

**PROGETTO PILOTA**

**AZIONE 2, OPERAZIONE 16.2.1**

**ETHICOW: allevamento biologico, etico ed economia circolare per una produzione sostenibile del latte.**

**Relazione di avanzamento del progetto**



**Capofila:**

Cooperativa I Tesori della Terra



**Referente dell'attività:**

Fabrizio Oggero

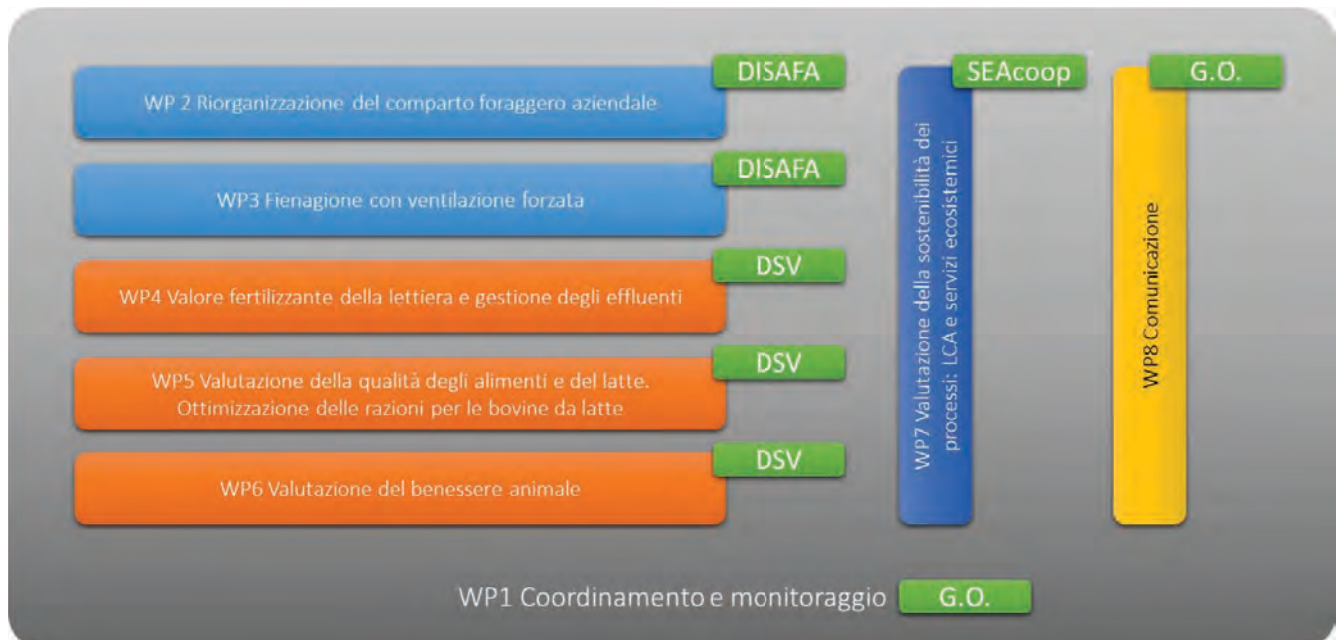


## Indice

<b>SINTESI DELLE FASI DI LAVORO</b>	<b>3</b>
<b>ATTIVITA' 1 - Coordinamento e Monitoraggio</b>	<b>7</b>
<b>ATTIVITA' 2 - Riorganizzazione del comparto foraggero aziendale</b>	<b>8</b>
T2.1 Analisi dei prati stabili esistenti presso le aziende	8
T2.2 Creazione di un nuovo prato stabile con sementi di specie autoctone da prato donatore	9
<b>ATTIVITA' 3 - Fienagione con ventilazione forzata</b>	<b>11</b>
<b>ATTIVITA' 4 - Valore fertilizzante della lettiera e gestione degli effluenti</b>	<b>13</b>
<b>ATTIVITA' 5 - Valutazione della qualità degli alimenti e del latte. Ottimizzazione delle razioni per le bovine da latte</b>	<b>14</b>
<b>ATTIVITA' 6 - Valutazione del benessere animale</b>	<b>15</b>
<b>ATTIVITA' 7 - Valutazione della sostenibilità dei processi: LCA e servizi ecosistemici</b>	<b>16</b>
<b>ATTIVITA' 8 - Comunicazione</b>	<b>17</b>
<b>ALLEGATO 1</b>	<b>18</b>
Attività 2 - Riorganizzazione del comparto foraggero aziendale	19
1. Analisi dei prati stabili esistenti	19
2. Realizzazione di un nuovo prato stabile con specie ed ecotipi autoctoni	20
Attività 3 - Fienagione con ventilazione forzata	27
<b>ALLEGATO 2</b>	<b>39</b>
<b>ATTIVITA' 4 - Valore fertilizzante della lettiera e gestione degli effluenti</b>	<b>40</b>
Monitoraggio della maturazione della lettiera	41
Valutazione del potere ammendante	45
<b>ATTIVITA' 5 - Valutazione della qualità degli alimenti e del latte. Ottimizzazione delle razioni per le bovine da latte</b>	<b>48</b>
Alimenti: campionamento, analisi fisiche e chimiche, analisi statistica dei dati	48
Alimenti: risultati ottenuti	51
Sostanza secca	56
Ceneri e macroelementi	56
Proteina grezza, proteina solubile e proteina associata alle frazioni fibrose	58
Estratto etereo	60
Carboidrati solubili in acqua (WSC)	60
Energia netta di lattazione (NEL)	63
Digeribilità della fibra neutro detersa	64
Latte: produzione, campionamento, analisi chimiche, analisi statistica dei dati	68
Latte: risultati ottenuti	72
Razioni delle bovine e loro modalità di somministrazione	92
Confronto delle razioni con ricorso a fienagione tradizionale e fienagione ventilata	99
Ottimizzazione della razione per bovine da latte	100

ATTIVITA' 6 - Valutazione del benessere animale	104
1. Attività svolta	105
2. Body Condition Score (BCS)	110
3. Fecal Score	112
4. Test di appetibilità	113
5. ClassyFarm	116
<b>ALLEGATO 3</b>	<b>119</b>
<b>LIFE CYCLE ASSESSMENT (LCA)</b>	<b>120</b>
<b>LCA DELLA PRODUZIONE DI LATTE BIOLOGICO</b>	<b>122</b>
Definizione degli obiettivi e del campo di applicazione (Goal and Scope definition)	122
Inventario (Inventory analysis)	124
Valutazione degli impatti ambientali (Impact assessment)	126
Interpretazione dei risultati (Interpretation)	128
Approfondimenti per fasi future della ricerca	129
<b>I SERVIZI ECOSISTEMICI</b>	<b>130</b>
<b>METODOLOGIA DI VALUTAZIONE DEI SE</b>	<b>133</b>
Servizio Ecosistemico Stoccaggio del carbonio	134
Servizio Ecosistemico Biodiversità e qualità degli habitat	136
Servizio Ecosistemico Impollinazione	140
<b>RISULTATI</b>	<b>141</b>
Servizio Ecosistemico Stoccaggio del carbonio	141
Servizio Ecosistemico Biodiversità e qualità degli habitat	142
Servizio Ecosistemico Impollinazione	146
<b>SCHEDE DEI RILIEVI FITOSOCIOLOGICI</b>	<b>148</b>

## SINTESI DELLE FASI DI LAVORO



Il progetto “ETHICOW: allevamento biologico, etico ed economia circolare per una produzione sostenibile del latte” (nel seguito ETHICOW) si è articolato in differenti attività (WP):

### Attività 1 Coordinamento e monitoraggio

L'attività è consistita nell'organizzazione delle riunioni organizzative di concertazione e animazione del G.O. Tali incontri hanno coinvolto tutti i soggetti partner al fine di garantire il coordinamento generale e operativo delle differenti attività. A tale attività hanno contribuito in differente misura tutti i soggetti del G.O. Ai fini operativi, per ragioni logistiche e per ragioni legate alla conoscenza del contesto la maggior parte delle attività è stata condotta da SEAcop e dalla Cooperativa I Tesori della Terra. In questo WP è stata condotta inoltre un'azione di monitoraggio dell'avanzamento tecnico e amministrativo del progetto.

### Attività 2 Riorganizzazione del comparto foraggero aziendale

Questa attività si è articolata in due fasi: (1) analisi dei prati stabili esistenti presso le aziende;

(2) creazione di un nuovo prato stabile con sementi di specie autoctone da prato donatore.

### **Attività 3 Fienagione con ventilazione forzata**

L'attività si è articolata in due fasi: (1) progettazione e installazione presso la sede della Cooperativa I Tesori della Terra un sistema di ventilazione forzata per l'essiccazione del fieno; (2) monitoraggio dei processi di essiccazione e della qualità del foraggio.

### **Attività 4 Valore fertilizzante della lettiera e gestione degli effluenti**

L'attività ha consentito una valutazione della qualità della lettiera della Ecostalla, realizzata tramite impiego di compost, per valutare e monitorare le qualità della stessa e le proprietà chimico-nutrizionali in fase di impiego ammendante negli appezzamenti di terreno.

### **Attività 5 Valutazione della qualità degli alimenti e del latte. Ottimizzazione delle razioni per le bovine da latte**

L'attività è stata condotta al fine di valutare la qualità del latte in funzione del foraggio somministrato, in relazione alla qualità del fieno raccolto dal prato stabile realizzato con sementi da prato donatore e delle razioni somministrate alle bovine. Le informazioni acquisite sono state quindi utilizzate nel corso del progetto per definire la composizione ottimale delle razioni, al fine di garantire una buona qualità del latte.

### **Attività 6 Valutazione del benessere animale**

L'attività è stata condotta al fine di monitorare lo stato di benessere della mandria, valutando le condizioni ambientali (es. lettiera, spazio a disposizione, modalità di gestione) e l'alimentazione. In particolare l'analisi ha considerato i seguenti aspetti: lo stato di salute delle bovine, l'indicatore BCS (body condition score), l'appetibilità delle razioni, il comportamento alimentare, il Fecal/Manure Score e l'Undigested Factor.

### **Attività 7 Valutazione della sostenibilità dei processi - LCA e servizi ecosistemici**

L'attività si è articolata in due ambiti operativi principali: (1) rilevazione in campo degli indicatori utilizzati come proxy del tasso di erogazione dei servizi ecosistemici (sequestro di

carbonio, biodiversità e qualità dell'habitat, impollinazione) da parte del prato stabile realizzato con la WP2; (2) analisi del ciclo di vita (LCA) riferito alla produzione di un litro di latte derivante dal processo produttivo realizzato a partire dalla produzione di foraggio dal prato stabile, raccolta/ventilazione forzata/essiccazione del fieno, gestione della mandria e mungitura con sistema automatizzato.

### WP8 Comunicazione

L'attività è consistita nella produzione di materiale divulgativo pubblicato sul sito web dei partner o nelle bacheche dei Dipartimenti dell'Università di Torino coinvolti. Oltre a queste azioni sono stati organizzati momenti di animazione e sensibilizzazione, come l'organizzazione di parte delle attività di semina a spaglio che ha visto il coinvolgimento della popolazione locale. Infine, i risultati dell'attività di ricerca condotta, così come contributi di attività di ricerca nel settore dell'allevamento di bovine da latte, sono stati presentati nell'ambito di un seminario, quale evento finale del progetto.

Le attività si sono articolate secondo il seguente cronoprogramma.

Attività	2022						2023										
	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set
1. Coordinamento e monitoraggio																	
2. Produzione foraggera																	
3. Fienagione con ventilazione forzata																	
4. Valore fertilizzante della lettiera e gestione degli effluenti																	
5. Valutazione della qualità del foraggio e del latte																	
6. Valutazione del benessere animale																	
7. Valutazione della sostenibilità dei processi: LCA e servizi ecosistemici																	
8. Comunicazione dei risultati																	

Nei paragrafi successivi, per ciascuna attività, viene fornita una descrizione di sintesi delle azioni condotte nell'ambito delle attività del progetto in relazione al cronoprogramma dei lavori. L'analisi dei dati raccolti e dei risultati conseguiti sono riportati nei report specialistici riportati in allegato al presente documento e richiamati nelle differenti sezioni.



## **ATTIVITA' 1 - Coordinamento e Monitoraggio**

L'attività è stata sviluppata da tutti i membri del G.O., con un'intensità di lavoro maggiore per la Cooperativa I Tesori della Terra e SEAcop STP, che hanno organizzato e animato il G.O.

L'attività ha previsto vari momenti di incontro e coordinamento per la progettazione e lo sviluppo delle altre attività di progetto e per la programmazione delle stesse.

Nello specifico sono state previste:

- Riunione di inizio del progetto in data 11/05/2022
- Riunione di coordinamento in data 13/05/2022
- Riunione interna al partner SEAcop STP in data 30/05/2022
- Riunione di coordinamento in data 21/04/2023
- Riunione di coordinamento in data 23/06/2023

Il G.O. si è adoperato alla redazione di una variante di progetto che ha visto modifiche a carico delle analisi del latte e l'adozione della proroga su tutte le attività, compresa il termine del progetto, concessa dalla Regione Piemonte. La variante è stata consegnata in data 25/11/2022 alla quale ha fatto seguito una richiesta di integrazioni, le quali sono state consegnate in data 05/01/2023 e che hanno portato all'ammissibilità della variante, prorogando il termine della candidatura originale dal 30/03/2023 al 30/09/2023.

In data 15/03/2023 è stata redatta una relazione di Stato Avanzamento Lavori per informare la Regione Piemonte sull'aggiornamento delle attività in corso.

I Tesori della Terra hanno avanzato, visto il buon stato di avanzamento del progetto e dei relativi investimenti, una richiesta di anticipo alla Regione Piemonte in data 23/05/2023, rispettando i termini e le condizioni del bando. Questa è stata accettata e saldata nel mese di ottobre 2023.

Nei mesi di ottobre e di novembre sono stati raccolti i vari report tecnici sulle attività ed è stata organizzata la fase di rendicontazione.

## **ATTIVITA' 2 - Riorganizzazione del comparto foraggero aziendale**

La trattazione dei metodi seguiti e dei risultati ottenuti con l'attività sono descritti nella relazione specialistica riportata in Allegato 1.

### **T2.1 Analisi dei prati stabili esistenti presso le aziende**

<b>Partner responsabile dell'attività:</b>	DISAFA - Coordinatore Prof. M. Lonati
<b>Periodo di svolgimento:</b>	maggio 2022 - settembre 2022
<b>Principali azioni svolte:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• esecuzione di rilievi dei prati stabili esistenti al fine di valutare le specie presenti, anche in termini di copertura delle superfici considerate nei rilievi;</li> <li>• definizione dello stato ex-ante della produzione; foraggera sulla base delle informazioni raccolte;</li> <li>• definizione della composizione specifica del prato stabile necessaria all'incremento della qualità del foraggio somministrato alle bovine.</li> </ul>



*Ripresa fotografica dei prati stabili considerati nello studio nella fase precedente agli interventi di ricostituzione del prato stabile.*



## T2.2 Creazione di un nuovo prato stabile con sementi di specie autoctone da prato donatore

<b>Partner responsabile dell'attività:</b>	DISAFA - Coordinatore Prof. M. Lonati
<b>Periodo di svolgimento:</b>	settembre 2022 - agosto 2023
<b>Principali azioni svolte:</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>● individuazione del prato donatore per la raccolta delle sementi di specie autoctone;</li><li>● esame e caratterizzazione delle specie presenti nel prato-donatore;</li><li>● raccolta mediante spazzolatura delle sementi;</li><li>● preparazione del prato stabile con lavorazioni meccaniche atte alla predisposizione del letto di semina;</li><li>● semina spaglio;</li><li>● monitoraggio dell'evoluzione del prato stabile di nuova costituzione.</li></ul>



*Dettaglio delle sementi raccolte dal prato donatore (luglio 2022).*



*Preparazione del letto di semina tramite erpicatura (settembre 2022).*



*Ripresa fotografica del prato stabile effettuata nel mese di luglio 2023.*



### ATTIVITA' 3 - Fienagione con ventilazione forzata

La trattazione dei metodi seguiti e dei risultati ottenuti con l'attività sono descritti nella relazione specialistica riportata in Allegato 1.

<b>Partner responsabile dell'attività:</b>	DISAFA - Coordinatore Prof. G. Lombardi
<b>Periodo di svolgimento:</b>	maggio 2022 - agosto 2023
<b>Principali azioni svolte:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• progettazione del sistema di ventilazione forzata e di essiccazione del foraggio;</li> <li>• installazione e collaudo del sistema di ventilazione ed essiccazione;</li> <li>• verifica del sistema di essiccazione e monitoraggio del processo mediante installazione di sensoristica digitale.</li> </ul>



*Dettaglio della fase di realizzazione della copertura della struttura per l'essiccazione delle rotoballe composta da intercapedine per il riscaldamento mediante irraggiamento solare e da condotte di invio dell'aria riscaldata verso le pompe di distribuzione.*



A



B

*Installazione del sistema di ventilazione forzata. (A) Dettaglio delle pompe di invio dell'aria calda verso il sistema di distribuzione per l'essiccazione delle rotoballe di fieno. (B) Particolare del sistema di distribuzione dell'aria riscaldata in corrispondenza della piattaforma dove vengono collocate le rotoballe di fieno.*



A



B

*(A) Rotoballe posizionate per la fase di essiccazione. (B) Sensore per la rilevazione della temperatura e umidità all'interno della rotoballa.*

## ATTIVITA' 4 - Valore fertilizzante della lettiera e gestione degli effluenti

La trattazione dei metodi seguiti e dei risultati ottenuti con l'attività sono descritti nella relazione specialistica riportata in Allegato 2.

<b>Partner responsabile dell'attività:</b>	DSV - Coordinatrici Dott.ssa M. Renna, Dott.ssa J. Nery
<b>Periodo di svolgimento:</b>	maggio 2022 - agosto 2023
<b>Principali azioni svolte:</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>● monitoraggio delle attività di gestione della lettiera dell'Ecostalla;</li><li>● prelievo di campioni della lettiera e del suolo oggetto di attività di fertilizzazione;</li><li>● analisi dei campioni per la valutazione degli effetti ammendanti e delle caratteristiche del suolo in termini di fertilità, per l'ottimizzazione della gestione della lettiera.</li></ul>

## **ATTIVITA' 5 - Valutazione della qualità degli alimenti e del latte. Ottimizzazione delle razioni per le bovine da latte**

La trattazione dei metodi seguiti e dei risultati ottenuti con l'attività sono descritti nella relazione specialistica riportata in Allegato 2.

<b>Partner responsabile dell'attività:</b>	DSV - Coordinatori Prof.ssa M. Tarantola, Prof. C. Forte
<b>Periodo di svolgimento:</b>	maggio 2022 - agosto 2023
<b>Principali azioni svolte:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● monitoraggio delle attività di gestione e sfalcio del prato stabile;</li> <li>● prelievo e analisi di campioni di erba in campo e di fieno per la valutazione della qualità del foraggio;</li> <li>● prelievo e analisi di campioni di latte per la valutazione della qualità in relazione alle razioni somministrate;</li> <li>● ottimizzazione del processo di gestione del foraggio e di definizione delle razioni.</li> </ul>



*Andanatura successiva allo sfalcio del prato stabile realizzato con sementi autoctone da prato donatore.*



## ATTIVITA' 6 - Valutazione del benessere animale

La trattazione dei metodi seguiti e dei risultati ottenuti con l'attività sono descritti nella relazione specialistica riportata in Allegato 2.

**Partner responsabile dell'attività:**

DSV - Coordinatori Prof.ssa M. Tarantola, Prof. C. Forte

**Periodo di svolgimento:**

maggio 2022 - agosto 2023

**Principali azioni svolte:**

- monitoraggio della mandria;
- valutazione del Body Score Condition (BSC);
- valutazione del Fecal Score;
- determinazione dell'indice Classy Farm;
- valutazione dell'appetibilità dei foraggi.



*Fase di valutazione dell'indicatore Body Score Condition (BSC).*

## ATTIVITA' 7 - Valutazione della sostenibilità dei processi: LCA e servizi ecosistemici

La trattazione dei metodi seguiti e dei risultati ottenuti con l'attività sono descritti nella relazione specialistica riportata in Allegato 3.

<b>Partner responsabile dell'attività:</b>	SEAcop STP - Coordinatore Dott. S. D. Murgese
<b>Periodo di svolgimento:</b>	maggio 2022 - agosto 2023
<b>Principali azioni svolte:</b>	<p><b>Valutazione dei Servizi Ecosistemici</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• individuazione di un set di indicatori come proxy del livello di erogazione dei servizi ecosistemici considerati nello studio;</li> <li>• analisi del suolo del prato sperimentale nella condizione ex-ante ed ex-post rispetto all'intervento di semina e costituzione del prato stabile;</li> <li>• rilievo fitosociologico del prato nelle condizioni ex-ante ed ex-post;</li> <li>• valutazione dei trend di erogazione dei SE in funzione delle condizioni ex-ante ed ex-post del prato stabile.</li> </ul> <p><b>LCA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• definizione del ciclo di produzione riferito alla filiera di produzione associata alla produzione di foraggio dal prato stabile;</li> <li>• raccolta dei dati per l'implementazione del modello di valutazione;</li> <li>• esecuzione della LCA, calibrazione e validazione dei risultati.</li> </ul>



Attività di rilievo in campo. (A) Prelievo di campioni di suolo. (B) Rilievi fitosociologici.

## ATTIVITA' 8 - Comunicazione

**Partner responsabile dell'attività:**

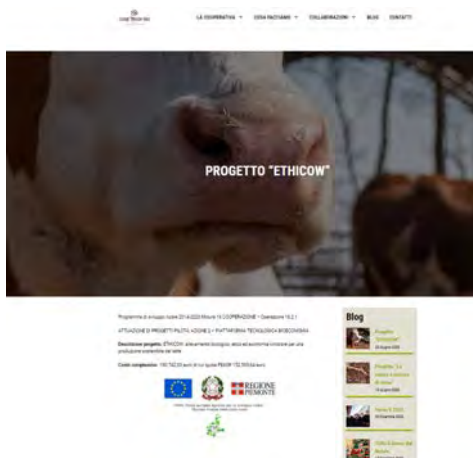
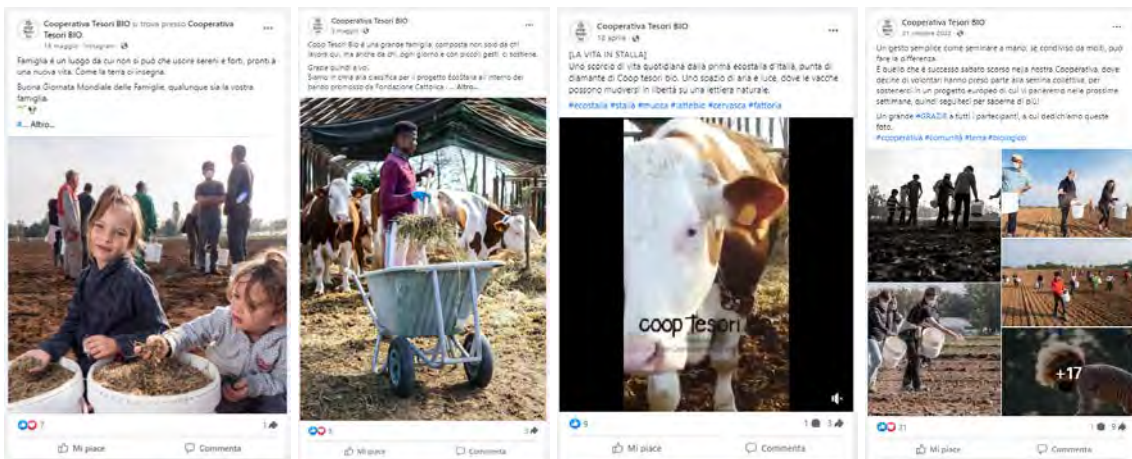
Tutti i membri del G.O.

**Periodo di svolgimento:**

settembre 2022 - settembre 2023

**Principali azioni svolte:**

- predisposizione delle pagine web sui siti dei partner;
- predisposizione dei cartelli da affiggere presso la sede della Cooperativa I Tesori della Terra e presso le bacheche dei Dipartimenti coinvolti;
- informazioni sul progetto ETHICOW sui canali social della Cooperativa I Tesori della Terra;
- organizzazione del seminario di conclusione delle attività;



## ALLEGATO 1

Nel presente allegato sono riportate le relazioni tecnico-specialistiche relative alle seguenti attività:

- ATTIVITA' 2 - Riorganizzazione del comparto foraggero aziendale
- ATTIVITA' 3 - Fienagione con ventilazione forzata

## Attività 2 - Riorganizzazione del comparto foraggero aziendale

L'attività si è articolata in due fasi:

- 1) analisi dei prati stabili esistenti presso le aziende;
- 2) realizzazione di un nuovo prato stabile con specie ed ecotipi autoctoni

### 1. Analisi dei prati stabili esistenti

In prossimità del centro aziendale era presente nel 2022 un prato avvicendato di circa 6 ha di estensione, realizzato qualche anno addietro mediante l'utilizzo di un miscuglio foraggero commerciale a dominanza di erba medica (*Medicago sativa*). Come spesso accade, le cultivar commerciali sono molto produttive, soprattutto durante i primi anni dalla semina, ma poco longeve; pertanto, la composizione vegetazionale del cotico erboso tende a modificarsi nel corso degli anni, peggiorando dal punto di vista di vista della qualità del foraggio producibile. Dai rilievi realizzati nel corso dell'anno 2022, la composizione del prato si presentava non ottimale per la fienagione, con una netta dominanza di dicotiledoni poco adatte alla fienagione in pieno campo (Figura 1). Tali specie sono soggette a uno sbriciolamento crescente all'aumentare della sostanza secca e sono causa di perdite di fienagione tanto più rilevanti, quanto maggiore è il numero dei trattamenti meccanici di rivoltamento, andatura e spandimento, oltre alle perdite che si generano in fase di raccolta. *Taraxacum officinale* era la specie dominante, con coperture che si avvicinavano al 50%; si osservavano anche una importante presenza (maggiore del 10%) di graminee infestanti (macroterme estive), tra cui *Echinochloa crus-galli*, *Digitaria sanguinalis* e *Setaria pumila* (Tabella 1).

In linea con gli obiettivi del progetto, si è pertanto pianificato di riseminare il prato utilizzando semi ed ecotipi di specie autoctone, con l'obiettivo di ricostituire un prato permanente di lunga durata.





Figura 1. Stato del prato nel 2022: si osservano una presenza residuale dell'erba medica, numerose dicotiledoni e graminee infestanti e diverse porzioni di suolo nudo, sito privilegiato per l'insediamento di infestanti macroterme.

Tabella 1. Composizione del prato avvicendato che nell'autunno del 2022 è stato sostituito con una semina, allo scopo di ricostituire un prato permanente di lunga durata (copertura media derivante da rilievi fitosociologici).

Specie	copertura (%)
<i>Taraxacum gr. officinale</i>	47
<i>Medicago sativa</i> L.	32
<i>Trifolium repens</i> L.	7
<i>Echinochloa crus-galli</i> (L.) P.Beauv.	7
<i>Dactylis glomerata</i> L.	3
<i>Digitaria sanguinalis</i> (L.) Scop.	3
<i>Lolium perenne</i> L.	3
<i>Setaria pumila</i> (Poir.) Roem. & Schult.	2

## 2. Realizzazione di un nuovo prato stabile con specie ed ecotipi autoctoni

Tale attività è stata svolta coordinandosi con le attività del progetto Prà da Smens "Realizzazione di filiere corte piemontesi per la raccolta di sementi autoctone in praterie permanenti e loro impiego diretto per la rivegetazione" (PSR 2014-2020, Misura 16, Operazione 16.1.1), del quale il DISAFA è coordinatore. Il prato permanente è stato realizzato

mediante l'impiego di sementi erbacee autoctone a elevata biodiversità, dette 'sementi per la preservazione' (ai sensi della direttiva 2010/60/UE e del D.Lgs. n. 148/2012) o 'sementi autoctone di origine locale' (secondo le 'Misure di conservazione per la tutela della Rete Natura 2000 del Piemonte', DGR 54-7409/14 e modifiche). A tale scopo, dopo approfondite ricerche, è stato individuato un sito donatore di seme, incluso all'interno della Rete Natura 2000 della Regione Piemonte, seguendo il protocollo per la delimitazione e descrizione dei siti donatori definito dal progetto Prà da Smens. Il sito si trova all'interno del comune di Moncalieri, presso la sede delle Vallere del Parco Po piemontese (Figura 2).

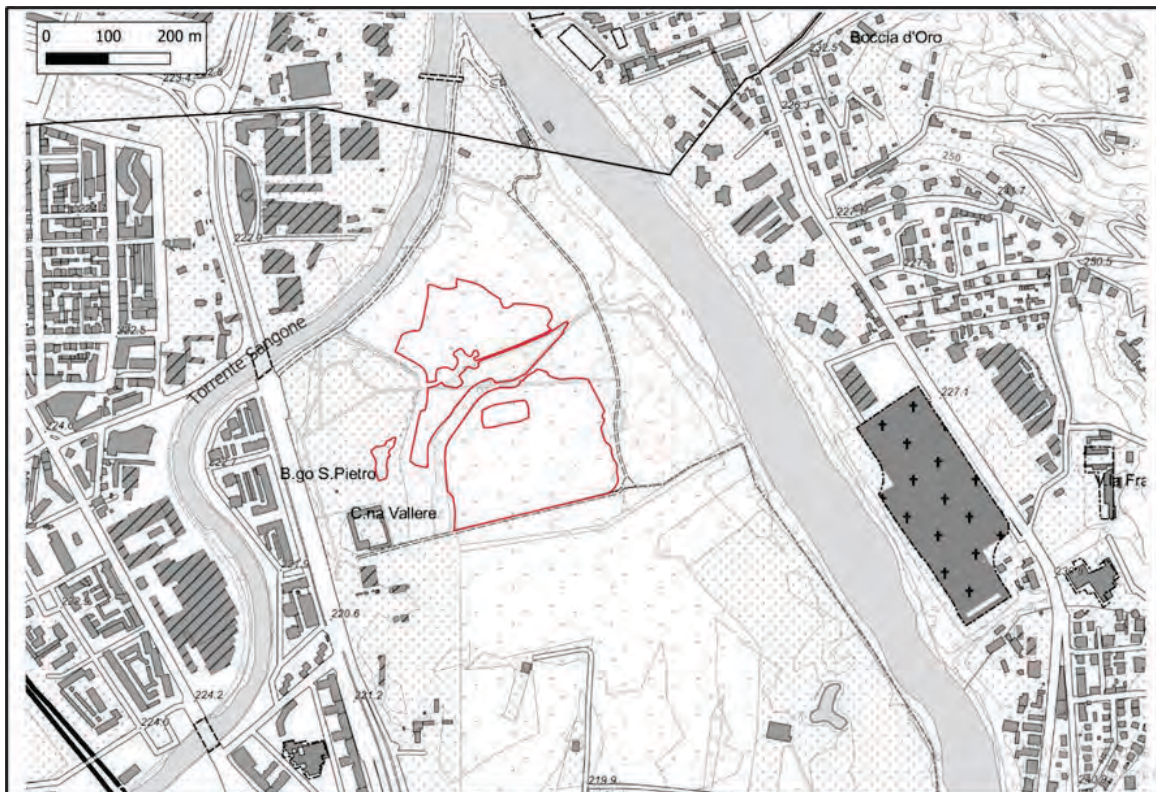


Figura 2. Confini del prato donatore individuato per la raccolta del seme (C.na Vallere, Comune di Moncalieri, TO).

Il sito donatore è gestito dall'azienda agricola De Grandis Giovanni Azienda (i dati descrittivi del sito donatore 'id13' sono consultabili sul portale dei siti donatori della regione Piemonte, al link <https://pradasmens.eu/docs.html>). Il prato donatore individuato rispondeva alle esigenze di progetto: buona qualità del foraggio, potenziale resistenza alla siccità, elevata biodiversità di specie. La composizione media del sito donatore (Tabella 2) evidenzia la

presenza di graminee ottime foraggere, quali *Dactylis glomerata* e *Lolium perenne*, accompagnate da numerose dicotiledoni (*Salvia glutinosa*, *Leucanthemum vulgare*, *Silene vulgaris*, ecc.) indicatrici di prati con una buona diversità vegetale.

Tabella 2. Composizione del prato donatore individuato per la raccolta del seme utilizzato per ricostituire il prato permanente (copertura media derivante da rilievi fitosociologici).

Specie	copertura (%)
<i>Salvia pratensis</i> L.	20
<i>Dactylis glomerata</i> L.	13
<i>Anthoxanthum odoratum</i> L.	10
<i>Arrhenatherum elatius</i> (L.) P.Beauv. ex J.Presl & C.Presl	8
<i>Lolium perenne</i> L.	7
<i>Leucanthemum</i> gr. <i>vulgare</i>	6
<i>Poa trivialis</i> L.	6
<i>Poa angustifolia</i> L.	6
<i>Plantago lanceolata</i> L.	5
<i>Holcus lanatus</i> L.	4
<i>Silene vulgaris</i> (Moench) Garcke	3

Il seme è stato raccolto, previo accordo con l'agricoltore conduttore del prato, nel giugno 2022 mediante una spazzolatrice trainata da trattore (lavoro eseguito dalla Soc. Coop. AgriServizi di Vinovo, TO) (Figura 3A, B, C).





A



B



C

Figura 3. Raccolta del seme dal sito donatore mediante spazzolatrice trainata da trattore (a), materiale spazzolato appena depositato su un telo (b), dettaglio del materiale spazzolato ricco di semi di graminee e dicotiledoni autoctone (c).

Il materiale vegetale spazzolato è stato successivamente trasportato presso l'azienda che ha operato la raccolta, così da essere essiccato all'aria e vagliato; in seguito è stato trasportato a Cervasca per la semina del prato permanente.

Il terreno è stato preventivamente lavorato (aratura ed erpicatura), così da preparare il letto di semina. La semina è stata realizzata il 15 ottobre 2022. A causa della presenza di abbondanti residui secchi (steli e foglie secche) nel materiale raccolto, che rendevano poco agevole l'impiego di una seminatrice tradizionale, la semina è stata realizzata manualmente (Figura 4a, b). La dose di semina è stata attentamente calibrata mediante l'impiego di secchi a volume noto, il cui materiale andava distribuito su strisce di 1 m di larghezza e lunghezza definite dalla dimensione del secchio. Il campo dopo la semina è stato successivamente rullato, in modo da favorire il contatto dei semi al terreno e favorire la germinazione.



Figura 4. Preparazione del letto di semina tramite erpicatura (a), materiale di semina separato in secchi pronto per la semina a spaglio (b)

Poche settimane dopo la semina si è potuta constatare nel campo una buona emergenza di plantule di specie erbacee, indice di una buona riuscita della semina.

Nell'estate 2023 sono stati realizzati alcuni rilievi fitopastorali (transetti di 5 m di lunghezza, 25 calate di osservazione per ciascun transetto), allo scopo di descrivere la composizione del prato permanente e valutare al tempo stesso il valore del foraggio ritraibile dal prato (Tabella 3). Sono state rilevate, come atteso, alcune specie ruderali annuali (*Capsella bursa-pastoris*, *Stellaria media*, *Lamium purpureum*, *Veronica persica*), che si sono sviluppate dalla banca seme presente nel terreno. La presenza abbondante di *Lolium multiflorum* (20% in media), presente con basse percentuali di copertura nel prato donatore, è giustificabile con la rapidità di insediamento di questa specie, considerata una ottima foraggera. *Lolium multiflorum* è specie molto produttiva, soprattutto nei primi due anni dall'insediamento; tuttavia, essendo poco longeva, è ipotizzabile che negli anni a seguire sarà completamente sostituito dalle specie perennanti meno rapide nell'insediamento iniziale e più tipiche dei prati permanenti ad *Arrhenatherum elatius* (in particolare, lo stesso *Arrhenatherum elatius*, *Dactylis glomerata*, *Holcus lanatus*, ecc.).

Tabella 3. Composizione media del prato permanente durante la prima stagione vegetativa successiva alla semina (copertura media derivante da rilievi fitopastorali).

<b>Specie</b>	<b>copertura (%)</b>
<i>Lolium multiflorum</i> Lam.	20
<i>Lolium perenne</i> L.	16
<i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Medik.	13
<i>Stellaria media</i> (L.) Vill.	11
<i>Silene vulgaris</i> (Moench) Garcke	10
<i>Arrhenatherum elatius</i> (L.) P.Beauv. ex J.Presl & C.Presl	8
<i>Dactylis glomerata</i> L.	5
<i>Taraxacum</i> gr. <i>officinale</i>	4
<i>Lamium purpureum</i> L.	3
<i>Veronica persica</i> Poir.	2
<i>Holcus lanatus</i> L.	2

In generale, al termine del progetto si è potuta osservare un'ottima copertura della superficie ripristinata con la miscela per la conservazione e una modesta presenza residuale di specie del prato avvicendato precedente derivanti dalla germinazione di semi presenti nella banca semi. Inoltre, grazie alla presenza di *Lolium multiflorum*, la produzione foraggera è stata elevata, nonostante la giovane età del prato. Le caratteristiche qualitative dei foraggi raccolti ed essiccati sono riportate nel report dell'Attività 5.



### Attività 3 - Fienagione con ventilazione forzata

Al fine della realizzazione di un impianto per l'essiccazione artificiale dell'erba con ventilazione forzata è stata effettuata una ricerca preliminare approfondita sulle diverse soluzioni tecniche oggi disponibili, con l'obiettivo di individuare quella più adatta alle condizioni operative della Cooperativa I Tesori della Terra. Tenuto conto anche dei vincoli derivanti dal disciplinare 'STG - Latte fieno'<sup>1</sup>, nell'effettuazione della scelta sono stati considerati i seguenti criteri:

- agronomici: superficie falciata e quantità di erba fresca prodotta in corrispondenza di ciascun taglio (eventuale pre-taglio, taglio primaverile, secondo taglio estivo, terzo taglio tardo estivo ed eventuali tagli a stagione più avanzata); ordine di taglio delle diverse superfici per valutare la possibilità di effettuare tagli scaglionati nel tempo; tecnologia di taglio (tipo di falciatrice utilizzata, effettuazione del condizionamento); trattamento dell'erba post-taglio (numero medio di rivoltamenti, andanature e spandimenti); tipo di raccolta (fieno sciolto o in rotoballe);
- ambientali: condizioni meteorologiche pregresse e attese in corrispondenza dei diversi tagli (temperature e precipitazioni); portanza dei suoli;
- logistici: presenza in azienda di tutte le attrezzature necessarie al cantiere di fienagione; disponibilità di spazi per la movimentazione della fitomassa raccolta e destinata all'essiccazione artificiale in corrispondenza di ciascun taglio; disponibilità di spazi per lo stoccaggio e il completamento del processo di essiccazione; sistemi per la produzione dell'aria calda; disponibilità di attrezzature per la movimentazione del foraggio essiccato verso i siti di stoccaggio e dai siti di stoccaggio a quelli di alimentazione degli animali;
- economici: costi delle attrezzature e delle strutture per l'essiccazione; presenza di manodopera formata alla gestione dei processi; manodopera specializzata necessaria

---

<sup>1</sup> L'azienda associata La Prata ha ottenuto la relativa certificazione nel 2018. La Cooperativa I Tesori della Terra ha ottenuto la certificazione STG in data 08/06/23.

per la realizzazione e la successiva manutenzione dell'impianto; costi e tempi per la fornitura dei materiali per la costruzione.

