



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA
SCUOLA DI AGRARIA E MEDICINA VETERINARIA

Corso di laurea in
TECNICA E GESTIONE DELLE PRODUZIONI VEGETALI
BIOLOGICHE

Tesi di laurea

**Valutazione dell'uso del pascolo sull'impronta ambientale del
bovino da carne in pianura veneta: caso studio in un'azienda
zootecnica in provincia di Vicenza**

Relatore: Prof. Enrico Sturaro

Correlatore: Dott. Marco Berton

Laureando: Cischele Alessandro

Matricola: 2008234

ANNO ACCADEMICO 2022/2023

RIASSUNTO

Il settore del bovino da carne in Veneto rappresenta un'importante realtà economica per il nostro paese. Quest'ultimo insieme al Piemonte contano oltre il 40% dei 90 mila allevamenti presenti sul territorio nazionale.

Data l'elevata presenza di bovini, è evidente il problema derivante dalle elevate emissioni di gas serra emesse dagli animali e per questo motivo è stato eseguito un studio LCA con lo scopo di ridurre gli impatti ambientali provenienti dall'allevamento intensivo.

Per questo studio sono stati analizzati dati produttivi e strutturali di un'azienda agricola biologica del vicentino, produttrice di latte e carne nell'anno 2023.

Sono stati raccolti e calcolati i dati riguardanti le composizioni delle razioni in termini quantitativi e qualitativi, rilevazioni degli animali al pascolo in termini di differenza di peso tra inizio e fine attività di pascolo e i bilanci medi aziendali di metano, anidride carbonica e protossido di azoto.

I 21 animali sono stati al pascolo per 197 giorni, all'età di partenza di 8 mesi con un consumo medio giornaliero di 610 litri d'acqua. L'alimentazione è stata esclusivamente a base di erba senza nessuna aggiunta di alimenti esterni a quelli presenti al pascolo. All'inizio del periodo di pascolamento la partita di animali aveva un peso complessivo di 4430 kg con un peso medio di 211 kg. Al termine dei 197 giorni gli animali, raggiunti i 15 mesi di età sono stati macellati e dal peso d'uscita della partita è stata registrata una differenza di 2680 kg rispetto all'inizio. L'incremento medio registrato è stato di 128 kg/capo che equivale a 647grammi/giorno.

In termini di emissioni, i dati raccolti sono stati utilizzati per effettuare un'analisi dell'impatto ambientale della produzione dell'azienda zootecnica tramite il metodo Life Cycle Assessment (LCA).

I confini del sistema sono stati definiti per includere la gestione degli animali, dei reflui aziendali e la produzione degli alimenti per gli animali. La categoria di impatto valutata è il potenziale di riscaldamento globale che considera le emissioni di metano (CH₄), protossido di azoto (N₂O) e anidride carbonica (CO₂). L'impatto

complessivo dell'azienda è stato suddiviso tra latte e carne attraverso un'allocazione biofisica.

L'analisi del pascolo ha considerato l'intera presenza degli animali in azienda, dalla nascita alla vendita e i dati raccolti sono stati usati per creare un inventario degli input e degli output aziendali fornendo una quantificazione dettagliata degli impatti ambientali associati alla produzione aziendale.

ABSTRACT

The beef cattle sector in the Veneto region represents an important economic reality for our country. The latter together with Piedmont account for more than 40% of the 90,000 farms in the country.

Given the high presence of cattle, it is evident the problem arising from the high greenhouse gas emissions emitted by the animals, and therefore an LCA study was carried out with the aim of reducing the environmental impacts from intensive livestock farming.

For this study, were analyzed production and structural data of an organic farm in Vicenza, Italy, producer of milk and meat in the year 2023.

Data were collected and calculated regarding ration compositions in terms of quantity and quality, detections of grazing animals in terms of weight difference between the beginning and end of grazing activities, and average farm balances of methane, carbon dioxide and nitrous oxide.

The 21 animals were grazed for 197 days at the starting age of 8 months with an average daily consumption of 610 liters of water. Feeding was exclusively grass-based with no addition of outside feed. At the beginning of the grazing period, the batch of animals had a total weight of 4430 kg with an average weight of 211 kg. At the end of the 197 days the animals, having reached 15 months of age were slaughtered and from the exit weight of the batch a difference of 2680 kg was recorded from the beginning. The average increase recorded was 128 kg/head which is equivalent to 647 grams/day.

In terms of emissions, the data collected were used to conduct an analysis of the environmental impact of the livestock farm's production using the Life Cycle Assessment (LCA) method.

System boundaries were defined to include animal management, farm effluent, and feed production. The impact category evaluated is global warming potential, which considers emissions of methane (CH₄), nitrous oxide (N₂O) and carbon dioxide (CO₂). The total impact of the farm was divided between milk and meat through biophysical allocation.

The grazing analysis considered the entire presence of animals on the farm, from birth to sale, and the data collected were used to create an inventory of farm inputs and outputs providing a detailed quantification of the environmental impacts associated with farm production.

INDICE

INTRODUZIONE	2
CAPITOLO 1: Inquadramento generale allevamenti bovini da carne	3
1.1 Il sistema produttivo del bovino da carne in Italia.....	3
1.2 Certificazione per il biologico nel bovino da carne	5
1.3 Relazioni tra sistemi di produzione del bovino da carne e agroecosistemi	8
1.3.1 Normative ambientali.....	10
1.3.2 Impronta ecologica negli allevamenti bovini: convenzionale vs biologico	12
CAPITOLO 2: Scopo della tesi	17
CAPITOLO 3: Materiale e metodi	19
3.1 Descrizione del caso studio	19
3.2 Raccolta dati.....	22
3.3 Analisi dell’impatto ambientale con metodo Life Cycle Assessment (LCA) 25	
CAPITOLO 4: Risultati e discussione	29
4.1 Parametri descrittivi dei dati raccolti nell’azienda caso studio	29
4.2 Risultati dell’analisi LCA	31
CONCLUSIONE	39
BIBLIOGRAFIA	41
SITOGRAFIA	44

INTRODUZIONE

Al giorno d'oggi il tema delle emissioni di CO₂ provocate dagli allevamenti di bovini è punto di discussione da parte delle organizzazioni del settore e dalle istituzioni.

L'idea di questo elaborato di tesi nasce dall'esperienza personale di tirocinio svolta durante l'anno 2023 presso la società agricola Juvenilia che opera nel territorio vicentino. Questo periodo formativo ha stimolato inoltre il mio interesse ad approfondire la tematica della sostenibilità degli allevamenti di bovini e uno studio con l'auspicio di un miglioramento futuro.

Inizialmente si introduce il sistema allevamento di bovini, passando poi alla presentazione del caso studio. Si delineano poi il metodo di raccolta dei dati, la presentazione dei dati stessi con una discussione critica finale dei risultati ottenuti.

CAPITOLO 1: Inquadramento generale allevamenti bovini da carne

Per comprendere appieno lo studio di caso che verrà presentato in questo elaborato di tesi ritengo significativo presentare un inquadramento generale degli allevamenti di bovini da carne e le loro conseguenze ambientali.

1.1 Il sistema produttivo del bovino da carne in Italia

In Italia l'allevamento di bovini da carne rappresenta una significativa componente economica del settore della produzione alimentare nazionale. In particolare, oggi sono presenti circa 90 mila allevamenti per un totale di oltre 2,3 milioni di capi indirizzati alla produzione di carne. (Ismea, 2022) La maggior parte di questi allevamenti sono situati nel Nord Italia, oltre il 40% concentrato in Veneto e Piemonte. (Figura 1) Passando al prodotto finito, la produzione di carne ammonta a 728 mila tonnellate, che equivale ad un valore di oltre 3,6 miliardi di euro che porta l'Italia ad essere il terzo produttore a livello europeo.

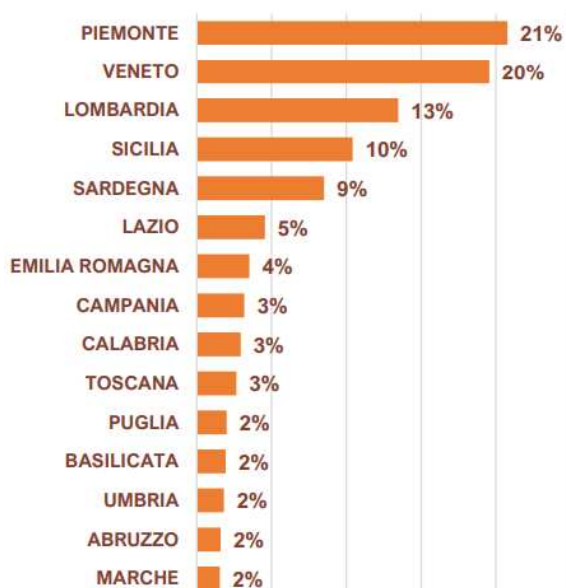


Figura 1: Numero di bovini da carne allevati, quota percentuale per regione (Ismea,2022)

In Italia la dimensione media delle aziende di bovini da carne è di circa 25 capi/azienda. Nel corso degli ultimi decenni le dimensioni sono aumentate, un processo dovuto sia all'aumento dimensionale delle aziende, sempre più indirizzate verso un allevamento caratterizzato da un alto livello di intensità nell'utilizzo degli

input produttivi e dalla ricerca di alti livelli di produttività, e sia dalla riduzione numerica degli allevamenti di piccole dimensioni, a conduzione familiare (ISTAT, 2020).

