cinque libertà animali riguardano, la libertà dell'animale di manifestare le proprie caratteristiche comportamentali, e la libertà dalla paura e dal disagio. Queste ultime riguardano quindi le caratteristiche di spazi ed ambienti che debbono consentire ad ogni specie di manifestare il suo naturale comportamento e di stare con i propri simili; inoltre, riguardano anche l'adozione di misure che direttamente o indirettamente evitino ogni forma di sofferenza psicologica dell'animale⁵⁹.

Un ultimo aspetto importante a livello normativo, sia a livello d'impresa sia di conseguenza a livello del consumatore finale, riguarda l'etichettatura dei prodotti alimentari. L'etichettatura obbligatoria della carne bovina è entrata in vigore nel 2000, mediante il Regolamento UE 1760/2000. Se si guarda all'etichettatura dei prodotti alimentari, tenendo anche conto di ciò che riguarda l'indicazione di origine e provenienza, si deve fare riferimento anche al Regolamento n.1169/2011⁶⁰, al quale si aggiungono gli elementi contenuti nel Regolamento UE 2018/775, le cui prescrizioni⁶¹ sono entrate in vigore dal 1 aprile 2020 con specifiche prescrizioni in riferimento alle norme di etichettatura dei prodotti avicoli e suinicoli.

Un aspetto significativo della norma, infatti, riguarda l'attribuzione del "Paese di origine" del prodotto ed in particolare per le carni è necessario rispettare alcuni parametri ben precisi.

⁵⁷ Bernardi E., Capri E., Pulina G., Carni e salumi: le nuove frontiere della sostenibilità. Franco Angeli. 2023.






⁵⁸ "Le cinque libertà", di Guerino Lombardi, in: 30giorni. Il mensile del medico veterinario, numero di agosto 2010. Pp.24-26.

⁵⁹ Bernardi E., Capri E., Pulina G., Carni e salumi: le nuove frontiere della sostenibilità. Franco Angeli. 2023.

⁶⁰ Regolamento (UE) n. 1169/2011 del Parlamento Europeo e del Consiglio del 25 ottobre 2011. Il testo ufficiale integrale del documento è consultabile sul sito ufficiale Lex Europa al link: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/PDF/?uri=CELEX:32011R1169&from=IT>.

⁶¹ Il Regolamento (UE) n. 2018/775, pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale dell'Unione Europea il 29/5/18 "recante modalità di applicazione dell'articolo 26, paragrafo 3, del regolamento (UE) n. 1169/2011 del Parlamento europeo e del Consiglio relativo alla fornitura di informazioni sugli alimenti ai consumatori, per quanto riguarda le norme sull'indicazione del paese d'origine o del luogo di provenienza dell'ingrediente primario di un alimento".

■ Le norme sul benessere animale

	ALLEVAMENTO	TRASPORTO	MACELLAZIONE
 <p>GALLINE OVAIOLE</p>	<p>DIRETTIVA 98/58/CE, riguardante la protezione degli animali negli allevamenti. DIRETTIVA 1999/74/CE e DIRETTIVA 2002/4/CE, che stabiliscono le norme minime per la protezione delle galline ovaiole.</p>	<p>REGOLAMENTO (CE) n. 1/2005 del Consiglio del 22 dicembre 2004, sulla protezione degli animali durante il trasporto e le operazioni correlate.</p>	<p>REGOLAMENTO (CE) N. 1099/2009 del Consiglio del 24 settembre 2009, relativo alla protezione degli animali durante l'abbattimento.</p>
 <p>POLLI DA CARNE</p>	<p>DIRETTIVA 98/58/CE, riguardante la protezione degli animali negli allevamenti. DIRETTIVA 2007/43/CEE, che stabilisce norme minime per la protezione dei polli allevati per la produzione di carne.</p>	<p>REGOLAMENTO (CE) n. 1/2005 del Consiglio del 22 dicembre 2004, sulla protezione degli animali durante il trasporto e le operazioni correlate.</p>	<p>REGOLAMENTO (CE) N. 1099/2009 del Consiglio del 24 settembre 2009, relativo alla protezione degli animali durante l'abbattimento.</p>
 <p>SUINI</p>	<p>DIRETTIVA 98/58/CE, riguardante la protezione degli animali negli allevamenti. DIRETTIVA 120/2008/CEE, che stabilisce le norme minime relative alla protezione dei suini confinati per l'allevamento e l'ingrasso.</p>	<p>REGOLAMENTO (CE) n. 1/2005 del Consiglio del 22 dicembre 2004, sulla protezione degli animali durante il trasporto e le operazioni correlate.</p>	<p>REGOLAMENTO (CE) N. 1099/2009 del Consiglio del 24 settembre 2009, relativo alla protezione degli animali durante l'abbattimento.</p>
 <p>VITELLI</p>	<p>DIRETTIVA 98/58/CE, riguardante la protezione degli animali negli allevamenti. DIRETTIVA 119/2008/CEE, che stabilisce le norme minime per proteggere i vitelli confinati per l'allevamento e il macello.</p>	<p>REGOLAMENTO (CE) n. 1/2005 del Consiglio del 22 dicembre 2004, sulla protezione degli animali durante il trasporto e le operazioni correlate.</p>	<p>REGOLAMENTO (CE) N. 1099/2009 del Consiglio del 24 settembre 2009, relativo alla protezione degli animali durante l'abbattimento.</p>
 <p>BOVINI</p>	<p>DIRETTIVA 98/58/CE, riguardante la protezione degli animali negli allevamenti</p>	<p>REGOLAMENTO (CE) n. 1/2005 del Consiglio del 22 dicembre 2004, sulla protezione degli animali durante il trasporto e le operazioni correlate.</p>	<p>REGOLAMENTO (CE) N. 1099/2009 del Consiglio del 24 settembre 2009, relativo alla protezione degli animali durante l'abbattimento.</p>

Fonte: Bernardi E. et al., Carni e salumi: le nuove frontiere della sostenibilità (2023)

Per poter indicare l'origine italiana in etichetta, ad esempio, è necessario innanzitutto che l'animale sia stato sia allevato che macellato in Italia, rispettando delle tempistiche specifiche; ad esempio, i suini possono essere considerati come provenienti dall'Italia solo se vi trascorrono in allevamento almeno gli ultimi sei mesi, mentre per la filiera avicola almeno l'ultimo mese.

Altro discorso riguarda, invece, tutte quelle che sono le produzioni agroalimentari (e dunque anche le carni lavorate) tutelate da indicazioni geografiche e di origine protetta. A queste lavorazioni e prodotti, tanto importanti per l'identità gastronomica italiana, non si applicano le norme previste dal Regolamento 1169/2011. Il legislatore europeo, con apposita norma⁶², ha invece approvato una deroga ed ha sviluppato delle specifiche prescrizioni (Reg. UE n.1151/2012) con una serie di specifici criteri di autoregolazione per quanto riguarda i prodotti a marchio DOP ed IGP. Un fattore non secondario quello delle certificazioni DOP ed IGP neppure dal punto di vista economico, soprattutto, se si tiene conto del fatto che un terzo dei prodotti IGP e DOP europei a base di carne lavorata sono italiani; ed inoltre le prime quattro DOP italiane per volume di esportazione, quote di mercato e nella filiera sono il prosciutto di Parma, il prosciutto San Daniele, il Grana Padano ed il Parmigiano Reggiano⁶³.

2.7 LE NORMATIVE A SUPPORTO DELLE SCELTE DEI CONSUMATORI

Per quanto riguarda le attenzioni e le tutele che le norme nazionali e comunitarie riservano invece ai consumatori europei, va sottolineata l'introduzione nel 2011 della nuova normativa europea che va ad uniformare le informazioni in etichetta per il consumatore di tutti i prodotti alimentari comunitari. Ecco perché oggi l'etichettatura dei prodotti alimentari riporta obbligatoriamente informazioni sul contenuto nutrizionale, e fornisce anche una serie di indicazioni per comprendere come i diversi alimenti concorrono ad una dieta corretta ed equilibrata. Ciò deriva, come si è accennato in precedenza, dall'introduzione del Regolamento (UE) n. 1169/2011⁶⁴ relativo alla fornitura di informazioni sugli alimenti ai consumatori, e che aggiorna e semplifica tutte le norme precedenti sull'etichettatura degli alimenti⁶⁵. Lo scopo di tale innovazione è quello di tutelare ulteriormente la salute dei consumatori e assicurare un'informazione chiara e trasparente. Altro aspetto importante dell'etichettatura degli alimenti sono "le indicazioni nutrizionali e sulla salute" (claims), disciplinate dal Regolamento (CE) n.1924/2006 relativo alle "indicazioni nutrizionali e sulla salute" fornite sui prodotti alimentari. In questo contesto va ricordato che il Ministero della Salute è, assieme al Ministero dello Sviluppo Economico (MISE), il principale riferimento a livello nazionale per gli aspetti normativi e regolatori in materia di tutela dei consumatori e vigilanza sulle produzioni alimentari. E proprio il MISE ha anche supportato lo sviluppo della

⁶² Regolamento UE n.1151/2012 del Parlamento Europeo e del Consiglio del 21 novembre 2012, "Miglioramento dei regimi di qualità dei prodotti agricoli e alimentari", (successivamente aggiornato dal Parlamento europeo e dal Consiglio in data 02/07/2018), il testo è disponibile sul sito Eur-Lex al link: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/LSU/?uri=celex:32012R1151>.

⁶³ Si veda: Ministero delle Politiche Agricole Alimentari e Forestali - MIPAAF, "Elenco dei Prodotti DOP, IGP e STG" (aggiornato al 16.04.2021), disponibile sul sito del ministero MIPAAF al seguente link: <https://www.politicheagricole.it/flex/cm/pages/ServeBLOB.php/L/IT/IDPagina/2090>.

⁶⁴ Regolamento (UE) n. 1169/2011 del Parlamento Europeo e del Consiglio del 25 ottobre 2011. Il testo ufficiale integrale del documento è consultabile sul sito ufficiale Lex Europa al link: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/PDF/?uri=CELEX:32011R1169&from=IT>.

⁶⁵ Va ricordato, inoltre, che a livello nazionale, sono state anche introdotte due norme che riportano disposizioni generali e che integrano le richieste del suddetto Regolamento: il Decreto Legislativo 145 del 15/09/2017 e il Decreto Legislativo 231 del 15 dicembre 2017.

etichettatura italiana conformemente alle recenti disposizioni comunitarie⁶⁶, introducendo un apposito strumento a supporto delle aziende affinché possano trovarvi gli strumenti per lo sviluppo della cosiddetta “Nutriform Battery”⁶⁷; ovvero, si tratta del portale per lo sviluppo della etichettatura conforme agli standard europei in materia di informazioni nutrizionali.

Un ultimo aspetto significativo per il cliente, in materia di qualità e trasparenza dei prodotti, riguarda certamente la possibilità che la legge offre di ricorrere alla “etichettatura volontaria” da parte delle imprese del comparto alimentare. In base alla normativa vigente, infatti, al netto delle prescrizioni obbligatorie, è possibile adottare delle ulteriori “etichettature volontarie” preventivamente approvate dal Ministero delle Politiche Agricole, Alimentari e Forestali (MIPAAF) che certificano specifici elementi della filiera.

Alcuni importanti attori delle filiere italiane hanno già da anni adottato tali etichettature: l'UNAITALIA, ad esempio, è oggi l'organizzazione titolare del Disciplinare di etichettatura volontaria delle carni di pollame (pollo, gallina, tacchino, faraona, anatra) autorizzato dal Ministero delle politiche agricole, alimentari e forestali nel 2005⁶⁸, in forza del Decreto Ministeriale del 29/07/2004⁶⁹, ed in largo anticipo sulle disposizioni in materia previste oggi dalla Commissione Europea⁷⁰. UNAITALIA può così vigilare su un proprio disciplinare, che amplia e rafforza i controlli e la trasparenza sulla filiera dei propri associati, dispone conseguentemente anche di una raccolta dati centralizzata e di una serie di

poteri sanzionatori rispetto alle violazioni delle prescrizioni del disciplinare, infine, ogni anno viene emessa una relazione al Ministero delle politiche agricole.

L'etichettatura volontaria vale anche per altre filiere, e nel medesimo quadro normativo di riferimento, come quella suinicola e quella bovina⁷¹. Anche il sistema delle filiere del gruppo Coop⁷², infatti, già nel 2013, riconosceva l'importanza di tracciare volontariamente i propri prodotti sulla base delle esperienze consolidate degli anni precedenti. Soprattutto, avendo riscontrato che ulteriori controlli sulla qualità della filiera, ed il fornire maggiori informazioni al cliente finale nella GDO, rappresenta un ulteriore valore aggiunto in termini sia commerciali che di sostenibilità. Coop dall'agosto del 2001 certifica la propria filiera del suino leggero (CSQA) e dei prodotti avicoli (Bureau Veritas: BV), inserendo: garanzie riguardo ai controlli igienico sanitari dall'allevamento alla vendita, la rintracciabilità lungo tutta la filiera, un'alimentazione priva di grassi animali⁷³, divieto di utilizzo di antibiotici promotori della crescita, alimentazione priva di OGM.

Tutto ciò si traduce nel caso di Coop in un duplice vantaggio: maggiore sicurezza della filiera, ed allo stesso tempo un forte legame tra il proprio “private label” ed una certificazione di qualità, così da aumentarne il valore dal punto di vista commerciale.

⁶⁶ La sezione dedicata del portale online del Ministero dello Sviluppo Economico (MISE) agli aggiornamenti ed alle informative in materia di regolamentazione europea, è disponibile al link: <https://www.mise.gov.it/index.php/it/impresa/competitivita-e-nuove-imprese/industria-alimentare/etichettatura-alimentare>.

⁶⁷ L'etichetta nutrizionale fronte pacco Nutriform Battery nasce dall'esigenza di individuare un metodo per informare i consumatori in modo rapido e immediato sulle caratteristiche nutrizionali dell'alimento, in modo conforme ad i nuovi standard europei. <https://www.nutriformbattery.it/it/home>.

⁶⁸ Disciplinare di etichettatura volontaria UNAITALIA, con numero IT001EA, approvazione del 2005, vigilato dal CSQA in qualità di ente terzo. <https://www.unaitalia.com/disciplinare-unaitalia/>.

⁶⁹ Decreto Ministeriale sul sistema di etichettatura volontaria delle carni avicole.

⁷⁰ La norma europea in materia è dell'aprile del 2015.

⁷¹ “Nuove modalità di etichettatura delle carni bovine”, sezione informativa dell'ente certificatore CSQA: <https://www.csqa.it/Food-e-Packaging/News/Nuove-modalita-di-etichettatura-carni-bovine>.

⁷² La sostenibilità delle carni bovine a Marchio Coop. Gli impatti economici, sociali ed ambientali della filiera delle carni, Sintesi Rapporto Coop per la sostenibilità, 2013.

⁷³ Attualmente la legislazione vieta solo l'alimentazione a base di proteine animali.

In questo capitolo è riportata l'analisi bibliografica delle principali innovazioni digitali a disposizione delle filiere delle carni.

3.1 SINTESI DEI RISULTATI DI RICERCA SULLE TECNOLOGIE APPLICATE ALLA FILIERA BOVINA

3.1.1 - Introduzione

Lo scopo di questo capitolo è tracciare un quadro della principale letteratura di riferimento relativa all'impatto della trasformazione digitale sulla filiera della carne, consentendo una valutazione preliminare delle opportunità offerte dalla tecnologia digitale nella ridefinizione della *value chain* del settore. L'analisi è stata implementata utilizzando i database di Google Scholar e Scopus. Nella prima parte della ricerca, attraverso il ricorso al metodo deduttivo, sono stati selezionati termini molto generici che rispecchiassero il tema della revisione a più ampio spettro:

- *cows digitalization*
- *farm digitalization*
- *life-cycle cows digitalization*

Grazie a questa breve rassegna, si è potuto osservare quali termini restituissero il materiale più adatto agli obiettivi della nostra ricerca. Le parole-chiave sono state così estrapolate proprio dai primi articoli emersi e la terminologia utilizzata è stata sempre più specifica:

- *life-cycle cattle digitalization*
- *implementation of digital technologie dairy cattle*
- *digital breeding cattle*

- *cattle beef digitalization*
- *life-cycle cattle technology*
- *distribution system beef technology*

Vista l'ingente mole di letteratura, sono stati definiti dei criteri d'inclusione quali: data di pubblicazione, focus dell'articolo, esiti misurati e disegno della ricerca proposto. Il processo di selezione è stato applicato a partire dai titoli e dagli *abstract*, verificando che il loro contenuto ricadesse all'interno del quesito "tecnologie digitali applicate alla filiera della carne" e al risultato atteso. Questo è stato fatto sulla base della struttura della filiera e per ogni fase (agricola, industriale e commerciale), includendo *pre-prints* e *grey literature*. La letteratura selezionata è stata collocata all'interno di una tabella grazie a cui è stato possibile individuare le principali tecnologie digitali utilizzate nella filiera bovina. A questo punto, è stata fatta la ricerca verticale di ogni singola tecnologia applicata ai vari processi. Tale ricerca ha permesso di verificare se quella specifica tecnologia (nell'esempio: *blockchain*) venisse adottata in quel processo della filiera e in che modo:

- *blockchain cattle nutrition*
- *blockchain calf birth*
- *blockchain cattle feed*
- *blockchain cattle by products*
- *blockchain beef sections*
- *blockchain cattle portioning and sectioning*
- *blockchain cattle slaughterhouse*

Attraverso i riferimenti identificati è stato ricostruito un primo quadro complessivo in cui le

tecnologie digitali, oltre a toccare tutti i processi delle varie fasi della filiera, forniscono soluzioni anche in relazione alle dimensioni del benessere della persona.

Come riporta un articolo del *Journal of Rural Studies*¹: reddito, soddisfazione sul lavoro, salute mentale ed equilibrio del lavoro familiare sono elementi fondamentali. In questo senso, l'utilizzo di soluzioni *tech-based* ha impatti tanto sugli elementi di sostenibilità ambientale quanto su quelli della sostenibilità sociale, non trascurando quelli inerenti al benessere animale. In questo caso, B. G. Hansen et al. (2020) evidenziano come il profilo dell'allevatore sia sempre più composto da un mix di competenze che vanno oltre la sua attività "tradizionale", legata alla gestione dell'azienda e all'allevamento del bestiame, andando a toccare anche questioni quali l'identità del prodotto e la specificità della produzione.

Nel complesso, emerge come la tecnologia digitale trovi implementazioni già oggi in tutte le fasi della filiera: dall'automazione del calcolo della composizione esatta della razione², fino all'utilizzo di *blockchain* per migliorare e rendere più sicura la tracciabilità della carne bovina³. Inoltre, una particolare attenzione è rivolta, nella fase agricola, al benessere dell'animale. Per quanto riguarda la tutela della salute dei capi, si evidenzia il ricorso a diverse tecnologie digitali che spaziano dalle applicazioni più tradizionali come l'utilizzo di conta-passi⁴ per determinare in che modo il terreno influisce sulla struttura ossea del piede del bovino, a sistemi avanzati di *image recognition* applicato al *facial coding*⁵ utiliz-

zato per riconoscere il dolore nei bovini così da riuscire a migliorare diagnosi dello stato di sofferenza dell'animale e, di conseguenza, consentire un intervento rapido e coerente per alleviarne il patimento. C. N. Hancock (2019)⁶ mette in evidenza come l'integrazione e l'uso delle tecnologie cambi ampiamente a seconda dello stadio di avanzamento e del contesto normativo delle diverse industrie nei vari paesi. Per questo motivo, si è ritenuto opportuno prendere in esame analisi comparative e *case study* riguardanti aree del mondo a diverso livello di sviluppo di tecnologie digitali.

3.1.2 - Produzione dei foraggi e alimentazione del bestiame

Nell'ambito della produzione di foraggi e dell'alimentazione del bestiame sono stati identificati 7 studi che, oltre ad indicare quali diverse tipologie di tecnologie digitali possono essere utilizzate, suggeriscono il potenziale impatto che l'applicazione di ciascuna di esse può avere nella gestione della tracciabilità e della qualità per quanto riguarda i rapporti dell'azienda con l'esterno, e nel monitoraggio e calcolo della quantità degli alimenti all'interno dell'allevamento stesso.

La *livestock precision farming* inizia con l'analisi del foraggiamento e dell'habitat che il bestiame occupa. M. A. Clinton (2018)⁷ ha illustrato come l'aggregazione dei dati raccolti può fornire il peso giornaliero degli alimenti consumati per ciascun animale. In questo modo, l'allevatore può ridurre i costi di produzione e migliorare la qualità della carne. Questo studio mette in evi-

¹ Hansen B. G., Bugge C. T., Skibrek P. K., 2020, Automatic milking systems and farmer wellbeing—exploring the effects of automation and digitalization in dairy farming.

² Wijayanto B., Rahayu S. P., Iskandar D., 2019, Cattle feed concentrate automatization system based on internet of things.

³ Bumblauskas D., Mann A., Dugan B., Rittmer J., 2020, A blockchain use case in food distribution: Do you know where your food has been? (Grey literature).

⁴ Gard A. J., Taylor R. D., 2015, Effect of exercise and environmental terrain on development of the digital cushion and bony structures of the bovine foot.

⁵ Müller B. R., Soriano V. S., Bellio J. C. B., Molento C. F. M., 2019, Facial expression of pain in Nellore and crossbred beef cattle.

⁶ Hancock C. N., 2019, The Integration of Blockchain Technology to the Beef Industry – A Comparative Analysis (Preprint).

⁷ Clinton M. A., 2018, Big Data Meets the Food Supply: A Network of Cattle Monitoring Systems (Grey literature).

denza come i sensori che forniscono i dati contribuiscono a creare un network che attraversa tutta la filiera, diventando anche strumento di sostenibilità ambientale, economica e sociale: calibrare con precisione la quantità di alimento da dare ai propri animali riduce gli sprechi e il consumo delle risorse economiche dell'allevatore. Inoltre, l'incapacità del piccolo allevatore di trovare la formula esatta del mix di foraggi per l'ingrasso dei bovini può portare ad un minore approvvigionamento di capi di bestiame sul mercato che, conseguentemente, può tradursi in un aumento generale dei prezzi.

Il sistema digitalizzato di Unifeed, cioè della miscela di insilati, cereali, altri sottoprodotti, concentrati e minerali di cui un bovino necessita per una crescita ed una produzione ottimale, riguarda principalmente la stabulazione degli animali. Dalla revisione della letteratura emerge come l'adozione di soluzioni tecnologiche *data-driven*, cioè che si basano sull'analisi dei dati raccolti, riguardi anche il pascolamento. Molti studi⁸, infatti, hanno evidenziato che le tecnologie digitali possono essere utilizzate per l'osservazione del comportamento degli animali e per monitorare il tempo dedicato all'alimentazione dei bovini al pascolo come importante fattore predittivo dell'efficienza alimentare. G. Simanungkalit et al. (2021)⁹, partendo dall'assunto per cui il tempo trascorso dal bestiame ad alimentarsi al pascolo è un importante fattore predittivo dell'ingestione e dell'efficienza alimentare, hanno esaminato quali fossero i suoli carenti di minerali attraverso l'uso di unità di pesatura automatica degli inte-

gratori (*Automatic Supplement Weighing - ASW*) posti vicino a blocchi di integratori minerali all'interno del sito. Monitorando l'accesso volontario dei bovini a questi posti di distribuzione attraverso l'utilizzo del marchio auricolare RFID e l'invio tramite Wi-Fi del tempo trascorso a nutrirsi sui blocchi ad una base dati. Maggiore era il tempo trascorso volontariamente vicino a questi distributori, minore era la quantità di minerali forniti nativamente dal terreno. Il monitoraggio del bestiame al pascolo è anche legato alle leggi sulla tracciabilità per la sicurezza alimentare e la tutela della salute pubblica.

Una ricerca condotta da C. Liu et al. (2021) ha portato allo sviluppo di un'applicazione basata su sistema Apple iOS¹⁰ in grado di inviare le immagini della mandria catturate da un drone controllato da remoto a un *deep-learning-based server* per la segmentazione e il conteggio dei bovini.

