



UNIONE EUROPEA
Fondo Europeo Agricolo
per lo Sviluppo Rurale



Regione Emilia-Romagna

L'Europa investe nelle zone rurali

TIPO DI OPERAZIONE

16.2.01 - SUPPORTO PER PROGETTI PILOTA E PER LO SVILUPPO DI NUOVI PRODOTTI, PRATICHE, PROCESSI E TECNOLOGIE NEL SETTORE AGRICOLO E AGROINDUSTRIALE

DELIBERAZIONE DELLA GIUNTA REGIONALE N. 2286/2021

FOCUS AREA 3A

RELAZIONE TECNICA FINALE

DOMANDA DI SOSTEGNO 5415000

DOMANDA DI PAGAMENTO 5757172

Titolo progetto	Agricoltura 4.0 per la produzione di alimenti zootecnici nell'azienda da latte per Parmigiano Reggiano: riflessi sulla sostenibilità della filiera e la percezione del consumatore
Ragione sociale del beneficiario	COOPERATIVA MACCHINE AGRICOLE SOLIERESE SOCIETA' AGRICOLA COOPERATIVA

Durata originariamente prevista del progetto (in mesi)	18
Data inizio attività	05/08/2022
Data termine attività (includere eventuali proroghe già concesse)	25/03/2024

Relazione relativa al periodo di attività dal	05/08/2022	al	25/03/2024
Data rilascio relazione	24/05/2024		

Autore della relazione	Mauro Bertoni, Alessandro Zatta, Maria Teresa Pacchioli		
telefono		e-mail	amm@cmasoliera.it
pec	cmasoliera@legalmail.it		

RESPONSABILE DEL PROGETTO

PEC cmasoliera@legalmail.it
Ente di appartenenza Cooperativa Macchine Agricole Solierese Societa' Agricola Cooperativa

RESPONSABILE SCIENTIFICO DEL PROGETTO

PEC crpapec@pec.it
Ente di appartenenza Centro Ricerche Produzioni Animali CRPA Soc. Cons. p. A.

Sommario

1	DESCRIZIONE DEL PROGETTO	4
1.1	STATO DELLE AZIONI PREVISTE NEL PROGETTO	4
2	DESCRIZIONE PER SINGOLA AZIONE	5
2.1	ATTIVITÀ E RISULTATI.....	5
2.2	PERSONALE	11
2.3	COLLABORAZIONI, CONSULENZE ESTERNE, ALTRI SERVIZI	12
2.4	SPESE PER ATTIVITÀ DI DIVULGAZIONE E DISSEMINAZIONE	12
2.5	SPESE PER MATERIALE DUREVOLE E ATTREZZATURE, INVESTIMENTI IMMATERIALI.....	13
2.6	MATERIALI E LAVORAZIONI DIRETTAMENTE IMPUTABILI ALLA REALIZZAZIONE DEI PROTOTIPI .	13
2.7	LOCAZIONE.....	13
3	CRITICITÀ INCONTRATE DURANTE LA REALIZZAZIONE DELL'ATTIVITÀ	14
4	ALTRE INFORMAZIONI	14
5	CONSIDERAZIONI FINALI.....	14
6	RELAZIONE TECNICA	15

1 DESCRIZIONE DEL PROGETTO

Descrivere brevemente il quadro di insieme relativo alla realizzazione del progetto

Il progetto Agricoltura 4.0 per la produzione di alimenti zootecnici nell'azienda da latte per Parmigiano Reggiano s'è posto come obiettivo principale rendere efficiente il processo produttivo degli alimenti per la vacca da latte evidenziando i riflessi sulla sostenibilità economica e ambientale della filiera nonché sulla percezione del consumatore. IL progetto ha previsto anche la divulgazione e il trasferimento dei risultati. Tutte le attività sono state portate a termine entro il 24 marzo.

Operativamente il progetto è partito ad agosto 2022 con la raccolta della prova varietale di sorgo ed ha visto partire ufficialmente il progetto ad ottobre 2022. Durante tutta la durata del progetto CMA Solierese, in collaborazione con i consulenti tecnici, ha svolto tutte le attività previste rispettando la tabella di marcia prevista sotto la supervisione del responsabile scientifico.

Il progetto era articolato in 5 azioni. L'azione 1, attraverso una raccolta dati, analisi dei processi e implementazione di algoritmi, mirava ad ottenere un'ottimizzazione del processo produttivo delle materie prime per l'alimentazione delle vacche da latte. L'azione 2 aveva l'obiettivo di caratterizzare diverse varietà di orzo e sorgo e comprendere la loro adattabilità nell'areale di produzione del Parmigiano Reggiano. L'azione 3, sulla base di progetti precedentemente svolti, aveva l'obiettivo di mettere a punto protocolli di fertilizzazione organica su colture alternative al mais come orzo e sorgo. L'impronta ambientale ed i costi di produzione delle materie prime per l'alimentazione sono stati valutati nell'azione 4, mentre l'azione 5 aveva l'obiettivo di valutare la propensione all'acquisto e il gradimento di formaggio Parmigiano Reggiano prodotto con metodi a basso impatto ambientale.

I risultati sono stati:

- Sviluppo di una piattaforma online in grado di supportare CMA Solierese a ottimizzare le tempistiche, efficientare la produzione e ridurre i costi di lavorazione
- valutazione dell'adattabilità di colture come orzo e sorgo nell'areale del Parmigiano Reggiano
- è stato definito un piano di fertilizzazione organica di orzo e sorgo
- è stato valutato l'impiego di orzo e sorgo nella razione giornaliera delle vacche sia dal punto di vista alimentare che economico
- è stato valutato l'impatto ambientale (LCA) della coltivazione di sorgo e orzo con metodi a basso impatto
- è stata valutata la percezione del consumatore sull'acquisto di Parmigiano Reggiano prodotto con metodi a basso impatto ambientale

La divulgazione e il trasferimento dei risultati è stata realizzata attraverso 2 comunicati stampa, 3 workshop (09.06.2023; 10.11.2023; 26.01.2024) ed il convegno finale svolto il 14 marzo 2024. CMA Solierese ha anche provveduto a divulgare informazioni del progetto attraverso il proprio sito web (<https://www.cmasoliera.it/filiera>).

1.1 STATO DELLE AZIONI PREVISTE NEL PROGETTO

Azione	Tipologia attività	Mese inizio attività previsto	Mese inizio attività effettivo	Mese termine attività previsto	Mese termine attività effettivo
--------	--------------------	-------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	---------------------------------

1	Ottimizzazione del processo di produzione di alimenti zootecnici mediante agricoltura di precisione	1	1	18	18
2	Confronto varietale di cereali diversi dal mais per adattabilità e produttività nell'areale di produzione del formaggio PR	1	1	12	12
3	Messa a punto di protocolli di fertilizzazione organica per cereali diversi dal mais da coltivare nell'areale di produzione del formaggio PR	1	2	12	13
4	Valutazione dell'impronta del carbonio e dei costi di produzione di latte e formaggio PR	6	1	18	15
5	Studio sul consumatore finale per valutare la propensione all'acquisto e il gradimento del formaggio da agricoltura smart&green	13	13	18	18

2 DESCRIZIONE PER SINGOLA AZIONE

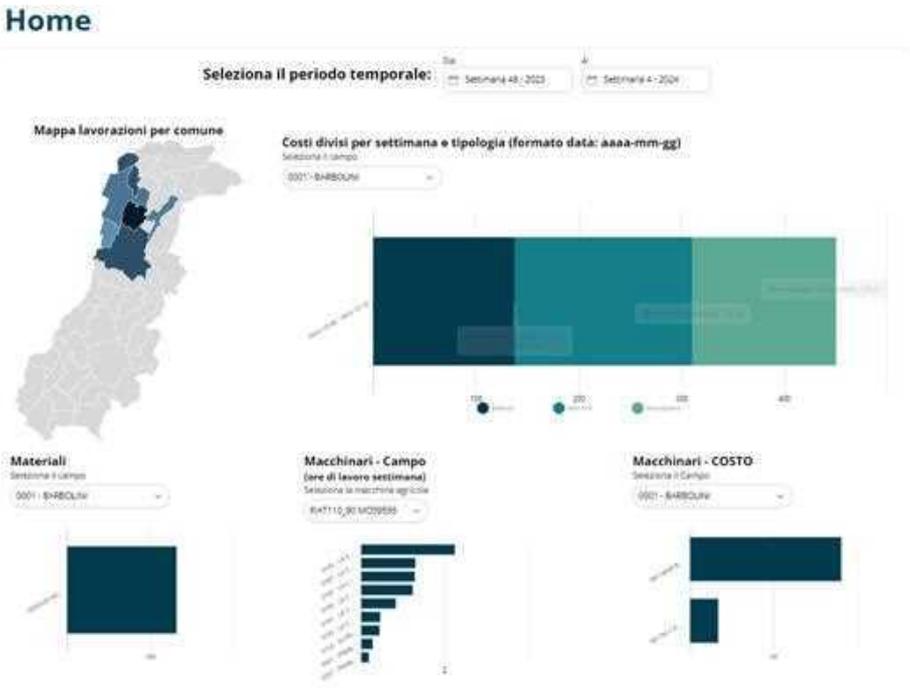
Compilare una scheda per ciascuna azione

2.1 ATTIVITÀ E RISULTATI

Azione	Esercizio della cooperazione
Descrizione delle attività	<p>A seguire la comunicazione dell'ammissione in graduatoria utile a ricevere il contributo regionale con delibera della Giunta n.14925 del 01/08/2022 e nostra conferma di interesse a eseguire il Progetto inviata con PEC del 11/08/2022, CMA Solierese ha avviato formalmente il Piano sottoscrivendo il contratto di collaborazione con l'Ente di ricerca, organizzando riunioni di pianificazione delle attività con il gruppo di ricerca di CRPA. Le attività, nel rispetto di quanto previsto dall'Avviso pubblico 2286/2021, sono pertanto iniziate in agosto 2022. Con ricezione della PEC del 29/09/2022 dal pertinente Servizio regionale, è stata comunicata la definitiva ammissione a contributo del progetto seguendo l'iter processuale stabilito nell'Avviso e, dunque la concessione di 18 mesi di tempo per l'esecuzione delle attività.</p> <p>Il ruolo di coordinatore del Piano, come previsto, è stato assunto da CMA Solierese, che nello svolgimento dell'azione di coordinamento afferente alle parti amministrative e di segreteria si è avvalso del proprio personale qualificato anche con la supervisione del responsabile scientifico del progetto;</p> <p>le attività tecniche sono state seguite pariteticamente da tutti i fornitori di servizi e ricerca coinvolti (CRPA Soc. Cons. p.A., Ammagamma S.r.l.) che hanno collaborato al Piano. Tutti i partecipanti hanno manifestato fattiva collaborazione nel raggiungimento degli obiettivi del Piano, condividendo e mettendo reciprocamente a disposizione ogni informazione, dato e risorsa necessari alle attività e in funzione dei ruoli assegnati. L'esercizio della cooperazione svolta da CMA Solierese in collaborazione con l'Ente di ricerca, è stato svolto attraverso riunioni sia in</p>

	<p>presenza che da remoto con incontri informali necessari allo scambio di dati e informazioni per il regolare svolgimento delle attività previste dal piano e dei rispettivi ruoli. CMA Solierese ha organizzato e sviluppato, in collaborazione con CRPA i workshop previsti dal piano.</p> <p>In qualità di coordinatore CMA Solierese si è impegnata a monitorare con cadenza semestrale il corretto andamento delle attività e il rispetto dei vincoli di budget dei partner, dell'organismo di ricerca e dei fornitori coinvolti nel Piano evidenziando il corretto svolgimento del crono-programma delle pianificate attività. La costante interazione con il partner scientifico e il monitoraggio delle attività ha permesso di affrontare tempestivamente le eventuali criticità sopraggiunte e quindi portare a termine le operazioni nel rispetto del Progetto. La collaborazione e il monitoraggio dei gruppi di lavoro ha permesso di terminare le attività nei 18 mesi concessi dalla data di ricezione della PEC di ammissione a finanziamento.</p> <p>Nel corso dell'attività, CMA Solierese mediante il proprio personale tecnico e la consulenza dello staff amministrativo ha provveduto a recepire e a predisporre la documentazione burocratica, tecnica e finanziaria secondo i documenti messi a disposizione dalla Regione per consentire la rendicontazione del Progetto nella modalità e tempistica richiesta</p>
<p>Grado di raggiungimento degli obiettivi, scostamenti rispetto al piano di lavoro, criticità</p>	<p><i>descrivere in che misura sono stati raggiunti gli obiettivi previsti, giustificando eventuali scostamenti dal progetto originario. Analizzare eventuali criticità tecnico scientifiche emerse durante l'attività</i></p> <p>Le attività relative all'azione di coordinamento si sono svolte in modo congruo ed in linea al cronoprogramma del Piano , non necessitando di proroga.</p>
<p>evidenziate</p>	

<p>Azione 2.1</p>	<p>Ottimizzazione del processo di produzione di alimenti zootecnici mediante agricoltura di precisione</p>
--------------------------	---

<p>Descrizione delle attività</p>	<p><i>descrizione delle attività svolte per il raggiungimento degli obiettivi previsti dall'azione</i></p> <p>È stato realizzato un applicativo web (Web App) che mediante l'utilizzo dei dati presenti nel gestionale e grazie allo sviluppo di algoritmi di intelligenza artificiale e statistica avanzata, permette di ottenere una pianificazione ottimizzata delle risorse in funzione del tipo di lavorazione da effettuare, tenendo conto dell'efficienza delle macchine a disposizione e del tipo di lavorazione oltre che di altri dati disponibili nel database di CMA Solierese. L'algoritmo realizzato permette all'operatore di fare una serie di scenari di pianificazione di produzione mediante associazione operatore-macchina-attività da svolgere e per ogni tipo di simulazione evidenzia i costi e i tempi associati. Con questi suggerimenti il responsabile riesce a scegliere il miglior compromesso al fine di:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ottimizzare le tempistiche - Efficientare la produzione - Ridurre i costi di lavorazione <p>L'utilizzo di un applicativo a supporto dell'operatore permette anche di simulare dei piani di produzione cambiando dei dati in real time direttamente dall'applicativo in modo da valutare possibili opzioni e valutare costi/benefici.</p> <p>Di seguito si riporta un esempio dell'applicativo realizzato</p> 
<p>Grado di raggiungimento degli obiettivi, scostamenti rispetto al piano di lavoro, criticità</p>	<p><i>descrivere in che misura sono stati raggiunti gli obiettivi previsti, giustificando eventuali scostamenti dal progetto originario. Analizzare eventuali criticità tecnico scientifiche emerse durante l'attività</i></p> <p>I risultati prefissati sono stati raggiunti con successo e attualmente l'applicativo è in uso in azienda.</p> <p>Sono state riscontrate delle difficoltà iniziali nel reperimento dei dati storici che poi, una volta recuperati, sono stati integrati nel database creato a supporto dell'applicativo sviluppato.</p> <p>A valle del rilascio dell'applicativo è stata fatta una formazione che permettesse agli operatori di utilizzare al meglio lo strumento.</p>
<p>evidenziate</p>	

--	--

Azione 2.2	Confronto varietale di cereali diversi dal mais per adattabilità e produttività nell'areale di produzione del formaggio PR
Descrizione delle attività	<p><i>descrizione delle attività svolte per il raggiungimento degli obiettivi previsti dall'azione</i></p> <p>Come da progetto in questa azione sono stati allestiti 2 campi di confronto varietale, uno di sorgo (2022) ed uno di orzo (2022-23).</p> <p>È stato realizzato un confronto tra varietà di cereali diversi: 12 di orzo e 9 di sorgo. Le varietà messe a confronto sono state in parte fornite da CMA Solierese ed in parte fornite dalle principali ditte sementiere operanti nell'areale. Per entrambe le prove sono state rilevate le rese (t/ha) e la produzione di sostanza secca. Per ogni tesi messa a confronto sono state effettuate le analisi qualitative delle granelle per valutare il contenuto di proteina grezza, grasso greggio, ceneri grezze, fibra grezza e amido. L'attività è stata svolta da CMA Solierese con il supporto tecnico scientifico di CRPA.</p>
Grado di raggiungimento degli obiettivi, scostamenti rispetto al piano di lavoro, criticità	<p><i>descrivere in che misura sono stati raggiunti gli obiettivi previsti, giustificando eventuali scostamenti dal progetto originario. Analizzare eventuali criticità tecnico scientifiche emerse durante l'attività</i></p> <p>Le attività si sono svolte e completate al fine di ottenere i risultati previsti, raggiunti.</p> <p>Per la prova varietale di sorgo sono stati confrontati 9 ibridi e non 10 come previsto nell'azione, in quanto non reperiti per la scarsità di offerta varietale su questa coltura ai fini di uso per le vacche da latte. Inoltre, sono state effettuate 3 repliche, sufficienti per l'analisi statistica, invece delle 4 scritte a progetto, vista la notevole dimensione delle parcelle usate. Per l'orzo vi è stata una abbondante offerta varietale e per questa coltura sono state impiegate 12 varietà (2 in più rispetto a quanto previsto). La minore numerosità delle repliche per il sorgo ha generato una numerosità di campioni elementari compensati dalla maggiore numerosità delle varietà di orzo: i campioni in analisi delle due prove sono stati 75 anziché 80. Vista questa disponibilità di risorse per la prova di orzo è stato determinato anche il peso specifico, parametro inizialmente non previsto.</p> <p>Tutti gli obiettivi dell'azione sono stati raggiunti.</p>
evidenziate	

Azione 2.3	Messa a punto di protocolli di fertilizzazione organica per cereali diversi dal mais da coltivare nell'areale di produzione del formaggio PR
Descrizione delle attività	<p><i>descrizione delle attività svolte per il raggiungimento degli obiettivi previsti dall'azione</i></p> <p>Come da progetto in questa azione sono stati allestiti 2 campi sperimentali in località Limidi (MO) per mettere a punto un protocollo di fertilizzazione su orzo e sorgo. I due appezzamenti sono stati scelti per le loro caratteristiche, idonee per svolgere la prova di concimazione poiché avevano una larghezza di 20-22 metri (la stessa dell'ala piovana scelta per la prova) ed una lunghezza di oltre 300 metri, ideale per fare le prove di taratura e messa a regime delle macchine oggetto di sperimentazione.</p> <p>Sono stati analizzati i risultati del Goi (E)mision e del progetto LiFe Seq-Cure in cui fu messo a punto un prototipo per lo spandimento di liquame/digestato a bassa pressione. I tecnici di CMA Solierese, in collaborazione con i ricercatori di CRPA hanno rimesso in funzione e adattato il prototipo sviluppato nel LiFe Seq-Cure (figura 1) per effettuare la prova di fertilizzazione a basso impatto. Il prototipo è costituito da un carrello munito di ruote su cui poggiano due braccia (larghezza complessiva di 22 metri) a cui sono collegati numerosi tubi per lo spandimento in prossimità della superficie del liquame. In cima al carrello è posizionato un distributore della Vogelsang s.r.l. per ripartire equamente la</p>

quantità di liquame in ogni tubo distributore. Il prototipo è stato poi collegato ad un rotolone che a sua volta era collegato tramite pompa a sacchi di stoccaggio del liquame posizionati in prossimità dei campi sperimentali. All'altezza del collettore che univa il rotolone al prototipo è stato installato un conta-litri per monitorare la quantità di liquame distribuito e calibrare la quantità di azoto apportato alle colture.

Figura 1: immagini del prototipo modificato per svolgere le prove di concimazione.



Figura 2: tipologia di sacco di stoccaggio del liquame posizionato in prossimità del campo



Come da progetto sono stati effettuati campionamenti di suolo alla profondità di 0-25 cm prima e dopo la coltivazione di orzo e sorgo per la determinazione del contenuto di nitrati.

Tutte le operazioni di preparazione del terreno, semina, concimazione e raccolta sono state effettuate da personale CMA Solierese con macchine e attrezzature CMA Solierese e con il supporto tecnico scientifico di CRPA.