L'allevamento di bovini da carne in Italia è per la maggior parte specializzato nella fase di ingrasso per la produzione di vitellone pesante, con pesi vivi alla vendita intorno a 600-700 kg. Questa tipologia di sistema è prettamente osservabile nell'Italia settentrionale, dove è localizzata la maggior parte degli allevamenti e dei capi, come sopra citato. La seconda tipologia, presente soprattutto nel centro-sud Italia (e in Piemonte in associazione con gli allevamenti di razza Piemontese), è basata su un sistema ciclo chiuso, con l'allevamento di vacche nutrici, sia in stalla sia al pascolo, che partoriscono vitelli destinati ad essere ingrassati in loco o venduti ad allevamenti specializzati per la fase di ingrasso.

Se questa seconda tipologia si presenta come un ciclo chiuso (un allevamento dove gli animali nati in azienda trascorrono tutte le fasi di crescita fino all'ingrasso senza alcuna introduzione di animali da altre aziende esterne), la prima si caratterizza come un sistema a ciclo aperto. Nei sistemi a ciclo aperto, ogni azienda si specializza in una determinata fase del ciclo di vita dell'animale. Le aziende di ingrasso presenti nella Pianura Padana acquistano capi giovani (ristalli, maschi o femmine) da allevamenti di vacche nutrici ed eseguono un ciclo di ingrasso al fine di portare gli animali al peso vivo di macellazione richiesto dal mercato. Questo, se permette una migliore specializzazione, dall'altra comporta un maggior rischio di instaurazione di malattie o l'ingresso di patogeni dagli animali esterni che vengono portati in azienda.

La maggior parte dei ristalli ha origine estera, in primis dalla Francia (80%), da dove arrivano soprattutto capi di razza Charolais o Limousine, mentre la quota di capi di origine italiana è molto minoritaria (ISMEA, 2022). Questo sistema, che ha permesso alle aziende di ingrasso di specializzarsi e sfruttare economie di scala per diventare più efficienti a livello produttivo ed economico, comporta che l'Italia non sia un Paese autosufficiente nella fornitura di carne bovina al consumatore. Infatti, nel 2020 il grado di autoapprovvigionamento era del 47,8%, e a calare nel 2022 risulta del 42,5%. (ISMEA, 2022). In aggiunta, il costo del ristallo è un elemento

economico di prima importanza, costituente oggi giorno una quota principale del costo di produzione insieme al costo dell'alimentazione (Figura 2).

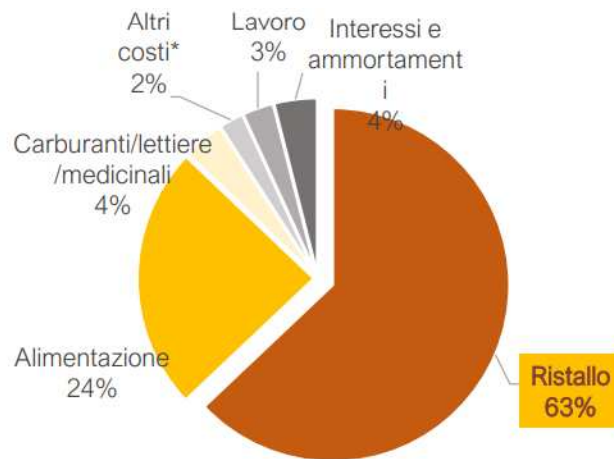


Figura 2: Struttura dei costi di produzione in un allevamento (Ismea, 2022)

Questi dati ci dimostrano che la filiera della carne in Italia deve affrontare diverse problematiche: diminuire l'importo di carne e di capi in modo da aumentare il grado di autoapprovvigionamento, abbassando i costi e aumentando i guadagni degli allevatori.

Le aziende di ingrasso dei bovini da carne presentano oggi grandi dimensioni (500-5000 capi), con capi allevati in box a stabulazione libera (10-30 capi / box) e su pavimentazione o a grigliato (provvisto di vasche di raccolta per le deiezioni) o su lettiera. Oltre alle razze Charolais e Limousine, sono allevati capi derivanti da incroci di diverse razze francesi o irlandesi, e in minore quota incroci con la razza Bianca Blu del Belgio, razza caratterizzata da un grande sviluppo muscolare ed elevata resa al macello. (Sturaro)

1.2 Certificazione per il biologico nel bovino da carne

Un prodotto, indipendentemente dalla sua origine (animale o vegetale), per essere classificato come Biologico deve provenire da un'azienda che ne possiede la certificazione. Per ottenere il permesso di vendere prodotti biologici bisogna prima

sottoporsi ad una procedura per essere ammessi al sistema di controllo e successivamente ad un periodo di conversione aziendale.

Si inizia con l'iscrizione al sistema di controllo, scegliendo un organismo di controllo (Odc) da un elenco degli Odc autorizzati dal Ministero delle Politiche Agricole, Alimentari e Forestali. Entro 60 giorni l'operatore viene contattato per accordarsi per una prima visita aziendale per verificare tutte le documentazioni necessarie per lo svolgimento dell'attività agricola e poi viene fatto un inquadramento generale dell'azienda, evidenziando eventuali problematiche e soluzioni da adottare. Al termine della visita vengono consegnati all'operatore i Registri Aziendali che comprendono: il Registro colturale, il Registro delle materie prime e il Registro delle vendite. (SINAB).

In seguito alla visita dell'Odc e raggiunta l'idoneità per essere ammessi al sistema di controllo, si passa alla fase di conversione.

Dalla data di inizio, dopo 12 mesi le produzioni possono essere denominate "prodotto in conversione all'agricoltura biologica" fino a quando il tempo di conversione non è terminato, nel quale diventerà "prodotto biologico".

Il periodo di conversione non è uguale per tutti ma si differenzia in base al tipo di produzione. Le produzioni vegetali hanno 2 differenze: nel caso di colture annuali e pascoli la conversione dura 2 anni dal momento di semina mentre per le colture perenni necessitano 3 anni. (SINAB)

Per quanto riguarda la produzione animale la conversione inizia subito dopo la conversione dei terreni (2 anni) e varia per tipologia di animale allevato. (Figura 3)

Categoria di animali	Tipo di produzione	Durata della conversione
Equini e bovini	Carne	12 mesi ed almeno $\frac{3}{4}$ della vita dell'allevamento in biologico
	Latte	6 mesi
Ovini e caprini	Carne e latte	6 mesi
Maiali	Carne	Da 6 a 12 mesi
Volatili	Uova	Da 6 a 12 mesi
	Carne	Da 6 a 12 mesi
Api	Prodotti dell'alveare	1 anno

Figura 3: Tempi di conversione del bestiame (SINAB)

Al termine del periodo di conversione, all'azienda viene riconosciuta la certificazione di produzione biologica. Per il mantenimento del titolo l'azienda dovrà superare i controlli che verranno effettuati dall'Odc per assicurarsi che vengano sempre rispettate tutte le normative specifiche del biologico.

Il Italia, nel 2022 c'è stato un importante aumento della superficie agricola util(SAU) biologica del +7,5% raggiungendo i 2,3 milioni di ettari; ma soprattutto vi è stato un incremento nel numero di aziende certificate biologiche, confermando l'Italia come il paese con il numero più elevato di aziende certificate, con un totale di 83 mila (SINAB, 2022)

	2020	2021	2022	Variazione % 2022/2021
Bovini	397.187	409.332	452.320	10,5
Caprini	105.109	99.580	106.857	7,3
Ovini	627.747	579.895	571.540	-1,4
Suini	58.263	58.536	65.590	12,1
Avicoli*	4.364.477	5.264.161	6.151.325	16,9

Figura 4: Zootecnica biologica in Italia 2020-2022

In linea con l'andamento nazionale, anche il comparto zootecnico è in continua crescita. Dei 452 mila bovini totali, circa 160 mila sono bovini da carne. Il mercato del bovino da carne bio in Italia produce 8 mila tonnellate di carne per un valore stimato di 160 milioni di euro. (SINAB, 2021) (Figura 4).

Gli allevamenti presenti sul territorio nazionale sono circa 5 mila e prevalentemente realtà piccole (circa 20-22 capi/azienda) ma non mancano gli allevamenti di grandi dimensioni. La fascia intermedia è praticamente assente perché fa fatica a soddisfare le richieste della grande distribuzione ma allo stesso tempo in caso di vendita diretta del prodotto ha maggiori difficoltà a vendere la totalità della carne. Le modalità di allevamento rispetto alle aziende che seguono il modello convenzionale sono diverse: la maggior parte delle aziende segue un metodo a ciclo chiuso tramite la linea vacca-vitello oppure con fecondazione artificiale per evitare problemi di consanguineità ma dovendo acquistare capi esternamente.

La parte restante delle aziende invece importa i vitelli da allevamenti esterni e li cresce fino a macellazione. In un sistema di allevamento tradizionale non rappresenta un problema ma nel settore biologico è piuttosto difficile trovare vitelli

da ristallo, quindi si ricorrere all'importo da paesi esteri come la Francia. Inoltre, bisogna considerare un'alta criticità collegata ai grandi allevamenti biologici ovvero la grande richiesta di terreni proporzionata al numero di capi allevati. Questo comporta grandi richieste di materie prime e mangimi molto costosi che faticano ad essere ripagati con i prezzi di vendita che non rispecchiano a pieno il valore del prodotto finale. (ISMEA, 2022)

1.3 Relazioni tra sistemi di produzione del bovino da carne e agroecosistemi

In una realtà in cui vi è sempre una maggiore richiesta di prodotti di origine animale causata dall'aumento della popolazione mondiale, è sempre più oggetto di discussione il tema dell'impatto ambientale del settore agricolo. Negli ultimi anni, maggiore attenzione è sorta intorno alle emissioni antropiche di gas ad effetto serra (sostanze che in atmosfera comportano un aumento della capacità della stessa atmosfera di trattenere parte della radiazione infrarossa emessa dalla superficie terrestre verso lo spazio, determinando quindi un aumento della temperatura media del nostro pianeta).

