

**AVVISI PUBBLICI REGIONALI DI ATTUAZIONE PER L'ANNO 2015 DEL TIPO DI  
OPERAZIONE 16.1.01 "GRUPPI OPERATIVI DEL PEI PER LA PRODUTTIVITÀ E LA  
SOSTENIBILITÀ DELL'AGRICOLTURA"  
FOCUS AREA 2A, 4B, 4C, 5A E 5E  
DGR N. 2268 DEL 28 DICEMBRE 2015**

RELAZIONE TECNICA  INTERMEDIA  FINALE

**DOMANDA DI SOSTEGNO ...5015653...**

**DOMANDA DI PAGAMENTO ...5187828...**

**FOCUS AREA: 5C**

Titolo Piano	Bioeconomia a km 0 "Valorizzazione di sottoprodotti vegetali fibrosi come alimento zootecnico e a fini energetici"
Ragione sociale del proponente (soggetto mandatario)	Centro Ricerche Produzioni Animali S.p.A (CRPA)
Elenco partner del Gruppo Operativo	Università Cattolica del Sacro Cuore sede di Piacenza (UNICATT) Associazione Regionale Allevatori dell'Emilia-Romagna (ARAER) Società Agricola Ferrari Giuseppe & C. (Ferrari)

Durata originariamente prevista del progetto (in mesi)	24
Data inizio attività	01/12/2017
Data termine attività (incluse eventuali proroghe già concesse)	31/07/2020

Relazione relativa al periodo di attività dal	01/12/2017	al 31/07/2020
Data rilascio relazione	24/08/2020	

Autore della relazione	Maria Teresa Pacchioli per CRPA e Antonio Gallo per UNICATT		
telefono		email	m.t.pacchioli@crpa.it

## Sommario

<b>1 - DESCRIZIONE DELLO STATO DI AVANZAMENTO DEL PIANO</b>	<b>3</b>
<b>1.1 STATO DI AVANZAMENTO DELLE AZIONI PREVISTE NEL PIANO</b>	<b>3</b>
<b>2 - DESCRIZIONE PER SINGOLA AZIONE</b>	<b>3</b>
<b>2.1 ATTIVITÀ E RISULTATI</b>	<b>3</b>
<b>2.2 PERSONALE</b>	<b>4</b>
<b>2.3 TRASFERTE</b>	<b>4</b>
<b>2.4 MATERIALE CONSUMABILE</b>	<b>4</b>
<b>2.5 SPESE PER MATERIALE DUREVOLE E ATTREZZATURE</b>	<b>5</b>
<b>2.6 MATERIALI E LAVORAZIONI DIRETTAMENTE IMPUTABILI ALLA REALIZZAZIONE DEI PROTOTIPI</b>	<b>5</b>
<b>2.7 ATTIVITÀ DI FORMAZIONE</b>	<b>5</b>
<b>2.8 COLLABORAZIONI, CONSULENZE, ALTRI SERVIZI</b>	<b>6</b>
<b>3 - CRITICITÀ INCONTRATE DURANTE LA REALIZZAZIONE DELL'ATTIVITÀ</b>	<b>6</b>
<b>4 - ALTRE INFORMAZIONI</b>	<b>6</b>
<b>5 - CONSIDERAZIONI FINALI</b>	<b>7</b>
<b>6 - RELAZIONE TECNICA</b>	<b>7</b>

## 1 - Descrizione dello stato di avanzamento del Piano

Descrivere brevemente il quadro di insieme relativo alla realizzazione del piano. Richiamare eventuali richieste di modifiche inviate agli organi Regionali ed apportate al progetto.