Il confronto tra i diversi sistemi disponibili ha riguardato:

A. la tipologia di impianto, potendo scegliere tra i) impianti per l'essiccazione del fieno sciolto e ii) impianti per l'essiccazione in rotoballe. Contrariamente a quanto previsto nella domanda di progetto, la seconda soluzione non è stata scartata a priori nel momento del passaggio alla realizzazione effettiva dell'impianto. Infatti, oltre ai criteri agronomici e ambientali, hanno avuto un ruolo rilevante quelli logistici ed economici dipendenti dal contesto al momento della scelta, in particolare:

- la disponibilità di uno spazio coperto di dimensioni e altezza adeguate, già dotato di una platea in cemento idonea a ospitare il foraggio in fase di essiccazione;
- i costi dei materiali e della manodopera necessaria per assemblarli, aumentati in modo significativo come effetto delle mutate condizioni dei mercati a causa della pandemia Covid-19 e della guerra in Ucraina.

Le due soluzioni prevedono:

- per il fieno sciolto la realizzazione di 1-2 box attigui (circa 100 m<sup>2</sup> l'uno per superfici prative di circa 30 ha, quali quelle dell'azienda, con pareti alte 6-6,5 m al massimo e pavimento in grigliato sopraelevato); scartato il sistema di caricamento continuo adatto solo a fienili di dimensioni superiori a 500-1000 m<sup>2</sup>, è da prevedere l'installazione di una gru montata su un carro-ponte per la movimentazione del foraggio (Figura 1);
- per il fieno rotoimballato la realizzazione di una base idonea a ospitare le rotoballe, dotata di fori con superficie grigliata sulla quale appoggiare le singole rotoballe (Figura 2).

Con entrambi i sistemi è inoltre necessaria l'installazione di un ventilatore radiale idoneo a insufflare l'aria utilizzata per rimuovere l'umidità della massa di foraggio (Figura 3).



A



B

Figura 1. Essiccazione del fieno sciolto: (A) box per l'essiccazione del foraggio (B) carroponete per la movimentazione del foraggio in ingresso e in uscita



*Figura 2. Essiccazione del fieno in rotoballa*



*Figura 3. Ventilatore radiale per l'insufflaggio dell'aria calda*



B. la modalità di riscaldamento dell'aria utilizzata per l'essiccazione dell'erba (in alternativa è comunque possibile anche l'essiccazione con aria a temperatura ambiente, ovviamente con tempi molto più lunghi di quando è utilizzata aria riscaldata). Le principali tecnologie disponibili prevedono l'impiego di:

- olio combustibile (gasolio)
- pellet di legna
- cippato di legna
- gas metano
- biogas
- acqua calda da teleriscaldamento
- calore recuperato dal tetto
- calore recuperato sotto un impianto fotovoltaico

C. la modalità di deumidificazione dell'aria in uscita dalla massa di erba. E' possibile prevedere la deumidificazione naturale, sfruttando i moti convettivi dell'aria, oppure tramite un deumidificatore a sua volta alimentato con uno dei combustibili di cui sopra (tranne che nel caso di recupero del calore).

Delle diverse combinazioni di A, B e C sono stati considerati, oltre alla fattibilità tecnica, sia i costi di realizzazione sia quelli per la gestione. I risultati delle valutazioni economiche relative a diverse possibili soluzioni per le quali sono disponibili dati in letteratura sono riportati nella Figura 4. Dal confronto emerge il vantaggio della soluzione per l'essiccazione delle rotoballe valutata in combinazione con il sistema di recupero dell'aria calda sotto tetto e senza sistema di deumidificazione che, in questo caso, non è necessario poiché l'aria umida in uscita dalle rotoballe si disperde naturalmente nell'ambiente.

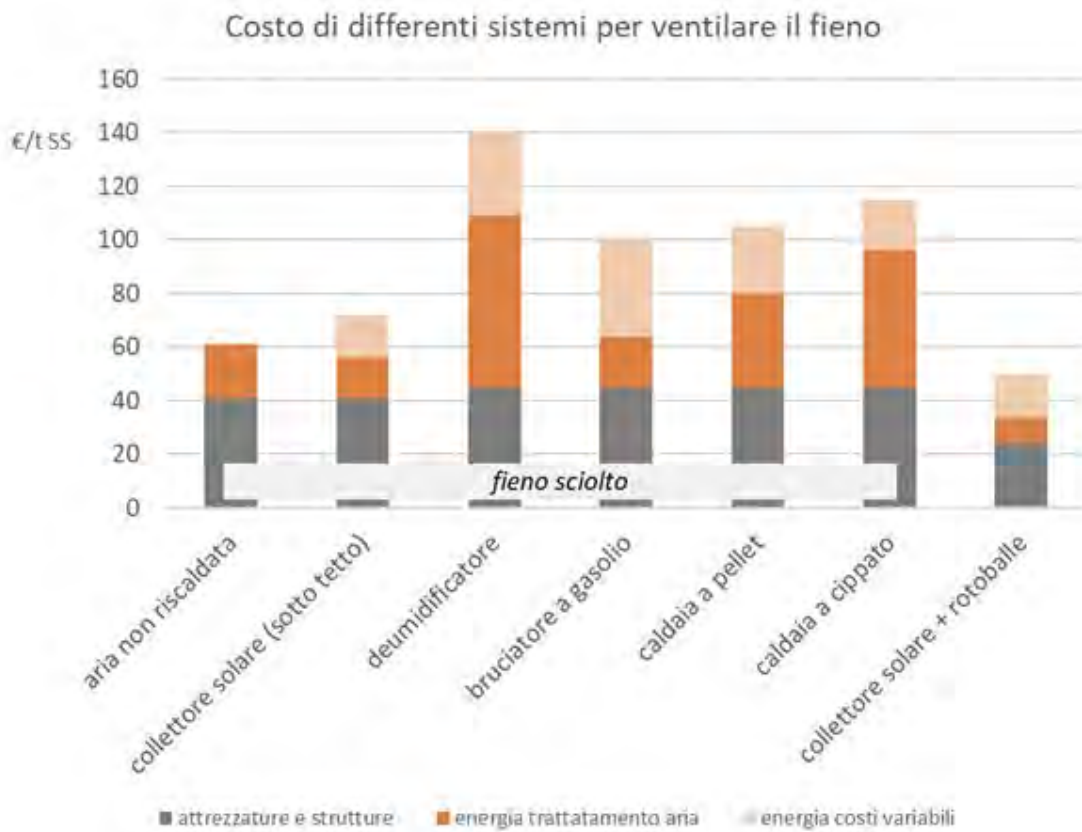


Figura 4. Costo di differenti sistemi di ventilazione in euro/tonnellata di SS

Considerati quindi: i) la disponibilità in azienda di una struttura utilizzabile per la realizzazione dell'impianto dotata di una platea in cemento e di un tetto adattabile alla produzione dell'aria calda e, di conseguenza, il risparmio dei costi per la realizzazione di una nuova struttura oltre che, in linea con le politiche dell'azienda sulla sostenibilità, l'assenza di nuovo consumo di suolo; ii) la possibilità di effettuare tagli scalari nel tempo concordando con le aziende agricole associate il momento del taglio di ciascun appezzamento in modo ottimizzare il funzionamento dell'impianto; iii) la possibilità di sfruttare l'ambiente aperto e ventilato nel quale l'impianto avrebbe potuto essere posizionato; iv) i modesti costi energetici per la produzione dell'aria calda; v) la volontà della cooperativa di continuare ad attuare anche la fienagione tradizionale con essiccamento all'aria; vi) l'assenza di spazi idonei alla

conservazione del fieno sciolto; vii) la difficoltà a movimentare il fieno sciolto in fase di preparazione della razione; viii) le minori difficoltà di progettazione dell'impianto e di adeguamento alla normativa in materia di sicurezza e prevenzione degli incendi, la Cooperativa, con l'accordo del referente del WP3, ha optato per la realizzazione di un impianto per l'essiccazione contemporanea fino a 20 rotoballe.

L'impianto realizzato è quindi costituito da:

1. un doppio tetto in lamiera esternamente e legno internamente, all'interno del quale sono posizionati travetti di legno distanti tra loro 80 cm e spessi 5 - 8 cm, con la funzione di limitare lo spostamento dell'aria riscaldata per irraggiamento lungo la falda del tetto. L'aria in compartimenti separati si muove in modo naturale verso un collettore centrale (Figura 5);



Figura 5. Struttura del doppio tetto

2. un collettore situato in corrispondenza del colmo del tetto idoneo a raccogliere l'aria proveniente dai diversi compartimenti sotto il tetto;

3. una struttura per la canalizzazione verso il basso dell'aria raccolta dal collettore (Figura 6);



Figura 6. Collettore di aria calda sul colmo del tetto (figura a sinistra) e condotta di canalizzazione dell'aria (figura a destra)

4. due ventilatori radiali per l'aspirazione dell'aria dal collettore che, attraverso la struttura di canalizzazione raggiunge i ventilatori ed è convogliata verso le piattaforme di distribuzione (Figura 7);



*Figura 7. Ventilatori radiali per l'aspirazione e il convogliamento dell'aria calda (figura a sinistra) e ventilatore con struttura per la canalizzazione dell'aria verso le piattaforme di distribuzione (figura a destra)*

5. 10 piattaforme di distribuzione dell'aria riscaldata, ciascuna collegata tramite una tubazione flessibile alla condotta di canalizzazione proveniente dal ventilatore radiale e costituita da un anello in acciaio con due griglie per l'appoggio di due rotoballe (Figura 8).





*Figura 8. Piattaforme idonee al posizionamento di due rotoballe che sono essiccate dall'aria riscaldata e insufflata verso l'alto e verso il basso, spinta dal ventilatore radiale (a sinistra, piattaforme non in esercizio; a destra piattaforme in fase di essiccazione di due rotoballe ciascuna).*

L'impianto è stato infine completato con sensori utili a misurare la temperatura e l'umidità dell'aria (Figura 9).



*Figura 9. Sensore per la misurazione della temperatura e dell'umidità dell'aria*

Per la costruzione dell'impianto per l'essiccazione delle rotoballe sono occorsi oltre tre mesi di lavoro, con interruzioni legate alla irregolarità delle forniture. L'impianto è entrato pienamente in esercizio a metà di giugno 2023, dopo una fase di collaudo di tutte le sue componenti e di formazione per gli addetti alla sua gestione. Nel periodo tra la messa in esercizio e il termine del progetto è stato possibile testare il sistema con le rotoballe provenienti da tre diversi tagli (primo taglio tardivo, secondo e terzo taglio).

L'attività di fienagione ha avuto inizio con il taglio dell'erba che è stato effettuato con una falciacondizionatrice (il condizionamento ha quindi facilitato la perdita dell'acqua dalle piante tagliate accelerando il preappassimento). La falciacondizionatrice ha formato andane che sono state sparse e rivoltate immediatamente attraverso l'utilizzo di un voltafieno. Il secondo rivoltamento è stato effettuato dopo circa 18 ore, prestando particolare attenzione alle previsioni meteorologiche per evitare eventuali fenomeni meteorologici. Di seguito, si è proceduto all'andanatura al raggiungimento di un'umidità del 35-40% della massa di foraggio preappassito.

Dopo circa 3-4 ore, il formaggio è stato rotoimballato con una umidità del 25-32%. L'imballatura ha rappresentato un punto cruciale della fienagione in due tempi, poiché si è dovuto prestare particolare attenzione all'omogeneità della densità della rotoballa in modo da permettere un corretto passaggio dell'aria durante la fase di essiccazione. Infine, le rotoballe sono state posizionate nell'impianto entro 4 ore dall'imballatura. Il peso iniziale delle rotoballe era di circa 250 kg.

Attraverso la ventilazione forzata è stato possibile raggiungere un'umidità finale delle rotoballe compresa tra il 9% e il 15%. Il tempo necessario per raggiungere tale valore di umidità è stato di 14-15 ore a una temperatura media dell'aria di 30 °C con picchi di 42-45 °C raggiunti nelle ore più calde del giorno.

I fieni così ottenuti dal prato seminato con l'attività 2 sono stati confrontati con quelli ottenuti con la fienagione tradizionale, in modo da ottenere una prima valutazione degli effetti dell'essiccazione artificiale nel nuovo fienile. I dati sulla qualità dei diversi fieni sono riportati nel report dell'Attività 5.



## ALLEGATO 2

Nel presente allegato sono riportate le relazioni tecnico-specialistiche relative alle seguenti attività:

- ATTIVITA' 4 - Valore fertilizzante della lettiera e gestione degli effluenti
- ATTIVITA' 5 - Valutazione della qualità degli alimenti e del latte. Ottimizzazione delle razioni per le bovine da latte
- ATTIVITA' 6 - Valutazione del benessere animale

#### **ATTIVITA' 4 - Valore fertilizzante della lettiera e gestione degli effluenti**

L'obiettivo dello studio della lettiera era quello di comprendere la stabilità, la capacità di mineralizzazione con rilascio di nutrienti utili alle colture, e la presenza di elementi indesiderati nella lettiera stessa, in modo da indirizzare al meglio la gestione agronomica di tale materiale, anche in considerazione del progetto di costruzione della nuova Ecostalla. La lettiera è composta da una base di materiale organico compostato derivante da FORSU (ma ancora solo parzialmente stabilizzato) come lettiera permanente dello spessore di circa 60 cm, opportunamente isolata dal suolo sottostante per evitare percolazioni. Su questo materiale gli animali vivono e accumulano le deiezioni, nel contempo beneficiando del suo potere assorbente e del calore prodotto dalle reazioni di decomposizione.

Inizialmente era previsto che la lettiera dell'attuale Ecostalla venisse completamente asportata, lasciata maturare su platea e utilizzata in campo su prato nell'ambito del progetto. Era previsto il monitoraggio della fase di compostaggio e la misura degli effetti sul suolo e sulla coltura fertilizzata con tale materiale. Tuttavia, la scelta aziendale è stata quella di non asportare la lettiera, in quanto le condizioni della stessa come substrato della stalla apparivano ancora buone. Pertanto, al fine di ottemperare agli obiettivi del progetto, solo a inizio estate 2023 è stata asportata una piccola quantità di materiale dalla stalla, e su questa sono state effettuate delle misure. In particolare, lo studio ha previsto la maturazione accelerata della lettiera asportata mediante frequenti rivoltamenti su platea per circa un mese, e il monitoraggio di alcuni parametri relativi al potere fertilizzante, alla stabilità e al contenuto di metalli pesanti. Le analisi effettuate hanno riguardato: sostanza secca, N totale, P, K, C, N ammoniacale, fibre (NDF/ADF/ADL), pH, ceneri e infine Fe, Cu, Zn e Mn.

Successivamente è stato effettuato uno studio sul potere ammendante della lettiera prelevata dal cumulo a diversi stadi di maturazione, in condizioni di mesocosmo con suolo proveniente dalla stessa azienda e in assenza della coltura, per un periodo di circa un mese. Per tale attività le analisi effettuate sul suolo sono state: N nitrico e ammoniacale, tessitura, C organico, pH, Calcio scambiabile, magnesio scambiabile, potassio scambiabile, azoto,

fosforo assimilabile, calcare totale, capacità scambio cationico, metalli pesanti (Fe, Cu, Zn, Mn).

### *Monitoraggio della maturazione della lettiera*

L'attività di monitoraggio ha previsto le seguenti attività:

- Prelievo della lettiera in posa;
- Formazione del cumulo;
- Periodici rivoltamenti del cumulo;
- Campionamento periodico durante il compostaggio.

Il prelievo della lettiera ha riguardato lo strato superficiale della lettiera in posa, fino ad una profondità di circa 20 cm. Successivamente con il materiale prelevato è stato formato un cumulo di circa 1,5 m, il quale è stato posizionato su platea cementata sotto un telo protettivo non aderente per ripararlo dalla pioggia e nel contempo assicurare gli scambi gassosi con l'atmosfera (Fig. 1)



*Fig. 1 – Cumulo coperto con telo non aderente per la valutazione della stabilità*

Il cumulo è stato rivoltato 2 volte a settimana per le prime due settimane di compostaggio e successivamente una volta a settimana. Il rivoltamento è stato effettuato per arieggiare la

massa ed assicurare in tal modo lo svolgersi di processi di maturazione accelerata.

Il monitoraggio è stato effettuato ogni settimana secondo la linea temporale indicata in Tab.

1.

*Tab. 1 - Date relative ai prelievi del cumulo in maturazione accelerata*

Formazione del cumulo	Campion. 1°	Campion. 2°	Campion. 3°	Campion. 4°	Campion. 5°
7/6/23	15/06/23	23/06/23	30/06/23	09/07/23	17/07/23

I prelievi dei campioni sono stati effettuati in 3 punti diversi del cumulo, raccogliendo circa 0,5 kg di peso per campione. Per ogni campionamento sono state effettuate due repliche destinate ai due laboratori di riferimento (AliLab del DSV per le frazioni fibrose, e LAR per tutte le altre). Parte del campione è stata invece conservata per la valutazione del potere ammendante.

I campioni sono stati conservati in freezer fino al momento dell'analisi o dell'utilizzo.

I risultati analitici sono riportati in Tabella 2.



Tab. 2 – Caratteristiche chimiche dei campioni di lettiera durante la maturazione accelerata

<b>campione</b>	<b>N %</b>	<b>C %</b>	<b>P %</b>	<b>pH</b>	<b>Umid %</b>	<b>Ceneri %</b>	<b>K %</b>	<b>Fe tot ppm</b>	<b>Mn tot ppm</b>	<b>Zn tot ppm</b>	<b>Cu tot ppm</b>
15/06/23	2.55	35.0	0.726	9.87	64.0	41.6	3.40	7072	363	207	52.9
23/06/23	2.33	30.9	0.825	9.80	61.6	45.4	3.60	10425	429	223	45.9
30/06/23	2.54	30.1	0.792	9.72	55.5	45.4	3.44	7950	388	229	53.4
09/07/23	2.63	29.5	0.918	9.81	45.3	47.4	3.87	9093	447	297	57.2
17/07/23	2.60	29.5	0.915	9.77	48.0	47.2	3.84	9500	500	281	55.5

Nel corso della maturazione si è assistito a una progressiva diminuzione dell'umidità del cumulo, che è passata dal 64% al 48%. Conseguentemente, il contenuto di elementi nutritivi e di metalli sul tal quale è aumentato nel corso del mese di maturazione accelerata. Ad ogni modo, la concentrazione di C è diminuita in modo più cospicuo rispetto a quella dell'N, come indicato dalla variazione nel tempo del rapporto C/N (Fig. 2). Questo suggerisce una preponderanza dei processi di mineralizzazione dei composti carboniosi maggiore rispetto a quelli di perdita di N, per esempio per volatilizzazione di  $\text{NH}_3$ . I rapporti N/K e N/K anche indicano una sostanziale stabilità, che conferma che le perdite di N sono state molto contenute nella fase di maturazione accelerata.

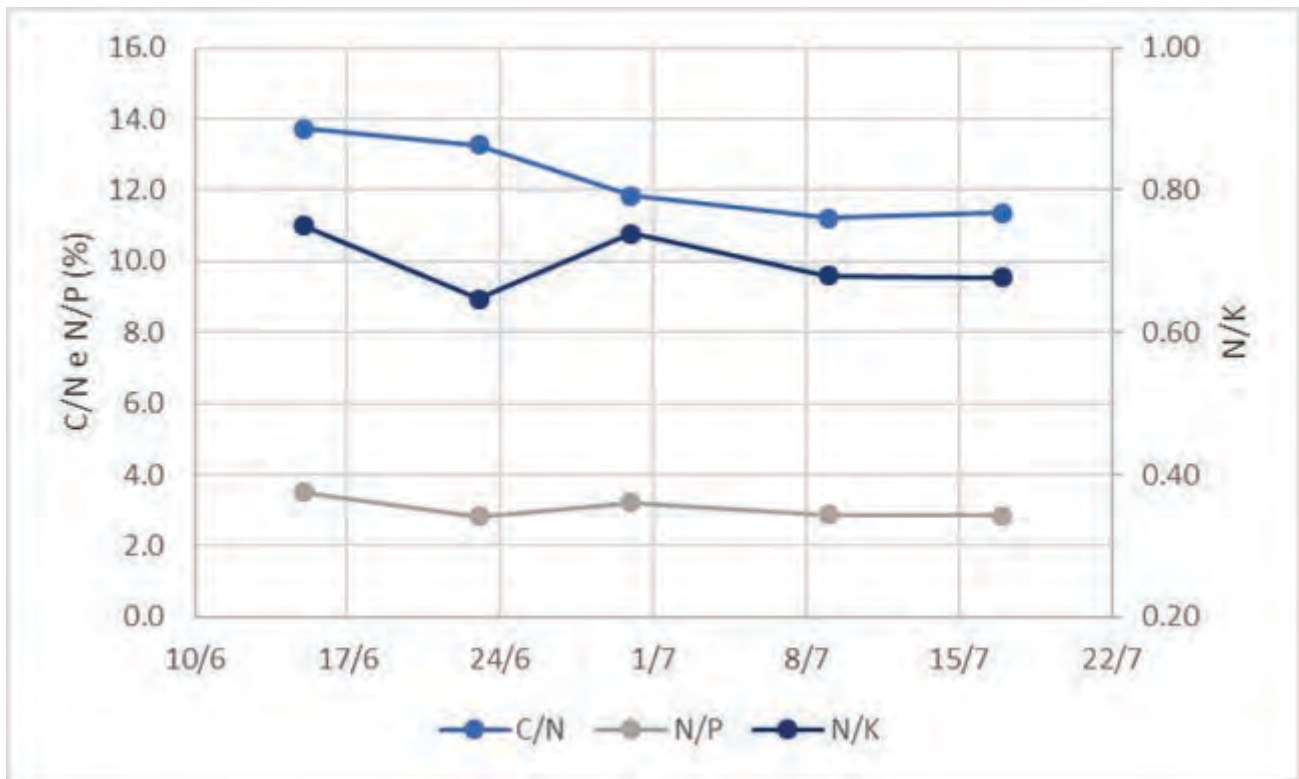


Fig. 2 – Variazione dei rapporti tra elementi nutritivi nei campioni di lettiera durante la maturazione accelerata

L'analisi delle fibre, effettuata secondo la metodica Van Soest per i foraggi dopo aver allontanato le componenti più grossolane (frammenti di legno e piccole pietre probabilmente derivanti dalla matrice compost originaria), ha consentito di valutare con maggiore precisione l'evoluzione della matrice carboniosa della lettiera (Fig. 3).

Si è assistito a una progressiva riduzione della componente fibrosa, per tutte le componenti (lignine, cellulose ed emicellulose), e ad un parallelo aumento della componente non fibrosa. Pertanto., la maturazione accelerata in un mese ha effettivamente consentito una rapida maturazione della lettiera con un aumento della componente mineralizzata o facilmente mineralizzabile. La maturazione ha migliorato la capacità fertilizzante della lettiera.

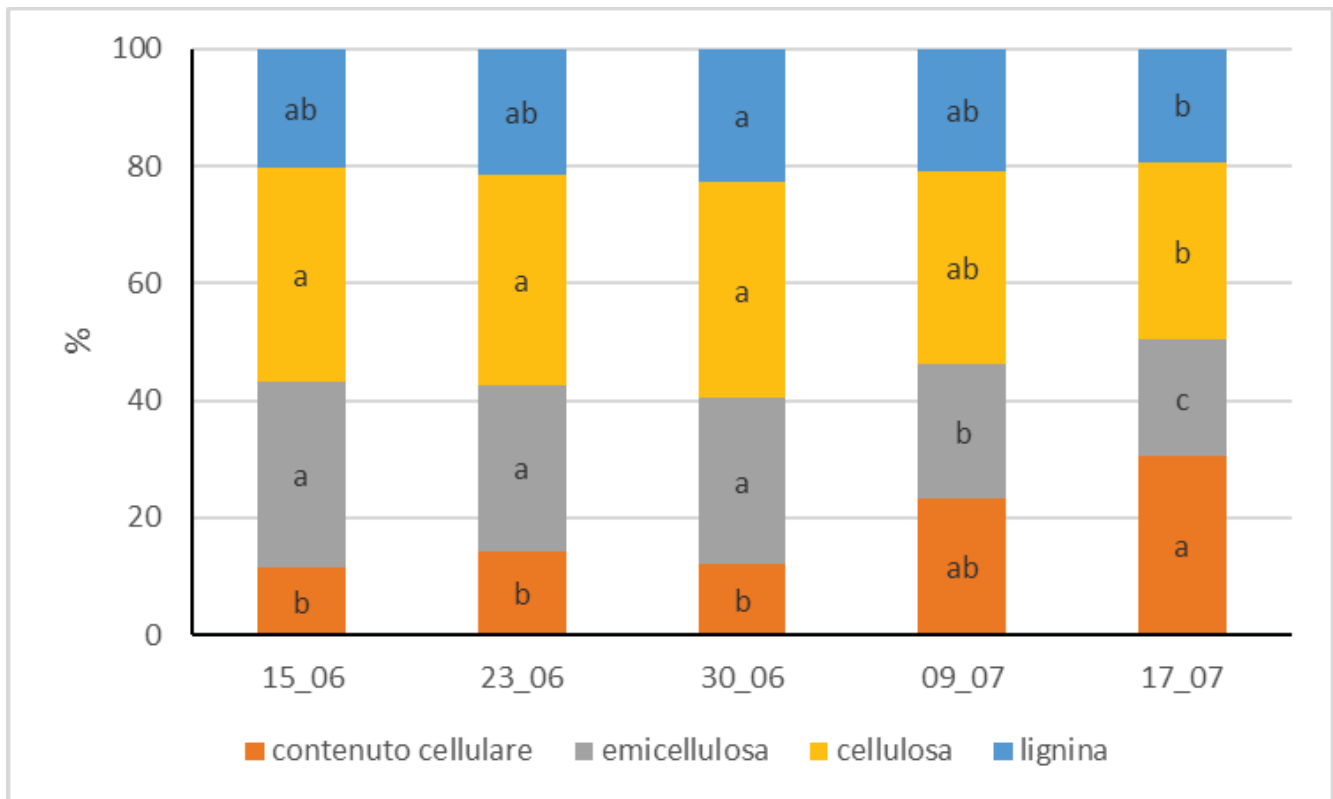


Fig. 3 – Componenti facilmente digeribili (contenuto cellulare) e della fibra secondo Van Soest della lettiera sottoposta a maturazione accelerata. Lettere diverse indicano contenuti di fibra diversi tra le date, analizzate separatamente. Ciascun valore è la media di 2 ripetizioni

### Valutazione del potere ammendante

Lo studio del potere ammendante della lettiera è stato effettuato attraverso una prova in vaso, senza piante. Sono state effettuate 3 ripetizioni e 3 trattamenti, corrispondenti a due fasi di maturazione della lettiera: a una settimana dall'asportazione (corrispondente al Campionamento numero 1) e al termine della fase di maturazione accelerata (corrispondente al Campionamento numero 5), più un controllo.

Il suolo utilizzato è stato prelevato in azienda in un'area rappresentativa. E' stato seccato all'aria e ripulito dallo scheletro e da eventuali materiali vegetali grossolani. Sono stati allestiti 9 vasi con 3 kg di suolo secco ciascuno (Fig. 3) secondo i trattamenti:

- A: controllo non concimato
- B: suolo + lettiera prelevata durante il campionamento 1° (15/06/23)
- C: suolo + lettiera prelevata durante il campionamento 5° (17/07/23).



*Fig. 3 – Vasi usati nella valutazione del potere ammendante*

Nei trattamenti B e C sono stati aggiunti 150 g di lettiera fresca, ben mescolati al suolo. Tale valore, corrispondente al 5% in peso, corrisponde a un apporto di 195 t/ha di ammendante (su uno strato di 30 cm di profondità), un valore volutamente molto alto per massimizzare gli effetti sul breve periodo.

Ad ogni vaso è stato infine aggiunto un quantitativo di acqua pari a 450 g per assicurare lo svolgimento delle normali reazioni dei microrganismi. Ogni vaso è stato pesato singolarmente per mantenere l'umidità obiettivo attraverso una irrigazione settimanale.

Dopo 30 giorni la prova si è conclusa con il rimescolamento del contenuto di ciascun vaso e il campionamento per l'analisi, effettuata al LAR.



I risultati, riportati in Tab. 3, indicano che l'apporto della lettiera ha modificato il contenuto di sostanza organica del suolo, e che la lettiera più matura ha determinato un aumento maggiore rispetto all'apporto di lettiera giovane. Tra gli elementi nutritivi influenzati dalla fertilizzazione vi sono Mg e K, mentre non si è osservato alcun effetto sul P disponibile o sull'N minerale. Unico aspetto a rischio è stato l'aumento di metalli nel suolo concimato. I metalli che sono aumentati sono il ferro e lo zinco, dei quali probabilmente il compost usato come lettiera poteva essere ricco in origine. Rimane pertanto aperta la questione sulla possibile contaminazione del suolo dovuta ad apporti ripetuti nel tempo della lettiera. E' importante che la qualità iniziale del compost sia attentamente valutata per non incorrere in possibili contaminazioni del suolo.

## **ATTIVITA' 5 - Valutazione della qualità degli alimenti e del latte. Ottimizzazione delle razioni per le bovine da latte**

Nell'ambito dell'attività che riguarda la valutazione della qualità degli alimenti e del latte e l'ottimizzazione delle razioni per le bovine da latte, l'obiettivo perseguito è stato il miglioramento della qualità del foraggio conservato, al fine di migliorare le performance delle bovine in riferimento alla produzione quanti-qualitativa di latte. Nell'ambito di questa attività, è stato possibile valutare i foraggi freschi (erba) e conservati (fieni) prodotti in azienda, le razioni somministrate agli animali (vacche in lattazione, vacche in asciutta e manze) preparate utilizzando i foraggi sopramenzionati, la quantità di latte prodotta a livello aziendale nonché la sua qualità, anche in riferimento a proprietà nutraceutiche, in funzione del tipo di foraggio impiegato in razione.

Uno degli obiettivi del progetto è stato la messa in funzione di un essiccatoio che permettesse la fienagione a ventilazione forzata per poter generare sistemi migliorativi di alimentazione degli animali in allevamento. In questo modo, è stato quindi possibile mettere in relazione i dati ottenuti dalle analisi dei foraggi aziendali e del latte alle tecniche di fienagione che si sono messe a confronto, ovvero la fienagione tradizionale in campo (abituale impiegata in azienda) e la fienagione in due tempi con ventilazione forzata (innovazione apportata in azienda nell'ambito del progetto Ethicow).

*Alimenti: campionamento, analisi fisiche e chimiche, analisi statistica dei dati*

Nell'ambito del progetto Ethicow, i campionamenti dei foraggi hanno riguardato:

- l'erba in piedi;
- il fieno ottenuto con l'erba di cui sopra tramite fienagione tradizionale in campo;
  - il fieno ottenuto con l'erba di cui sopra tramite fienagione in due tempi con ventilazione forzata.

I campionamenti dell'erba in piedi sono stati eseguiti il giorno prima dello sfalcio dei prati; le aree prative oggetto di analisi sono state quattro: Campo Peano (medicaio), Campo Tesori (prato polifita), Campo Bima (medicaio con ingente infestazione di altre specie) e Campo Tetto Brigone (medicaio). Seguendo uno specifico protocollo, al fine di effettuare un campionamento rappresentativo delle aree oggetto di studio, queste ultime sono state dapprima idealmente suddivise in tre sotto-aree omogenee per superficie. Da ognuna di tali sotto-aree, sono stati prelevati due campioni di erba da cinque punti che sono stati successivamente opportunamente miscelati tra loro per ottenere un unico campione globale. Tale protocollo è stato seguito per tutte le sotto-aree idealmente tracciate. I campioni di erba così ottenuti sono stati stoccati in condizioni refrigerate fino al momento dell'analisi. Per il trasporto al laboratorio di analisi, sono state utilizzate delle buste termiche con siberini, per mantenere il più possibile inalterata la condizione di refrigerazione.

A fienagione completata, sono stati prelevati i campioni di fieno ottenuto con il foraggio dei prati da cui si era precedentemente prelevata l'erba in piedi. Al fine di ottenere campioni rappresentativi, i campioni di fieno sono stati prelevati da tre diverse rotoballe e, per ciascuna rotoballa, sono stati prelevati cinque campioni elementari in punti diversi. Successivamente, i cinque campioni elementari prelevati dalla partita sono stati uniti e opportunamente miscelati per ottenere un unico campione globale. I campioni sono stati, successivamente, consegnati al laboratorio di analisi.

Ogni campione di foraggio (erba e fieni) è stato analizzato per i seguenti parametri: sostanza secca (SS), ceneri, proteina grezza (PG), proteina solubile (Sol P), estratto etereo (EE), carboidrati solubili in acqua (WSC), frazioni fibrose (fibra neutro detersa (aNDFom), fibra acido detersa (ADF), lignina (ADL)), proteina legata alla fibra neutro detersa (NDICP), proteina legata alla fibra acido detersa (ADICP), carboidrati non fibrosi (NFC), profilo in acidi grassi (C16:0, C18:0, C18:1 c9; C18:2 n-6, C18:3 n-3), macroelementi minerali (Ca, P, Mg, K, S), energia netta di lattazione (NE<sub>L</sub>) e digeribilità della fibra a diversi tempi (dig NDF a 12, 30, 120 e 240 h). Le suddette analisi sono state effettuate presso il Laboratorio dell'Associazione Regionale Allevatori del Piemonte (ARAP); tale laboratorio è sito a soli 9 km dalla Cooperativa

I Tesori della Terra, il che ha consentito di mantenere i campioni di alimento in condizioni ottimali durante il trasporto.

Poiché l'essiccatoio è entrato in funzione in data 16/06/2023, il campionamento e l'analisi degli alimenti ha riguardato l'erba in piedi e il fieno ottenuto tramite fienagione tradizionale in campo nel 2022, mentre nel 2023 ha riguardato l'erba in piedi, il fieno ottenuto tramite fienagione tradizionale in campo e il fieno ottenuto tramite fienagione in due tempi con ventilazione forzata.

Gli unifeed preparati in azienda sono stati analizzati da un punto di vista fisico utilizzando il Penn State Particle Separator, fino alla metà di ottobre 2022. A partire da tale periodo, l'azienda ha deciso di modificare la modalità di somministrazione della razione delle bovine, preferendo al piatto unico la somministrazione separata di foraggi e concentrati (c.f.r. Tabella 9). Poiché l'essiccatoio è entrato in funzione nel giugno 2023, nell'ambito di questa attività non è stato possibile confrontare, da un punto di vista fisico, le razioni ottenute con fieno tradizionale e quelle ottenute con fieno ventilato. Ciononostante, poiché (1) il rapporto foraggio: concentrato medio delle razioni per le bovine da latte è mediamente risultato pari a 70:30, (2) gli unifeed impiegati in azienda erano secchi (ovvero senza l'impiego di insilati) e (3) la dimensione delle particelle del fieno trinciato non è molto ridotta, si ritiene che tali condizioni non siano predisponenti una condizione di acidosi ruminale subclinica e, pertanto, la valutazione fisica delle razioni appare di non sostanziale importanza.

I dati ottenuti sono stati analizzati statisticamente utilizzando il software IBM SPSS Statistics v. 28.0 per Windows. In particolare, è stata confrontata, mediante test  $t$  di Student per campioni appaiati, la composizione chimico-nutrizionale tra le tre diverse tipologie di foraggio (erba vs fieno tradizionale, erba vs fieno ventilato, fieno tradizionale vs fieno ventilato). Tra le tre diverse tipologie di foraggio è stata altresì svolta, per ciascuna variabile dipendente considerata, un'analisi di correlazione. Per quanto concerne l'analisi dell'erba, è stato effettuato mediante test  $t$  di Student per campioni indipendenti anche un confronto tra l'erba di Campo Tesori (3° taglio) del 2022 (pre-semina) e del 2023 (post-semina), al fine di valutare



l'effetto di tale pratica sulla composizione chimico-bromatologica, in elementi minerali e in acidi grassi dell'erba stessa; per quanto concerne i dettagli relativi alla la copertura botanica media derivante dai rilievi fitosociologici, si rimanda all'Attività 2). In tutti i casi, si è considerata una soglia di significatività statistica del 95% ( $P < 0,05$ ); nel caso di valori di  $P$  compresi tra 0,05 e 0,10 i risultati sono stati discussi come tendenza alla significatività statistica.

#### *Alimenti: risultati ottenuti*

Si riportano in Tabella 1 i risultati ottenuti in riferimento alle differenze di composizione chimico-nutrizionale tra erba in piedi, fieno ottenuto tramite fienagione tradizionale in campo e fieno ottenuto tramite fienagione in due tempi con ventilazione forzata. Si riportano, invece, in Tabella 2 i risultati dell'analisi di correlazione tra erba in piedi, fieno ottenuto tramite fienagione tradizionale in campo (FT) e fieno ottenuto tramite fienagione in due tempi con ventilazione forzata (FV). Entrambe queste analisi fanno riferimento al confronto dei campioni analizzati nel 2023, ovvero quando è stato possibile prelevare campioni di tutte e tre le tipologie di foraggio prodotte in azienda.

Si riportano nelle Tabelle 3 e 4 le stesse tipologie di risultati, ma ottenuti in riferimento alle differenze di composizione chimico-nutrizionale solo tra erba in piedi e fieno ottenuto tramite fienagione tradizionale in campo, considerando tutti i dati raccolti nel 2022 e nel 2023.

Tabella 1. Variazione della composizione chimico-bromatologica, del profilo in acidi grassi, del profilo in elementi minerali e della digeribilità della fibra tra erba in piedi, fieno ottenuto tramite fienagione tradizionale in campo (FT) e fieno ottenuto tramite fienagione in due tempi con ventilazione forzata (FV).