In questo ambito, l'organizzazione delle Nazioni Unite per l'agricoltura e l'alimentazione (FAO) ha stimato che il settore zootecnico è responsabile del 15% del totale annuo di emissioni di gas serra di origine antropica. In particolare, i bovini rappresentano il 62% delle emissioni, con 3,8 Gt di CO₂-equivalenti, costituendo quindi il principale contribuente del settore, mentre le altre specie di animali da reddito presentano contributi minori (suini (14%), polli (9%), bufalini (8%) e piccoli ruminanti (7%) (FAO, 2022).

Per quanto concerne l'allevamento, sono 3 i principali gas monitorati: anidride carbonica (CO₂), metano (CH₄) e protossido di azoto (N₂O).

Le emissioni di CO₂ sono circa il 31% del totale e sono causate in modo significativo dal consumo dei combustibili fossili utilizzati per la produzione e il trasporto dei mangimi, le lavorazioni dei terreni e il consumo energetico, diretto (ventilazione e riscaldamento) e indiretto (costruzione edifici). (Gerber et al. 2013) Il CH₄ invece rappresenta la fetta più grande in termini di inquinamento (54%) (FAO, 2022) La causa di un'elevata presenza di metano è data dalla fermentazione

enterica e dalla gestione delle deiezioni (stoccaggio e spargimento). La fermentazione avviene all'interno del ruminale degli animali; durante questo processo i carboidrati vengono scomposti in molecole semplici producendo come sottoprodotto il metano.

Meno influente è il N₂O, il quale deriva principalmente dalla gestione del letame e liquame che comprende lo stoccaggio e spandimento. In una prima fase iniziale l'azoto viene emesso sotto forma di NH₃ per poi diventare N₂O.

Le quantità di gas serra emessi però varia considerevolmente a seconda dei diversi sistemi di produzione di carne bovina e scelte metodologiche, per esempio l'origine dei vitelli, produzione intensiva o estensiva, la durata della fase dell'ingrasso, sistemi biologici o non biologici, composizione della dieta, specie animali, contesto socioeconomico e di mercato locale o regionale.

In Italia, come in altri diversi paesi occidentali, spesso vi sono diversi sistemi di allevamenti/produzioni rendendo lo studio dell'impatto sull'ambiente più complesso; per quantificare le emissioni totali l'LCA (Life Cycle Assessment) è un metodo ampiamente accettato per valutare l'impatto ambientale di un prodotto durante l'intero ciclo di vita. (Seyyed Hassan Pishgar-Komleh, Alfons Beldman, 2022)

Per l'alimentazione dei bovini vengono destinati 2,5 miliardi di ettari di terreno dei quali la maggior parte (77%) sono prati e pascoli, quindi solo utilizzabili dagli animali (FAO, 2022). La restante parte di terreno è destinata alla produzione di cereali utilizzati per l'alimentazione dei bovini.

Gli allevamenti non sono responsabili solamente di emissioni di gas serra ma possono fornire anche dei servizi ecosistemici positivi ovvero:

- Approvvigionamento, la produzione di alimenti come carne o latte i quali sono prodotti in maggior quantità dai sistemi intensivi;
- regolazione degli ecosistemi attraverso il mantenimento dei pascoli prevenendo eventuali incendi causati da una scarsa manutenzione e limitando l'erosione del terreno;
- servizi culturali tra cui il mantenimento del paesaggio e instaurazione di un rapporto tra persone e animali;

- di supporto comprende il mantenimento di un habitat e l'aumento della biodiversità. (Sturaro, 2023)

Il Life Cycle Assessment (LCA) è una metodologia standardizzata a livello internazionale che valuta gli impatti ambientali associati a tutte le fasi del ciclo di vita di un prodotto o servizio, dall'acquisizione delle materie prime alla produzione, uso e smaltimento finale. La LCA comprende quattro fasi principali: definizione degli obiettivi e del campo di applicazione, analisi dell'inventario, valutazione degli impatti e interpretazione dei risultati. Questo approccio aiuta a identificare e ridurre gli impatti ambientali significativi in ogni fase del ciclo di vita.

1.3.1 Normative ambientali

L'allevamento dei bovini ha ovviamente il fine di produrre carne ma bisogna anche considerare che c'è una grande produzione di deiezioni. Quest'ultime vengono sparse nei terreni in materia solida o liquida con l'ausilio di specifici attrezzi come lo spandiletame per la parte solida e il carro botte per la parte liquida. Gli spandimenti sono consentiti seguendo delle precise normative che delineano le zone e i tempi in cui è permesso effettuare queste lavorazioni.

Nel corso degli anni sono stati firmati diversi documenti internazionali e locali riguardo al tema dell'inquinamento provocato dalle produzioni animali. Tra i più importanti si possono citare: il Protocollo di Kyoto, il Protocollo di Göteborg, NEC (National Emission Ceilings), IPPC (Integrated Pollution, Prevention and Control) e infine la Direttiva nitrati (91/676/CEE).

Il Protocollo di Kyoto è un accordo internazionale a cui hanno aderito oltre 160 paesi a partire dal 7 dicembre 1997. Questo accordo è nato principalmente dall'intenzione collettiva di ridurre le emissioni dei principali gas serra quali anidride carbonica (CO₂), metano (CH₄) e ossido di azoto (N₂O). L'obiettivo prefissato è la riduzione delle emissioni del 5% entro il 2012. Riguardo il settore agricolo l'idea per diminuire le emissioni è stata la promozione di un'agricoltura più sostenibile attraverso un'analisi accurata delle possibili soluzioni per poter fermare l'aumento delle temperature causate dai gas serra.

Nel corso degli anni il protocollo è stato aggiornato con nuovi obiettivi da raggiungere fino ad oggi, raggiunta una riduzione media del 18% rispetto ai livelli iniziali registrati nel 1990.

Un altro importante pilastro è il Protocollo di Göteborg (1999). Questo trattato a differenza del precedente, si concentra maggiormente nella riduzione delle emissioni di ammoniaca, zolfo e composti organici volatili i quali potrebbero nuocere alla salute e mettere in pericolo gli ecosistemi naturali grazie all'acidificazione, all'eutrofizzazione o formazione di ozono troposferico. Grazie a questo accordo sono state attuate diverse azioni per poter limitare al massimo l'inquinamento atmosferico di cui il settore agricolo è responsabile, soprattutto nell'accumulo di ammoniaca e l'eutrofizzazione delle acque ovvero l'eccessivo accumulo di nitrati e fosfati.

Anche se il gas serra principale da ridurre resta l'anidride carbonica, per la sua capacità di restare in atmosfera a lungo, la riduzione degli inquinanti che hanno poca persistenza è altrettanto importante per impedire l'innalzamento medio della temperatura terrestre, processo che è irreversibile (Consiglio EU, 2016). Infine è stato recepito il diritto dell'UE principalmente con la direttiva NEC (National Emission Ceilings) del 2001.

L'IPPC (Integrated Pollution, Prevention and Control) invece mira alla diminuzione dell'inquinamento provocato dall'industria e dall'agricoltura attraverso un sistema di autorizzazioni. Queste permettono di regolamentare maggiormente le aziende dei principali settori facendo in modo che seguano i requisiti previsti dall'IPCC quali: misure preventive contro l'inquinamento, utilizzo efficiente dell'energia, smaltimento corretto dei rifiuti.

Infine, la Direttiva nitrati (91/676/CEE) ha lo scopo di regolamentare lo spandimento degli effluenti zootecnici in determinate zone denominate "zone vulnerabili" ovvero delle aree che sono a rischio ambientale. In Europa l'81% delle immissioni di azoto nei sistemi acquatici e l'87% delle emissioni di ammoniaca provengono dall'allevamento animale. Secondo la Regione Veneto ricoprono una superficie totale di 475 mila ettari. Secondo la direttiva è previsto un limite di apporto di 170 kg/ha di azoto per salvaguardare le acque sotterranee dall'inquinamento dai nitrati di origine agricola. (Regione Veneto, 2023)

Per lo spandimento delle deiezioni animali è stato creato un programma d'azione che delinea le modalità d'uso degli effluenti nelle zone vulnerabili e non. (Figura 5)

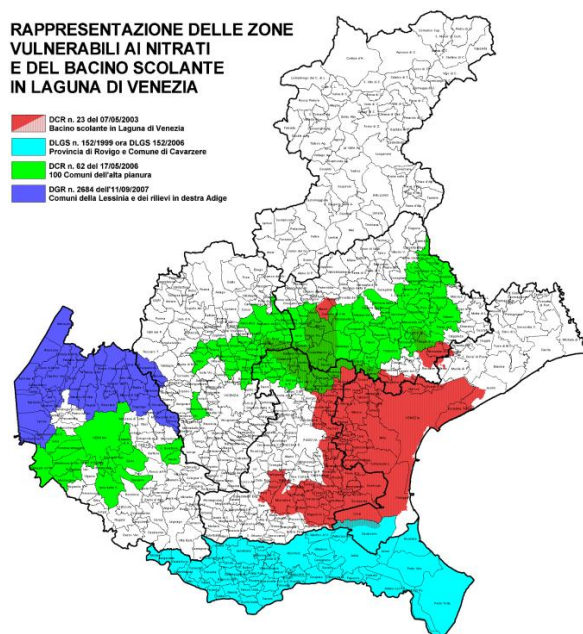


Figura 5: Zone vulnerabili ai nitrati Regione Veneto

1.3.2 Impronta ecologica negli allevamenti bovini: convenzionale vs biologico

Il periodo storico che stiamo vivendo ci obbliga a fare delle riflessioni sull'inquinamento del nostro pianeta che a causa dell'uomo ormai ha subito delle alterazioni a cui non possiamo più trovare una soluzione. Per questo negli ultimi anni sono state condotte ricerche e studi per comprendere le cause principali del surriscaldamento terrestre.

L'agricoltura ovviamente è in parte responsabile ma bisogna approfondire la tematica per capire cosa si può fare concretamente per limitare i danni.