3.1.3 - Crescita e ingrassamento

La maggior parte della letteratura identificata riguarda la tutela della salute dei capi. L'analisi ha raccolto un totale di 71 articoli di cui 22 riguardano la fase di crescita e ingrassamento. Ciò che emerge è una forte attenzione al benessere animale e all'ambiente, in cui il ruolo delle tecnologie digitali diventa fondamentale nella tutela del suolo, così, come nel ridurre il rischio di contaminazione tra eco-sistemi. Dagli articoli selezionati appare evidente sia l'ampio raggio d'azione delle tecnologie sia la possibilità di ricorrere a strumenti tecnologici anche differenti per risolvere lo stesso problema. Uno dei temi

⁸ Imaz, J.A.; García, S.; González, L.A., 2019, Real-Time Monitoring of Self-Fed Supplement Intake, Feeding Behaviour, and Growth Rate as Affected by Forage Quantity and Quality of Rotationally Grazed Beef Cattle.

⁹ Simanungkalit G., Bremner G., Cowley F., Barwick J., Dawson B., Dobos R., Hegarty R., 2021, Automatic Supplement Weighing Units for Monitoring the Time of Accessing Mineral Block Supplements by Rangeland Cattle in Northern Queensland, Australia.

¹⁰ C. Liu, Z. Jian, M. Xie and I. Cheng, 2021, A Real-Time Mobile Application for Cattle Tracking using Video Captured from a Drone.

principali in quest'ambito è quello relativo a prevenzione e cura dell'animale. La malattia, infatti, è il problema al quale fanno riferimento molti degli studi presi in esame. La domanda a cui si vuole rispondere sembra essere "in che modo le tecnologie possono contribuire al benessere fisiologico dell'animale?". Le soluzioni *tech-based* su cui si lavora sono le più disparate anche se, soprattutto per quanto riguarda la salute e il benessere degli animali, le tecnologie di FAC (*Facial Action Coding*) e IoT sono quelle su cui si è concentrata maggior parte della letteratura¹¹.

L'utilizzo di sensori IoT¹² per prevedere con precisione e largo anticipo le malattie del bestiame sembra essere la tecnologia più impiegata in questa fase. Vari studi evidenziano come l'implementazione di sistemi autonomi basati su una piattaforma cloud IoT¹³ per il monitoraggio della salute dei capi può avvenire con vari strumenti. Ad esempio, tramite lo sviluppo di un dispositivo basato su sistema Android che utilizza sensori IoT¹⁴ per rilevare la temperatura, la frequenza cardiaca e il ritmo respiratorio della vacca, o con uno *smart collar*¹⁵ che memorizza e classifica quei dati, utilizzando l'apprendimento automatico per produrre risultati di classificazione della salute degli animali.

B. R. Müller et al. (2019)¹⁶ hanno dimostrato che non basta solo prendere una tecnologia già ampiamente utilizzata in altri settori e applicarla alla filiera bovina per parlare di trasformazione digitale. Le metodologie di analisi dell'espressione facciale del dolore applicate alle persone sono piuttosto avanzate. Tuttavia, queste non sono

state ancora ampiamente testate ed implementate sulla popolazione animale. L'utilizzo del *Facial Action Coding System* (FACS), però, potrebbe essere molto utile per riconoscere il dolore nei bovini, superando alcune delle difficoltà nella diagnosi e consentendo un intervento rapido e mirato ad alleviarne la sofferenza.

S. Neethirajan (2021)¹⁷ ha ipotizzato che l'utilizzo del *facial coding*, oltre a migliorare il benessere dell'animale, possa essere un fattore abilitante per la digitalizzazione delle piattaforme all'interno delle aziende zootecniche. Le emozioni infatti svolgono un ruolo indicativo e informativo nell'indagine dei comportamenti degli animali da allevamento e i miglioramenti delle interazioni animale-umano possono agevolare l'allevatore nello scegliere di implementare il digitale all'interno della propria azienda. I cambiamenti nell'ambiente naturale, causati dalle azioni umane, possono essere causa di stress per gli animali. Questo stress può causare anche conflitti all'interno del bestiame, incidendo sulla distribuzione regolare delle risorse. Per questo motivo bisogna guardare alla sostenibilità digitale in un'ottica di sistema: le tecnologie finiscono per essere complementari tra loro e, oltre a impattare su società, economia e ambiente, impattano su di esse in primis influenzando tutto il contesto. L'efficacia dei *big data* o dell'ASW viene meno se non si riesce a comprendere l'espressione emotiva degli animali che condiziona, fra le altre cose, l'assunzione o meno dei foraggi.

Se, da un lato, ci si occupa di come implementare il *framework hardware* aperto Arduino¹⁸ per rac-

¹¹ Gokul V., Tadepalli S., 2017, Implementation of smart infrastructure and non-invasive wearable for real time tracking and early identification of diseases in cattle farming using IoT; Y. Feng et al, 2021, SocialCattle: IoT-based Mastitis Detection and Control through Social Cattle Behavior Sensing in Smart Farms (Pre-print).

¹² G. Suseendran, D. Balaganesh, 2021, Smart cattle health monitoring system using IoT sensors.

¹³ Suresh A., TV Sarath, 2019, An IoT Solution for Cattle Health Monitoring.

¹⁴ Prabowo C., Mauliadi R., Afdal, Johan, Zumawita, Alanda A., Rozi F., 2020, The Implementation of IoT (Internet of Things) for Controlling Cow Health (Grey literature).

¹⁵ Pratama Y. P., Basuki D. K., Sukaridhoto S., Yusuf A. A., Yulianus H., Faruq F., Putra F. B., 2019, Designing of a Smart Collar for Dairy Cow Behavior Monitoring with Application Monitoring in Microservices and Internet of Things-Based Systems (Grey literature).

¹⁶ Müller B. R., Soriano V. S., Bello J. C. B., Molento C. F. M., 2019, Facial expression of pain in Nellore and crossbred beef cattle.

¹⁷ Neethirajan S., 2021, Happy Cow or Thinking Pig?

¹⁸ Marchiori M., 2019, Happy Cows, Happy Milk: Smart Cows and Quality Factors.

cogliere dati allo scopo di ottenere informazioni su quali elementi contribuiscono positivamente alla qualità del prodotto finale (carne o latte che sia); dall'altro lato, studiosi come Anass M. et al. si sono occupati dell'applicazione delle tecnologie digitali per la decarbonizzazione delle filiere della carne. Attraverso un modello di rete di sensori wireless¹⁹ è possibile gestire in maniera intelligente dati ambientali degli allevamenti quali temperatura, umidità ed emissioni di gas. Questi dati vengono poi memorizzati e gestiti in un database remoto così da monitorare, valutare e migliorare la propria efficienza e conseguentemente ridurre il proprio impatto sull'ambiente. Alimentazione del bestiame e produzione di foraggi sono inevitabilmente collegati alla fase di crescita e ingrassamento dell'animale, tant'è che sono raggruppati all'interno della stessa macro-area denominata "fase agricola". In questo senso, anche la letteratura contribuisce a evidenziare il legame tra i vari processi e azioni. Precedentemente si è parlato dell'utilizzo di droni per controllare il bestiame al pascolo: in questa ottica, anche D. L. M. Campbell et al (2019) hanno condotto un esperimento in cui la tecnologia GPS²⁰ - unita a segnali audio e impulsi elettrici - viene impiegata per creare delle staccionate virtuali al fine di migliorare la gestione delle mandrie, riducendo così il lavoro degli allevatori. Oltre alla dimensione sociale però, gli autori si sono concentrati anche su quella ambientale. L'applicazione di queste tecnologie può contribuire alla protezione delle aree sensibili dal punto di vista ambientale. Favorendo, ad esem-

pio, la ricrescita di pascoli senza la necessità di recintare i terreni.

Recentemente M. Ashwin et al. (2020)²¹ hanno evidenziato come umani e bovini possono essere due lati dello *smart transport*, dimostrando che la dimensione sostenibile che si prende in considerazione varia a seconda delle esigenze della società in cui ci si trova. Le tecnologie possono creare un vero e proprio "eco-sistema digitalmente sostenibile" che può andare oltre i processi di filiera, contribuendo comunque alla protezione dell'uomo e del bestiame. Per questo, ad esempio, l'uso di sensori intelligenti, oltre al benessere animale o alla tracciabilità, può contribuire ad evitare incidenti stradali riuscendo a prevedere il movimento del bestiame per le autostrade, così come fatto in India nei pressi di Bhopal-Indore.

3.1.4 - Rimonta

Per la gestione della rimonta del bestiame le principali soluzioni tecnologiche adottate sono la pesatura automatica nel paddock (*Automated in-Paddock Weighing Technology*) e il ricorso a tecnologie video. Nello specifico, la tecnologia che consente la pesa di un animale in piedi (*Walkover-Weighing*)²² con l'implementazione di un algoritmo individualizzato è in grado di calcolare automaticamente entro un intervallo di dieci giorni la data del parto della vacca o la perdita di peso non sostanziale in seguito al parto (membrane, fluidi)²³. Anche K. Sumi et al. (2021)²⁴ hanno lavorato sul monitoraggio del parto dell'animale, implementando un sistema di

¹⁹ Anass M., El Abderrahmani A., Rafik L., 2021, Smart environmental data management system into a cattle building.

²⁰ Campbell D. L. M., Lea J. M., Keshavarzi H. e Lee C., 2019, Virtual Fencing Is Comparable to Electric Tape Fencing for Cattle Behavior and Welfare.

²¹ Ashwin M., Saad Alqahtani A., Mubarakali A., Parthasarathy P., 2020, Environmental aspects - IoT based cattle movement prevention to avoid road accident for Bhopal-Indore highways in India.

²² Menzies D., Patison Kym P., Corbet Nick J., Swain Dave L., 2017, Using Walk-over-Weighing technology for parturition date determination in beef cattle.

²³ Chang A. Z., Imaz J. A., Gonzalez L. A., 2021, Calf Birth Weight Predicted Remotely Using Automated in-Paddock Weighing Technology.

²⁴ Sumi K., Zin T. T., Kobayashi I. e Horii Y., 2021, Framework of Cow Calving Monitoring System Using Video Images.

video-monitoring automatico che evita l'utilizzo di sensori invasivi.

Oltre all'attenzione verso l'animale, l'ambiente, le aziende, c'è anche una continua ricerca volta a rendere sostenibile l'applicazione stessa delle tecnologie.

3.1.5 - Macellazione: abbattimento e sezionamento

Per quanto riguarda la fase industriale, il processo in cui si riscontra il maggior impiego di tecnologie è quello della macellazione, con tutti i sotto-processi e le azioni che ne conseguono. In questo caso, emerge come le tecnologie digitali forniscano soluzioni trasversali che rispondono anche alle esigenze nell'ambito dell'economia circolare. Le aziende sembrano dimostrare un elevato grado di attenzione e consapevolezza delle opportunità offerte dal digitale. In primo luogo, emergono esempi che sottolineano la potenzialità delle tecnologie di aumentare la catena del valore, attraverso tutti i processi aziendali interni. La principale tecnologia in questa direzione è quella dell'analisi di immagini digitali (*Digital Image Analysis*)²⁵ che permette di calcolare la resa e la qualità delle carni bovine senza rovinarle a causa di una manipolazione, e con una maggiore precisione rispetto alla valutazione fatta da persone.

Rispetto alla gestione dei Sottoprodotti di Origine Animale (SOA) e alla loro trasformazione per uso alimentare o non, è interessante l'applicazione strutturale di tecnologie *Internet Of Things* (IoT): l'uso di biosensori²⁶ per migliorare l'ispezio-

ne della carne e i controlli di sicurezza inerenti materiali specifici a rischio (MSR) all'inizio della fase industriale, nonché la creazione di un sistema intelligente²⁷ completamente automatico per il trattamento delle acque reflue con l'obiettivo di creare processi sostenibili e in grado di ridurre l'impatto ambientale. Sembra essere evidente che l'utilizzo dell'IoT in questa fase è connesso al fenomeno della decarbonizzazione. G. Masferrer et al. (2018)²⁸ ad esempio, hanno dimostrato come la IoT e l'analisi di grandi quantità di dati (*big data analytics*) possono ottimizzare il processo di controllo e la classificazione dei prodotti (carne in scatola, estratti di carne, carni salate) evitandone il ritrattamento con conseguente risparmio energetico.

Un discorso a parte meritano i processi di porzionatura/sezionamento e di preparazioni carne. In queste due fasi, infatti, la gestione dei processi di packaging e quella del ciclo produttivo in termini di qualità vanno a braccetto. G. C. Sunil et al. (2021)²⁹ hanno dimostrato come, a seconda dei processi che richiedono una minore o maggiore precisione nel trattamento della carne, segua un maggior affinamento della tecnologia, anche se basata sulla stessa logica di funzionamento. Dalla *Digital Image Analysis* (DIA) si passa alla *Artificial Intelligence* (AI) per la classificazione dei diversi tagli, al fine di migliorare la gestione dei processi di packaging e fornire informazioni nutrizionali utili ai consumatori. Per quanto riguarda le preparazioni di carne, M. G. Basanisi et al. (2019)³⁰ si sono concentrati sulla sicurezza alimentare, analizzando l'impiego della tecnolo-

²⁵ Wakholi C., Kim J., Kwon K., Mo C., Seo Y., Cho S., Lim J., Lee W., Cho B., 2022, Nondestructive estimation of beef carcass yield using digital image analysis; Hyslop J. J., Ross D. W., Schofield C. P., Navajas E. A., Roehe R., Simm G., 2017, Predicting the slaughter characteristics of finished beef cattle using a live animal digital image analysis system under typical on-farm management conditions.

²⁶ Nastasijevic I., Mitrovic R., Jankovic S., 2021, Biosensors for animal health and meat safety monitoring: farm-to-slaughterhouse continuum.

²⁷ Ding S., Su J., Chung H., 2020, Establishing a Smart Farm-Scale Piggery Wastewater Treatment System with the Internet of Things (IoT) Applications.

²⁸ Masferrer G., Serra-Serra M., Martí-Puig P., Carreras R., 2018, Pattern recognition applied to improve pig slaughterhouses processes (Grey literature).

²⁹ G.C. Sunil, Md S. B., Zhang Y., Reed D., Ahsan M., Berg E., Sun X., 2021, Using Deep Learning Neural Network in Artificial Intelligence Technology to Classify Beef Cuts.

³⁰ Basanisi M. G., La Bella G., Nobili G., Coppola R., Damato A. M., Cañero M. A., La Salandra G., 2019, Application of the novel Droplet digital PCR technology for identification of meat species.

gia ddPCR (*droplet digital PCR technology*) per la rilevazione e la quantificazione delle percentuali di carni diverse nei prodotti già pronti, utilizzando le tracce di DNA per l'identificazione di carni adulterate al fine di evitare frodi alimentari.

Il settore prettamente industriale, dunque, sembra attraversare quella fase di trasformazione digitale in cui i comportamenti sociali e le azioni sembrano essere indotti dalle diverse tecnologie utilizzate. In questo processo di filiera si sta facendo strada un impiego sempre più consapevole delle tecnologie digitali a supporto della sostenibilità.

3.1.6 - Logistica, conservazione e canali commerciali

La principale tecnologia che attraversa tutta la fase commerciale – dallo stock in celle all'acquisto da parte del consumatore – è la *blockchain*. La *blockchain* è un registro condiviso e immutabile che facilita i processi di registrazione delle transazioni e monitoraggio degli asset. Praticamente qualsiasi cosa di valore può essere monitorata e scambiata in una rete *blockchain*, riducendo i rischi e tagliando i costi per tutte le parti coinvolte. La pandemia ha contribuito ad un'accelerazione dell'implementazione di questa tecnologia. Come dimostrano X. Cui et al. (2021)³¹ alla tutela della catena del freddo si è aggiunta l'esigenza di ridurre al minimo il rischio di trasmissione di batteri, funghi, agenti potenzialmente patogeni e parassiti che possono essere presenti nella catena di approvvigionamento della carne congelata; così è stato sviluppato uno *stack* tecnologico per

integrare l'architettura aziendale esistente con una rete *blockchain*. La *Distributed Ledger Technology* (DLT), che sta alla base della *blockchain*, è utilizzata per aumentare la fiducia e la trasparenza in tutta la catena, aiutando a riconciliare la documentazione e i dati richiesti per certificare la qualità del prodotto finale. La "tecnologia della fiducia" trova nella *supply chain* la sua ragion d'essere originale. Un caso esemplificativo di ciò è quello enunciato nel lavoro di S. Cao et al. (2021)³² che hanno basato la catena di approvvigionamento tra Australia e Cina su *blockchain*, con l'obiettivo di rafforzare la fiducia dei consumatori cinesi spesso vittime di frodi alimentari. Attraverso la tecnologia *blockchain* è possibile anche permettere al consumatore di verificare l'origine di tutti i materiali di input per i prodotti alimentari nella catena di approvvigionamento, anche se, come sottolineano K. Meidayantiet al. (2019)³³, l'implementazione su larga scala dei DLT necessita di un carico energetico non indifferente, rendendo quindi la *blockchain* una tecnologia non proprio sostenibile da questo punto di vista. Nonostante ciò, come dimostrano M. F. Mazzù et al. (2021)³⁴, la *blockchain* può avere un forte impatto nell'abilitare il cambiamento di paradigma delle transazioni commerciali da un lato, ed influenzare i consumatori circa la percezione generale del sapore e della salubrità dall'altro. La *blockchain*, in questo senso, diventa un elemento visivo integrante dello *skin pack* insieme a disegni, marchi, colori e l'efficacia delle informazioni certificate dalla tecnologia sembra produrre dei cambiamenti nelle abitudini d'ac-

³¹ Cui X., Iftekhhar A., 2021, Blockchain-Based Traceability System That Ensures Food Safety Measures to Protect Consumer Safety and COVID-19 Free Supply Chain.

³² Cao S., Powell W., Foth M., Natanelov V., Miller T., Dulleck U., 2021, Strengthening consumer trust in beef supply chain traceability with a blockchain-based human-machine reconcile mechanism.

³³ Meidayantiet K., Arkeman Y., Sugiarto, 2019, Analysis and design of beef supply chain traceability system based on blockchain technology.

³⁴ Mazzù M.F., Marozzo V., Baccelloni A., e de' Pompeis, 2021, Measuring the Effect of Blockchain Extrinsic Cues on Consumers' Perceived Flavor and Healthiness: A Cross-Country Analysis.

quisto del consumatore. Infine, M. Giacalone et al. (2021)³⁵ hanno illustrato un *case study* tutto italiano sull'utilizzo della *blockchain* per la certificazione e la tutela delle fasi di produzione della filiera alimentare DOP. L'introduzione di questa tecnologia all'interno dell'azienda casearia è stata agevolata dal fatto che il sistema produttivo era già consolidato dal 2017. L'azienda ha implementato quasi tutte le tecnologie viste sinora: IoT, una infrastruttura Web-server, elaborazione di dati, AI. Come evidenziato da C. N. Hancock (2019)³⁶, l'integrazione della *blockchain* nell'industria della carne bovina è consigliabile, ma, bisogna tener conto degli usi e dei mezzi più pragmatici e realizzabili per integrarla. Ci sono diversi fattori da considerare per valutare la fattibilità dell'implementazione di una determinata tecnologia. Ad esempio, lo sviluppo tecnologico e normativo dei paesi. Da questo punto di vista, emerge in maniera evidente l'esigenza di tener conto del livello di sviluppo dei vari paesi e impegnarsi in conversazioni con le varie parti interessate per quanto riguarda una attenta valutazione di rischi ed opportunità. A. Rigel et al. (2017)³⁷ si sono concentrati sulla costruzione di una vera e propria "roadmap tecnologica" in cui sono evidenziate le principali barriere che impediscono di proporre un piano per l'attuazione delle tecnologie al fine di rendere gli allevamenti sostenibili, con l'obiettivo di individuare e capire quali azioni intraprendere. Ci sono forti evidenze che suggeriscono una presa di coscienza che per parlare di sostenibilità e trasformazione digitale bisogna tenere conto delle dimensioni umane.

Dunque, si è deciso di inserire un'ulteriore fase che sta alla base di tutto e che precede tutte le altre: quella che riguarda l'allevatore. M. N. Handayani et al. (2021)³⁸ hanno sviluppato un modulo di competenze "verdi" da affiancare all'insegnamento delle tecnologie di lavorazione della carne presso le scuole superiori professionali. Inoltre, D. Lovarelli et al. (2020)³⁹, hanno evidenziato le ragioni per cui gli allevatori spesso non sono in grado di innovare (costi, mancanza di informazioni, scelte tradizionali, ecc.) sebbene l'innovazione stessa possa avere effetti positivi dal punto di vista ambientale, economico e sociale, restituendo risultati positivi non solo a loro, ma anche alla comunità e ai consumatori.



³⁵ Giacalone M., Santarcangelo V., Donvito V., 2021, Big data for corporate social responsibility: blockchain use in Gioia del Colle DOP.

³⁶ Hancock C. N., 2019, The Integration of Blockchain Technology to the Beef Industry - A Comparative Analysis (Preprint).

³⁷ Rigel A., Rivero G., Daim T., 2017, Technology roadmap: Cattle farming sustainability in Germany.

³⁸ Handayani M. N., Kamis A., Ali M., Wahyudin D., Mukhidin M., 2021, Development of green skills module for meat processing technology study.

³⁹ Lovarelli D., J. Bacenetti J., Guarino M., 2020, A review on dairy cattle farming: Is precision livestock farming the compromise for an environmental, economic and social sustainable production?

3.2 SINTESI DEI RISULTATI DI RICERCA SULLE TECNOLOGIE APPLICATE ALLA FILIERA SUINICOLA

3.2.1 - Introduzione

In questo documento l'obiettivo è quello di fare una review della principale letteratura di riferimento relativa all'impatto della trasformazione digitale nella filiera suina, così da permettere una valutazione preliminare delle opportunità offerte dalla tecnologia digitale nella ridefinizione degli impianti per l'allevamento suino. L'analisi è stata sviluppata utilizzando i database di Google Scholar e Scopus. Nella prima parte della ricerca è stato usato il metodo deduttivo, facendo ricorso a termini molto generici e in grado di rispecchiare il tema della revisione ad ampio spettro:

- *pig digitalization*
- *life-cycle pig digitalization*
- *swine digitalization*
- *life-cycle swine digitalization*
- *piggy digitalization*

In seguito, dopo aver differenziato i termini di ricerca tra suini e suinetti (*swine, piggy, pig*), è stato possibile verificare quali termini restituivano pubblicazioni più adatte agli obiettivi della nostra ricerca e su come variano le tecnologie digitali a seconda della fase e del processo. Le parole-chiave sono state estrapolate proprio dai primi articoli emersi e integrate con quelle delle ricerche sulle tecnologie applicate alla filiera bovina e avicola, forti anche della visione d'insieme e dei diversi sviluppi a seconda della filiera.

In questo modo, la terminologia utilizzata è stata sempre più specifica e corposa:

- *implementation of digital technologies pig*
- *digital swine*
- *digital pig*
- *digital breeding swine*
- *distribution system pig meat technology*
- *digitalization slaughterhouse pig*
- *technology waste slaughterhouse swine*
- *digital birth pig*

Gli articoli sulle tecnologie digitali applicate alle filiere suine sono molti anche se, a differenza delle ricerche sulle filiere bovine, non sembrano avere un focus specifico circa una determinata tecnologia o un particolare processo. I criteri definiti per circoscrivere il campo di ricerca, anche sulla scia delle esperienze passate, sono stati: data di pubblicazione, focus dell'articolo, esiti misurati e il disegno sperimentale proposto. Il processo di selezione è stato applicato a partire dai titoli e dagli abstract verificando che il loro contenuto rispondesse alla domanda centrale della ricerca "tecnologia digitale applicata alla filiera suina" e all'esito auspicato. Successivamente, ai processi della filiera sono state associate le relative tecnologie così da inquadrare in maniera univoca quali fossero quelle più utilizzate, quelle carenti e, infine, fare anche un confronto orizzontale tra le varie filiere. A tal proposito sono stati inclusi anche *pre-prints* e *grey literature*. La documentazione scientifica selezionata è stata collocata in una tabella, così da avere una visione d'insieme. In questo modo, è stato possibile effettuare una ricerca individuale più specifica per

ogni singola tecnologia applicata ai vari processi, in maniera induttiva, così, da capire quale singola tecnologia digitale fosse adottata in ogni processo della filiera. Per cui abbiamo avuto:

- *IoT pig slaughterhouse*
- *IoT pig control birth*
- *IoT breeding pig*
- *IoT portioning and sectioning pig*
- *IoT feeding pig*
- *IoT food safe pig*
- *IoT traceability process pig*

A monte di tutta la filiera suina, come per quella bovina e avicola, c'è l'essere umano; per questo la tabella di ricerca delle tecnologie digitali colloca, ancora prima delle tre fasi (agricola, industriale e commerciale) l'allevatore e il suo benessere, cercando di accorciare la distanza tra teoria e mondo reale della trasformazione digitale. Questi aspetti sono finiti per coincidere anche con la sostenibilità ambientale, economica e sociale. C. Piñeiro et al. (2019)⁴⁰ sono partiti proprio dall'assunto del nuovo paradigma nell'industria, analizzando i problemi e le ragioni del lento progresso nella filiera suina: dalla percezione degli allevatori di non aggiungere nulla di importante alla propria azienda, fino alla scarsità di figure professionali in grado di gestire in maniera completa i dati agricoli o «*la mancanza di strumenti adeguati al settore per facilitare il processo di estrazione del valore, benchmarking e monitoraggio. Oltre a questi problemi, le aziende produttrici di attrezzature agricole e software che generano dati non ne hanno facilitato l'estrazione e l'uso*».