Parametro	ERBA	FT	FV	SEM 1	SEM 2	SEM 3	P1	P2	P3
SS (%)	25,39	88,12	89,94	1,235	1,234	1,459	<0,001	<0,001	0,282
Ceneri (% SS)	9,29	8,57	9,58	0,560	0,542	0,464	0,268	0,621	0,095
PG (% SS)	13,89	10,59	13,39	0,465	1,056	1,056	0,002	0,664	0,053
Sol P (% PG)	38,65	37,68	38,81	1,322	1,565	1,046	0,506	0,924	0,344
EE (% SS)	3,40	2,59	2,97	0,205	0,143	0,224	0,017	0,039	0,166
WSC (% SS)	12,08	10,27	9,76	1,079	0,818	0,569	0,169	0,048	0,424
aNDFom (% SS)	47,23	57,08	53,72	2,999	2,819	1,076	0,030	0,083	0,035
ADF (% SS)	32,26	37,54	35,68	1,273	1,655	0,954	0,014	0,108	0,123
ADL (% SS)	4,67	5,97	5,37	0,064	0,332	0,355	<0,001	0,102	0,168
NDICP (% PG)	15,85	21,91	18,33	2,061	2,241	0,589	0,042	0,330	0,004
ADICP (% PG)	5,34	6,87	5,53	0,379	0,346	0,542	0,015	0,605	0,069
NFC (% SS)	29,31	24,03	24,40	2,229	2,090	0,739	0,077	0,078	0,648
C16:0 (% AGT)	16,43	21,06	20,87	0,782	0,495	0,644	0,004	0,001	0,776
C18:0 (% AGT)	2,63	4,39	4,07	0,463	0,596	0,517	0,019	0,072	0,570
C18:1 c9 (% AGT)	7,20	8,96	7,01	0,318	0,346	0,586	0,005	0,615	0,029
C18:2 n-6 (% AGT)	20,79	20,90	19,39	0,808	1,139	1,372	0,900	0,286	0,333
C18:3 n-3 (% AGT)	50,83	42,69	46,71	1,583	2,317	2,450	0,007	0,150	0,177
Ca (% SS)	0,62	0,42	0,56	0,046	0,065	0,025	0,012	0,439	0,005
P (% SS)	0,36	0,31	0,34	0,012	0,025	0,023	0,019	0,508	0,292
Mg (% SS)	0,24	0,21	0,23	0,016	0,015	0,007	0,115	0,799	0,019
K (% SS)	2,90	2,83	3,16	0,180	0,129	0,254	0,703	0,220	0,267
S (% SS)	0,22	0,20	0,23	0,008	0,004	0,012	0,088	0,089	0,073
NE <sub>L</sub> (Mcal/kg)	1,39	1,22	1,28	0,024	0,028	0,018	0,002	0,019	0,024
dig NDF 12 h (Mcal/kg)	31,1	28,72	34,22	1,310	2,720	3,254	0,143	0,316	0,167
dig NDF 30 h (Mcal/kg)	53,1	50,64	55,27	1,270	2,508	2,920	0,125	0,437	0,188
dig NDF 120 h (Mcal/kg)	65,62	63,00	66,21	1,547	2,434	2,235	0,165	0,822	0,225
dig NDF 240 h (Mcal/kg)	68,06	65,74	68,78	1,703	2,482	2,124	0,246	0,784	0,226

Abbreviazioni: FT, fieno ottenuto tramite fienagione tradizionale in campo; FV, fieno ottenuto tramite fienagione in due tempi con ventilazione forzata; SEM, errore standard della media campionaria; 1, confronto tra erba e fieno tradizionale; 2, confronto tra erba e fieno ventilato; 3, confronto tra fieno tradizionale e fieno ventilato; SS, sostanza secca; PG, proteina grezza; Sol P, proteina solubile; EE, estratto etereo; WSC, carboidrati solubili in acqua; aNDFom, fibra neutro detersa; ADF, fibra acido detersa; ADL, lignina; NDICP, proteina associata alla fibra neutro detersa; ADICP, proteina associata alla fibra acido detersa; NFC, carboidrati non fibrosi; AGT, acidi grassi totali; Ca, calcio; P, fosforo; Mg, magnesio; K, potassio; S, zolfo; NEL, energia netta di lattazione; dig, digeribilità.

Tabella 2. Analisi di correlazione tra erba in piedi, fieno ottenuto tramite fienagione tradizionale in campo (FT) e fieno ottenuto tramite fienagione in due tempi con ventilazione forzata (FV).

Parametro	ERBA vs FT		ERBA vs FV		FV vs FT	
	r	P	r	P	r	P
SS (%)	0,800	0,104	0,652	0,233	0,662	0,223
Ceneri (% SS)	-0,003	0,996	0,480	0,621	0,421	0,480
PG (% SS)	0,977	0,004	0,593	0,664	0,681	0,206
Sol P (% PG)	-0,339	0,576	-0,434	0,466	0,467	0,428
EE (% SS)	0,817	0,091	0,914	0,030	0,753	0,142
WSC (% SS)	0,430	0,470	0,102	0,870	0,772	0,126
aNDFom (% SS)	0,127	0,839	-0,148	0,812	0,937	0,019
ADF (% SS)	0,461	0,434	0,631	0,254	0,927	0,023
ADL (% SS)	0,992	0,001	0,819	0,090	0,787	0,168
NDICP (% PG)	0,428	0,472	0,262	0,671	0,993	0,020
ADICP (% PG)	0,761	0,135	0,881	0,048	0,636	0,249
NFC (% SS)	0,415	0,488	0,17	0,785	0,887	0,045
C16:0 (% AGT)	0,811	0,096	0,887	0,045	0,845	0,071
C18:0 (% AGT)	0,600	0,285	0,605	0,279	0,657	0,229
C18:1 c9 (% AGT)	0,915	0,029	0,891	0,615	0,698	0,190
C18:2 n-6 (% AGT)	0,831	0,081	0,736	0,156	0,626	0,259
C18:3 n-3 (% AGT)	0,951	0,013	0,800	0,104	0,774	0,125
Ca (% SS)	0,877	0,051	0,725	0,166	0,949	0,014
P (% SS)	0,947	0,014	0,592	0,293	0,599	0,286
Mg (% SS)	0,718	0,172	0,596	0,289	0,958	0,010
K (% SS)	-0,258	0,676	0,768	0,129	0,101	0,872
S (% SS)	0,949	0,014	0,969	0,006	0,862	0,060
NE <sub>L</sub> (Mcal/kg)	0,824	0,086	0,806	0,099	0,925	0,024
dig NDF 12 h (Mcal/kg)	0,906	0,034	0,753	0,142	0,656	0,229
dig NDF 30 h (Mcal/kg)	0,921	0,026	0,892	0,042	0,937	0,019
dig NDF 120 h (Mcal/kg)	0,903	0,036	0,852	0,067	0,986	0,002
dig NDF 240 h (Mcal/kg)	0,896	0,039	0,827	0,084	0,986	0,002

Abbreviazioni: FT, fieno ottenuto tramite fienagione tradizionale in campo; FV, fieno ottenuto tramite fienagione in due tempi con ventilazione forzata; r, coefficiente di correlazione lineare di Pearson; SS, sostanza secca; PG, proteina grezza; Sol P, proteina solubile; EE, estratto etero; WSC, carboidrati solubili in acqua; aNDFom, fibra neutro detersa; ADF, fibra acido detersa; ADL, lignina; NDICP, proteina associata alla fibra neutro detersa; ADICP, proteina associata alla fibra acido detersa; NFC, carboidrati non fibrosi; AGT, acidi grassi totali; Ca, calcio; P, fosforo; Mg, magnesio; K, potassio; S, zolfo; NEL, energia netta di lattazione; dig, digeribilità.

Tabella 3. Variazione della composizione chimico-bromatologica, del profilo in acidi grassi, del profilo in macroelementi e della digeribilità della fibra tra erba in piedi e fieno ottenuto tramite fienagione tradizionale in campo (FT), considerando tutti i dati raccolti nel 2022 e nel 2023.

Parametro	ERBA	FT	SEM	P
SS (%)	25,61	88,65	0,876	<0,001
Ceneri (% SS)	9,20	8,61	0,511	0,293
PG (% SS)	15,00	11,45	0,994	0,012
Sol P (% PG)	39,09	36,69	1,352	0,126
EE (% SS)	3,30	2,49	0,144	0,001
WSC (% SS)	11,58	10,13	0,860	0,910
aNDFom (% SS)	44,97	55,23	2,338	0,005
ADF (% SS)	31,79	37,73	1,119	0,002
ADL (% SS)	5,14	6,49	0,055	<0,001
NDICP (% PG)	15,61	19,94	1,810	0,054
ADICP (% PG)	5,09	7,04	0,376	0,002
NFC (% SS)	30,41	24,96	1,543	0,012
C16:0 (% AGT)	17,33	22,21	0,596	<0,001
C18:0 (% AGT)	2,85	4,59	0,359	0,003
C18:1 c9 (% AGT)	6,99	9,46	0,622	0,007
C18:2 n-6 (% AGT)	20,77	21,82	0,921	0,300
C18:3 n-3 (% AGT)	50,11	40,18	1,762	0,001
Ca (% SS)	0,76	0,55	0,053	0,008
P (% SS)	0,35	0,31	0,012	0,016
Mg (% SS)	0,27	0,24	0,015	0,089
K (% SS)	2,75	2,75	0,137	0,968
S (% SS)	0,23	0,21	0,010	0,061
NE <sub>L</sub> (Mcal/kg)	1,39	1,22	0,021	<0,001
dig NDF 12 h (Mcal/kg)	33,33	28,24	2,085	0,050
dig NDF 30 h (Mcal/kg)	51,94	49,15	1,247	0,067
dig NDF 120 h (Mcal/kg)	62,00	62,34	1,265	0,141
dig NDF 240 h (Mcal/kg)	64,06	62,34	1,359	0,253

Abbreviazioni: FT, fieno ottenuto tramite fienagione tradizionale in campo; SEM, errore standard della media campionaria; SS, sostanza secca; PG, proteina grezza; Sol P, proteina solubile; EE, estratto etereo; WSC, carboidrati solubili in acqua; aNDFom, fibra neutro detersa; ADF, fibra acido detersa; ADL, lignina; NDICP, proteina associata alla fibra neutro detersa; ADICP, proteina associata alla fibra acido detersa; NFC, carboidrati non fibrosi; AGT, acidi grassi totali; Ca, calcio; P, fosforo; Mg, magnesio; K, potassio; S, zolfo; NE<sub>L</sub>, energia netta di lattazione; dig, digeribilità.



Tabella 4. Analisi di correlazione tra erba in piedi e fieno ottenuto tramite fienagione tradizionale in campo (FT) considerando tutti i dati raccolti nel 2022 e nel 2023.

Parametro	ERBA vs FT	
	r	P
SS (%)	0,802	0,300
Ceneri (% SS)	-0,094	0,841
PG (% SS)	0,641	0,120
Sol P (% PG)	-0,165	0,723
EE (% SS)	0,818	0,024
WSC (% SS)	-0,053	0,910
aNDFom (% SS)	0,423	0,356
ADF (% SS)	0,235	0,613
ADL (% SS)	0,995	<0,001
NDICP (% PG)	0,360	0,428
ADICP (% PG)	0,540	0,211
NFC (% SS)	0,069	0,882
C16:0 (% AGT)	0,884	0,008
C18:0 (% AGT)	0,617	0,140
C18:1 c9 (% AGT)	0,453	0,307
C18:2 n-6 (% AGT)	0,639	0,122
C18:3 n-3 (% AGT)	0,874	0,010
Ca (% SS)	0,882	0,009
P (% SS)	0,752	0,012
Mg (% SS)	0,830	0,021
K (% SS)	0,384	0,396
S (% SS)	0,818	0,024
NE <sub>L</sub> (Mcal/kg)	0,750	0,052
dig NDF 12 h (Mcal/kg)	0,424	0,343
dig NDF 30 h (Mcal/kg)	0,805	0,029
dig NDF 120 h (Mcal/kg)	0,930	0,020
dig NDF 240 h (Mcal/kg)	0,934	0,002

Abbreviazioni: FT, fieno ottenuto tramite fienagione tradizionale in campo; r, coefficiente di correlazione lineare di Pearson; SS, sostanza secca; PG, proteina grezza; Sol P, proteina solubile; EE, estratto etereo; WSC, carboidrati solubili in acqua; aNDFom, fibra neutro detersa; ADF, fibra acido detersa; ADL, lignina; NDICP, proteina associata alla fibra neutro detersa; ADICP, proteina associata alla fibra acido detersa; NFC, carboidrati non fibrosi; AGT, acidi grassi totali; Ca, calcio; P, fosforo; Mg, magnesio; K, potassio; S, zolfo; NEL, energia netta di lattazione; dig, digeribilità.

### Sostanza secca

Come atteso, il contenuto di sostanza secca dell'erba in piedi è risultato significativamente inferiore ( $P < 0.001$ ) rispetto al contenuto di sostanza secca di entrambi i fieni, sia considerando i dati ottenuti nel 2023 (erba: 25,39%; FT: 88,12%; FV: 89,94%; Tabella 1), sia considerando i dati ottenuti in entrambi gli anni (erba: 25.61%; FT: 88.65%; Tabella 3). Viceversa, per quanto concerne il confronto tra i due fieni, si osserva come non vi sia una differenza statisticamente significativa per quanto riguarda il contenuto di sostanza secca (Tabella 1). L'analisi di correlazione lineare, infine, mostra come, sia nel 2022 che nel 2023, non vi sia una correlazione significativa tra il contenuto di sostanza secca di erba in piedi, fieno ottenuto mediante fienagione tradizionale in campo e fieno ottenuto mediante fienagione in due tempi con ventilazione forzata (Tabelle 2 e 4).

### Ceneri e macroelementi

La fienagione in due tempi con ventilazione forzata permette di mantenere inalterato il contenuto di ceneri del foraggio affienato rispetto a quello dell'erba in piedi (erba: 9,29% SS; FV: 9,58% SS;  $P = 0,621$ ; Tabella 1). Seppur non sia stata rilevata una differenza statisticamente significativa tra contenuto di ceneri nell'erba in piedi e nel fieno ottenuto tradizionalmente ( $P = 0,268$ ), si osserva come, in termini prettamente numerici, vi sia una riduzione del contenuto di ceneri nel foraggio a seguito di fienagione tradizionale in campo (erba: 9,29% SS; FT: 8,57% SS; Tabella 1), tendenza confermata dall'analisi dei dati di entrambi gli anni (erba: 9,20% SS; FT: 8,61% SS;  $P = 0,293$ ; Tabella 3). Tali risultati farebbero presupporre che, in presenza di una maggiore numerosità campionaria, la differenza potrebbe diventare statisticamente significativa; tale ipotesi dovrà essere verificata in futuro. Dal confronto tra fieno ottenuto tramite fienagione tradizionale in campo e fieno ottenuto tramite fienagione in due tempi con ventilazione forzata si evince, altresì, come vi sia una tendenza statistica ( $P = 0,095$ ) per valori di ceneri inferiori nel primo rispetto al secondo (Tabella 1). L'analisi di correlazione lineare, infine, mostra come, sia nel 2022 che nel 2023, non vi sia una correlazione significativa tra il contenuto di ceneri di erba in piedi, fieno ottenuto tramite fienagione tradizionale in campo e fieno ottenuto tramite fienagione in due tempi con

ventilazione forzata (Tabelle 2 e 4).

In riferimento ai macroelementi minerali, si osserva come la fienagione tradizionale in campo determini una riduzione significativa del contenuto in calcio rispetto al contenuto di questo macroelemento nell'erba in piedi (erba: 0,62% SS; FT: 0,42% SS;  $P = 0,012$ ; Tabella 1), dato che viene confermato anche dai risultati dell'analisi svolta su entrambi gli anni di progetto (erba: 0,76% SS; FT: 0,55% SS;  $P = 0,008$ ; Tabella 3). Impiegando una fienagione in due tempi con ventilazione forzata, invece, è possibile mantenere inalterato il contenuto di calcio del foraggio verde (erba: 0,62% SS; FV: 0,56% SS;  $P = 0,439$ ; Tabella 1). Il confronto tra il contenuto in calcio del fieno ottenuto tradizionalmente in campo e del fieno ottenuto tramite ventilazione forzata mostra anch'esso una differenza significativa ( $P = 0,005$ ; Tabella 1). Il contenuto di calcio dell'erba in piedi è significativamente e positivamente correlato con il contenuto di calcio del fieno ottenuto tradizionalmente in campo ( $P = 0,009$ ; Tabella 4).

I risultati ottenuti mostrano che anche il contenuto in fosforo dell'erba in piedi viene significativamente ridotto se si impiega una fienagione tradizionale in campo [dati 2023: erba: 0,36% SS; FT: 0,31% SS;  $P = 0,019$  (Tabella 1); dati 2022 + 2023: erba: 0,35; FT: 0,31;  $P = 0,016$  (Tabella 3)], mentre non si osservano riduzioni significative impiegando una fienagione in due tempi con ventilazione forzata (erba: 0,36% SS; FV: 0,34% SS;  $P = 0,508$ ; Tabella 1). Così come già osservato per il calcio, anche il contenuto di fosforo dell'erba in piedi risulta significativamente correlato con il contenuto di fosforo del fieno ottenuto tramite fienagione tradizionale in campo (Tabelle 2 e 4).

Nel 2023 il contenuto di magnesio dell'erba in piedi non ha subito riduzioni significative né adottando una fienagione tradizionale in campo (erba: 0,24% SS; FT: 0,21% SS;  $P = 0,115$ ; Tabella 1) né adottando una fienagione in due tempi con ventilazione forzata (erba: 0,24% SS; FV: 0,23% SS;  $P = 0,799$ ; Tabella 1). L'analisi dei dati ottenuti in entrambi gli anni di progetto, però, mostrano che il contenuto di magnesio del fieno ottenuto tradizionalmente tende statisticamente ad essere inferiore rispetto al contenuto di magnesio dell'erba in piedi (erba: 0,27% SS; FT: 0,24% SS;  $P = 0,089$ ; Tabella 3); tale risultato suggerisce la necessità di ulteriori

approfondimenti futuri per questo parametro, finalizzati alla conferma o meno di tale tendenza statistica.

Per quanto concerne il contenuto di potassio, si osserva come nel fieno si riscontrino valori comparabili a quelli dell'erba in piedi, e ciò indipendentemente dalla tipologia di fienagione adottata dall'azienda (Tabelle 1 e 3). Inoltre, il contenuto di potassio di erba in piedi, fieno ottenuto tramite fienagione tradizionale e fieno ottenuto tramite fienagione in due tempi con ventilazione forzata non appare significativamente correlato (Tabelle 2 e 4).

Infine, si osserva come il contenuto di zolfo dell'erba in piedi, fieno ottenuto tramite fienagione tradizionale e fieno ottenuto tramite fienagione in due tempi con ventilazione forzata sia significativamente correlato (Tabelle 2 e 4). Si osserva, altresì, come il contenuto di zolfo del fieno ottenuto tramite fienagione tradizionale tenda statisticamente ad essere inferiore rispetto a quello dell'erba in piedi (erba: 0,22% SS; FT: 0,20% SS;  $P = 0,088$ ; Tabella 1), dato che viene confermato anche dall'analisi effettuata considerando i dati ottenuti in entrambi gli anni di progetto (erba: 0,23% SS; FT: 0,21% SS;  $P = 0,061$ ; Tabella 1).

#### Proteina grezza, proteina solubile e proteina associata alle frazioni fibrose

I risultati ottenuti mostrano come vi sia una riduzione statisticamente significativa del contenuto di proteina grezza nel fieno ottenuto mediante fienagione tradizionale in campo rispetto al contenuto presente nell'erba in piedi (erba: 13,89% SS; FT: 10,59% SS;  $P = 0,002$ ; Tabella 1); tale variazione è confermata considerando i dati complessivamente ottenuti nei due anni di progetto (erba: 15,00% SS; FT: 11,45% SS;  $P = 0,012$ ; Tabella 3). Al contrario, non si è osservata alcuna variazione del contenuto di proteina grezza tra erba in piedi e fieno ottenuto mediante fienagione in due tempi con ventilazione forzata (erba: 13,89% SS; FV: 13,39% SS;  $P = 0,664$ ). Inoltre, si è osservata una tendenza statistica verso un minore contenuto di proteina grezza nel fieno ottenuto tramite fienagione tradizionale in campo rispetto al fieno ottenuto mediante fienagione in due tempi con ventilazione forzata ( $P = 0,053$ ; Tabella 1). Pertanto, a differenza della fienagione tradizionale in campo, la fienagione in due tempi con ventilazione forzata consente di mantenere inalterato il contenuto di



proteina grezza del fieno rispetto a quello dell'erba. Tale risultato appare rilevante (1) data l'importanza del soddisfacimento dei fabbisogni proteici della vacca in lattazione ai fini del mantenimento di elevati standard produttivi in termini quanti-qualitativi, e (2) data la consueta notevole dipendenza delle aziende di bovine da latte nei confronti di fonti proteiche di provenienza extra-aziendale.

Per quanto concerne la proteina solubile, non sono state rilevate variazioni significative in funzione della tipologia di fienagione impiegata (Tabelle 1 e 3). Inoltre, il contenuto di proteina solubile nell'erba in piedi, nel fieno ottenuto mediante fienagione tradizionale in campo e nel fieno ottenuto mediante fienagione in due tempi con ventilazione forzata non sembra essere significativamente correlato (Tabelle 2 e 4).

La fienagione tradizionale in campo determina un aumento significativo del contenuto di proteina associata alla fibra neutro detersa (erba: 15,85% SS; FT: 21,91% SS;  $P = 0,042$ ; Tabella 1) e alla fibra acido detersa (erba: 5,34% SS; FT: 6,87% SS;  $P = 0,015$ ; Tabella 1) rispetto al contenuto di questi stessi parametri nell'erba in piedi; tali risultati vengono confermati anche dall'analisi dei dati ottenuti in entrambi gli anni di progetto (NDICP: erba: 15,61% PG; FT: 19,94% PG;  $P = 0,054$ ; ADICP: erba: 5,09% PG; FT: 7,04% PG;  $P = 0,002$ ; Tabella 3). Applicando, invece, una fienagione in due tempi con ventilazione forzata, si osserva come il contenuto di proteina associata alle frazioni fibrose nel fieno sia comparabile a quello determinato nell'erba in piedi (NDICP: erba: 15,85% PG; FV: 18,33% PG;  $P = 0,330$ ; ADICP: erba: 5,34% PG; FV: 5,53% PG;  $P = 0,605$ ; Tabella 1). Tale risultato appare rilevante, tenuto in considerazione che ADICP è una frazione insolubile delle proteine, generalmente non disponibile per l'animale. La NDICP, invece, è degradata lentamente a livello ruminale e va a costituire la principale fonte di proteina rumino indegradabile (RUP); la sua disponibilità a livello intestinale, però, può essere compromessa se i valori di ADICP sono elevati.

### Estratto etereo

La fienagione ha determinato una significativa riduzione del contenuto in estratto etereo rispetto a quanto determinato nell'erba in piedi; tale riduzione si è verificata indipendentemente dalla tipologia di fienagione impiegata. In termini numerici, tale riduzione è apparsa però maggiore nel caso in cui la fienagione impiegata sia stata di tipo tradizionale in campo (erba: 3,40% SS; FT: 2,59% SS;  $P = 0,017$ ; Tabella 1) piuttosto che effettuata in due tempi con ventilazione forzata (erba: 3,40% SS; FV: 2,97% SS;  $P = 0,039$ ; Tabella 1). Il contenuto di estratto etereo dell'erba in piedi è risultato, inoltre, positivamente e significativamente correlato con quello sia del fieno ottenuto tradizionalmente in campo [dati 2023:  $r = 0,817$ ;  $P = 0,091$  (Tabella 2); dati 2022 + 2023,  $r = 0,818$ ;  $P = 0,024$  (Tabella 4)] sia con quello del fieno ottenuto tramite fienagione in due tempi con ventilazione forzata ( $r = 0,914$ ;  $P = 0,030$ ; Tabella 2).

### Carboidrati solubili in acqua (WSC)

Il contenuto di carboidrati solubili in acqua che, per foraggi di zone temperate, include essenzialmente glucosio, fruttosio, saccarosio e fruttosani di varia lunghezza, ha subito una riduzione nel fieno ottenuto tramite fienagione in due tempi con ventilazione forzata rispetto allo stesso contenuto rilevato nell'erba in piedi (erba: 12,08% SS; FV: 9,76% SS;  $P = 0,048$ ; Tabella 1). Al contrario, non sono state osservate variazioni significative impiegando una fienagione tradizionale in campo (erba: 12,08% SS; FT: 10,27% SS;  $P = 0,169$ ; Tabella 1), dato confermato anche dall'analisi congiunta dei dati a disposizione per entrambi gli anni di progetto (erba: 11,58% SS; FT: 10,13% SS;  $P = 0,910$ ; Tabella 1). Non sono state osservate correlazioni significative tra il contenuto di carboidrati solubili in acqua di erba in piedi, fieno ottenuto tramite fienagione tradizionale in campo e fieno ottenuto tramite fienagione in due tempi con ventilazione forzata (Tabelle 2 e 4).

### Frazioni fibrose [fibra neutro detersa (aNDFom), fibra acido detersa (ADF) e lignina (ADL)]

Il contenuto di aNDFom è risultato significativamente superiore nel fieno ottenuto tradizionalmente in campo rispetto al contenuto rilevato nell'erba in piedi (erba: 47,23% SS; FT: 57,08% SS;  $P = 0,030$ ; Tabella 1), dato confermato anche dall'analisi effettuata utilizzando i dati di entrambi gli anni di progetto (erba: 44,97% SS; FT: 55,23% SS;  $P = 0,005$ ; Tabella 3). Si osserva una tendenza statistica verso valori più alti del contenuto di aNDFom anche nel fieno ottenuto tramite fienagione in due tempi con ventilazione forzata rispetto all'erba in piedi (erba: 47,23% SS; FV: 53,72% SS;  $P = 0,083$ ; Tabella 1). Appare però rilevante sottolineare che il contenuto di aNDFom è risultato significativamente inferiore nel fieno ottenuto tramite fienagione in due tempi con ventilazione forzata rispetto al fieno ottenuto tradizionalmente in campo ( $P = 0,035$ ; Tabella 1).

Per quanto riguarda il confronto tra erba in piedi e le due tipologie di fieni, i risultati ottenuti per ADF e ADL ricalcano quelli già presentati per l'NDF. In particolare, il contenuto sia di ADF (erba: 32,26% SS; FT: 37,54% SS;  $P = 0,014$ ; Tabella 1) che di ADL (erba: 4,67% SS; FT: 5,97% SS;  $P < 0,001$ ; Tabella 1) del fieno ottenuto tramite fienagione tradizione in campo è risultato significativamente superiore rispetto a quello dell'erba in piedi (Tabella 1), il tutto confermato anche dall'analisi congiunta dei dati ottenuti in entrambi gli anni di progetto (ADF, erba: 31,79% SS; FT: 37,73;  $P = 0,002$ ; ADL, erba: 5,14% SS; FT: 6,49% SS;  $P < 0,001$ ; Tabella 3). Impiegando, invece, una fienagione in due tempi con ventilazione forzata, i contenuti di ADF (erba: 32,26% SS; FV: 35,68;  $P = 0,108$ ) e ADL (erba: 4,67% SS; FV: 5,37;  $P = 0,102$ ), seppur numericamente superiori a quelli ottenuti per l'erba in piedi, non variano rispetto all'erba in modo statisticamente significativo (Tabella 1).

Infine, differentemente da quanto osservato per aNDFom e ADF (Tabelle 2 e 4), il contenuto di ADL dell'erba in piedi risulta significativamente correlato sia con il contenuto di ADL del fieno ottenuto tramite fienagione tradizionale in campo [dati 2023,  $r = 0,992$ ;  $P = 0,001$  (Tabella 2); dati 2022 + 2023,  $r = 0,995$ ;  $P < 0,001$  (Tabella 4)] sia con il contenuto di ADL del fieno ottenuto tramite fienagione in due tempi con ventilazione forzata, in quest'ultimo caso

mostrando una tendenza statistica ( $r = 0,819$ ;  $P = 0,090$ ; Tabella 2).

### Carboidrati non fibrosi (NFC)

Il contenuto di carboidrati non fibrosi, che includono la frazione di carboidrati non associata alle pareti cellulari delle cellule vegetali, ovvero contenuto cellulare altamente digeribile (amido, zuccheri e pectine), è risultato tendenzialmente inferiore in entrambe le tipologie di fieno rispetto all'erba in piedi (Tabella 1). Nel caso del fieno ottenuto tradizionalmente in campo, si vede come, considerando i dati ottenuti in entrambi gli anni di progetto (e quindi aumentando la numerosità campionaria), la suddetta tendenza diventa una vera e propria differenza statisticamente significativa (erba: 30,41% SS; FT: 24,96;  $P = 0,012$ ; Tabella 3). L'analisi di correlazione lineare mostra come non vi sia una correlazione significativa tra il contenuto di carboidrati non fibrosi di erba in piedi, fieno ottenuto tramite fienagione tradizionale in campo e fieno ottenuto tramite fienagione in due tempi con ventilazione forzata (Tabelle 2 e 4).

### Profilo acidico

L'analisi del profilo in acidi grassi dei foraggi ha preso in esame gli acidi palmitico (C16:0), stearico (C18:0), oleico (C18:1 c9), linoleico (C18:2 n-6) e  $\alpha$ -linolenico (C18:3 n-3) che, da soli, rappresentano tra il 90% e il 95% del totale degli acidi grassi rilevabili in questa tipologia di matrici. I risultati ottenuti mostrano un aumento statisticamente significativo delle proporzioni degli acidi grassi saturi (C16:0 e C18:0) sul totale degli acidi grassi rilevati nei fieni (indipendentemente dalla tipologia di fienagione) rispetto all'erba in piedi (Tabella 1). Nel caso del fieno ottenuto tramite fienagione tradizionale in campo, tale risultato è confermato anche dall'analisi congiunta dei dati ottenuti in entrambi gli anni di progetto (C16:0, erba: 17,22% AGT; FT: 22,21% AGT;  $P < 0,001$ ; C18:0, erba: 2,85% AGT; FT: 4,59% AGT;  $P = 0,003$ ; Tabella 3). Nel caso del fieno ottenuto tramite fienagione in due tempi con ventilazione forzata, la differenza nella proporzione di C18:0 rispetto all'erba in piedi è una tendenza statistica ( $P = 0,072$ ; Tabella 1). I dati riguardanti il principale acido grasso monoinsaturo nei foraggi, ovvero C18:1 c9, mostrano un aumento significativo della proporzione di questo

parametro nel fieno ottenuto tramite fienagione tradizionale in campo rispetto alla stessa proporzione nell'erba in piedi (erba: 7,20% AGT; FT: 8,96% AGT;  $P = 0,005$ ; Tabella 1), dato che viene confermato anche dall'analisi congiunta anche dall'analisi congiunta dei dati ottenuti in entrambi gli anni di progetto (erba: 6,99% AGT; FT: 9,46% AGT;  $P = 0,007$ ; Tabella 3). Non si osservano, invece, differenze tra la proporzione di C18:1 c9 determinata nell'erba in piedi e quella determinata nel fieno ottenuto tramite fienagione in due tempi con ventilazione forzata (erba: 7,20% AGT; FV: 7,01% AGT;  $P = 0,615$ ; Tabella 1). Per quanto concerne, invece, gli acidi grassi polinsaturi, si osserva come la fienagione (indipendentemente dalla tipologia impiegata) non determini variazioni della proporzione di C18:2 n-6 rispetto alla proporzione di questo parametro nell'erba in piedi (Tabelle 1 e 3). La fienagione tradizionale in campo, però, provoca una riduzione significativa della proporzione di C18:3 n-3 rispetto a quella rilevata nell'erba in piedi (erba: 50,83% AGT; FT: 42,69% AGT;  $P = 0,007$ ; Tabella 1), dato che trova conferma anche a seguito dell'analisi statistica congiunta dei dati ottenuti in entrambi gli anni di progetto (erba: 50,11% AGT; FT: 40,18% AGT;  $P = 0,001$ ; Tabella 3). Esaminando, invece, gli effetti della fienagione in due tempi con ventilazione forzata sulla proporzione di C18:3 n-3, si evince come questa non determini riduzioni significative di questo parametro rispetto alla sua proporzione nell'erba in piedi (erba: 50,83% AGT; FV: 46,71% AGT;  $P = 0,150$ ; Tabella 1). Tale risultato appare di interesse, se si tiene in considerazione il potenziale effetto positivo dell'acido  $\alpha$ -linolenico in riferimento alle proprietà nutraceutiche del latte.

#### Energia netta di lattazione ( $NE_L$ )

Per quanto riguarda l'energia netta di lattazione, si osserva che la fienagione (indipendentemente dalla tipologia) ne determina una riduzione statisticamente significativa rispetto al contenuto presente nell'erba in piedi (Tabella 1); per il fieno tradizionale, tale risultato è confermato anche dall'analisi statistica congiunta dei dati ottenuti in entrambi gli anni di progetto (erba: 1,39 Mcal/kg SS; FT: 1,22? Mcal/kg SS;  $P < 0,001$ ; Tabella 3). Si osserva, altresì, che il contenuto di  $NE_L$  del fieno ottenuto tramite fienagione in due tempi a ventilazione forzata risulta statisticamente maggiore rispetto a quello del fieno ottenuto tramite fienagione tradizionale in campo (FT: 1,22 Mcal/kg SS; FV: 1,28 Mcal/kg SS;  $P = 0,024$ ;



Tabella 1). Pertanto, la fienagione in due tempi con ventilazione forzata sembra impattare meno negativamente il contenuto di  $NE_L$  del foraggio se paragonata alla fienagione tradizionale in campo. Tale risultato appare di interesse vista l'importanza del contenuto energetico della razione ai fini di ottenere elevati standard produttivi in termini quantitativi.

#### Digeribilità della fibra neutro detersa

I dati ottenuti in termini di digeribilità della fibra neutro detersa (dig NDF) a diversi tempi mostrano che la fienagione (indipendentemente dalla tipologia) non ha un impatto significativo sui suoi valori rispetto ai valori ottenuti per l'erba in piedi (Tabella 1). Per quanto concerne la sola fienagione tradizionale in campo, l'analisi statistica congiunta dei dati ottenuti in entrambi gli anni di progetto, però, sembrerebbe indicare un effetto negativo per la digeribilità a 12 h e 30 h (Tabella 3). Si ritiene, pertanto, che i parametri di digeribilità della fibra dovrebbero essere ulteriormente indagati in futuro, aumentando la numerosità campionaria. Infine, l'analisi statistica di correlazione mostra che la digeribilità dell'NDF dell'erba in piedi a 30 h, 120 h e 240 h è significativamente correlata alla stessa digeribilità nei fieni, ancora una volta indipendentemente dalla tipologia di fienagione impiegata.

#### Effetto della semina sulla composizione dell'erba di Campo Tesori

La semina di Campo Tesori ha determinato delle modifiche della composizione botanica (c.f.r. Attività 2), che si riflettono anche sulla composizione chimico-bromatologica, in macroelementi minerali e nel profilo in acidi grassi dell'erba, così come riportato in Tabella 5.

In particolare, il nuovo prato polifita risulta, al 3° taglio, significativamente più ricco in EE ( $P = 0,011$ ), WSC ( $P < 0,001$ ), aNDFom ( $P = 0,040$ ), C18:3 n-3 ( $P < 0,001$ ), e presenta una maggiore digeribilità dell'NDF a 30 h ( $P = 0,004$ ), 120 h ( $P < 0,001$ ) e 240 h ( $P = 0,002$ ); il nuovo prato mostra tendenzialmente maggiori valori di  $NE_L$  ( $P = 0,056$ ). Al contempo, il nuovo prato risulta più povero in proteina solubile ( $P = 0,003$ ), ADICP ( $P = 0,018$ ), ADL ( $P < 0,001$ ), NFC ( $P = 0,014$ ), C16:0 ( $P = 0,006$ ), C18:0 ( $P = 0,005$ ), C18:2 n-6 ( $P = 0,010$ ), Ca ( $P = 0,016$ ), Mg ( $P = 0,018$ ) e K ( $P = 0,042$ ); il nuovo prato tende altresì a presentare un minor contenuto di C18:1

c9 ( $P = 0,078$ ). Da un punto di vista della composizione botanica, il prato pre-semina era prevalentemente (circa l'80% della copertura relativa) composto da *Taraxacum officinale* (47%) e *Medicago sativa* (32%), mentre la stessa copertura nel prato post-semina risulta raggiunta da un numero maggiore di specie foraggere, quali *Lolium multiflorum* (20%), *Lolium perenne* (16%), *Capsella bursa-pastoris* (13%), *Stellaria media* (11%), *Silene vulgaris* (10%) e *Arrhenaterium elatius* (8%), nessuna appartenente alla famiglia botanica delle Leguminosae. Si comprendono pertanto le variazioni chimiche osservate, soprattutto in riferimento ad una riduzione del contenuto in calcio (interessante in riferimento ad un potenziale utilizzo dell'erba nell'alimentazione delle bovine nell'immediato post-parto, al fine di ridurre le probabilità di insorgenza di ipocalcemia *post-partum*) e ad una riduzione numerica (seppur non significativa) del contenuto in proteina grezza dell'erba, che non appare negativa nel contesto della cooperativa Tesori della Terra visto il potenziale miglioramento del contenuto proteico del foraggio conservato ottenibile mediante fienagione in due tempi con ventilazione forzata (c.f.r. Tabella 1). Risulta interessante, ai fini di un miglioramento della qualità nutraceutica di latte e derivati, anche il significativo aumento di C18:3 n-3 del prato post-semina che, associato alla probabile presenza di polifenoli in alcune delle specie foraggere (dicotiledoni non leguminose) che insistono sul nuovo prato, potrebbe determinare delle modulazioni favorevoli della bioidrogenazione ruminale, tali da determinare un miglioramento del profilo in acidi grassi di latte e derivati, a favore di un maggior contenuto di acidi grassi polinsaturi, noti per i loro effetti favorevoli sulla salute umana. Tale ipotesi dovrà essere però verificata in futuro.

Tabella 5. Variazione della composizione chimico-bromatologica, del profilo in acidi grassi, del profilo in macroelementi e della digeribilità della fibra tra erba in piedi e fieno ottenuto tramite fienagione tradizionale in campo (FT), considerando tutti i dati raccolti nel 2022 e nel 2023.