Per quanto riguarda il settore dell'allevamento di bovini da carne sono stati messi a confronto i diversi sistemi di allevamento e le emissioni prodotte, arrivando al risultato di una produzione di CO₂ che varia da 8,6 kg a 35,2 kg per 1 kg di carne prodotta. Questa enorme differenza di CO₂ prodotta è causata da diversi fattori che sono stati presi in considerazione e analizzati singolarmente: razza, sistema di allevamento (intensivo o estensivo), composizione della dieta, regime di

allevamento (biologico o convenzionale) (De Vries et al., 2015; Bragaglio et al., 2018).

La scelta della razza deve esser fatta in base al prodotto che l'allevatore vuole ottenere; per questo grazie al miglioramento genetico sono state perfezionate le razze in base al tipo di produzione: latte, carne o duplice attitudine. Se il prodotto finale è latte viene scelta una razza selezionata per alte produzioni di latte come la Frisona Italiana mentre se il prodotto finale voluto è la carne, la scelta della razza dovrà ricadere su un animale che ha un accrescimento elevato come la razza Charolais.

La composizione della dieta può influenzare particolarmente le emissioni di metano: infatti in base al tipo di alimentazione che viene somministrata ai bovini la quantità di emissioni emesse varia, per via delle fermentazioni enteriche degli animali. La dieta può essere a base di foraggio o a base di concentrati: una dieta ricca di concentrati produce meno CH₄ mentre una dieta a base di foraggi ne produce una quantità maggiore perché durante la digestione dei concentrati viene prodotta una minor quantità di metano enterico. (Casey e Holden, 2006b; Nguyen et al, 2010; Mogensen et al., 2015)

Il sistema di allevamento si differenzia tra l'estensivo, il quale è quello più utilizzato per le aziende collocate in montagna, dove gli animali si alimentano esclusivamente dell'erba che trovano al pascolo, e l'intensivo, che è il modello più utilizzato in pianura, dai grandi allevamenti, dove la razione è principalmente formata da concentrati e in minima parte da foraggi. Per poter ottimizzare le emissioni emesse nel sistema intensivo è importante rendere l'allevamento il più efficiente possibile tramite l'utilizzo di incroci che hanno alte performance produttive, l'aggiunta di additivi nei mangimi che modificano la digestione enterica diminuendo del 30% le emissioni di metano e un'ottimizzazione dell'uso del letame. (Luo et al., 2015; Buratti et al., 2017). Quest'ultimo può essere separato dalla parte liquida e caricato in impianti che usano il biometano emesso dal letame, biometano che può contribuire a mitigare le emissioni essendo compatibile con l'immissione nella rete (evitando l'immissione di metano di origine fossile) e creando anche un introito economico oltre a rendere più green l'intero sistema.

Nell'allevamento estensivo invece è di grande importanza la produttività e l'età dei pascoli per la riduzione delle emissioni. (Picasso et al. 2014) Inoltre un'altra distinzione di rilievo è la permanenza del pascolo oppure se è solo temporaneo; un pascolo permanente riesce a fissare fino a 570 kg di C mentre un pascolo temporaneo si ferma a 70 kg di C per ettaro/anno. (McConkey et al., 2019)

Per aumentare la produttività di un pascolo possono essere aggiunte tra le specie presenti delle leguminose foraggere in modo da aumentare la quantità di proteina che l'animale assume ed eliminare eventuali concimazioni, rendendo così sempre più efficiente il sistema. Da considerare anche una pianificazione tramite la creazione di un piano di pascolamento per ridurre al minimo sprechi attraverso una tecnica di pascolamento confinato in zone: consiste nella divisione del pascolo in diverse zone di pascolamento e ogni volta che viene terminata una zona gli animali vengono spostati sulla successiva. In questo modo riduciamo lo spreco di foraggio che ci sarebbe senza il confinamento causato da un maggior calpestamento e una maggior selezione da parte dell'animale e permette all'allevatore di avere sempre erba fresca senza correre il rischio che le piante inizino a maturare o lignificare causando perdita di proteina.

Infine, per quanto concerne il regime di allevamento, tra il modello biologico e quello convenzionale ci sono fattori da considerare. Un'azienda biologica deve sottostare ad alcune regole per poter definirsi tale, e le principali che la differiscono da un'azienda convenzionale sono: l'alimentazione degli animali, la quale deve essere composta solo ed esclusivamente da prodotti certificati biologici, i quali possono essere acquistati esternamente o autoprodotti in azienda. Nel caso in cui vengono usati prodotti aziendali, i terreni dove sono stati prodotti devono prima trascorrere un periodo di conversione che ha durata di 3 anni e che permette il passaggio da convenzionale a biologico e l'assenza di fertilizzanti sintetici e pesticidi per i trattamenti del terreno. L'altra grande differenza dal modello convenzionale è la proibizione dell'utilizzo di trattamenti antibiotici per la cura degli animali perché il modello biologico punta sempre più a raggiungere il massimo benessere dell'animale e della terra con il minor utilizzo di sostanze che non sono di origine naturale.

In termini di emissioni invece bisogna analizzare nello specifico i due sistemi di produzione. Generalmente, il modello biologico dovrebbe inquinare meno del convenzionale dato che non sono permessi trattamenti sul terreno, che si traducono in minor CO₂ emessa in atmosfera ma l'alimentazione dei bovini allevati in regime biologico solitamente predilige una dieta basata su foraggi, la quale come detto in precedenza comporta una maggiore produzione di metano enterico rispetto a una dieta a base di concentrati, la quale è la più utilizzata nelle aziende convenzionale che adottano il modello di allevamento intensivo. (Casey and Holden 2006a; Thomassen et al. 2008b; De Vries et al. 2015; Buratti et al. 2017)

CAPITOLO 2: Scopo della tesi

Lo scopo di questo elaborato è valutare attraverso l'uso del metodo LCA (Life Cycle Assessment) le emissioni di gas a effetto serra prodotte dai bovini da carne allevati al pascolo in un'azienda agricola biologica del vicentino mettendole a confronto con le emissioni prodotte dall'animale allevato in modo tradizionale in stalla.

CAPITOLO 3: Materiale e metodi

3.1 Descrizione del caso studio

La società agricola Juvenilia alleva bovini che sono suddivisi in base all'indirizzo di produzione. La parte riguardante i bovini da latte è la più importante in quanto è la principale fonte di guadagno per l'azienda mentre il settore della produzione della carne è secondaria.

In azienda sono mediamente presenti 70 vacche in lattazione e altrettanti animali per la rimonta che rappresenta i capi che vengono allevati per la sostituzione delle vacche di fine carriera che verranno vendute dalla stalla verso il macello. Questo permette di avere durante tutto l'anno sempre un numero costante di vacche in lattazione senza subire cali di produzione che potrebbero gravare in maniera significativa sull'economia dell'azienda agricola

La rimonta è composta da: vitelli, manzette e manze. I vitelli hanno un'età compresa tra 0 a 6 mesi, le manzette tra 6 e 12 mesi, le manze tra 12 mesi fino al momento del parto in cui diventeranno vacche le quali partorendo 1 volta all'anno danno vita a 70 o più (in caso di parto gemellare) vitelli/e.



Figura 6: Vitelli al pascolo

Le

vitelle nate da vacche da latte sono mantenute in azienda per la rimonta interna,

mentre i vitelli maschi di razza da latte vengono venduti ad un commerciante di bestiame all'età di 30 giorni. Circa i vitelli di razza da carne, questi sono tenuti tutti in azienda per l'allevamento ai fini di ingrasso.



Figura 7: Vitellini

Le vacche in asciutta, quindi animali con almeno 1 lattazione eseguita, sono allevate separatamente a partire dal settimo mese di gravidanza, in una stalla a loro dedicata. In questi 2 mesi finali di gravidanza non vengono più spostate, non vengono più munte e si riposano in attesa del parto per iniziare una nuova lattazione. (Figura 9)



Figura 8: Vacche in asciutta

Per quanto riguarda la parte di mandria aziendale dedicata alla produzione di carne bovina, l'organizzazione aziendale prevede che:, dopo il periodo di svezzamento che dura circa 60 giorni, i vitelli vengano spostati nella stalla d'ingrasso. Qui possono essere alimentati in modo diversi. Nel primo periodo sono alimentati con una razione a secco (Figura 10) o con l'erba che trovano nel recinto esterno, e partire dai 7-8 mesi possono essere spostati al pascolo, dove si alimentano esclusivamente ad erba. (Figura 7)

In azienda le principali razze allevate sono: Piemontese, Garronese, Blu Belga, Wagyu e INRA 95. Tutte queste razze hanno la peculiarità comune di permettere un grande accrescimento di peso dell'animale e un'elevata resa al macello. La Wagyu, a differenza di tutte le precedenti, si presenta abbastanza di dimensioni ridotte e una resa al macello inferiore ma si distingue immediatamente per l'elevatissima qualità della sua carne, considerata la più pregiata al mondo grazie al suo inimitabile gusto e la sua morbidezza.



Figura 9: Vitelloni da carne

3.2 Raccolta dati

La raccolta dei dati è stata eseguita partendo dalla composizione delle diete di tutti gli animali presenti in azienda: tori alimentati in stalla (Tabella 1), manze (Tabella 2), vacche in asciutta (Tabella 3) e vacche in lattazione (Tabella 4).