Infatti, R. Sun et al. (2021)⁴¹, entrando più nel dettaglio, hanno evidenziato la carenza di ricerche sulla combinazione di IoT e tecnologie di tracciabilità nei canali commerciali. Non solo, gli autori affermano che «*studi precedenti si sono concentrati sull'applicazione della tecnologia di tracciabilità IoT, prendendo la volontà di adozione degli allevatori come variabile esogena ignorandone l'endogeneità*», motivo per cui – continuano – «*è essenziale studiare la volontà degli allevatori di adottare la tecnologia di tracciabilità IoT e trovare i fattori che influenzano l'intenzione di utilizzo da parte degli stessi*» come, ad esempio, l'innovazione personale o il rischio percepito. Un fattore che potrebbe svolgere un ruolo di mediazione è quello della 'comunità', secondo R. Hoste et al. (2017)⁴². Analizzando la *smart farming* olandese, questi autori osservano che gli allevatori – oltre all'adozione di un software per registrare i parti o la mortalità dei suini – confrontano i loro dati tra di loro «*scambiandosi esperienze e risultati nel dettaglio e basati sulla fiducia*». Oltre agli allevamenti suini, un pre-print di B. Escobar (2018)⁴³ ha illustrato l'utilizzo della IoT come soluzione per rintracciare i cinghiali (*wild pigs*) in California. La presenza di letteratura scientifica a riguardo è dovuta principalmente al fatto che i «*maiali selvatici*» sono più comuni in natura – a differenza, ad esempio, di polli e galline – e recentemente sono diventati un problema sempre più gravoso anche per le città (basti pensare alla città di Roma dove i cinghiali sembrano convivere con gli abitanti). L'*Environmental Internet of Things*, nonostante i costi di implementazione, «*aiuterebbe i*

⁴⁰ Carlos Piñeiro, Joaquín Morales, María Rodríguez, María Aparicio, Edgar García Manzanilla, Yuzo Koketsu, 2019, Big (pig) data and the internet of the swine things: a new paradigm in the industry.

⁴¹ Sun R., Zhang S., Wang T., Hu J., Ruan J., 2021, Willingness and Influencing Factors of Pig Farmers to Adopt Internet of Things Technology in Food Traceability.

⁴² Robert Hoste, Hyun Suh, Harry Kortstee, 2017, Smart farming in pig production and greenhouse horticulture.

⁴³ Escobar B., 2018, "An environmental internet of things solution for wild pig tracking.

gestori della fauna selvatica a creare una politica più efficace per la gestione dei cinghiali».

3.2.2 - Allevamento per la riproduzione e allattamento

Nella fase iniziale della filiera, più specificamente nella gestione del ciclo produttivo e dell'allattamento, la letteratura fa riferimento all'individuazione, al monitoraggio e alla raccolta di dati biologici e di genotipizzazione. G. Schiavo et al. (2019)⁴⁴ hanno analizzato l'uso di apprendimento automatico grazie al *Machine Learning* per identificare diversi marcatori informativi della popolazione partendo da dati genotipici di suini ad alta produttività che consentano di classificare le diverse razze. Riuscire a monitorare e addirittura a prevedere, con l'uso della tecnologia basata su *machine learning*, sembra essere un tema ricorrente: W. Lee et al. (2020)⁴⁵ hanno studiato cosa caratterizza gli allevamenti di suini basati sulla IoT. La metrica delle prestazioni – tra cui il guadagno giornaliero – in relazione a fattori quali le condizioni ambientali consente una valutazione e un controllo ottimale dell'allevamento. Ulteriori articoli scientifici come quello di Z. Wang et al. (2021)⁴⁶ o quello di X. Gong et al. (2020)⁴⁷ si sono concentrati sul monitoraggio intelligente utilizzando «*la rete neurale di convoluzione come algoritmo principale per realizzare la funzione di monitoraggio e promemoria in tempo reale agli utenti*» e sulla modalità di allevamento intelligente e analisi dei dati per una «*modalità di allevamento ottimale dell'economia circolare dei maiali*» con l'obiettivo di «*risolvere i problemi della*

modalità singola e del grave inquinamento dell'allevamento su larga scala, della selezione casuale del sito, del layout irragionevole, dell'abbandono dell'aggiornamento e dello sviluppo della tecnologia dell'informazione, del basso contenuto tecnologico e di altri problemi nella tradizionale modalità di allevamento dei suini». Tuttavia, gli autori rimangono su un livello generale, guardando allo «*smart farming*» nel suo complesso in cui l'unica differenza con gli altri allevamenti è dovuta principalmente al tipo di animale allevato, in questo caso suini; ma la progettazione del sistema di monitoraggio intelligente e la classificazione sembrerebbe essere applicabile anche alla filiera bovina e così via. P. Boniecki et al. (2019)⁴⁸, invece, si sono focalizzati su un problema che seppur importante è molto peculiare: lo sviluppo di un metodo non invasivo «*per la valutazione della qualità degli ovociti (nelle scrofe ndr), eseguito sulla base di informazioni grafiche codificate sotto forma di immagini digitali monocromatiche ottenute tramite tecniche di microscopia*». Anche con A. Bonde et al. (2021)⁴⁹ si va via via definendo la fase di crescita e allattamento dei piccoli suini. Qui, il monitoraggio automatizzato si delinea in modo da tracciare il comportamento degli animali per rilevare automaticamente l'allattamento dei suinetti attraverso vibrazioni strutturali: «*PigNet utilizza sensori di vibrazione collegati a un recinto per percepire i modelli di vibrazione unici e i cambiamenti nella risposta strutturale causati dal movimento e dalla posizione degli animali all'interno della porcellaia. In combinazione con la nostra conoscenza del comportamento dei suini, utilizziamo questa infor-*

⁴⁴ G. Schiavo, F. Bertolini, G. Galimberti, S. Bovo, S. Dall'Olio, L. Nanni Costa, M. Gallo e L. Fontanesi, 2019, A machine learning approach for the identification of population-informative markers from high-throughput genotyping data: application to several pig breeds.

⁴⁵ Lee W., Sung K-Y., Ban T-W., Ham Y-H., 2020, Production Performance Prediction of Pig Farming using Machine Learning.

⁴⁶ Ziwei Wang, Yiming Hou, Kai Xu, Lifeng Li, 2021, Design and implementation of pig intelligent classification monitoring system based on convolution neural network (CNN).

⁴⁷ Xiaoyan Gong et al, 2020, /Exploration of a New Model of Pig Circular Economy Breeding under Intelligent Agriculture.

⁴⁸ P. Boniecki, T. Kuzimska, S. Kujawa, W. Mueller, E. Gierz, K. Przybył, D. Wojcieszak, M. Zaborowicz, K. Koszela, 2019, /Neural classification of microscope digital pictures domestic pig oocytes.

⁴⁹ Bonde, Amelie and Codling, Jesse R. and Naruethep, Kaniittha and Dong, Yiwen and Siripaktanakon, Wachirawich and Ariyadech, Sripong and Sangpetch, Akkarit and Sangpetch, Orathai and Pan, Shijia and Noh, Hae Young and Zhang, Pei, 2021, /PigNet: Failure-Tolerant Pig Activity Monitoring System Using Structural Vibration.

mazione fisica delle caratteristiche delle vibrazioni per rilevare le attività dei suini e tracciare la crescita dei suinetti in un allevamento [...] che tiene traccia dell'attività infermieristica, dell'attività di semina e dei cambiamenti nella crescita dei suinetti durante il periodo di pre-svezzamento».

Anche W. E. Chen et al. (2021)⁵⁰ si sono concentrati sui suinetti in quanto, all'interno degli allevamenti, molti di questi muoiono precocemente perché vengono schiacciati quando le scrofe rotolano da un lato all'altro e si sdraiano. «In media, 1-2 suinetti vengono schiacciati dalle scrofe ogni giorno. Per risolvere il problema della mortalità precoce, questo articolo propone PigTalk, una piattaforma Internet of Things (IoT) basata sull'intelligenza artificiale (AI) per rilevare e risolvere il problema. Attraverso l'analisi in tempo reale dei dati vocali raccolti all'interno di un allevamento, PigTalk rileva le urla dei suinetti e attiva automaticamente gli attuatori di allarme, in modo da tentare di evitare lo schiacciamento dei lattinzoli. Proponiamo un approccio di trasformazione della clip audio per pre-elaborare i dati vocali grezzi e utilizziamo il ridimensionamento min-max nell'apprendimento automatico (ML) per rilevare le urla dei suinetti».

3.2.3 - Accrescimento dei suini

Collegato alla sopravvivenza e allo svezzamento dei suini c'è l'accrescimento di questi ultimi, con particolare riferimento alla gestione della tracciabilità e alla qualità dell'alimentazione. L. Peng et al. (2020)⁵¹ hanno evidenziato come, nonostante l'allevamento dei suini sia parte importante della zootecnica cinese, questa è rima-

sta troppo tempo «nella posizione imbarazzante di "gigante industriale, nana riproduttiva"» e che in tal senso, l'implementazione delle tecnologie digitali nei sistemi di allevamento dei suini «può riflettere al meglio il contenuto scientifico e tecnologico e il valore aggiunti». La ricerca, infatti, si è concentrata sulla progettazione di un sistema di alimentazione intelligente e automatico basato su PLC (Controllore Logico Programmabile) in grado di «ridurre efficacemente l'intensità del lavoro artificiale, migliorare l'efficienza produttiva e garantire l'ambiente dell'allevamento di suini». E. Kangethe et al. (2022)⁵², sempre in termini di alimentazione ma in maniera ancora più verticale, hanno sostenuto la digitalizzazione della catena di valore dei suini in Uganda (PigSmart) attraverso l'implementazione dell'applicazione "FeedCalculator" «selezionata come una delle soluzioni digitali per supportare gli agricoltori e i produttori di mangimi. Single Spark B.V. ha sviluppato l'app FeedCalculator, che è un software basato su app mobile, (<https://www.feedcalculator.org>) ed è promossa da Single Spark Ltd come strumento indipendente per digitalizzare la produzione zootecnica in vari modi come la formulazione dei mangimi, la pianificazione dei mangimi, i collegamenti con fornitori e mercati di input e servizi». Y. Gao et al. (2021)⁵³ hanno descritto un sistema intelligente di allevamento di suini basato su IoT in cui, grazie all'adozione di un chip specifico e lo sviluppo di una piattaforma cloud, abilitano l'alimentazione automatica, digitalizzando anche le "macchine balia" per i suinetti. Oltre all'IoT, anche l'intelligenza artificiale sembra trovare appli-

⁵⁰ W. E. Chen, Y. B. Lin and L. X. Chen, 2021, PigTalk: An AI-Based IoT Platform for Piglet Crushing Mitigation.

⁵¹ Peng, Lixia, e Zhiyong Jiang, 2020, Intelligent Automatic Pig Feeding System Based on PLC.

⁵² Edwin Kangethe, Benard Lukuyu, Emily Ouma, Pius Lutakome, Joshua Isiko and Peter Meijer, 2022, Supporting training of trainers (ToTs) to formulate feed rations for farmers using the FeedCalculator app in Uganda.

⁵³ Gao, Y., Hu, Y., & Chen, L. (2021). Intelligent Pig Breeding System based on Internet of Things. *Frontiers in Science and Engineering*, 1(3), 40-51. [https://doi.org/10.29556/FSE.202106_1\(3\).0007](https://doi.org/10.29556/FSE.202106_1(3).0007)

cazione nel monitoraggio del comportamento e della crescita dei suini. Y. R. Chen et al. (2020)⁵⁴ hanno descritto come un sistema basato su AI, riconoscendo le immagini della testa, della coda e del corpo, permetta di registrare i cambiamenti di una determinata area corporea del maiale osservandone la crescita: «Quando l'assunzione di mangime o di acqua da parte del maiale risulta essere anomala, il nostro sistema può rilevare in tempo il problema, registrando anche i cambiamenti dell'area corporea del maiale, in modo da poterne osservare la crescita. Se un maiale è malato o soffre di ritardo della crescita, è possibile, di conseguenza, prestargli particolare attenzione». P. Kielanowski et al. (2020)⁵⁵, per quanto riguarda il problema della segmentazione automatica del maiale, hanno presentato un algoritmo in grado di delineare il contorno in maniera accurata, grazie anche all'utilizzo delle immagini infrarosse. Mentre C.-T. Ni et al. (2020)⁵⁶ si sono avvalsi dell'elaborazione delle immagini digitali attraverso AI e IoT per analizzare testa, coda e corpo del maiale: «*gli utenti possono immediatamente notare qualsiasi condizione anomala dei maiali, monitorando i loro comportamenti e analizzandoli quotidianamente. Gli utenti possono anche osservare la porcilaia e la situazione attuale in cui si trovano i suini, attraverso l'interfaccia utente online*». L'utilizzo di immagini rimane un argomento centrale, sebbene il tipo di tecnologia utilizzata per analizzarle cambi. M. Marsot et al. (2020)⁵⁷ hanno proposto un «nuovo quadro composto da algoritmi di visione artificiale, apprendimento automatico e tecniche di acquisizione dettagliata di informazioni per offrire una so-

luzione relativamente economica e facilmente gestibile di riconoscimento dei suini. In primo luogo, le facce e gli occhi dei maiali vengono rilevati automaticamente da due classificatori a cascata basati su funzionalità Haar e una rete neurale convoluzionale superficiale per immagini di altissima qualità. In secondo luogo, il riconoscimento facciale viene eseguito impiegando una profonda rete neurale (metodo di intelligenza artificiale che insegna ai computer a elaborare i dati in un modo che si ispira al cervello umano) convoluzionale (cioè ispirate da processi biologici). Inoltre, le mappe di attivazione delle classi generate da grad-CAM e le mappe di salienza vengono utilizzate per capire visivamente come i parametri discriminanti sono stati appresi dalla rete neurale». La crescente domanda di identificazione degli animali e l'elevata tracciabilità, dovute dalla necessità di controllo di qualità e benessere dei suini, sembra rendere dunque l'identificazione digitale e automatica fondamentale in termini di rilevamento e controllo delle malattie o di miglioramento della qualità degli alimenti. In termini di alimentazione, anche e soprattutto l'uso dell'acqua è noto per essere uno degli elementi «più importanti nella gestione degli allevamenti di suini», come scrivono W. Lee et al. (2017)⁵⁸, per cui l'implementazione di sensori basati su IoT e algoritmi di apprendimento automatico vengono utilizzati «per prevedere l'uso dell'acqua nell'allevamento di suini. [...] In particolare, vengono applicati algoritmi di regressione, che sono regressione lineare, albero di regressione e regressione di AdaBoost, e algoritmi di classificazione che comprendono la classificazione logistica, l'albero decisionale e la

⁵⁴ Y.-R. Chen et al., 2020, /An AI-based System for Monitoring Behavior and Growth of Pigs.

⁵⁵ Paweł Kielanowski & Anna Fabijańska, 2020, /An Algorithm of Pig Segmentation from Top-View Infrared Video Sequences.

⁵⁶ C.-T. Ni et al., 2020, /A System for Analyzing Pig's Behavior with AI.

⁵⁷ Mathieu Marsot, Jiangqiang Mei, Xiaocai Shan, Liyong Ye, Peng Feng, Xuejun Yan, Chenfan Li, Yifan Zhao, 2020, An adaptive pig face recognition approach using Convolutional Neural Networks.

⁵⁸ Lee W, Ryu J, Ban T-W, Kim SH, Choi H., 2017, Prediction of Water Usage in Pig Farm based on Machine Learning.

macchina vettoriale di supporto, per ricavare uno schema che preveda l'utilizzo dell'acqua in base alla temperatura e all'umidità. Attraverso la valutazione delle prestazioni, scopriamo che l'utilizzo dell'acqua può essere previsto con elevata precisione. Lo schema proposto può essere utilizzato per rilevare il malfunzionamento del sistema idrico impedendo la morte dei suini e riducendo le perdite dell'allevamento». Quest'ultimo aspetto è particolarmente importante perché favorisce la sostenibilità ambientale ed economica, in quanto aiuta a ridurre il consumo di acqua, da un lato, e i costi complessivi del proprio ciclo economico e il benessere animale dall'altro.

3.2.4 - Ingrassamento dei suini

Anche per la filiera suina, la maggior parte della letteratura rintracciata riguarda la tutela della salute dei maiali. Ben 45 articoli da cui emerge come il benessere dell'animale sia il perno intorno al quale ruota tutta la documentazione, sebbene non ci si focalizzi su di una determinata malattia – cosa che avviene invece per la filiera avicola nel caso di virus e malattie infettive – ma sullo status di salute del maiale in generale, con qualche eccezione. Y. Ling et al. (2022)⁵⁹ sembrano collegarsi in parte a quanto detto sopra sulla crescita del suino e sulla sua taglia. Attraverso dei "point cloud" (insieme discreto di punti nello spazio) ottenuti utilizzando la tecnologia di visione 3D, è possibile classificare e regolare le posture degli animali per migliorare l'accuratezza della misurazione tridimensionale, riuscendo a calcolare in maniera esatta lunghezza del corpo,

altezza e circonferenza addominale. Riguardo il consumo del suolo, la tutela degli ambienti e la contaminazione tra gli ecosistemi Y.-C. Chiu et al. (2019)⁶⁰ hanno sviluppato un sistema di monitoraggio e controllo ambientale per gli allevamenti di suini basato sull'IoT: «Nel sistema, i dati ambientali, vale a dire temperatura, umidità, contenuto di ammoniaca e velocità dell'aria, sono stati raccolti utilizzando un microcontrollore collegato a sensori ambientali; i dati raccolti sono stati trasmessi a un server remoto tramite Wi-Fi. Il sistema ha permesso agli utenti di monitorare e controllare i vari allevamenti, in qualsiasi momento, tramite applicazioni mobili o web. All'interno dell'azienda agricola usata per la ricerca, è stato utilizzato un controllore logico programmabile (PLC) per raccogliere dati dai sensori ambientali, rilevare i cambiamenti ambientali e applicare le corrispondenti strategie di controllo. I dispositivi utilizzati nelle strategie includono pastiglie, ventole di scarico, tende avvolgibili e ventole di circolazione. Questo studio ha esaminato i processi in cui l'utente invia comandi da un centro di controllo remoto a un PLC che vengono comunicati ad altri dispositivi. [...] Inoltre, i dati ambientali sono stati caricati in un database per future analisi statistiche».

L'aumento di allevamenti suini per fornire cibo a una popolazione sempre più in crescita a livello mondiale porta i consumatori di carne e la società in generale a tutelare la salute e il benessere degli animali. Analizzare il comportamento dei suini può fornire informazioni utili sulla loro situazione ambientale; farlo attraverso le tecnologie può rendere potenzialmente sostenibili

⁵⁹ Yin Ling, Zhu Jimin, Liu Caixing, Tian Xuhong, Zhang Sumin, 2022, Point cloud-based pig body size measurement featured by standard and non-standard postures.

⁶⁰ Yi-Chieh Chiu, Pei-Wen Huang, Yi-Kai Lin, Ming-Yih Chang, 2019, Development of an Environmental Monitoring and Control System for Weaner Pig Houses.

digitalmente gli allevamenti. Così J. M. Chapa et al.⁶¹, nel 2020, hanno descritto in che modo gli accelerometri «possono essere utilizzati per esaminare lo stato di salute, basandosi sul protocollo di valutazione della qualità del benessere», questa tecnologia digitale può essere utilizzata «per affrontare gli effetti sul comportamento della dieta, del ciclo quotidiano, dell'arricchimento, dell'allevamento, della miscelazione sociale, e delle malattie». Anche la temperatura corporea è un fattore fisiologico importante nella salute dei suini e, a tal proposito, Z. Zhang et al. (2019)⁶² hanno analizzato la tecnologia di misurazione a infrarossi per rilevare la temperatura corporea del maiale, con vantaggi come la non necessità di contatto, la lunga distanza e il tempo reale. Per quanto riguarda il monitoraggio del cambiamento di peso giornaliero, C. Shi et al. (2016)⁶³ hanno combinato «il sistema di visione stereo binoculare con la piattaforma di sviluppo LabVIEW per analizzare e stimare le dimensioni corporee e il peso di un esemplare in vita utilizzando 10 landrace (razze autoctone) di età compresa tra 14 e 25 settimane in porcellaia». Anche K. Shatokhin et al. (2019)⁶⁴ «hanno deciso di migliorare la classificazione attuale con la selezione dei rappresentanti all'interno di ciascun cluster, sulla base degli studi esistenti. Sono state identificate tipologie di suini adulti a crescita rapida, suini adulti a crescita lenta, suini piccoli a crescita rapida e suini piccoli a crescita lenta. Sono stati indicati i rappresentanti più specifici di ciascun cluster. Per la verifica sperimentale della proposizione prodotta, le dinamiche di crescita di diversi campioni di suini domestici sono state

stimate utilizzando il relativo peso, in diverse fasi di crescita, la visualizzazione della crescita sui grafici e le equazioni di regressione».

Inoltre, quello che emerge dalla collocazione e dall'analisi della documentazione scientifica in questo determinato processo della filiera è la frammentazione e l'eterogeneità delle diverse tecnologie adottate. A differenza della filiera bovina e di quella avicola, infatti, non sembra possibile inquadrare una determinata tecnologia che è stata analizzata o implementata più di altre.

Le tecnologie digitali sono tante e diverse, per risolvere altrettanti problemi. Dall'utilizzo di droplet digitali PCR⁶⁵ (forma di PCR - Polymerase Chain Reaction, tecnica utilizzata per amplificare in provetta frammenti di DNA di cui siano note le due estremità digitale che funziona come la PCR convenzionale, tranne per il fatto che suddivide i campioni di DNA in migliaia di camere di reazione separate) per rilevare l'incidenza di freemartinismo⁶⁶ nei suini, passando per la Digital image Analysis al fine di valutare la reazione dei suinetti alle iniezioni di farmaci o la IoT per rilevare l'influenza suina attraverso applicazioni analitiche cliniche⁶⁷ per arrivare ad un modello di classificazione del suono come TransformerCNN⁶⁸ per ottenere informazioni direttamente dai grugni emessi dai suini in grado di dire molto circa il loro comportamento e stato emotivo. L'uso della vocalizzazione per valutare il benessere degli animali è stato analizzato anche da A. F. da S. Cordeiro et al. (2018)⁶⁹ per «indagare le differenze nella vocalizzazione dei suini in funzione del sesso, dell'età e delle condizioni di disagio fisico e a

⁶¹ Jose M. Chapa, Kristina Maschat, Michael Iwersen, Johannes Baumgartner, Marc Drillich, 2020, Accelerometer systems as tools for health and welfare assessment in cattle and pigs.

⁶² Zaiqin Zhang, Hang Zhang, Tonghai Liu, 2019, Study on body temperature detection of pig based on infrared technology.

⁶³ Chen Shi, Guanghui Teng, Zhuo Li, 2016, An approach of pig weight estimation using binocular stereo system based on LabVIEW.

⁶⁴ Kirill Shatokhin, Sergey Nikitin, Sergey Knyazev, 2019, /Using digital technologies for classification of domestic pigs by the type of live weight growth.

⁶⁵ I. Szczerbal, J. Nowacka-Wosuzuk, S. Dzimira, A. Matuszczyk, P. Iskrzak, M. Switonski, 2019, Elevated incidence of freemartinism in pigs detected by droplet digital PCR and cytogenetic techniques.

⁶⁶ Il freemartinismo è un disturbo dello sviluppo sessuale (DSD) causato dalla formazione di anastomosi placentari tra feti di sesso diverso.