Parametro	Pre-semina (3° taglio 2022)	Post-semina (3° taglio 2023)	SED	P
SS (%)	26,95	22,98	2,335	0,165
Ceneri (% SS)	9,08	8,48	0,753	0,016
PG (% SS)	18,47	15,98	2,490	0,247
Sol P (% PG)	41,43	35,99	5,433	0,003
EE (% SS)	3,08	3,76	0,152	0,011
WSC (% SS)	10,52	13,13	0,247	<0,001
aNDFom (% SS)	38,48	49,30	3,608	0,040
ADF (% SS)	29,50	30,20	1,654	0,695
ADL (% SS)	6,30	3,18	0,246	<0,001
ADICP (% SS)	4,62	3,91	0,713	0,018
NFC (% SS)	33,32	27,32	1,447	0,014
C16:0 (% AGT)	19,48	16,52	0,556	0,006
C18:0 (% AGT)	3,58	2,35	0,217	0,005
C18:1 c9 (% AGT)	6,16	9,11	0,448	0,078
C18:2 n-6 (% AGT)	20,02	16,81	0,688	0,010
C18:3 n-3 (% AGT)	49,21	57,27	0,585	<0,001
Ca (% SS)	1,13	0,63	0,125	0,016
P (% SS)	0,35	0,38	0,033	0,367
Mg (% SS)	0,37	0,25	0,032	0,018
K (% SS)	2,25	2,88	0,215	0,042
S (% SS)	0,26	0,27	0,015	0,670
NE <sub>L</sub> (Mcal/kg)	1,43	1,52	0,034	0,056
dig NDF 12 h (Mcal/kg)	39,46	43,17	3,237	0,316
dig NDF 30 h (Mcal/kg)	49,54	63,01	2,231	0,004
dig NDF 120 h (Mcal/kg)	53,50	75,24	1,293	<0,001
dig NDF 240 h (Mcal/kg)	54,57	77,77	1,191	0,002

Abbreviazioni: SED, errore standard della differenza; SS, sostanza secca; PG, proteina grezza; Sol P, proteina solubile; EE, estratto etero; WSC, carboidrati solubili in acqua; aNDFom, fibra neutro deterosa; ADF, fibra acido deterosa; ADL, lignina; NDICP, proteina associata alla fibra neutro deterosa; ADICP, proteina associata alla fibra acido deterosa; NFC, carboidrati non fibrosi; AGT, acidi grassi totali; Ca, calcio; P, fosforo; Mg, magnesio; K, potassio; S, zolfo; NEL, energia netta di lattazione; dig, digeribilità.

## Analisi fisica dell'unifeed

L'analisi fisica della razione ha principalmente lo scopo di verificare che alle bovine da latte non vengano somministrate razioni predisponenti acidosi ruminale subacuta (SARA). La SARA è uno tra i più frequenti disordini metabolico-fermentativi dell'allevamento intensivo della bovina da latte, e si caratterizza per temporanei episodi di riduzione del pH ruminale al di sotto dei valori ritenuti fisiologici ( $\text{pH} < 5,8$ ). Questa patologia può comportare perdite economiche ingenti per l'azienda, legate principalmente alla riduzione della produzione di latte e al peggioramento della sua qualità (soprattutto in riferimento al tenore in grasso) e può determinare la comparsa di altre forme patologiche correlate, quali laminiti (patologie podali), diarree, forme infiammatorie e/o ascessuali in diversi organi, tra cui fegato, reni, polmoni e miocardio; l'insorgenza delle suddette patologie normalmente determina un aumento del tasso di riforma all'interno dell'azienda da latte.

I dati medi relativi all'analisi fisica dell'unifeed secco per bovine in lattazione effettuata mediante l'uso del Penn State Particle Separator sono riportati in Tabella 6.

*Tabella 6. Dimensione media delle particelle dell'unifeed secco per bovine in lattazione prodotto in azienda fino a metà ottobre 2022.*

	<b>Peso (g)</b>	<b>Peso (% rispetto al totale)</b>
<b>Setaccio superiore (19 mm)</b>	86	28,6
<b>Setaccio intermedio (8 mm)</b>	27	8,9
<b>Setaccio inferiore (4 mm)</b>	93	30,9
<b>Fondo</b>	95	31,6
<b>TOTALE</b>	301	

I dati ottenuti si discostano significativamente dai dati medi raccomandati per bovine da latte (19 mm: 2-8%; 8 mm: 30-50%; 4 mm: 10-20%; fondo: 30-40%). In particolare, si sarebbe potuto consigliare di ridurre la dimensione di taglio dei foraggi impiegati, al fine di consentire una riduzione della percentuale in peso trattenuta dal setaccio superiore, a favore di un aumento della percentuale in peso trattenuta dal setaccio intermedio. Una elevata dimensione delle particelle di alimento, infatti, determina un maggiore ingombro a livello ruminale; maggiore è l'ingombro a livello ruminale, minore sarà la capacità di ingestione delle bovine, fattore che impatta negativamente la produzione quantitativa di latte. L'elevata percentuale in peso trattenuta al di sopra del setaccio inferiore (> 4 mm), associata all'elevato rapporto foraggio : concentrato delle razioni somministrate alle bovine da latte (c.f.r. Tabella 9), e pertanto ad un elevato contenuto di aNDFom della razione stessa, indica un buon tenore di fibra fisicamente efficace (peNDF) della razione, parametro fondamentale per evitare l'insorgenza della SARA.

#### *Latte: produzione, campionamento, analisi chimiche, analisi statistica dei dati*

La quantità di latte prodotta a livello aziendale è stata monitorata con cadenza all'incirca quindicinale per tutta la durata del progetto; contestualmente è stato registrato il numero di bovine in lattazione, al fine di ottenere una stima della produzione media individuale giornaliera. Parallelamente alla valutazione della produzione quantitativa, sono stati effettuati dei campionamenti rappresentativi del latte massale prodotto a livello aziendale, al fine di valutarne le caratteristiche qualitative. I campioni di latte massale sono stati prelevati dal tank frigo di destinazione messo a disposizione dalla Cooperativa I Tesori della Terra per lo svolgimento di questa specifica attività di progetto. Per il campionamento sono state utilizzate apposite provette della capacità pari a 50 mL, prive di conservante, fornite dal laboratorio di riferimento (Laboratorio dell'Associazione Regionale Allevatori Piemonte, Madonna dell'Olmo, CN). Una volta prelevato, il campione è stato immediatamente refrigerato e la consegna al laboratorio di riferimento è avvenuta entro 24 ore dal prelievo. Ogni campione di latte è stato analizzato per il suo contenuto in grasso, proteina, urea, cellule



somatiche, carica batterica totale e profilo acidico. I dati così ottenuti sono stati, altresì, integrati con altri dati messi a disposizione dalla Cooperativa (fino al 13/10/2023), derivanti dai controlli funzionali effettuati dall'Associazione Regionale Allevatori del Piemonte (ARAP) e dai controlli effettuati nell'ambito del piano di campionamento interno del Caseificio della Cooperativa stessa.

Nel giugno 2023 è entrato in funzione il nuovo impianto per l'essiccazione del fieno mediante ventilazione forzata. Con il primo taglio dell'anno 2023 è stato quindi possibile valutare l'effetto dell'introduzione di questa pratica innovativa sulla produzione quanti-qualitativa di latte. A tal riguardo, è stata predisposta una prova sperimentale dedicata. Le bovine in lattazione della mandria sono state dapprima alimentate con una razione contenente fieno ottenuto tramite fienagione in due tempi con ventilazione forzata (Tabella 7) per un periodo di tempo pari a due settimane (periodo di adattamento), cui sono seguite, nell'arco temporale di una settimana, tre campionamenti di latte massale associati alla valutazione della produzione quantitativa. A seguire, le stesse bovine sono state alimentate con la medesima razione, in cui però la quota foraggera è stata sostituita con fieno ottenuto tramite fienagione tradizionale in campo (Tabella 7) per altre due settimane (periodo di adattamento), cui sono nuovamente seguiti, nell'arco temporale di una settimana, tre campionamenti di latte massale associati alla valutazione della produzione quantitativa. Le due tipologie di fieno sono state ottenute a partire dal medesimo foraggio verde (campo Tesori e Campo Tetto Brigone). Inoltre, anche la lunghezza di taglio impiegata è stata la medesima per entrambe le tipologie di fieno; questo dettaglio è importante in riferimento ai potenziali effetti sulla produzione quantitativa, in quanto una maggiore lunghezza di taglio può comportare un maggiore ingombro ruminale e ridurre pertanto l'ingestione di sostanza secca da parte dell'animale, con conseguenze negative sulla produzione di latte. In dettaglio, la razione era costituita da: fieno *ad libitum* (ingestione stimata: 16 kg/capo × die), 5 kg di mangime (Figura 1) e 400 g/capo × die di integratore (Trouvmix Dairy Natural Complete, Nutreco Company; Figura 2).

Tabella 7. Razioni e relativa modalità di somministrazione durante la prova sperimentale.

	<b>RAZIONE</b>	<b>MODALITÀ DI SOMMINISTRAZIONE</b>
<b>Prova fieno ventilato</b>	16 kg di fieno essiccato (1° Taglio 2023 campo sperimentale) 5 kg di mangime <sup>6</sup> integrato	Fieno: <i>ad libitum</i> in corsia di alimentazione Mangime: in corsia di alimentazione (3 volte/d)
<b>Prova fieno tradizionale</b>	16 kg di fieno tradizionale (1° Taglio 2023 campo sperimentale) 5 kg di mangime <sup>6</sup> integrato	Fieno: <i>ad libitum</i> in corsia di alimentazione Mangime: in corsia di alimentazione (3 volte/d)

I campioni di latte sono stati analizzati per il loro contenuto in grasso, proteina, lattosio, urea, cellule somatiche, carica batterica totale e profilo acidico. L'arco temporale ridotto della prova ha consentito di evitare un eventuale effetto confondente dello stadio di lattazione sulle variabili dipendenti esaminate; infatti, i giorni medi di lattazione delle bovine sono stati pari a 155 giorni nella settimana di campionamento relativo alla somministrazione di fieno ventilato e 164 giorni nella settimana di campionamento relativo alla somministrazione di fieno tradizionale. I dati ottenuti sono stati sottoposti ad analisi statistica (test *t* di Student) utilizzando il software IBM SPSS Statistics v. 28.0 per Windows, al fine di valutare l'effetto della tipologia di fienagione sulla produzione quanti-qualitativa di latte. Si è considerata una soglia di significatività statistica del 95% ( $P < 0,05$ ).



Verzuolo Biomangimi s.r.l.  
Via Sottana 50  
12039 VERZUOLO (CN)  
verzuolobiomangimi.it

**R052** MANGIME COMPLEMENTARE PER VACCHE DA LATTE  
**DAIRY TREASURE**

*Può essere utilizzato in agricoltura biologica conformemente ai Reg. UE 848/18*

**COMPOSIZIONE**  
\*granturco, \*orzo, \*piselli, \*crusca di frumento, \*farina (di semi) di girasole, \*farina (di semi) di soia, carbonato di calcio, cloruro di sodio, bicarbonato di sodio, ossido di magnesio.

*\*da agricoltura biologica \*\*in conversione all'agricoltura biologica*

**IN % SULLA SOSTANZA SECCA**

s.s biologica	94,7 %	s.s convenzionale	0,0 %	s.s non agricola	5,3 %
s.s in conversione	0,0 %	s.s origine agricola	94,7 %		

**COMPONENTI ANALITICI PER CHILOGRAMMO**

Fibra grezza	6,26 %	Grassi grezzi	4,59 %	Calcio	9,34 g
Ceneri grezze	7,12 %	Umidità	10,49 %	Sodio	6,65 g
Proteina grezza	16,12 %	Fosforo	4,13 g		

Figura 1. Mangime complementare per vacche da latte impiegato durante la prova sperimentale.



**Scheda Tecnica**  
**TROUWMIX DAIRY NATURAL COMPLETE**

Codice formula 13514505

MANGIME MINERALE PER VACCHE DA LATTE

**COMPOSIZIONE:**  
Carbonato di calcio - Bicarbonato di sodio - Cloruro di sodio - Litotamnio - Fosfato monocalcico - Ossido di magnesio - Lievito es. da Sacch. cerevisiae - Farina di frumento tenero biologico

**COMPONENTI ANALITICI:**

Calcio	17,56	%	Sodio	10,29	%
Fosforo	2,0	%	Magnesio	4,68	%

**ADDITIVI PER KG:**

Vitamine					
Vitamina A 3a672a	400.000	UI	Vitamina E(RRR-alpha-tocoferile acetato) 3a700	2.000	mg
Vitamina D3 stabilizzata 3a671	40.000	UI			
Oligoelementi					
Rame (da Solfato di rame(II) pentaidrato 3b405)	697	mg	Iodio (da ioduro di potassio 3b201)	60,0	mg
Manganese (da Solfato manganoso, monoidrato 3b503)	1.000	mg	Cobalto (da carbonato di Co (II) in granuli rivestiti 3b304)	3,5	mg
Zinco (da solfato di zinco, monoidrato 3b605)	1.800	mg	Selenio (da selenito di sodio 3b801)	12,0	mg



Figura 2. Integratore per vacche da latte utilizzato durante la prova sperimentale.

### *Latte: risultati ottenuti*

Le Figure 3 - 29 mostrano l'andamento dei parametri monitorati in riferimento alla produzione quanti-qualitativa di latte nel corso dell'intero progetto. Per alcuni parametri oggetto di studio (produzione di latte, grasso, proteine, lattosio, conta delle cellule somatiche e carica batterica totale) è stato possibile utilizzare ulteriori dati messi a disposizione dalla Cooperativa I Tesori della Terra sia nel corso del progetto, sia dopo la fine del progetto stesso (fino a metà ottobre 2023).

Durante la durata del progetto, il monitoraggio della produzione media individuale (kg/capo × giorno) ha evidenziato un andamento molto variabile. Questo parametro risulta influenzato sia dal valore di giorni medi di lattazione degli animali in produzione, che è variabile nel corso dell'anno, sia dagli effetti delle condizioni ambientali, soprattutto nel periodo estivo dove si possono verificare episodi di stress da caldo. Inoltre, è necessario sottolineare che sono state osservate criticità nell'andamento della produzione a causa dei frequenti cambiamenti di fieni acquistati esternamente. Infatti, l'obiettivo è quello di auto-produrre la quantità di fieno sufficiente per soddisfare l'alimentazione delle bovine durante tutto l'anno, attraverso le azioni migliorative previste dal progetto Ethicow: la messa in opera dell'essiccatore a ventilazione forzata e il miglioramento dei prati a disposizione della Cooperativa I Tesori della Terra. Sarà in questo modo possibile migliorare lo standard quanti-qualitativo e la regolarità da un punto di vista qualitativo dei foraggi a disposizione.

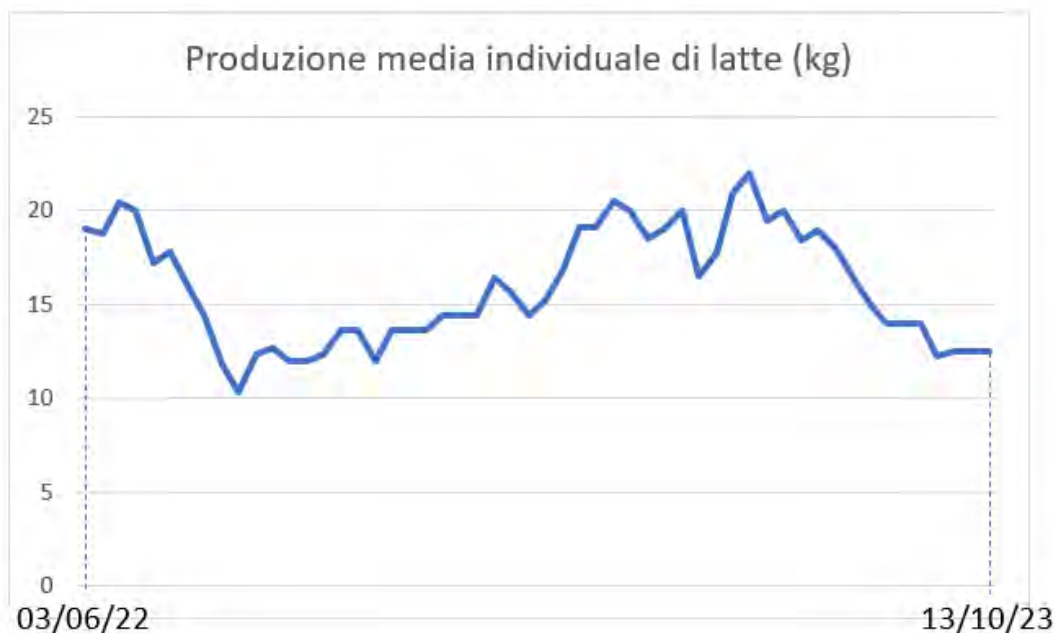


Figura 3. Andamento della produzione media individuale di latte durante il progetto.

Poiché l'intera produzione di stalla viene destinata al caseificio interno, occorre concentrarsi anche sulle caratteristiche qualitative del latte prodotto. In particolare, si rende necessario:

- ottenere un elevato contenuto di proteina: questo parametro risulta essere la principale variabile correlata alla resa casearia;
- mantenere un corretto rapporto tra grasso e proteina: è necessario che il tenore lipidico sia sempre maggiore del tenore proteico; infatti, l'inversione di questo rapporto potrebbe segnalare possibili fenomeni di acidosi o subacidosi nelle bovine in lattazione con conseguente calo delle performance e della salute animale.

Osservando i grafici, l'andamento di grasso e proteina del latte durante il progetto non mostra un'inversione nel rapporto, salvo qualche caso sporadico. Il tenore lipidico si attesta intorno al 3,4% mentre quello proteico è circa del 3,0%. L'andamento del grasso del latte risulta essere quello più variabile, probabilmente a causa della variabilità dei foraggi somministrati.

Il valore di lattosio, come atteso, è rimasto costante durante l'intera durata del progetto.



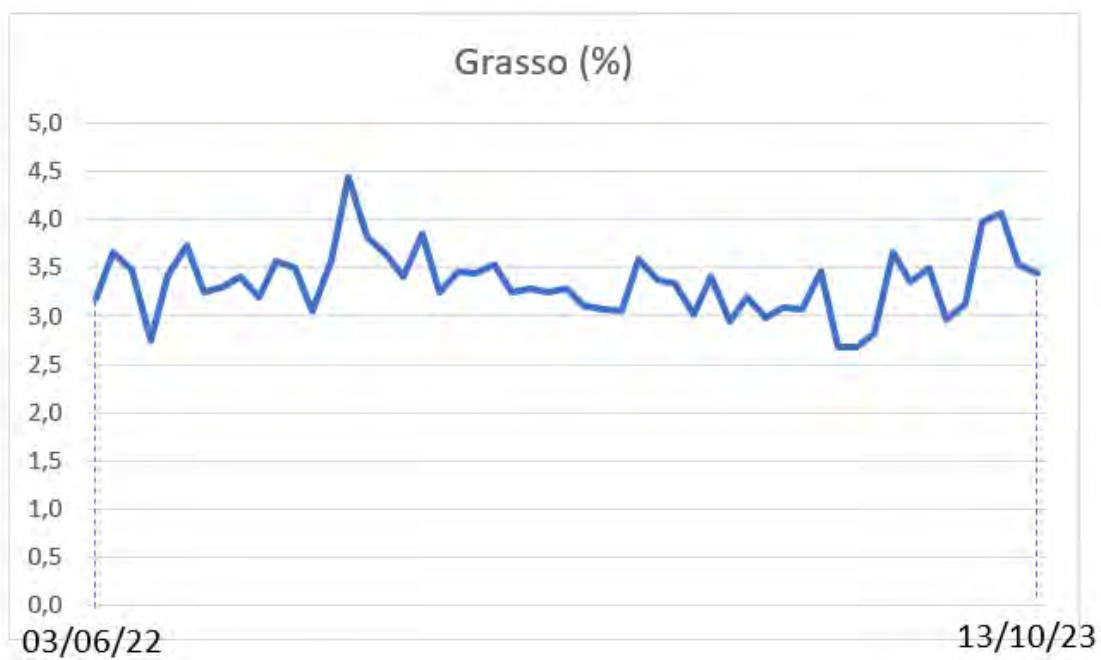


Figura 4. Andamento della percentuale di grasso del latte durante il progetto.



Figura 5. Andamento della percentuale di proteina del latte durante il progetto.

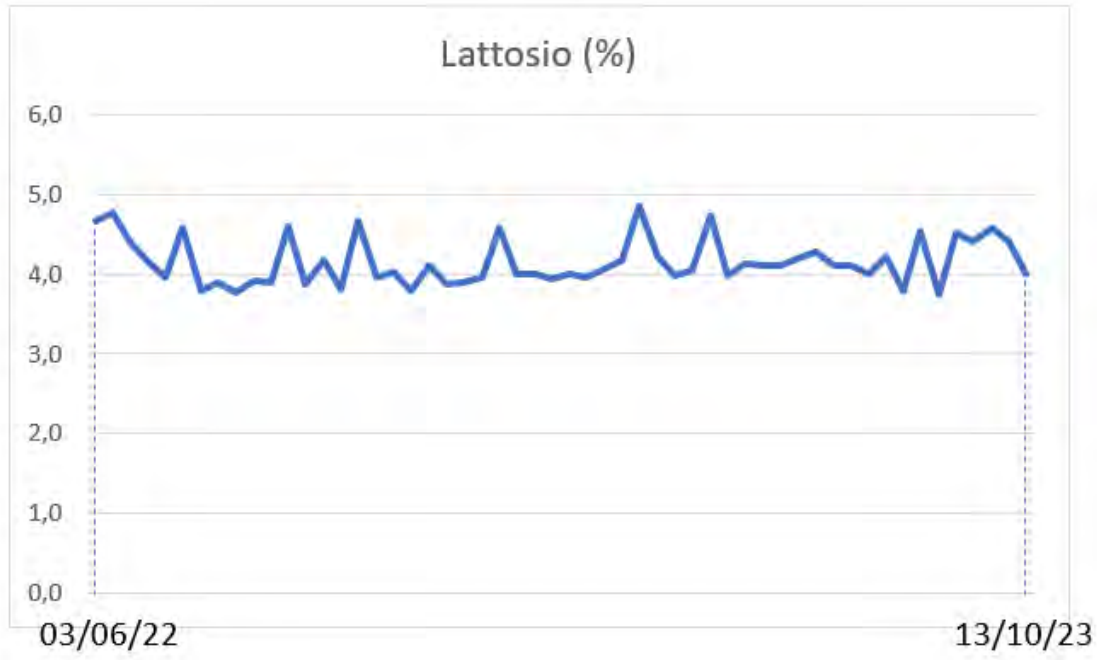


Figura 6. Andamento della percentuale di grasso del latte durante il progetto.

Il contenuto di urea nel latte è il parametro che indica l'andamento dei metabolismi azotati: livelli elevati evidenziano un'elevata assunzione di proteina e/o un'insufficiente assunzione di energia. Il range ottimale risulta essere tra 21 e 30 mg/100 mL (Hutjens & Chase, 2012). Come possiamo osservare in alcuni casi il contenuto di urea nel latte ha superato i valori raccomandati. Questo indice è stato fortemente tenuto considerazione nell'ottimizzazione delle razioni da somministrare alle bovine.

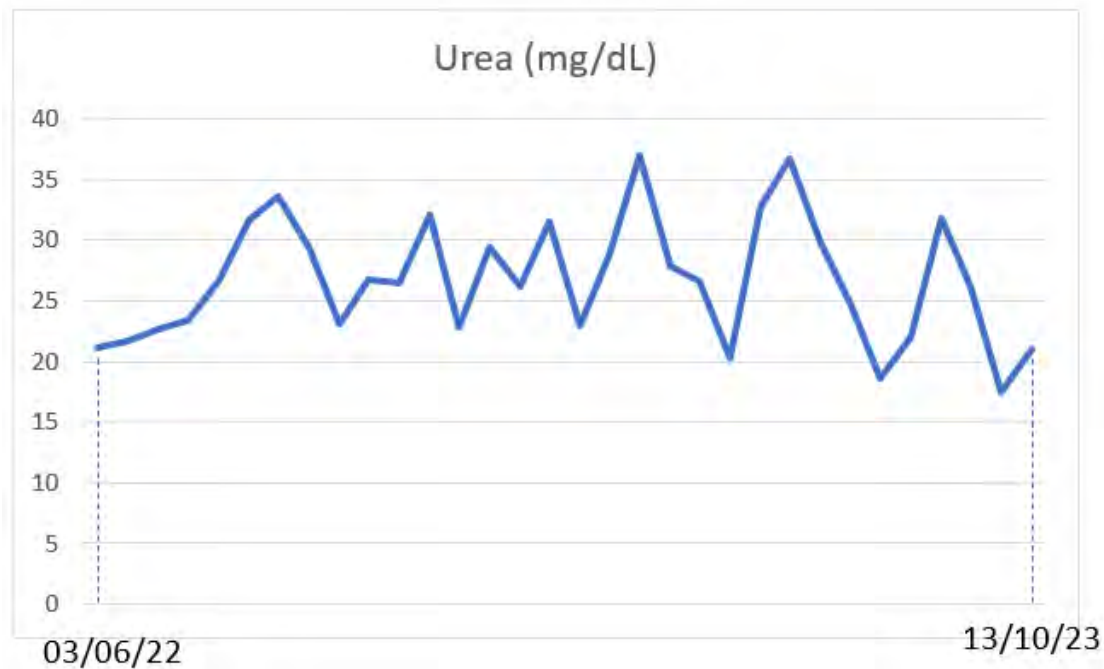


Figura 7. Andamento del contenuto di urea del latte durante il progetto.

L'andamento delle cellule somatiche è un parametro che è stato monitorato per conoscere lo stato sanitario della mandria in produzione. Infatti, può essere impiegato come indice della presenza di infiammazioni a carico della mammella, spesso dovute all'aggressione da parte microrganismi patogeni, soprattutto presenti nella lettiera. Dal grafico possiamo osservare come l'andamento della conta delle cellule somatiche del latte di massa sia stato molto variabile nel corso del progetto. Questo risultato è da ricondurre al basso numero di animali in produzione: avendo pochi animali in produzione (< 30), anche l'apporto di latte di una singola bovina con mastite subclinica (infiammazione non accompagnata da sintomi e di difficile rilevazione) ha contribuito negativamente alla conta delle cellule sul latte di massa.

Oltre alla conta delle cellule somatiche, un altro indice igienico-sanitario del latte tenuto in considerazione durante il progetto è la carica batterica totale. Come possiamo osservare dal grafico, l'andamento è stato tendenzialmente regolare con alcuni picchi. I picchi indicano dei deficit puntuali sui protocolli di pulizia e disinfezione o della mungitrice o del tank frigo in cui il latte viene stoccato. Il controllo frequente di questo parametro ha permesso di ottimizzare

la gestione dei protocolli di disinfezione messi in atto.

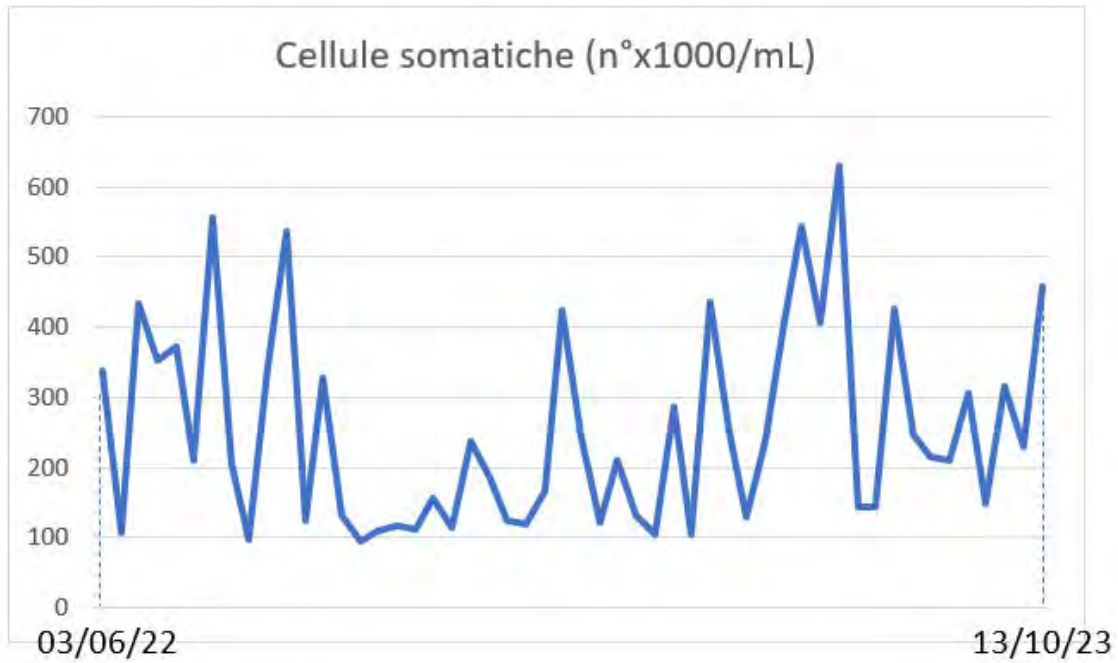


Figura 8. Andamento della conta delle cellule somatiche del latte durante il progetto.

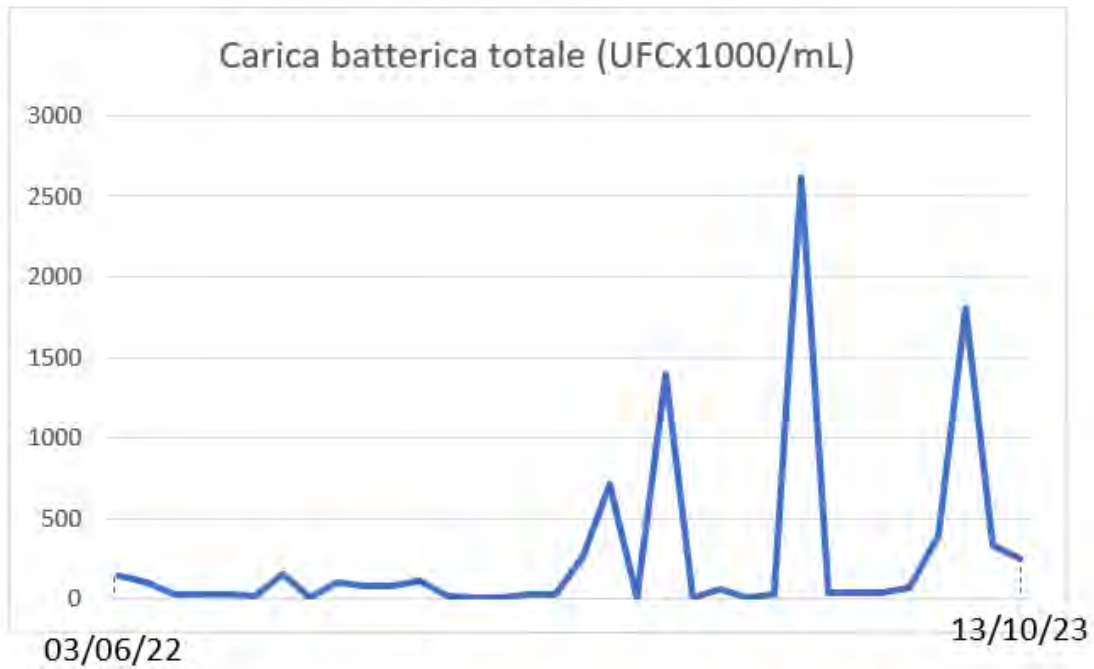


Figura 9. Andamento della carica batterica totale del latte durante il progetto.

In riferimento al profilo in acidi grassi del latte, le variazioni osservate nel corso del progetto (Figure 10-27) sono il diretto risultato di numerosi fattori che vanno sinergicamente e significativamente ad influenzare la qualità del grasso del latte. Tra questi sono da includere sia fattori endogeni (quali ad esempio i giorni di lattazione medi della mandria che, come precedentemente detto, variano nel corso dell'anno, ma anche il numero di lattazione medio della mandria) ma anche, e soprattutto, fattori strettamente legati alla razione somministrata (es, qualità dei foraggi, a sua volta dipendente sia dalla composizione botanica di prati e prato-pascoli, sia dal momento di utilizzazione della risorsa verde) nonché all'ambiente (in particolare possono esserci variazioni significative a seguito di episodi di stress da caldo, tipici dei mesi estivi nell'area geografica dove la Cooperativa è localizzata).

In termini generali, l'alimentazione della vacca in lattazione dovrebbe perseguire l'obiettivo di una riduzione del tenore in acidi grassi saturi, soprattutto quelli a media catena (C12:0, C14:0, C16:0) che si caratterizzano per essere ipercolesterolemici. In aggiunta, la somministrazione di razioni ad elevato rapporto foraggio : concentrato (come nel caso di quella impiegata nella Cooperativa), con impiego di foraggi (verdi e/o affienati) di qualità, permette di incrementare il contenuto di alcuni acidi grassi polinsaturi, sia ottadecenoici (quali l'acido *trans*-vaccenico) sia ottadecadienoici (quali l'acido rumenico), così come la concentrazione di acidi grassi a più elevato grado di insaturazione quali l'acido  $\alpha$ -linolenico ed eventualmente altri acidi grassi della serie omega-3 da esso derivati attraverso vie metaboliche di elongazione e desaturazione. Tali acidi grassi insaturi esercitano effetti benefici sulla salute umana, in quanto, a seconda del singolo acido grasso considerato, sono caratterizzati da proprietà antiaterogeniche, antidiabetiche, antinfiammatorie e/o anticancerogene. La razione somministrata dalla Cooperativa I Tesori della Terra alle bovine in lattazione si caratterizza per un elevato rapporto foraggio : concentrato (c.f.r. Tabella 9); in particolare, l'impiego di erba verde e fieni di prato stabile consente alle bovine di ingerire notevoli quantitativi di acido  $\alpha$ -linolenico che, subendo un processo nel rumine noto come bioidrogenazione ruminale parziale ad opera dei microrganismi ruminali, porta alla sintesi di alcuni acidi ottadecenoici e ottadecadienoici di interesse (sopramenzionati) che possono essere trasferiti mediante



circolo ematico in ghiandola mammaria ed essere così utilizzati dall'animale per la sintesi del grasso del latte. Questo processo metabolico permette di elevare le caratteristiche qualitative del grasso del latte. Tali caratteristiche migliorate si riflettono anche ai prodotti caseari derivati, in quanto tendenzialmente il processo di caseificazione non va ad alterare in modo significativo la composizione in acidi grassi del latte utilizzato per la caseificazione stessa. Questo è un aspetto di rilevante importanza per la Cooperativa I Tesori della Terra, che va a destinare tutto il latte prodotto dalla propria mandria all'interno del caseificio aziendale.



Figura 10. Andamento della proporzione di acido laurico del latte durante il progetto.



Figura 11. Andamento della proporzione di acido miristico del latte durante il progetto.



Figura 12. Andamento della proporzione di acido palmitico del latte durante il progetto.



Figura 13. Andamento della proporzione di acido stearico del latte durante il progetto.



Figura 14. Andamento della proporzione di acido oleico del latte durante il progetto.

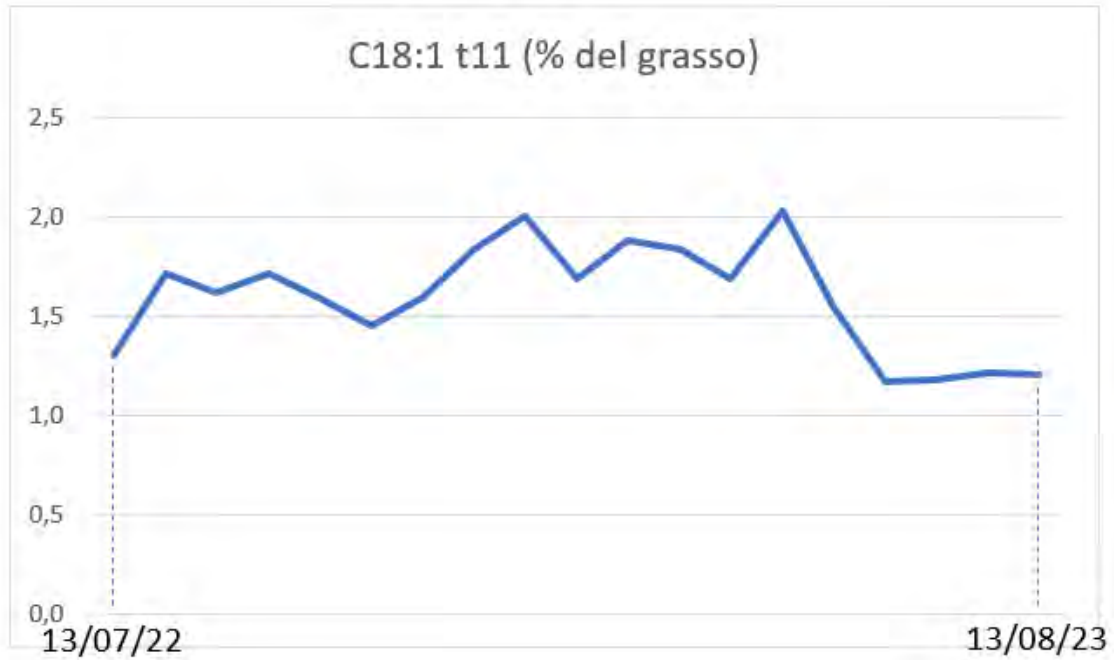


Figura 15. Andamento della proporzione di acido trans-vaccenico del latte durante il progetto.



Figura 16. Andamento della proporzione di acido rumenico del latte durante il progetto.

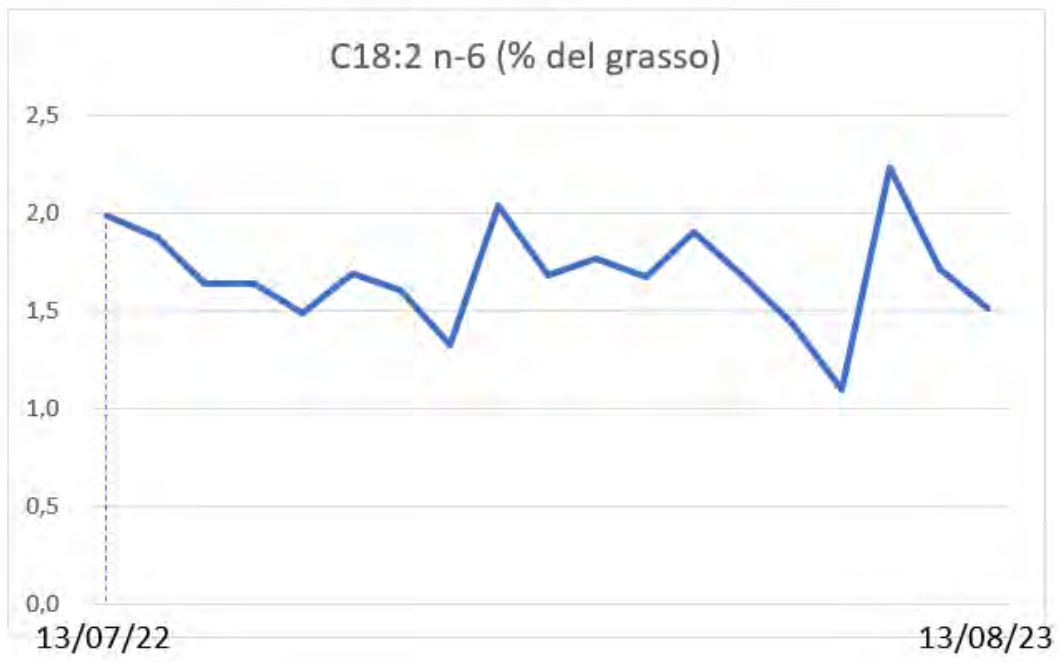


Figura 17. Andamento della proporzione di acido linoleico del latte durante il progetto.