<p>Grado di raggiungimento degli obiettivi, scostamenti rispetto al piano di lavoro, criticità</p>	<p><i>descrivere in che misura sono stati raggiunti gli obiettivi previsti, giustificando eventuali scostamenti dal progetto originario. Analizzare eventuali criticità tecnico scientifiche emerse durante l'attività</i></p> <p>Tutti gli obiettivi previsti dall'azione 3 sono stati raggiunti e prodotti i risultati attesi, rappresentati dalla messa a punto di un protocollo per la migliore utilizzazione dei reflui ai fine della fertilizzazione. Questo è stato realizzato attraverso l'allestimento di due prove, i cui risultati sono stati verificati attraverso l'analisi qualitative delle granelle, il campionamento del terreno e relative analisi: 72 analisi per dosare i nitrati, il contenuto di azoto totale e il carbonio organico e calcolo del Coefficiente di Recupero Apparente dell'azoto. Non tutte queste analisi erano state previste in progettazione, ma in corso d'opera si è perfezionato il miglior metodo di lavoro utile a ottenere il protocollo di concimazione previsto come risultato.</p> <p>Le prove di concimazione sono state allestite con 6 tesi invece di 5 per poter confrontare le tecniche di concimazione con una tesi non concimata. L'utilizzazione dei sacchi di stoccaggio dei liquami in prossimità dei campi sperimentali ha consentito di avere un prodotto omogeneo e una sola analisi del liquame usato nella prova orzo ed una sola analisi del liquame usato nella prova sorgo sono stati sufficienti a caratterizzare l'ammendante.</p>
<p>evidenziate</p>	

<p>Azione 2.4</p>	<p>Valutazione dell'impronta del carbonio e dei costi di produzione di latte e formaggio PR</p>
<p>Descrizione delle attività</p>	<p><i>descrizione delle attività svolte per il raggiungimento degli obiettivi previsti dall'azione</i></p> <p>In questa azione è stato valutato come le innovazioni studiate nelle azioni precedenti possano contribuire a rendere più sostenibile dal punto di vista ambientale ed economico il segmento produzione del latte della filiera del formaggio Parmigiano Reggiano e come questo contribuisca al miglioramento della sostenibilità del prodotto fino alla vendita.</p> <p>Il CRPA ha predisposto un questionario sottoposto ai tecnici di CMA Solierese e Albalat per recuperare tutte le informazioni necessarie all'analisi di impatto ambientale e di costo di alimentazione. È stata quindi calcolata l'impronta del carbonio attraverso l'analisi LCA delle singole colture e dei singoli campi prova previsti nell'azione 3. I risultati ottenuti sono stati utilizzati per valutare diversi scenari in base a diverse tipologie di alimentazione. Ossia confrontando un'alimentazione a base di soia e mais ed una basata su colture a minore impatto come il sorgo. Un'agricoltura di precisione prevede anche le tipologie e le tempistiche di concimazione delle colture. Nel calcolo delle emissioni è stato quindi introdotte le variabili di tipologia di concimazione e tempistica.</p>
<p>Grado di raggiungimento degli obiettivi, scostamenti rispetto al piano di lavoro, criticità</p>	<p><i>descrivere in che misura sono stati raggiunti gli obiettivi previsti, giustificando eventuali scostamenti dal progetto originario. Analizzare eventuali criticità tecnico scientifiche emerse durante l'attività</i></p> <p>Gli obiettivi e i risultati dell'azione sono stati raggiunti senza che vi fossero degli scostamenti rispetto alla progettazione.</p>
<p>evidenziate</p>	
<p>Azione 2.5</p>	<p>Studio sul consumatore finale per valutare la propensione all'acquisto e il gradimento del formaggio da agricoltura smart&green</p>

Descrizione delle attività	<p><i>descrizione delle attività svolte per il raggiungimento degli obiettivi previsti dall'azione</i></p> <p>L'obiettivo dell'azione è stato quello di valutare i risultati del progetto nell'ottica del consumatore finale, colui che con il gesto della scelta di acquisto può premiare o meno un percorso lungo ed impegnativo come quello descritto nel Piano.</p> <p>Questo obiettivo è stato raggiunto attraverso un consumer test che ha voluto indagare la percezione ed il gradimento del consumatore in riferimento a Parmigiano Reggiano da agricoltura smart & green.</p> <p>Oggetto del test è stato Parmigiano Reggiano (PR) ottenuto da latte di vacche con un diverso razionamento rispetto al convenzionale, cioè senza mais, con poca soia e alimentate con sorgo. I formaggi sono stati sottoposti al giudizio di più di cento consumatori che hanno espresso il loro gradimento sul prodotto finale e indicato il loro interesse in riferimento al formaggio da agricoltura smart & green.</p>
Grado di raggiungimento degli obiettivi, scostamenti rispetto al piano di lavoro, criticità evidenziate	<p><i>descrivere in che misura sono stati raggiunti gli obiettivi previsti, giustificando eventuali scostamenti dal progetto originario. Analizzare eventuali criticità tecnico scientifiche emerse durante l'attività</i></p> <p>L'obiettivo è stato pienamente raggiunto.</p>

2.2 PERSONALE

Elencare il personale impegnato, il cui costo è portato a rendiconto, descrivendo sinteticamente l'attività svolta. Non includere le consulenze specialistiche, che devono essere descritte a parte.

Cognome e nome	Mansione/ qualifica	Attività svolta nell'azione	Costo orario	Ore	Costo totale
	Impiegato	Cooperazione, Az. 4 e divulgazione	48,84	135	6.593,4
	Impiegato	Cooperazione, Az. 4 e divulgazione	60,02	340	20.406,8
	Impiegato	Cooperazione, Az. 4 e divulgazione	60,02	79	4.741,58
	Operaio	Azione 1, 2	22,74	345	7.845,30
	Operaio	Azione 1, 2	24,34	709	17.257,06
	Operaio	Azione 1, 2	24,34	38	924,92
	Operaio	Azione 1, 2, 3	22,41	252	5.647,32
	Operaio	Azione 1, 2, 3	29,25	673	19.685,25
	Operaio	Azione 1, 2, 3	29,25	71	2.076,75
	Operaio	Azione 1, 3	17,52	190	3.328,80
	Operaio	Azione 1, 3	17,91	424	7.584,88
	Operaio	Azione 1, 3	17,91	23	411,93
	Operaio	Azione 1, 2, 3	19,31	283	5.464,73
	Operaio	Azione 1, 2, 3	19,80	837	16.562,70
	Operaio	Azione 1, 2, 3	19,80	92	1.811,70
				4.490	
				Totale:	120.343,13

2.3 COLLABORAZIONI, CONSULENZE ESTERNE, ALTRI SERVIZI

CONSULENZE ESTERNE - PERSONE FISICHE

Nominativo del consulente	Importo previsto	Attività realizzate / ruolo nel progetto	Costo

CONSULENZE – SOCIETÀ

Ragione sociale della società di consulenza	Referente	Importo previsto	Attività realizzate / ruolo nel progetto	Costo
Centro Ricerche Produzioni Animali Soc. Cons. p.A., Viale Timavo 43/2, Reggio Emilia P.IVA 01253030355 C.F. 80010710350		82.520,00	Responsabilità scientifica; supporto all'attività di cooperazione in collaborazione con il Beneficiario, impostazione ed esecuzione prove sperimentali, analisi chimico-fisiche di terreni e biomasse. Azione 2.2, impostazione e assistenza nell'esecuzione di 2 prove di confronto varietale (orzo e sorgo) e analisi qualitative. Nell'azione 2.3 impostazione assistenza di 2 prove di concimazione su orzo e sorgo comprensiva di campionamento suolo, biomasse e relative analisi. Azione 2.4. Analisi di impatto ambientale ed economico delle tecniche testate nell'azione 2.3 sia sulla produzione delle materie prime che sul costo della razione Azione 2.5. Consumer test	82.520,00
			Totale:	82.520,00

2.4 SPESE PER ATTIVITÀ DI DIVULGAZIONE E DISSEMINAZIONE

Fornitore	Descrizione	Costo
	Le attività di divulgazione sono state svolte con il coordinamento di CMA Solierese e la collaborazione di Centro Ricerche Produzioni Animali Soc. Cons. p.A. per la redazione del materiale scientifico.	

		Totale:

2.5 SPESE PER MATERIALE DUREVOLE E ATTREZZATURE, INVESTIMENTI IMMATERIALI

Fornitore	Descrizione	Costo
		Totale:

2.6 MATERIALI E LAVORAZIONI DIRETTAMENTE IMPUTABILI ALLA REALIZZAZIONE DEI PROTOTIPI

Descrivere i prototipi realizzati e i materiali direttamente imputabili nella loro realizzazione

--

Fornitore	Descrizione	Costo
		Totale:

2.7 LOCAZIONE

Fornitore	Descrizione	Costo
		Totale:

3 CRITICITÀ INCONTRATE DURANTE LA REALIZZAZIONE DELL'ATTIVITÀ

Lunghezza max 1 pagina

Criticità tecnico scientifiche	
Criticità gestionali (ad es. difficoltà con i fornitori, nel reperimento delle risorse umane, ecc.)	
Criticità finanziarie	

4 ALTRE INFORMAZIONI

Riportare in questa sezione eventuali altri contenuti tecnici non descritti nelle sezioni precedenti

--

5 CONSIDERAZIONI FINALI

Riportare qui ogni considerazione che si ritiene utile inviare all'Amministrazione, inclusi suggerimenti sulle modalità per migliorare l'efficienza del processo di presentazione, valutazione e gestione di proposte da cofinanziare

Il progetto ha consentito di raggiungere gli obiettivi previsti, grazie alla costante collaborazione tra CMA Solierese con il proprio personale dipendente e tutti i fornitori di servizi e ricerca coinvolti (CRPA Soc. Cons. p.A., Ammagamma S.r.l.) che hanno collaborato al Piano per lo svolgimento delle previste azioni.

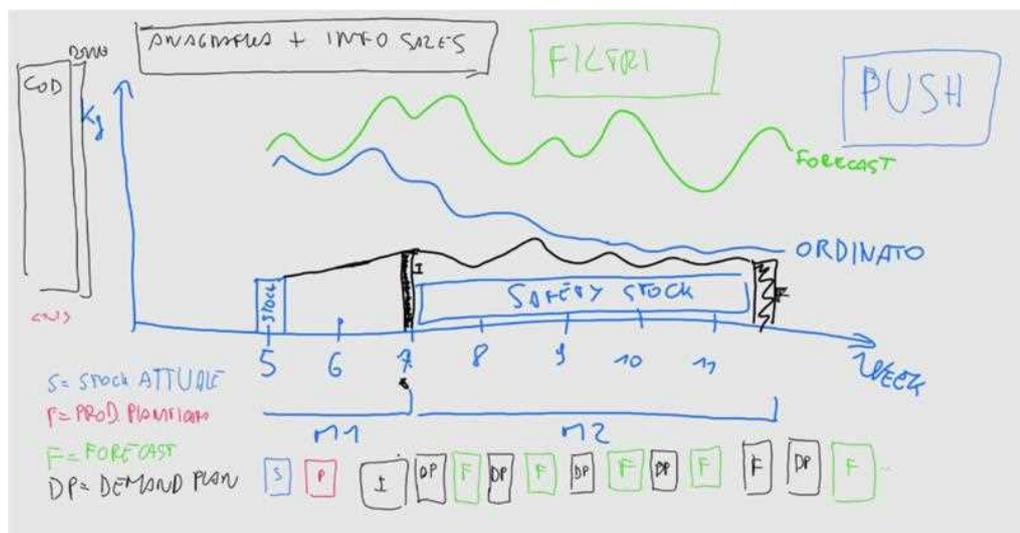
Non si sono registrate criticità particolari e tali da modificare sostanzialmente le attività e la tempistica di svolgimento delle stesse.

6 RELAZIONE TECNICA

Descrivere le attività complessivamente effettuate, nonché i risultati innovativi e i prodotti che caratterizzano il progetto e le potenziali ricadute in ambito produttivo e territoriale

Azione 2.1. Ottimizzazione del processo di produzione di alimenti zootecnici mediante agricoltura di precisione

Per lo sviluppo dell'applicativo web per la pianificazione ottimizzata della produzione sono state svolte diverse fasi. In una fase iniziale sono state fatte delle interviste per mappare i requisiti e iniziare a disegnare l'output da realizzare come frontend. Si sono utilizzate tecniche di design thinking per razionalizzare i desiderata come riportato in schema seguente:



Successivamente si sono mappati tutti i dati provenienti da ERP esistente e da file di anagrafiche al fine di razionalizzare tutto in un unico database.

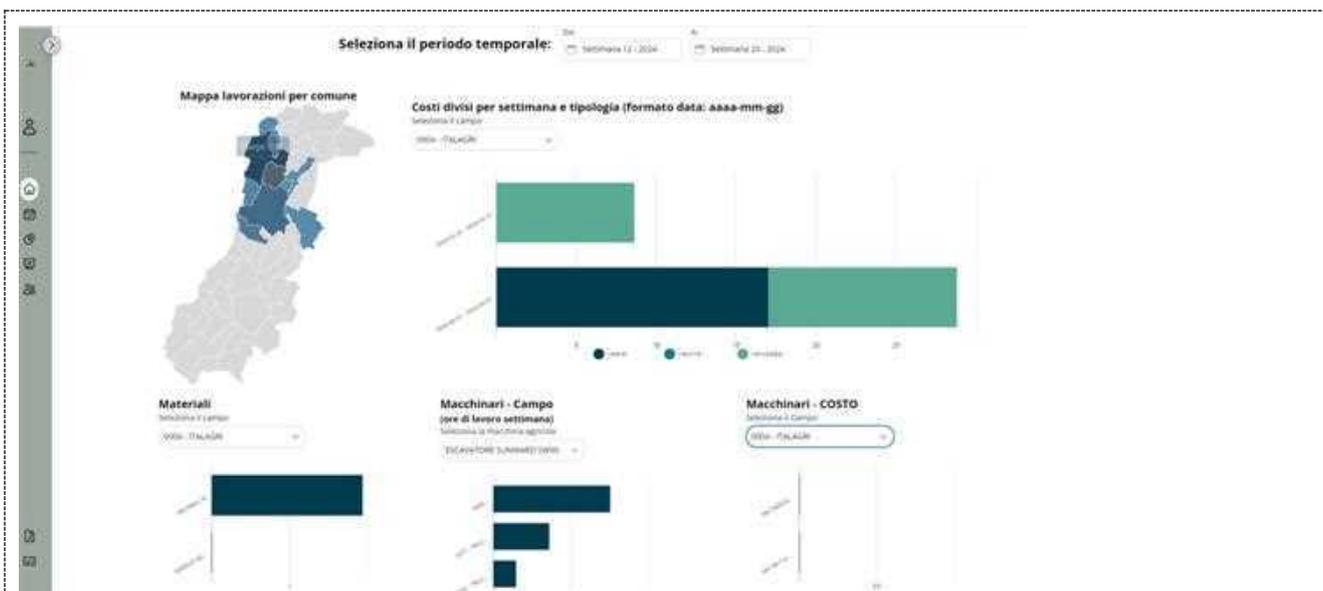
Si è quindi proceduto con la realizzazione dell'infrastruttura cloud necessaria per la realizzazione dell'infrastruttura cloud in AWS. Questa l'infrastruttura è stata realizzata con tutti i microservizi.

Una volta creato l'applicativo ci si è concentrati sul *fine tuning* degli algoritmi per la realizzazione degli scenari di simulazione della pianificazione potendo selezionare:

- Tipo di coltura
- Campo
- Macchinario
- Persona disponibile per attività

Dall'applicativo è inoltre possibile selezionare alcuni paragrafi che possono cambiare come ad esempio il costo orario di lavorazione o il prezzo dei carburanti.

Sfruttando inoltre la geo-localizzazione dei terreni è stato possibile mostrare la selezione su mappa e inserire in tabelle il recap dei risultati proposti come da figure seguenti.



Analisi

Analisi Operazioni

Tabella di riferimento nella colonna per l'aggiornamento

OPERAZIONE	TIPOLOGIA	COSTO UNITARIO	QUANTITÀ PER ETTARO	MODIFICATO MANUALMENTE
UNIVELA MONTEFORI LASER SUP A 130	CARBURANTI	1,05 €	29,47 l/ettaro	-
ARATURA JD 6900 PREMIUM BY	CARBURANTI	1,05 €	78,53 l/ettaro	-
TRASPORTO SEPARATO BIO ROAZIA	CARBURANTI	1,05 €	76,31 l/ettaro	-
IRRIGAZIONE VITE CON POMPA	CARBURANTI	1,05 €	72,88 l/ettaro	-
BOTANATRO FURINI JD 6900 PREMIUM	CARBURANTI	1,05 €	47,70 l/ettaro	-
BOTANATRO FURINI EDN VALTRA	CARBURANTI	1,05 €	42,47 l/ettaro	-
TREBBIA MEDICA	CARBURANTI	1,05 €	36,41 l/ettaro	-
TREBBIA GRANDI CRIZO OLTRE A 7.00 HA	CARBURANTI	1,05 €	35,10 l/ettaro	-
TREBBIATURA GIRASOLE	CARBURANTI	1,05 €	34,76 l/ettaro	-
TRASPORTO LETANÈ SEPARATO_HH	CARBURANTI	1,05 €	29,49 l/ettaro	-

10 Righe << 1/10 di 408 righe >>

L'utilizzo dell'applicativo web permetterà una riduzione delle tempistiche di pianificazione del 30% oltre che la possibilità di avere uno schema completo delle possibili soluzioni da applicare in produzione.

Azione 2.2. Confronto varietale di cereali diversi dal mais per adattabilità e produttività nell'areale di produzione del formaggio PR.

La prova varietale di sorgo è stata seminata il 4 maggio del 2022 in località Fossoli (MO) e raccolto il 29 agosto 2022. Sono stati messi a confronto 9 ibridi di sorgo forniti da 5 ditte sementiere. Lo schema sperimentale era a blocchi randomizzati con 3 repliche e le parcelle erano di 54 m².

La varietà di sorgo più produttiva è risultata Ggospel (7,03 t/ha) mentre la meno produttiva Etrusco (5,02 t/ha) che è risultata anche quella con la maggiore percentuale di allettamento (circa il 90%). Qualitativamente le varietà non hanno mostrato differenze significative per proteine (in media 14,32% su s.s.), lipidi (in media 3,96% su s.s.), fibra grezza (in media 1,75% su s.s.) e ceneri (in media 2,66% su s.s.).

Tabella 1: rese produttive e analisi qualitative della prova di confronto varietale di sorgo.

Varietà	Resa al 13% di u.r. (t/ha)	proteine [%SS]	Lipidi [%SS]	Fibra grezza [%SS]	ceneri [%SS]	amido [%SS]
ARALDO	6,08	14,18	4,14	1,75	2,31	71,55
ARTISTA	5,29	14,49	3,99	1,66	2,53	71,63
CONCERTO	6,56	14,32	3,93	1,79	3,16	71,43
DIAMOND	5,88	14,11	3,69	1,83	2,32	71,35
ETRUSCO	5,02	14,29	4,00	1,46	3,27	71,75
GGOLDEN	6,59	14,99	4,00	1,76	2,88	70,64
GGOSPEL	7,03	14,03	3,98	1,91	2,70	71,44
KALATUR	6,91	14,21	4,01	1,77	2,09	71,47
PR89Y79	6,59	14,25	3,88	1,80	2,71	71,35
media	6,22	14,32	3,96	1,75	2,66	71,40
P (<0,05)	**	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**

La prova varietale di orzo è stata seminata il 24 ottobre 2022 in località Limidi (MO) e raccolto il 12 luglio 2023. Sono state confrontate 12 varietà di orzo fornite da 5 ditte sementiere. Lo schema sperimentale era a blocchi randomizzati con 4 repliche e le parcelle erano di 54 m².

Tabella 2: rese produttive e analisi qualitative della prova di confronto varietale di orzo.

varietà	Resa al 13% di u.r. (t/ha)	proteine [%SS]	Lipidi [%SS]	Fibra grezza [%SS]	ceneri [%SS]	amido [%SS]	Peso Spec. [kg/hl]
Su Ellen	7,80	12,82	1,86	4,10	4,84	37,97	58,10
Finola	6,89	13,21	1,83	4,00	4,76	37,82	60,63
SY 221200	6,83	13,46	1,75	3,35	4,84	39,08	61,60
LG Zebra	6,77	13,84	1,81	4,05	4,85	36,51	61,20
Orione	6,37	13,53	1,80	3,87	4,95	36,80	62,35
Dingo	6,34	13,78	1,73	4,54	4,93	36,19	61,13
Fenice	6,32	13,41	1,64	3,46	4,68	38,16	60,88
SY Ebroo	6,13	13,65	1,77	4,06	4,85	35,96	60,83
Ketos	6,11	13,59	1,67	3,82	4,83	38,20	61,35
Idra	6,05	13,18	1,80	3,76	4,77	37,95	60,60
Atlante	6,01	13,53	1,84	4,50	4,78	35,91	59,28
SY Rangoon	5,81	13,34	1,75	3,03	4,77	38,99	60,85
media	6,45	13,45	1,77	3,88	4,82	37,46	60,73
P (<0,05)	*	*	ns	*	ns	ns	ns

La varietà Su Ellen (7,8 t/ha) è stata decisamente la più produttiva seguita da Finola (6,89 t/ha) e SY221200 (6,83 t/ha), mentre Sy Rangoon (5,81 t/ha) e Atlante (6,01 t/ha) sono risultate le meno produttive. Dal punto di vista qualitativo LG Zebra (13,84%) è stata la varietà con il più alto contenuto proteico mentre Su Ellen (12,82%) la varietà con meno proteine. Le fibre grezze sono risultate più alte in Dingo (4,54%) e più basse Sy Rangoon (3,03%). Il contenuto di lipidi è stato in media di 1,77%, l'amido di 37,46% ed il peso specifico di 60,73 kg/hl.