Il Gruppo Operativo per l'Innovazione Bioeconomia a km 0 "Valorizzazione di sottoprodotti vegetali fibrosi come alimento zootecnico e a fini energetici" ha lavorato nell'ottica di sviluppo di una filiera agro-alimentare corta, integrata e sostenibile per il riutilizzo dei sottoprodotti e degli scarti di lavorazione all'interno dell'azienda agricola, per l'alimentazione dei bovini e per la produzione di biomasse utili all'impiego nei biodigestori. Il progetto a partire dal kick-off meeting è stato caratterizzato dalla fattiva collaborazione dei partner tecnici con l'azienda di produzione primaria beneficiaria. Ciò ha permesso il rispetto pieno della tabella di marcia dettagliata nella sezione 'indicatori di risultato' del Piano del Gruppo Operativo. Sotto la supervisione del responsabile scientifico dott. Antonio Gallo sono state concertate ed avviate tutte le azioni previste nel GOI Bioeconomia a km 0. L'azione di Coordinamento ha consentito di armonizzare le attività, definire i cronoprogrammi e le specifiche tecniche, nell'ambito della stessa azione è stata periodicamente valutata la congruità della spesa i tempi di svolgimento rispetto al budget. Con l'Azione 1 – Prove per la conservazione sono state testate le trincee con i sottoprodotti agroindustriali, la caratterizzazione nutrizionale delle produzioni ed il loro impatto economico comparativo rispetto ai foraggi usati tradizionalmente. L'Azione 2 – Valutazione dell'uso del prodotto conservato ha consentito di verificare in stalla l'impiego delle matrici 'innovative' anche con uno specifico test di appetibilità. L'Azione 3 – Studio della logistica e degli impatti ha consentito di valutare le potenzialità per gli impieghi alternativi dei sottoprodotti agroindustriali (energy) e valutarne il positivo contributo in termini di riduzione di gas climalteranti. L'attività di Coaching seguita da ARAER ha consentito di accrescere la consapevolezza e le competenze tecniche utili a meglio valutare le potenzialità del progetto ed in particolare dell'impiego dei sottoprodotti in stalla. Il pacchetto Divulgazione ha consentito di valorizzare e trasferire le attività del Gruppo Operativo che per interesse suscitato e risultati ottenuti si colloca tra quelli di maggiore successo coordinati da Centro Ricerche Produzioni Animali.

### 1.1 Stato di avanzamento delle azioni previste nel Piano

Indicare per ciascuna azione il mese di inizio dell'attività originariamente previsto nella proposta ed il mese effettivo di inizio, indicare analogamente il mese previsto ed effettivo di termine delle attività. Indicare il numero del mese, ad es.: 1, 2, ... considerando che il mese di inizio delle attività è il mese 1. Non indicare il mese di calendario.

Azione	Unità aziendale responsabile	Tipologia attività	Mese inizio attività previsto	Mese inizio attività effettivo	Mese termine attività previsto *	Mese termine attività effettivo
Cooperazione	CRPA S.p.A.	cooperazione	1	1	24	36
Azione 1	UNICATT	studi necessari alla realizzazione del piano	1	1	24	36
Azione 2	UNICATT	studi necessari alla realizzazione del piano	1	1	24	21
Azione 3	CRPA S.p.A.	studi necessari alla realizzazione del piano	4	4	24	27
Formazione	ARAER	Coaching	4	4	24	36
Divulgazione	CRPA S.p.A.	divulgazione	1	1	24	36

\* Calcolato dal 24/08/2017, data della delibera di approvazione.