ALIMENTO	QUANTITA' (Kg)
Fieno	5.0
Paglia	1.0
Farina di mais	1.8
Farina di favino	1.5
Kg totali, Tal Quale	9.3

Tabella 1: Razione tori da carne

ALIMENTO	QUANTITA' (Kg)
Fieno fasciato	6.0
Fieno	3.0
Mangime	1.0
Farina di mais	0.5
Kg Tal Quale	10.5

Tabella 2: Razione manze

ALIMENTO	QUANTITA' (Kg)
Fieno	11
Mangime	1.5
Pastone integrale	1.8
Kg Tal Quale	14.3

Tabella 3: Razione vacche in asciutta

ALIMENTO	QUANTITA' (Kg)
Fieno	1.6
Fieno fasciato	4.2
Erba medica	1.6
Mangime	5.5
Farina di mais	2
Farina di soia	1.6
Pastone integrale	5.5
Acqua	4
Insilato di mais	18
Kg Tal Quale	44

Tabella 4: Razione vacche in lattazione

Successivamente sono stati raccolti i dati dai tecnici dell'ARAV (Associazione Regionale Allevatori Veneto) dei controlli funzionali riguardanti le vacche in lattazione. I derivanti risultati permettono all'allevatore di capire l'andamento generale della mandria e in particolare punti di forza e punti deboli di ogni animale. Nel riepilogo aziendale si possono visionare tutti i parametri qualitativi del latte e le maggiori produttrici, proseguendo con i dati riguardanti l'efficienza delle vacche in termini di lattazioni, longevità dell'animale, età al primo parto e interparto. (Figura 10)

Inoltre sono descritti tutti i dati produttivi, riproduttivi e genetici di ogni singolo animale in modo da evidenziare eventuali problematiche e permettendo all'allevatore di risolverlo nel minor tempo possibile.

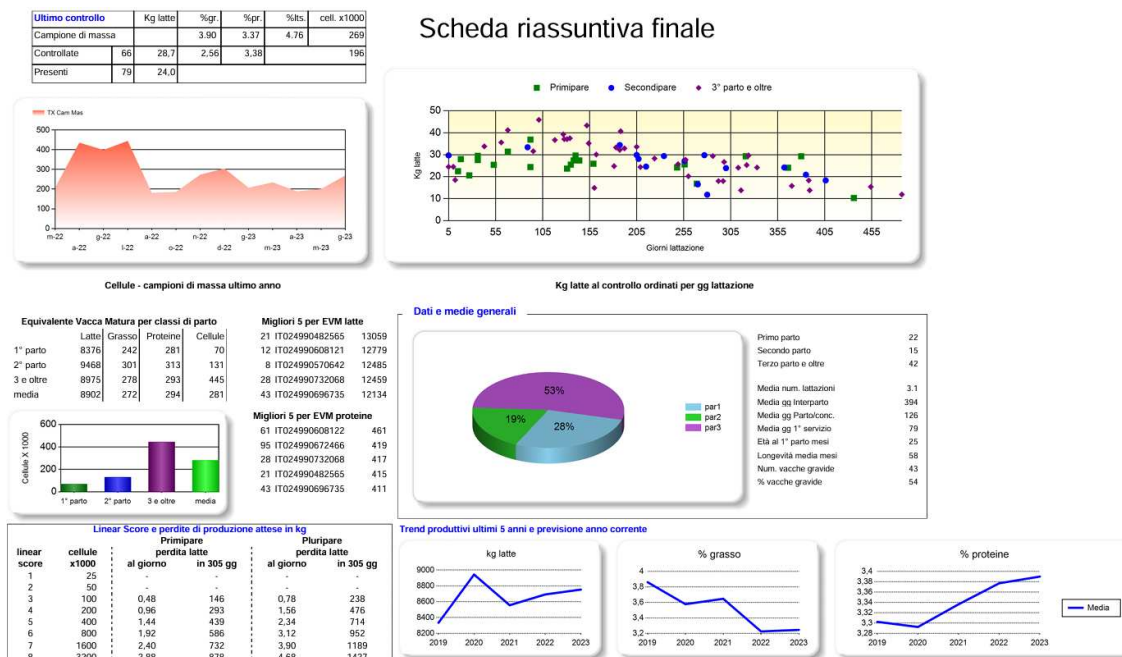


Figura 10: Scheda riassuntiva controllo funzionale

In seguito, sono stati presi in considerazione i dati derivanti dalla documentazione relativa alla gestione dei reflui dalla quale vengono calcolate le dosi specifiche di effluenti zootecnici da distribuire nei terreni bilanciando l'azoto nel terreno in base alla fertilità e al bisogno di quest'ultimo, senza eccedere e provocare così inquinamenti delle falde acquifere.

In conclusione, sono state eseguite le rilevazioni riguardanti i vitelli al pascolo esaminando i seguenti dati:

- data di inizio pascolamento
- data di fine pascolamento
- numero di vitelli,
- peso iniziale della partita di animali
- peso finale pre-macellazione
- consumo medio giornaliero di acqua
- età dei vitelli.

3.3 Analisi dell'impatto ambientale con metodo Life Cycle Assessment (LCA)

I dati precedentemente raccolti sono stati utilizzati per effettuare una analisi con approccio LCA per quantificare l'impatto ambientale associato alle produzioni dell'azienda zootecnica.

In particolare, si sono presi in esame due diversi obiettivi:

1. Una valutazione sull'azienda complessiva, comprensiva della parte dedicata alla produzione di latte bovino e di carne bovina
2. Una valutazione sull'uso del pascolo per l'allevamento degli animali all'ingrasso per la produzione di carne bovina

In coerenza con i punti sopra menzionati, i confini del sistema sono stati posti in modo da considerare gli impatti associati alla gestione degli animali, alla gestione dei reflui aziendali, alla produzione degli alimenti componenti, le razioni somministrate alle diverse tipologie di animali.

La categoria di impatto valutata è stata il potenziale di riscaldamento globale, in particolare legato all'emissione di metano (CH₄), protossido di azoto (N₂O) e anidride carbonica (CO₂). L'unità di misura per tale categoria è kg CO₂-eq, dove i singoli gas sono riportati alla stessa unità della categoria attraverso l'uso dei fattori di conversione pubblicati dall'International Panel on Climate Change (1 kg CH₄ = 28 kg CO₂-eq, 1 kg N₂O = 265 kg CO₂-eq, 1 kg CO₂ = 1 kg CO₂-eq) (Myhre et al., 2013).

L'unità funzionale a cui è stato riferito l'impatto è 1 kg di prodotto uscente dall'azienda. Tale prodotto comprende il latte e il peso vivo degli animali in uscita. La partizione dell'impatto complessivo dell'azienda tra questi due diversi coprodotti è stata fatta sulla base di un'allocazione biofisica (IDF , 2015).

Circa l'analisi focalizzata sugli animali all'ingrasso e la loro alimentazione tramite pascolo, si è considerata la loro intera presenza in azienda, dalla nascita alla vendita. L'impatto associato alla madre e alla parte pre-svezzamento è stato sommato a quello calcolato per la fase dal post-svezzamento fino alla vendita; il suo calcolo è basato sulla ripartizione con allocazione di massa tra i prodotti della madre e quello del vitello destinato all'ingrasso (cioè il peso vivo allo svezzamento).

I dati raccolti in azienda sono stati utilizzati per costruire l'inventario degli input e degli output dell'azienda stessa.

Circa il razionamento degli animali, il somministrato è stato confrontato rispetto all'ingestione stimata (calcolata come rapporto tra fabbisogno in energia netta giornaliera – somma dei fabbisogni di mantenimento, lattazione, crescita e gravidanza – e il contenuto in energia netta di 1 kg di dieta), e il valore risultato maggiore è stato tenuto come valore di ingestione giornaliera. La composizione chimica e il contenuto energetico sono stati calcolati sulla base dei valori dei singoli alimenti (Sauvant et al, 2004; INRA , 2019), pesati in proporzione alla loro inclusione relativa nella razione.

Per ogni categoria animale è stato calcolato il bilancio dell'azoto, con l'azoto escreto calcolato come differenza tra azoto ingerito (ingestione x tenore proteico della dieta / 6.25) e azoto ritenuto nei prodotti (latte: quantità latte x tenore proteico latte / 6.38; accrescimento corporeo: peso vivo guadagnato x tenore in azoto di tale accrescimento). Procedimento e valori di tenore azotato dell'accrescimento sono stati derivati da Ketelaars and Van der Meer (1999) (0.032 vitelli non svezzati; 0.027 sotto i 12 mesi; 0.025 sopra i 12 mesi per le femmine e 0.027 per i maschi).

Riguardo gli alimenti autoprodotti, i dati agronomici di resa, superficie agricola dedicata, tipologia e quantità di fertilizzanti sono stati utilizzati per calcolare l'impatto associato a 1 kg dei singoli alimenti.

Le emissioni di CH₄ originato dalla fermentazione ruminale sono state calcolate sulla base dell'equazione proposta da IPCC (2019), sulla base dell'ingestione in termini di energia lorda, la sua digeribilità e un fattore di conversione (% di energia lorda alimentare persa come CH₄) pari a 6%.

Successivamente, le emissioni di CH₄ e N₂O associate alla gestione dei reflui in azienda (stoccaggio e spandimento) sono state calcolate tramite le equazioni

riportate in IPCC (2019). In particolare, l'emissione di CH₄ si basa sulla quantità di energia rimasta negli alimenti non digeriti e sulla tipologia di sistema di gestione (solido vs liquame), mentre l'emissione di N₂O (in stoccaggio) si basa sulla quantità di azoto escreto da parte degli animali e sulla tipologia di sistema di gestione. L'emissione di N₂O allo spandimento dei fertilizzanti (organici e chimici) nonché dell'apporto delle deiezioni degli animali al pascolo è stata calcolata sempre tramite IPCC (2019), sulla base della quantità di azoto apportata e della sua origine (organica da stoccaggio, chimica o da deiezione al pascolo).

Circa le emissioni associate alla produzione degli input agronomici (fertilizzanti chimici, pesticidi, semi), degli alimenti comprati, dei materiali e delle risorse energetiche, si sono usati i fattori di emissione derivati da Wernet et al. (2016) e Agrofootprint (Blonk Consultant, 2020).