Della prova varietale di sorgo sono state scelte 3 varietà e sono state testate a pieno campo, mentre della varietà di orzo ne sono state scelte 3 che erano anche all'interno della prova varietale. Per ogni varietà è stata calcolata la resa (t/ha) e sono state fatte le analisi qualitative (proteine, ceneri, umidità).

Le varietà di sorgo seminate a pieno campo nel 2023 sono state PR89Y79 (circa 20 ettari), Ggolden (circa 75 ettari) e Concerto (circa 78 ettari). In media la resa all'umidità commerciale (13%) è stata di 6,39 t/ha in linea con i dati ottenuti

dalla prova parcellare del 2022 mentre il contenuto proteico è risultato più basso (in media del 10,40%) così come il contenuto di ceneri (in media 1,37%), mentre l'amido è stato in media di 62,47%.

Le varietà di orzo seminate ad ottobre 2022 e raccolte a giugno 2023 sono state Sfera (circa 56 ettari), Atlante (circa 63 ettari), Idra (circa 67 ettari) e Fenice (circa 41 ettari). In media sono stati prodotti 7,12 t/ha con umidità commerciale (13%). L'umidità media dei campioni è stata di 11,58% con un contenuto di proteine di 11,96% e 37,24% di amido.

Azione 2.3. Messa a punto di protocolli di fertilizzazione organica per cereali diversi dal mais da coltivare nell'areale di produzione del formaggio PR

figura 2: campi sperimentali delle prove di concimazione di orzo e sorgo.



Il campo di orzo è stato suddiviso in 6 strip larghi circa 22 metri e con lunghezza variabile in base alla conformazione del campo. Sono state messe a confronto 6 tesi: tesi 1 - concimazione chimica con Azotop30; tesi 2 - liquame a bande con una sola epoca di spandimento; tesi 3 - liquame a bande con 2 epoche di spandimento; tesi 4 - aspersione con piatto deviatore con una sola epoca di spandimento; tesi 5 - aspersione con 2 epoche di spandimento e tesi 6 - non concimato. La semina è stata effettuata il 24 ottobre 2022 con varietà Atlante e la raccolta è stata fatta il 17 luglio 2023.

L'obiettivo era di distribuire 90 unità di azoto per ettaro. L'efficienza del liquame, essendo stato distribuito in copertura, è stata valutata del 50%, mentre quella del concime chimico del 100%.

Prima della distribuzione è stato fatto un campionamento del liquame e sono stati valutati i parametri qualitativi (tabella 7), fra cui il contenuto di azoto per poter calibrare la quantità di liquame da distribuire (tabella 3).

Tabella 3: date di distribuzione nella prova di concimazione orzo ed il relativo quantitativo di azoto efficiente in base alle tesi messe a confronto.

Tesi	Distribuzione	concime	Data distribuzione	kg/ha di N _{eff}
T1	Chimico	azotop30	14/02/2023	90
T2	Ala piovana - 1 passaggio	liquame	22/02/2023	84
T3	Ala piovana - 2 passaggi	liquame	22/02/23 + 17/03/23	93
T4	Aspersione (piatto deviatore) - 1 passaggio	liquame	09/03/2023	87
T5	Aspersione (piatto deviatore) - 2 passaggi	liquame	09/03/23 + 17/03/23	86
T6	Nessuna concimazione	-----	-----	-----

In media le 6 tesi hanno prodotto 6,18 t/ha di granella senza grosse differenze fra le tesi messe a confronto ad eccezione della tesi non concimata (T6) che ha prodotto 5,59 t/ha di granella. Anche dal punto di vista qualitativo non sono state riscontrate differenze significative fra le tesi messe a confronto (tabella 4).

Tabella 4: rese produttive e analisi qualitative della prova concimazione orzo

Tesi	Concimazione	granella (t/ha 13% u.r.)	Proteina Grezza (% ss)	Lipidi (% ss)	Fibra grezza (% ss)	Ceneri (% ss)	Amido (% ss)
T1	CHIMICO	6,15	13,15	1,83	4,35	4,79	36,68
T2	ALA_PIOV 1 passaggio	6,33	13,10	1,97	4,11	5,07	35,65
T3	ALA_PIOV 2 passaggi	6,43	12,96	1,77	4,05	4,74	36,96
T4	ASP_SUP 1 passaggio	6,39	12,84	1,73	3,73	4,63	38,66
T5	ASP_SUP 2 passaggi	6,21	12,98	1,72	3,83	4,64	37,70
T6	Nessuna concimazione	5,59	12,90	1,68	3,52	4,64	39,04
	media	6,18	12,99	1,78	3,93	4,75	37,45

Il campo di sorgo è stato suddiviso in 6 strip larghi circa 22 metri e con lunghezza variabile in base alla conformazione del campo. Sono state messe a confronto 6 tesi: tesi A - non concimato; tesi B: liquame a bande con una sola epoca di spandimento (fine maggio); tesi C - liquame a bande con 2 epoche di spandimento (fine maggio e metà giugno); tesi D - aspersione con piatto con una sola epoca di spandimento (fine maggio); tesi E - aspersione con piatto con 2 epoche di spandimento e tesi F - concimazione chimica con 90 kg/ha di N.

La semina è stata effettuata il 27 aprile 2023 con varietà Concerto e la raccolta è stata fatta il 21 settembre 2023.

Tabella 5: date di distribuzione nella prova di concimazione sorgo ed il relativo quantitativo di azoto efficiente in base alle tesi messe a confronto.

Tesi	distribuzione	concime	epoca	kg/ha di N _{eff}
Tesi A	Nessuna concimazione	-----		
Tesi B	Ala piovana - Bande	liquame	30/05/2023	91
Tesi C	Ala piovana - Bande	liquame	30/05/23 + 13/06/23	93
Tesi D	Aspersione – piatto deviatore	liquame	31/05/2023	90
Tesi E	Aspersione – piatto deviatore	liquame	31/05/23 + 13/06/23	87
Tesi F	Chimico	azotop30	27/05/23	90

Anche in questo caso l'obiettivo era di distribuire 90 unità di azoto per ettaro. L'efficienza del liquame, essendo stato distribuito in copertura, è stata valutata del 55%, mentre quella del concime chimico del 100%.

Prima della distribuzione è stato fatto un campionamento del liquame e sono stati valutati i parametri qualitativi, fra cui il contenuto di azoto per poter calibrare la quantità di liquame da distribuire (tabella 7).

La produzione s'è attestata in media intorno a 6,8 t/ha (u.r. 13%) dove un calo è stato riscontrato nella tesi senza concimazioni (6,5 t/ha), mentre nella tesi con 2 passaggi, sia con ala piovana che con piatto deviatore, tendenzialmente viene prodotto meno, probabilmente a causa dei danni causati dal secondo passaggio dei mezzi. Anche dal punto di vista qualitativo non sono state riscontrate grosse differenze fra le tesi messe a confronto come evidenziato dalla tabella 6.

Tabella 6: rese produttive e analisi qualitative della prova concimazione sorgo

Tesi	Concimazione	granella (t/ha s.s.)	Proteina Grezza (% ss)	Lipidi (% ss)	Fibra grezza (% ss)	Ceneri (% ss)	Amido (% ss)
TESI A	Nessuna concimazione	5,74	12,71	3,92	1,91	1,26	73,75
TESI B	ALA_PIOV 1 passaggio	6,13	12,09	4,64	2,88	2,06	75,81

TESI C	ALA_PIOV 2 passaggi	5,96	12,23	4,39	2,43	1,53	75,37
TESI D	ASP_SUP 1 passaggio	6,09	11,97	4,71	2,69	1,71	75,02
TESI E	ASP_SUP 2 passaggi	5,94	12,56	4,19	2,22	1,36	76,71
TESI F	CHIMICO	6,05	12,39	4,47	2,02	1,61	74,27
	media	5,98	12,33	4,39	2,36	1,59	75,16

Tabella 7: analisi liquami utilizzati per le prove di fertilizzazione

parametro	Unità di misura	liquame prova orzo	liquame prova sorgo
pH		7,28	7,51
ST	[%tq]	3,40	3,76
NTK	[%ST]	7,85	7,17
N-NH4+	[%NTK]	62,61	62,50
Cond.	[mS/cm]	18,12	17,71
K	[%ST]	7,58	9,39
Ptot	[%ST]	1,12	0,98
N-NO3-	[mg/kg tq]	NR	15,67

Messa a punto di un protocollo di fertilizzazione organica.

Sia nella sperimentazione con orzo che con sorgo è emerso come il solo utilizzo di reflui zootecnici consenta di ottenere produzioni paragonabili alla concimazione chimica (tabella 4 e 6). La concimazione organica può essere fatta in solo passaggio, nella fase di accostamento per l'orzo e allo stadio di 3/5 foglie vere per il sorgo. L'unico passaggio inoltre riduce i danni da calpestamento in orzo e la rottura delle piante in sorgo. L'unico passaggio inoltre consente di ridurre i costi e ottimizzare le tempistiche.

L'utilizzo di una barra con calate ha portato a diversi vantaggi:

- forte riduzione del calpestamento del terreno essendo questa leggera e trasportata in testata al campo con un trattore di potenza ridotta
- allargamento della finestra di spandimento dei reflui zootecnici
- riduzione delle emissioni di NH₄ in atmosfera

Determinazione dei nitrati

Poco dopo la semina e subito dopo la raccolta, in entrambe le prove di concimazione e per ogni tesi messa a confronto sono stati fatti i campionamenti di terreno dello strato 0-25 cm per quantificare la dotazione iniziale di azoto e determinare i nitrati presenti.

Tabella 8: analisi terreni dei terreni prima della semina e dopo la raccolta dell'orzo

TESI	Azoto Totale Kjeldahl [mg/kg]		N nitrico [mg/kg]		Ione nitrico NO ₃ - [mg/kg ST]		C org Tot [% ST]	
	Nov. '22	Lug. '23	Nov. '22	Lug. '23	Nov. '22	Lug. '23	Nov. '22	Lug. '23
ALA_PIOV 1	2.255,67	2.170,00	56,19	30,18	248,75	133,62	2,53	1,95
ALA_PIOV 2	2.260,33	2.119,67	51,26	23,94	226,92	106,00	2,50	1,85
ASP_SUP 1	2.233,00	2.138,33	59,80	25,39	264,74	112,41	2,49	1,86
ASP_SUP 2	2.188,00	2.235,00	54,94	25,43	243,20	112,58	2,33	1,90
CHIMICO	2.234,67	2.338,00	53,90	24,95	238,60	110,47	2,48	2,04
No concime	2.223,00	2.030,67	57,32	20,76	253,73	91,90	2,33	1,79
media	2.232,44	2.171,94	55,57	25,11	245,99	111,16	2,44	1,90

Dalle tabelle 8 e 9 emerge come la dotazione iniziale di azoto fosse già buona in entrambi i campi e che rimane pressoché invariata anche dopo la coltivazione ad eccezione delle tesi non concimate in cui, come prevedibile, si assiste ad un calo del contenuto di azoto totale.

Nella prova di concimazione dell'orzo il contenuto di ione nitrico si riduce in media di circa il 54% attestandosi su un valore di 111,16 mg/kg. La riduzione è stata decisamente superiore nella tesi non concimata (-64%).

Nella prova di concimazione sorgo abbiamo assistito un andamento differenziato in base alle tempistiche di concimazione. In particolare, le tesi in cui il concime organico è stato somministrato in una sola tempistica hanno fatto registrare un incremento dello ione nitrato sia con ala piovana (+31%) che con piatto deviatore (+41%), mentre c'è stata una diminuzione nelle tesi di somministrazione in due tempistiche (-18,7% per ala piovana e -13,2% con il piatto deviatore), nella concimazione chimica (-36%) e soprattutto nella tesi non concimata dove la riduzione è stata del 49%. La diversa dinamica dello ione nitrato probabilmente è dovuta alla migliore efficienza di utilizzo da parte della pianta dell'azoto che però non è stata finalizzata con la produzione a causa probabilmente dei danni causati dal secondo passaggio.

Tabella 9: analisi terreni dei terreni prima della semina e dopo la raccolta del sorgo.

Tesi	Azoto Totale Kjeldahl [mg/kg]		Azoto nitrico [mg/kg]		Ione nitrico NO3- [mg/kg ST]		Organico Totale [% ST]	
	apr-23	set-23	apr-23	set-23	apr-23	set-23	apr-23	set-23
ALA_PIOV 1	1.856,00	2.013,67	21,65	28,54	95,83	126,36	1,77	1,92
ALA_PIOV 2	1.947,00	1.993,67	23,67	19,24	104,79	85,18	2,08	1,93
ASP_SUP 1	1.974,33	1.817,67	22,10	31,27	97,85	138,41	2,14	1,97
ASP_SUP 2	1.946,33	2.004,67	23,62	20,50	104,56	90,74	2,11	2,01
CHIMICO	1.892,00	1.948,00	25,66	16,40	113,60	72,60	1,91	1,85
No concime	1.986,00	1.805,00	25,60	12,88	113,31	57,00	2,05	1,84
media	1.933,61	1.930,44	23,72	21,47	104,99	95,05	2,01	1,92

Il Coefficiente di Recupero Apparente - CRA

Il bilancio dell'azoto si pone come obiettivo principale la tutela dell'ambiente razionalizzando la concimazione per massimizzare la quota di azoto asportata dalle colture. Il calcolo del coefficiente di recupero apparente (ossia quale percentuale dell'azoto apportato si possa ritenere utile per la coltura) è stato calcolato nel seguente modo:

$$(N_{aspTx} - N_{aspT0}) / N_{appTx}$$

Dove N_{aspTx} è l'azoto asportato dalla coltura concimata con la dose x di azoto (es. chimico, ala piovana con 1 passaggio, ala piovana con 2 passaggi, ecc.), N_{aspT0} è l'azoto asportato dalla coltura senza concimazione e N_{appTx} è l'azoto apportato con la concimazione. Avendo effettuato gli spandimenti con coltura in atto l'efficienza del concime organico è stata ipotizzata del 55%.

Dalla tabella 9 emerge come le due colture abbiamo avuto comportamenti molto diversi. L'orzo ha mostrato il CRA maggiore nella tesi con ala piovana e due passaggi (18%) mentre la tesi "aspersione con 2 passaggi" è risultata quella con il valore di CRA più basso (9,4%). Da evidenziare che la tesi con concime chimico ha presentato un CRA inferiore rispetto alle tesi concimate con ala piovana e a quella concimata con piatto deviatore con un passaggio. In ogni caso il CRA ha mostrato valori bassi, probabilmente a causa sia delle basse esigenze nutritive della coltura che della buona dotazione iniziale di azoto del campo (2.232 mg/kg di azoto totale).

Il sorgo ha invece evidenziato CRA molto bassi, inferiori al 5%, che non hanno permesso di confrontare in maniera adeguata le tesi. Il motivo è probabilmente da attribuire alla buona dotazione di azoto del campo (1.933 mg/kg) ed all'ottima capacità che ha questa coltura di captare i nutrienti dal suolo anche in assenza di concimazioni.

Tabella 10: valori del Coefficiente di Recupero Apparente (%) nelle due colture oggetto di studio ed in base alle tecniche di concimazione utilizzate.

Tesi	orzo	sorgo
CHIMICO	11,9%	3,5%
ALA_PIOV 1 passaggio	13,8%	2,0%
ALA_PIOV 2 passaggi	18,0%	0,0%
ASP_SUP 1 passaggio	14,5%	0,0%
ASP_SUP 2 passaggi	9,4%	3,1%

Azione 2.4. Valutazione dell'impronta del carbonio e dei costi di produzione di latte e formaggio PR

Di seguito vengono riportati i risultati delle attività svolte all'interno dell'azione.

Valutazione dell'impronta del carbonio

L'azione aveva l'obiettivo di valutare come le innovazioni studiate nelle azioni precedenti possano contribuire a rendere più sostenibile dal punto di vista ambientale ed economico il segmento produzione del latte della filiera del formaggio Parmigiano Reggiano e come questo contribuisca al miglioramento della sostenibilità del prodotto fino alla vendita.

Il CRPA ha predisposto un questionario sottoposto ai tecnici di CMA Solierese e Albalat per recuperare tutte le informazioni necessarie all'analisi di LCA e di costo di alimentazione.

Per la fase di coltivazione sono stati richiesti ed organizzati in un tool di calcolo tutti i dati relativi alla produttività di sorgo e mais in accordo con le prove sperimentali condotte nell'azione 2.3, lavorazioni effettuate e macchine agricole utilizzate, consumi idrici, consumi energetici, tipo e quantità di fertilizzanti di sintesi e di effluenti di allevamento applicati, tipo e quantità di agrofarmaci e di sementi utilizzati.

L'elaborazione è stata condotta applicando alla metodologia di calcolo del *Life Cycle Assessment* ed utilizzando i fattori ed i parametri emissivi dell'*IPCC 2019 Refinement to the 2006*.

L'impatto ambientale del sorgo, espresso in kg CO₂ eq/ha e kg CO₂ eq/t SS è riportato rispettivamente nella figura 3 e figura 4 per le seguenti tesi:

- TESI B (Ala piovana 1 passaggio),
- TESI C (Ala piovana 2 passaggi),
- TESI D (Aspersione (piatto deviatore) – 1 passaggio),
- TESI E (Aspersione (piatto deviatore) - 2 passaggi),
- TESI F (fertilizzazione con chimico).

L'impatto ambientale dell'orzo, espresso in kg CO₂ eq/ha e kg CO₂ eq/t SS, per le tesi sperimentali è riportato nel grafico 5 e nel grafico 6, per le seguenti tesi:

- T1 (fertilizzazione con urea chimica),
- T2 (Ala piovana 1 passaggio),
- T3 (Ala piovana 2 passaggi),
- T4 (Aspersione (piatto deviatore) - 1 passaggio),
- T5 (Aspersione (piatto deviatore) - 2 passaggi).