## 2 - Descrizione per singola azione

Compilare una scheda per ciascuna azione

### 2.1 Attività e risultati

Azione	Esercizio della cooperazione
Unità aziendale responsabile	CRPA S.p.A. con la collaborazione di tutte le unità operative
Descrizione delle attività	<p><i>descrizione delle attività svolte per il raggiungimento degli obiettivi previsti dall'azione</i></p> <p>Il Gruppo Operativo (GO) Bioeconomia a km 0 si è costituito in forma di ATS come previsto da bando, con la partecipazione di tutti i partner, le attività sono ufficialmente partite con il Kick-off meeting del 23/11/2017 e la successiva visita presso l'azienda agricola Ferrari per la calendarizzazione delle attività tecniche da realizzare nell'ambito del progetto. Il ruolo di coordinatore come previsto è stato assunto da CRPA con il fattivo ausilio di tutto il partenariato e sotto la supervisione del responsabile scientifico dott. Antonio Gallo dell'Università Cattolica del Sacro Cuore. 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. I rappresentanti dei beneficiari hanno costituito il Comitato del Piano (CP) in occasione del primo incontro, il (CP) si è semestralmente svolto presso la sede di UNICATT comunque, in generale, con maggiore frequenza rispetto al pianificato presso l'azienda Ferrari dove si sono svolte la maggior parte degli eventi tecnici e divulgativi. In qualità di coordinatore CRPA, in occasione dei (CP) si è altresì impegnato a monitorare il corretto andamento delle operazioni e il rispetto dei vincoli di budget dei beneficiari del GO evidenziando il corretto svolgimento del crono-programma delle pianificate attività e la predisposizione della rendicontazione finale. Tali attività sono state svolte con incontri in presenza, con scambi di corrispondenza e nella parte finale del progetto, per l'emergenza Covid-19 si è provveduto a una riorganizzazione di molte attività con modalità "in remoto".</p> <p>Sono stati costantemente mantenuti i rapporti con gli uffici regionali competenti ed in particolare con i funzionari responsabili della Focus Area (sostituito per quiescenza durante lo svolgimento del progetto); gli stessi sono sempre stati informati delle attività pianificate e realizzate.</p> <p>Una consultazione per le brevi del CP ha portato alla decisione di richiedere una proroga temporale allo svolgimento del piano. Tale proroga è stata richiesta il 26 giugno 2019 (DOC-2019-1969/4/3/11-3.83) ed acquisita dalla Regione con PG/2019/575333 e comunicata la presa d'atto il 4 luglio 2019), il Piano stesso è rientrato nella decisione della DGR 184 del 09 marzo 2020 dato dalla RER in relazione alla emergenza Covid-19, secondo il quale la scadenza delle attività del piano risulta essere il 23 agosto 2020.</p> <p>Le attività di project management svolte da CRPA sono supportate dal proprio sistema di gestione della qualità (SGQ) conforme alla norma ISO 9001:2015 ed avente come scopo di certificazione: 'servizi di ricerca e sviluppo sperimentale, consulenza tecnica (assistenza tecnica), sviluppo di sistemi informativi e divulgazione scientifica nel settore agro-alimentare e agro-ambientale'. (Certificati IT10/0274.01 (CRPA S.p.A.) e IT10/0274.02. La partecipazione di partner quali UNICATT e ARAER da un lato ha convogliato interesse anche su ampia scala territoriale nazionale (dalla Sicilia alla Lombardia) e dell'altro lato per la componente agro-zootecnica regionale.</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 relative all'azione di coordinamento sono risultate congrue al cronoprogramma del GO, non sono emerse particolari criticità nello svolgimento dell'azione. La collaborazione tra i partner ha consentito una completa realizzazione degli obiettivi.</p>
Attività ancora da realizzare	<i>Solo per relazioni intermedie - descrivere sinteticamente le attività ancora da realizzare</i>

Azione	<b>1. Prove per la conservazione di biomasse in azienda</b>
Unità aziendale responsabile	Università Cattolica del Sacro Cuore con la collaborazione di tutte le unità operative
Descrizione delle attività	<p><i>descrizione delle attività svolte per il raggiungimento degli obiettivi previsti dall'azione</i></p> <p>Sono state svolte le due attività previste: sperimentale su minisili ed applicativa in trincea. Con i minisili (20 litri), sono state valutate le condizioni ottimali di insilamento dei sottoprodotti (medica con diversi trattamenti) sfalciati in azienda (ultimo sfalcio di medica/prato stabile). Sono stati analizzati come variabili di studio: zuccheri da usare come starter, sostanza secca e coformulanti. Sono pertanto state messe a punto di tecniche di conservazione ed uso di sottoprodotti; sono state effettuate le determinazioni del valore (nutritivo, energetico, biologico, sanitario ed economico) del materiale ottenuto. Il numero dei sili realizzati e le relative analisi, anche sulla base di esigenze di approfondimento dell'allevatore ed approfondimenti scientifici è stato più alto rispetto al previsto nel programma del Piano.</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 dell'azione 1 sono risultate congrue al cronoprogramma del GO, sono state realizzati sili e trincee secondo le specifiche tecniche del progetto così come le caratterizzazioni analitiche; non sono emerse particolari criticità nello svolgimento dell'azione. La collaborazione tra i partner ha consentito una completa realizzazione degli obiettivi oltre a specifici approfondimenti emersi nel corso di svolgimento del progetto.</p>
Attività ancora da realizzare	<i>Solo per relazioni intermedie - descrivere sinteticamente le attività ancora da realizzare</i>