⁶⁷ Devyani Bhamare & V. V. Mandhare, 2022, /Detection of Swine Flu System Using IOT and Machine Learning.

⁶⁸ Liao, J., Li, H., Feng, A. et al., 2022, Domestic pig sound classification based on TransformerCNN.

⁶⁹ Alexandra Fda S. Cordeiro, Irenilza de A. Nääs, Felipe da Silva Leitão, Andréia C.M. de Almeida, Daniella Jorge de Moura, 2018, Use of vocalisation to identify sex, age, and distress in pig production.

proporre un modo per identificare situazioni angoscianti. Le vocalizzazioni individuali di 40 suini sono state registrate (20 maschi e 20 femmine) durante l'esposizione a diverse difficoltà nelle fasi di parto, crescita e finissaggio. L'altezza della vocalizzazione differiva tra maschi (194,5 Hz) e femmine (218,2 Hz). Anche la vocalizzazione del maiale era diversa a seconda dell'età, specialmente per gli attributi delle ampiezze massime e minime.. Diverse situazioni di disagio sono state identificate anche da vari attributi acustici. È stato costruito un albero decisionale per classificare la condizione di disagio fisico per i suini (con una precisione dell'81,92%) utilizzando la tecnica di apprendimento automatico. I risultati indicano la possibilità di stimare il benessere dei suini registrando la vocalizzazione. L'algoritmo promette anche di identificare il sesso e l'età del maiale». Un terzo e ultimo articolo che fa della sound recognition la tecnologia principale come soluzione per il rilevamento di malattie è quello di J. Zhao et al. (2020)⁷⁰ in cui hanno proposto un «nuovo metodo basato sul Deep Neural Networks-Hidden Markov Model (DNN-HMM) per costruire un modello acustico per il riconoscimento continuo del suono della tosse suina». Il monitoraggio dei suini, oltre che nelle fasi di allevamento e crescita, è «la chiave per allontanarsi dal trattamento a livello di gruppo e verso la cura individuale»⁷¹.

«In questo modo possiamo monitorare i singoli cambiamenti di comportamento dei suini nel tempo e usarli come indicatori di salute e benessere, che, a loro volta, aiuteranno nella diagnosi precoce delle malattie consentendo un intervento rapido e più efficace».

3.2.5 - Abbattimento dei suini, trasferimento e stoccaggio delle carni. Gestione della qualità: lavorazioni, stagionature, gestione dei fattori commerciali

Nella fase industriale, i processi in cui è possibile rinvenire articoli scientifici sono quello dell'abbattimento dei suini con trasferimento e stoccaggio delle carni e quello della trasformazione in cui vengono lavorati prodotti a base di carne stagionati, cotti, affumicati ecc. J-J. Su et al. (2020)⁷² hanno introdotto in un allevamento di suini le applicazioni IoT per la rilevazione e il trattamento dei flussi idrici attraverso l'uso di tecnologie digitali. Le tecnologie digitali, dunque, possono gestire sottoprodotti di origine animale (SOA) o materiali specifici a rischio per la creazione di un allevamento di suini che sia sostenibile. Anche per quanto riguarda il trasporto degli animali dagli allevamenti ai macelli, Liu et al. (2019)⁷³ hanno analizzato «i problemi nel processo di trasporto dei suini» proponendo un modello di sistema di gestione del trasporto basato su tecnologia RFID e sensori. Mentre P. Janiszewski et al. (2018)⁷⁴ hanno sviluppato «equazioni di regressione per stimare la percentuale, il peso (in grammi) e il contenuto di carne magra (in %) dei tagli di una carcassa di suino utilizzando Auto-Fom e stimare il valore commerciale della carcassa sulla linea di macellazione in un impianto di lavorazione della carne»: «La ricerca è stata condotta su 168 carcasse di maiale. Dall'intera carcassa di maiale, solo i tagli più pregiati (cioè pancia, prosciutto, lombo, collo e spalla) e anche il contenuto di carne nel prosciutto e nella spalla sono stati pesati con una

⁷⁰ Jian Zhao, Xuan Li, Wanghong Liu, Yun Cao, Minggang Lei, Hequn Tan, Di Yang, 2020, DNN-HMM based acoustic model for continuous pig cough sound recognition.

⁷¹ J. Cowton, I. Kyriazakis and J. Bacardit, 2019, Automated Individual Pig Localisation, Tracking and Behaviour Metric Extraction Using Deep Learning.

⁷² Su J-J, Ding S-T, Chung H-C., 2020, Establishing a Smart Farm-Scale Piggery Wastewater Treatment System with the Internet of Things (IoT) Applications.

⁷³ Liu, Hao and Yao, Zhong and Zhou, Wenwen and Zhao, Fu Tao, 2019, Research on Pig Transportation Management System Model Based on RFID and Sensor Technology.

⁷⁴ P. Janiszewski, K. Borzuta, D. Lisiak, E. Grzeszkowiak and D. Stanislowski, 2018, Prediction of primal cuts by using an automatic ultrasonic device as a new method for estimating a pig-carcass slaughter and commercial value.

precisione di 100 g ed è stata calcolata la percentuale di ogni taglio in carcassa. Sono stati misurati anche l'altezza "occhio" del lombo e lo spessore della pancia-muscolo. Le equazioni di regressione per la previsione dei pesi dei tagli primari e delle loro percentuali nelle carcasse di maiale sono state derivate utilizzando la procedura parziale del minimo quadrato (PLMS). Le equazioni sviluppate includono 70 variabili che sono misurazioni standard effettuate con un dispositivo Auto-Fom».

Per quanto riguarda le fasi di controllo e attribuzione delle certificazioni, D. Pérez-Marín et al.⁷⁵ hanno evidenziato l'esempio del prosciutto di maiale iberico in quanto «uno dei numerosi prodotti alimentari europei di alto valore che sono oggetto di significativi tentativi di frode a causa delle elevate differenze di prezzo tra le categorie commerciali». «Questo paper esplora l'uso degli spettri NIR (369 per l'addestramento e 199 per la convalida) per classificare i campioni in base alle categorie Premium (animali alimentati con ghian-da) e Non Premium (animali alimentati con mangimi composti), utilizzando un micro-spettrometro MicroNIRTM Pro1700 per analizzare le singole carcasse in situ presso la linea del macello. Sono stati esplorati quattro metodi discriminanti: analisi discriminante lineare (LDA), analisi discriminante quadratica (QDA), Kernel Bayes e regressione logistica. Questi sono tutti metodi discriminanti che producono naturalmente probabilità di classificazione per quantificare l'incertezza dei risultati. Le regole sono state sintonizzate e i metodi confrontati utilizzando sia i tassi di errore di classificazione che una regola di punteggio di probabilità. LDA ha

dato i migliori risultati, raggiungendo una precisione complessiva del 93% e fornendo probabilità di classificazione ben calibrate».

Una corretta gestione della qualità in termini di lavorazione e stagionature rende l'industria della carne di tipo "4.0". «L'ottimizzazione del processo evita il ritrattamento del prodotto, il che porta a miglioramenti delle prestazioni del processo e risparmio energetico. Lo spessore del grasso sottocutaneo nei prosciutti è uno dei fattori più critici per il processo di stagionatura e determina in gran parte la qualità finale del prodotto. La corretta classificazione online dei prosciutti, in base al peso e al grasso sottocutaneo consente un'ottimizzazione delle fasi successive del processo. Questo studio confronta l'accuratezza di una classificazione manuale effettuata da un operatore con una classificazione automatica effettuata da algoritmi SVM. Questi algoritmi sono stati addestrati con i dati raccolti al macello per oltre 500.000 suini. [...] Nel caso studiato, che corrisponde a un piccolo macello che in media lavora 2000-2500 suini al giorno, è stato riscontrato un risparmio giornaliero di 25-30 minuti di funzionamento. Il miglioramento nella classificazione dei prosciutti consente di applicare il processo ottimale a ciascuna classe, il che, inoltre, presuppone un aumento della qualità finale degli alimenti prodotti»⁷⁶.

3.2.6 - Canali commerciali: GDO / Ho.Re.Ca. / Macellerie ed altri canali tradizionali

Infine, per quanto riguarda i canali commerciali e la tracciabilità, a differenza della filiera bovina e

⁷⁵ Dolores Pérez-Marín, Tom Fearn, Cecilia Riccioli, Emiliano De Pedro, Ana Garrido, Probabilistic classification models for the in situ authentication of iberian pig carcasses using near infrared spectroscopy.

⁷⁶ Gerard Masferrer, Moisés Serra-Serra, Pere Martí-Puig, Ricard Carreras, 2018, /Pattern recognition applied to improve pig slaughterhouses processes.

avicola, la *blockchain* è presente come tecnologia ma non sembra essere quella principale. Più in generale, quello che emerge anche qui è una diversificazione delle tecnologie; seppur poche, nessuna in particolare ‘cannibalizza’ le altre. Il processo di tracciabilità della sicurezza della carne e dei prodotti a base di carne include infatti una *mobile solution with 2D barcode technology*⁷⁷, ovvero, un sistema mobile di tracciamento della qualità e della sicurezza della carne suina basato sulla tecnologia del codice QR; e i tag RFID⁷⁸ (*Radio Frequency Identification*) per etichettare le scrofe da riproduzione Mangalica così da verificare e tracciare l'origine. La tecnologia *blockchain* invece è stata esplorata da Y. Yuan et al. (2019)⁷⁹ come segue: «*Abbiamo quindi proposto un quadro per la tracciabilità della catena di approvvigionamento dei suini basato sulla blockchain. Nella nostra ricerca, abbiamo scoperto che l'HACCP è adatto per lo screening delle informazioni chiave in ogni anello della catena di approvvigionamento dei suini e GS1 può ottenere la connessione in serie delle informazioni, aumentando la trasparenza. Tuttavia, le informazioni fornite dal tradizionale sistema di tracciabilità non sono riuscite a garantire l'autenticità e la credibilità a causa di problemi come il monopolio, la corruzione, la contraffazione, gli attacchi hacker e così via. Per affrontare questo ostacolo, abbiamo verificato la validità e la credibilità delle informazioni circa la tracciabilità dei suini implementando lo smart contract su una blockchain del consorzio e analizzandone il meccanismo operativo dal punto di vista dei consumatori*».

3.3 SINTESI DEI RISULTATI DI RICERCA SULLE TECNOLOGIE APPLICATE ALLA FILIERA AVICOLA

3.3.1 - Introduzione

Lo scopo di questo documento è quello di tracciare un quadro della principale letteratura di riferimento relativa all'impatto della trasformazione digitale sulla filiera avicola, consentendo così una valutazione preliminare delle opportunità offerte dalla tecnologia digitale nella ridefinizione degli impianti avicoli. L'analisi è stata sviluppata utilizzando i database di Google Scholar e Scopus.

Nella prima parte della ricerca è stato utilizzato il metodo deduttivo e si è fatto ricorso a termini molto generici, in grado di rispecchiare il tema della revisione ad ampio spettro:

- *poultry digitalization*
- *life-cycle poultry digitalization*
- *chickens digitalization*
- *life-cycle chickens digitalization*
- *boilers digitalization*

Successivamente, dopo aver differenziato i termini di ricerca tra galline, polli, polli da carne, si è potuto osservare quali termini restituissero il materiale più adatto agli obiettivi della nostra ricerca e il modo in cui variano le tecnologie digitali a seconda del tipo di volatile. Le parole-chiave sono così state estrapolate proprio dai primi articoli emersi ed integrate con quelle della ricerca sulle tecnologie applicate alla filiera bovina.

In questo modo, la terminologia utilizzata è risultata più specifica e corposa:

⁷⁷ Taibo Chen, Kaifang Ding, Shuaikang Hao, Gendao Li, Jingye Qu, 2020. Batch-based traceability for pork: A mobile solution with 2D barcode technology.

⁷⁸ Márta Alexy and Tomáš Horváth, 2022. Tracing the Local Breeds in an Outdoor System – A Hungarian Example with Mangalica Pig Breed.

⁷⁹ Yan Yuan, Xinliang Liu, Kunming Hong, Shaoyi Song & Wanlin Gao, 2019. Trustworthy Traceability of Quality and Safety for Pig Supply Chain Based on Blockchain.

- *life-cycle boilers digitalization*
- *implementation of digital technologies poultry*
- *digital chickens*
- *digital breeding poultry*
- *poultry meat digitalization*
- *distribution system poultry meat technology*
- *distribution system boilers technology*

La letteratura riguardante la digitalizzazione delle filiere avicole risulta essere piuttosto vasta. Così, per circoscrivere il campo di ricerca, sono stati definiti alcuni criteri specifici per non perdersi nel *mare magnum* delle diverse pubblicazioni scientifiche. I criteri selezionati sono stati: data di pubblicazione, focus dell'articolo, esiti misurati e disegno sperimentale proposto. Il processo di selezione è stato applicato a partire dai titoli e dagli abstract, verificando che il loro contenuto rispondesse al quesito *“tecnologia digitale applicata alla filiera avicola”* e all'esito da atteso. Partendo dai processi di base della filiera e dalle relative fasi (agricola, industriale e commerciale), è stato possibile risalire alle relative tecnologie, così, da avere una visione chiara su quali fossero quelle più utilizzate e quelle più carenti. Per fare ciò, sono stati inclusi anche *pre-prints* o *grey literature*.

Il materiale scientifico selezionato è stato poi collocato all'interno di una tabella, al fine di avere una visione d'insieme. In questo modo, è stato possibile effettuare una ricerca verticale per ogni singola tecnologia applicata ai vari processi, così, da capire quale specifica tecnologia digitale fosse adottata, in quale determinato processo della filiera e in che modo fosse stata declinata.

Ad esempio:

- *Big data poultry slaughterhouse*
- *Big data poultry control birth*
- *Big data incubation poultry*
- *Big data portioning and sectioning boilers*
- *Big data feeding poultry*
- *Big data food safe poultry*
- *Big data traceability process poultry*

Il primo operatore della filiera avicola, come per tutte le filiere, è l'essere umano per cui il quadro di ricerca delle tecnologie digitali è partito proprio da questo: il benessere degli allevatori.

Nel 2021, Y. Du et al.⁸⁰ hanno proposto un metodo di progettazione del sistema *gateway* applicato al monitoraggio di un ambiente di riproduzione avicola a basso consumo energetico tramite bluetooth. Una prima e necessaria riflessione è anche quella riguardante la competenza digitale. Come scrivono T. Van Hertem et al. (2017)⁸¹, infatti, sebbene *«la maggior parte degli allevatori non ha le competenze e il tempo per utilizzare in modo efficace le nuove tecnologie di allevamento di precisione (PLF - Precision Livestock Farming)»* eppure l'esperimento sulla raccolta dati in diversi allevamenti ha permesso di valutare il benessere degli animali e il loro comportamento attraverso una serie di variabili, come i dati ambientali.

L'accessibilità, l'uso e le modalità di progettazione delle tecnologie digitali devono dunque sempre essere tenute in considerazione, nonostante il profilo dell'allevatore sia sempre più composto da un mix di competenze che vanno oltre quelle delle tematiche inerenti l'allevamento in senso stretto - anche se questa caratteristica sembra

⁸⁰ Du Y, Sun G, Zheng B, Qu Y., 2021, Design and Implementation of Intelligent Gateway System for Monitoring Livestock and Poultry Feeding Environment Based on Bluetooth Low Energy.

⁸¹ T. Van Hertem, L. Rooijackers, D. Berckmans, A. Peña Fernández, T. Norton, D. Berckmans, E. Vranken, 2017, Appropriate data visualisation is key to Precision Livestock Farming acceptance.

essere più presente in coloro che lavorano nel settore bovino (si veda in proposito: B. Hansen et al. 2020, *Automatic milking systems and farmer wellbeing—exploring the effects of automation and digitalization in dairy farming in Stuto S.*, 2022).

3.3.2 - Riproduzione (produzione di uova fecondate)

Per quanto riguarda la prima fase della filiera avicola, la produzione, la programmazione e la scelta dell'allevatore nell'acquisto delle uova da fecondare o fecondate sono le attività che danno l'input a tutti i processi della stessa. Sono dieci gli studi che sembrano guardare alla sostenibilità economica della riproduzione avicola. C. Bunchasak et al. (2019)⁸² o P. O. Idowu et al. (2021)⁸³ hanno sottolineato la centralità del ruolo delle tecnologie digitali nel miglioramento della produzione zootecnica: intelligenza artificiale e ambienti simulati possono fornire previsioni circa il prezzo a cui le uova da allevamento potranno essere vendute, creare e classificare dei profili in base agli ingredienti dei mangimi così da stimare le prestazioni di crescita del pollame e, in aggiunta, ridurre la mortalità dei pulcini attraverso il monitoraggio di parametri come la temperatura e l'umidità: *«La salute dei pulcini può essere garantita utilizzando un efficiente sistema di controllo della temperatura e dell'umidità, che consente di risparmiare energia utilizzando il riscaldatore o il ventilatore solo quando assolutamente necessario. Utilizzando una simulazione al computer, il lavoro progetta e simula un sistema automatizzato di controllo climatico del pollaio con interruttori di*

*selezione settimanale che consentono all'utente di selezionare l'età dei pulcini. La selezione informa il microprocessore delle istruzioni di controllo da utilizzare automaticamente»*⁸⁴.

Anche tecnologie quale la *Digital Gene Expression Profiling*⁸⁵, nell'industria avicola, possono consentire di calcolare la motilità degli spermatozoi dei galli. L'analisi delle bioinformazioni è essenziale per conoscere l'efficienza riproduttiva del proprio allevamento, così, come il benessere delle galline ovaiole. M. Stefanova⁸⁶ descrive la realizzazione di un software di gestione degli allevamenti in grado di monitorare il benessere delle galline. Attraverso tecnologie connesse al cloud collega allevamenti di uova e allevamenti di polli per effettuare dei confronti automatici tra indicatori di produzioni effettivi e indicatori di risultati attesi.

3.3.3 - Incubatoi

Il tema della fecondazione, inoltre, introduce il secondo processo: quello degli incubatoi, che hanno come esigenza la tenuta delle uova per 21 giorni fino alla schiusa, includendo il controllo dei pulcini, la loro vaccinazione e, infine, la spedizione. Nel descrivere il processo di incubazione, Y. Adar et al. (2021)⁸⁷ concordano nell'affermare che un protocollo di incubazione ottimale svolge un ruolo fondamentale *«nell'aumentare l'efficienza dell'incubatore»*. Attraverso segnali elettro-ottici, è possibile controllare costantemente lo sviluppo embrionale tramite l'analisi dell'intensità della speratura. A. A. de Oliveira Filho (2022)⁸⁸ ha individuato nell'applicazione delle tecnologie

⁸² Chaiyapoom Bunchasak, Chanwit Kaewtapee, 2019, Perspective: The Use of Artificial Intelligence (AI) for Improving Commercial Pig and Poultry Production in Thailand.

⁸³ Peter Olalekan Idowu, Oluwole Abiodun Adegbola, Ifeoluwa David Solomon, Monsuru Abolade Adeagbo, John Adedapo Ojo, 2021, "Design and Implementation of Smart-Controlled Poultry Farm Management System.

⁸⁴ Ibidem.

⁸⁵ Yanyan Sun, Li Fu, Fuguang Xue, Yunlei Li, Hong Xu, Jilan Chen, 2019, Digital gene expression profiling and validation study highlight Cyclin F as an important regulator for sperm motility of chickens.

⁸⁶ Stefanova M., "Precision Poultry Farming: Monitor and Collaborate on Health and Welfare of Laying Hens through Online Zootecnical Diary.

⁸⁷ Y. Adar and Y. Golovachev, 2021, /Monitoring Poultry Embryo Development During Incubation Process Via Electro-Optical Signals.

⁸⁸ Aloisio Alkmim de Oliveira Filho, 2022, /Artificial Intelligence as a Source of Economic Success for Small Broiler Producers.

digitali una funzione sostitutiva alla mancanza di assistenza tecnica in regioni meno sviluppate. In questo modo, anche i piccoli produttori di pollame possono effettuare incubazioni artificiali grazie all'aiuto fornito da una *chatbot*: «*il risultato dell'utilizzo della chatbot è stato positivo, poiché i produttori hanno avuto un aumento della loro produzione e una riduzione dei costi e degli input*». Sempre in termini finanziari, bisogna tenere in considerazione che il rischio di perdite in questa fase della filiera è molto alto, principalmente a causa dell'incapacità di automatizzare correttamente il monitoraggio e il controllo di fattori ambientali quali la qualità dell'aria o garantire un corretto apporto di luce e acqua⁸⁹, fattori che «*influenzano negativamente i pulcini e portano a disturbi respiratori, digestivi e comportamentali*». Dei microcontrollori possono risolvere il problema, consentendo di rilevare lo stato dei parametri ambientali. Prototipi di sensori come DHT11 e Arduino DUE, attraverso una App sviluppata su Android in un esperimento condotto da I. V. Papatungan et al. (2021)⁹⁰, sembrerebbero ridurre il numero di pulcini morti su base giornaliera.

3.3.4 - Alimentazione del pollame

L'*Internet of Things* (IoT), che risulta essere la principale tecnologia con 25 paper di riferimento, trova la sua applicazione – oltre che nella fase agricola di crescita e ingrasso – anche nell'alimentazione, impattando sulle modalità tradizionali di gestione della tracciabilità e della qualità dei mangimi. L'utilizzo del 5G Intelligent IoT, per-

mette la costruzione di un sistema intelligente di gestione dell'allevamento. L'oggetto di ricerca di X. Li et al. (2020)⁹¹ ha riguardato, infatti, la risoluzione di problemi di stoccaggio attraverso l'elaborazione di massicci dati percettivi, raccolti attraverso il monitoraggio in tempo reale dello stato di crescita del pollame e di fattori ambientali. Lungo questa direttrice, A. E. Ewwiekpaefe et al. (2019)⁹² hanno studiato come l'analisi dei Big Data degli allevamenti avicoli, quali l'assunzione di acqua, mangime e le rispettive quantità, impatti fortemente sulla percezione degli allevatori del Nord Nigeria.

3.3.5 - Crescita e ingrassamento

La letteratura su questa fase è molto vasta. Sono stati identificati 50 articoli tra *pre-prints*, *grey literature* e *reviewed articles*. Il motivo del gran numero di articoli è dovuto alla tutela della salute dei polli e ai rischi di contaminazione tra ecosistemi, nello specifico la trasmissione di virus e malattie prima da animale ad animale e poi da animale a uomo. L'intensificazione e la larga scala hanno aumentato questi rischi: la filiera avicola e la produzione di carne sono visti come la principale fonte di proteine in molti paesi del mondo. L'aumento di allevamenti e di pollame può agevolare una maggiore trasmissione di agenti patogeni infettivi sia tra gli uccelli (basti pensare al virus dell'influenza aviaria), sia di infezioni zoonosiche, cioè trasmissibili direttamente o indirettamente tra gli animali e l'uomo.

Per fronteggiare questi rischi, oltre la diffusione di malattie infettive – *Detecting and Predicting*

⁸⁹ Ezema, Longinus & Nnabuko, Miracle & Ben-Opara, Chigozie & Orah, Harris, 2019, /Design and Implementation of an Embedded Poultry Farm.

⁹⁰ Irving V Papatungan et al. 2020, /Temperature and Humidity Monitoring System in Broiler Poultry Farm.

⁹¹ X. Li, J. Zhang, W. Jin and W. Liu, 2020, /Key Technology Implementation of Poultry Breeding System for 5G Intelligent IOT.

⁹² Abraham E. Ewwiekpaefe, Maryam B. Yusuf, Adeola O. Kolawole and Fiyinfoluwa Ajakaiye, 2019, Perception of Poultry Farmers in Kaduna Metropolis of Northern Nigeria on the Significance of Big Data Analytics.

*Emerging Disease in Poultry With the Implementation of New Technologies and Big Data: A Focus on Avian Influenza Virus (2018)*⁹³ – è necessario l'impiego di tecnologie digitali e sistemi intelligenti. J. Astill et al. (2020)⁹⁴ hanno discusso sulla modalità con cui le nuove tecnologie con sensori intelligenti hanno impattato sulle varie attività avicole. Big Data e IoT permettono la creazione di reti agricole smart, abilitando la comunicazione tra sensori, dispositivi, attrezzi e strumenti agricoli. La tecnologia IoT sembrerebbe essere l'alleato principale anche nella tutela del pollame. M. N. Elham et al. (2020)⁹⁵ hanno presentato l'applicazione della IoT e della tecnologia Blockchain come strumenti fondamentali per monitorare i parametri ambientali: «Recentemente, l'adozione di IoT e Blockchain sono utilizzati per monitorare e controllare automaticamente il pollaio. È dimostrato che può ridurre i costi, e l'allevamento di pollame può essere ben gestito. In un primo momento, i dati della temperatura vengono monitorati utilizzando un sensore di temperatura e umidità basato su IoT e registrati in formato JSON. I dati vengono trasmessi con successo al sistema Blockchain IOTA che garantirà la protezione e la trasparenza degli stessi per il consumatore finale».