Figura 3: Impronta Carbonica per ettaro della produzione di sorgo nelle diverse tesi sperimentali

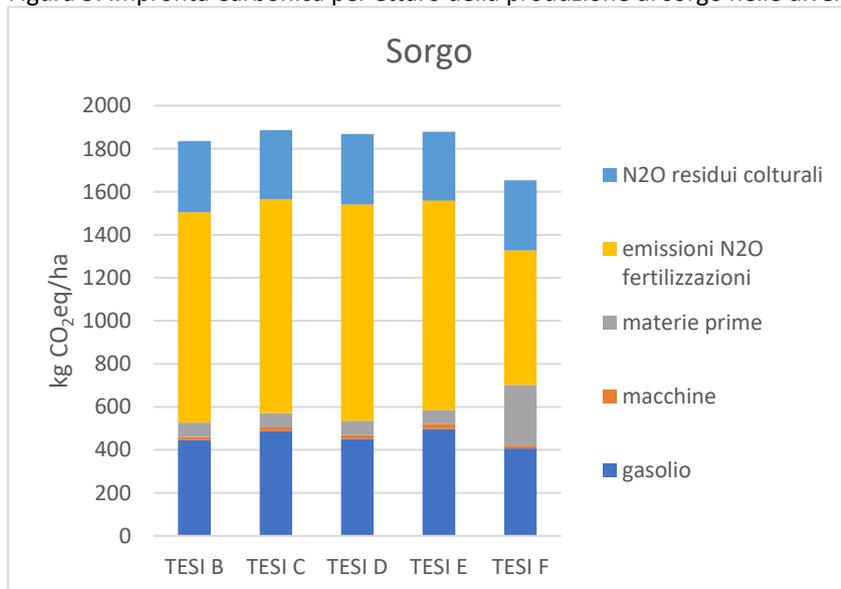


Grafico 4: Impronta Carbonica per sostanza secca prodotta della produzione di sorgo nelle diverse tesi sperimentali

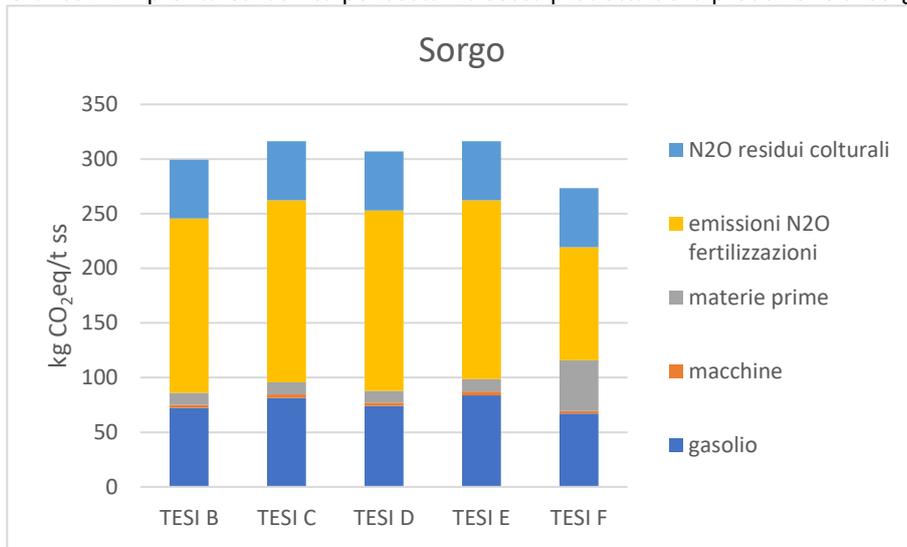


Figura 5: Impronta Carbonica per ettaro prodotta della produzione di orzo nelle diverse tesi sperimentali

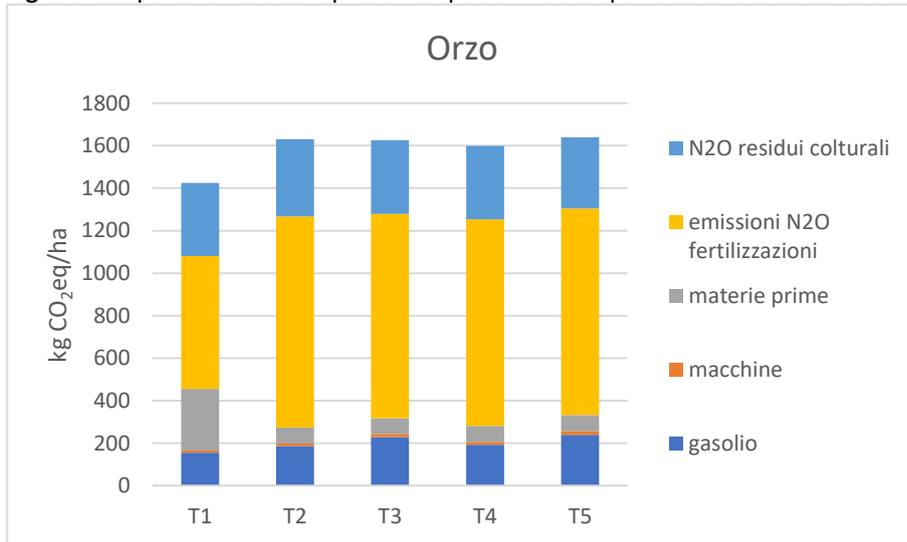
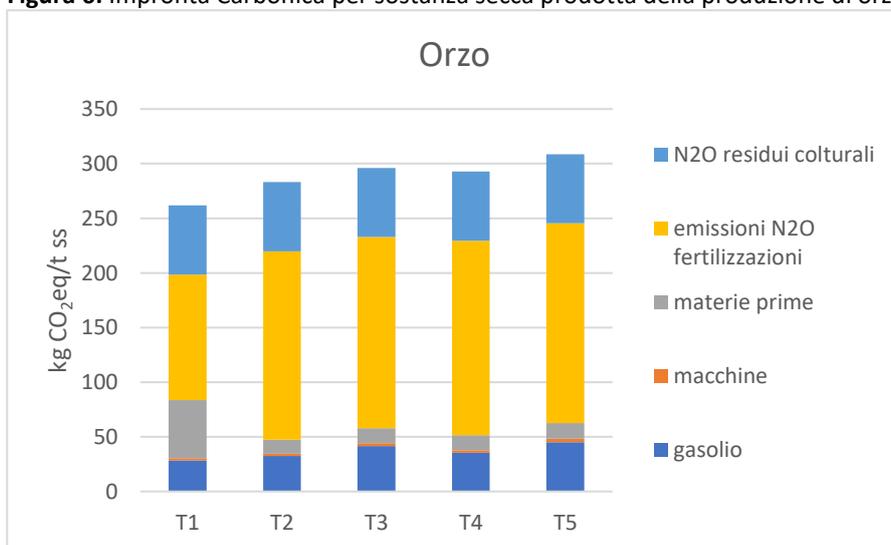


Figura 6: Impronta Carbonica per sostanza secca prodotta della produzione di orzo nelle diverse tesi sperimentali



Per tutte le tesi sperimentali in entrambe le colture, il contributo maggiore all'impronta carbonica è dato dalle emissioni di protossido di azoto N_2O dovuta alla fertilizzazione. Il gasolio per le operazioni agricole e le emissioni da residui colturali sono gli altri due input che incidono maggiormente. Le materie prime e le macchine agricole impattano in minor misura sull'impronta carbonica totale, ad eccezione delle tesi con la fertilizzazione con urea, dove l'impatto ambientale per produrre il fertilizzante sintetico è incluso nella voce "Materie prime".

L'impronta carbonica media per le tesi sperimentali per il sorgo è 1824 Kg CO_2 eq/ha 302 kg CO_2 eq/t SS, per l'orzo è 1581 Kg CO_2 eq/ha e 288 Kg CO_2 eq/t SS. La tesi con la fertilizzazione chimica sia per il sorgo (TESI B) sia per l'orzo (T1) risulta vantaggiosa dal punto di vista ambientale in quanto viene distribuito meno azoto con il fertilizzante chimico rispetto al liquame. Ciò è dovuto all'efficienza di distribuzione: il Decreto Regionale in materia di utilizzazione agronomica degli effluenti di allevamento, del digestato e delle acque reflue riporta un'efficienza di distribuzione dell'urea pari al 100%, mentre per il liquame distribuito con alta efficienza il fattore è del 55%. Occorre comunque evidenziare che le aziende zootecniche dispongono in ogni caso di liquame che dovrà essere distribuito nei campi e che una sua efficiente applicazione potrebbe portare ad una riduzione del concime chimico e quindi un risparmio sia in termini economici che ambientali.

Per quanto riguarda le diverse prove sperimentali, le tesi che prevedono una doppia fertilizzazione (T3 e T5 per l'orzo e Tesi C e Tesi E per il sorgo) richiedono un maggiore consumo di gasolio e comportano quindi un'impronta carbonica più alta.

Dalla fase di campo si è elaborato il calcolo di impronta carbonica arrivando al kg di latte, considerando i dati delle aziende La Corte e Oppio-Castello. I dati delle aziende Oppio e Castello sono stati considerati come un'unica azienda in quanto una alleva le manze per rimonta interna destinate all'altra.

L'impronta Carbonica è stata elaborata per le due aziende (figura 7 e 8), considerando i seguenti scenari:

- Scenario 1: razione base indicata dai questionari aziendali.
- Scenario 2: aggiunta alla razione base (Scenario 1), sorgo derivante da una media delle tesi con fertilizzazioni con liquame (TESI C, D, E e F).
- Scenario 3: aggiunta alla razione base (Scenario 1) sorgo derivante delle tesi con fertilizzazioni con urea chimica (TESI B).

Il sorgo inserito nelle razioni dello Scenario 2 (Tesi "SORGO_Chimico") e dello Scenario 3 (Tesi "SORGO_Liquame") è stato valutato come alimento autoprodotta in sostituzione in parte del mais acquistato.

L'azienda *La Corte* risulta avere un'impronta Carbonica pari a 1,67 Kg CO_2 eq/kg FPCM nello scenario 1 (Tesi "MAIS") e 1,62 Kg CO_2 eq/kg FPCM negli scenario 2 e 3 (Tesi "SORGO_Chimico" e Tesi "SORGO_Liquame"), mentre l'azienda *Oppio-Castello* risulta avere un'impronta Carbonica pari a 1,58 Kg CO_2 eq/kg FPCM nello scenario 1 (Tesi "MAIS") e 1,52 Kg CO_2 eq/kg FPCM negli scenario 2 e 3 (Tesi "SORGO_Chimico" e Tesi "SORGO_Liquame"). Le tre voci che impattano maggiormente sull'impronta carbonica sono l'acquisto di alimenti extra-aziendali, le emissioni enteriche e la gestione degli effluenti. I risultati ottenuti dal presente studio sono in linea con i valori di Impronta Carbonica di aziende del Parmigiano Reggiano.

La minore impronta carbonica delle due aziende nelle tesi con il sorgo dimostrano l'importanza dell'autoproduzione foraggera per ridurre l'impatto ambientale della produzione zootecnica.

Le diverse prove sperimentali della coltivazione del sorgo ("Tesi "SORGO_Chimico" e Tesi "SORGO_Liquame") non incidono sull'impronta Carbonica sul kg di latte prodotto.

Figura 7: Impronta Carbonica dell'azienda La Corte per kg di latte prodotto FPCM nei diversi scenari ipotizzati

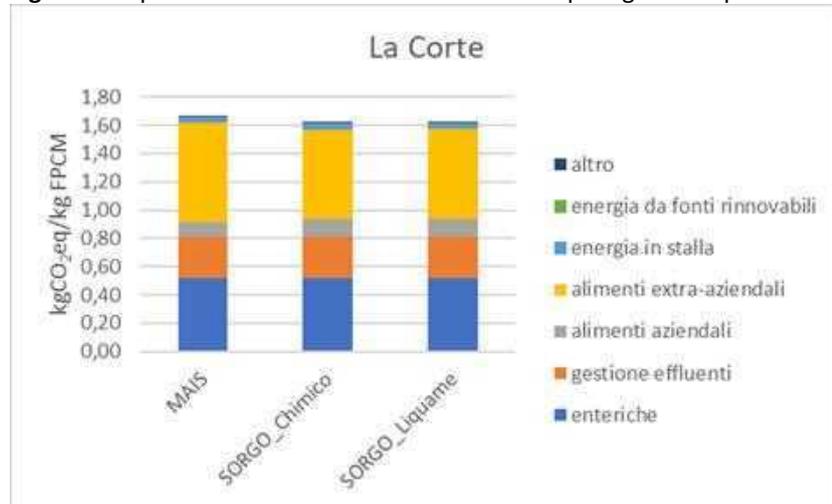
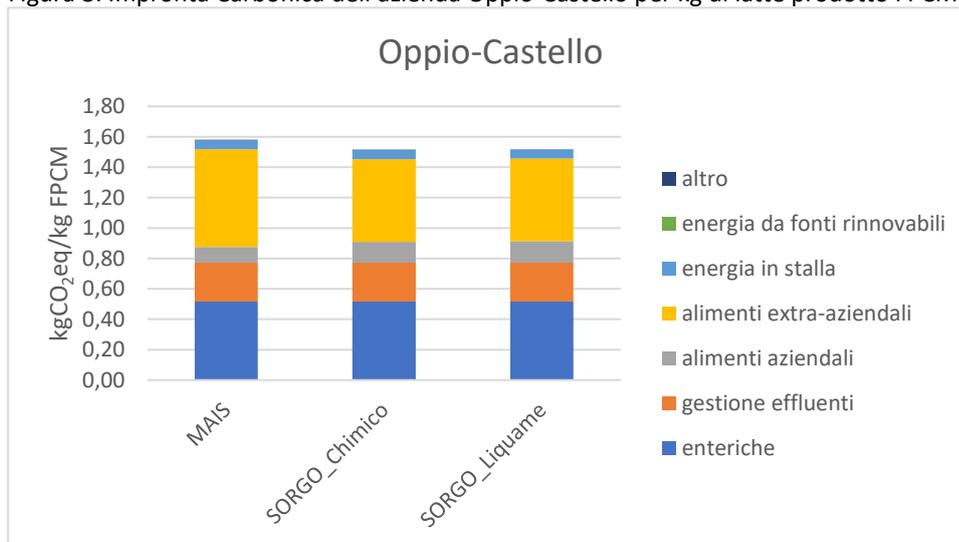


Figura 8: Impronta Carbonica dell'azienda Oppio-Castello per kg di latte prodotto FPCM nei diversi scenari ipotizzati



Impronta Idrica

Lo studio dell'Impronta Idrica ha riguardato le colture dell'azienda partner, analizzate nell'ambito del presente progetto.

L'impronta idrica considera tre diverse componenti:

- Acqua VERDE, ovvero l'acqua piovana evaporata,
- Acqua GRIGIA, l'acqua inquinata.
- Acqua BLU, l'acqua utilizzata per l'irrigazione.

Le diverse componenti sono state calcolate considerando le rese e gli input aziendali in accordo con le diverse prove agronomiche testate nell'azione 3.

L'**acqua grigia** è rappresentata dalle emissioni in kg di NO₃/ha persi nelle falde acquifere ("Emissioni da leaching"), quantificate attraverso la seguente equazione:

$\text{Kg N distribuiti su ettaro} * \text{la frazione di kgN-NO}_3/\text{kg N applicato (Fra}_{\text{CLEACH}-(\text{H})}) * \text{fattore di conversione di N-NO}_3 \text{ in NO}_3$

Dove:

- Kg N distribuiti su ettaro
- $\text{Fra}_{\text{CLEACH}-(\text{H})} = 0.24$ (IPCC 2019 Refinement to the 2006, Chapter 11, Volume 4, Table 11.3)
- Fattore di conversione di N-NO₃ in NO₃ = 66/14=4.71

Per la stima della componente di **acqua blu** è stata considerata l'acqua utilizzata per l'irrigazione, quantità riportata nei questionari.

L'**acqua verde** dovuta all'evapotraspirazione è invece una componente naturale dell'interazione acqua-suolo-pianta, indipendente dall'utilizzo della risorsa idrica e dal suo inquinamento. Per questa ragione questa componente non è stata inclusa nella valutazione dell'impronta idrica delle colture.

La tabella sottostante riporta i risultati per il sorgo nelle diverse tesi (Tab 6).

	TESI B	TESI C	TESI D	TESI E	TESI F
Acqua grigia (m ³ /t SS)	350	365	346	344	278
Acqua blu (m ³ /t SS)	0	0	0	0	0
Totale (m ³ /t SS)	350	365	346	344	278

La tabella sottostante riporta i risultati per l'orzo nelle diverse tesi (Tab 4).

	T1	T2	T3	T4	T5
Acqua grigia (m ³ /t SS)	299	479	556	523	532
Acqua blu (m ³ /t SS)	0	0	0	0	0
Totale (m ³ /t SS)	299	479	556	523	532

L'impronta idrica minore per la tesi con la fertilizzazione con urea (TESI F per il sorgo e T1 per l'orzo) è dovuta al minor apporto di azoto, in termini di kg N/ha.

Il sorgo ha un'impronta idrica media pari a 337 m³/t SS e l'orzo 478 m³/t SS.

Considerando che l'impronta idrica totale risultante dal presente studio è dovuta principalmente alla fertilizzazione che incide sulla componente dell'acqua grigia mentre l'acqua blu risulta nulla grazie all'assenza d'irrigazione, l'impronta idrica media delle colture analizzate è simile grazie ad un equivalente apporto di azoto da fertilizzazione.

Costi di produzione di alimentazione

Il costo della razione per le aziende da latte del gruppo Albat è stato ricavato utilizzando il costo di produzione del sorgo utilizzato in razione (Tabella 11). Per quanto riguarda i foraggi il costo di produzione medio dell'erba medica, su un medicaio di 4 anni, è pari a 685,07 €/ha, la resa media dei medicai è pari 8,09 t fieno/ha, il costo di produzione dell'unità di foraggio è pari 84,73 €/t fieno. Per il prato stabile la stima dei costi di produzione è di 384,52 €/ha, la resa media dei prati stabili è pari 7,00 t fieno/ha e il costo di produzione dell'unità di foraggio è pari 54,93 €/t fieno.

Per le materie prime acquistate a mercato si è utilizzato il bollettino A.G.E.R con i prezzi medi dell'anno 2023.

I capi in lattazione, asciutta, rimonta interna, vitelli 4-12 mesi e <4 mesi derivano dai dati rilevati dai questionari LCA per le aziende del gruppo Albat. L'azienda La Corte è stata rilevata singolarmente, mentre per Oppio e Castello i dati sono stati inseriti sommando i dati delle due aziende.

I capi in lattazione, asciutta, rimonta interna, vitelli 4-12 mesi e <4 mesi derivano dai dati rilevati dai questionari LCA per le aziende del gruppo Albat. L'azienda La Corte è stata rilevata singolarmente, mentre per Oppio e Castello i dati sono stati inseriti mediando i dati delle due aziende.

Il regime alimentare di tutti gli animali è stato basato su quanto riportato nei questionari LCA. Data la razione e i costi di produzione degli alimenti impiegati o acquistati a mercato è stato possibile definire quale sia il costo di alimentazione giornaliero per singola vacca in lattazione.

Per definire il margine di profitto aziendale è stato utilizzato l'indice economico *Income Over Cost Feeding (IOFC)* per le 2 aziende a seconda del tipo di alimento utilizzato in razione (Tabella 2). Per determinare IOFC la formula è Prezzo di vendita del latte (€/q.li) x (Produzione media di latte come capo giorno (kg/vacca/giorno)/100) – Costo di alimentazione (€/capo/giorno) (figura x).

Tabella 11: costo di produzione del sorgo in funzione della tecnica di concimazione utilizzata

	Fertilizzante	Quantità	Unità misura	Resa (t/SS)	€/ha	€/t SS
Chimico	azotop 30	300	kg	6,05	1.410,75	233,29
Alapiovana 1 epoca	liquame	63	m3/ha	6,13	1.252,50	204,36
Alapiovana 2 epoche	liquame	64	m3/ha	5,96	1.313,99	220,36
Aspersione 1 epoca	liquame	62	m3/ha	6,09	1.234,56	202,83
Aspersione 2 epoche	liquame	60	m3/ha	5,94	1.234,56	207,85

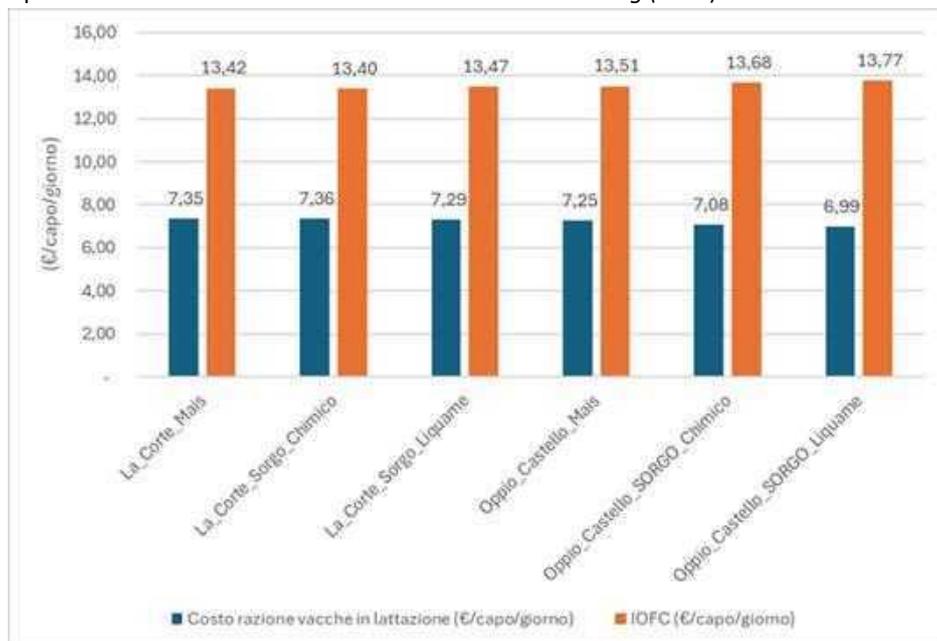
* comprensivo delle operazioni di, aratura, erpicatura, semina, diserbo, concimazione, raccolta e trinciatura

Nella figura 9 sono riportati gli andamenti del costo di razione delle vacche in lattazione (€/capo/giorno) ed il rispettivo IOFC (€/capo/giorno). Per le tre aziende che hanno partecipato al progetto, a seconda del cereale (mais o sorgo) utilizzato in alimentazione e nel caso del sorgo al tipo di concimazione attuata sulla coltura, sono illustrati i ricavi e le spese.

Per l'azienda La Corte la concimazione con refluo zootecnico del sorgo (La_Corte_Sorgo_Liquame) permette di ridurre le spese di alimentazione del bestiame (7,29 €/capo/giorno) e al contempo ottenere IOFC migliore (13,47 €/capo/giorno). A seguire, l'alimentazione delle vacche con mais (La_Corte_Mais) con una spesa di 7,35€/capo/giorno ed IOFC di 13,42 €/capo/giorno. L'alimentazione con sorgo coltivato con fertilizzante chimico ha il costo più elevato per singolo capo 7,36 €/capo/giorno e IOFC peggiore pari a 13,40 €/capo/giorno.