Figura 18. Andamento della proporzione di acido  $\alpha$ -linolenico del latte durante il progetto.





Figura 19. Andamento della proporzione di acidi grassi saturi totali del latte durante il progetto.



Figura 20. Andamento della proporzione di acidi grassi insaturi totali del latte durante il progetto.



Figura 21. Andamento della proporzione di acidi grassi a catena dispari di atomi di carbonio e acidi grassi ramificati totali del latte durante il progetto.

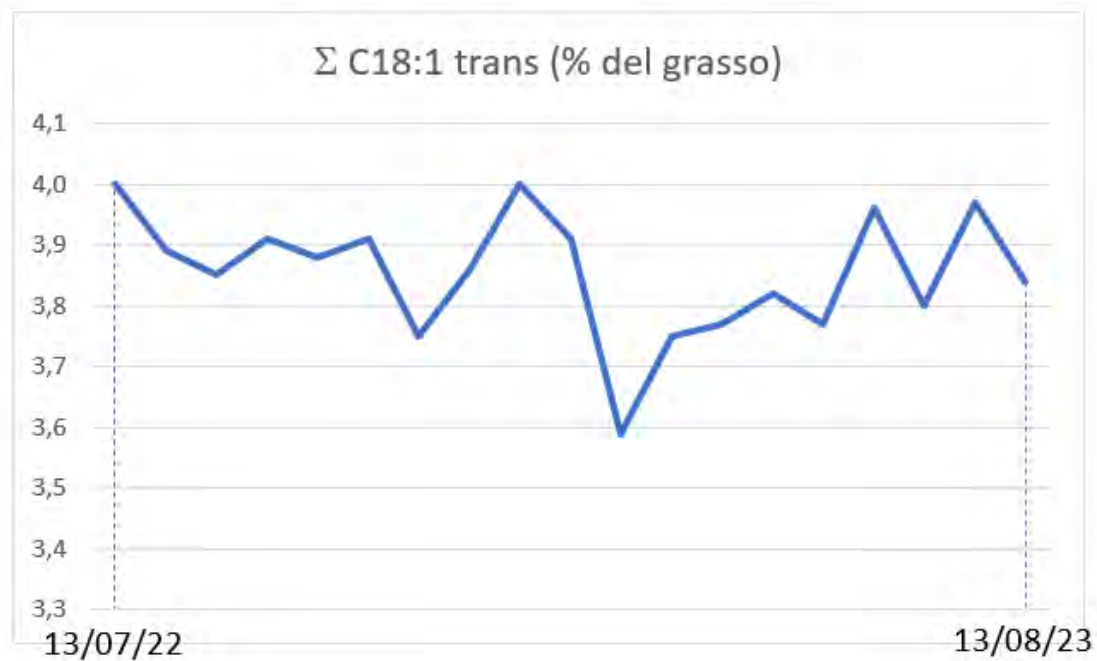


Figura 22. Andamento della proporzione di acidi grassi ottadecenoici trans totali del latte durante il progetto.



Figura 23. Andamento della proporzione di acido linoleico coniugato totale del latte durante il progetto.

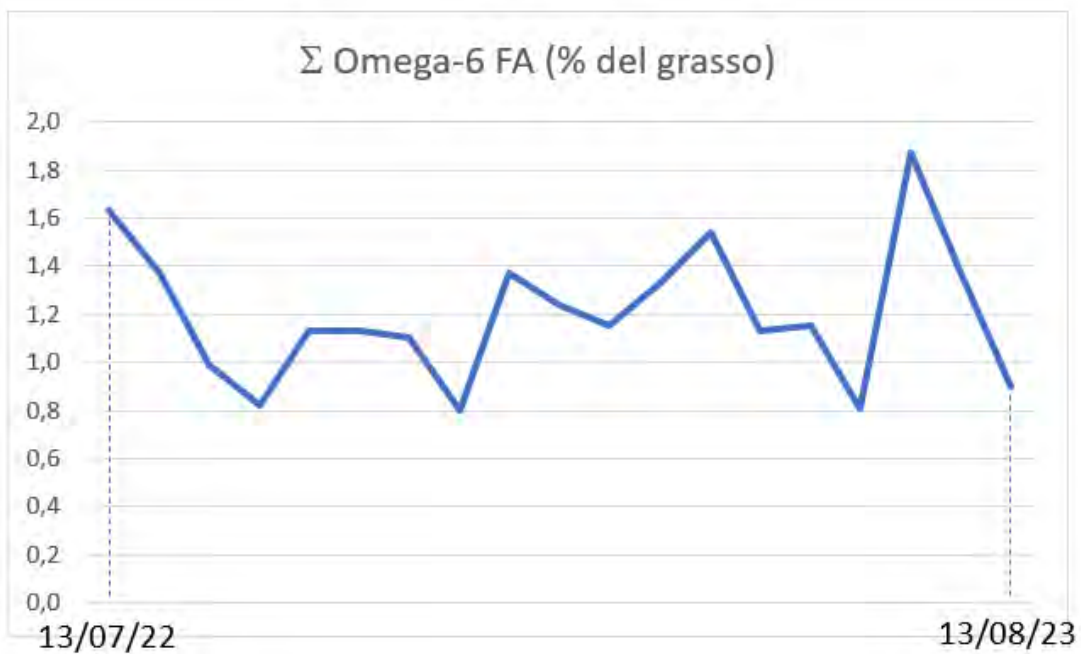


Figura 24. Andamento della proporzione di acidi grassi totali della serie omega-6 del latte durante il progetto.



Figura 25. Andamento della proporzione di acidi grassi totali della serie omega-3 del latte durante il progetto.



Figura 26. Andamento dell'indice di aterogenicità del latte durante il progetto.

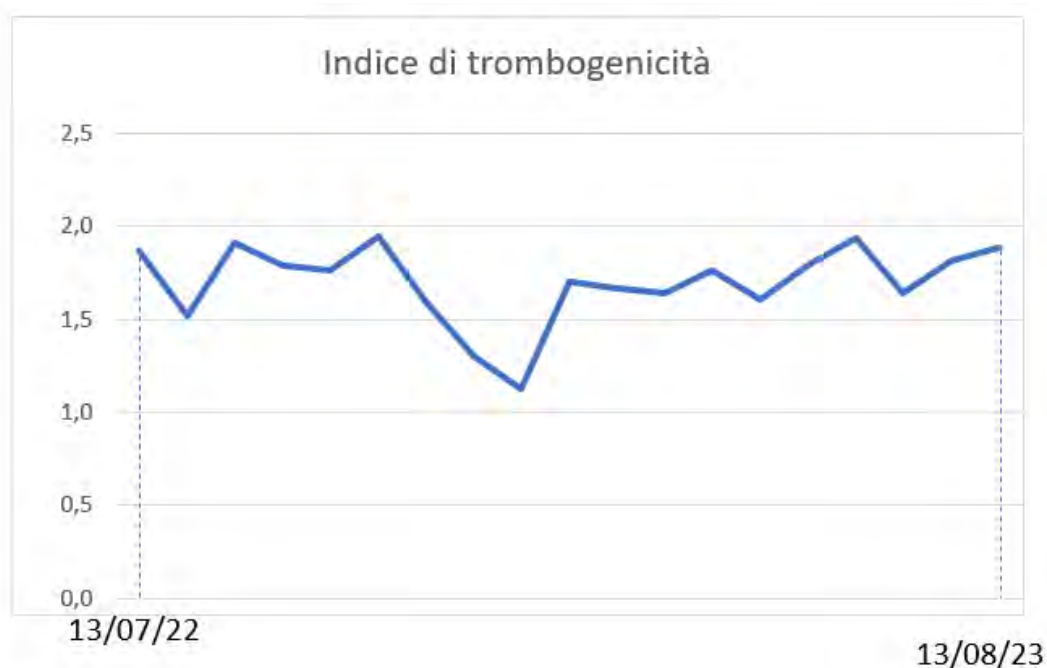


Figura 27. Andamento dell'indice di trombogenicità del latte durante il progetto.

Nella Tabella 8 si riporta il confronto tra i parametri quanti-qualitativi del latte ottenuto dalla mandria in funzione del tipo di foraggio somministrato (fieno ottenuto mediante fienagione tradizionale in campo e fieno ottenuto mediante fienagione in due tempi con ventilazione forzata). I risultati ottenuti mostrano come l'impiego in razione di fieno ottenuto tramite fienagione in due tempi con ventilazione forzata possa determinare un aumento significativo della produzione individuale di latte (FT: 12,5 kg/capo × giorno; FV: 14,0 kg/capo × giorno;  $P < 0,001$ ), mentre non sono state osservate differenze significative in riferimento ai parametri qualitativi (composizione chimica classica e profilo in acidi grassi; Tabella 8). Le motivazioni alla base dell'aumento della produzione di latte con l'impiego in razione di fieno ventilato sono molteplici. *In primis*, la maggiore appetibilità del fieno ottenuto tramite fienagione in due tempi con ventilazione forzata, come dimostrato dalla prova sperimentale di appetibilità effettuata nell'ambito dell'attività 6 "Valutazione del benessere animale" (cui si rimanda per ulteriori dettagli) è in grado di determinare un aumento dell'ingestione di sostanza secca, cui

consegue una migliore performance in termini produttivi. Il miglioramento dell'appetibilità del fieno è stato chiaramente riscontrato in stalla mediante una valutazione di tipo visivo, olfattivo e tattile: il fieno ottenuto tramite fienagione in due tempi con ventilazione forzata è risultato visibilmente più verde (come si può evincere dalle Figure 28 e 29), aromatico e morbido al tatto. Una ulteriore motivazione è da ricercare nel miglioramento della qualità chimico-bromatologica del fieno stesso che, in caso di fienagione in due tempi con ventilazione forzata, ha mostrato una tendenza per un maggior contenuto in proteina grezza e al contempo un minor contenuto di fibra neutro detersa (negativamente correlata con la capacità di ingestione) e di proteina non digeribile (quella associata alle frazioni fibrose) (Tabella 1; c.f.r. sezione *“Confronto delle razioni con ricorso a fienagione tradizionale e fienagione ventilata”*).



Figura 28. Somministrazione di fieno ottenuto tramite fienagione tradizionale in campo durante la prova sperimentale; si



*osservi, in particolare, la colorazione tendente al giallo del fieno.*



*Figura 29. Bovina da latte che si alimenta di fieno ottenuto tramite fienagione in due tempi con ventilazione forzata durante la prova sperimentale; si osservi, in particolare, la colorazione tendente al verde del fieno.*

Tabella 8. Effetto del tipo di fienagione [tradizionale in campo (FT) e in due tempi con ventilazione forzata (FV)] sui parametri quanti-qualitativi di latte massale.

PARAMETRO	FT	FV	SEM	P-value
Produzione di latte (kg/capo × die)	<b>12,5</b>	<b>14,0</b>	<b>0,330</b>	<b>&lt;0,001</b>
Grasso (%)	3,68	3,20	0,155	0,125
Proteina (%)	3,08	3,06	0,120	0,935
Lattosio (%)	4,33	4,27	0,139	0,856
Urea (mg/dL)	21,53	17,21	2,067	0,350
Cellule somatiche (n×10 <sup>3</sup> /mL)	334,32	243,67	38,616	0,285
Carica batterica totale (UFC×10 <sup>3</sup> /mL)	246,00	844,33	327,293	0,598
<b>Profilo acidico (% del grasso)</b>				
C12:0 (acido laurico)	3,00	2,95	0,043	0,610
C14:0 (acido miristico)	10,89	11,41	0,233	0,339
C16:0 (acido palmitico)	33,39	35,06	0,942	0,464
C18:0 (acido stearico)	7,43	7,39	0,154	0,926
C18:1 c9 (acido oleico)	21,17	18,74	0,732	0,094
C18:1 t11 (acido <i>trans</i> -vaccenico)	1,20	1,36	0,072	0,334
C18:1 t10	0,33	0,33	0,007	0,638
CLA C18:2 c9t11 (acido rumenico)	1,10	1,20	0,055	0,459
C18:2 n-6 (acido linoleico)	1,82	1,27	0,186	0,168
C18:3 n-3 (acido α-linolenico)	0,84	0,92	0,083	0,720
S SFA (acidi grassi saturi totali)	58,52	59,90	0,607	0,344
S MUFA (acidi grassi monoinsaturi totali)	31,11	28,73	0,730	0,104
S PUFA (acidi grassi polinsaturi totali)	3,99	3,99	0,002	0,272
S UFA (acidi grassi insaturi totali)	31,91	25,85	2,231	0,219
S eSFA (acidi grassi saturi a catena pari totali)	51,45	52,06	0,443	0,576
S OCFA (acidi grassi a catena dispari totali)	3,61	3,80	0,092	0,386
S BCFA (acidi grassi ramificati totali)	1,65	1,78	0,053	0,297
S OBCFA (acidi grassi ramificati a catena dispari)	4,02	4,24	0,102	0,366
S <i>trans</i> -FA (acidi grassi <i>trans</i> totali)	2,64	2,65	0,002	0,789
S C18:1 <i>trans</i> (acidi grassi <i>trans</i> -ottadecenoici)	3,87	3,87	0,041	0,962
S C18:1 <i>cis</i> (acidi grassi <i>cis</i> -ottadecenoici)	21,30	21,21	0,185	0,849
S CLA (acido linoleico coniugato totale)	2,09	2,54	0,166	0,233
S Omega- 6	1,38	0,98	0,190	0,370
S Omega- 3	1,00	1,05	0,096	0,865
Indice di aterogenicità <sup>1</sup>	1,90	2,11	0,092	0,350
Indice di trombogenicità <sup>1</sup>	1,78	1,87	0,051	0,516

Abbreviazioni: FT, fieno ottenuto tramite fienagione tradizionale in campo; FV, fieno ottenuto tramite fienagione in due tempi con ventilazione forzata; UFC, unità formanti colonia; c, *cis*; t, *trans*.

<sup>1</sup> Ulbricht and Southgate (1991). [https://doi.org/10.1016/0140-6736\(91\)91846-m](https://doi.org/10.1016/0140-6736(91)91846-m).

### *Razioni delle bovine e loro modalità di somministrazione*

Da maggio a metà ottobre 2022, la razione delle bovine (manze, vacche in lattazione e vacche in asciutta) è stata preparata mediante carro miscelatore, utilizzando fieni e concentrati miscelati a formare un *unifeed* secco. A partire da metà ottobre 2022, al fine di ottimizzare la gestione dell'alimentazione delle bovine in lattazione, la cooperativa I Tesori della Terra ha deciso di modificare tale modalità a favore di una somministrazione separata di foraggi e concentrati. La Cooperativa I Tesori della Terra intende, infatti, spostare fisicamente l'intera mandria (gruppo unico) all'interno dell'ecostalla; tale spostamento richiederà di somministrare *ad libitum* la quota foraggera della razione all'interno di una rastrelliera, mentre i concentrati verranno somministrati individualmente ed in modo razionato alle bovine durante le due mungiture giornaliere. La Cooperativa I Tesori della Terra prevede di effettuare tale transizione entro la fine del 2024 ed ha deciso, pertanto, di cominciare ad abituare le vacche alla nuova modalità di somministrazione degli alimenti. Nel corso della durata temporale del progetto, le razioni sono state via via modificate in funzione della suddetta strategia aziendale. Le razioni sono state formulate, in accordo e in collaborazione con i formulisti aziendali, tenendo in considerazione i fabbisogni nutrizionali delle diverse categorie (manze, vacche in lattazione e vacche in asciutta).

Inoltre, a partire dall'8 giugno 2023 la Cooperativa I Tesori della Terra ha ottenuto il Certificato di Conformità per la produzione di Latte Fieno STG da parte dell'INOQ (Istituto Nord Ovest Qualità, Moretta, CN) (Figura 30). Questo ha determinato la necessità di alcune modificazioni delle razioni (in particolare la riduzione della quota di concentrati pari ad un massimo del 25% della razione, in termini di sostanza secca), al fine di ottemperare alle indicazioni riportate nel Disciplinare di Produzione del Latte Fieno STG (Regolamento di Esecuzione (UE) 2016/304 della Commissione del 2 marzo 2016).

Di seguito vengono riportate le razioni, sia in termini nutrizionali sia in termini di gestione della somministrazione, utilizzate durante l'intero progetto e in funzione delle diverse categorie di animali.



Figura 30. Certificato di conformità per la produzione di "Latte Fieno STG".

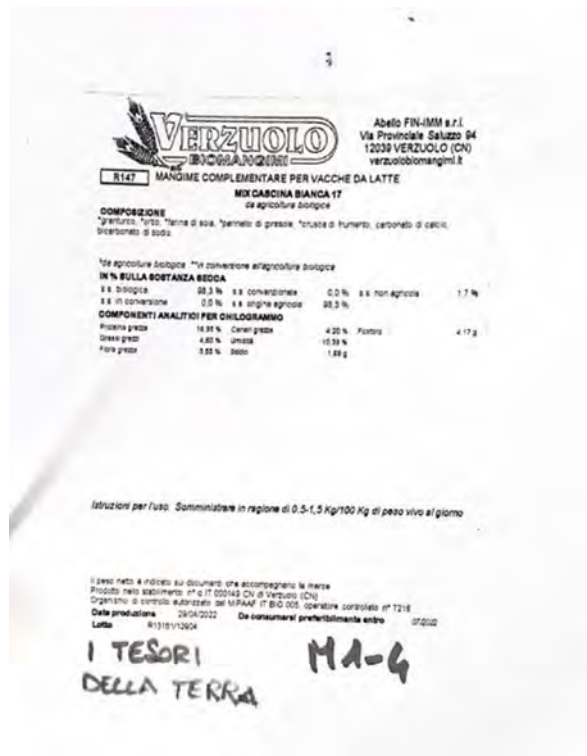
Tabella 9. Composizione e modalità di somministrazione delle razioni per bovine in lattazione, bovine in asciutta e manze durante l'intera durata del progetto. \* Fieno somministrato *ad libitum*; quantitativo stimato da calcolo consumi giornalieri medi individuali. \*\* Vacche fresche: fino a 120 gg di lattazione; vacche stanche: a partire da 121 giorni di lattazione.

PERIODO	RAZIONE			MODALITÀ DI SOMMINISTRAZIONE		
	Vacche in lattazione	Vacche in asciutta	Manze	Vacche in lattazione	Vacche in asciutta	Manze
Localizzazione aziendale				Stalla convenzionale	Ecostalla	Stalla convenzionale
Maggio – Agosto 2022	- 14 kg di fieno (2/3 da prato polifita + 1/3 da medicaio) 8 kg di mangime <sup>1</sup> 250 g/d integratore <sup>2</sup>	10 kg di fieno (triticale) 1,5 kg di mangime <sup>1</sup> 150 g/d integratore <sup>3</sup>	10 kg di fieno (triticale) 1,5 kg mangime <sup>1</sup> 150 g/d integratore <sup>3</sup>	Carro miscelatore (unifeed secco)	Carro miscelatore e (unifeed secco)	Carro miscelatore (unifeed secco)
Settembre – Metà Ottobre 2022	14 kg di fieno (½ da prato	8 kg di fieno (½ triticale +	8 kg di fieno (½ triticale +	Carro miscelatore (unifeed	Carro miscelatore e	Carro miscelatore (unifeed

PERIODO	RAZIONE			MODALITÀ DI SOMMINISTRAZIONE		
	Vacche in lattazione	Vacche in asciutta	Manze	Vacche in lattazione	Vacche in asciutta	Manze
	polifita + ½ da medicaio) 8 kg di mangime <sup>4</sup> 250 g/d integratore <sup>2</sup> 100 g/d bicarbonato + bicarbonato <i>ad libitum</i>	½ paglia d'orzo) 1,5 kg mangime <sup>4</sup> 150 g/d integrator e <sup>3</sup>	½ paglia d'orzo) 1,5 kg mangime <sup>4</sup> 150 g/d integrator e <sup>3</sup>	secco)	(unifeed secco)	secco)
Metà Ottobre – Dicembre 2022	16 kg* di fieno (½ da prato polifita + ½ da medicaio) 7,5 kg di mangime <sup>4</sup> (vacche fresche**)*) 6,5 kg di mangime <sup>4</sup> (vacche stanche**)*) 300 g/d integratore <sup>2</sup>	8 kg* di fieno (da prato polifita) 1,5 kg mangime <sup>4</sup> 180 g/d integrator e <sup>3</sup>	8 kg* di fieno da prato polifita 1,5 kg mangime <sup>4</sup> 180 g/d integrator e <sup>3</sup>	Fieno: <i>ad libitum</i> in corsia di alimentazione Mangime: in corsia di alimentazione (3 volte/d) Integratore: in corsia di alimentazione (1 volta al giorno)	Fieno: <i>ad libitum</i> in rastrelliera mobile all'interno dell'ecostalla Mangime e integratore: sulla base piena della rastrelliera (1 volta/d)	Fieno: <i>ad libitum</i> in corsia di alimentazione Mangime e integratore: in corsia di alimentazione (1 volta/d)
Gennaio –Aprile 2023	16 kg* di fieno (½ da prato polifita + ½ da medicaio) 8 kg di mangime <sup>5</sup> (vacche fresche**)*) 6,5 kg di mangime integrato <sup>5</sup> (vacche stanche**)*)	8 kg* di fieno (da prato polifita) 1,5 kg di mangime integrato <sup>5</sup>	8 kg* di fieno (da prato polifita) 1,5 kg mangime integrato <sup>5</sup>	Fieno: <i>ad libitum</i> in corsia di alimentazione Mangime: in corsia di alimentazione (4 volte/d)	Fieno: <i>ad libitum</i> in rastrelliera mobile all'interno dell'ecostalla Mangime integrato: sulla base piena della rastrelliera (1 volta/d)	Fieno: <i>ad libitum</i> in corsia di alimentazione Mangime e integratore: in corsia di alimentazione (1 volta/d)
Localizzazione aziendale				Stalla convenzionale	Ecostalla	Stalla convenzionale
Maggio – Metà Luglio 2023	16 kg di fieno (½ loietto + ½ da medicaio) 5 kg di	8 kg di fieno (da prato polifita) 1,5 kg di	8 kg di fieno (da prato polifita) 1,5 – 3 kg	Fieno: <i>ad libitum</i> in corsia di alimentazione Mangime: in	Fieno: <i>ad libitum</i> in rastrelliera mobile all'interno	Fieno: <i>ad libitum</i> in corsia di alimentazione Mangime e

PERIODO	RAZIONE			MODALITÀ DI SOMMINISTRAZIONE		
	Vacche in lattazione	Vacche in asciutta	Manze	Vacche in lattazione	Vacche in asciutta	Manze
	mangime <sup>6</sup> integrato	mangime kg di mangime <sup>6</sup>	di mangime kg di mangime <sup>6</sup>	corsia di alimentazione (3 volte/d)	dell'ecostal la Mangime: mangiatoia	integratore: in corsia di alimentazione (1 volta/d)
Metà Luglio - Fine Agosto	16 kg di fieno (1° Taglio 2023 da prato polifita campo Peano) 5 kg di mangime <sup>6</sup> integrato	8 kg di fieno (da prato polifita esterno) 1,5 kg di mangime kg di mangime <sup>6</sup>	8 kg di fieno (da prato polifita esterno) 1,5 – 3 kg di mangime kg di mangime <sup>7</sup>	Fieno: <i>ad libitum</i> in corsia di alimentazione Mangime: in corsia di alimentazione (3 volte/d)	Fieno: <i>ad libitum</i> in rastrelliera mobile all'interno dell'ecostal la Mangime: mangiatoia	Fieno: <i>ad libitum</i> in corsia di alimentazione Mangime e integratore: in corsia di alimentazione (1 volta/d)

1 Mangime per manze, vacche in lattazione e vacche in asciutta utilizzato dalla Cooperativa nel periodo Maggio – Agosto 2022.





2 Integratore per vacche in lattazione utilizzato dalla Cooperativa nel periodo Maggio – Dicembre 2022.

**MILK E**  
**MANGIME COMPLEMENTARE MINERALE PER VACCHE DA LATTE**

**Composizione:**  
Magnesio Carbonato, Sodio Bicarbonato, Calcio Carbonato da Rocca calciosa macinata (Ca 38%), Sodio Clorato, Fosfato Bicalcico Sidrato Minerale, Mass Bio Farina.

**Composti analitici % s.l.g.**  
**Calcio 10,4 % Fosforo 1,9 % Magnesio 6,2 % Sodio 10,9 % Ceneri insolubili in HCl 3,1 %**

**Additivi per Kg:**

vitamine-pro-vitamine e sost. ad effetto analogo	3b502 Ossido di manganese (II) - Mn	341 mg
RRR-alfa-tocoferile acetato 3a700	3b503 Solfato di manganese monoidrato - Mn	284 mg
Composti di oligoelementi	3b502 Iodato di calcio anidro - I	44,1 mg
3b101 Carbonato di ferro (II) [identite] - Fe	3b501 Selenio di sodio - Se	19,0 mg
3b405 Solfato di rame(II) pentaidrato - Cu	Leganti	
3b603 Ossido di zinco - Zn	Sepolite E 561	43.801 mg
3b605 Solfato di zinco monoidrato - Zn		

**3b502 Ossido di manganese (II) - Mn** 341 mg  
**3b503 Solfato di manganese monoidrato - Mn** 284 mg  
**3b502 Iodato di calcio anidro - I** 44,1 mg  
**3b501 Selenio di sodio - Se** 19,0 mg  
**Leganti**  
**Sepolite E 561** 43.801 mg

**Istruzioni per l'uso:**  
Miscelare accuratamente alle altre componenti del mangime per bufale **da latte**, secondo le buone pratiche di lavorazione, in ragione di 2 kg ogni 100 kg di mangime.

Sostanza secca da Materie prime di origine agricola **2,6%**, di cui biologica 100%. Sostanza secca da Materie prime di origine non agricola 97,40%.

Conservare in luogo fresco, asciutto e pulito, lontano da fonti di calore.  
Rimandare la confezione dopo l'uso.  
Non superare i limiti previsti per gli oligoelementi con l'uso di altre integrazioni.

**PRODOTTO: 4 MESI PRIMA DELLA DATA DI CONSERVAZIONE MINIMA INDICATA**  
**Lotto: PESO NETTO ALL'ORIGINE Kg**  
**DA CONSUMARSI ENTRO IL 02/04/2020**  
Prodotto da Aut. Alfa IT00001SRE Reg.(CE)183/2005

PUO' ESSERE IMPIEGATO IN AGRICOLTURA BIOLOGICA CONFORMEMENTE AI REGOLAMENTI CE N.834/2007 E REG.CE N. 889/2008

**METHODO CHEMICALS S.p.A.**  
Via A.M. Ampère, 19/21/23  
42017 Novellara (RE) - Italy  
Tel. +39 0522 / 6566  
Fax +39 0522 / 653549

**ccpb** CONTROLLATO E CERTIFICATO DAL CCBB ORGANISMO DI CONTROLLO AUTORIZZATO DAL MINISTRI E DEI SUE OPERATORI CONTROLLATI N. 18151709

**APPROVATO**  
16 DIC 2019

**CCBB** Veri Mercati AGRICOLTURA BIOLOGICA

3 Integratore per manze e vacche in asciutta utilizzato dalla Cooperativa nel periodo Maggio – metà Ottobre 2022.

**DRY GREEN IMMUNOFIT**  
**MANGIME COMPLEMENTARE MINERALE PER VACCHE IN ASCIUTTA**

**Composizione:**  
Magnesio Fosfato, Mass Bio Farina, Calcio Carbonato da Rocca calciosa macinata (Ca 38%), Fosfato Monossidico, Litioammonio, Sodio Bicarbonato, Llevato da S.Cervisiae.

**Composti analitici % s.l.g.**  
**Calcio 5,0 % Fosforo 9,1 % Magnesio 14,7 % Sodio 2,4 % Ceneri insolubili in HCl 4,2 %**

**Additivi per Kg:**

vitamine-pro-vitamine e sost. ad effetto analogo	3a502 Ossido di manganese (II) - Mn	1.004 mg
RRR-alfa-tocoferile acetato 3a700	3a504 Carbonato di calcio il invertito - Ca	18,0 mg
Composti di oligoelementi	3a502 Iodato di calcio anidro - I	80 mg
3b101 Carbonato di ferro (II) [identite] - Fe	3b501 Selenio di sodio - Se	30 mg
3b603 Ossido di zinco - Zn	Leganti	
3b605 Solfato di zinco monoidrato - Zn	Sepolite E 561	75.005 mg

**3a502 Ossido di manganese (II) - Mn** 1.004 mg  
**3a504 Carbonato di calcio il invertito - Ca** 18,0 mg  
**3a502 Iodato di calcio anidro - I** 80 mg  
**3b501 Selenio di sodio - Se** 30 mg  
**Leganti**  
**Sepolite E 561** 75.005 mg

**Istruzioni per l'uso:**  
Miscelare accuratamente alle altre componenti del mangime per vacche in asciutta, secondo le buone pratiche di lavorazione, in ragione di 150 g capo giorno.

Sostanza secca da Materie prime di origine agricola **7,1%**, di cui biologica 100%. Sostanza secca da Materie prime di origine non agricola 92,9%.

Non superare i limiti previsti per gli oligoelementi con l'uso di altre integrazioni.

**PRODOTTO: 6 MESI PRIMA DELLA DATA DI CONSERVAZIONE MINIMA INDICATA**  
**Lotto: PESO NETTO ALL'ORIGINE Kg**  
**DA CONSUMARSI ENTRO IL 04/09/2020**  
Prodotto da Aut. Alfa IT00001SRE Reg.(CE)183/2005

PUO' ESSERE IMPIEGATO IN AGRICOLTURA BIOLOGICA CONFORMEMENTE AI REGOLAMENTI CE N.834/2007 E REG.CE N. 889/2008

**METHODO CHEMICALS S.p.A.**  
Via A.M. Ampère, 19/21/23  
42017 Novellara (RE) - Italy  
Tel. +39 0522 / 6566  
Fax +39 0522 / 653549

**ccpb** CONTROLLATO E CERTIFICATO DAL CCBB ORGANISMO DI CONTROLLO AUTORIZZATO DAL MINISTRI E DEI SUE OPERATORI CONTROLLATI N. 18151709

**APPROVATO**  
16 DIC 2019

**CCBB** Veri Mercati AGRICOLTURA BIOLOGICA

4 Mangime per manze, vacche in lattazione e vacche in asciutta utilizzato dalla Cooperativa nel periodo Settembre – prima metà di Ottobre 2022.



Abello FIN-IMM s.r.l.  
Via Provinciale Saluzzo 94  
12039 VERZUOLO (CN)  
verzuolobiomangimi.it

R147 MANGIME COMPLEMENTARE PER VACCHE DA LATTE  
**MIX CASCINA BIANCA 17**  
di agricoltura biologica

**COMPOSIZIONE**  
\*granturco, \*crusca di frumento, \*pannello di girasole, \*farina di soia, \*gizò, bicarbonato di sodio, carbonato di calcio

\*da agricoltura biologica \*\*in conversione all'agricoltura biologica

**IN % SULLA SOSTANZA SECCA**

s.s. biologica	99,9 %	s.s. convenzionale	0,0 %	s.s. non agricola	0,1 %
s.s. in conversione	0,0 %	s.s. origine agricola	99,9 %		

**COMPONENTI ANALITICI PER CHILOGRAMMO**

Fibra grezza	8,39 %	Grassi grezzi	5,25 %	Calcio	0,37 g
Ceneri grezze	5,19 %	Umidità	11,04 %	Sodio	4,14 g
Proteina grezza	14,97 %	Fosforo	4,45 g		

Istruzioni per l'uso: Somministrare in ragione di 0,5-1,5 Kg/100 Kg di peso vivo al giorno

Prodotto nello stabilimento n° 1 IT000149CN di Verzuolo IT BIO 005

Data produzione: 07/10/2022 Da consumarsi preferibilmente entro: 01/2023  
Lotto: R14734/10210

5 Mangime per manze, vacche in lattazione e vacche in asciutta utilizzato dalla Cooperativa nel periodo Gennaio – Aprile 2023.



Verzuolo Biomangimi s.r.l.  
Via Sottana 50  
12039 VERZUOLO (CN)  
verzuolobiomangimi.it

R052 MANGIME COMPLEMENTARE PER VACCHE DA LATTE  
**DAIRY TREASURE**

Può essere utilizzato in agricoltura biologica conformemente ai Reg. UE 848/18

**COMPOSIZIONE**  
\*granturco, \*orzo, \*piselli, \*crusca di frumento, \*farina (di semi) di girasole, \*farina (di semi) di soia, carbonato di calcio, cloruro di sodio, bicarbonato di sodio, ossido di magnesio

\*da agricoltura biologica \*\*in conversione all'agricoltura biologica


**IN % SULLA SOSTANZA SECCA**

s.s. biologica	94,7 %	s.s. convenzionale	0,0 %	s.s. non agricola	5,3 %
s.s. in conversione	0,0 %	s.s. origine agricola	94,7 %		

**COMPONENTI ANALITICI PER CHILOGRAMMO**

Fibra grezza	6,28 %	Grassi grezzi	4,59 %	Calcio	9,34 g
Ceneri grezze	7,12 %	Umidità	10,49 %	Sodio	6,65 g
Proteina grezza	16,12 %	Fosforo	4,13 g		

6 Mangime per manze, vacche in lattazione e vacche in asciutta utilizzato dalla Cooperativa nel periodo Metà Maggio – Agosto 2023.



**VERZUOLO  
BIOMANGIMI**

**R052** MANGIME COMPLEMENTARE PER VACCHE DA LATTE  
**DAIRY TREASURE**

Verzuolo Biomangimi s.r.l.  
Via Soltana 50  
12039 VERZUOLO (CN)  
verzuolobiomangimi.it

*Può essere utilizzato in agricoltura biologica conformemente ai Reg. UE 848/18*

**COMPOSIZIONE**  
\*granturco, \*orzo, \*piselli, \*crusca di frumento, \*fanna (di semi) di soia, carbonato di calcio, bicarbonato di sodio, litotamnio, fosfato monocalcico, ossido di magnesio, lievito *Saccharomyces cerevisiae*, \*frumento, carbonato di calcio

\*da agricoltura biologica \*\*in conversione all'agricoltura biologica

**IN % SULLA SOSTANZA SECCA**

s.s. biologica	59,7 %	s.s. convenzionale	0,0 %	s.s. non agricola	10,3 %
s.s. in conversione	0,0 %	s.s. origine agricola	89,7 %		

**COMPONENTI ANALITICI PER CHILOGRAMMO**

Fibra grezza	4,84 %	Grassi grezzi	2,99 %	Sodio	8,27 g
Ceneri grezze	9,17 %	Fosforo	5,19 g		
Proteina grezza	15,57 %	Calcio	22,71 g		

7 Mangime per manze utilizzato dalla Cooperativa nel periodo da Metà Luglio – Agosto 2023.



**VERZUOLO  
BIOMANGIMI**

**R144a** MANGIME COMPLEMENTARE PER MANZE  
**VITELLE BL**

Verzuolo Biomangimi s.r.l.  
Via Soltana 50  
12039 VERZUOLO (CN)  
verzuolobiomangimi.it

*Può essere utilizzato in agricoltura biologica conformemente ai Reg. UE 848/18*

**COMPOSIZIONE**  
\*crusca di frumento, \*fanna (di semi) di soia, \*farina (di semi) di girasole, \*piselli, \*granturco, \*orzo, carbonato di calcio, bicarbonato di sodio, litotamnio, fosfato monocalcico, ossido di magnesio, lievito *Saccharomyces cerevisiae*, \*frumento

\*da agricoltura biologica \*\*in conversione all'agricoltura biologica

**IN % SULLA SOSTANZA SECCA**

s.s. biologica	94,7 %	s.s. convenzionale	0,0 %	s.s. non agricola	5,3 %
s.s. in conversione	0,0 %	s.s. origine agricola	94,7 %		

**COMPONENTI ANALITICI PER CHILOGRAMMO**

Fibra grezza	7,96 %	Grassi grezzi	4,47 %	Calcio	10,55 g
Ceneri grezze	7,15 %	Sostanza Secca	90,83 %	Sodio	5,18 g
Proteina grezza	23,78 %	Fosforo	7,22 g		

### Confronto delle razioni con ricorso a fienagione tradizionale e fienagione ventilata

Il confronto delle razioni utilizzate durante la prova sperimentale è stato effettuato mediante l'utilizzo del software di razionamento NDS (NDS Professional versione 3.9.11.07, RUM&N Sas, Reggio Emilia, RE, Italia) basato sul modello dinamico Cornell Net Carbohydrate and Protein System (CNCPS versione 6.55, Cornell University, Ithaca, NY, USA). Il mangime concentrato e i foraggi impiegati sono stati ricreati all'interno del software sulla base delle analisi chimico-bromatologiche e delle informazioni a disposizione.

Tabella 10. Confronto delle razioni utilizzate durante la prova sperimentale.

<b>Alimenti (kg tal quale)</b>	Razione con fieno tradizionale	Razione con fieno ventilato
Fieno polifita 1 taglio tradizionale	16	/
Fieno polifita 1 taglio ventilato	/	16
Mangime concentrato	5	5
Ingestione tal quale	21	21
Ingestione sostanza secca	18,83	19,19
<b>Analisi</b>		
PG (% SS)	9,01	12,63
aNDFom (% SS)	52,85	47,89
uNDF (% SS)	16,57	12,83
Amido (% SS)	11,63	10,16
EE (% SS)	2,39	3,05
Ceneri (% SS)	8,24	9,79
Ca (% SS)	0,51	0,66
P (% SS)	0,34	0,39
Energia Metabolizzabile disponibile (Mcal/giorno)	38,33	41,45
NE <sub>L</sub> (Mcal/kg SS)	1,31	1,39
Proteina Metabolizzabile disponibile (g/giorno)	1508	1643
Proteina Metabolizzabile (g/kg SS)	80,12	85,63
<b>Stima della produzione di latte</b>		
Produzione di latte consentita dall'Energia Metabolizzabile (kg/giorno)	16,80	20,46
Produzione di latte consentita dalla Proteina Metabolizzabile (kg/giorno)	14,15	18,48

Abbreviazioni: SS, sostanza secca; PG, proteina grezza; aNDFom, fibra neutro detersa; uNDF, fibra neutro detersa indigeribile; EE, estratto etero; Ca, calcio; P, fosforo; NEL, energia netta di lattazione.