Azione	<b>2. Valutazione dell'uso del prodotto conservato</b>
Unità aziendale responsabile	Università Cattolica del Sacro Cuore con la collaborazione di tutte le unità operative
Descrizione delle attività	<p><i>descrizione delle attività svolte per il raggiungimento degli obiettivi previsti dall'azione</i></p> <p>In accordo con quanto previsto dal progetto sono state svolte tutte le attività relative all'impiego delle matrici preparate nell'ambito dell'azione 1. Sono state analizzate le matrici fornendo indicazioni univoche al fine di renderle confrontabili per valore nutrizionale ed aspetti economici. Oltre al valore nutrizionale per l'uso zootecnico, per i prodotti ottenuti (minisilo e trincee) è stato misurato il valore come biomassa ad uso energetico; questa misura, determinata per mezzo del calcolo del Potenziale Biochimico di Metanazione</p>

	in laboratorio. Il test BMP condotto secondo la norma UNI EN ISO 11734/2004 ha consentito di misurare la massima quantità di metano prodotta (Nm <sup>3</sup> /kg di solido volatile o sostanza organica caricata) dai sottoprodotti insilati. E' stata infine condotta la prova di appetibilità sugli animali da rimonta presso l'azienda Ferrari.
Grado di raggiungimento degli obiettivi, scostamenti rispetto al piano di lavoro, criticità	<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>  Le attività relative all'azione 2 sono risultate congrue al cronoprogramma del GO, non sono emerse particolari criticità nello svolgimento dell'azione. La collaborazione tra i partner ha consentito una completa realizzazione degli obiettivi.
Attività ancora da realizzare	<i>Solo per relazioni intermedie - descrivere sinteticamente le attività ancora da realizzare</i>

Azione	<b>3. Studio della logistica e degli impatti</b>
Unità aziendale responsabile	CRPA S.p.A. con la collaborazione di tutte le unità operative
Descrizione delle attività	<i>descrizione delle attività svolte per il raggiungimento degli obiettivi previsti dall'azione</i>  Sono state svolte le indagini sulla logistica ed in particolare sulle disponibilità delle matrici di interesse foraggero/energetico in Regione, sono stati evidenziati aspetti d'interesse e criticità legate all'approvvigionamento ed al successivo impiego. Come previsto dal progetto è stata effettuata una approfondita indagine che ha consentito di calcolare l'impronta del carbonio del latte prodotto presso l'azienda Ferrari, indagine che ha evidenziato contenute emissioni di GHG nel processo di produzione primaria (dati paragonabili alle aziende più efficienti del Nord Europa). Sono state effettuate inoltre le impronte idriche ed energetiche dell'azienda anche inserendo nel computo il biodigestore in dotazione; anche in questo caso sono emersi risultati di indubbio interesse.
Grado di raggiungimento degli obiettivi, scostamenti rispetto al piano di lavoro, criticità	<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>  Le attività relative all'azione 3 sono risultate congrue al cronoprogramma del GO, non sono emerse particolari criticità nello svolgimento dell'azione. La collaborazione tra i partner ha consentito una completa realizzazione degli obiettivi.
Attività ancora da realizzare	<i>Solo per relazioni intermedie - descrivere sinteticamente le attività ancora da realizzare</i>

Azione	<b>Formazione</b>
Unità aziendale responsabile	Associazione Regionale Allevatori dell'Emilia Romagna - ARAER
Descrizione delle attività	<i>descrizione delle attività svolte per il raggiungimento degli obiettivi previsti dall'azione</i>  La proposta formativa svolta da Associazione Regionale Allevatori dell'Emilia Romagna - ARAER, ha consentito la formazione tramite coaching individuale dell'allevatore che gestisce in azienda l'alimentazione del ruminante. In un calendario di incontri distribuiti in 3 giornate (06/03/2019, 24/04/2019,