A dimostrare ulteriormente che il benessere degli animali è una delle principali preoccupazioni di chi lavora nella filiera avicola sono W. F. Pereira et al. (2020)⁹⁶. Tenere sotto costante controllo i parametri ambientali sopra elencati, quali i livelli di ammoniaca e di luminosità, è vitale, in quanto tali fattori hanno un impatto diretto e sistematico sul benessere degli animali. Ancora

una volta la IoT sembra mostrare scenari promettenti, in grado di colmare le lacune attraverso l'implementazione hardware e software a basso costo. Per consentire una regolazione uniforme dell'ambiente, inoltre, S. Hanqing et al. (2022)⁹⁷ hanno individuato nella IoT un ulteriore sviluppo: poiché solitamente i sensori IoT sono per lo più fissi, è stato introdotto un "robot dell'Internet of Things" in grado di spostare i sensori così da raccogliere le informazioni ambientali in maniera più uniforme.

Diversi *case studies*, come quello della Tanzania⁹⁸ o del Bangladesh⁹⁹, dimostrano come l'IoT per il monitoraggio delle condizioni ambientali dei pollai consenta di «risparmiare tempo (84%) e costi di manodopera (66,7%) rispetto al sistema tradizionale, poiché l'allevatore può monitorare e controllare le condizioni in modo sicuro, affidabile e da remoto». Alle stufe a carbone e a cherosene per controllare i parametri ambientali, si sostituisce un algoritmo che permette al sistema di funzionare online e offline, attraverso un server cloud. Temperature, umidità e gas ammoniacale hanno un impatto sulla salute del pollame perché, come accennato in precedenza, colpiscono il sistema respiratorio, causando la morte degli animali.

S. Orakwue et al. (2022)¹⁰⁰ hanno illustrato come un sistema IoT riduca il tasso di mortalità e aumenti la produzione attraverso l'utilizzo di un microcontrollore ESP32 che ha la funzione Wi-Fi integrato, di un sensore di temperature e umidità DHT11 e di un sensore del rilevatore di gas MQ135. Oltre al monitoraggio dell'ambiente in cui il pollame viene allevato, A. A. G. Raj et

⁹³ Astill Jake, Dara Rozita A., Fraser Evan D. G., Sharif Shayan, 2018, Detecting and Predicting Emerging Disease in Poultry With the Implementation of New Technologies and Big Data: A Focus on Avian Influenza Virus.

⁹⁴ Jake Astill, Rozita A. Dara, Evan D.G. Fraser, Bruce Roberts, Shayan Sharif, 2020, Smart poultry management: Smart sensors, big data, and the internet of thing.

⁹⁵ M. N. Elham et al., 2020, /A Preliminary Study on Poultry Farm Environmental Monitoring using Internet of Things and Blockchain Technology.

⁹⁶ Wariston Fernando Pereira, Leonardo da Silva Fonseca, Fernando Ferrari Putti, Bruno César Góes, Luciana de Paula Naves, 2020, Environmental monitoring in a poultry farm using an instrument developed with the internet of things concept.

⁹⁷ Sun Hanqing and D. Palaoag, Thelma and Quan, Qingle, 2022, /Design of automatic monitoring and control system for livestock and poultry house environment based on Internet of Things robot.

⁹⁸ Beston Lufyagila, Dina Machuve, Thomas Clemen, 2021, IoT-powered system for environmental conditions monitoring in poultry house: A case of Tanzania.

⁹⁹ M. Anowar Hossen Faysal, M. Rasel Ahmed, M. Masudur Rahaman and F. Ahmed, 2021, /A Review of Groundbreaking Changes in the Poultry Industry in Bangladesh Using the Internet of Things (IoT) and Computer Vision Technology.

¹⁰⁰ Orakwue, Stella & Al-Khafaji, Hamza & Chabuk, Mays, 2022, *IoT Based Smart Monitoring System for Efficient Poultry Farming.

al. (2018)¹⁰¹ si sono focalizzati su un'altra grande sfida: l'identificazione delle malattie nella fase iniziale, al fine di evitare che si diffondano. Attraverso una IoT-based real-time, hanno proposto un sistema incorporato in grado di controllare lo status di salute degli animali distinguendo quelli malati dai sani. Ad esempio, G. Ahmed et al. (2021)¹⁰² hanno condotto una ricerca in cui, oltre ai dati della videosorveglianza, delle osservazioni vocali, degli esami delle feci, è stato possibile raccogliere ulteriori dati di movimento estrapolati grazie a dispositivi di rilevamento indossabili basati su IoT, come accelerometri e dispositivi giroscopici.

«Questi dispositivi di rilevazione di movimento vengono posizionati sopra un pollo e trasmettono i dati degli spostamenti al cloud per ulteriori analisi [...]. I risultati sperimentali classificano il pollo malato e sano in un allevamento di pollame utilizzando la modellazione della classificazione dell'apprendimento automatico sui dati sintetici e sul set di dati reali. L'analisi teorica e i risultati sperimentali mostrano che il sistema proposto ha raggiunto una precisione del 97%. La prevenzione e l'individuazione delle malattie introducono altre due importanti tecnologie, in letteratura sulla trasformazione digitale avicola: il machine learning (sottocategoria dell'intelligenza artificiale che si riferisce al processo tramite il quale i computer sviluppano il riconoscimento dei pattern, o la capacità di apprendere continuamente ed effettuare previsioni utilizzando i dati per poi apportare modifiche in autonomia, senza una programmazione specifica) e il deep learning (tecnica di apprendimento in cui si espongono reti

neurali artificiali a vaste quantità di dati, in modo che possano imparare a svolgere compiti)».

X. Zhuang et al. (2019)¹⁰³ hanno introdotto una struttura modello per l'identificazione dei polli da carne malati all'interno del pollaio, utilizzando il *Digital Image Processing* e il *Deep Learning*. Infatti, anche se gli allevamenti continuano a crescere per consistenza numerica e densità, il controllo delle malattie nella filiera avicola avviene ancora tramite l'osservazione diretta. Questa tecnologia invece sta sempre più prendendo piede e anche M. S. Kader et al.¹⁰⁴ concordano su come varie tecniche di *data mining* (tecnica di analisi assistita da computer utilizzata per elaborare ed esplorare grandi insiemi di dati), unite all'apprendimento automatico, rappresentino l'opzione tecnologica più efficiente per la previsione e la prevenzione delle malattie. Un esempio concreto si può rintracciare in *ChickTrack*¹⁰⁵: un modello di *deep learning* basato su "You Only Look Once" (Yolov5) «per rilevare il comportamento dei polli tramite strumenti di video-recognition. Una funzione multi-scala viene adattata alla rete Yolov5 per mappare i moduli nel conteggio e nel tracciamento delle traiettorie dei polli. La rete Yolov5 è stata addestrata e testata sul nostro set di dati, il che ha comportato una maggiore precisione di tracciamento. [...] Il modello proposto è stato in grado di tracciare più polli contemporaneamente con attenzione per associare singoli polli attraverso i fotogrammi del video in tempo reale e online. [...] L'intelligenza artificiale ha permesso misurazioni automatiche del comportamento del pollo all'interno del pollaio utilizzando telecamere che offrono

¹⁰¹ A. A. G. Raj e J. G. Jayanthi, 2018, IoT-based real-time poultry monitoring and health status identification.

¹⁰² Ahmed G, Malik RAS, Akhuzada A, Zahid S, Sagri MR, Gani A., 2021, An Approach towards IoT-Based Predictive Service for Early Detection of Diseases in Poultry Chickens.

¹⁰³ Xiaolin Zhuang, Tiemin Zhan, 2019, Detection of sick broilers by digital image processing and deep learning.

¹⁰⁴ M. S. Kader, F. Ahmed and J. Akter, /Machine Learning Techniques to Precaution of Emerging Disease in the Poultry Industry.

¹⁰⁵ Suresh Neethirajan, 2022, ChickTrack - A quantitative tracking tool for measuring chicken activity.

un monitoraggio continuo della capacità del pollo di posarsi, camminare, interagire con altri uccelli e l'ambiente dell'allevamento, nonché la valutazione della tigmotassi e della frequenza di foraggiamento, che sono indicatori importanti per la loro capacità di esprimere comportamenti naturali».

Infine, risulta essere peculiare l'utilizzo di *Social Networking Sites* per analizzare e individuare focolai di Newcastle Disease attraverso i contenuti degli allevatori avicoli postati e condivisi in tempo reale sui siti di social media¹⁰⁶. La trasformazione digitale può essere in grado di spiegare questo fenomeno. Se, infatti, quest'ultima è una vera e propria rivoluzione di senso che definisce cosa abbia importanza fare in un contesto che vede nel digitale un elemento di trasformazione di persone, ambiente, economia e società, allora, l'utilizzo di dati e aggiornamenti condivisi in forma di post sui SNS potrebbe davvero rappresentare una «nuova fonte d'informazione da cui comprendere meglio un evento quasi in tempo reale» possono fare dei social media degli strumenti di sostenibilità digitale. Prima dell'arrivo del virus Sars-CoV2, infatti, l'epidemia del 2018-2020 della malattia di Newcastle nella California meridionale è stata «la terza epidemia di ND nel sud della California in 50 anni». L'origine di questi focolai è da rinvenire principalmente negli allevamenti di pollame amatoriali. Grazie a «uno strumento commerciale di "Web Crawling" tra giugno 2018 e luglio 2020 (periodo di diffusione dell'epidemia) è stato possibile raccogliere tutte le informazioni disponibili sulla "malattia virulenta di Newcastle" (VND), la terminologia comunemente usata dal Dipartimento

dell'Alimentazione e dell'Agricoltura della California (CDFA), dal Dipartimento dell'Agricoltura degli Stati Uniti (USDA) e dal pubblico in generale. Un totale di 2.498 post in inglese e spagnolo è stato individuato utilizzando una ricerca di stringhe basata sulla logica booleana. Mentre il numero di post era relativamente piccolo, il loro impatto misurato dalla prospettiva di visitatori del sito web e dal numero di persone che avevano visualizzato il post (dove fornito) era molto maggiore. I post con sentimento negativo avevano un pubblico più ampio rispetto ai post con sentimento positivo. Inoltre, i post con sentimento negativo hanno raggiunto il picco nel maggio del 2019, che ha preceduto la formazione del gruppo anti-spopolamento *Save Our Birds* (SOB). Con l'aumento dell'uso e dell'impatto dei social media, è aumentata la capacità di utilizzare strumenti per analizzare e migliorare sia a livello di risposte che di strategie i vari focolai, tra cui ND nel sud della California, che conta una grande popolazione avicola non commerciale».

3.3.6 - Macellazione: abbattimento, indirizzamento delle carni verso le aree di taglio, porzionatura, sezionamento, trasformazione in carne macinata, hamburger e altri prodotti a base di carne

Già dalla scelta di racchiudere tutta l'intera fase industriale si può intuire la scarsità di materiale scientifico in letteratura sull'intero processo di macellazione. La direzione principale a cui sembrano guardare le tecnologie in questa fase della filiera è quella della gestione dei sottoprodotti di origine animale (SOA) e dei materiali specifici a

¹⁰⁶ Joseph Gendreau, Shayne Ramsubeik, Maurice Pitesky, 2022, Web crawling of social media and related web platforms to analyze backyard poultry owners responses to the 2018-2020 Newcastle Disease (ND) outbreak in Southern California.

rischio (MSR). D. de Souza et al. (2019)¹⁰⁷ hanno introdotto la questione della responsabilità sociale delle imprese, sottolineata sia dai consumatori che da entità governative e non: «*La preoccupazione ambientale delle aziende è diventata una questione di sopravvivenza sul mercato*».

Per sopravvivere, N. Hasanah et al. (2020)¹⁰⁸ hanno proposto un sistema IoT di monitoraggio per notificare, in sede di macellazione, i rischi per la sicurezza alimentare. «*In questo apparato, metteremo un sensore sopra il sistema di trasporto della macellazione del pollame per rilevare un possibile pericolo in base ad un livello appropriato di protezione per scongiurare pericoli biologici e chimici. Quando gli scostamenti raggiungono un elevato livello d'allerta, verrà inviata una notifica all'ufficiale per la sicurezza alimentare, il quale sarà in grado di avvalersi di tutte le misure necessarie a garantire il rispetto degli standard di sicurezza. Il sistema migliorerà l'analisi dei pericoli e il punto di controllo critico (HACCP) nella macellazione del pollame*». Per quanto riguarda la porzionatura e il sezionamento, ad esempio, S. Aftab et al. (2021)¹⁰⁹ hanno studiato come l'Intelligenza Artificiale possa rendere sostenibili i processi di classificazione nella lavorazione del pollame. La carne, infatti, sembra essere affetta da miopatie come quella del "petto legnoso", una patologia che investe la muscolatura dell'animale e ne rende la carne dura e difficile da consumare. Se associata all'errore umano nell'assegnazione delle categorie, può causare perdite economiche significative nell'industria avicola globale. Un'altra tecnologia che può contribuire a risolvere questo problema

è la *Digital Image Analysis*¹¹⁰. Su questa scia, D. D. de Souza Fernandes et al. (2019)¹¹¹ hanno fatto ricorso a "digital images" e strumenti chemiometrici per «*identificare e quantificare l'adulterazione nei contenuti di grassi degli hamburger di pollo combinando istogrammi a colori (nei canali RGB, HSI e scala di grigi)*».

3.3.7 - Logistica, conservazione e canali commerciali

Come per la filiera bovina, la principale tecnologia che attraversa la fase commerciale – dalla *supply chain* all'acquisto – è la *Blockchain*. Se, da un lato, la pandemia ha contribuito ad un'accelerazione dell'implementazione di questa tecnologia, l'applicazione della medesima nell'ambito della logistica sembra essere dovuta alle proprietà intrinseche della tecnologia stessa. La *Distributed Ledger Technology* (DLT), infatti, garantisce che un processo transattivo non possa essere modificato una volta verificato da un numero definito di attori. Così, se lo scambio, ogni volta che viene effettuato, dovesse essere validato da tutti gli attori presenti, allora, la catena di approvvigionamento alimentare sembrerebbe aver trovato un suo alleato. Secondo N. Subramanian et al. (2020)¹¹² una tecnologia come *Blockchain* può essere l'unica in grado di garantire trasparenza e tracciabilità nella *supply chain*. Più nel dettaglio, la domanda di tracciabilità di carne e allevamenti sta crescendo per questione etiche, di responsabilità e sostenibilità, e a causa di incidenti dovuti alla contaminazione: «*sono stati registrati escherichia coli, diossina e antibiotici*». In "*Blockchain-based Poultry*

¹⁰⁷ Débora de Souza Soares, Marcelo Gonçalves Trentin & Edson Pinheiro de Lima, 2019, Indicators for Assessing Sustainable Operations in a Poultry Slaughterhouse, Considering Industry 4.0 Perspective.

¹⁰⁸ Nur Hasanah and Dikky Indrawan, 2020, //Food Safety Monitoring System using IoT in the Poultry Slaughterhouse.

¹⁰⁹ Siddique Aftab, Shirzaei Samira, Smith Alice E., Valenta Jaroslav, Garner Laura J., Morey Amit, 2021, Acceptability of Artificial Intelligence in Poultry Processing and Classification Efficiencies of Different Classification Models in the Categorisation of Breast Fillet Myopathies.

¹¹⁰ Juan P. Caldas-Cueva, A. Mauromoustakos, X. Sun, Casey M. Owens, 2021, Use of image analysis to identify woody breast characteristics in 8-week-old broiler carcasses.

¹¹¹ David Douglas de Sousa Fernandes, Florencia Romeo, Gabriela Krepper, Maria Susana Di Nezio, Marcelo Fabián Pistonesi, María Eugenia Centurión, Mário César Ugulino de Araújo, Paulo Henrique Gonçalves Dias Diniz, 2019, Quantification and identification of adulteration in the fat content of chicken hamburgers using digital images and chemometric tools.

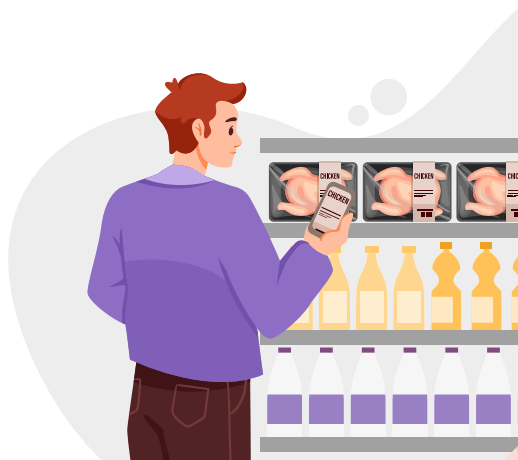
¹¹² Nachiappan Subramanian, Atanu Chaudhuri & Yaşanur Kayıkcı, 2020, Blockchain Applications in Food Supply Chain.

Information Management System Design and Implementation using Hyperledger Fabric", A. Ibrahim et al. (2021)¹¹³ hanno presentato un sistema di gestione delle informazioni sul pollame basato su Blockchain attraverso Hyperledger Fabric.

«Il sistema proposto offre un processo accurato, decentralizzato, immutabile e di consenso che promuove la fiducia e la trasparenza tra le parti interessate. I compiti principali del sistema includono la registrazione delle informazioni associate all'allevamento di pollame (da un incubatoio a un'azienda agricola) e la relazione sullo stato delle attività dell'azienda su base mensile. Il sistema può tracciare il movimento dei bancali attraverso la catena di approvvigionamento fino alla consegna al consumatore finale attraverso il punto vendita. La capacità di rintracciare la fonte del prodotto animale attraverso tutte le fasi di allevamento/produzione, lavorazione e distribuzione è essenziale per garantire la sicurezza alimentare poiché il richiamo del prodotto contaminato può essere facilmente fatto aumentando così la fiducia dei consumatori».

Oltre ad una questione di sicurezza alimentare «l'interesse della società per una produzione alimentare sostenibile» è dovuto anche ad un aumento significativo della domanda di cibo Halal, codificato nella cultura islamica. P. Sidarto Larissa et al. (2021)¹¹⁴ illustrano un'interessante use case dall'Indonesia: parallelamente all'aumento della domanda di cibo corrisponde «un aumento delle preoccupazioni per quanto riguarda il processo di trasparenza dell'etichettatura degli alimenti Halal, con etichette fuorvianti trovate in tutto il mondo».

La fiducia nella tecnologia trova qui il suo exploit, in quanto la Blockchain può rendere i sistemi di tracciabilità che la implementano sicuri e affidabili: «La tecnologia consente alle parti interessate, compresi i consumatori, di promuovere la trasparenza farm-to-fork (del pollame indonesiano ndr), dove la tracciabilità è una componente fondamentale. [...]. L'utilizzo di un sistema basato su Blockchain come base per la tracciabilità mostra risultati promettenti: i dati durante tutto il processo vengono registrati in modo permanente e difficili da manomettere. Sebbene il sistema non elimini la possibilità di registrare informazioni errate, le stesse caratteristiche di immutabilità manterranno permanente la conoscenza di frodi se trovate durante l'audit. Questo livello di responsabilità contribuisce ad una trasparenza vantaggiosa sia per i consumatori che per le parti interessate della catena del valore».



¹¹³ Ibrahim, A., Kamoliddin, U., Yoo, J. H., Lim, C. G., & Jeong, J.-C., 2021, Blockchain-based Poultry Information Management System Design and Implementation using Hyperledger Fabric.

¹¹⁴ Sidarto Larissa P., Hamka Aditya, 2021, Improving Halal Traceability Process in the Poultry Industry Utilizing Blockchain Technology: Use Case in Indonesia.

CAPITOLO 4 - Sintesi dello stato attuale delle best practice in zootecnia in Italia

In questo capitolo saranno illustrati e commentati i risultati della ricerca condotta su testimoni privilegiati delle tre filiere delle carni sullo stato della trasformazione digitale delle stesse.

4.1 BEST PRACTICE INNOVATIVE NELLA FILIERA DELLA CARNE BOVINA IN ITALIA

Dai dati emersi dalle interviste, mediante questionari, ai vari attori rappresentativi della filiera bovina, è possibile ricostruire un quadro complessivo nel quale sono evidenti tanto le soluzioni tecnologiche maggiormente diffuse quanto la loro differente incidenza, sia in base alle varie fasi della filiera sia in relazione alle tipologie o alle dimensioni aziendali.

Innanzitutto, ciò che emerge è una forte attenzione rivolta al benessere animale, alla riduzione delle emissioni inquinanti, e all'adozione di sistemi per l'autoproduzione energetica da fonti rinnovabili. Questi tre aspetti sono visti come prioritari, tanto nelle aziende di minori dimensioni quanto nei grandi gruppi strutturati che coprono tutte le fasi della filiera. Si tratta di fattori che incidono soprattutto sulle prime fasi del ciclo produttivo: produzione del foraggio e alimentazione del bestiame, allevamento e crescita del bestiame, ingrasso e infine rimonta.

Le principali soluzioni tecnologiche adottate dalle imprese per rispondere a queste priorità riguardano, come vedremo in dettaglio più avanti, la creazione di diete specifiche per il bestiame che ne garantiscano allo stesso tempo piena capacità nutrizionale e buona salute complessiva dell'animale (riducendo così l'impiego di farmaci

e antibiotici). A ciò si aggiunge una grande attenzione alla gestione delle deiezioni animali, le quali sono trattate (anche in realtà aziendali di minori dimensioni) secondo principi di economia circolare. In particolare, le deiezioni animali sono destinate, nelle imprese più strutturate, agli impianti per la produzione di biogas e reimpiegate per abbattere il consumo energetico dell'impresa; a ciò si aggiunga che gran parte dello scarto di tali trattamenti genera altri materiali biologici che vengono anch'essi re-impiegati dalle imprese, in particolare per la concimazione dei suoli aumentando così la produzione del foraggio e contrastando l'impovertimento dei terreni agricoli.

Volendo guardare poi all'aspetto dimensionale delle imprese, in particolare rispetto all'incidenza che esse hanno in termini di adozione delle nuove soluzioni tecnologiche, va detto che esiste una chiara distinzione tra imprese di grandi e di piccole dimensioni. Le aziende di minori dimensioni sono concentrate prevalentemente nelle fasi primarie della filiera, ovvero nell'allevamento e riproduzione del bestiame; accanto ad esse vi è poi una serie d'imprese medio-grandi che svolgono "attività di supporto", in quanto specializzate nella mangimistica oppure nella macellazione dei capi. Infine, vi sono i grandi gruppi che coprono, in modo diretto o indiretto, tutte le fasi della filiera: dall'allevamento e coltivazione delle foraggere, alla macellazione fino alla trasformazione, distribuzione e commercializzazione del prodotto lavorato.

Come emerge dall'indagine condotta, questa differenza tra le imprese fa sì che le piccole attività

siano particolarmente sensibili all'adozione di soluzioni tecnologiche in grado di migliorare il benessere animale, sia sotto il profilo nutrizionale sia sanitario; inoltre, sono maggiormente attente agli strumenti in grado di supportare i processi di economia circolare. Quest'ultimo aspetto, per le piccole imprese, è particolarmente utile anche in favore della sostenibilità economica complessiva dell'azienda, in quanto, aiuta a ridurre l'incidenza dei consumi energetici sui costi complessivi del proprio ciclo economico.

Al contrario, le grandi imprese riescono con maggior efficacia a innovare dal punto di vista tecnologico sia gli aspetti legati all'allevamento sia i processi più avanzati all'interno della propria catena del valore. Non a caso, infatti, come emerge dai dati raccolti durante la ricerca, le grandi aziende sono molto focalizzate sul management del processo produttivo: gestione centralizzata e digitalizzata dei processi, adozione di sistemi automatizzati lungo le fasi di trasformazione, soluzioni legate all'IoT per la logistica e il trasporto, e l'efficientamento dei processi per ridurre gli scarti di lavorazione e i SOA in una logica di economia circolare.