Nella Tabella 10 è riportato il confronto tra le due razioni sperimentali contenenti una il fieno ottenuto mediante essiccazione tradizionalmente in campo e l'altra il fieno ottenuto mediante fienagione in due tempi con ventilazione forzata. In entrambi i casi si presenta uno sbilanciamento in termini di Energia Metabolizzabile. Infatti, osservando i valori di produzione prevista, il valore limitante la quantità di latte prodotto è rappresentato dalla componente proteica delle diete. La razione con fieno ventilato, in virtù della maggior digeribilità del foraggio, permette di raggiungere una maggior produzione potenziale. Questo è confermato dai dati raccolti durante la prova, dove si evidenzia una maggior quantità di latte prodotto con la razione contenente fieno ottenuto mediante fienagione in due tempi con ventilazione forzata.

In questo contesto si evidenzia come una razione basata su un unico foraggio di prato stabile, seppur molto digeribile come quello ottenuto mediante ventilazione forzata, rappresenti una scelta subottimale soprattutto in termini di apporto proteico. Inoltre, affidarsi su un unico foraggio espone alla presenza di partite con valori analitici sfavorevoli, soprattutto in termini di digeribilità, comportando un successivo calo nella produzione quali-quantitativa.

#### *Ottimizzazione della razione per bovine da latte*

Sulla base delle precedenti considerazioni, sono stati ipotizzati diversi scenari per permettere un'ottimizzazione della razione impiegata presso la Cooperativa I Tesori della Terra. Nella fase di formulazione si è proceduto considerando il vincolo della certificazione "Latte Fieno STG" e la disponibilità di materie prime aziendali e/o acquistabili sul mercato.

Di seguito vengono elencate alcune proposte di ottimizzazione delle razioni:

1. Modifica della composizione del mangime concentrato: agire a livello della formulazione del mangime aumentando il tenore proteico, mantenendo gli stessi quantitativi tal quali della razione.



2. Impiego di barbabietola foraggera: includere in razione un modesto quantitativo di bietola foraggera per apportare una quota di fibra digeribile.
3. Impiego di fieno di trifoglio: includere in razione un fieno di leguminose per aumentare il tenore proteico della razione.
4. Impiego di fieno di medica: includere in razione un fieno di leguminose per aumentare il tenore proteico della razione.
5. Impiego di pellet di medica: includere in razione un foraggio pellettato di leguminose per aumentare il tenore proteico della razione.

La Tabella 11 riporta il confronto generale tra le razioni sperimentali e quelle ipotizzate. In tutti i casi ipotizzati si riesce a ridurre il divario tra apporto di Energia Metabolizzabile e Proteina Metabolizzabile. Gli scenari che consentono una maggiore produzione quantitativa di latte sono l'1 e il 4, seguono il 2 e il 5. L'impiego delle barbabietole foraggere, pur non determinando un aumento produttivo, permette di tutelarsi in caso di foraggi meno digeribili. Tuttavia, quest'ultimo scenario non permette di aumentare il valore proteico della razione.

In aggiunta alle strategie nutrizionali ipotizzate, si potrebbero attuare anche delle accortezze gestionali per migliorare l'efficienza alimentare delle bovine. In particolare:

- Monitorare costantemente le analisi chimico-bromatologiche dei foraggi aziendali e acquistati: in questo modo è possibile valutare i fornitori e allo stesso tempo destinare i migliori tagli alle vacche in lattazione.
- In alternativa, se si hanno a disposizione dei fieni con una digeribilità ridotta, è consigliabile somministrarli tagliati ad una dimensione minore per facilitare le fermentazioni e la degradazione ad opera dei batteri ruminali.

Se si opta per l'utilizzo del fieno di leguminose, è bene mischiare i due foraggi durante la distribuzione, mantenendo idealmente un rapporto di circa 1:2 tra leguminose e prato stabile.



Tabella 11. Confronto tra le razioni impiegate durante la prova sperimentale e i cinque scenari ipotizzati.

Alimenti (kg tal quali)	Razioni sperimentali		Scenari				
	Fieno tradizionale	Fieno ventilato	Modifica mangime	Barbabietola foraggera	Fieno trifoglio	Fieno erba medica	Pellet erba medica
Fieno polifita 1 taglio tradizionale	16	/	/	/	/	/	/
Fieno polifita 1 taglio ventilato	/	16	16	14	11	10	13
Mangime concentrato	5	5	/	5	5	5	5
Mangime concentrato modificato	/	/	5	/	/	/	/
Barbabietola foraggera	/	/	/	2	/	/	/
Fieno trifoglio	/	/	/	/	5	/	/
Fieno erba medica	/	/	/	/	/	6	/
Pellet erba medica disidratata	/	/	/	/	/	/	3
Ingestione tal quale	21	21	21	21	21	21	21
Ingestione sostanza secca	18,83	19,19	19,22	17,81	18,87	19,00	19,18
<b>Analisi</b>							
PG (% SS)	9,01	12,63	13,50	12,68	13,31	14,36	13,18
Sol P (% SS)	3,34	4,72	4,78	4,70	4,79	5,18	4,73
RDP (% PG)	66,42	71,25	70,60	71,21	69,67	70,14	68,65
aNDFom (% SS)	52,85	47,89	47,89	46,93	46,18	44,38	47,04
uNDF (% SS)	16,57	12,83	12,81	12,52	13,73	14,09	13,75
Fibra solubile (% SS)	4,70	7,10	7,22	7,00	8,06	8,83	8,01
WSC (% SS)	9,65	7,86	8,07	7,89	6,96	7,28	7,39
Amido (% SS)	11,63	10,16	8,77	10,99	10,34	10,37	10,18
EE (% SS)	2,39	3,05	3,15	3,01	2,90	2,91	2,92
NFC (% SS)	27,51	26,64	25,58	27,46	27,11	28,28	26,83

Tabella 11. Continua

Alimenti (kg tal quali)	Razioni sperimentali		Scenari				
	Fieno tradizionale	Fieno ventilato	Modifica mangime	Barbabietola foraggera	Fieno trifoglio	Fieno erba medica	Pellet erba medica
NFC (% SS)	27,51	26,64	25,58	27,46	27,11	28,28	26,83
Ceneri (% SS)	8,24	9,79	9,88	9,92	10,51	10,08	10,04
Ca (% SS)	0,51	0,66	0,67	0,69	0,93	0,96	0,85
P (% SS)	0,34	0,39	0,40	0,39	0,37	0,38	0,38
Mg (% SS)	0,24	0,28	0,28	0,28	0,32	0,32	0,28
K (% SS)	2,05	2,51	2,54	2,45	2,49	2,31	2,38
Energia Metabolizzabile disponibile (Mcal/giorno)	38,33	41,45	41,49	38,75	40,19	40,85	39,86
Energia Metabolizzabile (Mcal/kg SS)	2,04	2,16	2,16	2,18	2,13	2,15	2,08
NE <sub>L</sub> (Mcal/kg SS)	1,31	1,39	1,39	1,40	1,37	1,38	1,34
Proteina Metabolizzabile disponibile (g/giorno)	1.508,52	1.643,16	1.692,96	1.531,03	1.640,92	1.697,54	1.679,27
Proteina metabolizzabile dai batteri ruminanti (% MP)	71,61	67,42	64,88	67,57	65,01	63,44	63,38
Proteina metabolizzabile dalla RUP (% MP)	28,39	32,58	35,12	32,43	34,99	36,56	36,62
Proteina Metabolizzabile (g/kg SS)	80,12	85,63	88,09	85,95	86,97	89,35	87,56
<b>Stima della produzione di latte</b>							
Produzione di latte consentita dall'Energia Metabolizzabile (kg/giorno)	16,80	20,46	20,44	17,98	19,06	<b>19,62</b>	18,44
Produzione di latte consentita dalla Proteina Metabolizzabile (kg/giorno)	14,15	18,48	<b>19,62</b>	17,19	18,53	19,90	18,62

## **ATTIVITA' 6 - Valutazione del benessere animale**

Un sistema di allevamento che tiene nella giusta considerazione il benessere degli animali da reddito fornirà un prodotto alimentare di qualità, nel rispetto della salute animale e dei consumatori (Zucca, 2015).

L'approccio alla valutazione del benessere animale è di natura multifattoriale che comprende vari approcci e diverse metodologie. Esistono due tipi di indicatori, i primi sono i cosiddetti indicatori diretti o animal-based che cercano di misurare specificatamente le reazioni degli animali all'ambiente in cui sono allevati; e indicatori indiretti o resourced-based che si usano per rilevare le caratteristiche dell'ambiente in cui gli animali vengono allevati, per accertarne l'idoneità.

L'attività di valutazione del benessere animale si è articolata attraverso l'applicazione di alcuni dei protocolli più utilizzati in questo settore. Il primo è il Body Condition Score (BCS) che rappresenta un metodo veloce e non invasivo per verificare lo stato corporeo degli animali.

Il secondo protocollo utilizzato è il Fecal Score che si basa sull'osservazione visiva e permette di dare un punteggio che indichi la consistenza delle feci bovine.

Inoltre, la valutazione dello stato di benessere animale ha previsto un'osservazione continua dello stato di sanitario degli animali.

Inoltre, è stato valutata l'appetibilità dei foraggi prodotti e inseriti nella razione degli animali con un particolare focus sul confronto tra i foraggi prodotti con fienagione convenzionale in campo e foraggi prodotti con fienagione a ventilazione forzata.

Infine, per avere una panoramica sullo stato di benessere generale della mandria è stato effettuato dai veterinari il protocollo ClassyFarm. Si tratta di un sistema integrato finalizzato alla categorizzazione dell'allevamento in base al rischio.

## 1. Attività svolta

Lo stato di salute della mandria è stato costantemente monitorato tramite i dati aziendali aggiornati quotidianamente dal personale di stalla e dal veterinario aziendale. In questo modo è stato possibile avere un quadro dettagliato dello stato di salute della mandria, in particolar modo per gli aspetti sanitari e riproduttivi. In supporto all'attività, è stato possibile utilizzare le statistiche dei software di gestione in utilizzo in stalla, quali:

- Sialleva dell'Associazione Nazionale Allevatori;
- Delpro di DeLaval.

Dal punto di vista operativo in stalla gli eventi rilevanti e le valutazioni giornaliere sono state segnalate attraverso l'utilizzo di:

- Agenda in cui sono segnalati gli eventi rilevanti riguardanti la postura e la deambulazione degli animali;
- taccuino dei parti e dei salti in cui sono segnate sia le inseminazioni, indicando la data e il seme utilizzato, sia i parti indicando data e sesso del vitello nato;
- lavagnetta in sala di mungitura, ad uso del personale addetto alla mungitura dove vengono segnalati gli eventi rilevanti riguardanti la sanità della mammella e il corretto funzionamento del lattodotto e della mungitrice.

Gli eventi riportati all'attenzione attraverso le suddette modalità sono stati registrati periodicamente e analizzati.

Per quanto riguarda la sanità della mammella è stato preso in considerazione come fenomeno rilevante l'andamento delle mastiti da inizio a fine progetto (Grafico 1), attraverso i dati dei Controlli funzionali da parte dell'Associazione Regionale Allevatori messi a

disposizione del progetto.

I controlli vengono effettuati ogni mese e il latte di ogni bovina è analizzato per i seguenti parametri: grasso, proteina, lattosio, cellule somatiche e urea. Il parametro considerato per segnalare le infezioni della mammella è la conta delle cellule somatiche.

Prendendo in considerazione la conta delle cellule somatiche gli animali sono così classificati:

- animali con mastite cronica: animali con media delle cellule somatiche tra 200.000 e 500.000 negli ultimi tre controlli;
- animali malati: animali con conta delle cellule somatiche tra 200.000 e 500.000;
- animali con nuove infezioni: animali con conta delle cellule somatiche superiore a 200.000;
- animali guariti: animali con conta delle cellule somatiche inferiore a 200.000 all'attuale controllo e con conta delle cellule somatiche tra 200.000 e 500.000 al controllo precedente;
- animali sani: animali con conta delle cellule somatiche inferiore a 200.000;
- altre: animali non sottoposti al controllo.

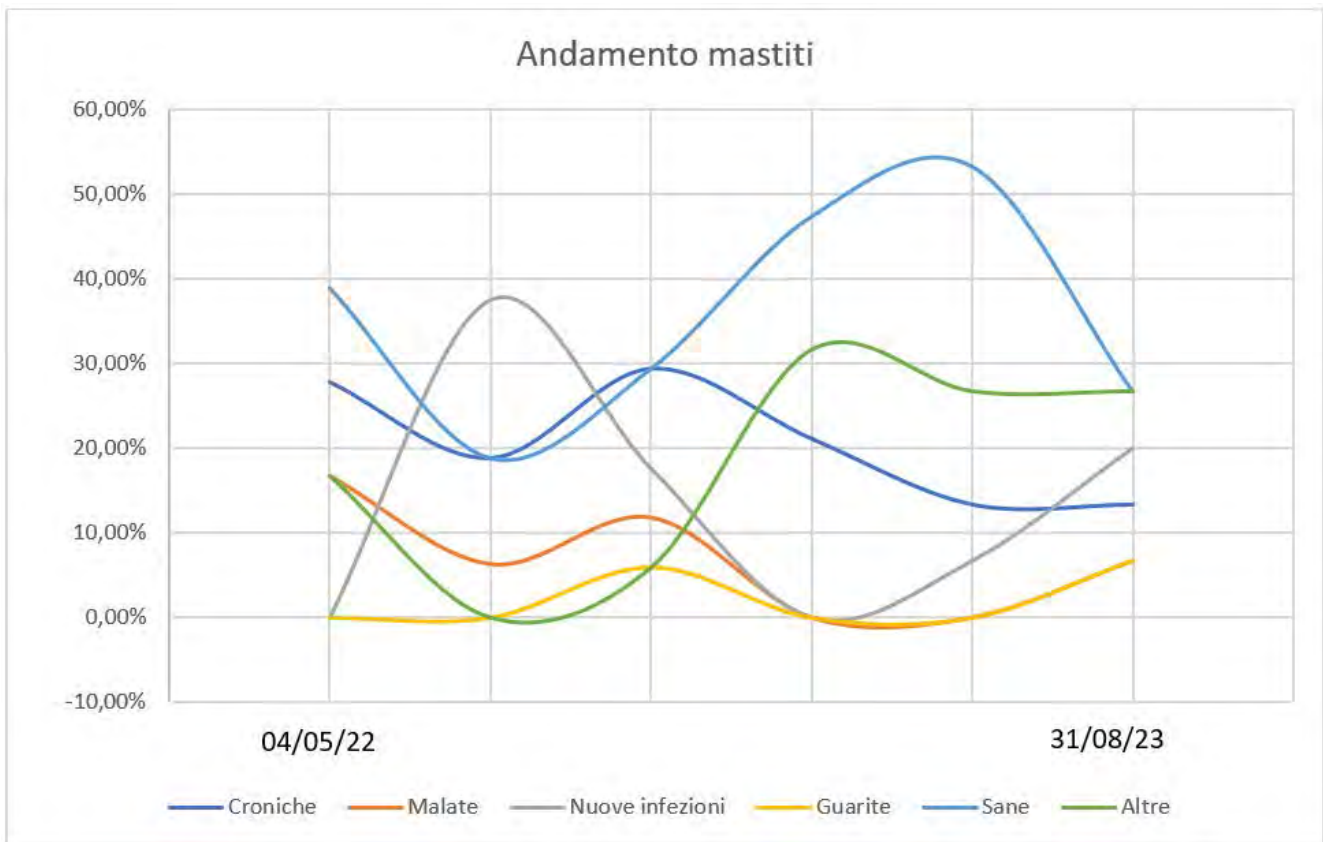


Grafico 1 – Andamento mastiti durante il progetto

Nello specifico sono stati analizzati i vari gruppi di animali, come precedentemente descritti, per poter osservare la tendenza della sanità della mammella durante i mesi del progetto.

Possiamo osservare dal grafico 2 come, nel corso del progetto, gli animali con mastite cronica si siano ridotti, questo fenomeno è da ricondursi ad una migliore gestione della messa in asciutta degli animali.





Grafico 2 – Andamento degli animali con mastite cronica

Dal grafico 3 possiamo osservare come durante il progetto il numero di animali malati sia diminuito considerevolmente. Si può, però, osservare un aumento nei mesi estivi del 2023, probabilmente dovuto al clima caldo che ha favorito la proliferazione di batteri patogeni. Infatti, dal grafico 4 possiamo osservare che i picchi di animali con nuove infezioni sono presenti nei mesi estivi sia del 2022 che del 2023.

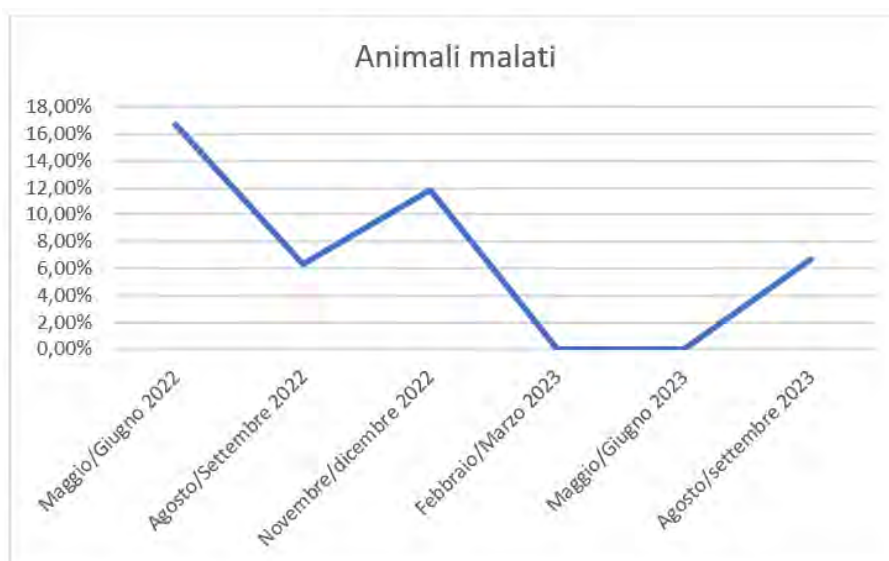


Grafico 3 – Andamento degli animali malati



Grafico 4 – Andamento del numero di animali con nuove infezioni

Dal grafico 5 risulta una tendenza positiva ad avere un numero maggiore di animali guariti nel corso dei mesi del progetto. Il motivo potrebbe essere da ricondursi al maggior controllo da parte degli addetti di stalla che nel corso del progetto sono stati inseriti nell'organico. Allo stesso modo dal grafico 6 è possibile osservare una tendenza ad avere più animali sani nel corso del progetto, fatta eccezione per una decrescita durante i mesi estivi.



Grafico 5 – Andamento degli animali guariti



Grafico 6 – Andamento degli animali sani

## 2. Body Condition Score (BCS)

Il metodo si basa su una determinazione visiva (Figura 1) e, talvolta tattile dell'accumulo di grasso sottocutaneo in specifiche regioni anatomiche dell'animale. Il sistema si basa su una scala di valutazione a 5 punti:

1. vacca molto magra
2. vacca magra
3. stato ottimale
4. grassa
5. molto grassa.

Il sistema di valutazione permette di attribuire le frazioni di punto di 0,25. Il criterio di attribuzione è basato sulla palpazione della regione lombare e della groppa. La valutazione del BCS è stata fatta su un campione di animali in lattazione.



*Figura 1 – Esempio di valutazione visiva del BCS*

Dal grafico 7 possiamo osservare il confronto tra l'anno di attività del 2022 e il 2023 per la condizione corporea degli animali.

Durante l'intera attività del progetto la condizione corporea della maggior parte degli animali è stata valutata come "ottimale", fatta eccezione per alcuni casi in cui sono stati assegnati punteggi inferiori al 3.

Infatti, nelle valutazioni fatte durante del mese di agosto del 2022 e del mese di luglio 2023 alcuni animali sono stati valutati con un punteggio pari a 2,75; nello specifico sono state così distribuite:

- 1 bovina agosto 2022;

- 2 bovine luglio 2023.

Il motivo di questi casi di una condizione corporea non ottimale potrebbe essere ricondotta alla riduzione di ingestione dovuta alla stagione estiva.

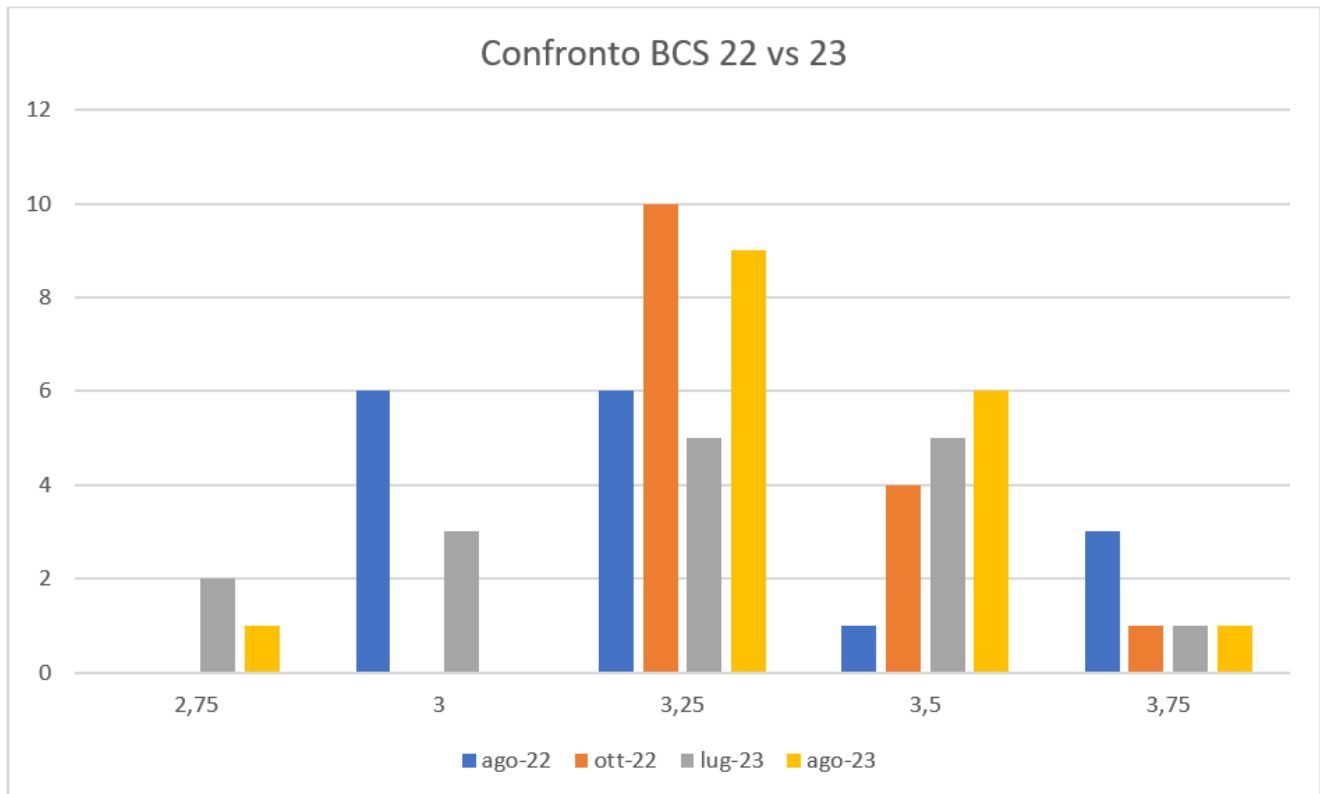


Grafico 7 – Confronto del Body Condition Score (BCS) dell'anno 2022 vs 2023

### 3. Fecal Score

La valutazione delle feci è uno strumento diffuso per valutare la corretta funzionalità dell'apparato digerente.

La valutazione si basa su una scala che va da 1 a 5, con le seguenti descrizioni:

1. feci molto liquide, con consistenza di zuppa di piselli;

2. feci molto liquide, che spruzzano quando colpiscono il terreno o il pavimento in cemento;
3. stato ottimale: le feci assumono al suolo la forma di una torta possono essere impilate con spessore fino a 4/5 cm. Le feci si presentano con diversi anelli concentrici e una piccola depressione al centro; emettono un suono plogging quando colpiscono il pavimento;
4. feci che assumono uno spessore superiore ai 5 cm;
5. feci che appaiono molto solide.

Il monitoraggio che ha coinvolto la valutazione delle feci ha ottenuto sempre punteggi ottimali (punteggio 3), questo potrebbe essere dovuto all'alimentazione ricca di foraggi delle bovine in lattazione.

#### 4. Test di appetibilità

Il test di appetibilità ha creato una connessione tra gli studi portati avanti sui foraggi aziendali e la valutazione del benessere degli animali. Infatti, il gusto di un alimento è determinato da alcuni costituenti chimici specifici che condizionano l'appetibilità e l'effettivo consumo di quell'alimento. Il consumo di alimento incide sulla produzione quali-quantitativa del latte.

Il test è stato sottoposto ad un gruppo di 3 animali esterni al gruppo delle vacche in produzione. Il gruppo dei 3 animali comprendeva 3 manze non gravide tra i 16 e i 20 mesi di età. Il test aveva il fine di conoscere quale dei fieni aziendali prodotti con il primo taglio in data 16/06/2023 fosse preferito, quindi il più appetibile per gli animali. Il gruppo di animali, prima del test, non aveva ricevuto in razione nessuno dei due fieni presi in considerazione, in modo che non ci fosse il rischio di mostrare una preferenza dovuta all'abitudine di consumare uno specifico alimento. I fieni testati sono stati:

- fieno aziendale del primo taglio essiccato con ventilazione forzata;
- fieno aziendale del primo taglio affienato tradizionalmente in campo.



Il gruppo, al momento del test si trovava nel box dove è ospitato normalmente, il quale ha a disposizione uno spazio di accesso alla corsia di alimentazione molto elevato; infatti, ciascun animale aveva a disposizione uno spazio di fronte mangiatoia di 2,80 m per accedere alla corsia di alimentazione, in questo modo è stato possibile minimizzare gli effetti dovuti alla competizione durante l'alimentazione.

È stato messo a disposizione degli animali un quantitativo conosciuto, precedentemente pesato, delle due diverse tipologie di fieno ed è stato stabilito il tempo di durata del test, calcolato sul quantitativo medio per animale nel loro stato riproduttivo e della loro età. Alla fine del tempo stabilito il fieno messo a disposizione è stato ritirato e pesato ed è stato possibile definire quale fosse stato preferito dagli animali.

Il quantitativo iniziale è stato di 20 kg di ciascun fieno (ventilato e tradizionale), quindi in totale 40 kg di fieno messo a disposizione in corsia di alimentazione per un totale di 8 ore consecutive. Al termine delle 8 ore i due fieni sono stati ritirati e pesati.

Dal grafico 8 possiamo osservare che il fieno preferito è stato il fieno del 1° Taglio ottenuto con ventilazione forzata in essiccatore. Infatti, al termine della prova il quantitativo rimasto di tale fieno era di 6,5 kg. Viceversa il fieno del 1° Taglio ottenuto con fienagione tradizionale in campo al termine della prova, dopo la pesatura, era pari a 18,5 kg.

Dall'immagine 2 possiamo osservare sul lato destro della corsia di alimentazione, dove è presente l'animale, il fieno ottenuto con ventilazione forzata; sul lato sinistro della corsia di alimentazione il fieno ottenuto con fienagione tradizionale in campo.



## 5. *ClassyFarm*

Nell'ambito dell'attività di valutazione di benessere animale il protocollo ClassyFarm è stato effettuato due volte in modo da avere un confronto tra l'inizio e la fine del progetto. Infatti per il suo intrinseco obiettivo di categorizzazione del rischio dell'allevamento è stato fondamentale avere una panoramica sia all'avvio sia alla fine del progetto per poterne confrontare i risultati anche rispetto alle altre attività.

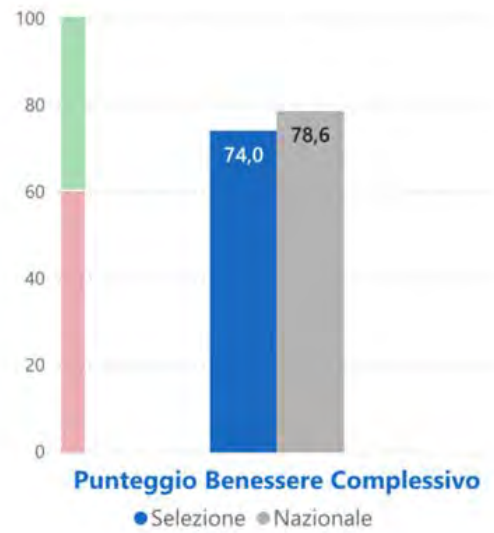
La check list di ClassyFarm è inserita nel portale nazionale e permette al veterinario aziendale la registrazione e la successiva elaborazione dei dati rispetto ai seguenti criteri:

- Biosicurezza;
- Benessere animale;
- Parametri sanitari e produttivi;
- Alimentazione animale;
- Consumo di farmaci antimicrobici;
- Lesioni rilevate al macello.

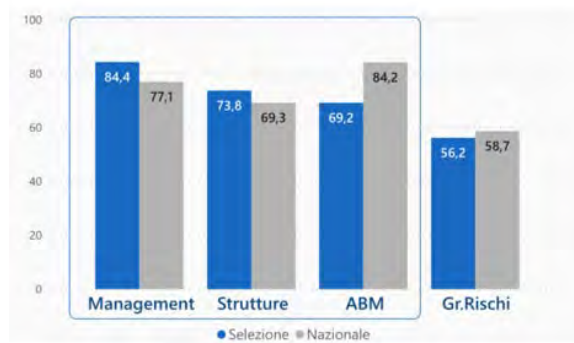
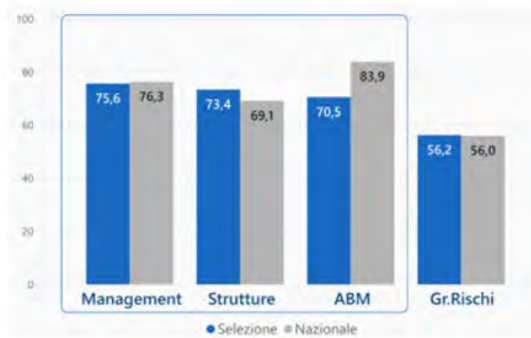
L'obiettivo di ClassyFarm è quello di rafforzare la prevenzione delle malattie animali e la lotta al fenomeno dell'antibiotico resistenza.

Nel caso del progetto Ethicow la valutazione attraverso ClassyFarm è risultata uno strumento utile per la valutazione sul benessere animale dell'azienda rispetto alla media di riferimento.

Di seguito sono riportati i grafici 9 e 10 che confrontano gli indicatori di benessere tra l'allevamento considerato e la media di riferimento. A sinistra è riportato il punteggio ottenuto a inizio progetto che è pari a 72,5 e a destra il punteggio ottenuto a fine progetto, pari a 74. Possiamo osservare che nel corso del tempo è stato possibile ottenere un punteggio migliore. Nello specifico, dai grafici 11 e 12, in cui sono riportati i punteggi per ambiti specifici possiamo osservare che risulta essere migliorato l'ambito del management con un punteggio di 75,6 per il 2022 e un punteggio pari a 84,4 nel 2023.



Grafici 9 e 10 – Punteggio benessere complessivo 2022 (sinistra) e 2023 (destra) rispetto alla media nazionale



Grafici 11 e 12 – Punteggi ambiti specifici dell'anno 2022 (in alto) e anno 2023 (un basso) rispetto alla media nazionale



Nei grafici 11 e 12 la valutazione ABM si riferisce agli indicatori animal-based inseriti nel protocollo di benessere animale Welfare Quality. Questi indicatori sono osservati direttamente sugli animali dal veterinario che effettua la check-list.

## ALLEGATO 3

Nel presente allegato sono riportate le relazioni tecnico-specialistiche relative alle seguenti attività:

- ATTIVITA' 7 - Valutazione della sostenibilità dei processi: LCA e servizi ecosistemici
  - Life Cycle Assessment
  - Valutazione dei servizi ecosistemici



## LIFE CYCLE ASSESSMENT (LCA)

La valutazione del ciclo di vita (Life cycle assessment - LCA) è definita come un processo oggettivo di valutazione dei carichi ambientali associati ad un prodotto, processo o attività condotto attraverso l'identificazione e quantificazione dei prelievi e rilasci di energia, risorse e rifiuti in modo da valutare l'impatto ambientale e vagliare le opportunità di miglioramento (Society of Environmental Toxicology and Chemistry - SETAC). La norma UNI EN ISO 14040 (ISO, 2006) definisce ulteriormente l'LCA come: *"compilazione e valutazione attraverso tutto il ciclo di vita dei flussi in entrata e in uscita, nonché i potenziali impatti ambientali, di un sistema di prodotto"*. Pertanto, tramite lo strumento LCA di un prodotto (processo, attività o sistema di gestione) vengono indagate, lungo l'intero ciclo di vita - "from cradle to grave", le relazioni e gli effetti esistenti tra il sistema prodotto ed il sistema ambiente. L'obiettivo è stimare gli effetti derivanti dal consumo di risorse e dalle emissioni nei vari comparti ambientali (acqua, aria, suolo) e identificare le opportunità di miglioramento per ridurre i carichi ambientali favorendo la sostenibilità dei processi.

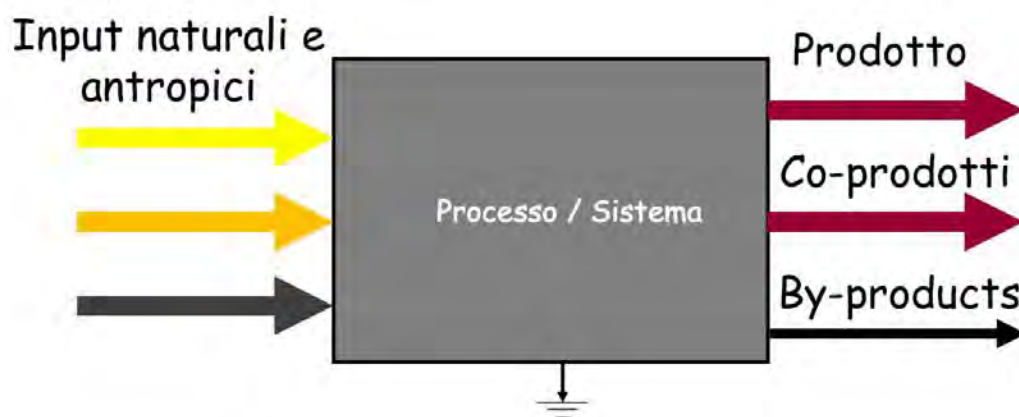


Figura 1 - Schema concettuale delle relazioni tra processo, input e output.

La metodologia LCA è regolamentata, a livello internazionale, dalle norme ISO della serie 14040 in base alle quali uno studio di valutazione del ciclo di vita si articola in quattro fasi:

- (1) Definizione dell'obiettivo e del campo di applicazione dell'analisi - *Goal and Scope definition* [ISO 14041];
- (2) Compilazione di un inventario degli input e degli output di un determinato sistema - *Inventory analysis (LCI)* [ISO 14041];
- (3) Valutazione del potenziale impatto ambientale correlato a tali input ed output - *Impact assessment (LCIA)* [ISO 14042];
- (4) Interpretazione dei risultati - *Interpretation* [ISO 14043].

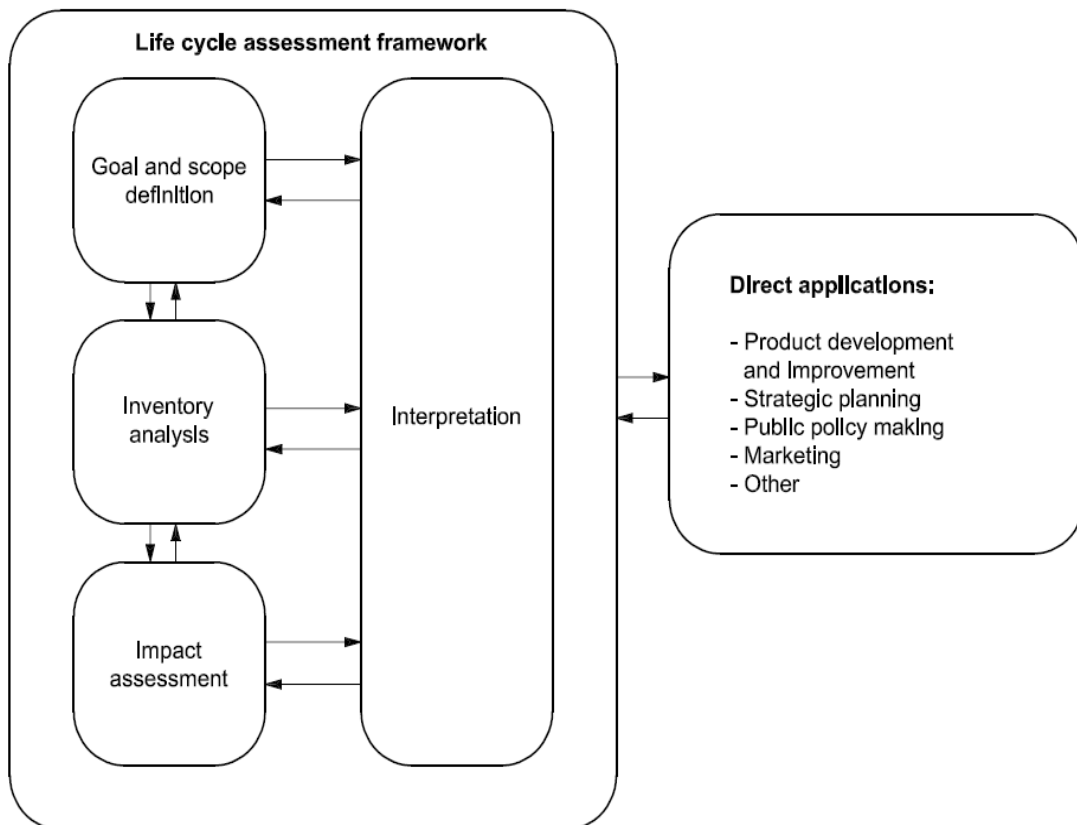


Figura 2 - Quadro di riferimento concettuale della fasi di una LCA (da ISO 14040).

## **LCA DELLA PRODUZIONE DI LATTE BIOLOGICO**

L'analisi del ciclo di vita (LCA) relativa al processo produttivo oggetto di indagine è stata condotta applicando la metodologia definita dalle norme ISO della serie 14040 e facendo riferimento alla Product Category Rules (PCR) Dairy products 2021:08 versione 1.0 focalizzandosi in particolare sulla classe 022: Raw milk - sottoclasse 0221: Raw Milk from bovine animals. La valutazione è stata condotta mediante l'applicativo openLCA 2.0.3 ed il database Agribalyse 3.0.1. Di seguito vengono illustrate le diverse fasi di sviluppo dell'analisi.