	<p>30/05/2019), sono state condivise le conoscenze relative a: valutazione dei sottoprodotti fibrosi ai fini della conservazione mediante insilamento; metodologie di insilamento innovative; parametri di valutazione della qualità igienico-sanitaria e valore nutritivo del prodotto insilato; impiego nel razionamento del ruminante; eventuale valorizzazione energetica, approfondimento delle categorie di animali a cui possono essere somministrati in relazione a divieti e/o disciplinari di produzione.</p> <p>L'utilizzo di slides di presentazione, come testo e grafica e sopralluoghi in azienda hanno permesso chiarezza e immediatezza di espressione e formazione. Il coaching ha consentito di accrescere la consapevolezza e le competenze tecniche utili a meglio valutare le potenzialità del progetto ed in particolare dell'impiego dei sottoprodotti in stalla.</p> <p>Il materiale didattico è consultabile e scaricabile utilizzando i link riportati nel file allegato alla proposta e nel rendiconto dell'Unità aziendale responsabile dell'azione.</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 relative all'azione di formazione sono risultate congrue al cronoprogramma del GO; sono state effettuate le ore di coaching previste, effettuati il questionario di gradimento e di apprendimento finale pienamente superato dal discente; non sono emerse particolari criticità nello svolgimento dell'azione. La collaborazione tra i partner ha consentito una completa realizzazione degli obiettivi.</p>
Attività ancora da realizzare	<i>Solo per relazioni intermedie - descrivere sinteticamente le attività ancora da realizzare</i>

Azione	Divulgazione
Unità aziendale responsabile	CRPA S.p.A. con la collaborazione di tutte le unità operative
Descrizione delle attività	<p><i>descrizione delle attività svolte per il raggiungimento degli obiettivi previsti dall'azione</i></p> <p>L'azione di divulgazione dei risultati ha avuto lo scopo di informare, sensibilizzare e promuovere un'agricoltura sostenibile sia attraverso azioni dirette, che azioni indirette.</p> <p>Nel corso della durata del piano di lavoro sono state eseguite le seguenti attività di divulgazione e trasferimento dei risultati:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ideazione e progettazione dell'immagine grafica coordinata per tutti gli strumenti di comunicazione;</li> <li>- Creazione un sito internet all'interno del dominio di Crpa: <a href="http://bioeconomiakm0.crpa.it">http://bioeconomiakm0.crpa.it</a>, attivo dal 25/10/2018. Il sito si compone di una home page con carosello e news in primo piano e diverse sezioni tra cui "chi siamo", "progetto", "blog", "documenti", "area stampa", "contatti". Nel corso del progetto il sito è stato implementato con tutte le iniziative realizzate e il materiale prodotto. Sono state attivate le statistiche di registrazione e gestione dei contatti e hanno evidenziato un accesso al sito da parte di n. 516 utenti, n. 778 sessioni aperte, con una media 2,45 pagine visualizzate durante ogni sessione, 75,8 % dei visitatori ha avuto accesso da desktop, 22,9 % da mobile, mentre il restante 1,3 % da tablet.</li> <li>- Progettazione e stampa di un roll up e di cartelline dedicate nel primo anno di attività per accompagnare gli eventi di progetto;</li> <li>- Realizzazione di un opuscolo finale con i risultati ottenuti alla fine del lavoro di ricerca;</li> <li>- Invio di un primo comunicato stampa a giornalisti, organi della</li> </ul>

comunicazione, il 11/01/2018 a n. 196 contatti, per rendere noto l'avvio del progetto di ricerca Bioeconomia km0 e dei suoi obiettivi;

- Invio del secondo comunicato stampa a conclusione del progetto, il 07/07/2020 a n. 10200 contatti, inserito all'interno della newsletter CRPA Informa n. 8, evidenziando i risultati positivi del Piano;

- Pubblicazione su rivista Informatore Zootecnico n. 18-2018 dell'articolo "Focus su sei progetti Crpa - Competitività e ambiente obiettivi della ricerca" a cura di Adelfo Magnavacchi (non fra quelli previsti);

- Pubblicazione articolo tecnico/divulgativo pubblicato su rivista Informatore Zootecnico n. 12/2019 all'interno del dossier "Alimentazione bovine da latte" dal titolo "I sottoprodotti agroindustriali nell'alimentazione animale" a cura di Antonio Gallo e Andrea Bellingeri - Dipartimento Diana, Facoltà di Scienze Agrarie, Alimentari e Ambientali Università Cattolica del Sacro Cuore, Aldo Dal Prà - Centro Ricerche Produzioni Animali - Crpa e Alberto Stanislao - Atzori Sezione di Scienze Zootecniche, Dipartimento di Agraria, Università degli Studi di Sassari;