Per quanto riguarda la media delle due aziende Oppio e Castello l'indice IOFC migliore, come La Corte, deriva dall'alimentazione delle vacche con sorgo fertilizzato con reflui zootecnici, costo razione delle vacche in lattazione di 6,99 €/capo/giorno e IOFC di 13,77 €/capo/giorno. In questi allevamenti l'utilizzo di sorgo fertilizzato con Azotop 30 consente un maggiore reddito rispetto all'alimentazione con mais. Oppio_Castello_Sorgo_Chimico ha un costo di razione di 7,08 €/capo/giorno ed IOFC di 13,68 €/capo/giorno. Nel caso di Oppio_Castello_Mais il costo di razione per vacca in lattazione è maggiore, 7,25 €/capo/giorno e di conseguenza l'indice IOFC risulta essere 13,51 €/capo/giorno.

Figura 9: confronto fra i costi di alimentazione delle vacche in lattazione utilizzando materie prime autoprodotte (sorgo con fertilizzazione organica e sorgo fertilizzazione chimica) rispetto al mais acquistato a mercato. Nella figura viene riportato anche il confronto con *Income Over Cost Feeding (IOFC)*.



Azione 2.5. Studio sul consumatore finale per valutare la propensione all'acquisto e il gradimento del formaggio da agricoltura smart&green.

Oggetto del test è stato Parmigiano Reggiano (PR) ottenuto da latte di vacche con un diverso razionamento rispetto al convenzionale, cioè senza mais, con poca soia e alimentate con sorgo. I formaggi sono stati sottoposti al giudizio di più di cento consumatori che hanno espresso il loro gradimento sul prodotto finale e indicato il loro interesse in riferimento al formaggio da agricoltura smart & green. Il metodo adottato è stato quello per punteggio edonistico, che consiste nel chiedere ai consumatori di indicare quanto piace il prodotto su una scala edonistica a 9 punti (UNI ISO/WD 4121 – Analisi sensoriale – Linee guida per l'utilizzo di scale quantitative di risposta, 2001) per diversi aspetti (visivo, sapore, struttura, giudizio complessivo). Il consumer test è stato svolto in parte presso il laboratorio CRPA a norma UNI ISO 8589 (circa una ventina di consumatori) e in parte svolto a domicilio dai consumatori stessi e durante il convegno finale (circa 80 consumatori). Il test a domicilio ha utilizzato una modalità collaudata che prevedeva la predisposizione di un kit per il consumatore e di un [questionario on line](#) che guidava i partecipanti nelle diverse fasi del test, raccogliendo immediatamente i dati.

Il questionario così suddiviso:

1. Informazioni generali sugli intervistati;
2. Abitudini di consumo ed acquisto di Parmigiano Reggiano;
3. Sondaggio informato su "PARMIGIANO REGGIANO E ALIMENTAZIONE DELLE VACCHE DA LATTE";
4. Consumer Test (assaggio);

con lo scopo di raccogliere l'interesse dei consumatori verso i temi di sostenibilità della produzione agricola, così come valutare la loro propensione di acquisto verso un PR ottenuto da latte prodotto con pratiche agricole virtuose per l'ambiente.

I risultati dei test sono stati elaborati per fornire il giudizio dei consumatori sul formaggio PR ottenuto dalle buone pratiche studiate nel Piano.

Risultati dello studio

1 - Informazioni generali

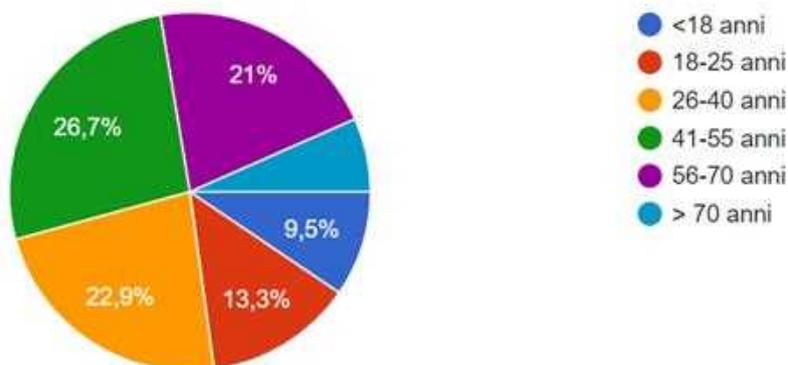
Il questionario è stato svolto da 104 consumatori di cui 23 presso il laboratorio sensoriale di CRPA, ambiente controllato e costruito secondo la norma UNI ISO 8589, i restanti a domicilio e durante il convegno finale svoltosi presso il Centro Colturale HABITAT a Soliera (MO).

Figura 10. Laboratorio sensoriale CRPA e momento di assaggio del consumer test su Parmigiano Reggiano Filiera 4.0



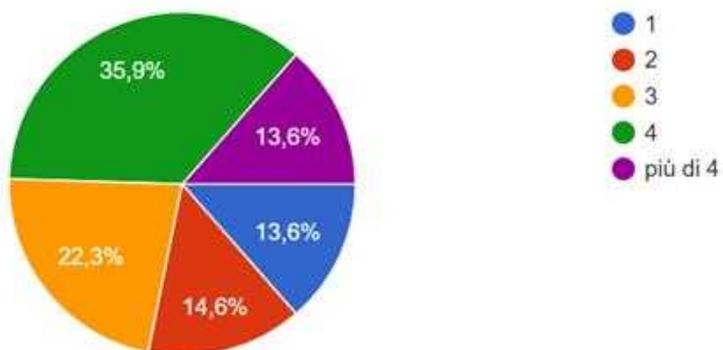
Sono stati intervistati consumatori di diverse età da meno di 18 anni a più di 70 anni. Permettendo così di avere una valutazione completa per fasce di età, si è andati da 6,7% degli over 70, fino alla classe più rappresentativa tra i 41-55 anni con il 26,7%. Il 58,7% dei partecipanti erano di sesso maschile.

Figura 11 – Distribuzione percentuale intervistati - fasce di età



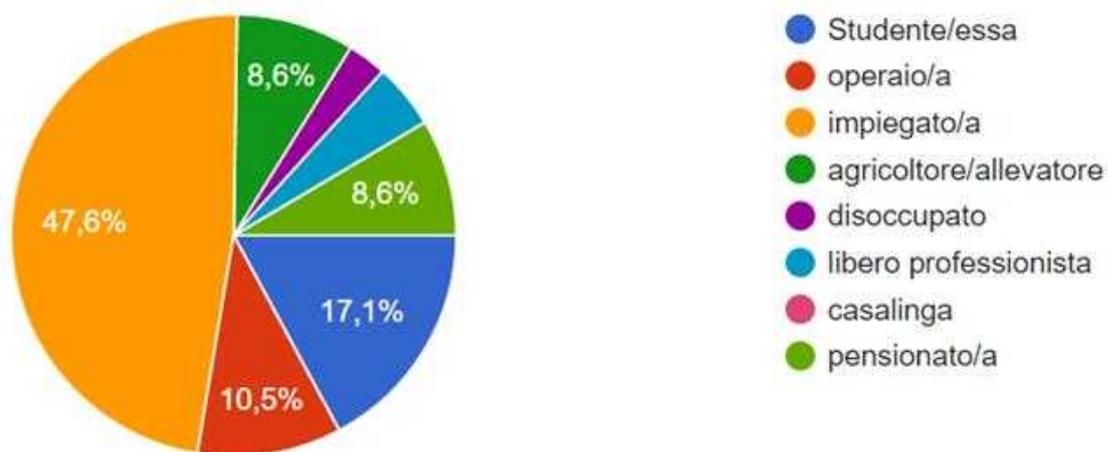
Anche per quanto riguarda il numero di componenti per famiglia, si è avuto un quadro completo, spaziando da 13,6% di unifamiliari o con più di 4 componenti, fino al 35,9% della tipologia più frequente con 4 componenti.

Figura 12 – Distribuzione percentuale intervistati - numero componenti della famiglia



Per quanto riguarda la tipologia di impiego degli intervistati il 47,6% sono impiegati, mentre 8,6% lavorano nella filiera come allevatori o agricoltori, il 10,5% come operaio, il 2,9% sono disoccupati e il 4,8% sono liberi professionisti, sono stati intervistati anche studenti (17,1%) e pensionati (8,6%).

Figura 13 – Distribuzione percentuale intervistati - tipologia di occupazione

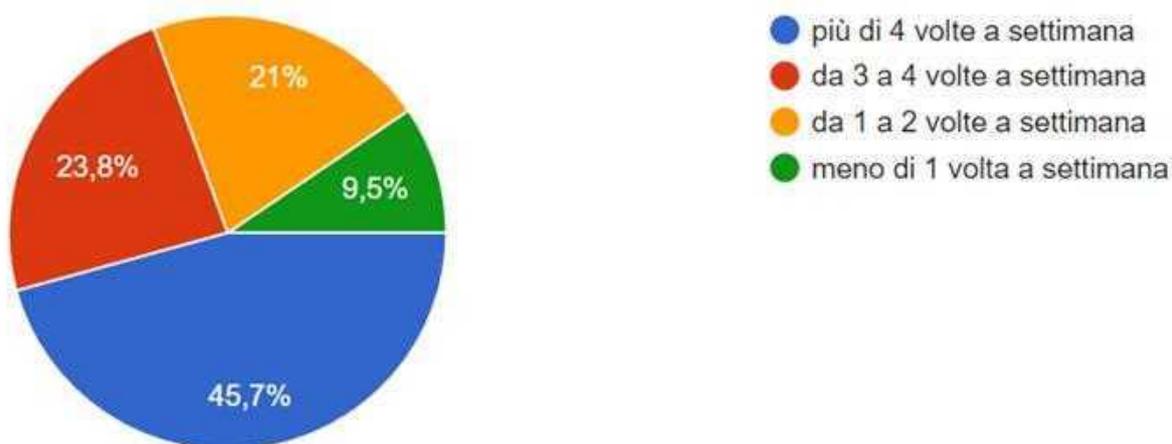


All'interno della filiera Parmigiano Reggiano l'84,8% degli intervistati si definisce solo consumatore, mentre il 13,3% agricoltore o allevatore e l'1,9% trasformatore caseario.

2 - Abitudini di consumo ed acquisto di Parmigiano Reggiano

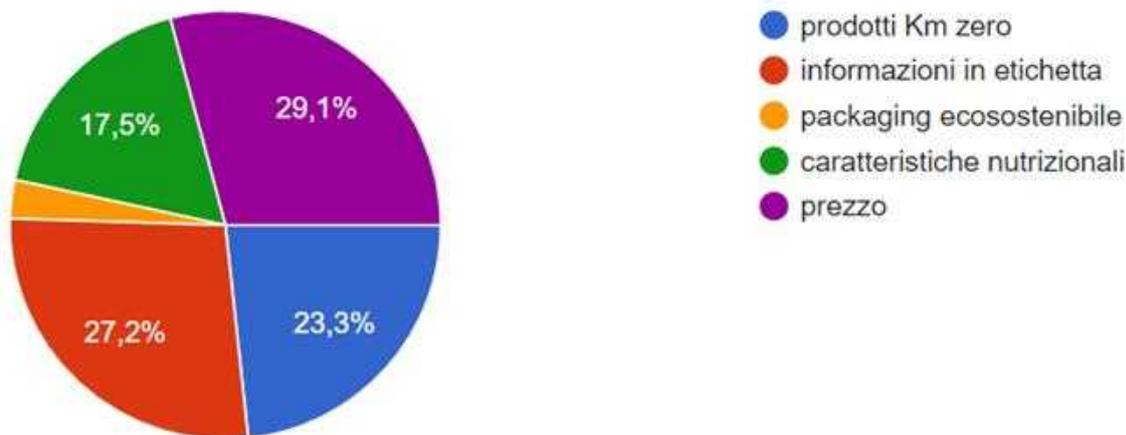
Gli intervistati sono consumatori abituali di Parmigiano Reggiano, infatti, solo il 9,5% lo consuma meno di una volta a settimana, mentre il 45,7% più di 4 volte a settimana.

Figura 14 – Distribuzione percentuale intervistati- consumo settimanale di Parmigiano Reggiano



I consumatori al momento dell'acquisto prestano particolare attenzione al prezzo (29,1%) e alle informazioni in etichetta (27,2%), a seguire se un prodotto è a km 0 (23,3%) e infine alle caratteristiche nutrizionali (17,5%). Solo il 2,9% fa la sua scelta valutando il packaging ecosostenibile.

Figura 15 – Distribuzione percentuale intervistati- aspetti di scelta per la spesa della famiglia

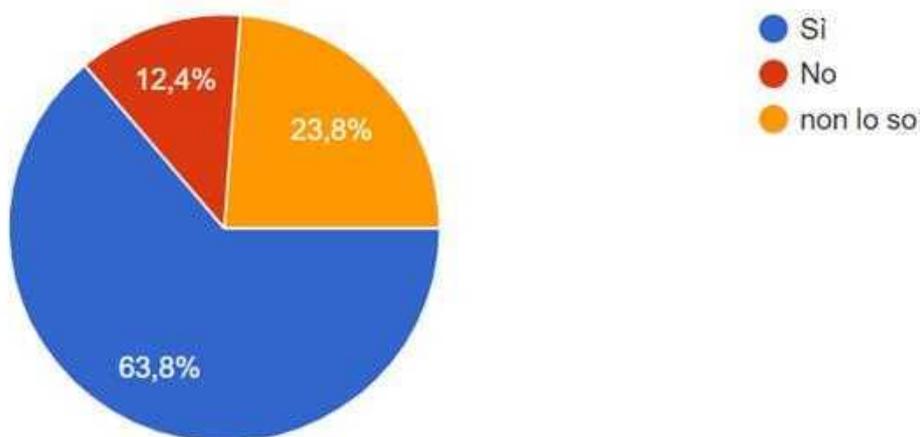


Inoltre, i partecipanti al test al momento del consumo di Parmigiano Reggiano prestano principalmente attenzione al sapore (87,6%) e alla struttura a grana (37,1%) secondariamente all'aspetto visivo (22,9%) e all'odore (21%).

3 - Sondaggio informato su "PARMIGIANO REGGIANO E ALIMENTAZIONE DELLE VACCHE DA LATTE"

Il 67% degli intervistati ritiene che la filiera del Parmigiano Reggiano rappresenti già oggi un modello di produzione sostenibile. Inoltre, l'80% ritiene molto importante sapere che la produzione del latte per Parmigiano Reggiano potrebbe avere un minor impatto ambientale se si applicassero tecniche innovative nella produzione delle materie prime. Infatti, l'88,6% sarebbe anche disposto ad acquistare Parmigiano Reggiano DOP ottenuto da latte di bovine alimentate con materie prime prodotte con tecniche agricole virtuose per l'ambiente. Alla domanda se sarebbero disposti a pagare un prezzo superiore per Parmigiano Reggiano DOP ottenuto da latte di bovine alimentate con mangimi locali e a basso impatto ambientale, il 63,8% ha risposto convinto "Sì", mentre un 23,8% è dubbioso e solo il 12,4% ha detto No.

Figura 16 – Distribuzione percentuale intervistati- Disponibilità a pagare di più PR Filiera4.0



4 - Consumer Test (assaggio)

Al termine del questionario, è stato fatto assaggiare un campione di Parmigiano Reggiano stagionato 24 mesi; quindi, con un profilo aromatico già sviluppato, ottenuto da latte di vacche alimentate con integrazione di sorgo. È stato chiesto di esprimere un voto da 1 a 9 (1=estremamente sgradito, 9=estremamente gradito) per l'aspetto visivo, il sapore, la consistenza e un giudizio complessivo.

Di seguito viene riportata la tabella con i giudizi di gradimento (media e moda) espressi dai consumatori per i diversi aspetti valutati.

Tabella -Giudizi di gradimento per Parmigiano Reggiano di 24 mesi (Filiera 4.0)

	Aspetto visivo	Sapore	Struttura/consistenza	Giudizio complessivo
media	7,7	7,7	7,3	7,7
moda	8	8	8	8

Come si può osservare la valutazione più frequente per tutti gli aspetti è stata 8 e la media è sempre 7,7 ad eccezione della struttura 7,3 che secondo alcuni risultava ancora non del tutto friabile, ma troppo "pastosa" perché leggermente grassa. Quest'ultimo aspetto non attribuibile all'alimentazione quanto al processo produttivo. All'ultima domanda se acquisterebbe il formaggio appena assaggiato il 94,2% ha risposto di "Sì".

Conclusioni

Dallo studio condotto possiamo affermare che l'interesse verso filiere più sostenibili è costantemente molto alto, anche quando si parla di prodotti DOP, che da sempre risultano nella comune concezione, filiere che accomunano la tradizione alla sostenibilità. Inoltre, l'impegno di questi agricoltori ed allevatori che investono in questo obiettivo vede una gran parte dei consumatori pronti a supportarli nell'acquisto dei loro prodotti, e in una percentuale elevata (63,8 %), anche disposti a pagare di più rispetto al formaggio ottenuto da latte di bovine alimentate con mais e soia. Il Parmigiano Reggiano, ottenuto da agricoltura smart & green, in più, ha riscosso anche molto successo all'assaggio ottenendo giudizi pari a 8 in una scala da 1 a 9, ciò ha individuato che l'integrazione con sorgo non porta ad alterazioni nel profilo sensoriale che possano pregiudicare il consumo del formaggio, approvato dal 94,2% degli intervistati.

Data 24/05/2024

Firme del Responsabile scientifico

Firma del legale rapp.te

C.M.A. Solierese
Soc. Agr. Coop.



PSR 2014-2020 – Misura 16.2.01 – “Supporto per progetti pilota e per lo sviluppo di nuovi prodotti, pratiche, processi e tecnologie nel settore agricolo e agroindustriale.

Focus Area 3A - “Migliorare la competitività dei produttori primari integrandoli meglio nella filiera agroalimentare attraverso i regimi di qualità, la creazione di un valore aggiunto per i prodotti agricoli, la promozione dei prodotti nei mercati locali, le filiere corte, le associazioni e organizzazioni di produttori e le organizzazioni interprofessionali”.

Piano di innovazione Filiera – Lattiero-caseario

Progetto “Filiera 4.0”

Agricoltura 4.0 per la produzione di alimenti zootecnici nell’azienda da latte per Parmigiano Reggiano: riflessi sulla sostenibilità della filiera e la percezione del consumatore

Relazione finale

Reggio Emilia, il 26/03/2024

COOPERATIVA MACCHINE AGRICOLE
SOLIERESE
Beneficiario della Misura

Centro Ricerche Produzioni Animali Soc. Cons. p. A.
Responsabile scientifico

SOMMARIO

1 – INTRODUZIONE AL PROGETTO	3
OBIETTIVI DEL PROGETTO	3
RISULTATI ATTESI	3
2 - ATTIVITÀ DEL PROGETTO	4
AZIONE 2.2 - CONFRONTO VARIETALE DI CEREALI DIVERSI DAL MAIS PER ADATTABILITÀ E PRODUTTIVITÀ NELL'AREALE DI PRODUZIONE DEL FORMAGGIO PR	4
La prova varietale di sorgo	4
La prova varietale di orzo	4
Prove a pieno campo	5
AZIONE 2.3 - MESSA A PUNTO DI PROTOCOLLI DI FERTILIZZAZIONE ORGANICA PER CEREALI DIVERSI DAL MAIS DA COLTIVARE NELL'AREALE DI PRODUZIONE DEL FORMAGGIO PR	6
Prova concimazione orzo	6
Prova concimazione sorgo	7
Messa a punto di un protocollo di fertilizzazione organica.	8
Determinazione dei nitrati	8
Il Coefficiente di Recupero Apparente - CRA	9
AZIONE 2.4. VALUTAZIONE DELL'IMPRONTA DEL CARBONIO E DEI COSTI DI PRODUZIONE DI LATTE E FORMAGGIO PR.....	11
Valutazione dell'impronta del carbonio	11
Impronta Idrica	14
Costi di produzione di alimentazione	15
AZIONE 2.5. STUDIO SUL CONSUMATORE FINALE PER VALUTARE LA PROPENSIONE ALL'ACQUISTO E IL GRADIMENTO DEL FORMAGGIO DA AGRICOLTURA SMART&GREEN.....	17
Risultati dello studio	17
1 - Informazioni generali	17
2 - Abitudini di consumo ed acquisto di Parmigiano Reggiano	19
3 - Sondaggio informato su "PARMIGIANO REGGIANO E ALIMENTAZIONE DELLE VACCHE DA LATTE"	19
4 - Consumer Test (assaggio).....	20

1 – INTRODUZIONE AL PROGETTO

Obiettivi del progetto

L'obiettivo del Piano è rendere efficiente il processo produttivo degli alimenti per la vacca da latte per Parmigiano Reggiano (PR). Il modello che si vuole costruire è quello dell'azienda agro-zootecnica che già usa la quota di foraggi prevista dal Disciplinare di produzione del PR, ma vuole autoprodurre anche buona parte delle materie prime energetiche e proteiche.