### **Definizione degli obiettivi e del campo di applicazione (Goal and Scope definition)**

#### Obiettivo dello studio

L'obiettivo dello studio consiste nella valutazione dell'impatto ambientale legato alla produzione di latte da allevamento biologico a partire dalla produzione di foraggio da prato stabile secondo il modello ETHICOW.

#### Campo di applicazione

##### *Funzione del sistema e unità funzionale*

La funzione del sistema è la produzione di latte da aziende zootecniche di allevamento biologico di bovine da latte e la contestuale produzione di foraggio aziendale da prato stabile. L'unità funzionale del sistema è stata definita in un litro di latte in uscita al cancello delle aziende produttrici. Pertanto tutti i flussi in entrata e in uscita sono stati raccolti facendo riferimento alla quantità fissata.

##### *Confini del sistema*

Le aziende zootecniche comprensive dei terreni destinati alla produzione di foraggio costituiscono il sistema considerato per l'analisi del ciclo di vita della produzione di latte riferita ad un arco temporale di un anno (dati relativi al 2022). Il sistema considerato

comprende tutti i flussi di materiali e di energia relativi alla produzione di latte in due aziende zootecniche biologiche (Azienda Agricola La Prata e Soc. Coop. I Tesori della Terra) localizzate in Provincia di Cuneo, nel settore di pianura tra Cuneo e Racconigi, e nello specifico ubicate nei comuni di Cervasca (a NW di Cuneo) e di Racconigi. Il sistema si articola nei seguenti sottosistemi:

1. sottosistema produzione foraggera da prato stabile;
2. sottosistema allevamento bovine da latte;
3. sottosistema gestione latte.

Il sistema include le emissioni di GHG (Greenhouse Gases) che avvengono nelle aziende ed in particolare relativamente al sottosistema della produzione di foraggio vengono considerate le emissioni derivanti dall'uso di fonti energetiche, dall'uso di combustibili fossili per le macchine agricole e dalle coltivazioni del terreno per la produzione del foraggio. Mentre per il sottosistema allevamento bovine da latte sono considerate le emissioni enteriche delle bovine e le emissioni derivanti dalla fase di gestione delle deiezioni.

Il sistema analizzato non include le fasi di packaging e la distribuzione del prodotto; pertanto i confini sono definibili come: from cradle to farm gate.

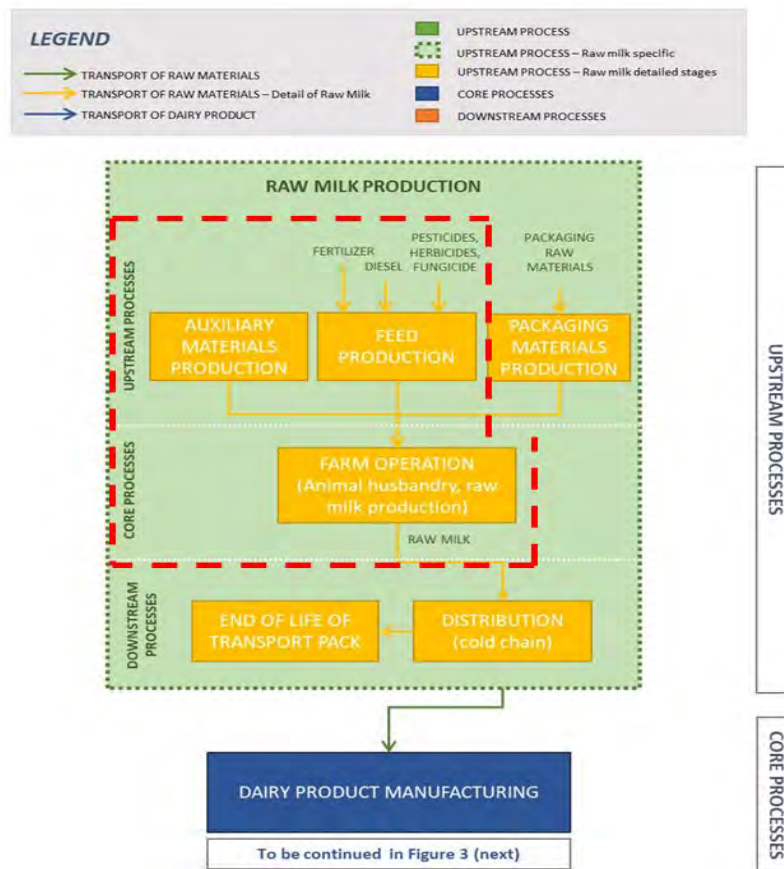


Figura 3 - Sistema generale considerato (PCR Dairy products 2021:08).

### Allocazione

Ai fini degli obiettivi del presente studio di LCA ed in considerazione del sistema analizzato l'allocazione non è stata eseguita.

### Inventario (Inventory analysis)

In questa fase è stata condotta la raccolta dei dati necessari ad implementare il modello relativo al sistema considerato in modo da rappresentare nella maniera più fedele possibile tutti gli scambi tra il sistema e l'ambiente. I dati primari sono stati raccolti tramite intervista diretta, alle aziende zootecniche coinvolte, mediante compilazione di una checklist relativa

agli input ed output costituenti il sistema. Nell'ambito della fase di inventario, seguendo l'approccio iterativo caratteristico di uno studio di LCA, il flow chart del processo produttivo è stato affinato e dettagliato (fig. 4). Sono stati quindi effettuati i procedimenti di calcolo necessari alla quantificazione dei flussi in entrata e in uscita dal sistema. Tutti i flussi sono stati rapportati ed espressi nell'unità funzionale stabilita nella precedente fase di definizione degli obiettivi e del campo di indagine.



Figura 4 - Flow chart del processo produttivo relativo alla produzione di latte nel sistema indagato.

Più in dettaglio sono stati presi in considerazione:

- i consumi di carburanti relativi all'impiego dei mezzi e attrezzature agricole;
- i consumi di energia elettrica relativi alle operazioni di stalla, alla mungitura e allo stoccaggio del latte;
- i consumi di idrici quali l'acqua di irrigazione, l'acqua di abbeverata e l'acqua di lavaggio sala mungitura;
- i mezzi tecnici impiegati nel sottosistema produzione foraggera quali fertilizzanti e concimi;
- i mezzi tecnici impiegati nel sottosistema allevamento bovino da latte quali i mangimi extra aziendali;
- le emissioni enteriche di CH<sub>4</sub>, stimate secondo la metodologia e i fattori di emissione IPCC 2006;



- le emissioni di CH<sub>4</sub> derivanti dalla gestione delle deiezioni, stimate secondo la metodologia e i fattori di emissione IPCC 2006;
- le emissioni dirette di N<sub>2</sub>O dalla gestione delle deiezioni, stimate secondo la metodologia e i fattori di emissione IPCC 2006;
- le emissioni indirette di N<sub>2</sub>O dalla gestione delle deiezioni, stimate secondo la metodologia e i fattori di emissione IPCC 2006;
- gli effluenti zootecnici quali il liquame ed il letame.

Nel sistema non sono stati considerati i flussi relativi ai farmaci impiegati per la cura delle bovine in considerazione dei ridotti quantitativi utilizzati e della conseguente trascurabilità degli impatti associati.

### **Valutazione degli impatti ambientali (Impact assessment)**

Nella fase di valutazione degli impatti ambientali sono stati stimati gli effetti derivanti dai consumi di risorse e dalle emissioni nei diversi comparti ambientali (acqua, aria, suolo).

#### Tipi di impatto e metodologia LCIA

In considerazione degli obiettivi del presente studio è stata impiegata la metodologia LCIA ReCiPe Midpoint 2016 (H) (National Institute for Public Health and the Environment, 2017). Tale metodologia valuta il contributo dei flussi in input e output al sistema rispetto alle categorie di impatto ambientale in una prospettiva gerarchica. Il metodo prende in considerazione le categorie di impatto ambientale elencate nella tabella seguente.

*Tab.1: Categorie di impatto considerate e valutate dal metodo ReCiPe Midpoint H 2016*

<b>Categoria di impatto</b>	<b>Descrizione sintetica</b>	<b>Unità di riferimento</b>
Fine particulate matter formation	Indicatori dell'incidenza potenziale di malattie dovute alle emissioni di particolato	kg PM2.5 eq
Fossil resource scarcity	Indicatore di diminuzione delle risorse fossili in seguito a estrazioni	kg oil eq

<b>Categoria di impatto</b>	<b>Descrizione sintetica</b>	<b>Unità di riferimento</b>
Freshwater ecotoxicity	Impatto su organismi acquatici non marini di sostanze tossiche emesse nell'ambiente	kg 1,4-DCB
Freshwater eutrophication	indicatore dell'arricchimento dell'ecosistema delle acque dolci con elementi nutritivi, dovuto all'immissione nei corpi idrici di composti contenenti azoto o fosforo	kg P eq
Global warming	Indicatore di potenziale surriscaldamento globale a causa delle emissioni di gas serra nell'aria	kg CO <sub>2</sub> eq
Human carcinogenic toxicity	Impatto sugli esseri umani di sostanze tossiche immesse nell'ambiente che possono o meno correlarsi a sviluppo tumorale	kg 1,4-DCB
Human non-carcinogenic toxicity		
Ionizing radiation	Danno alla salute dell'uomo e all'ecosistema a causa di esposizione a radionuclidi	kBq Co-60 eq
Land use	Misura del cambiamento nella qualità del terreno mediante monitoraggio di produzione biotica, resistenza all'erosione e filtrazione meccanica	m <sup>2</sup> a crop eq
Marine ecotoxicity	Impatto sugli organismi acquatici marini di sostanze tossiche emesse nell'ambiente	kg 1,4-DCB
Marine eutrophication	Indicatore dell'arricchimento dell'ecosistema marino con elementi nutritivi, dovuto all'immissione di composti contenenti azoto	kg N eq
Mineral resource scarcity	Indicatore di riduzione delle risorse minerarie in seguito a estrazioni	kg Cu eq
Ozone formation, Human health	Formazione di aerosol atmosferico aventi impatti negativi sulla salute dell'uomo	kg NO <sub>x</sub> eq
Ozone formation, Terrestrial ecosystems	Formazione di aerosol atmosferico aventi impatti negativi sulla vegetazione	kg NO <sub>x</sub> eq
Stratospheric ozone depletion	Indicatore di emissioni in atmosfera che causano la distruzione dello strato di ozono della stratosfera	kg CFC11 eq
Terrestrial acidification	Indicatore della potenziale acidificazione del	kg SO <sub>2</sub> eq

Categoria di impatto	Descrizione sintetica	Unità di riferimento
	terreno e dell'acqua dovuto al rilascio di gas come ossidi azotati e ossidi solforati	
Terrestrial ecotoxicity	Impatto sugli organismi terrestri di sostanze tossiche emesse nell'ambiente	kg 1,4-DCB
Water consumption	Indicatore della quota relativa di acqua usata, basata sui fattori di scarsità idrica regionalizzata	m <sup>3</sup>

### Interpretazione dei risultati (Interpretation)

Nella fase di interpretazione dei risultati è stata valutata la coerenza tra il campo di applicazione, la fase di inventario e l'analisi degli impatti nelle categorie di impatto valutate. In tabella 2 vengono riportati i risultati della valutazione condotta.

Tab.2: Risultati della valutazione degli impatti per la produzione di 1 litro di latte

Categoria di impatto	Unità di riferimento	Totale
Fine particulate matter formation	kg PM2.5 eq	4.952,61
Fossil resource scarcity	kg oil eq	252.716,55
Freshwater ecotoxicity	kg 1,4-DCB	55.727,68
Freshwater eutrophication	kg P eq	332,45
Global warming	kg CO <sub>2</sub> eq	3.524.061,68
Human carcinogenic toxicity	kg 1,4-DCB	27.710,51
Human non-carcinogenic toxicity	kg 1,4-DCB	2.472.619,86
Ionizing radiation	kBq Co-60 eq	115.581,57
Land use	m <sup>2</sup> a crop eq	1.345.430,22
Marine ecotoxicity	kg 1,4-DCB	70.626,84
Marine eutrophication	kg N eq	1.881,83

Categoria di impatto	Unità di riferimento	Totale
Mineral resource scarcity	kg Cu eq	1.820,49
Ozone formation, Human health	kg NO <sub>x</sub> eq	3.744,89
Ozone formation, Terrestrial ecosystems	kg NO <sub>x</sub> eq	3.790,42
Stratospheric ozone depletion	kg CFC11 eq	17,21
Terrestrial acidification	kg SO <sub>2</sub> eq	31.973,28
Terrestrial ecotoxicity	kg 1,4-DCB	2.163.165,99
Water consumption	m <sup>3</sup>	82.273,67

### **Approfondimenti per fasi future della ricerca**

Alla luce dei dati raccolti nel corso della durata del progetto si elencano di seguito i principali elementi che potranno essere oggetto di approfondimenti ulteriori in attività successive a quella conclusa con la presente fase operativa:

- approfondimento nella fase di confronto tra la curva dei consumi legata agli apparecchi impiegati per l'essiccazione del fieno e la mungitura delle bovine. Valutazione su base pluriennale per la determinazione di consumi medi delle utenze considerate nei processi analizzati;
- approfondimento delle relazioni tra la composizione delle razioni e i livelli di fermentazione enterica mediante misurazioni in campo;
- rilevazione strumentale dei livelli di rilascio di CH<sub>4</sub> e dei composti volatili dell'azoto.

## I SERVIZI ECOSISTEMICI

I Servizi Ecosistemici (SE) corrispondono alle funzioni degli ecosistemi che determinano dei benefici per la comunità umana (Millenium Ecosystem Assessment, 2005). Con il termine SE si intendono quindi i processi e le funzioni ecologiche svolte dagli ecosistemi che generano benefici multipli, derivanti direttamente o indirettamente da questi, indispensabili per la sopravvivenza e il benessere dell'uomo (Strategia Nazionale per la Biodiversità 2010-2020). Esistono differenti sistemi di classificazione dei SE riconosciute a livello internazionale. Al fine di definire una corrispondenza univoca tra le diverse tipologie esistenti l'Unione Europea, tramite l'Agenzia Ambientale Europea (EEA), ha definito un sistema di classificazione (EEA, 2018), soggetto a periodico aggiornamento: il sistema CICES (Common International Classification of Ecosystem Services) nella versione attuale 5.1.

Secondo questo sistema di classificazione vengono distinte tre macrocategorie:

- i **SE di approvvigionamento** (provisioning), che garantiscono la fornitura di cibo, acqua e materie prime;
- i **SE di regolazione** (regulating), che concernono la funzione regolatrice delle caratteristiche chimico-fisiche e biotiche delle componenti ambientali (es. regolazione della qualità dell'aria, dell'acqua, del suolo, protezione dai rischi naturali, delle avversità biotiche, ecc.);
- i **SE culturali** (cultural), che derivano dalle interazioni fisiche, intellettuali, emotive tra uomo e sistemi viventi (es. paesaggio, fruizione ricreativa).

A monte di queste macrocategorie vi sono i **SE di supporto** (supporting), che sono quelli necessari per la produzione di tutti gli altri e contribuiscono alla conservazione (*in situ*) della diversità biologica e genetica e dei processi evolutivi.

Nell'ambito delle tre macrocategorie (di approvvigionamento, di regolazione, culturali) la classificazione CICES distingue novanta diversi possibili SE.

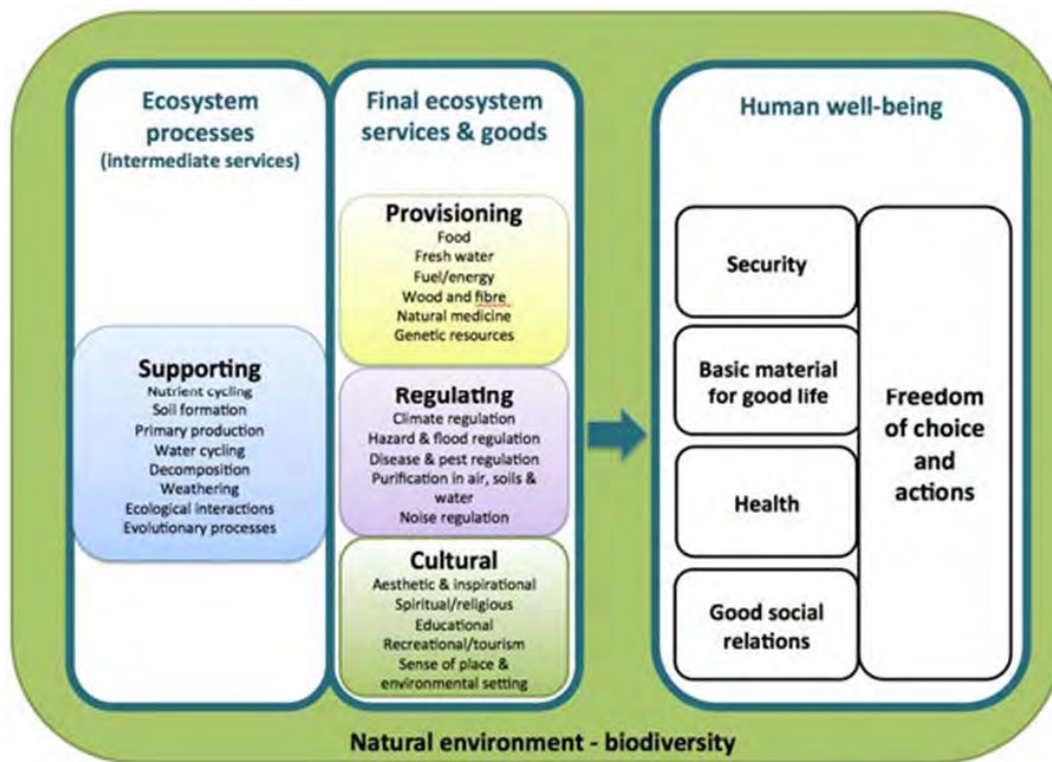


Figura 5 - Relazioni tra funzioni e processi degli ecosistemi, servizi ecosistemici e benefici derivanti per la comunità umana (Ford, A.E.S. et al. 2015, MAE 2005).

Nel corso degli ultimi venti anni sono state condotte numerose ricerche finalizzate alla valutazione biofisica dei servizi ecosistemici (Bordt and Saner, 2018), basate sulla misurazione dei flussi generati dagli ecosistemi. Queste analisi sono state accompagnate da valutazioni economiche dei flussi misurati. La valutazione economica dei servizi ecosistemici consente una comparazione tra metriche differenti, legate a processi diversi tra loro, che espressi in termini monetari consentono un'analisi complessiva dei benefici connessi ad un determinato ambiente. Da questo tipo di valutazioni sono esclusi i SE di supporto, poiché la loro relazione con la componente socioeconomica è indiretta in quanto mediata dalla relazione diretta che lega le comunità umane ai SE di approvvigionamento, di regolazione e culturali. Il loro contributo è pertanto implicitamente valutato considerando le altre tre macrocategorie. Le tecniche di valutazione economica sono differenti e fanno riferimento al **valore economico totale (VET)** dei servizi forniti da un ecosistema (Masiero et al., 2017). Il VET è determinato da due principali categorie di valore: *valore d'uso* e *valore di non uso*. Nella prima categoria ricadono il *valore d'uso diretto*, il *valore d'uso indiretto* e il *valore d'uso*



d'opzione (valore che il servizio esprime in relazione alla possibilità di utilizzarlo in futuro). Nella seconda categoria si riconoscono il *valore di esistenza* dell'ecosistema e il *valore di lascito*, in relazione alla possibilità di preservare l'ecosistema per le generazioni future.

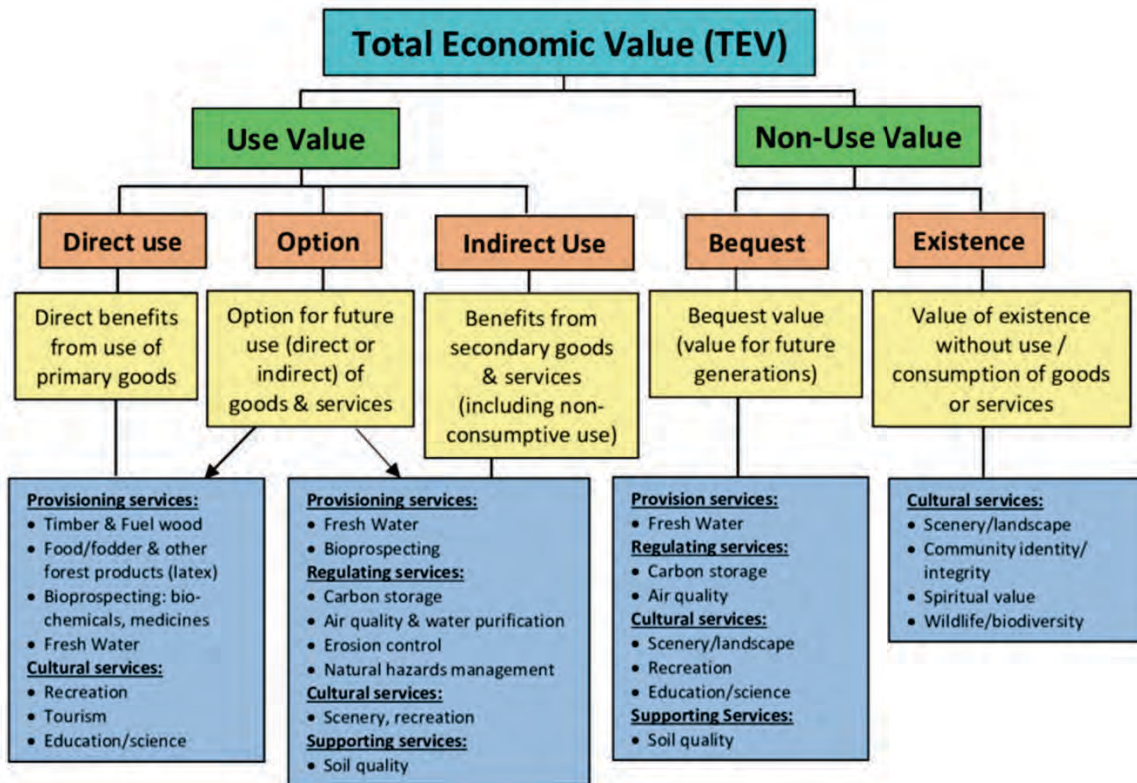


Figura 6 - Valore economico totale (VET) e sue componenti (TeeB 2011).

Valutare la capacità di erogazione di servizi ecosistemici da parte di un territorio, anche rispetto a scenari alternativi, permette di implementare strategie di gestione che tengano conto e massimizzino la fornitura di tali servizi, garantendo il mantenimento degli ecosistemi in buone condizioni, e valutando ipotesi alternative di sinergie e trade-off, in funzione dal territorio in esame, incentivando un insieme di SE.

## METODOLOGIA DI VALUTAZIONE DEI SE

La selezione dei SE oggetto di valutazione è stata condotta in funzione della scala di indagine e dell'approccio metodologico di misurazione. Pertanto, sono stati selezionati tre SE misurabili alla scala aziendale (*farming system*) ed in particolare a livello del prato sperimentale.

Nella tabella seguente sono indicati i SE selezionati facendo riferimento alla classificazione CICES V5.1.

Tab.3: Servizi ecosistemici oggetto di valutazione riportati secondo la classificazione CICES V5.1

Servizio ecosistemico	Sezione	Divisione	Gruppo	Classe	Codice
Sequestro e stoccaggio del carbonio	Regulation & Maintenance (Biotic)	Regulation of physical, chemical, biological conditions	Atmospheric composition and conditions	Regulation of chemical composition of atmosphere and oceans	2.2.6.1
Biodiversità e qualità dell'habitat	Regulation & Maintenance (Biotic)	Regulation of physical, chemical, biological conditions	Lifecycle maintenance, habitat and gene pool protection	Maintaining nursery populations and habitats (Including gene pool protection)	2.2.2.3
Impollinazione	Regulation & Maintenance (Biotic)	Regulation of physical, chemical, biological conditions	Lifecycle maintenance, habitat and gene pool protection	Pollination (or 'gamete' dispersal in a marine context)	2.2.2.1

Relativamente ai SE considerati è stata condotta una valutazione, espressa in termini biofisici, a partire da rilievi di campo condotti nel prato sperimentale nelle condizioni ex ante ed ex post. In particolare per condizione ex ante si intende lo stato del prato precedente all'intervento di semina da prato donatore di sementi autoctone mentre per condizione ex post si fa riferimento alla configurazione successiva alla semina. Per il SE "Stoccaggio del carbonio" sono stati effettuati campionamenti del suolo mentre per i SE "Biodiversità e qualità degli habitat" ed "Impollinazione" è stata condotta l'analisi della componente floristica

mediante rilievi fitosociologici. I dati rilevati sono stati quindi elaborati mediante il calcolo di indicatori proxy del livello di erogazione dei servizi ecosistemici considerati. Il set di indicatori e le metodologie di elaborazione sono state definite facendo riferimento a quanto proposto in “Indicatori di Biodiversità per la sostenibilità in Agricoltura” ISPRA 2008.

Nella tabella seguente vengono riportati gli indicatori selezionati per ciascun SE e le metodologie di rilevamento.

*Tab.4: Indicatori selezionati per ciascun SE oggetto di valutazione e metodo di indagine*

<b>Servizio ecosistemico</b>	<b>Indicatore</b>	<b>u.m.</b>	<b>Metodo</b>
Stoccaggio del carbonio	Sostanza organica (S.O.)	%	Campionamenti del suolo
	Carbonio organico (Corg)	%	
	Carbonio organico per unità di superficie (Corg/ha)	t/ha	
Biodiversità e qualità degli habitat	Ricchezza di specie - Richness (R)	n°	Rilievi fitosociologici
	Indice di Shannon (H')	n°	
	Indice di equitabilità - Evenness (J)	n°	
Impollinazione	Ricchezza di specie mellifere (R <sub>m</sub> )	n°	Rilievi fitosociologici

### **Servizio Ecosistemico Stoccaggio del carbonio**

Il SE stoccaggio del carbonio è stato valutato mediante l'esecuzione, nel prato sperimentale, di campionamenti del suolo e conseguente applicazione degli indicatori Sostanza organica (S.O.), Carbonio organico (Corg) e Carbonio organico per unità di superficie (Corg/ha). I campionamenti sono stati condotti nelle annate 2022 e 2023 corrispondenti alle condizioni ex ante ed ex post. Sono stati effettuati sette punti di campionamento dislocati lungo una diagonale (fig. 6) al fine di garantire la rappresentatività del rilievo. In ciascun punto, dopo aver eliminato la cotica erbosa, è stata prelevata un'aliquota di suolo ad una profondità di 0-30 cm. Si è proceduto quindi a sminuzzare e mescolare il campione rimuovendo eventuali pietre, radici e ulteriori residui organici ed al prelievo di circa 1 kg di suolo. I campioni sono stati conservati in appositi sacchetti, etichettati con codice identificativo, e consegnati al



Laboratorio Agrochimico Regionale (LAR) per le successive analisi di laboratorio per la stima del contenuto di sostanza organica e del carbonio organico.



Figura 6 - Localizzazione dei punti di campionamento del suolo.



Figura 7 - Punto di prelievo.

Gli indicatori Sostanza organica (S.O.) e Carbonio organico (Corg), entrambi espressi come valori percentuali, sono stati calcolati come valori medi dei risultati ottenuti dalle analisi di laboratorio relative a ciascuno dei sette punti di prelievo. L'indicatore Carbonio organico per unità di superficie (Corg/ha), che esprime la quantità di carbonio stoccato nel suolo (ton) per unità di superficie (ha), è stato calcolato a partire dal valore medio di carbonio organico percentuale considerando una densità di 1,4 tonnellate/mc, la superficie del prato sperimentale (2 ha) ed uno spessore medio del suolo di 0,2 m.

### **Servizio Ecosistemico Biodiversità e qualità degli habitat**

La valutazione del SE biodiversità e qualità degli habitat, considerato in termini di diversità specifica, è stata effettuata tramite l'analisi della componente floristica applicando il metodo del rilievo fitosociologico. Successivamente a partire dai dati ottenuti sono stati calcolati, come indicatori proxy del livello di erogazione del servizio ecosistemico, la ricchezza di specie - richness (R), l'indice di Shannon (H') e l'indice di equità - evenness (J). L'analisi della componente flora e vegetazione del prato sperimentale è stata condotta con il metodo di rilievo fitosociologico e strutturale (Raunkiaer, 1905; Braun Blanquet, 1951; Pignatti, 1982). I rilievi sono stati eseguiti mediante il posizionamento di quadrati di 5x5 m (area complessiva di circa 25 mq) con l'ausilio di delimitatori dell'area di indagine su punti georeferenziati (localizzazione attraverso apparecchio GPS di precisione) in modo da poterli replicare sullo stesso plot nelle due annate di rilievo (2022 e 2023) corrispondenti rispettivamente alla condizione ex ante ed ex post. Sono stati posizionati 5 punti di rilievo al fine di rappresentare l'intera area prativa in modo esaustivo. L'indagine fitosociologica è stata eseguita tramite il rilevamento delle specie vegetali unitamente alla valutazione della loro copertura percentuale, della struttura delle fitocenosi e dell'habitat, insieme al monitoraggio fenologico delle specie censite ed alla ricerca e indicazione delle potenziali criticità presenti. L'abbondanza percentuale è rappresentata dal numero di individui di ogni specie che entra nella costituzione del popolamento vegetale dell'area presa in esame, valutata insieme alla dominanza come estensione volumetrica occupata dagli individui della stessa specie in rapporto alla superficie o al volume occupato dall'insieme del popolamento analizzato.





Figura 8 - Localizzazione dei rilievi fitosociologici.



Figura 9 - Plot di rilievo condizione ex ante (2022).





Figura 10 - Plot di rilievo condizione ex post (2023).

L'indicatore Ricchezza di specie - Richness (R) si basa unicamente sul numero di specie presenti ed è pertanto stato calcolato come somma delle specie rilevate. L'indice di Shannon (H'), che considera invece sia il numero di specie presenti sia le abbondanze relative, è stato calcolato tramite la seguente:

$$H' = - \sum_{j=1}^s p_j \ln p_j$$

dove:

$p_j$  = proporzione della j-esima specie, ovvero il rapporto tra il numero di individui della specie j-esima e il numero totale di individui del campione;

s = n° di specie rilevate.

L'indice sintetizza l'informazione in un unico valore di diversità che assume valore 0 quando tutti gli individui appartengono ad una specie mentre il valore massimo corrisponde alla condizione teorica nella quale gli individui sono ugualmente distribuiti tra tutte le specie.

Maggiore è il valore di  $H'$ , maggiore è il grado di diversità. L'indice è stato calcolato a partire dalla percentuale di abbondanza delle specie, rilevate mediante i rilievi fitosociologici, trasformata in termini numerici con il metodo proposto da Van der Maarel (1972) come riportato nella tabella seguente.

*Tab.5: Coefficienti di abbondanza - dominanza di Braun-Blanquet e conversione dei valori dal metodo Braun Blanquet a Van der Maarel*

<b>Coefficienti di abbondanza - dominanza</b>	<b>Valore di Braun Blanquet</b>	<b>Scala di Van der Maarel</b>
80-100 %	5	9
60-80 %	4	8
40-60 %	3	7
20-40%	2	5
1-20 %	1	3
<1 %	+	2
Specie molto rare, rappresentate solo da pochi individui isolatissimi, con copertura non definibile	r	1

L'indice di equità - Evenness ( $J$ ) esprime quanto in una comunità gli individui sono equamente distribuiti (o meno) tra le diverse specie ed è dato dalla seguente:

$$J = H'/H'_{max} = H'/\ln S$$

dove:

$H'$  = indice di Shannon;

$H'_{max}$  = indice di Shannon calcolato per una situazione teorica di riferimento;

$S$  = numero delle specie.

L'indice varia tra 0 e 1 a seconda che vi siano una o poche specie dominanti o al contrario che le specie siano equiripartite. Più il valore dell'indice tende a 1 più gli organismi sono distribuiti

uniformemente tra le specie.

### **Servizio Ecosistemico Impollinazione**

Il SE impollinazione è stato valutato tramite l'analisi della componente floristica, applicando il metodo del rilievo fitosociologico e strutturale (si veda paragrafo precedente), ed il calcolo dell'indicatore ricchezza di specie mellifere ( $R_m$ ), proxy della fornitura del servizio ecosistemico misurato nelle condizioni ex ante ed ex post rispetto all'intervento di semina e costituzione del prato stabile. Le specie mellifere producono infiorescenze ricche di nettare e con caratteristiche particolarmente gradite agli insetti impollinatori come ad esempio una fioritura molto abbondante e/o un profumo intenso. La disponibilità di risorse floreali, unitamente ad altri fattori, come la disponibilità di siti di nidificazione, i periodi di fioritura e le condizioni abiotiche concorrono a determinare le condizioni favorevoli alla presenza di impollinatori. Pertanto, la ricchezza di specie mellifere è stata considerata come un elemento, seppur ovviamente non l'unico, favorevole a rendere un habitat idoneo alla presenza delle specie impollinatrici.

## RISULTATI

Nei paragrafi seguenti vengono illustrati i risultati della valutazione dei Servizi Ecosistemici, condotta mediante stima di indicatori proxy del livello di fornitura degli stessi, fornendo il confronto tra la condizione ex ante ed ex post.

### Servizio Ecosistemico Stoccaggio del carbonio

Per il SE stoccaggio del carbonio sono stati valutati, a partire dai campionamenti del suolo, i seguenti indicatori: 1) Sostanza organica, 2) Carbonio organico e 3) Carbonio organico per unità di superficie. In tabella 6 sono riportati i risultati delle analisi di laboratorio, ovvero i valori di sostanza organica percentuale e di carbonio organico percentuale per ciascuno dei sette punti di campionamento.

*Tab.6: Valori di sostanza organica (S.O.) % e carbonio organico (C org) % per ciascun punto di campionamento*

Punti di prelievo	S.O. %		C org %	
	ex ante	ex post	ex ante	ex post
S1	4,19	3,06	2,44	1,78
S2	3,89	3,69	2,26	2,15
S3	4,75	3,57	2,76	2,08
S4	4,94	3,97	2,87	2,31
S5	7,67	4,04	4,46	2,35
S6	7,33	4,57	4,26	2,66
S7	7,90	5,08	4,59	2,95

In tabella 7 sono presentati i valori degli indicatori calcolati nelle condizioni ex ante ed ex post. Sostanza organica e Carbonio organico sono espressi come valori medi percentuali dei risultati derivanti dalle tecniche di indagine analitiche effettuate in laboratorio.

Tab.7: Valori, ex ante ed ex post, degli indicatori proxy del SE stoccaggio del carbonio

Indicatore	ex ante	ex post	u.m.
Sostanza organica (S.O.)*	5,81	4,00	%
Carbonio organico (Corg)*	3,38	2,33	%
Carbonio organico per unità di superficie (Corg/ha)	94,64	65,24	t/ha

\* valore medio riferiti ai sette punti di prelievo

Il prato sperimentale è caratterizzato da suolo limoso-argilloso con ciottoli arrotondati di origine fluviale. I valori relativi alla sostanza organica percentuale ed al carbonio organico percentuale (Tab. 6) attestano una buona dotazione di sostanza organica per il suolo oggetto di analisi seppur, nella condizione ex post, vi sia una riduzione degli stessi. Analogamente, si registra un decremento dei valori relativi ai tre indicatori considerati (Tab. 7) con una variazione dello stock di carbonio riferibile alle lavorazioni di preparazione e semina del prato donatore. Si rende pertanto necessario proseguire le attività di indagine al fine di monitorare l'evoluzione del prato, appena ricostituito, e valutare i trend degli indicatori.

### **Servizio Ecosistemico Biodiversità e qualità degli habitat**

Per quanto riguarda il SE biodiversità e qualità degli habitat sono stati valutati, in seguito all'esecuzione dei rilievi di campo, gli indicatori: 1) Ricchezza di specie - Richness (R), 2) Indice di Shannon (H') e 3) Indice di Equitabilità - Evenness (J). Nelle tabelle seguenti (Tab. 8 e Tab. 9) vengono riportati i risultati dei rilievi fitosociologici effettuati nelle annate 2022 e 2023. I dati delle coperture vegetali dei 5 punti di rilievo, rappresentativi del prato analizzato, sono riportati come medie percentuali. I valori indicati come "+" rappresentano i valori medi percentuali compresi tra 0 e 1, ovvero una presenza percentuale di specie indicate come accessorie. Viene inoltre fornita l'indicazione delle specie mellifere.

Tab.8: Composizione fitosociologica del prato permanente nella condizione ex-ante (copertura media derivante dai 5 rilievi fitosociologici effettuati su tutta l'area).

<b>Rilievi Fitosociologici ex-ante (2022)</b>		
<b>Specie</b>	<b>Copertura (%)</b>	<b>Specie mellifera</b>
<i>Taraxacum officinale</i> Weber	36	x
<i>Medicago sativa</i> L.	30	x
<i>Dactylis glomerata</i> L.	21	-
<i>Lolium perenne</i> L.	8	-
<i>Setaria pumila</i> (Poir.) Roem. & Schult.	4	-
<i>Trifolium repens</i> L.	1	x
<i>Echinochloa crus-galli</i> (L.) Beauv.	+	-
<i>Rumex conglomeratus</i> Murray	+	-

Tab.9: Composizione fitosociologica del prato permanente durante la prima stagione vegetativa successiva alla semina, condizione ex-post (copertura media derivante dai 5 rilievi fitosociologici effettuati su tutta l'area).