CAPITOLO 4: Risultati e discussione

4.1 Parametri descrittivi dei dati raccolti nell'azienda caso studio

Variabile	unità	valore
Vacche in lattazione	n	65
Vacche in asciutta	n	10
Manze	n	69

Tabella 5: Composizione della mandria per la produzione di latte

La tabella 5 fornisce una panoramica dettagliata delle diverse categorie di bovini presenti nell'azienda. Questa tabella è suddivisa in tre categorie principali che descrivono i gruppi di animali in base alla loro funzione e fase di vita.

La voce vacche in lattazione comprende le 65 vacche che stanno attualmente producendo latte e che vengono munte regolarmente 2 volte al giorno ogni 12 ore. Le vacche in asciutta sono quelle che non producono latte temporaneamente. Questo periodo, denominato periodo di asciutta, solitamente dura circa 60 giorni ed è necessario per permettere all'animale di riposare e prepararsi per il parto e la prossima fase di lattazione. In questo contesto ci sono 10 vacche che non vengono munte e sono in questa fase di riposo.

Le manze sono le giovani femmine che non hanno ancora partorito. Questi animali rappresentano il futuro della mandria, poiché saranno le prossime vacche in lattazione. Ci sono 69 manze nell'azienda, che rappresentano la rimonta aziendale, verranno integrate nel ciclo di produzione di latte una volta che raggiungeranno la maturità e avranno partorito.

Variabile	unità	valore
Produzione latte	kg latte / vacca / anno	8632
Tenore in proteina	%	3.32
Tenore in grasso	%	4.00

Tabella 6: Produzione media di latte e qualità del latte prodotto

La tabella 6 mostra invece il livello produttivo, in termini di latte, ottenuto dall'azienda e i valori di qualità del latte stesso, come tenore proteico e in grasso.

Nell'azienda in esame, ogni vacca ha prodotto mediamente 8632 chilogrammi di latte all'anno. Il tenore in proteina e in grasso di questo latte è risultato pari, in media annuale, a 3.32% per le proteine e 4% per il grasso. Questo significa che, in ogni 100 grammi di latte, 3.32 grammi sono costituiti da proteine e 4 grammi da grasso. Le proteine del latte sono un importante indicatore della qualità nutrizionale del latte e della sua idoneità per la trasformazione in prodotti caseari, il grasso è un altro parametro fondamentale per valutare la qualità del latte, poiché influenza il sapore, la consistenza e la capacità di trasformazione del latte in prodotti lattiero-caseari come il burro. Questi dati sono fondamentali per la valutazione della produttività e della qualità del latte in un allevamento bovino, influenzando decisioni relative alla gestione dell'allevamento e alle strategie di alimentazione degli animali.

Variabile	unità	valore
Tori in stalla	n	21
Tori al pascolo	n	21
Peso vivo iniziale	kg / capo	211
Peso vivo finale	kg / capo	339

Tabella 7: Composizione della mandria al pascolo per la produzione di carne e rilevazione incremento di peso

La tabella 7 fornisce informazioni dettagliate sulla struttura della mandria e sui cambiamenti di peso dei tori destinati alla produzione di carne. La tabella è suddivisa in quattro variabili principali, ciascuna delle quali descrive un aspetto specifico della mandria e del suo incremento ponderale. Le variabili sono espresse in numero di capi (n) e in chilogrammi per capo (kg / capo)

Le prime due variabili rappresentano il numero di capi presenti in azienda: i tori che sono tenuti in stalla sono 21 e non sono al pascolo ma sono comunque parte della mandria destinata alla produzione di carne. Altrettanti sono i tori che sono al pascolo; questi animali sono liberi di muoversi e alimentarsi su terreni erbosi, un metodo spesso utilizzato per favorire un aumento di peso naturale e migliorare la qualità della carne.

Il peso vivo iniziale rappresenta il peso medio di ciascun toro all'inizio del periodo di pascolo. Il peso vivo iniziale di 211 kg per capo indica il peso che ogni toro ha prima di iniziare il periodo di crescita e ingrasso al pascolo.

Il peso vivo finale invece rappresenta il peso medio di ciascun toro alla fine del periodo di pascolo. Il peso vivo finale di 339 kg per capo indica il peso raggiunto da ogni toro dopo il periodo di crescita e ingrasso al pascolo

Dalla rilevazione del peso iniziale e finale degli animali è possibile calcolare l'incremento di peso medio che risulta essere di di 128 kg per capo (339 kg – 211kg), dato utile per valutare l'efficienza del programma di ingrasso e per ottimizzare la produzione di carne.

4.2 Risultati dell'analisi LCA

Potenziale di riscaldamento globale	kg CO₂-eq
Emissioni, per kg latte	1.03
Emissioni, per kg di peso vivo venduto	8.51

Tabella 8: Valori di impatto per kg di prodotto uscito dall'azienda

La tabella 8 mostra i valori di impatto in termini di riscaldamento globale (kg CO₂-eq) per kg di prodotto uscito dall'azienda. L'azienda produce sia latte bovino sia animali ingrassati destinati al macello. Circa la produzione di latte, il valore di emissione ottenuto è stato pari a 1.03 kg CO₂-eq. Tale valore risulta essere relativamente basso, ma comunque nel range osservato per i sistemi produttivi italiani (Battini et al., 2016; Lovarelli et al., 2019; Berton et al., 2023) per la più ampia categoria dei sistemi mondiali ad alta specializzazione produttiva (Gerber et al., 2011; Lorenz et al., 2019).

L'emissione di gas ad effetto serra associata alla produzione degli animali in uscita è risultata pari a 8.51 kg CO₂-eq per kg di peso vivo venduto. Questo valore è significativamente più alto rispetto a quello ottenuto circa la produzione di latte. Questa differenza è spiegata da diversi fattori: la minore efficienza produttiva nell'accrescimento ponderale dei capi rispetto alla produzione di latte (Wilkinson, 2011), alla diversa composizione delle due matrici (carne e latte) (in termini di sostanza secca, la differenza sarebbe minore, essendo quasi il 85-87% del latte composto da acqua). Il valore di emissione ottenuto per kg di peso vivo venduto è in linea con quanto riportata dalla letteratura (De Vries and De Boer, 2010; De Vries

et al., 2015). In particolare, il valore ottenuto risulta relativamente più basso rispetto ai risultati ottenuti dai sistemi bovini da carne basati sulla linea vacca-vitello e successivo ingrasso, come quello ben osservabile nel sistema norditaliano (acquisto di capi da aziende con vacche nutrici in Francia e ingrasso operato in Italia del nord) (Berton et al., 2016). Questo è spiegabile in relazione alla diversa origine dei capi ingrassati, con i capi ingrassati nell'azienda in esame che derivano da vacche che producono latte a uso umano, per cui esiste un importante effetto diluizione dell'impatto complessivo (cioè una buona quota dell'impatto della madre è allocato al latte invece di essere allocato al capo ingrassato).

Questa tabella fornisce una chiara indicazione delle emissioni di gas serra legate a due importanti prodotti dell'azienda agricola, consentendo di comprendere meglio l'impatto ambientale delle diverse attività agricole e di prendere decisioni informate per la gestione sostenibile delle risorse. L'utilizzo della linea vacche da latte per ottenere capi da destinare all'ingrasso e quindi alla produzione di carne bovina può essere una valida strategia da implementare per la riduzione dell'impatto ambientale associato alla produzione bovina.

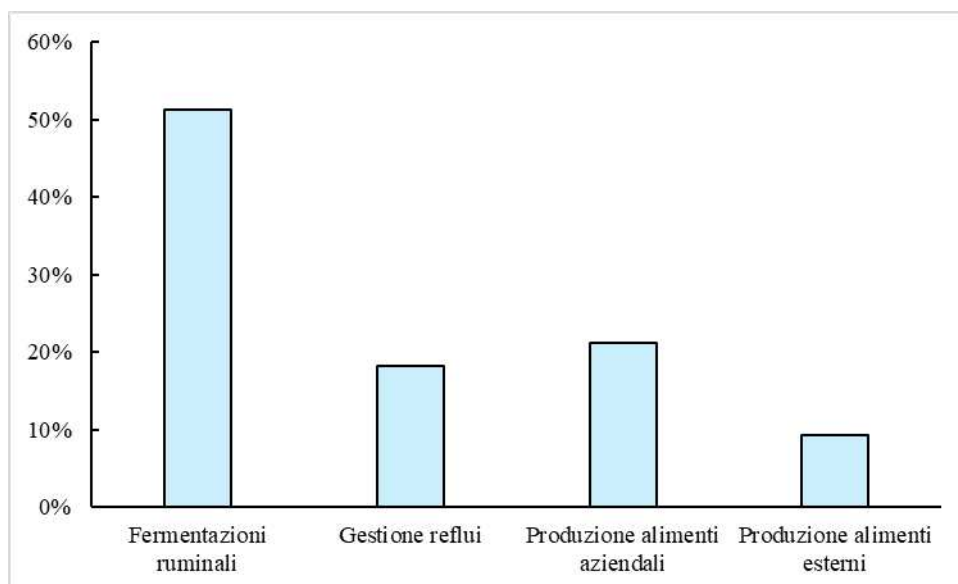


Figura 11: Contributi all'emissioni di gas ad effetto serra da parte delle diverse fasi del processo di ingrasso in azienda

La Figura 11 mostra il contributo relativo delle diverse fonti di emissioni al valore complessivo ottenuto in termini di CO₂-eq emessa dalla produzione aziendale. Le

fermentazioni ruminali rappresentano il maggior contributo alle emissioni di gas serra, superando il 50% del totale. La principale causa è la digestione dei bovini, che attraverso le fermentazioni ruminali producono grandi quantità di metano, il quale rispetto alla CO₂ ha una permanenza in atmosfera molto breve ma la sua forza impattante molto superiore. A seguire la gestione dei reflui, rappresentata dalle operazioni di stoccaggio e spandimento dei reflui zootecnici, risulta meno impattante. In questa fase vengono emessi non solo CH₄ e N₂O, i quali hanno effetti in termini di aumento della capacità dell'atmosfera terrestre di trattenere una quota dell'energia emessa dalla superficie terrestre verso lo spazio, ma anche rilevanti quantità di ammoniaca, che in quantità eccessiva può causare acidificazione del terreno e eutrofizzazione dell'acqua.