I vantaggi per l'intera filiera sono diversi: oltre al contenimento dei costi di alimentazione della mandria (e protezione della volatilità dei prezzi di mercato), è utile avere un controllo diretto sulla salubrità delle materie prime e, non da ultimo, un abbattimento dell'impronta ambientale del latte e del formaggio.

La maggiore autosufficienza passa da una conduzione razionale ed innovativa delle rotazioni colturali e un uso efficiente delle risorse (fertilizzanti, acqua, energia). Questo significa: i) scegliere colture adatte all'ambiente agricolo del comprensorio del PR; ii) tradurre i dati resi disponibili dall'applicazione delle tecnologie digitali 4.0 in scenari e indicazioni operative precise e in tempo reale (agricoltura smart&green).

Un supporto alle scelte è per l'agricoltore un elemento chiave, soprattutto oggi in cui si trova ad operare in condizioni climatiche e di mercato molto difficili e nuove.

Il Piano si svilupperà su 2 obiettivi specifici: ottimizzare la produzione di alimenti zootecnici sicuri e a costi accettabili; contribuire a rendere sostenibile la filiera del formaggio PR.

Risultati attesi

I risultati del Piano concorrono a dare sostanza all'obiettivo di rendere più efficiente e sostenibile l'autoproduzione degli alimenti zootecnici, da vedere contestualizzato per i riflessi tecnici, economici ed ambientali, su tutta la filiera del PR, dal campo alla tavola.

- Ottimizzazione del processo di produzione di alimenti zootecnici. Il risultato verrà raggiunto grazie alla messa a punto di applicativi di IA in grado mettere in valore l'esperienza degli operatori congiuntamente all'elaborazione dei dati raccolti dalle diverse fonti informative. Tali applicativi dovranno ottimizzare tutti i processi che intervengono nella fase agricola e supportare la gestione degli imprevisti.
- Verifica delle varietà di sorgo e orzo da granella più idonee per essere prodotte ed utilizzate nell'azienda che alleva vacche da latte per PR.
- Indicazioni per un uso efficiente della fertilizzazione organica di sorgo da granella e orzo in termini di: dosi, tecniche di distribuzione, compatibilità ambientale.
- Indicazioni sull'impiego di proteina e amido da fonti alimentari autoprodotte nel razionamento della vacca da latte per Parmigiano Reggiano.
- Analisi della sostenibilità economica ed ambientale del formaggio PR prodotto in filiere corte e da latte ottenuto da alimenti zootecnici a bassi input agricoli e sostenibili.
- Valutazione del gradimento del consumatore del PR prodotto con latte proveniente da vacche alimentate con sorgo e orzo e foraggio di medica

2 - ATTIVITÀ DEL PROGETTO

Azione 2.2 - Confronto varietale di cereali diversi dal mais per adattabilità e produttività nell'areale di produzione del formaggio PR

La prova varietale di sorgo

La prova è stata seminata il 4 maggio del 2022 in località Fossoli (MO) e raccolto il 29 agosto 2022. Sono stati messi a confronto 9 ibridi di sorgo forniti da 5 ditte sementiere. Lo schema sperimentale era a blocchi randomizzati con 3 repliche e le parcelle erano di 54 m².

La varietà di sorgo più produttiva è risultata Ggospel (7,03 t/ha) mentre la meno produttiva Etrusco (5,02 t/ha) che è risultata anche quella con la maggiore percentuale di allettamento (circa il 90%). Qualitativamente le varietà non hanno mostrato differenze significative per proteine (in media 14,32% su s.s.), lipidi (in media 3,96% su s.s.), fibra grezza (in media 1,75% su s.s.) e ceneri (in media 2,66% su s.s.).

Tabella 1: rese produttive e analisi qualitative della prova di confronto varietale di sorgo.

Varietà	Resa al 13% di u.r. (t/ha)	proteine [%SS]	Lipidi [%SS]	Fibra grezza [%SS]	ceneri [%SS]	amido [%SS]
ARALDO	6,08	14,18	4,14	1,75	2,31	71,55
ARTISTA	5,29	14,49	3,99	1,66	2,53	71,63
CONCERTO	6,56	14,32	3,93	1,79	3,16	71,43
DIAMOND	5,88	14,11	3,69	1,83	2,32	71,35
ETRUSCO	5,02	14,29	4,00	1,46	3,27	71,75
GGOLDEN	6,59	14,99	4,00	1,76	2,88	70,64
GGOSPEL	7,03	14,03	3,98	1,91	2,70	71,44
KALATUR	6,91	14,21	4,01	1,77	2,09	71,47
PR89Y79	6,59	14,25	3,88	1,80	2,71	71,35
media	6,22	14,32	3,96	1,75	2,66	71,40
P (<0,05)	**	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**

Foto 1: trebbiatura della prova varietale di sorgo (agosto 2022)



La prova varietale di orzo

La prova è stata seminata il 24 ottobre 2022 in località Limidi (MO) e raccolto il 12 luglio 2023. Sono state confrontate 12 varietà di orzo fornite da 5 ditte sementiere. Lo schema sperimentale era a blocchi randomizzati con 4 repliche e le parcelle erano di 54 m².

Tabella 2: rese produttive e analisi qualitative della prova di confronto varietale di orzo.

varietà	Resa al 13% di u.r. (t/ha)	proteine [%SS]	Lipidi [%SS]	Fibra grezza [%SS]	ceneri [%SS]	amido [%SS]	Peso Spec. [kg/hl]
Su Ellen	7,80	12,82	1,86	4,10	4,84	37,97	58,10
Finola	6,89	13,21	1,83	4,00	4,76	37,82	60,63
SY 221200	6,83	13,46	1,75	3,35	4,84	39,08	61,60
LG Zebra	6,77	13,84	1,81	4,05	4,85	36,51	61,20
Orione	6,37	13,53	1,80	3,87	4,95	36,80	62,35
Dingo	6,34	13,78	1,73	4,54	4,93	36,19	61,13
Fenice	6,32	13,41	1,64	3,46	4,68	38,16	60,88
SY Ebroo	6,13	13,65	1,77	4,06	4,85	35,96	60,83
Ketos	6,11	13,59	1,67	3,82	4,83	38,20	61,35
Idra	6,05	13,18	1,80	3,76	4,77	37,95	60,60
Atlante	6,01	13,53	1,84	4,50	4,78	35,91	59,28
SY Rangoon	5,81	13,34	1,75	3,03	4,77	38,99	60,85
media	6,45	13,45	1,77	3,88	4,82	37,46	60,73
P (<0,05)	*	*	ns	*	ns	ns	ns

La varietà Su Ellen (7,8 t/ha) è stata decisamente la più produttiva seguita da Finola (6,89 t/ha) e SY221200 (6,83 t/ha), mentre Sy Rangoon (5,81 t/ha) e Atlante (6,01 t/ha) sono risultate le meno produttive. Dal punto di vista qualitativo LG Zebra (13,84%) è stata la varietà con il più alto contenuto proteico mentre Su Ellen (12,82%) la varietà con meno proteine. Le fibre grezze sono risultate più alte in Dingo (4,54%) e più basse Sy Rangoon (3,03%). Il contenuto di lipidi è stato in media di 1,77%, l'amido di 37,46% ed il peso specifico di 60,73 kg/hl.

Della prova varietale di sorgo sono state scelte 3 varietà e sono state testate a pieno campo, mentre della varietà di orzo ne sono state scelte 3 che erano anche all'interno della prova varietale. Per ogni varietà è stata calcolata la resa (t/ha) e sono state fatte le analisi qualitative (proteine, ceneri, umidità).

Foto 2: campo varietale di orzo (novembre 2022 e febbraio 2023)



Prove a pieno campo

Le varietà di sorgo seminate a pieno campo nel 2023 sono state PR89Y79 (circa 20 ettari), Ggolden (circa 75 ettari) e Concerto (circa 78 ettari). In media la resa all'umidità commerciale (13%) è stata di 6,39 t/ha in linea con i dati ottenuti dalla prova parcellare del 2022 mentre il contenuto proteico è risultato più basso (in media del 10,40%) così come il contenuto di ceneri (in media 1,37%), mentre l'amido è stato in media di 62,47%.

Le varietà di orzo seminate ad ottobre 2022 e raccolte a giugno 2023 sono state Sfera (circa 56 ettari), Atlante (circa 63 ettari), Idra (circa 67 ettari) e Fenice (circa 41 ettari). In media sono stati prodotti 7,12 t/ha con umidità commerciale (13%). L'umidità media dei campioni è stata di 11,58% con un contenuto di proteine di 11,96% e 37,24% di amido.

Azione 2.3 - Messa a punto di protocolli di fertilizzazione organica per cereali diversi dal mais da coltivare nell'areale di produzione del formaggio PR

figura 2: campi sperimentali delle prove di concimazione di orzo e sorgo.



Prova concimazione orzo

Il campo di orzo è stato suddiviso in 6 strip larghi circa 22 metri e con lunghezza variabile in base alla conformazione del campo. Sono state messe a confronto 6 tesi: tesi 1 - concimazione chimica con Azotop30; tesi 2 - liquame a bande con una sola epoca di spandimento; tesi 3 - liquame a bande con 2 epoche di spandimento; tesi 4 - aspersione con piatto deviatore con una sola epoca di spandimento; tesi 5 - aspersione con 2 epoche di spandimento e tesi 6 - non concimato. La semina è stata effettuata il 24 ottobre 2022 con varietà Atlante e la raccolta è stata fatta il 17 luglio 2023.

L'obiettivo era di distribuire 90 unità di azoto per ettaro. L'efficienza del liquame, essendo stato distribuito in copertura, è stata valutata del 50%, mentre quella del concime chimico del 100%. Prima della distribuzione è stato fatto un campionamento del liquame e sono stati valutati i parametri qualitativi (tabella 7), fra cui il contenuto di azoto per poter calibrare la quantità di liquame da distribuire (tabella 3).

Tabella 3: date di distribuzione nella prova di concimazione orzo ed il relativo quantitativo di azoto efficiente in base alle tesi messe a confronto.

Tesi	Distribuzione	concime	Data distribuzione	kg/ha di N _{eff}
T1	Chimico	azotop30	14/02/2023	90
T2	Ala piovana – 1 passaggio	liquame	22/02/2023	84
T3	Ala piovana – 2 passaggi	liquame	22/02/23 + 17/03/23	93
T4	Aspersione (piatto deviatore) – 1 passaggio	liquame	09/03/2023	87
T5	Aspersione (piatto deviatore) - 2 passaggi	liquame	09/03/23 + 17/03/23	86
T6	Nessuna concimazione	-----	-----	-----

In media le 6 tesi hanno prodotto 6,18 t/ha di granella senza grosse differenze fra le tesi messe a confronto ad eccezione della tesi non concimata (T6) che ha prodotto 5,59 t/ha di granella. Anche dal punto di vista qualitativo non sono state riscontrate differenze significative fra le tesi messe a confronto (tabella 4).

Tabella 4: rese produttive e analisi qualitative della prova concimazione orzo

Tesi	Concimazione	granella (t/ha 13% u.r.)	Proteina Grezza (% ss)	Lipidi (% ss)	Fibra grezza (% ss)	Ceneri (% ss)	Amido (% ss)
T1	CHIMICO	6,15	13,15	1,83	4,35	4,79	36,68
T2	ALA_PIOV 1 passaggio	6,33	13,10	1,97	4,11	5,07	35,65
T3	ALA_PIOV 2 passaggi	6,43	12,96	1,77	4,05	4,74	36,96
T4	ASP_SUP 1 passaggio	6,39	12,84	1,73	3,73	4,63	38,66
T5	ASP_SUP 2 passaggi	6,21	12,98	1,72	3,83	4,64	37,70
T6	Nessuna concimazione	5,59	12,90	1,68	3,52	4,64	39,04
	media	6,18	12,99	1,78	3,93	4,75	37,45

Prova concimazione sorgo

Il campo di sorgo è stato suddiviso in 6 strip larghi circa 22 metri e con lunghezza variabile in base alla conformazione del campo. Sono state messe a confronto 6 tesi: tesi A - non concimato; tesi B: liquame a bande con una sola epoca di spandimento (fine maggio); tesi C - liquame a bande con 2 epoche di spandimento (fine maggio e metà giugno); tesi D - aspersione con piatto con una sola epoca di spandimento (fine maggio); tesi E - aspersione con piatto con 2 epoche di spandimento e tesi F - concimazione chimica con 90 kg/ha di N.

La semina è stata effettuata il 27 aprile 2023 con varietà Concerto e la raccolta è stata fatta il 21 settembre 2023.

Tabella 5: date di distribuzione nella prova di concimazione sorgo ed il relativo quantitativo di azoto efficiente in base alle tesi messe a confronto.

Tesi	distribuzione	concime	epoca	kg/ha di N _{eff}
Tesi A	Nessuna concimazione	-----		
Tesi B	Ala piovana - Bande	liquame	30/05/2023	91
Tesi C	Ala piovana - Bande	liquame	30/05/23 + 13/06/23	93
Tesi D	Aspersione – piatto deviatore	liquame	31/05/2023	90
Tesi E	Aspersione – piatto deviatore	liquame	31/05/23 + 13/06/23	87
Tesi F	Chimico	azotop30	27/05/23	90

Anche in questo caso l'obiettivo era di distribuire 90 unità di azoto per ettaro. L'efficienza del liquame, essendo stato distribuito in copertura, è stata valutata del 55%, mentre quella del concime chimico del 100%.

Prima della distribuzione è stato fatto un campionamento del liquame e sono stati valutati i parametri qualitativi, fra cui il contenuto di azoto per poter calibrare la quantità di liquame da distribuire (tabella 7).

La produzione s'è attestata in media intorno a 6,8 t/ha (u.r. 13%) dove un calo è stato riscontrato nella tesi senza concimazioni (6,5 t/ha), mentre nella tesi con 2 passaggi, sia con ala piovana che con piatto deviatore, tendenzialmente viene prodotto meno, probabilmente a causa dei danni causati dal secondo passaggio dei

mezzi. Anche dal punto di vista qualitativo non sono state riscontrate grosse differenze fra le tesi messe a confronto come evidenziato dalla tabella 6.

Tabella 6: rese produttive e analisi qualitative della prova concimazione sorgo

Tesi	Concimazione	granella (t/ha s.s.)	Proteina Grezza (% ss)	Lipidi (% ss)	Fibra grezza (% ss)	Ceneri (% ss)	Amido (% ss)
TESI A	Nessuna concimazione	5,74	12,71	3,92	1,91	1,26	73,75
TESI B	ALA_PIOV 1 passaggio	6,13	12,09	4,64	2,88	2,06	75,81
TESI C	ALA_PIOV 2 passaggi	5,96	12,23	4,39	2,43	1,53	75,37
TESI D	ASP_SUP 1 passaggio	6,09	11,97	4,71	2,69	1,71	75,02
TESI E	ASP_SUP 2 passaggi	5,94	12,56	4,19	2,22	1,36	76,71
TESI F	CHIMICO	6,05	12,39	4,47	2,02	1,61	74,27
	media	5,98	12,33	4,39	2,36	1,59	75,16

Tabella 7: analisi liquami utilizzati per le prove di fertilizzazione

parametro	Unità di misura	liquame orzo	prova	liquame sorgo	prova
pH			7,28		7,51
ST	[%tq]		3,40		3,76
NTK	[%ST]		7,85		7,17
N-NH4+	[%NTK]		62,61		62,50
Cond.	[mS/cm]		18,12		17,71
K	[%ST]		7,58		9,39
Ptot	[%ST]		1,12		0,98
N-NO3-	[mg/kg tq]		NR		15,67

Messa a punto di un protocollo di fertilizzazione organica.

Sia nella sperimentazione con orzo che con sorgo è emerso come il solo utilizzo di reflui zootecnici consenta di ottenere produzioni paragonabili alla concimazione chimica (tabella 4 e 6). La concimazione organica può essere fatta in solo passaggio, nella fase di accostamento per l'orzo e allo stadio di 3/5 foglie vere per il sorgo. L'unico passaggio inoltre riduce i danni da calpestamento in orzo e la rottura delle piante in sorgo. L'unico passaggio inoltre consente di ridurre i costi e ottimizzare le tempistiche.

L'utilizzo di una barra con calate ha portato a diversi vantaggi:

- forte riduzione del calpestamento del terreno essendo questa leggera e trasportata in testata al campo con un trattore di potenza ridotta
- allargamento della finestra di spandimento dei reflui zootecnici
- riduzione delle emissioni di NH₄ in atmosfera

Determinazione dei nitrati

Poco dopo la semina e subito dopo la raccolta, in entrambe le prove di concimazione e per ogni tesi messa a confronto sono stati fatti i campionamenti di terreno dello strato 0-25 cm per quantificare la dotazione iniziale di azoto e determinare i nitrati presenti.

Tabella 8: analisi terreni dei terreni prima della semina e dopo la raccolta dell'orzo

TESI	Azoto Totale Kjeldahl [mg/kg]		N nitrico [mg/kg]		Ione nitrico NO3- [mg/kg ST]		C org Tot [% ST]	
	Nov. '22	Lug. '23	Nov. '22	Lug. '23	Nov. '22	Lug. '23	Nov. '22	Lug. '23
ALA_PIOV 1	2.255,67	2.170,00	56,19	30,18	248,75	133,62	2,53	1,95
ALA_PIOV 2	2.260,33	2.119,67	51,26	23,94	226,92	106,00	2,50	1,85
ASP_SUP 1	2.233,00	2.138,33	59,80	25,39	264,74	112,41	2,49	1,86
ASP_SUP 2	2.188,00	2.235,00	54,94	25,43	243,20	112,58	2,33	1,90
CHIMICO	2.234,67	2.338,00	53,90	24,95	238,60	110,47	2,48	2,04
No concime	2.223,00	2.030,67	57,32	20,76	253,73	91,90	2,33	1,79
media	2.232,44	2.171,94	55,57	25,11	245,99	111,16	2,44	1,90

Dalle tabelle 8 e 9 emerge come la dotazione iniziale di azoto fosse già buona in entrambi i campi e che rimane pressoché invariata anche dopo la coltivazione ad eccezione delle tesi non concimate in cui, come prevedibile, si assiste ad un calo del contenuto di azoto totale.

Nella prova di concimazione dell'orzo il contenuto di ione nitrico si riduce in media di circa il 54% attestandosi su un valore di 111,16 mg/kg. La riduzione è stata decisamente superiore nella tesi non concimata (-64%).

Nella prova di concimazione sorgo abbiamo assistito un andamento differenziato in base alle tempistiche di concimazione. In particolare, le tesi in cui il concime organico è stato somministrato in una sola tempistica hanno fatto registrare un incremento dello ione nitrato sia con ala piovana (+31%) che con piatto deviatore (+41%), mentre c'è stata una diminuzione nelle tesi di somministrazione in due tempistiche (-18,7% per ala piovana e -13,2% con il piatto deviatore), nella concimazione chimica (-36%) e soprattutto nella tesi non concimata dove la riduzione è stata del 49%.

La diversa dinamica dello ione nitrato probabilmente è dovuta alla migliore efficienza di utilizzo da parte della pianta dell'azoto che però non è stata finalizzata con la produzione a causa probabilmente dei danni causati dal secondo passaggio.

Tabella 9: analisi terreni dei terreni prima della semina e dopo la raccolta del sorgo.