<b>Rilievi Fitosociologici ex-post (2023)</b>		
<b>Specie</b>	<b>Copertura (%)</b>	<b>Specie mellifera</b>
<i>Arrhenatherum elatius</i> (L.) P.Beauv. ex J.Presl & C.Presl	24	-
<i>Lolium multiflorum</i> Lam.	23	-
<i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Medik.	13	-
<i>Poa trivialis</i> L.	9	-
<i>Lolium perenne</i> L.	6	-
<i>Alopecurus myosuroides</i> Huds.	5	-
<i>Taraxacum officinale</i> (L.) Weber ex F.H.Wigg.	5	x
<i>Cerastium semidecandrum</i> L.	3	-
<i>Dactylis glomerata</i> L.	3	-
<i>Holcus lanatus</i> L.	2	-
<i>Silene vulgaris</i> (Moench) Garcke	2	-
<i>Hordeum murinum</i> L.	1	-
<i>Lolium arundinaceum</i> (Schreb.) Darbysh.	1	-
<i>Papaver rhoeas</i> L.	1	x
<i>Raphanus raphanistrum</i> L.	1	x



<b>Rilievi Fitosociologici ex-post (2023)</b>		
<b>Specie</b>	<b>Copertura (%)</b>	<b>Specie mellifera</b>
<i>Trifolium pratense</i> L.	1	X
<i>Anisantha sterilis</i> (L.) Nevski	+	-
<i>Bromus squarrosus</i> L.	+	-
<i>Convolvulus sepium</i> L.	+	X
<i>Ervilia hirsuta</i> (L.) Opiz	+	-
<i>Fumaria officinalis</i> L.	+	X
<i>Galium aparine</i> L.	+	-
<i>Galium mollugo</i> L.	+	-
<i>Geranium pusillum</i> L.	+	X
<i>Lamium purpureum</i> L.	+	X
<i>Legousia speculum-veneris</i> (L.) Chaix	+	-
<i>Medicago lupulina</i> L.	+	X
<i>Myosotis arvensis</i> (L.) Hill	+	X
<i>Rumex conglomeratus</i> Murray	+	-
<i>Sinapis arvensis</i> L.	+	X
<i>Stellaria media</i> (L.) Vill.	+	-
<i>Trifolium incarnatum</i> L.	+	X
<i>Tripleurospermum inodorum</i> (L.) Sch.Bip.	+	-
<i>Veronica arvensis</i> L.	+	X
<i>Veronica persica</i> Poir.	+	X
<i>Vicia cracca</i> L.	+	X
<i>Vicia sativa</i> L.	+	X
<i>Viola arvensis</i> Murray	+	X

Le composizioni fitosociologiche riportate nelle precedenti tabelle evidenziano come la comunità del prato permanente nella condizione ex ante (anno 2022) fosse rappresentata da una fitocenosi prativa senza particolare connotazione con dominanza di *Taraxacum officinale* e *Medicago sativa*. Tale comunità vegetale è stata oggetto di semina da prato donatore e monitorata nuovamente, nella condizione ex post, al culmine della stagione vegetativa

successiva (2023). La comunità del prato permanente, durante la prima stagione vegetativa successiva alla semina (anno 2023), è una comunità di valore naturalistico e ricca di biodiversità con un insieme di 38 specie in gran parte tipiche delle praterie permanenti sia in riferimento alle specie dominanti e caratterizzanti sia rispetto a quelle accessorie. Molte delle specie rilevate sono derivanti dal prato donatore da cui si è prelevato il fiorume. Le specie dominanti sono *Arrhenatherum elatius* e *Lolium multiflorum*. La specie *L. multiflorum*, presente nel sito donatore con abbondanza minore, è divenuta dominante poiché il primo anno di crescita della suddetta specie è caratterizzato da rapidità di insediamento e crescita vegetativa. La specie *A. elatius* è nel suo complesso in formazione ed espansione, con una tendenza a poter divenire una prateria stabile di lunga durata simile ad un arrenatereto. In linea di massima, si può definire lo stato attuale dell'area prativa indagata come associabile ad una fitocenosi di praterie permanenti di bassa quota. Gli aspetti descritti si traducono in termini di fornitura del SE, seppur in modo non del tutto esaustivo, nei valori degli indicatori riportati nella tabella seguente. Per l'indice di Shannon e di Equitabilità sono riportati i valori medi degli indici calcolati per ciascuno dei cinque rilievi fitosociologici.

Tab.10: Valori, ex ante ed ex post, degli indicatori proxy del SE biodiversità e qualità degli habitat

Indicatore	ex ante	ex post	u.m.
Ricchezza di specie (S)	8	38	n°
Indice di Shannon (H')*	1,77	3,05	n°
Indice di Equitabilità o Evenness (J)*	0,96	0,99	n°

\*valore medio complessivo dei valori calcolati per ciascun rilievo

Come riportato in tabella, vi è un aumento della ricchezza di specie dalla condizione ex ante, con 8 specie rilevate, alla condizione ex post caratterizzata dal rilevamento di 38 specie. Allo stesso modo, si registra un incremento della diversità descritta dai valori dell'indice di Shannon e dell'indice di Equitabilità seppur, quest'ultimo, in misura minore. Pertanto, in seguito alla semina di sementi autoctone per la costituzione del prato permanente si

determina un incremento della biodiversità diversità che si traduce in aumento della fornitura del servizio ecosistemico. Anche in questo caso, sarebbe necessario proseguire le attività di indagine al fine di monitorare l'evoluzione del prato e valutare i trend degli indicatori.

### **Servizio Ecosistemico Impollinazione**

Per quanto riguarda il SE impollinazione è stato valutato, in seguito all'esecuzione dei rilievi fitosociologici, l'indicatore ricchezza di specie mellifere ( $R_m$ ). In tabella 11 vengono riportati i valori dell'indicatore nelle condizioni ex ante ed ex post.

*Tab.11: Valore, ex ante ed ex post, dell'indicatore proxy del SE impollinazione*

<b>Indicatore</b>	<b>ex ante</b>	<b>ex post</b>	<b>u.m.</b>
Ricchezza di specie mellifere ( $S_m$ )	3	17	n°


Nella condizione ex post vi è un incremento dell'indicatore corrispondente all'aumento del numero di specie mellifere rilevate. Come indicato in tabella 12, in conseguenza a tale accrescimento, oltre ad aumentare la disponibilità florale, si amplia il periodo di offerta di impollinazione che si estende anche al mese di febbraio contrariamente alla condizione ex ante nella quale la finestra temporale era limitata a marzo/ottobre. L'estensione del periodo di offerta di impollinazione rappresenta un elemento di interesse poiché coincide con il periodo in cui le specie di impollinatori tendono ad importare nutrimento per prepararsi alla stagione primaverile/estiva. Come per gli altri SE valutati, anche in questo caso si ritiene importante monitorare la presenza delle specie annuali, la cui presenza tendenzialmente rischia di diminuire a discapito di quelle perenni per mantenere questa situazione favorevole agli impollinatori.

Tab.12: Elenco delle specie mellifere rilevate nella condizione ex ante ed ex post, indicazione della loro importanza per la produzione di nettare (N), polline (P), periodo di fioritura e ciclo vitale. (fonte Linee guida per la scelta delle specie botaniche di interesse apistico ammesse per l'eco schema 5 e altre raccomandazioni, Bertolotti et. al, 2023)

Specie mellifera	N/P	ex ante	ex post	Periodo fioritura												Ciclo vitale
				G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D	
<i>Convolvulus sepium</i> L.	N / P	-	x													
<i>Fumaria officinalis</i> L.	N / P	-	x													
<i>Geranium pusillum</i> L.		-	x													
<i>Lamium purpureum</i> L.	N	-	x													Annuale
<i>Medicago lupulina</i> L.	N / P	-	x													Annuale
<i>Medicago sativa</i> L.	N / P	x	-													Perenne
<i>Myosotis arvensis</i> (L.) Hill		-	x													
<i>Papaver rhoeas</i> L.	P	-	x													Annuale
<i>Raphanus raphanistrum</i> L.	-	-	x													Annuale
<i>Sinapis arvensis</i> L.	N / P	-	x													
<i>Taraxacum officinale</i> Weber	N / P	x	x													Perenne
<i>Trifolium incarnatum</i> L.	N / P	-	x													Perenne
<i>Trifolium pratense</i> L.	N / P	-	x													Perenne
<i>Trifolium repens</i> L.	N / P	x	-													Perenne
<i>Veronica arvensis</i> L.	P	-	x													
<i>Veronica persica</i> Poir.	P	-	x													Annuale
<i>Vicia cracca</i> L.	N / P	-	x													
<i>Vicia sativa</i> L.	N / P	-	x													Annuale
<i>Viola arvensis</i> Murray	N	-	x													



## **SCHEDE DEI RILIEVI FITOSOCIOLOGICI**

<b>Codice RILIEVO</b>		<b>FITO-1</b>	data	28 settembre 2022
Rilevatore		Collaboratore	Luogo	Coop Tesori della Terra, CERVASCA (CN)
				

<b>Dati STAZIONALI</b>			
<b>GPS system</b>	WGS84 - UTM 32T	Precision	3 m
<b>Coord N</b>	44°24'16.50"	<b>Coord E</b>	7°29'52.70"
Lati poligono	5 x 5 m	Superficie	25 mq
Quota	547 m. s.l.m	Esposizione	-
Inclinazione	0	Morfologia	-
Substrato	-	Litologia	-
Governo e trattamento		Seminativo - Prateria da sfalcio	

<b>Analisi STRUTTURALE</b>							
Roccia %	0	Pietre/Detrito %	0	Ghiaie/Sabbie %	0	Suolo/Lettiera %	5
Acqua %		Briofite %					
Copertura ARBOREA %						0	
Copertura ARBUSTIVA sup (1.5-3m) %						0	
Copertura ARBUSTIVA inf (<1.5m) %						0	
Copertura ERBACEA %						95	

<b>Altro</b>	
Minacce	-


FOTO:





codice RILIEVO: RIL-1								
SPECIE ERBACEE			%	Fen	SPECIE ARBUSTIVE inf (<1,5m)			
1)	<i>Dactylis glomerata L.</i>	5	V	1)				
2)	<i>Lolium perenne L.</i>	5	V	2)				
3)	<i>Medicago sativa L.</i>	40	V	3)				
4)	<i>Rumex conglomeratus Murray</i>	+	V	4)				
5)	<i>Taraxacum officinale Weber</i>	50	V	5)				
6)	<i>Trifolium repens L.</i>	+	V	6)				
7)				7)				
8)				8)				
9)				9)				
10)				10)				
11)				11)				
12)				12)				
13)				13)				
14)				14)				
15)				15)				
16)				16)				
17)				17)				
18)				18)				
19)				19)				
20)				20)				
21)				SPECIE ARBUSTIVE sup (1,5-3m)			%	Fen
22)				1)				
23)				2)				
24)				3)				
25)				4)				
26)				5)				
27)				6)				
28)				7)				
29)				8)				
30)				9)				
31)				10)				
32)				11)				
33)				12)				
34)				13)				
35)				14)				
36)				15)				
37)				16)				
38)				17)				
39)				SPECIE ARBOREE			%	Fen
40)				1)				
41)				2)				
42)				3)				
43)				4)				
44)				5)				
45)				6)				
46)				7)				
47)				8)				
48)				9)				
49)				10)				
50)				11)				
51)				12)				
52)				13)				
53)				14)				
54)				15)				

NOTE: Fen = fenologia (V= vegetativo, F= fioritura, S= secco)

<b>Codice RILIEVO</b>		<b>FITO-2</b>	data	28 settembre 2022
Rilevatore		Collaboratore	Luogo	Coop Tesori della Terra, CERVASCA (CN)
				

<b>Dati STAZIONALI</b>			
<b>GPS system</b>	WGS84 - UTM 32T	Precision	3 m
<b>Coord N</b>	44°24'15.50"	<b>Coord E</b>	7°29'50.40"
Lati poligono	5 x 5 m	Superficie	25 mq
Quota	547 m. s.l.m	Esposizione	-
Inclinazione	0	Morfologia	-
Substrato	-	Litologia	-
Governo e trattamento		Seminativo - Prateria da sfalcio	

<b>Analisi STRUTTURALE</b>							
Roccia %	0	Pietre/Detrito %	0	Ghiaie/Sabbie %	0	Suolo/Lettiera %	10
Acqua %		Briofite %					
Copertura ARBOREA %						0	
Copertura ARBUSTIVA sup (1.5-3m) %						0	
Copertura ARBUSTIVA inf (<1.5m) %						0	
Copertura ERBACEA %						90	

<b>Altro</b>	
Minacce	-


FOTO:



codice RILIEVO: RIL-2									
SPECIE ERBACEE			%	Fen	SPECIE ARBUSTIVE inf (<1,5m)			%	Fen
1)	<i>Dactylis glomerata</i> L.	20	V	1)					
2)	<i>Echinochloa crus-galli</i> (L.) Beauv.	+	V	2)					
3)	<i>Lolium perenne</i> L.	5	V	3)					
4)	<i>Medicago sativa</i> L.	30	V	4)					
5)	<i>Setaria pumila</i> (Poir.) Roem. & Schult.	+	V	5)					
6)	<i>Taraxacum officinale</i> Weber	40	V	6)					
7)	<i>Trifolium repens</i> L.	5	V	7)					
8)				8)					
9)				9)					
10)				10)					
11)				11)					
12)				12)					
13)				13)					
14)				14)					
15)				15)					
16)				16)					
17)				17)					
18)				18)					
19)				19)					
20)				20)					
21)				SPECIE ARBUSTIVE sup (1,5-3m)			%	Fen	
22)				1)					
23)				2)					
24)				3)					
25)				4)					
26)				5)					
27)				6)					
28)				7)					
29)				8)					
30)				9)					
31)				10)					
32)				11)					
33)				12)					
34)				13)					
35)				14)					
36)				15)					
37)				16)					
38)				17)					
39)				SPECIE ARBOREE			%	Fen	
40)				1)					
41)				2)					
42)				3)					
43)				4)					
44)				5)					
45)				6)					
46)				7)					
47)				8)					
48)				9)					
49)				10)					
50)				11)					
51)				12)					
52)				13)					
53)				14)					
54)				15)					

NOTE: Fen = fenologia (V= vegetativo, F= fioritura, S= secco)



<b>Codice RILIEVO</b>		<b>FITO-3</b>	data	28 settembre 2022
Rilevatore		Collaboratore	Luogo	Coop Tesori della Terra, CERVASCA (CN)
				

<b>Dati STAZIONALI</b>			
<b>GPS system</b>	WGS84 - UTM 32T	Precision	3 m
<b>Coord N</b>	44°24'16.40"	<b>Coord E</b>	7°29'47.60"
Lati poligono	5 x 5 m	Superficie	25 mq
Quota	547 m. s.l.m	Esposizione	-
Inclinazione	0	Morfologia	-
Substrato	-	Litologia	-
Governo e trattamento		Seminativo - Prateria da sfalcio	

<b>Analisi STRUTTURALE</b>							
Roccia %	0	Pietre/Detrito %	0	Ghiaie/Sabbie %	0	Suolo/Lettiera %	0
Acqua %		Briofite %					
Copertura ARBOREA %						0	
Copertura ARBUSTIVA sup (1.5-3m) %						0	
Copertura ARBUSTIVA inf (<1.5m) %						0	
Copertura ERBACEA %						100	


<b>Altro</b>	
Minacce	-

FOTO:



codice RILIEVO: RIL-3									
SPECIE ERBACEE			%	Fen	SPECIE ARBUSTIVE inf (<1,5m)			%	Fen
1)	<i>Dactylis glomerata L.</i>	30	V	1)					
2)	<i>Lolium perenne L.</i>	10	V	2)					
3)	<i>Medicago sativa L.</i>	30	V	3)					
4)	<i>Setaria pumila (Poir.) Roem. &amp; Schult.</i>	10	V	4)					
5)	<i>Taraxacum officinale Weber</i>	20	V	5)					
6)	<i>Trifolium repens L.</i>	+	V	6)					
7)				7)					
8)				8)					
9)				9)					
10)				10)					
11)				11)					
12)				12)					
13)				13)					
14)				14)					
15)				15)					
16)				16)					
17)				17)					
18)				18)					
19)				19)					
20)				20)					
21)				SPECIE ARBUSTIVE sup (1,5-3m)			%	Fen	
22)				1)					
23)				2)					
24)				3)					
25)				4)					
26)				5)					
27)				6)					
28)				7)					
29)				8)					
30)				9)					
31)				10)					
32)				11)					
33)				12)					
34)				13)					
35)				14)					
36)				15)					
37)				16)					
38)				17)					
39)				SPECIE ARBOREE			%	Fen	
40)				1)					
41)				2)					
42)				3)					
43)				4)					
44)				5)					
45)				6)					
46)				7)					
47)				8)					
48)				9)					
49)				10)					
50)				11)					
51)				12)					
52)				13)					
53)				14)					
54)				15)					

NOTE: Fen = fenologia (V= vegetativo, F= fioritura, S= secco)

<b>Codice RILIEVO</b>		<b>FITO-4</b>	data	28 settembre 2022
Rilevatore		Collaboratore	Luogo	Coop Tesori della Terra, CERVASCA (CN)
				

<b>Dati STAZIONALI</b>			
<b>GPS system</b>	WGS84 - UTM 32T	Precision	3 m
<b>Coord N</b>	44°24'20.90"	<b>Coord E</b>	7°29'47.10"
Lati poligono	5 x 5 m	Superficie	25 mq
Quota	547 m. s.l.m	Esposizione	-
Inclinazione	0	Morfologia	-
Substrato	-	Litologia	-
Governo e trattamento		Seminativo - Prateria da sfalcio	

<b>Analisi STRUTTURALE</b>							
Roccia %	0	Pietre/Detrito %	0	Ghiaie/Sabbie %	0	Suolo/Lettiera %	20
Acqua %		Briofite %					
Copertura ARBOREA %						0	
Copertura ARBUSTIVA sup (1.5-3m) %						0	
Copertura ARBUSTIVA inf (<1.5m) %						0	
Copertura ERBACEA %						80	

<b>Altro</b>	
Minacce	-


FOTO:





codice RILIEVO: RIL-4					
SPECIE ERBACEE			SPECIE ARBUSTIVE inf (<1,5m)		
	%	Fen		%	Fen
1) <i>Dactylis glomerata</i> L.	40	V	1)		
2) <i>Lolium perenne</i> L.	10	V	2)		
3) <i>Medicago sativa</i> L.	30	V	3)		
4) <i>Rumex conglomeratus</i> Murray	+	V	4)		
5) <i>Setaria pumila</i> (Poir.) Roem. & Schult.	10	V	5)		
6) <i>Taraxacum officinale</i> Weber	10	V	6)		
7) <i>Trifolium repens</i> L.	+	V	7)		
8)			8)		
9)			9)		
10)			10)		
11)			11)		
12)			12)		
13)			13)		
14)			14)		
15)			15)		
16)			16)		
17)			17)		
18)			18)		
19)			19)		
20)			20)		
			SPECIE ARBUSTIVE sup (1,5-3m)		
	%	Fen		%	Fen
21)			1)		
22)			2)		
23)			3)		
24)			4)		
25)			5)		
26)			6)		
27)			7)		
28)			8)		
29)			9)		
30)			10)		
31)			11)		
32)			12)		
33)			13)		
34)			14)		
35)			15)		
36)			16)		
37)			17)		
			SPECIE ARBOREE		
	%	Fen		%	Fen
39)			1)		
40)			2)		
41)			3)		
42)			4)		
43)			5)		
44)			6)		
45)			7)		
46)			8)		
47)			9)		
48)			10)		
49)			11)		
50)			12)		
51)			13)		
52)			14)		
53)			15)		
54)					

NOTE: Fen = fenologia (V= vegetativo, F= fioritura, S= secco)

<b>Codice RILIEVO</b>		<b>FITO-5</b>	data	28 settembre 2022
Rilevatore		Collaboratore	Luogo	Coop Tesori della Terra, CERVASCA (CN)
				

<b>Dati STAZIONALI</b>			
<b>GPS system</b>	WGS84 - UTM 32T	Precision	3 m
<b>Coord N</b>	44°24'23.30"	<b>Coord E</b>	7°29'50.50"
Lati poligono	5 x 5 m	Superficie	25 mq
Quota	547 m. s.l.m	Esposizione	-
Inclinazione	0	Morfologia	-
Substrato	-	Litologia	-
Governo e trattamento		Seminativo - Prateria da sfalcio	

<b>Analisi STRUTTURALE</b>							
Roccia %	0	Pietre/Detrito %	0	Ghiaie/Sabbie %	0	Suolo/Lettiera %	20
Acqua %		Briofite %					
Copertura ARBOREA %						0	
Copertura ARBUSTIVA sup (1.5-3m) %						0	
Copertura ARBUSTIVA inf (<1.5m) %						0	
Copertura ERBACEA %						80	

<b>Altro</b>	
Minacce	-


FOTO:



codice RILIEVO: RIL-5								
SPECIE ERBACEE			%	Fen	SPECIE ARBUSTIVE inf (<1,5m)			
1)	<i>Dactylis glomerata L.</i>	10	V	1)				
2)	<i>Lolium perenne L.</i>	10	V	2)				
3)	<i>Medicago sativa L.</i>	20	V	3)				
4)	<i>Setaria pumila (Poir.) Roem. &amp; Schult.</i>	+	V	4)				
5)	<i>Taraxacum officinale Weber</i>	60	V	5)				
6)	<i>Trifolium repens L.</i>	+	V	6)				
7)				7)				
8)				8)				
9)				9)				
10)				10)				
11)				11)				
12)				12)				
13)				13)				
14)				14)				
15)				15)				
16)				16)				
17)				17)				
18)				18)				
19)				19)				
20)				20)				
21)				<b>SPECIE ARBUSTIVE sup (1,5-3m)</b>			%	Fen
22)				1)				
23)				2)				
24)				3)				
25)				4)				
26)				5)				
27)				6)				
28)				7)				
29)				8)				
30)				9)				
31)				10)				
32)				11)				
33)				12)				
34)				13)				
35)				14)				
36)				15)				
37)				16)				
38)				17)				
39)				<b>SPECIE ARBOREE</b>			%	Fen
40)				1)				
41)				2)				
42)				3)				
43)				4)				
44)				5)				
45)				6)				
46)				7)				
47)				8)				
48)				9)				
49)				10)				
50)				11)				
51)				12)				
52)				13)				
53)				14)				
54)				15)				

NOTE: Fen = fenologia (V= vegetativo, F= fioritura, S= secco)



<b>Codice RILIEVO</b>		<b>FITO-1</b>	data	16 maggio 2023
Rilevatore		Collaboratore	Luogo	Coop Tesori della Terra, CERVASCA (CN)
				

<b>Dati STAZIONALI</b>			
<b>GPS system</b>	WGS84 - UTM 32T	Precision	3 m
<b>Coord N</b>	44°24'16.50"N	<b>Coord E</b>	7°29'52.70"E
Lati poligono	5 x 5 m	Superficie	25 mq
Quota	547 m. s.l.m	Esposizione	-
Inclinazione	0	Morfologia	-
Substrato	-	Litologia	-
Governo e trattamento		Seminativo - Prateria da sfalcio	

<b>Analisi STRUTTURALE</b>							
Roccia %	0	Pietre/Detrito %	0	Ghiaie/Sabbie %	0	Suolo/Lettiera %	0
Acqua %		Briofite %					
Copertura ARBOREA %						0	
Copertura ARBUSTIVA sup (1.5-3m) %						0	
Copertura ARBUSTIVA inf (<1.5m) %						0	
Copertura ERBACEA %						100	


<b>Altro</b>	
Minacce	non presenti

FOTO:



codice RILIEVO: RIL-1									
SPECIE ERBACEE			%	Fen	SPECIE ARBUSTIVE inf (<1,5m)			%	Fen
1)	<i>Arrhenatherum elatius</i>		20	F	1)				
2)	<i>Capsella bursa-pastoris</i>		20	F	2)				
3)	<i>Lolium multiflorum</i>		15	F	3)				
4)	<i>Poa trivialis</i>		10	F	4)				
5)	<i>Alopecurus myosuroides</i>		5	F	5)				
6)	<i>Cerastium semidecandrum</i>		5	F	6)				
7)	<i>Holcus lanatus</i>		5	F	7)				
8)	<i>Raphanus raphanistrum subsp. sativus</i>		5	F	8)				
9)	<i>Silene vulgaris</i>		5	F	9)				
10)	<i>Taraxacum officinale</i>		5	V	10)				
11)	<i>Trifolium pratense</i>		5	F	11)				
12)	<i>Dactylis glomerata</i>		+	F	12)				
13)	<i>Galium mollugo</i>		+	F	13)				
14)	<i>Hordeum murinum</i>		+	F	14)				
15)	<i>Lolium arundinaceum</i>		+	F	15)				
16)	<i>Lolium perenne</i>		+	F	16)				
17)	<i>Medicago lupulina</i>		+	F	17)				
18)	<i>Myosotis arvensis</i>		+	F	18)				
19)	<i>Papaver rhoeas</i>		+	F	19)				
20)	<i>Rumex conglomeratus</i>		+	V	20)				
21)	<i>Sinapis arvensis</i>		+	F	SPECIE ARBUSTIVE sup (1,5-3m)			%	Fen
22)	<i>Trifolium incarnatum</i>		+	F	1)				
23)	<i>Veronica arvensis</i>		+	F	2)				
24)	<i>Vicia cracca</i>		+	F	3)				
25)	<i>Vicia sativa</i>		+	F	4)				
26)					5)				
27)					6)				
28)					7)				
29)					8)				
30)					9)				
31)					10)				
32)					11)				
33)					12)				
34)					13)				
35)					14)				
36)					15)				
37)					16)				
38)					17)				
39)					SPECIE ARBOREE			%	Fen
40)					1)				
41)					2)				
42)					3)				
43)					4)				
44)					5)				
45)					6)				
46)					7)				
47)					8)				
48)					9)				
49)					10)				
50)					11)				
51)					12)				
52)					13)				
53)					14)				
54)					15)				

NOTE: Fen = fenologia (V= vegetativo, F= fioritura, S= secco)

<b>Codice RILIEVO</b>		<b>FITO-2</b>	data	16 maggio 2023
Rilevatore		Collaboratore	Luogo	Coop Tesori della Terra, CERVASCA (CN)
				

<b>Dati STAZIONALI</b>			
<b>GPS system</b>	WGS84 - UTM 32T	Precision	3 m
<b>Coord N</b>	44°24'15.50"	<b>Coord E</b>	7°29'50.40"
Lati poligono	5 x 5 m	Superficie	25 mq
Quota	547 m. s.l.m	Esposizione	-
Inclinazione	0	Morfologia	-
Substrato	-	Litologia	-
Governo e trattamento		Seminativo - Prateria da sfalcio	

<b>Analisi STRUTTURALE</b>							
Roccia %	0	Pietre/Detrito %	0	Ghiaie/Sabbie %	0	Suolo/Lettiera %	0
Acqua %	Briofite %						
Copertura ARBOREA %		0					
Copertura ARBUSTIVA sup (1.5-3m) %		0					
Copertura ARBUSTIVA inf (<1.5m) %		0					
Copertura ERBACEA %		100					

<b>Altro</b>	
Minacce	non presenti


FOTO:





codice RILIEVO: RIL-2							
SPECIE ERBACEE			%	Fen	SPECIE ARBUSTIVE inf (<1,5m)		
1)	<i>Capsella bursa-pastoris</i>	20	F	1)			
2)	<i>Lolium multiflorum</i>	20	F	2)			
3)	<i>Arrhenatherum elatius</i>	15	F	3)			
4)	<i>Alopecurus myosuroides</i>	5	F	4)			
5)	<i>Cerastium semidecandrum</i>	5	F	5)			
6)	<i>Dactylis glomerata</i>	5	F	6)			
7)	<i>Holcus lanatus</i>	5	F	7)			
8)	<i>Hordeum murinum</i>	5	F	8)			
9)	<i>Lolium perenne</i>	5	F	9)			
10)	<i>Poa trivialis</i>	5	F	10)			
11)	<i>Silene vulgaris</i>	5	V	11)			
12)	<i>Taraxacum officinale</i>	5	V	12)			
13)	<i>Calystegia sepium</i>	+	F	13)			
14)	<i>Galium molle</i>	+	F	14)			
15)	<i>Geranium pusillum</i>	+	F	15)			
16)	<i>Medicago lupulina</i>	+	F	16)			
17)	<i>Myosotis arvensis</i>	+	F	17)			
18)	<i>Papaver rhoeas</i>	+	F	18)			
19)	<i>Trifolium pratense</i>	+	F	19)			
20)	<i>Veronica persica</i>	+	F	20)			
					SPECIE ARBUSTIVE sup (1,5-3m)		
21)	<i>Vicia cracca</i>	+	F	1)			
22)	<i>Vicia sativa</i>	+	F	2)			
23)	<i>Viola arvensis</i>	+	F	3)			
24)				4)			
25)				5)			
26)				6)			
27)				7)			
28)				8)			
29)				9)			
30)				10)			
31)				11)			
32)				12)			
33)				13)			
34)				14)			
35)				15)			
36)				16)			
37)				17)			
38)							
39)							
					SPECIE ARBOREE		
40)				1)			
41)				2)			
42)				3)			
43)				4)			
44)				5)			
45)				6)			
46)				7)			
47)				8)			
48)				9)			
49)				10)			
50)				11)			
51)				12)			
52)				13)			
53)				14)			
54)				15)			

NOTE: Fen = fenologia (V= vegetativo, F= fioritura, S= secco)

<b>Codice RILIEVO</b>		<b>FITO-3</b>	data	16 maggio 2023
Rilevatore		Collaboratore	Luogo	Coop Tesori della Terra, CERVASCA (CN)
				

<b>Dati STAZIONALI</b>			
<b>GPS system</b>	WGS84 - UTM 32T	Precision	3 m
<b>Coord N</b>	44°24'16.40"	<b>Coord E</b>	7°29'47.60"
Lati poligono	5 x 5 m	Superficie	25 mq
Quota	547 m. s.l.m	Esposizione	-
Inclinazione	0	Morfologia	-
Substrato	-	Litologia	-
Governo e trattamento		Seminativo - Prateria da sfalcio	

<b>Analisi STRUTTURALE</b>							
Roccia %	0	Pietre/Detrito %	0	Ghiaie/Sabbie %	0	Suolo/Lettiera %	5
Acqua %	Briofite %						
Copertura ARBOREA %				0			
Copertura ARBUSTIVA sup (1.5-3m) %				0			
Copertura ARBUSTIVA inf (<1.5m) %				0			
Copertura ERBACEA %				95			


<b>Altro</b>	
Minacce	non presenti

FOTO:



codice RILIEVO: RIL-3								
SPECIE ERBACEE			%	Fen	SPECIE ARBUSTIVE inf (<1,5m)			
1)	<i>Arrhenatherum elatius</i>	30	F	1)				
2)	<i>Lolium multiflorum</i>	20	F	2)				
3)	<i>Lolium perenne</i>	10	F	3)				
4)	<i>Poa trivialis</i>	10	F	4)				
5)	<i>Alopecurus myosuroides</i>	5	F	5)				
6)	<i>Capsella bursa-pastoris</i>	5	F	6)				
7)	<i>Cerastium semidecandrum</i>	5	F	7)				
8)	<i>Dactylis glomerata</i>	5	F	8)				
9)	<i>Taraxacum officinale</i>	5	V	9)				
10)	<i>Veronica persica</i>	5	F	10)				
11)	<i>Calystegia sepium</i>	+	F	11)				
12)	<i>Galium mollugo</i>	+	V	12)				
13)	<i>Geranium pusillum</i>	+	F	13)				
14)	<i>Holcus lanatus</i>	+	F	14)				
15)	<i>Legousia speculum-veneris</i>	+	F	15)				
16)	<i>Papaver rhoeas</i>	+	F	16)				
17)	<i>Silene vulgaris</i>	+	V	17)				
18)	<i>Trifolium pratense</i>	+	F	18)				
19)	<i>Vicia cracca</i>	+	F	19)				
20)				20)				
21)				<b>SPECIE ARBUSTIVE sup (1,5-3m)</b>			%	Fen
22)				1)				
23)				2)				
24)				3)				
25)				4)				
26)				5)				
27)				6)				
28)				7)				
29)				8)				
30)				9)				
31)				10)				
32)				11)				
33)				12)				
34)				13)				
35)				14)				
36)				15)				
37)				16)				
38)				17)				
39)				<b>SPECIE ARBOREE</b>			%	Fen
40)				1)				
41)				2)				
42)				3)				
43)				4)				
44)				5)				
45)				6)				
46)				7)				
47)				8)				
48)				9)				
49)				10)				
50)				11)				
51)				12)				
52)				13)				
53)				14)				
54)				15)				

NOTE: Fen = fenologia (V= vegetativo, F= fioritura, S= secco)

<b>Codice RILIEVO</b>		<b>FITO-4</b>	data	16 maggio 2023
Rilevatore		Collaboratore	Luogo	Coop Tesori della Terra, CERVASCA (CN)
				

<b>Dati STAZIONALI</b>			
<b>GPS system</b>	WGS84 - UTM 32T	Precision	3 m
<b>Coord N</b>	44°24'20.90"	<b>Coord E</b>	7°29'47.10"
Lati poligono	5 x 5 m	Superficie	25 mq
Quota	547 m. s.l.m	Esposizione	-
Inclinazione	0	Morfologia	-
Substrato	-	Litologia	-
Governo e trattamento		Seminativo - Prateria da sfalcio	

<b>Analisi STRUTTURALE</b>							
Roccia %	0	Pietre/Detrito %	0	Ghiaie/Sabbie %	0	Suolo/Lettiera %	0
Acqua %		Briofite %					
Copertura ARBOREA %						0	
Copertura ARBUSTIVA sup (1.5-3m) %						0	
Copertura ARBUSTIVA inf (<1.5m) %						0	
Copertura ERBACEA %						100	

<b>Altro</b>	
Minacce	non presenti


FOTO:



codice RILIEVO: RIL-4							
SPECIE ERBACEE			%	Fen	SPECIE ARBUSTIVE inf (<1,5m)		
1)	<i>Arrhenatherum elatius</i>	25	F	1)			
2)	<i>Lolium multiflorum</i>	30	F	2)			
3)	<i>Capsella bursa-pastoris</i>	10	F	3)			
4)	<i>Poa trivialis</i>	10	F	4)			
5)	<i>Alopecurus myosuroides</i>	5	F	5)			
6)	<i>Dactylis glomerata</i>	5	F	6)			
7)	<i>Lolium arundinaceum</i>	5	F	7)			
8)	<i>Lolium perenne</i>	5	F	8)			
9)	<i>Taraxacum officinale</i>	5	V	9)			
10)	<i>Anisantha sterilis</i>	+	F	10)			
11)	<i>Bromus squarrosus</i>	+	F	11)			
12)	<i>Calystegia sepium</i>	+	F	12)			
13)	<i>Cerastium semidecandrum</i>	+	F	13)			
14)	<i>Galium aparine</i>	+	V	14)			
15)	<i>Holcus lanatus</i>	+	F	15)			
16)	<i>Hordeum murinum</i>	+	F	16)			
17)	<i>Lamium purpureum</i>	+	F	17)			
18)	<i>Papaver rhoeas</i>	+	F	18)			
19)	<i>Raphanus raphanistrum subsp. sativus</i>	+	F	19)			
20)	<i>Silene vulgaris</i>	+	V	20)			
SPECIE ERBACEE			%	Fen	SPECIE ARBUSTIVE sup (1,5-3m)		
21)	<i>Stellaria media</i>	+	F	1)			
22)	<i>Vicia cracca</i>	+	F	2)			
23)				3)			
24)				4)			
25)				5)			
26)				6)			
27)				7)			
28)				8)			
29)				9)			
30)				10)			
31)				11)			
32)				12)			
33)				13)			
34)				14)			
35)				15)			
36)				16)			
37)				17)			
38)							
39)							
SPECIE ERBACEE			%	Fen	SPECIE ARBOREE		
40)				1)			
41)				2)			
42)				3)			
43)				4)			
44)				5)			
45)				6)			
46)				7)			
47)				8)			
48)				9)			
49)				10)			
50)				11)			
51)				12)			
52)				13)			
53)				14)			
54)				15)			

NOTE: Fen = fenologia (V= vegetativo, F= fioritura, S= secco)



<b>Codice RILIEVO</b>		<b>FITO-5</b>	data	16 maggio 2023
Rilevatore		Collaboratore	Luogo	Coop Tesori della Terra, CERVASCA (CN)
				

<b>Dati STAZIONALI</b>			
<b>GPS system</b>	WGS84 - UTM 32T	Precision	3 m
<b>Coord N</b>	44°24'23.30"	<b>Coord E</b>	7°29'50.50"
Lati poligono	5 x 5 m	Superficie	25 mq
Quota	547 m. s.l.m	Esposizione	-
Inclinazione	0	Morfologia	-
Substrato	-	Litologia	-
Governo e trattamento		Seminativo - Prateria da sfalcio	

<b>Analisi STRUTTURALE</b>							
Roccia %	0	Pietre/Detrito %	0	Ghiaie/Sabbie %	0	Suolo/Lettiera %	0
Acqua %		Briofite %					
Copertura ARBOREA %						0	
Copertura ARBUSTIVA sup (1.5-3m) %						0	
Copertura ARBUSTIVA inf (<1.5m) %						0	
Copertura ERBACEA %						100	

<b>Altro</b>	
Minacce	non presenti

FOTO:





codice RILIEVO: RIL-5									
SPECIE ERBACEE			%	Fen	SPECIE ARBUSTIVE inf (<1,5m)			%	Fen
1)	<i>Arrhenatherum elatius</i>		30	F	1)				
2)	<i>Lolium multiflorum</i>		30	F	2)				
3)	<i>Capsella bursa-pastoris</i>		10	F	3)				
4)	<i>Lolium perenne</i>		10	F	4)				
5)	<i>Poa trivialis</i>		10	F	5)				
6)	<i>Alopecurus myosuroides</i>		5	F	6)				
7)	<i>Taraxacum officinale</i>		5	V	7)				
8)	<i>Bromus squarrosus</i>		+	F	8)				
9)	<i>Cerastium semidecandrum</i>		+	F	9)				
10)	<i>Dactylis glomerata</i>		+	F	10)				
11)	<i>Fumaria officinalis</i>		+	F	11)				
12)	<i>Holcus lanatus</i>		+	F	12)				
13)	<i>Hordeum murinum</i>		+	F	13)				
14)	<i>Lamium purpureum</i>		+	F	14)				
15)	<i>Papaver rhoeas</i>		+	F	15)				
16)	<i>Raphanus raphanistrum subsp. sativus</i>		+	F	16)				
17)	<i>Silene vulgaris</i>		+	V	17)				
18)	<i>Sinapis arvensis</i>		+	F	18)				
19)	<i>Stellaria media</i>		+	F	19)				
20)	<i>Tripleurospermum inodorum</i>		+	F	20)				
21)	<i>Vicia hirsuta</i>		+	F					
					SPECIE ARBUSTIVE sup (1,5-3m)			%	Fen
22)					1)				
23)					2)				
24)					3)				
25)					4)				
26)					5)				
27)					6)				
28)					7)				
29)					8)				
30)					9)				
31)					10)				
32)					11)				
33)					12)				
34)					13)				
35)					14)				
36)					15)				
37)					16)				
38)					17)				
					SPECIE ARBOREE			%	Fen
40)					1)				
41)					2)				
42)					3)				
43)					4)				
44)					5)				
45)					6)				
46)					7)				
47)					8)				
48)					9)				
49)					10)				
50)					11)				
51)					12)				
52)					13)				
53)					14)				
54)					15)				

NOTE: Fen = fenologia (V= vegetativo, F= fioritura, S= secco)