Vediamo quindi in dettaglio, in una classificazione basata sulle attività primarie individuate all'interno della filiera, quali sono le soluzioni tecnologiche maggiormente diffuse tra le imprese:

4.1.1 - Alimentazione e allevamento

Nell'ambito dell'alimentazione e dell'allevamento, le imprese puntano in primis su criteri di maggiore automazione con il duplice vantaggio

di rendere più efficiente e al tempo stesso meno faticosa l'attività in stalla.

Tra le best practice adottate dagli allevatori per l'alimentazione degli animali, in grado di essere completamente poste sotto il controllo digitale, vi sono strumenti come l'allattatrice automatica, che consente di facilitare e migliorare le pratiche di nutrizione dei vitelli nei primi mesi di allevamento e il "sistema unifeed".

Il sistema unifeed è una tecnica per l'alimentazione dei ruminanti (letteralmente «piatto unico») consistente nel mescolare in rapporti ottimali i componenti alimentari spezzettati, così da ottenere un mix bilanciato fra foraggi, concentrati e integratori ed è adottato da 2/3 delle aziende soggette ad indagine. Tre delle imprese intervistate hanno evidenziato che la tecnica unifeed è favorita dall'adozione di impianti automatizzati per la distribuzione di mangime che, sempre secondo quanto emerso dalle interviste, consente la riduzione della manodopera, l'eliminazione (grazie allo sfuso) dei sacchi di plastica da smaltire, e agevola la tutela del benessere animale.

Tra le aziende intervistate, sette sono quelle dedite esclusivamente alla produzione di foraggio e all'allevamento bovino (fase agricola), e tre di queste hanno indicato come best practice l'adozione dei carri miscelatori con sistemi di controllo diretto della razione tramite tecnologia NIR.

L'analisi nel vicino infrarosso (NIR - *Near Infra-red Reflectance*) è una tecnica spettroscopica che utilizza lo spettro elettromagnetico presente in natura. Si tratta di un metodo non invasivo di analisi, accurato e rapido che si adatta bene alla

determinazione quantitativa dei principali costituenti nella maggior parte dei tipi di prodotti alimentari e agricoli. Grazie a questi lettori, è possibile ottenere informazioni sulla composizione chimica di qualsiasi campione alimentare senza alterarne la composizione. I carri miscelatori adottati, grazie al NIR, riescono quindi a calibrare esattamente la razione per la nutrizione e distribuirla ai capi allevati.

La tecnologia NIR è stata citata anche come applicata a dispositivi mobili, per poter misurare in tempo reale la composizione e salubrità della razione distribuita ai bovini.

Molte aziende hanno già adottato, mentre una ha dichiarato di star ancora valutando l'adozione, dei software di gestione dell'alimentazione e di controllo della razione in stalla. In pratica, il software consente di gestire la "ricetta" dell'alimentazione dei bovini e, in connessione diretta con le macchine per la somministrazione descritte sopra, consente la gestione automatizzata del processo.

Circa 1/3 delle aziende intervistate ha anche adottato dei robot "spingi-foraggio", a supporto della gestione dei residui della razione in stalla. Questi macchinari a guida autonoma raccolgono lungo il percorso il residuo dell'unifeed spinto dagli animali al centro della corsia di alimentazione e con una coclea lo avvicinano nuovamente al fronte di mangiatoia.

Tra le *best practice* individuate è anche emersa, tra i vari strumenti di automazione e distribuzione dei mangimi solidi e liquidi, l'adozione di strumenti per la somministrazione di siero liquido

(proveniente direttamente dai caseifici) che, secondo le imprese che lo hanno adottato, è un sistema che consente di ridurre i consumi energetici legati alla pratica di "sprayzzazione" del siero.

4.1.2 - Agricoltura di precisione

Le aziende hanno indicato tra le pratiche adottate l'uso di irrigazione controllata per i cereali, per la produzione di foraggio, riducendo notevolmente i consumi idrici. L'irrigazione di precisione avviene anche coniugando sarchiatura e manichette e, per alcune imprese, è risultato importante l'uso dei sistemi satellitari sia per monitorare i mezzi di irrigazione sia per quelli di spandimento liquame. Questi ultimi, dotati di sensori NIR, danno la possibilità di controllo totale sui quantitativi dispersi. Infine, è stata adottata anche la guida satellitare dei mezzi agricoli per le coltivazioni e la raccolta in campo.

Fra le aziende di allevamento, c'è chi ha già adottato e chi ha pianificato di adottare delle soluzioni *Data-driven* che attraverso la raccolta dati ottimizzano la gestione del magazzino, del magazzino farmaci e di tutti i sistemi utili in un'ottica futura di automazione dei processi.

Alcune imprese hanno già adottato software costruiti in forma di sistemi modulari aggregati per la gestione della tracciabilità dell'anagrafe bovina, degli alimenti e dei farmaci e, in particolare, hanno implementato sistemi scalabili in grado di aggregare più funzioni rilevando i dati direttamente dagli strumenti digitali impiegati in stalla. Tra i software di questo tipo, alcune aziende hanno indicato l'AUGIA System.

Oltre ai sistemi citati, connessi alla produzione di foraggio e all'allevamento, in un caso è stata segnalata l'adozione in fase di macellazione della "digitalizzazione dei sistemi di gestione della qualità" (SGQ).

4.1.3 - Salute e Benessere animale

Molte aziende coinvolte nella ricerca hanno dichiarato di aver adottato, o pianificato l'acquisizione, dei software di gestione dei farmaci e della loro somministrazione anche per l'aiuto che questi garantiscono nelle fasi di implementazione e tracciabilità del farmaco direttamente in stalla.

Per la salute ed il benessere animale durante l'allevamento, la maggioranza delle imprese ha già adottato sistemi automatizzati di ventilazione per il controllo della temperatura e dell'umidità dell'ambiente, ritenuti utili sia per il benessere animale che per il controllo consumi ed il risparmio energetico.

Per la rimonta del bestiame, in un caso, sono stati adottati sistemi di monitoraggio della salute e fertilità della mandria mediante tecnologia 4.0 (basata su sistemi quali collare, orecchino, cavigliera, ecc.); in un altro caso è stata già pianificata l'adozione di strumenti di video-monitoring nelle pratiche di stordimento animale, per verificare le condizioni di benessere durante le pratiche di macellazione.

4.1.4 - VALUE CHAIN Servizi, pratiche organizzative, output commerciale

La gestione della catena del valore, come è emerso dalla raccolta e analisi delle best practi-

ce, si caratterizza come un aspetto prevalente nelle grandi imprese che, pur coprendo gran parte delle fasi della filiera si concentrano sulle soluzioni tecnologiche atte a potenziare le fasi di trasformazione, la logistica e la commercializzazione della carne e dei prodotti derivati. Per quanto riguarda lo stoccaggio e la frollatura della carne, è emerso il controllo informatizzato e monitorato costantemente delle temperature in tutti i processi; in particolare, è diffusa l'adozione di celle frigorifere appositamente programmate per la gestione del processo di frollatura.

Le soluzioni tecnologiche per il sezionamento delle carcasse e la porzionatura delle carni riguardano, innanzitutto, la tracciabilità completamente informatizzata dei prodotti e la temperatura degli ambienti controllata costantemente con sistemi digitali. Inoltre, sempre in questo segmento produttivo, una delle aziende intervistate ha dichiarato di aver adottato sistemi di confezionamento in atmosfera controllata per le preparazioni alimentari.

La fase di trasformazione, da quanto emerso dall'indagine, pare essere caratterizzata dalla informatizzazione e gestione digitalizzata delle "ricette" dei prodotti, che consente di assicurare la corretta composizione dei lavorati. La registrazione e indicizzazione informatica dei KPI e dei parametri di processo consente di monitorare costantemente la produzione e, nello specifico, le fasi di trasformazione.

A ciò si aggiunge la registrazione e l'indicizzazione informatica dei controlli sui Critical Points ed i Critical Contact Points (CP e CCP), che garan-

tiscono la sicurezza dell'ambiente e dei prodotti. Infine, è emersa l'adozione da parte di uno dei principali attori della filiera di una gestione informatica della strumentazione di reparto per migliorare i controlli di processo (ad esempio informatizzando bilance, termometri, "food-scan" e altri strumenti).

Nelle fasi di logistica e conservazione, due delle principali aziende coinvolte nella ricerca hanno già adottato sistemi di confezionamento "skin-pack" per aumentare la shelf-life dei prodotti e per le preparazioni alimentari. Un'altra tecnologia adottata in questo ambito è risultata essere quella inerente la gestione informatica del controllo della temperatura delle celle di stoccaggio e di trasporto del prodotto, con monitoraggio continuo per il mantenimento della catena del freddo.

Tra le pratiche commerciali, è emersa quella della gestione completamente informatizzata della tracciabilità delle carni e dei prodotti derivati. Accanto a ciò, vi è anche la gestione dei rapporti e dei servizi clienti (anche B2B) tramite portali web. Infine, va evidenziato che una delle maggiori imprese tra le proprie pratiche commerciali ha anche pianificato l'adozione di sistemi blockchain per la gestione certificata dei dati.

Una delle imprese intervistate, in merito alla valutazione complessiva delle proprie attività aziendali, ha già pianificato l'adozione di un sistema di analisi dell'LCA (Life-Cycle Assessment) mediante appositi software (SIMAPRO) per la stima dell'impatto ambientale delle proprie attività di allevamento. Una soluzione trasversale

che risponde anche all'adozione di buone pratiche nell'ambito dell'economia circolare.

4.1.5 - Risparmio energetico e Riduzione delle emissioni inquinanti

Dall'analisi è emersa una forte convergenza tra le soluzioni adottate in ambito di risparmio energetico ed economia circolare; tuttavia, volendo concentrarsi sulle prime, le soluzioni principali riguardano l'approvvigionamento energetico da fonti rinnovabili.

In particolare, l'obiettivo della transizione verso le energie rinnovabili si concretizza con l'impiego di impianti fotovoltaici su stalle e magazzini degli allevamenti. A ciò si aggiunge la grande diffusione, tra le aziende prese in esame, degli impianti di produzione di biogas: sono stati adottati da quasi la totalità delle imprese analizzate (cinque allevamenti su sette hanno già adottato questa soluzione e una sta pianificando di adottarla). Infatti, molte aziende usano le deiezioni animali per alimentare impianti di produzione di biogas (propri o di terzi) e dalla biometanazione ottengono energia elettrica. In uno dei casi presi in esame, al netto del consumo dell'azienda (pari al 30%), il resto dell'energia elettrica prodotta da fonti rinnovabili è ceduta in rete. Di conseguenza, oggi è anche di tendenza la dismissione delle centrali termiche aziendali funzionanti a combustione (gas GPL).

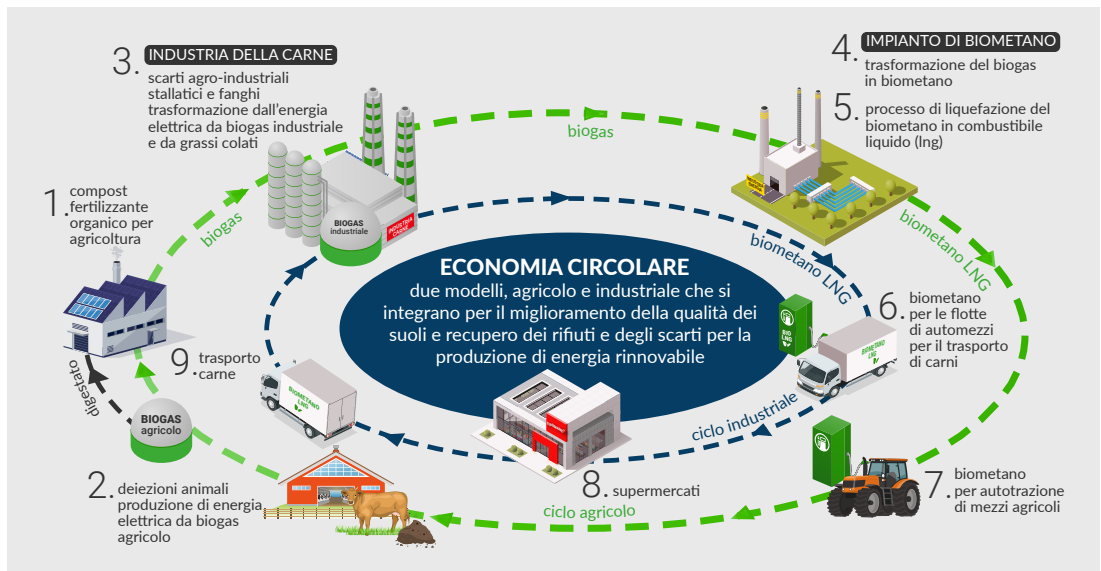
Vale la pena evidenziare che tra i grandi gruppi aziendali si è adottata la mappatura dell'impiego di forme di energia rinnovabile (es. digestori anaerobici, fotovoltaico, ecc.) negli allevamenti dei propri fornitori.

4.1.6 - Economia Circolare

Partendo dalle soluzioni connesse con l'ambito delle energie rinnovabili, va evidenziato che una delle maggiori imprese, ha già realizzato una rete di impianti fotovoltaici con il supporto di Enel-X e, parallelamente, ha anche completato lo sviluppo di un impianto per la produzione di biometano e la valorizzazione agronomica dei digestati (digestione anaerobica e compostaggio) grazie alla collaborazione con il gruppo energetico HERA. Due progetti che, nel tempo, hanno portato una delle aziende intervistate ad alimentare i propri impianti produttivi col supporto di energia autoprodotta da fonti rinnovabili.

Tra le soluzioni che legano biogas ed economia circolare, va segnalata l'adozione di pratiche di cessione delle deiezioni (letame/liquame) ad aziende collegate per la produzione di biogas il cui digestato ritorna all'azienda come fertilizzante naturale. Inoltre, è stata evidenziata la possibilità di utilizzare l'acqua calda di risulta dell'impianto biogas (lì dove è interno all'azienda) nel periodo estivo per essiccare i foraggi e nel periodo invernale per l'abbeverata del bestiame. In alcuni casi è stato segnalato, invece, l'utilizzo della frazione solida del digestato (separato) per il rinnovo delle lettiera.

■ Ciclo agricolo e industriale: produzione di biogas, biometano e compost



Tra le pratiche di economia circolare vi è anche il riuso della frazione liquida destinata alla concimazione che, come nel caso di una azienda coinvolta nel sondaggio, arriva sull'80% della superficie coltivata tramite tubazioni sotterranee; e ciò riduce innanzitutto il gasolio consumato per i mezzi di spargimento e ha consentito all'azienda di ridurre del 30% i concimi chimici.

Un'altra impresa, nell'ambito delle fasi di macellazione e gestione dei Sottoprodotti di Origine Animale, ha adottato soluzioni per la tracciabilità dei capi, delle carcasse e dei SOA completamente informatizzata. Collegato a questo aspetto, vi è anche la programmazione, da parte di una delle imprese, della realizzazione di un impianto per il trattamento MSR e altri SOA di Cat. 1 per lo smaltimento di prodotti derivanti dalle pratiche di macellazione.



4.2 BEST PRACTICE INNOVATIVE NELLA FILIERA DELLA CARNE SUINA IN ITALIA

Raccogliendo i dati forniti da vari attori della filiera suinicola, è emerso un quadro complessivo delle best practice adottate in ogni processo o attività all'interno della stessa, sia della fase agricola sia della fase industriale. È stato anche possibile osservare alcune caratteristiche specifiche che, nel loro complesso, paiono caratterizzare le imprese e la loro attività. Va anche rilevato che la filiera suinicola, sulla base delle informazioni ottenute, appare leggermente "disomogenea" nell'individuazione e adozione di soluzioni tecnologiche sia in ambito agricolo sia industriale. A tal proposito è emersa una forte distinzione nell'individuare e adottare soluzioni tecnologiche tra le imprese concentrate nelle attività di riproduzione e allevamento dei suini, e quelle rivolte all'attività di trasformazione.

Una parte delle aziende del comparto primario ha indicato come buone pratiche innovative soluzioni slegate dall'impiego di nuove tecnologie digitali. Queste hanno a tal proposito indicato il ricorso a mangimi a minor contenuto proteico, oppure l'adozione di soluzioni relative ad ambienti e attrezzature (oltre che buone pratiche sanitarie) che certamente favoriscono la salute e il benessere animale e ambientale, ma che, tuttavia, non possono essere collocate nell'ambito di un processo innovativo sotto il profilo tecnologico.

Nell'ambito delle fasi di riproduzione e allevamento dei suini, le stesse aziende hanno segnalato prevalentemente soluzioni relative alla

gestione delle deiezioni animali: mediante la depurazione delle acque o l'uso di impianti a biogas connessi alla cogenerazione di energia elettrica. Tuttavia, come si vedrà più avanti, in alcuni casi si tratta di soluzioni pianificate ma non ancora adottate, oppure, di soluzioni non pienamente a regime. Ad esempio, sono emersi casi in cui le imprese hanno dichiarato di aver adottato tecnologie per la cogenerazione di energia elettrica (in un'ottica favorevole al risparmio energetico ed all'economia circolare), ma di avere solo pianificato l'adozione di impianti di illuminazione a più basso consumo energetico. Parallelamente, sono stati individuati esempi altamente virtuosi nei quali più aziende hanno adottato soluzioni sperimentali quali prototipi di impianti per la riduzione delle emissioni di ammoniaca, in grado poi di generare sostanze da reimpiegare come fertilizzanti.

Le aziende della macellazione e della trasformazione delle carni, invece, hanno messo in evidenza soluzioni che mostrano una chiara comprensione e consapevolezza delle opportunità offerte dalle nuove tecnologie. In particolare, sono emersi esempi che evidenziano un impiego efficace delle nuove tecnologie digitali nello sviluppo della catena del valore e di tutti i processi aziendali interni; al tempo stesso, queste appaiono ancora in una fase di transizione per quanto concerne l'adozione di soluzioni legate all'economia circolare e alla riduzione dei consumi.

L'immagine complessiva che sembra emergere tramite le informazioni fornite dai protagonisti della filiera suina è quella di un settore po-

sitivamente in transizione verso un impiego più consapevole e diffuso delle nuove tecnologie a supporto della sostenibilità. Ciò risulta ancora più chiaro dalla lettura di quanto riportato dalle imprese secondo le medesime linee guida adottate per le altre filiere.

4.2.1 - Alimentazione e allevamento

Nell'ambito dell'alimentazione e dell'allevamento suinicolo, come si è detto, gli allevatori stanno innanzitutto puntando sulla riduzione a monte delle sostanze che possono favorire la produzione di ammoniaca e di altre sostanze nocive per l'ambiente rilasciate dalla inadeguata gestione delle deiezioni. In particolare, gli allevatori puntano all'uso di mangimi a basso contenuto proteico oltre che di metalli quali rame e zinco.

Parallelamente, nella fase dell'allevamento dei suinetti, si segnala tra le best practice l'adozione della allattatrice automatica "culina" direttamente posizionata nella sala parto. Questo strumento è composto da serbatoi installati su celle di carico e l'allevatore può impostare i parametri per mescolare una partita di latte o un prestarter, utilizzare l'acqua per spingere il mangime rimanente dalle tubature o interrompere completamente l'alimentazione quando necessario. All'altro capo della linea dei serbatoi, vi sono mangiatoie dotate di sensori per essere automaticamente riempite con piccole porzioni fino al dosaggio massimo predisposto. Questo strumento consente di garantire la sicura e ben distribuita alimentazione dei suinetti lungo tutto il periodo successivo al parto.

Per le scrofe in gestazione, invece, è stata evidenziata l'adozione di sistemi di alimentazione individuale all'interno di box collettivi, soluzione resa possibile grazie ad autoalimentatori che si attivano automaticamente per la somministrazione delle razioni, ma soltanto in presenza di soggetti dotati di apposito microchip. Ciò riduce l'aggressività interindividuale, come nel caso delle postazioni di alimentazione unica, e garantisce la completa somministrazione delle razioni destinate ai singoli animali.

In un caso è stata segnalata come rilevante dall'azienda (e per questo già pianificata l'adozione) la possibilità di alimentare le scrofe allattanti con un sistema computerizzato gestibile con controllo da remoto, soluzione che certamente favorirebbe un maggior coordinamento, efficienza e riduzione del carico di lavoro rispetto a questa attività di porcilaia.

Ultimo aspetto da evidenziare, rispetto all'ambito dell'alimentazione e dell'allevamento suinicolo, riguarda la possibile riduzione dei consumi di acqua. In un caso, infatti, è stata segnalata come già programmata l'adozione di una nuova soluzione tecnica che consente l'introduzione nell'alimentazione dei suini del siero di latte di propria produzione aziendale che comporterebbe, secondo le valutazioni dell'azienda, una riduzione del consumo idrico fino anche all'80% sul totale.

4.2.2 - Agricoltura di precisione

Da quanto emerge dalle informazioni fornite dalle imprese, le soluzioni indicate risultano maggiormente orientate alla "zootecnia di pre-

cisione" rispetto alla lavorazione e tutela dei terreni agricoli e delle colture mediante l'impiego di nuove tecnologie. Questo in quanto, l'allevamento suinicolo italiano è in prevalenza "senza terra" o con limitate superfici da destinare alle produzioni di concentrati.

Le soluzioni indicate, direttamente od indirettamente vicine alla dimensione tecnologica, sono prevalentemente tre: la scelta di adottare una certificazione EMAS (EMAS = *Eco-Management and Audit Scheme*) per la propria azienda, la depurazione delle acque reflue fino a livelli ottimali per il rilascio nelle reti idriche, e il Tag sulle attrezzature per tracciarne gli spostamenti. Le soluzioni individuate interessano prevalentemente tutti i processi riguardanti la riproduzione e l'allattamento, l'allevamento e infine la macellazione. Tuttavia, si tratta per lo più di un impegno "pianificato" dalle imprese più che di soluzioni già attuate. La scelta della certificazione EMAS da parte di una impresa della filiera suinicola implica l'adesione volontaria al "Sistema comunitario di ecogestione e audit" al fine di impegnarsi nel valutare e migliorare la propria efficienza ambientale. Il Regolamento EMAS prevede l'obbligatorietà: dell'esistenza di un sistema di Gestione Ambientale (ISO 14001), della redazione di un'analisi ambientale, della effettuazione di audit interni, della redazione di una Dichiarazione Ambientale (DA) e sua convalida (previa verifica) da parte di un verificatore ambientale accreditato.

La depurazione dei liquami, invece, fino al raggiungimento degli standard previsti per le acque di scarico, risulta essere una soluzione adottata

da una impresa coinvolta nella ricerca; ciò implica il rientro in valori limite di emissione per gli scarichi di acque reflue che non convogliano acque reflue industriali ed assimilabili a quelle domestiche. Parallelamente, risulta anche adottata la pratica del Tag sulle attrezzature nella fase di macellazione per tracciarne gli spostamenti. Tuttavia, non è chiaro se e quanto il Tag delle attrezzature sia adottato attraverso soluzioni analogiche o digitali.

4.2.3 - Salute e Benessere animale

Tra le soluzioni tecnologiche segnalate dalle imprese a supporto della salute e del benessere animale, vi è l'uso di un impianto di insufflazione di ozono realizzato per migliorare la qualità dell'aria, ridurre le molecole odorigene e sanificare l'ambiente di stabulazione dei suini.

Due delle imprese coinvolte nella ricerca hanno indicato quale soluzione rilevante la ristrutturazione dell'impianto di stordimento per l'abbattimento dei suini prima della macellazione. Una azienda ha dichiarato di aver pianificato tale ristrutturazione, mentre un'altra ha già adottato tale soluzione specificando che lo strumento scelto è dotato di regolazione automatica secondo parametri preimpostati e con registrazione informatica dei dati di stordimento relativi ad ogni singolo suino.

4.2.4 - VALUE CHAIN Servizi, pratiche organizzative, output commerciale

La filiera suinicola, secondo quanto emerge dalle analisi dei dati raccolti, concentra una parte

significativa dei propri interventi in materia di soluzioni tecnologiche in tutti i processi (e nella loro gestione complessiva) che partono dalle prime fasi della macellazione fino alla trasformazione delle carni e alla commercializzazione dei prodotti freschi o lavorati.

In questo ambito le imprese hanno segnalato soluzioni per lo più legate alla governance complessiva dei processi industriali mediante le nuove tecnologie, e altre soluzioni direttamente o indirettamente connesse sia con la dimensione del risparmio energetico sia con le pratiche di economia circolare.