La produzione degli alimenti è una importante fonte di emissione di gas ad effetto serra. Suddividendo tra produzione aziendale e acquisti sul mercato esterno, la prima è responsabile di circa il 20% delle emissioni complessive, mentre la seconda di circa il 10%. Sommate, risulta che la produzione degli alimenti è responsabile di circa un terzo delle emissioni complessive associate alla produzione bovina, cosa che mostra quanto sia importante tenere in conto non solo le emissioni dirette degli animali ma anche quelle indirette dovute alla produzione degli input necessari alla produzione per una valutazione ottimale dell'impatto ambientale delle produzioni animali. Come conseguenza, solo una ottimale valutazione consente di poter studiare e poi implementare strategie di riduzione dell'impatto che siano effettive e che interessino le diverse fasi aziendali.

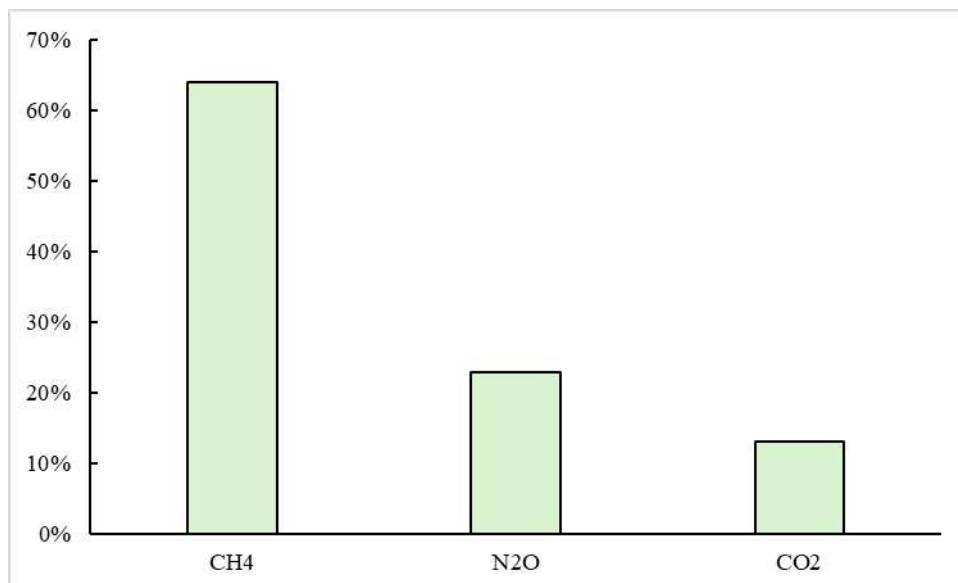


Figura 12: Contributi all'emissioni di gas ad effetto serra (come CO₂-eq) da parte dei singoli gas

Dalla Figura 12 si può affermare che il CH₄ è in assoluto il gas serra maggiormente presente. La causa principale è dovuta alla formazione di questo gas come sottoprodotto ottenuto dalla fermentazione ruminale dei bovini. Circa il gas N₂O anche se presente in quantità molto inferiori rispetto a CH₄ (circa il 20%), è un gas per il quale l'attenzione deve essere alta, dato l'elevato potenziale di inquinamento. Le principali cause di inquinamento di questo gas sono la gestione dei reflui zootecnici e successiva fertilizzazione dei terreni.

Il gas meno emesso risultata essere la CO₂, la cui emissione è legata alla produzione degli alimenti aziendali e di quelli acquistati sul mercato. Anche se la percentuale non è rilevante, è importante ricordare che la CO₂, anche se ha un potenziale di inquinamento basso, ha una permanenza in atmosfera molto elevata. Inoltre, qui non si sono presi in esami quegli input aziendali la cui produzione e successivo utilizzo sono associati all'utilizzo di fonti di energia fossile e quindi all'emissione rilevante di CO₂, come ad esempio il gasolio usato in azienda oppure l'energia elettrica utilizzata in azienda.

Potenziale di riscaldamento globale	kg CO₂-eq / kg peso vivo
Emissione fase al pascolo (211-339 kg peso vivo)	13.78
Emissione da nascita a vendita (0-339 kg peso vivo)	11.96

Tabella 9. Valori di impatto per la categoria riscaldamento globale associati al capo allevato al pascolo fino alla vendita

La tabella 9 fornisce i valori di impatto relativi alla categoria del riscaldamento globale associati alla produzione di capi di bestiame allevati al pascolo, dalla nascita fino alla vendita, misurati in termini di chilogrammi di CO₂ equivalente (kg CO₂-eq) per chilogrammo di peso vivo dell'animale, suddivisi in due fasi.

Durante la fase al pascolo, in cui gli animali all'ingrasso hanno ingerito solo erba e nessuna integrazione in concentrati, l'emissione è risultata pari a circa 13.8 kg CO₂-eq per kg di peso vivo guadagnato, valore che si abbassa a circa 12.0 kg CO₂-eq quando si prende in esame tutto l'arco di presenza dell'animale (dalla nascita alla vendita). Il valore complessivo risulta in linea con la letteratura (de Vries et al., 2015), sebbene il basso peso vivo degli animali alla vendita non permetta una comparazione del tutto corretto. La fase al pascolo risulta dare luogo a un livello di emissioni per kg di peso vivo superiore a quello osservato circa l'ingrasso effettuato in stalla attraverso la somministrazione di razioni ricche in insilati di cereali e di concentrati (Berton et al., 2016). Questo è spiegabile dalla bassa velocità di crescita, per cui per guadagnare lo stesso peso vivo sono necessari più giorni di allevamento (giorni in cui l'animale emette gas come CH₄ e produce reflui che emettono CH₄ e N₂O) e dall'altra dal fatto che diete più energetiche e meno fibrose consentono, fino a un certo livello di inclusione, di aumentare l'efficienza di produzione, riducendo la quantità di alimento necessaria per incrementare il peso vivo di 1 kg (Gallo et al., 2014). Dall'altra parte, l'utilizzo del pascolo consente di dedicare agli animali una risorsa che non è edibile da parte dell'uomo e consentire quindi di trasformare tale risorsa in prodotti utili per l'alimentazione umana. In questo modo è possibile ridurre la competizione nell'uso delle risorse alimentari tra l'uso diretto per l'uomo e l'uso per gli animali di allevamento (Wilkinson, 2011; Wilkinson and Lee, 2018). Tale sfida è importante per aumentare la disponibilità alimentare totale, ma comporta anche la necessità di studiare le relazioni tra diversi aspetti della

sostenibilità, come ad esempio l'emissione di gas ad effetto serra e l'uso efficiente delle risorse alimentari, che può risultare complesso (Berton et al., 2017; Berton et al., 2020; Muscat et al. 2020)

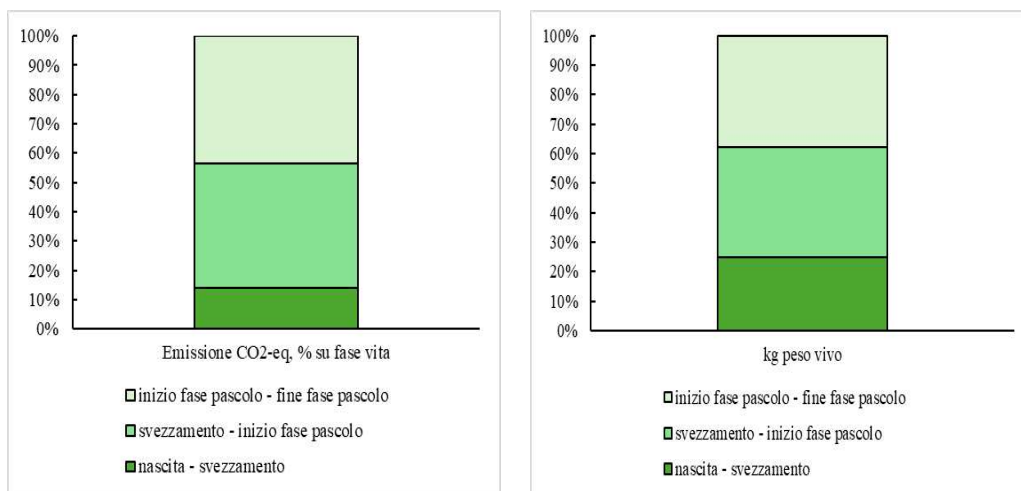


Figura 13. Ripartizione percentuale dell'emissione di gas ad effetto serra lungo il ciclo di vita del capo allevato al pascolo e del peso vivo ottenuto nelle diverse fasi del ciclo di vita

La Figura 13 fornisce una ripartizione percentuale delle emissioni di gas ad effetto serra (GHG) lungo il ciclo di vita di un capo di bestiame allevato al pascolo, nonché la percentuale di peso vivo ottenuto in ciascuna fase del ciclo di vita dell'animale. Questa suddivisione aiuta a comprendere come le emissioni e la crescita del peso vivo dell'animale si distribuiscono nelle diverse fasi di allevamento.

Nella distribuzione delle emissioni la maggior parte delle emissioni di gas serra si verificano durante la fase di ingrasso finale (45%), seguita dalle fasi di svezzamento-ingrasso iniziale (40%) e nascita allo svezzamento (15%). Questo suggerisce che le fasi successive della vita dell'animale sono più intensive in termini di emissioni.