Tesi	Azoto Totale Kjeldahl [mg/kg]		Azoto nitrico [mg/kg]		Ione nitrico NO3- [mg/kg ST]		Organico Totale [% ST]	
	apr-23	set-23	apr-23	set-23	apr-23	set-23	apr-23	set-23
ALA_PIOV 1	1.856,00	2.013,67	21,65	28,54	95,83	126,36	1,77	1,92
ALA_PIOV 2	1.947,00	1.993,67	23,67	19,24	104,79	85,18	2,08	1,93
ASP_SUP 1	1.974,33	1.817,67	22,10	31,27	97,85	138,41	2,14	1,97
ASP_SUP 2	1.946,33	2.004,67	23,62	20,50	104,56	90,74	2,11	2,01
CHIMICO	1.892,00	1.948,00	25,66	16,40	113,60	72,60	1,91	1,85
No concime	1.986,00	1.805,00	25,60	12,88	113,31	57,00	2,05	1,84
media	1.933,61	1.930,44	23,72	21,47	104,99	95,05	2,01	1,92

Il Coefficiente di Recupero Apparente - CRA

Il bilancio dell'azoto si pone come obiettivo principale la tutela dell'ambiente razionalizzando la concimazione per massimizzare la quota di azoto asportata dalle colture. Il calcolo del coefficiente di recupero apparente (ossia quale percentuale dell'azoto apportato si possa ritenere utile per la coltura) è stato calcolato nel seguente modo:

$$(N_{aspTx} - N_{aspT0}) / N_{appTx}$$

Dove N_{aspTx} è l'azoto asportato dalla coltura concimata con la dose x di azoto (es. chimico, ala piovana con 1 passaggio, ala piovana con 2 passaggi, ecc.), N_{aspT0} è l'azoto asportato dalla coltura senza concimazione e N_{appTx} è l'azoto apportato con la concimazione. Avendo effettuato gli spandimenti con coltura in atto l'efficienza del concime organico è stata ipotizzata del 55%.

Dalla tabella 9 emerge come le due colture abbiamo avuto comportamenti molto diversi. L'orzo ha mostrato il CRA maggiore nella tesi con ala piovana e due passaggi (18%) mentre la tesi "aspersione con 2 passaggi" è risultata quella con il valore di CRA più basso (9,4%). Da evidenziare che la tesi con concime chimico ha presentato un CRA inferiore rispetto alle tesi concimate con ala piovana e a quella concimata con piatto deviatore con un passaggio. In ogni caso il CRA ha mostrato valori bassi, probabilmente a causa sia delle basse esigenze nutritive della coltura che della buona dotazione iniziale di azoto del campo (2.232 mg/kg di azoto totale).

Il sorgo ha invece evidenziato CRA molto bassi, inferiori al 5%, che non hanno permesso di confrontare in maniera adeguata le tesi. Il motivo è probabilmente da attribuire alla buona dotazione di azoto del campo (1.933 mg/kg) ed all'ottima capacità che ha questa coltura di captare i nutrienti dal suolo anche in assenza di concimazioni.

Tabella 10: valori del Coefficiente di Recupero Apparente (%) nelle due colture oggetto di studio ed in base alle tecniche di concimazione utilizzate.

Tesi	orzo	sorgo
CHIMICO	11,9%	3,5%
ALA_PIOV 1 passaggio	13,8%	2,0%
ALA_PIOV 2 passaggi	18,0%	0,0%
ASP_SUP 1 passaggio	14,5%	0,0%
ASP_SUP 2 passaggi	9,4%	3,1%

Azione 2.4. Valutazione dell'impronta del carbonio e dei costi di produzione di latte e formaggio PR

Valutazione dell'impronta del carbonio

L'azione aveva l'obiettivo di valutare come le innovazioni studiate nelle azioni precedenti possano contribuire a rendere più sostenibile dal punto di vista ambientale ed economico il segmento produzione del latte della filiera del formaggio Parmigiano Reggiano e come questo contribuisca al miglioramento della sostenibilità del prodotto fino alla vendita.

Il CRPA ha predisposto un questionario sottoposto ai tecnici di CMA Solierese e Albat per recuperare tutte le informazioni necessarie all'analisi di LCA e di costo di alimentazione.

Per la fase di coltivazione sono stati richiesti ed organizzati in un tool di calcolo tutti i dati relativi alla produttività di sorgo e mais in accordo con le prove sperimentali condotte nell'azione 2.3, lavorazioni effettuate e macchine agricole utilizzate, consumi idrici, consumi energetici, tipo e quantità di fertilizzanti di sintesi e di effluenti di allevamento applicati, tipo e quantità di agrofarmaci e di sementi utilizzati.

L'elaborazione è stata condotta applicando alla metodologia di calcolo del *Life Cycle Assessment* ed utilizzando i fattori ed i parametri emissivi dell'*IPCC 2019 Refinement to the 2006*.

L'impatto ambientale del sorgo, espresso in kg CO₂ eq/ha e kg CO₂ eq/t SS è riportato rispettivamente nella figura 3 e figura 4 per le seguenti tesi:

- TESI B (Ala piovana 1 passaggio),
- TESI C (Ala piovana 2 passaggi),
- TESI D (Aspersione (piatto deviatore) – 1 passaggio),
- TESI E (Aspersione (piatto deviatore) - 2 passaggi),
- TESI F (fertilizzazione con chimico).

L'impatto ambientale dell'orzo, espresso in kg CO₂ eq/ha e kg CO₂ eq/t SS, per le tesi sperimentali è riportato nel grafico 5 e nel grafico 6, per le seguenti tesi:

- T1 (fertilizzazione con urea chimica),
- T2 (Ala piovana 1 passaggio),
- T3 (Ala piovana 2 passaggi),
- T4 (Aspersione (piatto deviatore) - 1 passaggio),
- T5 (Aspersione (piatto deviatore) - 2 passaggi).

Figura 3: Impronta Carbonica per ettaro della produzione di sorgo nelle diverse tesi sperimentali

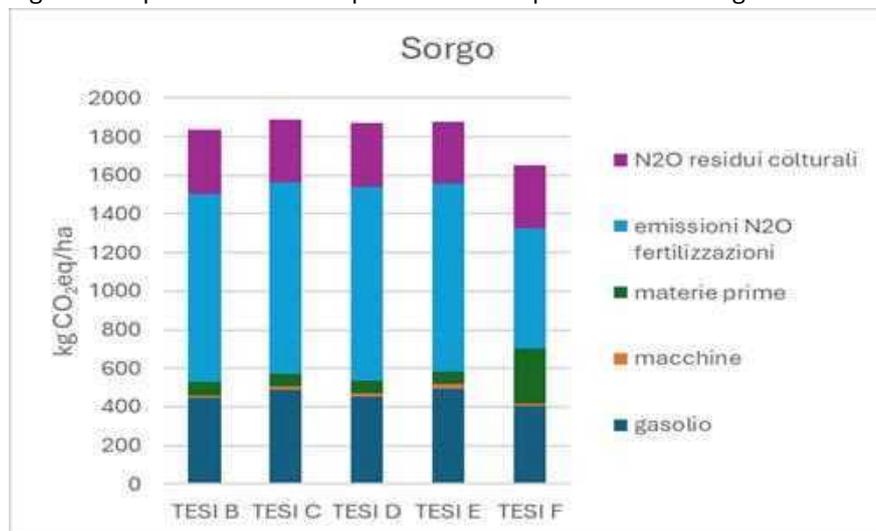


Grafico 4: Impronta Carbonica per sostanza secca prodotta della produzione di sorgo nelle diverse tesi sperimentali

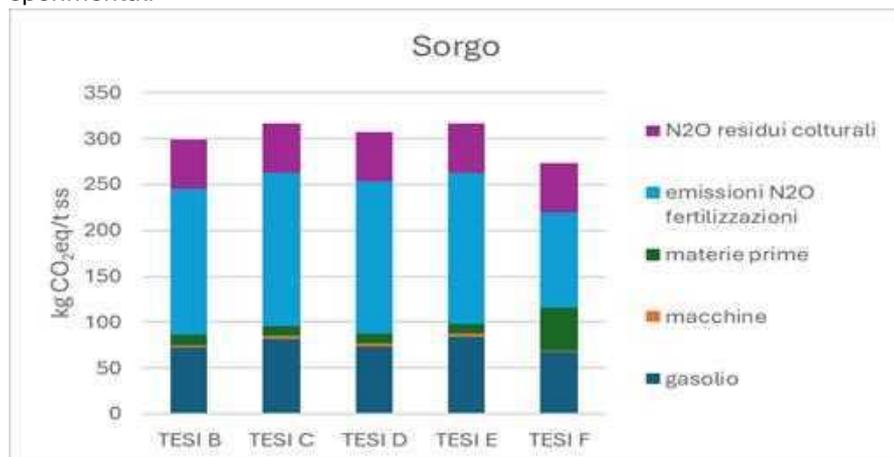
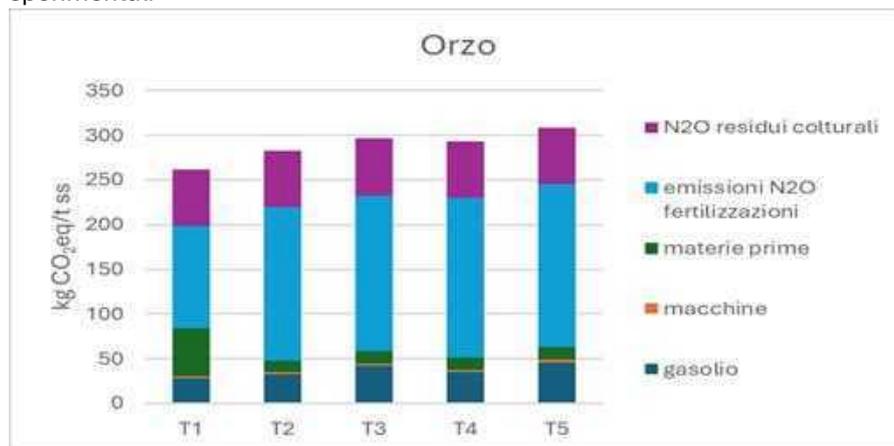


Figura 5: Impronta Carbonica per ettaro prodotta della produzione di orzo nelle diverse tesi sperimentali



Figura 6: Impronta Carbonica per sostanza secca prodotta della produzione di orzo nelle diverse tesi sperimentali



Per tutte le tesi sperimentali in entrambe le colture, il contributo maggiore all'impronta carbonica è dato dalle emissioni di protossido di azoto N₂O dovuta alla fertilizzazione. Il gasolio per le operazioni agricole e le emissioni da residui colturali sono gli altri due input che incidono maggiormente. Le materie prime e le macchine agricole impattano in minor misura sull'impronta carbonica totale, ad eccezione delle tesi con la fertilizzazione con urea, dove l'impatto ambientale per produrre il fertilizzante sintetico è incluso nella voce "Materie prime".

L'impronta carbonica media per le tesi sperimentali per il sorgo è 1824 Kg CO₂ eq/ha 302 kg CO₂ eq/t SS, per l'orzo è 1581 Kg CO₂ eq/ha e 288 Kg CO₂eq/t SS. La tesi con la fertilizzazione chimica sia per il sorgo (TESI B) sia per l'orzo (T1) risulta vantaggiosa dal punto di vista ambientale in quanto viene distribuito meno azoto con il fertilizzante chimico rispetto al liquame. Ciò è dovuto all'efficienza di distribuzione: il Decreto Regionale in materia di utilizzazione agronomica degli effluenti di allevamento, del digestato e delle acque reflue riporta un'efficienza di distribuzione dell'urea pari al 100%, mentre per il liquame distribuito con alta efficienza il fattore è del 55%. Occorre comunque evidenziare che le aziende zootecniche dispongono in ogni caso di liquame che dovrà essere distribuito nei campi e che una sua efficiente applicazione potrebbe portare ad una riduzione del concime chimico e quindi un risparmio sia in termini economici che ambientali.

Per quanto riguarda le diverse prove sperimentali, le tesi che prevedono una doppia fertilizzazione (T3 e T5 per l'orzo e Tesi C e Tesi E per il sorgo) richiedono un maggiore consumo di gasolio e comportano quindi un'impronta carbonica più alta.

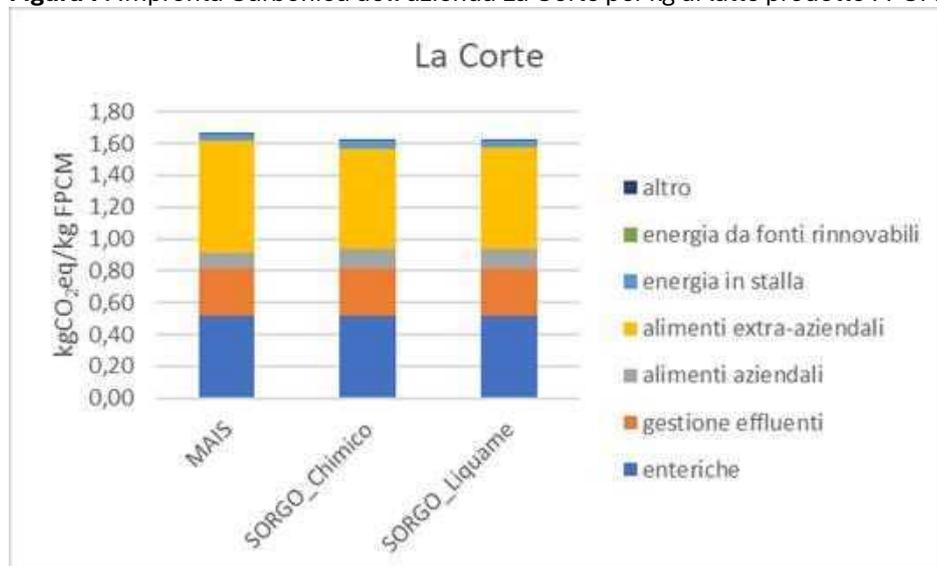
Dalla fase di campo si è elaborato il calcolo di impronta carbonica arrivando al kg di latte, considerando i dati delle aziende La Corte e Oppio-Castello. I dati delle aziende Oppio e Castello sono stati considerati come un'unica azienda in quanto una alleva le manze per rimonta interna destinate all'altra.

L'impronta Carbonica è stata elaborata per le due aziende (figura 7 e 8), considerando i seguenti scenari:

- Scenario 1: razione base indicata dai questionari aziendali.
- Scenario 2: aggiunta alla razione base (Scenario 1), sorgo derivante da una media delle tesi con fertilizzazioni con liquame (TESI C, D, E e F).
- Scenario 3: aggiunta alla razione base (Scenario 1) sorgo derivante delle tesi con fertilizzazioni con urea chimica (TESI B).

Il sorgo inserito nelle razioni dello Scenario 2 (Tesi "SORGO_Chimico") e dello Scenario 3 (Tesi "SORGO_Liquame") è stato valutato come alimento autoprodotta in sostituzione in parte del mais acquistato.

Figura 7: Impronta Carbonica dell'azienda La Corte per kg di latte prodotto FPCM nei diversi scenari ipotizzati



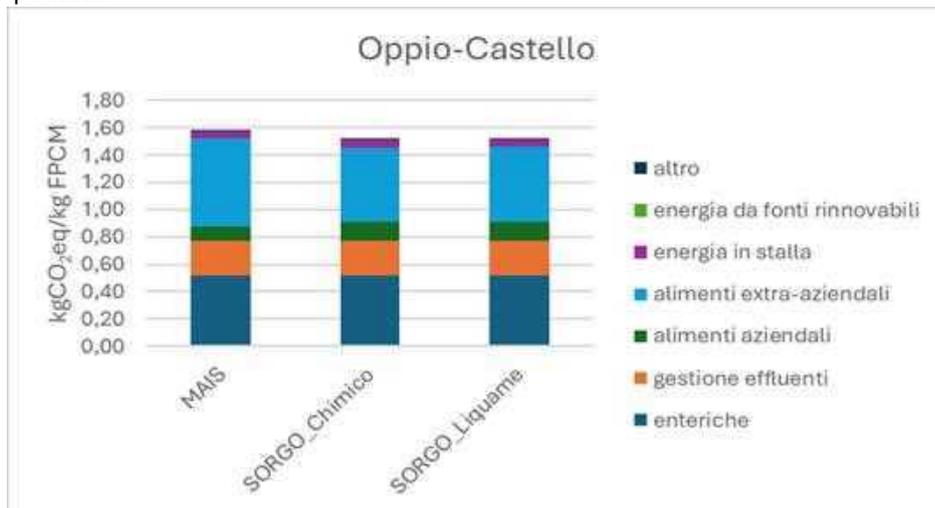
L'azienda *La Corte* risulta avere un'impronta Carbonica pari a 1,67 Kg CO₂ eq/kg FPCM nello scenario 1 (Tesi "MAIS") e 1,62 Kg CO₂ eq/kg FPCM negli scenario 2 e 3 (Tesi "SORGO_Chimico" e Tesi "SORGO_Liquame"), mentre l'azienda *Oppio-Castello* risulta avere un'impronta Carbonica pari a 1,58 Kg CO₂ eq/kg FPCM nello scenario 1 (Tesi "MAIS") e 1,52 Kg CO₂ eq/kg FPCM negli scenario 2 e 3 (Tesi "SORGO_Chimico" e Tesi "SORGO_Liquame"). Le tre voci che impattano maggiormente sull'impronta carbonica sono l'acquisto di

alimenti extra-aziendali, le emissioni enteriche e la gestione degli effluenti. I risultati ottenuti dal presente studio sono in linea con i valori di Impronta Carbonica di aziende del Parmigiano Reggiano.

La minore impronta carbonica delle due aziende nelle tesi con il sorgo dimostrano l'importanza dell'autoproduzione foraggera per ridurre l'impatto ambientale della produzione zootecnica.

Le diverse prove sperimentali della coltivazione del sorgo ("Tesi "SORGO_Chimico" e Tesi "SORGO_Liquame") non incidono sull'Impronta Carbonica sul kg di latte prodotto.

Figura 8: Impronta Carbonica dell'azienda Oppio-Castello per kg di latte prodotto FPCM nei diversi scenari ipotizzati



Impronta Idrica

Lo studio dell'Impronta Idrica ha riguardato le colture dell'azienda partner, analizzate nell'ambito del presente progetto.

L'impronta idrica considera tre diverse componenti:

- Acqua VERDE, ovvero l'acqua piovana evaporata,
- Acqua GRIGIA, l'acqua inquinata.
- Acqua BLU, l'acqua utilizzata per l'irrigazione.

Le diverse componenti sono state calcolate considerando le rese e gli input aziendali in accordo con le diverse prove agronomiche testate nell'azione 3.

L'**acqua grigia** è rappresentata dalle emissioni in kg di NO₃/ha persi nelle falde acquifere ("Emissioni da leaching"), quantificate attraverso la seguente equazione:

$\text{Kg N distribuiti su ettaro} * \text{la frazione di kgN-NO}_3/\text{kg N applicato} (\text{Frac}_{\text{LEACH}-(\text{H})}) * \text{fattore di conversione di N-NO}_3 \text{ in NO}_3$

Dove:

- Kg N distribuiti su ettaro
- $\text{Frac}_{\text{LEACH}-(\text{H})} = 0.24$ (IPCC 2019 Refinement to the 2006, Chapter 11, Volume 4, Table 11.3)
- Fattore di conversione di N-NO₃ in NO₃ = 66/14=4.71

Per la stima della componente di **acqua blu** è stata considerata l'acqua utilizzata per l'irrigazione, quantità riportata nei questionari.

L'acqua verde dovuta all'evapotraspirazione è invece una componente naturale dell'interazione acqua-suolo-pianta, indipendente dall'utilizzo della risorsa idrica e dal suo inquinamento. Per questa ragione questa componente non è stata inclusa nella valutazione dell'impronta idrica delle colture.

Tabella 11: impronta idrica del sorgo nelle diverse tesi (vedi **Tab 6**).

	TESI B	TESI C	TESI D	TESI E	TESI F
Acqua grigia (m3/t SS)	350	365	346	344	278
Acqua blu (m3/t SS)	0	0	0	0	0
Totale (m3/t SS)	350	365	346	344	278

Tabella 12: impronta idrica dell'orzo nelle diverse tesi (**Tab 4**).

	T1	T2	T3	T4	T5
Acqua grigia (m3/t SS)	299	479	556	523	532
Acqua blu (m3/t SS)	0	0	0	0	0
Totale (m3/t SS)	299	479	556	523	532

L'impronta idrica minore per la tesi con la fertilizzazione con urea (TESI F per il sorgo e T1 per l'orzo) è dovuta al minor apporto di azoto, in termini di kg N/ha.

Il sorgo ha un'impronta idrica media pari a 337 m³/t SS e l'orzo 478 m³/t SS.

Considerando che l'impronta idrica totale risultante dal presente studio è dovuta principalmente alla fertilizzazione che incide sulla componente dell'acqua grigia mentre l'acqua blu risulta nulla grazie all'assenza d'irrigazione, l'impronta idrica media delle colture analizzate è simile grazie ad un equivalente apporto di azoto da fertilizzazione.

Costi di produzione di alimentazione

Il costo della razione per le aziende da latte del gruppo Albalt è stato ricavato utilizzando il costo di produzione del sorgo utilizzato in razione (Tabella 11). Per quanto riguarda i foraggi il costo di produzione medio dell'erba medica, su un medicaio di 4 anni, è pari a 685,07 €/ha, la resa media dei medicai è pari 8,09 t fieno/ha, il costo di produzione dell'unità di foraggio è pari 84,73 €/ t fieno. Per il prato stabile la stima dei costi di produzione è di 384,52 €/ha, la resa media dei prati stabili è pari 7,00 t fieno/ha e il costo di produzione dell'unità di foraggio è pari 54,93 €/ t fieno.