Una delle aziende ha segnalato di aver già pianificato l'adozione di sistemi di rilevazione automatizzata dei consumi delle utility in maniera più capillare, ciò al fine di intervenire nella riduzione dei consumi stessi in modo più mirato e consapevole. Tale soluzione di monitoraggio dovrebbe agire trasversalmente alle attività di macellazione, porzionatura e sezionamento, alla realizzazione di preparazioni di carne, fino alla realizzazione dei prodotti a base di carne (salumi).

Trasversalmente alle differenti attività della filiera, come soluzione utile alla governance complessiva delle attività, viene pianificata da una delle imprese l'adozione di un software gestionale applicabile alle attività di macellazione, di porzionatura e sezionamento, di logistica e delle pratiche commerciali. Parallelamente, sono state indicate anche soluzioni relative al "Sistema di filiera controllata dall'allevamento di ingrasso alla trasformazione" incluse le fasi di trasformazione in salumi e le pratiche commerciali.

Nell'ambito della macellazione sono state adottate anche tecnologie definite "idonee a garantire i requisiti richiesti per l'export" delle carni e l'inserimento nel ciclo produttivo di un impianto di recupero del sangue per la sua destinazione ad uso alimentare.

Relativamente alle attività di "porzionatura e sezionamento", "preparazioni di carne", e "prodotti a base di carne (salumi)", è stata evidenziata l'adozione di macchine per l'automazione delle produzioni di articoli con maggior contenuto di servizio e per il miglioramento dei processi di produzione e della sicurezza igienico alimentare. Per la sola porzionatura e sezionamento e per le preparazioni di carne generali, invece, da una impresa è stata indicata la predisposizione di sistemi di trasferimento automatizzati per una migliore gestione logistica interna dei materiali.

Per la sola attività di porzionatura e sezionamento delle carni, attraverso l'analisi dei dati aziendali forniti, sono state individuate come soluzioni tecnologiche i "manipolatori" per la movimentazione di porzioni di carne al fine di annullare nel processo la MMC (movimentazione manuale dei carichi) da parte degli operatori e l'installazione di sistemi semiautomatici per il lavaggio e la sanificazione dei nastri trasportatori.

Una delle imprese che hanno partecipato alla ricerca, specializzata nella produzione di salumi, ha indicato la pianificazione dell'attività di implementazione di sistemi di monitoraggio e rilevazione dati per un miglioramento della gestione dei processi e degli impatti energetici. Risultano, invece, già adottati dalla stessa impresa dei "si-

stemi automatici di rilevazione ed elaborazione dei dati amministrativi". A ciò si aggiunge l'installazione di macchinari automatici per la gestione delle ricette, e sistemi di rilievo informatizzato in capo a tutte le fasi di lavorazione (pesi, note, qualità ecc.). La stessa impresa dichiara anche l'adozione di un controllo informatizzato della produzione delle salamoie, così come l'adozione di un sistema per il rilievo, controllo e memorizzazione di tutte le temperature di processo.

Riguardo all'attività di logistica e conservazione, in un caso è stato pianificato l'Inserimento di una cella automatizzata di stoccaggio per prodotti surgelati. Risultano adottate altre due soluzioni: l'impiego di un software di gestione per il riempimento ottimizzato dei colli in preparazione ordini e l'automazione del magazzino dei prodotti finiti, dal picking alla spedizione ai clienti finali.

Infine in un caso, relativamente all'ambito delle pratiche commerciali, è stato segnalato lo sviluppo di software più rispondenti alle esigenze di vendita per migliorare il servizio al cliente.

4.2.5 - Risparmio energetico e Riduzione delle emissioni inquinanti

Per la gestione delle deiezioni dei suini risulta adottato in un caso già dal 2000, un impianto "nitro-denitro" per abbattere l'azoto del 95% nell'ambito delle attività di allevamento, accrescimento ed ingrasso dei suini. Tra le soluzioni per la riduzione delle emissioni inquinanti viene indicata anche la copertura delle vasche di stoccaggio effettuata utilizzando argilla espansa (LECA) e coperture fisse con palo centrale. In un'altra azien-

da, l'impianto SBR per la gestione delle deiezioni animali in allevamento con riduzione dell'azoto fino al 95% risulta solo pianificato, così come viene prevista l'implementazione dell'impianto a biogas in relazione alle attività di macellazione.

In due ambiti viene invece indicata come soluzione tecnologica da parte di una sola impresa la sostituzione dell'illuminazione interna ed esterna all'azienda con lampade LED. Tuttavia, questa viene indicata come adottata nell'area di macellazione e solo pianificata per quanto riguarda l'area dell'allevamento e ingrasso dei suini.

Sono state riportate anche soluzioni volte all'inserimento di impianti di servizio a maggior efficienza energetica, nonché la sostituzione di impianti per il trattamento dell'aria con altri a maggior efficienza energetica (in particolare nell'ambito della macellazione).

In un caso è stata indicata, quale soluzione innovativa applicata all'attività commerciale dell'impresa, l'adozione di macchine aziendali a metano per tutta l'area commerciale e tecnica.

Strettamente legata al risparmio energetico e all'uso di energie rinnovabili, è stata indicata con maggior frequenza l'adozione di impianti fotovoltaici (in un caso fin dal 2011), mentre, in un caso preso in esame, è emersa come buona pratica adottata fin dal 2020 quella dell'acquisto per i fabbisogni dell'azienda di energia elettrica certificata come proveniente in via esclusiva da fonti rinnovabili.

Infine, è stata rilevata l'adozione di un impianto di flottazione dei reflui derivanti dall'alleva-

mento, e la pianificazione di un miglioramento tecnologico dei sistemi di raffreddamento per la logistica e conservazione merci.

4.2.6 - Economia Circolare

Nell'ambito dell'economia circolare, in un caso spicca una best practice nella attività di allevamento: l'adozione di un prototipo per ridurre le emissioni di ammoniaca dai ricoveri dei suini e che allo stesso tempo recupera alcune delle sostanze filtrate impiegabili da parte dell'azienda come fertilizzante.

Legata all'attività di macellazione e gestione dei SOA (sottoprodotti di origine animale) vi è senza dubbio l'adozione di un cogeneratore di corrente a metano, che viene scelto come soluzione tecnologica da ben quattro aziende partecipanti alla ricerca, mentre una quinta ne pianifica l'adozione.

Legate alla macellazione e al trattamento dei SOA vi sono, nel caso di un'azienda, le pratiche per evitare la creazione di rifiuti "ab-origine" destinando questi materiali a uso energetico, ma anche l'inserimento di un biodigestore alimentato con materiali provenienti dall'azienda e, infine, l'inserimento di un impianto di colatura del grasso. Tutte soluzioni che oggi l'azienda sta valutando di adottare.

Tra le tecnologie più diffuse vi sono, comunque, quelle legate alla produzione di biogas, alle quali seguono gli impianti SBR per la depurazione delle acque in grado di creare concime e acqua da fertirrigazione.

Le ultime buone pratiche riscontrate nell'ambito dell'economia circolare riguardano l'inserimento di sistemi di trattamento delle acque di scottatura e depilazione dei suini, ma anche il sistema di trasporto pelo già adottato da due aziende che ha consentito la riduzione del consumo di acqua durante la macellazione. Infine, è da segnalare una soluzione legata all'ambito commerciale, derivante dall'adozione di packaging con una maggiore percentuale di riciclabilità.



4.3 BEST PRACTICE INNOVATIVE NELLA FILIERA DELLA CARNE AVICOLA IN ITALIA

Le imprese della filiera avicola dalle quali si sono ricevute informazioni riguardo alle proprie best practice innovative, sono un numero contenuto se comparato alle aziende individuate nelle altre filiere. Ciò è un fenomeno dovuto alle peculiarità della filiera stessa, nella quale tutte le fasi produttive sono integrate senza soluzione di continuità e nella maggior parte dei casi in grandi aggregati aziendali.

Questa forte integrazione ha favorito probabilmente, dal punto di vista dell'economia della filiera, lo svilupparsi di grandi gruppi strutturati, ma nel caso di questa ricerca, ha fatto anche emergere la capacità di questi aggregati di adottare in modo integrato e lineare all'interno dei propri processi soluzioni altamente innovative.

Come si vedrà dalle analisi che seguono, la maggior parte delle imprese ha già adottato numerose soluzioni basate sull'innovazione tecnologica e digitale, oltre che sulla vasta automazione dei processi orientata ai modelli dell'industry 4.0. Queste due dimensioni dell'innovazione riguardano però soprattutto la catena del valore aziendale e coinvolgono principalmente due aspetti: una visione del management sempre più "data-driven", e la gestione sempre più automatizzata e sicura dei processi trasformativi.

L'innovazione della filiera avicola è dunque concentrata prevalentemente su due direttrici: le best practice relative alla value chain e quelle connesse con l'abbattimento dei consumi ener-

getici o la riduzione delle emissioni inquinanti. Rispetto a questi due principali ambiti di intervento individuati, va tenuto conto della specificità della filiera avicola italiana che, a differenza degli altri comparti zootecnici, adotta il modello della soccida che prevede una collaborazione economica tra i capi filiera e gli allevatori, ai quali è affidata la conduzione degli allevamenti. Questa ricerca, per la filiera avicola, si è basata sulla rilevazione degli interventi di innovazione, attraverso questionari somministrati ai capi filiera; l'indagine restituisce, quindi, le priorità complessive delle filiere in termini di innovazione ma non può fotografare compiutamente tutti gli interventi innovativi promossi e pianificati autonomamente dalle migliaia di allevatori di filiera. Resta solo da sottolineare come, in ambito alimentare, anche la filiera avicola adotti mangimi a base di ex prodotti alimentari, mentre in ambito di risparmio energetico e di economia circolare il ricorso al biogas risulta la scelta prevalente sia per lo smaltimento delle deiezioni sia degli scarti della macellazione o delle lavorazioni trasformative. Di seguito è riportata l'analisi in dettaglio, come per le precedenti filiere, relativamente alle best practice d'innovazione tecnologica applicate alle singole macro-aree di interesse.

4.3.1 - Alimentazione e allevamento

Nell'ambito dell'alimentazione degli avicoli, le aziende che hanno fornito il proprio supporto alla ricerca, non hanno segnalato alcuna specifica soluzione tecnologica da loro adottata per migliorare tale attività all'interno della filiera. Tut-

tavia, pur trattandosi solo indirettamente di una soluzione connessa alla dimensione tecnologica, una delle aziende ha evidenziato come l'uso di mangimi a base di ex prodotti alimentari possa essere considerato rilevante e incidente sia nella fase dell'allevamento e ingrasso degli animali sia rispetto alla generale adozione di buone pratiche di economia circolare.

4.3.2 - Agricoltura di precisione

Nell'ambito di quella che in precedenza abbiamo già definito una integrazione trasversale tra agricoltura e zootecnia di precisione, le imprese hanno evidenziato alcune buone pratiche da esse ritenute particolarmente innovative. In un caso è stata indicata come best practice (pur non includendo essa aspetti di natura tecnologica) la cosiddetta "agricoltura biorigenerativa" oltre alla più nota agricoltura biologica. Si tratta di una tecnica simile alla permacultura che combina conoscenze antiche e tecniche moderne, mimando i processi naturali per rigenerare il suolo eccessivamente sfruttato dalle pratiche agricole intensive.

Parallelamente però, sono state anche evidenziate dalle imprese due soluzioni informatiche, la prima relativa alla raccolta e gestione dati (in particolare nell'allevamento da riproduzione e in quello da ingrasso), la seconda soluzione software volta alla corretta gestione delle attività legate agli incubatoi.

Nel primo caso si tratta di una soluzione digitale per l'acquisizione di dati sul campo attraverso un sistema di controllo dei singoli allevamenti, con

l'obiettivo di correlare i dati raccolti (consumo di acqua, pesi, luce, CO₂, ecc.) con i risultati di allevamento per ottimizzare i processi aziendali.

Nel secondo caso, una azienda ha segnalato l'adozione di un software per la gestione dei viaggi di ritiro delle uova incurabili dagli incubatoi, ciò al fine di alimentare correttamente gli incubatoi stessi secondo il piano di produzione pulcini da avviare poi agli allevamenti di ingrasso.

4.3.3 - Salute e Benessere animale

Nell'ambito delle attività degli incubatoi, è stata segnalata la pratica del monitoraggio delle condizioni climatiche sul mezzo di trasporto dei pulcini verso l'allevamento allo scopo di garantire appunto la salute degli animali. Parimenti, per il riguardo al benessere degli animali nelle fasi immediatamente precedenti alla macellazione, in due casi le aziende hanno indicato come buona pratica l'adozione di un sistema di stordimento a gas. In un caso il sistema è in fase di valutazione da parte dell'impresa, nell'altro l'azienda lo ha già adottato. Il sistema di stordimento a gas sotto controllo continuo della miscela consente lo stordimento direttamente nella gabbia di trasporto e senza alcuna conseguente manipolazione di animali vivi da parte degli operatori in macello.

4.3.4 - VALUE CHAIN Servizi, pratiche organizzative, output commerciale

Le aziende intervistate hanno adottato best practice innovative in pressoché tutti gli ambiti connessi alla gestione e valorizzazione dei pro-

cessi e delle attività produttive. Le innovazioni collegate alla catena del valore aziendale, sono presenti nelle pratiche organizzative a partire dagli allevamenti da riproduzione e da quelli da ingrasso, con l'adozione di un web software che consente all'allevatore di interagire da remoto con l'organizzazione aziendale per tutte le attività di programmazione cicli, organizzazione consegne mangime, ritiri, liquidazioni e quant'altro, riducendo gli errori e i ritardi oltre che abilitando soluzioni gestionali interamente *paperless*.

Per quanto riguarda gli incubatoi, è stata indicata come best practice la robotizzazione dei sistemi impiegati: attraverso l'analisi delle singole uova, è possibile selezionare quelle feconde e successivamente vaccinare i pulcini direttamente in ovo.

In una grande azienda si è rilevata l'aggregazione di più best practice riguardo al tema della gestione della propria struttura aziendale. In particolare, l'azienda ha sottolineato l'adozione lungo tutte le fasi della filiera di soluzioni digitali frutto della combinazione di più elementi: "sistemi gestionali anche in cloud", "soluzioni di business intelligence" (nel caso specifico adottando soluzioni IBM), e infine pianificazione di nuovi *Enterprise Resource Planning* (ERP) aziendali che consentano la gestione dei dati, ma anche la "razionalizzazione dei sistemi gestionali e la valorizzazione dei Big Data".

Queste soluzioni rappresentano un insieme di best practice che consentono la gestione generale della catena del valore mediante soluzioni data-driven, alle quali si aggiunge l'adozione di

“macchine e impiantistica 4.0” e di “sistemi di automazione” lungo la filiera (dagli allevamenti da ingrasso alle pratiche commerciali).

Nell'ambito delle attività di macellazione, è stata individuata come buona pratica l'adozione di una “linea di macellazione-raffreddamento-taglio” senza soluzione di continuità con il controllo in continuo dei parametri di processo e con abbattimento della temperatura del prodotto immediatamente dopo la macellazione. In merito, sono stati verificati benefici in termini di qualità del prodotto, sicurezza alimentare ed ottimizzazione dei consumi dei vettori energetici.

In un altro caso aziendale è stato pianificato, nell'ambito dell'attività di smistamento, l'inserimento nel processo produttivo di sistemi automatici per favorire l'efficientamento dello smistamento dei prodotti. Così come, sempre in relazione alle pratiche di smistamento, è stata segnalata l'adozione di un sistema di gestione della tracciabilità e della rintracciabilità ai fini del rispetto della normativa e dei capitolati cliente.

Sempre l'attività di smistamento, secondo quanto emerso dalla ricerca, ha in un caso beneficiato dell'adozione di un “*Sistema Software Sales & Operation Planning*”, per la generazione dei piani di produzione giornalieri e settimanali e rolling per gestire le materie prime e la forza lavoro, al fine di centrare le richieste commerciali.

Nell'ambito del sezionamento è stato in un caso pianificato l'inserimento nel processo produttivo di sistemi automatici di sezionamento e pezzatura, mentre in un altro caso è stato già adottato un

sistema di impianti per il miglioramento dei range di calibratura e porzionatura delle confezioni. Trasversalmente alle attività di taglio e sezionamento, di preparazione delle carni fresche e dei preparati a base di carne, è stata in un caso adottata una soluzione basata sul *Manufacturing Execution System* (MES), ovvero, un “sistema di gestione dei processi produttivi” progettato “ai fini dell'ottimizzazione delle materie prime e della forza lavoro”. Nelle stesse tre aree della filiera sopracitate, è stata anche adottata un'altra soluzione assai articolata e basata su di una “serie di applicativi IT fra loro coordinati in un workflow” per la gestione dei dati di prodotto e la loro sincronizzazione tra le diverse funzioni aziendali, i fornitori ed i clienti, con l'obiettivo di garantire la coerenza dei prodotti con i diversi regolamenti e accordi e l'eliminazione degli errori e degli scarti. Ultima best practice adottata trasversalmente alle suddette tre fasi della filiera è quella che riguarda lo sviluppo di sistemi di lavaggio tramite CIP (*Clean In Place*).

Limitatamente alla preparazione delle carni fresche e alla trasformazione per la realizzazione dei preparati a base di carne, è stata segnalata l'adozione di macchine per l'automazione delle produzioni di articoli con maggior contenuto di servizio e per il miglioramento dei processi di produzione e della sicurezza igienico alimentare. Contesto altrettanto rilevante per la gestione della filiera avicola mediante l'adozione di pratiche innovative risulta essere quello della logistica e della conservazione dei prodotti. In questo ambito di attività della filiera, sono state ripor-

tate quattro interessanti soluzioni adottate dalle imprese. In due casi, è risultato centrale l'inserimento di ulteriori linee per il confezionamento in ATM anche, in uno dei due casi, con l'utilizzo esteso del confezionamento ATM senza soluzione di continuità con il Sezionamento delle parti. È stata, anche, indicata come best practice l'ammodernamento della piattaforma logistica con l'introduzione di un'elevata automazione che, secondo l'impresa che l'ha implementata, è una soluzione con impatti minori sul territorio circostante.

Tra le best practice in ambito logistica e conservazione, è stata segnalata anche la "centralizzazione delle spedizioni con automazione dei processi e controllo magazzino", una soluzione che secondo l'impresa che la ha adottata consente di ridurre i giri camion, minimizzare l'out of stock e lo spreco alimentare.

Infine, nell'ambito delle pratiche commerciali, due aziende hanno segnalato l'adozione di altrettante distinte best practice certamente interessanti: la prima riguarda lo sviluppo di software più rispondenti alle esigenze di vendita per migliorare il servizio al cliente; la seconda riguarda l'adozione di un sistema di gestione della previsione promozionale tramite Machine Learning, ai fini della corretta organizzazione produttiva e della diminuzione dello scarto di produzione.

4.3.5 - Risparmio energetico e Riduzione delle emissioni inquinanti

Le aziende hanno dichiarato nell'ambito del risparmio energetico e della riduzione delle emis-

sioni inquinanti, innanzitutto, di essersi dotate di attrezzature con maggior risparmio idrico, di sistemi di regolazione termica nonché la sostituzione di lampade standard con illuminazione LED. In particolare, queste best practice sono state indicate come attuate nell'ambito dell'allevamento da riproduzione, nell'attività degli incubatoi e nell'allevamento da ingrasso.

Una delle aziende ha indicato come pianificata la futura attuazione di un sistema di "rilevazione automatizzata dei consumi delle utility" in maniera più capillare al fine di intervenire nella riduzione dei consumi stessi in modo più mirato ed efficace. Un sistema che, secondo quanto riportato dall'azienda, sarebbe trasversale all'attività di macellazione, alle pratiche di smistamento, al taglio e al sezionamento, alla preparazione di carni fresche, alla trasformazione per i prodotti a base di carne, e infine anche alla logistica e alla conservazione.

Nella preparazione di carni fresche e dei prodotti a base di carne, è stato dichiarato lo sviluppo degli impianti di gestione, climatizzazione e filtrazione dell'aria; mentre, per i soli prodotti a base di carne, è stato in un caso inserito come buona pratica l'adozione di un nuovo sistema di trattamento dei reflui.

Risultano in un caso pianificate da parte dell'impresa, e sempre nell'ambito della trasformazione dei prodotti a base di carne, l'inserimento di sistemi di abbattimento odori più performanti in termini di impatto energetico e ambientale; a ciò si aggiungono l'inserimento di un nuovo cogeneratore a metano e l'inserimento di nuove torri evaporative con recupero energetico.

Nell'ambito della logistica e della conservazione, una buona pratica aziendale adottata consiste in un Sistema di supervisione degli impianti di gestione del contesto produttivo (cooling, heating, power, water, ecc.) ai fini dell'ottimizzazione dei consumi nel contesto del rispetto delle condizioni di lavoro. Il sistema opera attraverso la centralizzazione dei dati di funzionamento reindirizzati verso ambienti di gestione distribuita di allarmi ed analisi dati.

Per quanto riguarda le pratiche commerciali, è stata indicata soltanto in un caso l'adozione di automotive a metano per tutta l'area commerciale e tecnica.

Infine, vi è un gruppo di buone pratiche riportate singolarmente dalle aziende che hanno contribuito ai dati della ricerca, ma che non sono state collocate rispetto a una fase specifica della filiera, quanto piuttosto come pratiche di economia circolare. Ciò può essere considerato corretto, tuttavia, trattandosi di soluzioni maggiormente affini al tema del risparmio energetico e della riduzione delle emissioni e sono state qui di seguito riportate in un unico gruppo di soluzioni.

Tra le suddette best practice, le più adottate sono certamente quelle legate all'uso dell'energia elettrica da fonti rinnovabili; infatti, la totalità delle imprese coinvolte nella ricerca ha scelto di adottare almeno una tra le soluzioni indicate nella scheda di rilevamento, ovvero l'installazione di impianti fotovoltaici (metà delle imprese coinvolte), l'installazione di pannelli fotovoltaici e solari (in un caso) e l'uso di energia elettrica derivante al 100% da fonti rinnovabili certificate.

A questo gruppo di soluzioni si aggiungono le buone pratiche relative all'adozione di un impianto per la flottazione dei reflui, in un caso, e dell'adozione di impianti di depurazione delle acque in un altro. Infine, è degna di nota l'adozione da parte di un'impresa della pratica di compensazione del 100% delle emissioni di CO₂ attraverso l'acquisto di "certificati di compensazione" riferiti ad attività di riforestazione e installazione impianti eolici.

4.3.6 - Economia Circolare

Strettamente legate all'economia circolare, invece, sono le soluzioni adottate che riguardano per esempio la valorizzazione energetica della pollina attraverso gli impianti a biogas. La pollina è un concime organico ottenuto dal riciclaggio per trattamento industriale delle deiezioni degli allevamenti avicoli. La metà delle aziende ha dichiarato di aver adottato un sistema di valorizzazione energetica della pollina, il quale incide positivamente sulla fase agricola della filiera (allevamento da riproduzione, attività degli incubatoi, allevamento da ingrasso).

In un caso è stata indicata come in fase di valutazione l'adozione di soluzioni in grado di "evitare ab-origine" la creazione di rifiuto (destinando i materiali a scopi energetici).

Va detto che, nella maggior parte dei casi, le imprese hanno indicato quali soluzioni innovative "l'adozione di un impianto di cogenerazione a metano", oppure l'uso di "impianti di cogenerazione a biogas alimentati da reflui di lavorazione completi di impianti di essiccazione per la ridu-

zione dei fanghi di risulta” o anche impianti di biogas e digestione anaerobica.

In un caso, invece, è già stata pianificata l'adozione di un “impianto di trigenerazione a metano”, che consente una riduzione dell'impatto ambientale non soltanto per quanto concerne il ciclo della cogenerazione di energia elettrica, ma anche relativamente all'impiego dell'energia termica prodotta dall'impianto per l'alimentazione dei sistemi di riscaldamento e raffreddamento dei macchinari o degli ambienti aziendali.