Il grafico di distribuzione del peso vivo dimostra che la crescita dell'animale è più consistente nella fase finale (35%) e intermedia (40%), mentre la fase di nascita-svezzamento risulta la minore in termini di aumento di peso (25%). Questo indica che l'animale guadagna la maggior parte del suo peso durante la fase successiva allo svezzamento.

Questa ripartizione aiuta a identificare le fasi critiche del ciclo di vita dell'animale in termini di impatto ambientale e crescita, permettendo di sviluppare strategie

mirate per ridurre le emissioni di gas serra e migliorare l'efficienza dell'allevamento.

CONCLUSIONE

Per concludere, sebbene la pratica del pascolo non sia ampiamente adottata, essa rappresenta un'opportunità che potremmo sfruttare per ottenere numerosi benefici sia per la nostra azienda che per l'ambiente circostante. In primo luogo, l'utilizzo del pascolo permette di sfruttare una risorsa naturale che non è direttamente edibile per l'uomo. I prati e i campi destinati al pascolo offrono un'alimentazione ideale per il bestiame, trasformando così piante erbacee in carne di qualità e consente di valorizzare terreni che altrimenti resterebbero inutilizzati o destinati a coltivazioni meno sostenibili. Oltre a questo, differenza delle coltivazioni intensive che spesso richiedono lavorazioni frequenti e pesanti, il pascolo mantiene il suolo praticamente intatto. L'assenza di lavorazioni meccaniche riduce significativamente l'erosione e la degradazione del suolo, preservando la sua struttura e fertilità per molti anni. Inoltre, un suolo che non viene alterato costantemente ha un potenziale incredibile per aumentare lo stock di carbonio. Le piante erbacee utilizzate per il pascolo operano come potenti sequestratori di CO₂ atmosferica. Le piante assorbono anidride carbonica dall'atmosfera, immagazzinandola nel suolo sotto forma di carbonio organico, migliorano la qualità del suolo, rendendolo più fertile e produttivo nel lungo periodo. L'adozione del pascolo potrebbe quindi rappresentare un sistema di allevamento alternativo che ci permetterebbe di sfruttare in modo sostenibile una risorsa naturale, preservando il suolo e contribuendo alla lotta contro i cambiamenti climatici attraverso il sequestro della CO₂ atmosferica. In conclusione, sebbene l'uso del pascolo non sia una pratica diffusa nella nostra regione, i benefici ambientali, economici e sostenibili che potrebbe apportare sono da considerare con attenzione.

In conclusione

BIBLIOGRAFIA

- [IDF] International Dairy Federation 2015. Bulletin of the IDF No 479/2015. A Common carbon footprint approach for dairy sector. The IDF guide to standard life cycle assessment methodology. Brussels, Belgium: International Dairy Federation.
- [INRA] Institut de la Recherche Agronomique 2019. INRA feeding system for ruminants. 2nd edition. Wageningen, the Netherlands: Wageningen Academic Publishers.
- Appunti prof. Enrico Sturaro materia Allevamenti e circolarità nell'azienda biologica
- Battini, F., Agostini, A., Tabaglio, V., & Amaducci, S. (2016). Environmental impacts of different dairy farming systems in the Po Valley. *Journal of Cleaner Production*, 112, 91-102
- Berton, M., Agabriel, J., Gallo, L., Lherm, M., Ramanzin, M., & Sturaro, E. (2017). Environmental footprint of the integrated France–Italy beef production system assessed through a multi-indicator approach. *Agricultural Systems*, 155, 33-42.
- Berton, M., Bittante, G., Zendri, F., Ramanzin, M., Schiavon, S., & Sturaro, E. (2020). Environmental impact and efficiency of use of resources of different mountain dairy farming systems. *Agricultural Systems*, 181, 102806
- Berton, M., Cesaro, G., Gallo, L., Pirlo, G., Ramanzin, M., Tagliapietra, F., & Sturaro, E. (2016). Environmental impact of a cereal-based intensive beef fattening system according to a partial Life Cycle Assessment approach. *Livestock Science*, 190, 81-88.
- Berton, M., Sturaro, E., Schiavon, S., Cecchinato, A., & Gallo, L. (2023). Management factors affecting the environmental impact of cereal-based dairy farms. *Italian Journal of Animal Science*, 22(1), 497-512.
- Blonk Consultant 2020. Agri-Footprint – Part 2 – description of data – version D1.0. The Netherlands: Gouda

- Comparing environmental impacts of beef production systems: A review of life cycle assessments M. de Vries, C.E. van Middelaar n, I.J.M. de Boer 2015
- De Vries, M., & de Boer, I. J. (2010). Comparing environmental impacts for livestock products: A review of life cycle assessments. *Livestock science*, 128(1-3), 1-11.
- Different systems, Andrea Bragaglio a, Fabio Napolitano a , Corrado
- Environmental impacts of Italian beef production: A comparison between
- Gerber, P., Vellinga, T., Opio, C., Steinfeld, H., 2011. Productivity gains and greenhouse gas emissions intensity in dairy systems. *Livest.*
- Intergovernmental Panel on Climate Change 2019. Guidelines for national greenhouse gas inventories - Volume 4: Agriculture, Forestry and Other land Use – Refinement to the 2006 IPCC guidelines for national greenhouse gas inventories. Geneva, Switzerland: IPCC.
- Ketelaars JJMH, Van der Meer HG. 1999. Establishment of Criteria for the Assessment of the Nitrogen Content of Animal Manures. Report 14. Final report to ERM. Wageningen, the Netherlands: Plant Research International.
- Literature review of beef production systems in Europe, Seyyed Hassan
- Lorenz, H., Reinsch, T., Hess, S., & Taube, F. (2019). Is low-input dairy farming more climate friendly? A meta-analysis of the carbon footprints of different production systems. *Journal of cleaner production*, 211, 161-170
- Lovarelli D, Bava L, Zucali M, D'Imporzano G, Adani F, Tamburini A, Sandrucci A. 2019. Improvements to dairy farms for environmental sustainability in Grana Padano and Parmigiano Reggiano production systems. *Ital. J. Anim. Sci.* 18(1):1035-1048.
- Maria Serrapica a , Ada Braghieri a, 2017
- Muscat, A., De Olde, E. M., de Boer, I. J., & Ripoll-Bosch, R. (2020). The battle for biomass: a systematic review of food-feed-fuel competition. *Global Food Security*, 25, 100330.
- Myhre, G., Shindell, D., Bréon, F.M., Collins, W., Fuglestedt, J., Huang, J., Koch, D., Lamarque, J.F., Lee, D., Mendoza, B., Nakajima, T., Robock, A., Stephens, G., Takemura, M.,

Zhang,H.,2013.Anthropogenicandnaturalradiativeforcing.In: Stocker, T.F., Qin, D., Plattner, G.K., Tignor, M., Allen, S.K., Boschung, J., Nauels, A., Xia, Y., Bex, V., Midgley, P.M. (Eds.), *Climate Change2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I To The Fifth Assessment Report of The Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

- Pacelli a, Giacomo Pirlo b , Emilio Sabia c , Francesco Serrapica a
- Pishgar-Komleh, Alfons Beldman. 2022. Wageningen University and Research.
- Produzioni animali, volume B: Allevamento, alimentazione, igiene e salute. Edagricole scolastico Dialma Balasini, Francesca Follis, Franco Tesio.
- Sauvant D. Perez JM, Tran G. 2004. Tables of composition and nutritional value of feed materials: pigs, poultry, cattle, sheep, goats, rabbits, horses, fish. D. Sauvant, J.M. Perez & G.Tran (Eds). Wageningen, the Netherlands: Wageningen Academic Publishers.
- Tackling climate change through livestock: a global assessment of emissions and mitigation opportunities Gerber, P.J., Steinfeld, H., Henderson, B., Mottet, A., Opio, C., Dijkman, J., Falcucci, A. & Tempio, G. 2013. Tackling climate change through livestock – A global assessment of emissions and mitigation opportunities. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Rome.
- Wernet G, Bauer C, Steubing B, Reinhard J, Moreno-Ruiz E, Weidema B. 2016. The ecoinvent database version 3 (part I): overview and methodology. *Int J Life Cycle Assess*.
- Wilkinson, J. M. (2011). Re-defining efficiency of feed use by livestock. *animal*, 5(7), 1014-1022.
- Wilkinson, J. M., & Lee, M. R. F. (2018). Use of human-edible animal feeds by ruminant livestock. *Animal*, 12(8), 1735-1743.

SITOGRAFIA

- <https://www.consilium.europa.eu/>
- <https://www.fao.org/home/en>
- <https://www.ismeamercati.it/carni/carne-bovina>
- <https://www.regione.veneto.it/web/guest>
- <https://www.sinab.it/>
- https://www.vetinfo.it/j6_statistiche/#/report-pbi/1

RINGRAZIAMENTI

A conclusione di questo mio elaborato di tesi desidero ringraziare tutte le persone che mi hanno permesso di arrivare fin qui e di portare a termine questo mio percorso di studi. Innanzitutto desidero ringraziare il professor Sturaro che ha supportato la mia idea di tesi e il dottor Berton per la disponibilità. Un sentito ringraziamento al mio tutor di tirocinio Davide e collaboratori dell'azienda Gianni, Vasco e Vilma, che mi ha dato l'opportunità di svolgere un tirocinio dove mi sono sentito accolto, seguito e gratificato.

Ringrazio i miei genitori e mia sorella Marta per l'aiuto e il supporto concreto nella stesura della tesi. La mia passione per la terra e per la stalla è nata durante l'infanzia nella fattoria dei nonni, grazie alla nonna Luigina e allo zio Flavio e a tutta la grande famiglia. Ringrazio poi tutti gli amici e compagni di studio dell'Università per aver condiviso con me questo traguardo tanto atteso.