Per le materie prime acquistate a mercato si è utilizzato il bollettino A.G.E.R con i prezzi medi dell'anno 2023.

I capi in lattazione, asciutta, rimonta interna, vitelli 4-12 mesi e <4 mesi derivano dai dati rilevati dai questionari LCA per le aziende del gruppo Albalat. L'azienda La Corte è stata rilevata singolarmente, mentre per Oppio e Castello i dati sono stati inseriti sommando i dati delle due aziende.

I capi in lattazione, asciutta, rimonta interna, vitelli 4-12 mesi e <4 mesi derivano dai dati rilevati dai questionari LCA per le aziende del gruppo Albalat. L'azienda La Corte è stata rilevata singolarmente, mentre per Oppio e Castello i dati sono stati inseriti mediando i dati delle due aziende.

Il regime alimentare di tutti gli animali è stato basato su quanto riportato nei questionari LCA. Data la razione e i costi di produzione degli alimenti impiegati o acquistati a mercato è stato possibile definire quale sia il costo di alimentazione giornaliero per singola vacca in lattazione.

Per definire il margine di profitto aziendale è stato utilizzato l'indice economico *Income Over Cost Feeding (IOFC)* per le 2 aziende a seconda del tipo di alimento utilizzato in razione (Tabella 2). Per determinare IOFC la formula è Prezzo di vendita del latte (€/q.li) x (Produzione media di latte come capo giorno (kg/vacca/giorno)/100) – Costo di alimentazione (€/capo/giorno) (figura 9). Nella figura 9 sono riportati gli andamenti del costo di razione delle vacche in lattazione (€/capo/giorno) ed il rispettivo IOFC (€/capo/giorno). Per le tre aziende che hanno partecipato al progetto, a seconda del cereale (mais o sorgo) utilizzato in alimentazione e nel caso del sorgo al tipo di concimazione attuata sulla coltura, sono illustrati i ricavi e le spese.

Tabella 13: costo di produzione del sorgo in funzione della tecnica di concimazione utilizzata

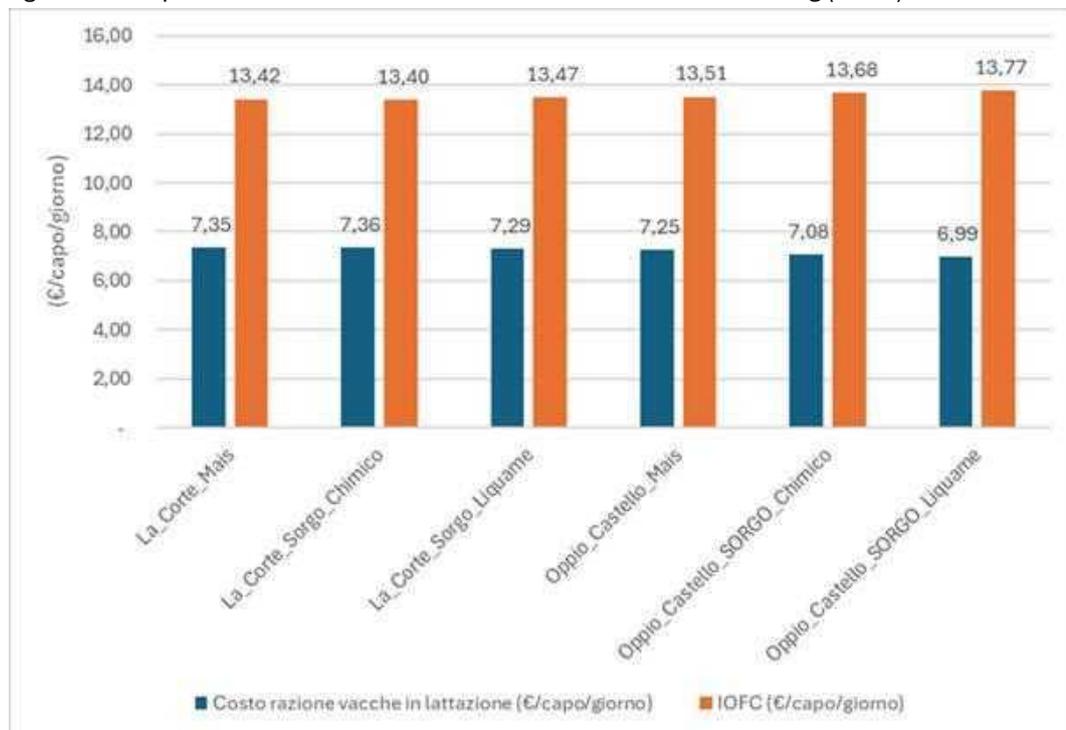
	Fertilizzante	Quantità	Unità misura	Resa (t/SS)	€/ha	€/t SS
Chimico	azotop 30	300	kg	6,05	1.410,75	233,29
Alapiovana 1 epoca	liquame	63	m3/ha	6,13	1.252,50	204,36
Alapiovana 2 epoche	liquame	64	m3/ha	5,96	1.313,99	220,36
Aspersione 1 epoca	liquame	62	m3/ha	6,09	1.234,56	202,83
Aspersione 2 epoche	liquame	60	m3/ha	5,94	1.234,56	207,85

* comprensivo delle operazioni di, aratura, erpicatura, semina, diserbo, concimazione, raccolta e trinciatura

Per l'azienda La Corte la concimazione con refluo zootecnico del sorgo (La_Corte_Sorgo_Liquame) permette di ridurre le spese di alimentazione del bestiame (7,29 €/capo/giorno) e al contempo ottenere IOFC migliore (13,47 €/capo/giorno). A seguire, l'alimentazione delle vacche con mais (La_Corte_Mais) con una spesa di 7,35€/capo/giorno ed IOFC di 13,42 €/capo/giorno. L'alimentazione con sorgo coltivato con fertilizzante chimico ha il costo più elevato per singolo capo 7,36 €/capo/giorno e IOFC peggiore pari a 13,40 €/capo/giorno.

Per quanto riguarda la media delle due aziende Oppio e Castello l'indice IOFC migliore, come La Corte, deriva dall'alimentazione delle vacche con sorgo fertilizzato con reflui zootecnici, costo razione delle vacche in lattazione di 6,99 €/capo/giorno e IOFC di 13,77 €/capo/giorno. In questi allevamenti l'utilizzo di sorgo fertilizzato con Azotop 30 consente un maggiore reddito rispetto all'alimentazione con mais. Oppio_Castello_Sorgo_Chimico ha un costo di razione di 7,08 €/capo/giorno ed IOFC di 13,68 €/capo/giorno. Nel caso di Oppio_Castello_Mais il costo di razione per vacca in lattazione è maggiore, 7,25 €/capo/giorno e di conseguenza l'indice IOFC risulta essere 13,51 €/capo/giorno.

Figura 9: confronto fra i costi di alimentazione delle vacche in lattazione utilizzando materie prime autoprodotte (sorgo con fertilizzazione organica e sorgo fertilizzazione chimica) rispetto al mais acquistato a mercato. Nella figura viene riportato anche il confronto con *Income Over Cost Feeding (IOFC)*.



Azione 2.5. Studio sul consumatore finale per valutare la propensione all'acquisto e il gradimento del formaggio da agricoltura smart&green.

Oggetto del test è stato Parmigiano Reggiano (PR) ottenuto da latte di vacche con un diverso razionamento rispetto al convenzionale, cioè senza mais, con poca soia e alimentate con sorgo. I formaggi sono stati sottoposti al giudizio di più di cento consumatori che hanno espresso il loro gradimento sul prodotto finale e indicato il loro interesse in riferimento al formaggio da agricoltura smart & green. Il metodo adottato è stato quello per punteggio edonistico, che consiste nel chiedere ai consumatori di indicare quanto piace il prodotto su una scala edonistica a 9 punti (UNI ISO/WD 4121 – Analisi sensoriale – Linee guida per l'utilizzo di scale quantitative di risposta, 2001) per diversi aspetti (visivo, sapore, struttura, giudizio complessivo). Il consumer test è stato svolto in parte presso il laboratorio CRPA a norma UNI ISO 8589 (circa una ventina di consumatori) e in parte svolto a domicilio dai consumatori stessi e durante il convegno finale (circa 80 consumatori). Il test a domicilio ha utilizzato una modalità collaudata che prevedeva la predisposizione di un kit per il consumatore e di un [questionario on line](#) che guidava i partecipanti nelle diverse fasi del test, raccogliendo immediatamente i dati.

Il questionario così suddiviso:

1. Informazioni generali sugli intervistati;
2. Abitudini di consumo ed acquisto di Parmigiano Reggiano;
3. Sondaggio informato su “PARMIGIANO REGGIANO E ALIMENTAZIONE DELLE VACCHE DA LATTE”;
4. Consumer Test (assaggio);

con lo scopo di raccogliere l'interesse dei consumatori verso i temi di sostenibilità della produzione agricola, così come valutare la loro propensione di acquisto verso un PR ottenuto da latte prodotto con pratiche agricole virtuose per l'ambiente.

I risultati dei test sono stati elaborati per fornire il giudizio dei consumatori sul formaggio PR ottenuto dalle buone pratiche studiate nel Piano.

Risultati dello studio

1 - Informazioni generali

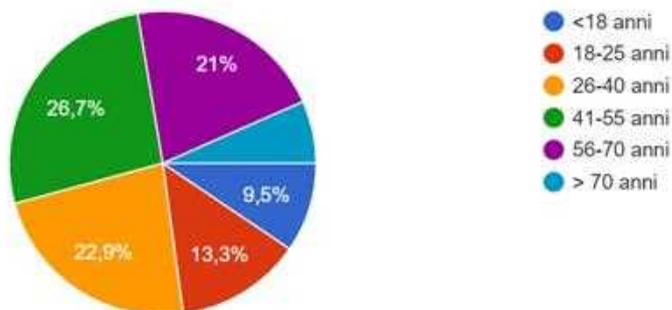
Il questionario è stato svolto da 104 consumatori di cui 23 presso il laboratorio sensoriale di CRPA, ambiente controllato e costruito secondo la norma UNI ISO 8589, i restanti a domicilio e durante il convegno finale svoltosi presso il Centro Colturale HABITAT a Soliera (MO).

Figura 10. Laboratorio sensoriale CRPA e momento di assaggio del consumer test su Parmigiano Reggiano Filiera 4.0



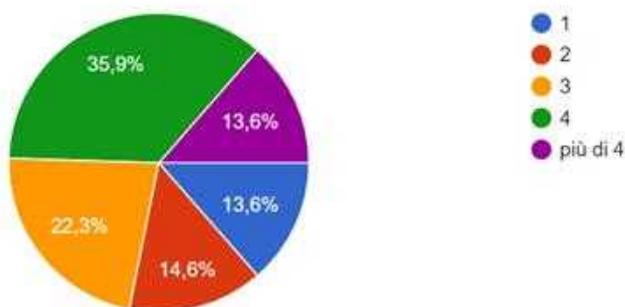
Sono stati intervistati consumatori di diverse età da meno di 18 anni a più di 70 anni. Permettendo così di avere una valutazione completa per fasce di età, si è andati da 6,7% degli over 70, fino alla classe più rappresentativa tra i 41-55 anni con il 26,7%. Il 58,7% dei partecipanti erano di sesso maschile.

Figura 11 – Distribuzione percentuale intervistati - fasce di età



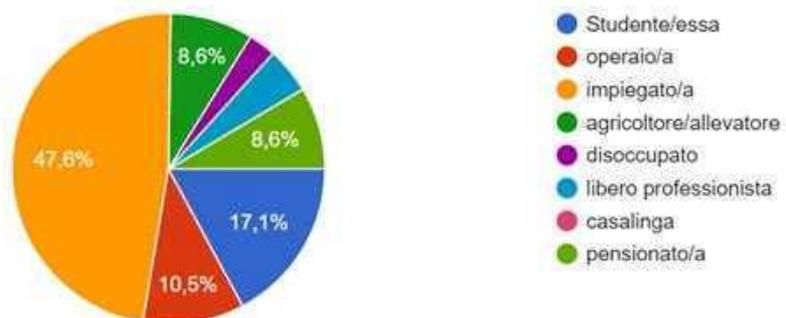
Anche per quanto riguarda il numero di componenti per famiglia, si è avuto un quadro completo, spaziando da 13,6% di unifamiliari o con più di 4 componenti, fino al 35,9% della tipologia più frequente con 4 componenti.

Figura 12 – Distribuzione percentuale intervistati - numero componenti della famiglia



Per quanto riguarda la tipologia di impiego degli intervistati il 47,6% sono impiegati, mentre 8,6% lavorano nella filiera come allevatori o agricoltori, il 10,5% come operaio, il 2,9% sono disoccupati e il 4,8% sono liberi professionisti, sono stati intervistati anche studenti (17,1%) e pensionati (8,6%).

Figura 13 – Distribuzione percentuale intervistati - tipologia di occupazione

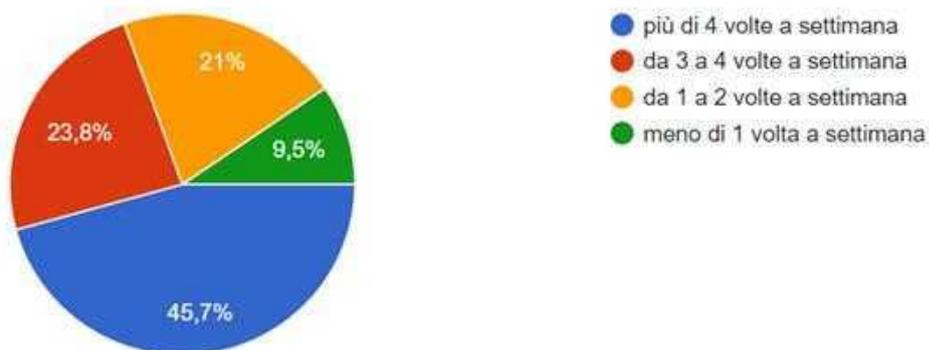


All'interno della filiera Parmigiano Reggiano l'84,8% degli intervistati si definisce solo consumatore, mentre il 13,3% agricoltore o allevatore e l'1,9% trasformatore caseario.

2 - Abitudini di consumo ed acquisto di Parmigiano Reggiano

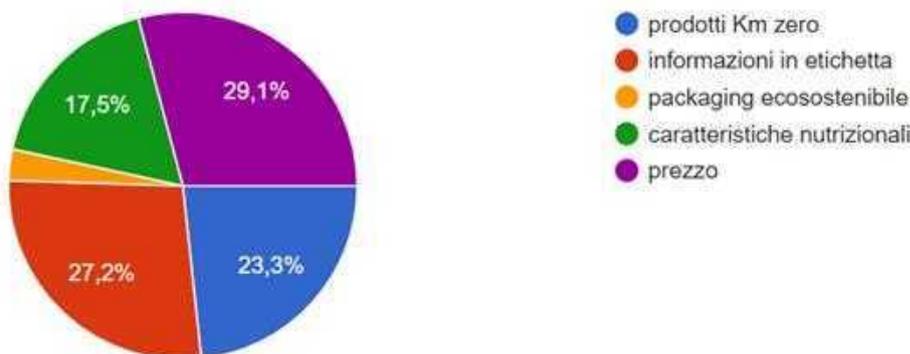
Gli intervistati sono consumatori abituali di Parmigiano Reggiano, infatti, solo il 9,5% lo consuma meno di una volta a settimana, mentre il 45,7% più di 4 volte a settimana.

Figura 14 – Distribuzione percentuale intervistati- consumo settimanale di Parmigiano Reggiano



I consumatori al momento dell'acquisto prestano particolare attenzione al prezzo (29,1%) e alle informazioni in etichetta (27,2%), a seguire se un prodotto è a km 0 (23,3%) e infine alle caratteristiche nutrizionali (17,5%). Solo il 2,9% fa la sua scelta valutando il packaging ecosostenibile.

Figura 15 – Distribuzione percentuale intervistati- aspetti di scelta per la spesa della famiglia



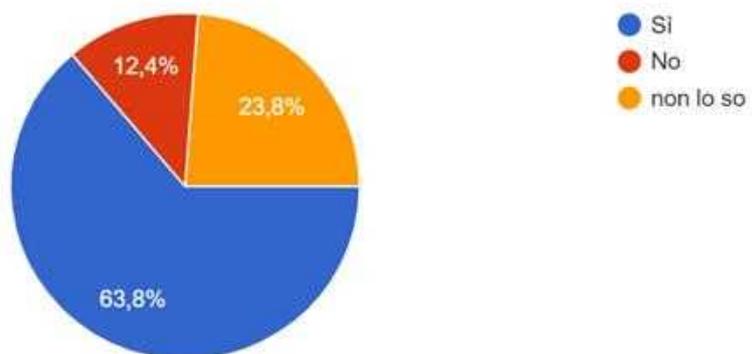
Inoltre, i partecipanti al test al momento del consumo di Parmigiano Reggiano prestano principalmente attenzione al sapore (87,6%) e alla struttura a grana (37,1%) secondariamente all'aspetto visivo (22,9%) e all'odore (21%).

3 - Sondaggio informato su "PARMIGIANO REGGIANO E ALIMENTAZIONE DELLE VACCHE DA LATTE"

Il 67% degli intervistati ritiene che la filiera del Parmigiano Reggiano rappresenti già oggi un modello di produzione sostenibile. Inoltre, l'80% ritiene molto importante sapere che la produzione del latte per Parmigiano Reggiano potrebbe avere un minor impatto ambientale se si applicassero tecniche innovative nella produzione delle materie prime. Infatti, l'88,6% sarebbe anche disposto ad acquistare Parmigiano Reggiano DOP ottenuto da latte di bovine alimentate con materie prime prodotte con tecniche agricole virtuose per l'ambiente. Alla domanda se sarebbero disposti a pagare un prezzo superiore per Parmigiano Reggiano DOP

ottenuto da latte di bovine alimentate con mangimi locali e a basso impatto ambientale, il 63,8% ha risposto convinto “Sì”, mentre un 23,8% è dubbioso e solo il 12,4% ha detto No.

Figura 16 – Distribuzione percentuale intervistati- Disponibilità a pagare di più PR Filiera4.0



4 - Consumer Test (assaggio)

Al termine del questionario, è stato fatto assaggiare un campione di Parmigiano Reggiano stagionato 24 mesi; quindi, con un profilo aromatico già sviluppato, ottenuto da latte di vacche alimentate con integrazione di sorgo. È stato chiesto di esprimere un voto da 1 a 9 (1=estremamente sgradito, 9=estremamente gradito) per l’aspetto visivo, il sapore, la consistenza e un giudizio complessivo.

Di seguito viene riportata la tabella con i giudizi di gradimento (media e moda) espressi dai consumatori per i diversi aspetti valutati.

Tabella -Giudizi di gradimento per Parmigiano Reggiano di 24 mesi (Filiera 4.0)

	Aspetto visivo	Sapore	Struttura/consistenza	Giudizio complessivo
media	7,7	7,7	7,3	7,7
moda	8	8	8	8

Come si può osservare la valutazione più frequente per tutti gli aspetti è stata 8 e la media è sempre 7,7 ad eccezione della struttura 7,3 che secondo alcuni risultava ancora non del tutto friabile, ma troppo “pastosa” perché leggermente grassa. Quest’ultimo aspetto non attribuibile all’alimentazione quanto al processo produttivo. All’ultima domanda se acquisterebbe il formaggio appena assaggiato il 94,2% ha risposto di “Sì”.

Conclusioni

Dallo studio condotto possiamo affermare che l’interesse verso filiere più sostenibili è costantemente molto alto, anche quando si parla di prodotti DOP, che da sempre risultano nella comune concezione, filiere che accomunano la tradizione alla sostenibilità. Inoltre, l’impegno di questi agricoltori ed allevatori che investono in questo obiettivo vede una gran parte dei consumatori pronti a supportarli nell’acquisto dei loro prodotti, e in una percentuale elevata (63,8 %), anche disposti a pagare di più rispetto al formaggio ottenuto da latte di bovine alimentate con mais e soia. Il Parmigiano Reggiano, ottenuto da agricoltura smart & green, in più, ha riscosso anche molto successo all’assaggio ottenendo giudizi pari a 8 in una scala da 1 a 9, ciò ha individuato che l’integrazione con sorgo non porta ad alterazioni nel profilo sensoriale che possano pregiudicare il consumo del formaggio, approvato dal 94,2% degli intervistati.

Firme del Responsabile scientifico