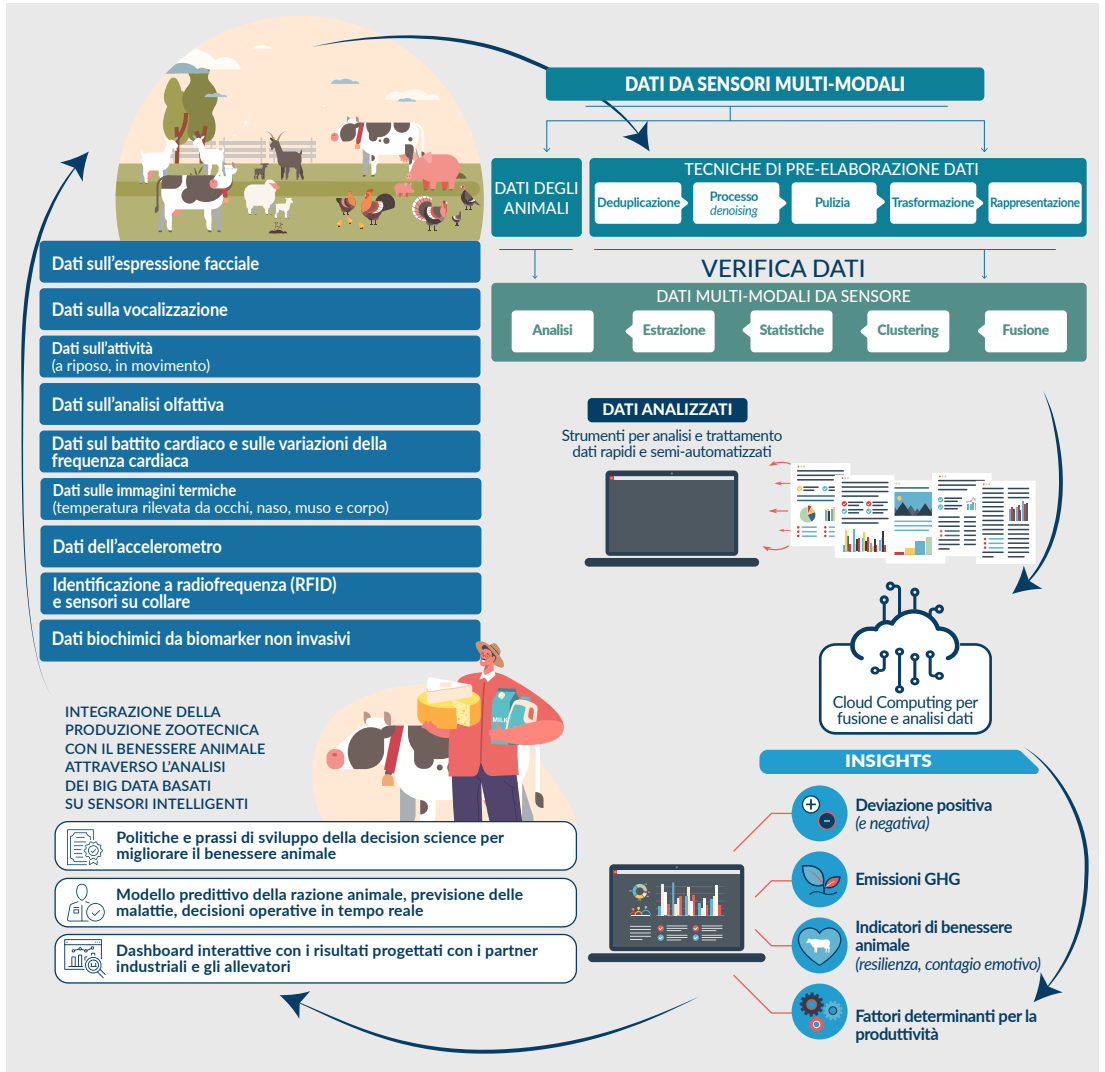
Infine, in due casi sono stati adottati “impianti di gestione e trasformazione dei sottoprodotti

(SOA)” ed “impianti di valorizzazione dei sottoprodotti della macellazione”.

L'ultimo aspetto da evidenziare, rispetto alle best practice aziendali indicate nell'ambito dell'economia circolare, riguarda le soluzioni per la migliore riciclabilità dei materiali impiegati nella produzione. In particolare, una delle imprese ha adottato packaging con una maggiore percentuale di riciclabilità, mentre un'altra impresa ha fatto esplicito riferimento all'utilizzo di soluzioni Ecopack e Biopack.



■ Utilizzo dei Big Data nel settore zootecnico¹



¹ Fonte: adattato da Suresh Neethirajan, Bas Kemp, Digital Livestock Farming, Sensing and Bio-Sensing Research, Volume 32, 2021, 100408, ISSN 2214-1804, <https://doi.org/10.1016/j.sbsr.2021.100408>. (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214180421000131>), used under the CC BY license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Conclusioni

Nel corso del nostro studio abbiamo esaminato in modo critico e dettagliato l'impatto e le implicazioni della digitalizzazione e della trasformazione digitale sulle filiere della carne, valutandone le ripercussioni in termini di sostenibilità.

Tale processo non rappresenta semplicemente l'adozione di nuove tecnologie, ma si configura come una trasformazione profonda e multiforme, dove l'innovazione tecnologica si intreccia inestricabilmente con i principi di sostenibilità ambientale, economica e sociale. La sfida non è solo tecnologica, ma anche culturale, comportando un cambio di paradigma su come la produzione e la distribuzione della carne vengono praticate, gestite e percepite sia dai produttori che dai consumatori.

L'introduzione di tecnologie digitali nelle filiere della carne ha il potenziale di rivoluzionare il settore, portando miglioramenti significativi nella gestione delle risorse, nell'efficienza produttiva e nella riduzione dell'impatto ambientale. Gli strumenti tecnologici, che includono soluzioni basate su Internet delle Cose (IoT), sistemi avanzati di gestione dei dati, droni per il monitoraggio degli allevamenti e sistemi di intelligenza artificiale per l'analisi predittiva, possono aiutare a ottimizzare l'uso dell'acqua e degli alimenti, migliorare la precisione nell'applicazione di trattamenti sanitari, ridurre la necessità di interventi farmacologici e incrementare la produttività degli allevamenti.

L'adozione di queste tecnologie, tuttavia, va oltre il mero miglioramento tecnico. Essa implica un reale cambio nelle pratiche di allevamento tradizionali, sostituendo o integrando metodi consolidati con approcci innovativi che possono sembrare oscuri, o addirittura rischiosi per alcuni produttori. Tale cambiamento richiede non solo un impegno economico significativo per l'acquisto e l'integrazione di nuove tecnologie, ma anche un investimento notevole in termini di tempo e energia per la formazione e l'adattamento a nuovi sistemi e ai nuovi modelli operativi.

Le implicazioni di una tale trasformazione sono vastissime.

- **Ambientalmente**, la digitalizzazione offre la possibilità di monitorare più attentamente e gestire l'impatto ecologico delle pratiche di allevamento, contribuendo a un uso più razionale delle risorse naturali quali acqua e suolo, e alla minimizzazione dell'impronta di carbonio delle attività zootecniche.
- **Economicamente**, sebbene l'investimento iniziale possa essere elevato, in quanto il potenziale di riduzione dei costi a lungo termine e di aumento delle rese può trasformare completamente la sostenibilità finanziaria delle aziende di allevamento.
- **Socialmente**, poiché l'innovazione tecnologica in zootecnia può contribuire a migliorare la qualità della vita dei produttori, offrendo loro strumenti per un lavoro meno gravoso e più efficiente, e può anche attirare nuove generazioni verso il settore zootecnico, rinnovando l'interesse per una professione antica con nuove prospettive.

La trasformazione richiede però un approccio multidisciplinare, che tenga conto della resistenza al cambiamento, delle disparità nel livello di accesso alle tecnologie e delle differenze nel grado di formazione degli allevatori. È fondamentale che gli interventi politici e le strategie di implementazione siano attentamente calibrati per supportare i produttori in questo percorso di transizione, assicurando che

nessuno venga lasciato indietro. Non tanto (o non soltanto) per equità sociale, ma perché una trasformazione sistemica non può che avvenire in un sistema equilibrato.

La digitalizzazione delle filiere della carne si presenta come una necessità ineludibile nell'attuale contesto, caratterizzato da pressioni crescenti sulla produzione alimentare e dalla necessità imperativa di ridurre l'impatto ambientale. Le tecnologie digitali offrono la promessa di un allevamento più intelligente e sostenibile, ma il loro successo dipenderà dalla capacità di integrare efficacemente questi strumenti nella realtà quotidiana dell'azienda, trasformando non solo i metodi di produzione ma anche le mentalità degli attori coinvolti.

La Sostenibilità Digitale come abilitatore di cambiamento

La sostenibilità digitale nelle filiere della carne emerge come un imperativo cruciale, caratterizzato da un crescente orientamento verso pratiche di produzione più rispettose dell'ambiente e del benessere animale e da una sempre maggiore attenzione alla necessità di guardare contestualmente alla sostenibilità economica e sociale del settore. In questo contesto, la tecnologia digitale assume un ruolo fondamentale, offrendo soluzioni innovative che possono trasformare radicalmente i modi in cui la carne è prodotta, trasformata e distribuita. Una trasformazione che non solo risponde alle crescenti richieste di trasparenza e tracciabilità da parte dei consumatori, ma contribuisce anche alla riduzione dell'impatto ambientale delle pratiche di allevamento e macellazione.

La sostenibilità digitale nell'allevamento di carne prende in considerazione l'ottimizzazione dell'uso delle risorse, il miglioramento del benessere animale, la riduzione dell'impronta ecologica dell'intera filiera. Tecnologie come sistemi IoT avanzati possono monitorare in tempo reale le condizioni degli animali e l'ambiente in cui vivono, permettendo interventi tempestivi che migliorano la salute e il benessere degli animali e riducono la necessità di trattamenti farmacologici intensivi. Tecnologie come la telemetria avanzata e l'analisi predittiva sono impiegate per monitorare la salute e il comportamento degli animali, con sensori che raccolgono dati su parametri vitali e attività, contribuendo a prevenire malattie e a migliorarne le condizioni di vita. Questo approccio non solo impatta positivamente sulla sostenibilità delle operazioni, ma ha effetti incrementali anche la qualità del prodotto finito, come dimostrato dagli studi citati, che evidenziano una diminuzione del 20% nel tasso di mortalità e una riduzione del 15% nell'uso di antibiotici attraverso l'uso di tali tecnologie.

Nonostante i notevoli benefici, la transizione verso una sostenibilità digitale della filiera presenta sfide significative. Il costo e la complessità dell'implementazione di tecnologie avanzate possono essere proibitivi, specialmente per le piccole e medie imprese. Inoltre, la resistenza al cambiamento culturale e operativo all'interno dell'industria può rallentare l'adozione di nuove pratiche, come evidenziato nella resistenza storica agli investimenti in tecnologia avanzata senza garanzie immediate di ritorno economico.

Sfide e opportunità della Sostenibilità Digitale

La digitalizzazione delle filiere della carne rappresenta un percorso complesso e multidimensionale. È pervasa da sfide tecniche, economiche e culturali, ma offre anche opportunità straordinarie che

possono portare a una rivoluzione nel modo in cui il settore gestisce la produzione, il trattamento e la distribuzione dei prodotti.

Le sfide della Sostenibilità Digitale

1. Resistenza al cambiamento e costi di implementazione: una delle sfide più significative è rappresentata dalla necessità di abbattere la resistenza culturale e operativa all'adozione di nuove tecnologie. Ciò è spesso reso più difficile dai costi elevati associati all'acquisizione e implementazione di tecnologie avanzate, che possono essere proibitivi per le piccole e medie imprese senza accesso a finanziamenti adeguati.

2. Formazione e sviluppo delle competenze: la carenza di competenze digitali nel settore zootecnico rappresenta un ostacolo significativo. Gli operatori devono essere formati non solo nell'uso delle tecnologie, ma anche nella loro manutenzione e nell'analisi dei dati che generano.

3. Infrastrutture di connessione: la disponibilità di connessioni internet a banda larga è fondamentale per il funzionamento efficace delle tecnologie digitali. In molte aree rurali, dove si trovano molte operazioni di allevamento, la mancanza di infrastrutture adeguate può limitare seriamente l'adozione e l'efficacia della digitalizzazione.

4. Preoccupazioni sulla privacy e sulla sicurezza dei dati: con l'incremento della raccolta e analisi di dati, la protezione dei dati diventa una sfida cruciale. La gestione sicura delle informazioni sensibili è vitale per prevenire violazioni di dati che potrebbero compromettere la privacy dei produttori e la fiducia dei consumatori.

Le opportunità della Sostenibilità Digitale

1. Ecosistemi digitali basati sui dati: la creazione di ecosistemi digitali dove i dati sono condivisi e analizzati può portare a miglioramenti significativi nella gestione delle risorse e nelle decisioni operative. Questi ecosistemi permettono una migliore comprensione delle tendenze di mercato, delle condizioni di allevamento, e delle abitudini di consumo, contribuendo a ottimizzare l'intera catena di valore.

2. Ruolo dell'intelligenza artificiale: l'IA può trasformare le filiere della carne, migliorando l'efficienza operativa e il benessere animale. Sistemi AI possono monitorare e analizzare il comportamento e la salute degli animali in tempo reale, prevedendo malattie e migliorando le condizioni di allevamento, il che riduce il bisogno di interventi farmacologici e aumenta la qualità del prodotto finito, oltre che il benessere animale.

3. Miglioramento della sostenibilità ambientale e incremento dell'efficienza: la digitalizzazione facilita pratiche più sostenibili, come la gestione ottimizzata degli effluenti e l'alimentazione di precisione, che non solo riducono l'impatto ambientale ma migliorano anche l'efficienza e la produttività.

4. Certificazione delle transazioni con Blockchain e DLT: l'uso di blockchain e di tecnologie di Ledger Distribuito (DLT) nelle filiere della carne offre opportunità uniche per migliorarne la tracciabilità e la trasparenza. Questi strumenti possono certificare l'origine e la qualità dei prodotti in modo immutabile e trasparente, aumentando la fiducia dei consumatori e facilitando il rispetto degli standard di sicurezza e qualità alimentare.

5. Apertura a nuovi mercati: le tecnologie digitali possono aprire nuovi canali di vendita per i produttori di carne, migliorando l'accesso a mercati più ampi, anche grazie alle piattaforme di vendita on-line. Inoltre, l'adozione di soluzioni tecnologiche avanzate può aumentare la resilienza dell'industria della carne ai cambiamenti climatici e alle fluttuazioni di mercato, permettendo un adattamento più rapido ed efficace a nuove condizioni o mutati contesti.

Le sfide derivanti dalla digitalizzazione nelle filiere della carne sono notevoli, ma le opportunità che essa presenta possono radicalmente trasformare il settore. Superare queste sfide e sfruttare appieno le opportunità richiederà un approccio collaborativo e integrato che coinvolga tutti gli stakeholder, dall'innovatore tecnologico all'allevatore, dal regolatore al consumatore, lavorando insieme per un sistema carne più efficiente, sostenibile e resiliente.

Alcune Raccomandazioni per attivare il cambiamento

All'ingresso di una fase di cambiamento che avrà la dimensione di una vera e propria rivoluzione guidata dal digitale, è fondamentale che le politiche pubbliche siano calibrate per supportare e accelerare questa transizione. Le raccomandazioni seguenti mirano a evidenziare dei punti di attenzione da prendere in considerazione da parte di tutti gli attori coinvolti per supportare il processo di cambiamento in modo equo, sostenibile e vantaggioso per tutti gli stakeholder coinvolti.

Creazione di un Quadro Normativo Favorevole

- 1. Incentivi Fiscali e Sovvenzioni:** implementare un regime di incentivi fiscali e sovvenzioni per le tecnologie di allevamento digitali, anche sfruttando le risorse del PNRR e di Industry 5.0. Questi incentivi possono aiutare a superare la barriera economica che molti allevatori affrontano nell'acquisire nuove tecnologie, rendendole accessibili a una gamma più ampia di aziende, grandi e piccole.
- 2. Sostegno per Ricerca e Sviluppo:** incrementare gli investimenti in ricerca e sviluppo per stimolare l'innovazione nell'allevamento. Le politiche pubbliche dovrebbero favorire le collaborazioni tra università, istituti di ricerca, imprese di allevamento e startup tecnologiche per sviluppare soluzioni digitali che migliorino il benessere animale e l'efficienza produttiva.
- 3. Regolamenti sulla Protezione dei Dati e Sicurezza:** con la crescente raccolta e analisi di dati in ambito zootecnico, è cruciale garantire la protezione di questi. I regolamenti esistenti – come il GDPR – devono essere adottati con consapevolezza per tutelare le informazioni personali e aziendali degli allevatori, prevenendo usi impropri e garantendo sicurezza contro attacchi informatici.

Sviluppo delle Condizioni Abilitanti

- 1. Espansione della Connettività:** promuovere lo sviluppo e l'espansione di infrastrutture di connettività, in particolare in aree rurali dove sono collocate la gran parte delle attività di allevamento. L'accesso a internet ad alta velocità è essenziale per il funzionamento delle tecnologie digitali avanzate. Le politiche dovrebbero includere investimenti significativi in fibra ottica e tecnologie wireless per garantire una copertura capillare e affidabile.
- 2. Diffusione del Cloud:** sostenere l'istituzione di strumenti cloud che possano servire le comunità rurali, aumentando la disponibilità di servizi anche per i più piccoli e migliorando l'efficienza del trattamento dei dati.

3. Accesso a Strumenti Analitici Avanzati: facilitare l'accesso a strumenti analitici avanzati (software di gestione agricola, applicazioni per il monitoraggio della salute animale, piattaforme per la gestione delle risorse) che permettano agli allevatori di interpretare e utilizzare i dati raccolti dai loro sistemi digitali.

Promuovere l'Educazione e la Formazione

1. Programmi di Formazione Continua: creare programmi di formazione che aiutino gli allevatori ad acquisire le competenze necessarie per utilizzare efficacemente le tecnologie digitali. Questi programmi dovrebbero essere facilmente accessibili, con didattica erogata preferibilmente in remoto e in modalità asincrona e coprire una vasta gamma di competenze, dalla gestione dei dati zootecnici all'uso operativo di tecnologie avanzate come sistemi di monitoraggio automatico e feed management.

2. Aggiornamento dei Curriculum Scolastici e Accademici: aggiornare i curriculum degli studenti superiori e universitari per le materie zootecniche per includere corsi su tecnologia dell'allevamento e gestione sostenibile delle risorse. Questo aggiornamento è essenziale per preparare la futura forza lavoro a un settore in rapida evoluzione.

Sviluppare una Visione Sostenibile

1. Promuovere Pratiche di Allevamento Sostenibile: le politiche dovrebbero incentivare pratiche di allevamento che integrino tecnologie digitali, ma che siano anche sostenibili. Questo include tecniche che migliorino il benessere animale, riducano l'uso di antibiotici e ormoni, e diminuiscano le emissioni di gas serra.

2. Bilanciare Innovazione e Tradizione: è fondamentale che le politiche supportino un equilibrio tra l'introduzione delle nuove tecnologie e la conservazione delle pratiche di allevamento tradizionali che hanno dimostrato di essere sostenibili e benefiche per le comunità locali.

3. Informazione sull'Impatto Ambientale: è essenziale promuovere una corretta informazione sui temi dell'impatto ambientale della produzione di carne. Le politiche dovrebbero supportare campagne informative che educano sia i produttori (in relazione agli strumenti disponibili) sia i consumatori (in relazione agli effettivi impatti) sui benefici delle pratiche di allevamento sostenibili, e su come le tecnologie digitali possono contribuire a ridurre l'impatto ambientale, contrastando le fake news del settore.

10 punti per attivare il cambiamento

Come conclusione di questo percorso di ricerca e approfondimento, la Fondazione per la Sostenibilità Digitale propone 10 (s) punti che, ispirandosi al Manifesto per la Sostenibilità Digitale, identificano un percorso implementativo per gli attori della filiera dal quale partire per guardare alla tecnologia in ottica di sostenibilità.

1. Trasparenza e Tracciabilità: adottare piattaforme basate su tecnologia blockchain per garantire un sistema di tracciabilità completo e inalterabile che copra ogni fase delle filiere della carne, dall'allevamento alla distribuzione. Questo sistema permetterebbe ai consumatori di verificare non solo l'origine del prodotto, ma anche il rispetto degli standard di qualità e benessere animale, aumentando la fiducia nel prodotto finale.

- 2. Riduzione delle Emissioni:** integrare sensori IoT (Internet of Things) e sistemi intelligenti di gestione dei dati per monitorare e ottimizzare il consumo di energia e le emissioni di gas serra in ogni fase della produzione. Tali sistemi potrebbero prevedere algoritmi predittivi per regolare l'uso di risorse basandosi su pattern di consumo reali, minimizzando l'impatto ambientale dell'intera filiera.
- 3. Ottimizzazione delle Risorse:** implementare soluzioni di agricoltura di precisione che utilizzino dati satellitari e sensoristica avanzata per monitorare le condizioni del bestiame e l'uso del terreno. Queste tecnologie consentirebbero un utilizzo più efficiente dell'acqua e degli alimenti, riducendo gli sprechi e incrementando la sostenibilità delle pratiche agricole.
- 4. Benessere Animale:** sviluppare sistemi basati su intelligenza artificiale che monitorino continuamente il benessere degli animali, rilevando precocemente segni di malattia o stress. Tali sistemi potrebbero anche ottimizzare le condizioni ambientali delle stalle, quali temperatura e umidità, per garantire il massimo comfort agli animali.
- 5. Sicurezza Alimentare:** utilizzare tecnologie avanzate di analisi dei dati per migliorare i protocolli di sicurezza alimentare, identificando rapidamente potenziali contaminazioni o rischi biologici. Questo non solo migliora la sicurezza del consumatore, ma riduce anche i costi associati ai richiami di prodotti e migliora l'immagine del marchio.
- 6. Efficienza Operativa:** introdurre sistemi ERP (Enterprise Resource Planning) integrati che coordinino la produzione, l'inventario, la distribuzione e la vendita. Questi sistemi possono ridurre i tempi di attesa, ottimizzare le scorte e ridurre gli sprechi, migliorando l'efficienza operativa e diminuendo l'impatto ambientale.
- 7. Educazione e Formazione:** creare moduli di formazione online e in presenza per gli operatori del settore, utilizzando realtà aumentata e virtuale per simulare scenari e tecniche avanzate di gestione del bestiame e delle risorse. Questo tipo di formazione consente di diffondere pratiche sostenibili più efficaci e di aggiornare costantemente le competenze dei lavoratori.
- 8. Inclusione Digitale:** promuovere programmi di finanziamento e supporto tecnico per permettere anche ai piccoli produttori di accedere a tecnologie avanzate. Ciò aiuterebbe a prevenire la disparità tecnologica e a garantire che tutti gli attori della filiera possano contribuire e beneficiare di una maggiore sostenibilità.
- 9. Monitoraggio Ambientale:** implementare stazioni di monitoraggio ambientale che raccolgano dati in tempo reale sugli impatti locali dell'allevamento, come la qualità dell'aria e delle acque. Questi dati possono essere utilizzati per apportare miglioramenti continui e per dimostrare l'impegno verso pratiche sostenibili agli stakeholder e ai regolatori.
- 10. Responsabilità:** definire chiare linee guida per l'uso delle tecnologie digitali nella filiera della carne, assicurando che queste siano utilizzate per migliorare le condizioni di lavoro, il benessere animale e l'integrità del prodotto, evitando l'abuso di tali tecnologie a scapito degli interessi umani o animali.

Si ringrazia l'Associazione no-profit **Carni Sostenibili** per la collaborazione alla raccolta delle informazioni e per il sostegno alla pubblicazione di quest'opera.

Nel contesto di una società sempre più interconnessa e digitalizzata, l'agroalimentare italiano affronta sfide e opportunità uniche. "La transizione digitale delle filiere italiane della carne" esplora come la rivoluzione digitale stia trasformando l'industria zootecnica in Italia, offrendo una panoramica dettagliata e aggiornata sulle filiere bovina, suina e avicola.

Attraverso ricerche approfondite e analisi di casi, questo volume presenta una visione comprensiva delle dinamiche attuali, mettendo in luce i progressi tecnologici, le pratiche sostenibili e le politiche innovative che stanno rimodellando il settore. Con il contributo di esperti del settore e accademici, il libro delinea le strategie che possono accelerare la sostenibilità e l'efficienza, cruciali per il futuro dell'agroalimentare in Italia e nel mondo.

Un testo essenziale per chiunque sia coinvolto o interessato all'intersezione tra digitalizzazione, sostenibilità e settore agroalimentare, da professionisti del settore a policy maker, fino agli studiosi e agli studenti universitari.