- Pubblicazione articolo tecnico/divulgativo pubblicato su rivista L'Informatore Agrario dal titolo "Quota indigeribile di NDF: parametro innovativo" a cura di Antonio Gallo - Dipartimento Diana, Facoltà di Scienze Agrarie, Alimentari e Ambientali Università Cattolica del Sacro Cuore, Aldo Dal Prà - Centro Ricerche Produzioni Animali - Crpa, Alberto Palmonari - Università degli studi di Bologna;

- Organizzazione di una giornata tecnica per illustrare gli obiettivi del piano e i primi risultati presso Università Cattolica del Sacro Cuore di Piacenza, seguita da una visita guidata all'Azienda Agricola Ferrari, il 15/07/2019, alla presenza di 24 stakeholder. Di seguito le presentazioni:

- Obiettivi del Piano di Innovazione e i sottoprodotti agroindustriali: normativa e caratteristiche - Aldo dal Prà, CRPA,

- I sottoprodotti nell'alimentazione dei bovini da latte - Francesco Masoero, Università Cattolica,

- I primi risultati del progetto GOI Bioeconomia a km 0 - Antonio Gallo, Università Cattolica;

- Organizzazione e realizzazione del convegno finale dal titolo "Valorizzazione di sottoprodotti vegetali fibrosi come alimento zootecnico e a fini energetici", programmato per il 16 marzo 2020 e poi annullato per emergenza COVID19 e riprogrammato per il giorno 23 giugno 2020 in modalità webinar alla presenza di n. 32 stakeholder. Di seguito le presentazioni dei risultati:

In relazione alla produzione dei materiali divulgativi, sono stati realizzati: 1 roll up e cartelline dedicate da utilizzare in occasione di eventi.

- Organizzazione di un convegno finale dal titolo "Valorizzazione di sottoprodotti vegetali fibrosi come alimento zootecnico e a fini energetici", fissato inizialmente per il 16 marzo 2020 e poi in seguito annullato per emergenza COVID19, riprogrammato per il giorno 23 giugno 2020 in modalità webinar alla presenza di n. 32 stakeholder; di seguito le presentazioni dei risultati:

- Bioeconomia a km 0, l'idea progettuale - Francesco Masoero, Università Cattolica del Sacro Cuore,

- I risultati del progetto GOI Bioeconomia a km 0 - Miglioramento della conservabilità in trincea di foraggi e sottoprodotti umidi: i risultati di prove sperimentali con tecnica minisilos - Antonio Gallo, Università Cattolica del Sacro Cuore,

- Esperienze aziendali di gestione di foraggi e sottoprodotti umidi Paolo Faverzani, Allevatore e Presidente di ANGA Cremona,



	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sottoprodotti agroindustriali e loro impatto: un potenziale da sfruttare - Nicola Labartino, CRPA;</li> <li>- Presentazione, al termine del webinar del convegno del 23 giugno 2020, si è tenuta una visita tecnica virtuale;</li> <li>- realizzazione di un servizio televisivo, con riprese effettuate presso azienda Ferrari il 19 maggio 2020 e andato in onda all'interno della rubrica di Agricoltura A Cielo Aperto dell'emittente TRC il 31 maggio 2020 con relative repliche (<a href="http://bioeconomiakm0.crupa.it/nqcontent.cfm?a_id=20462&amp;tt=news">http://bioeconomiakm0.crupa.it/nqcontent.cfm?a_id=20462&amp;tt=news</a>);</li> <li>- diffusione del servizio TV anche sull'emittente Telelibertà di Piacenza il 6-7 giugno 2020;</li> <li>- produzione di un videodip di progetto con immagini del servizio televisivo, visionabile sul sito web.</li> <li>- Invito a convegno conclusivo via twitter;</li> </ul> <p>Risultati del gruppo operativo condivisi nel sito internet della rete PEI (<a href="http://www.eip-agri.eu">www.eip-agri.eu</a>)</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 relative all'azione di divulgazione sono risultate congrue al cronoprogramma del GO, non sono emerse particolari criticità nello svolgimento dell'azione. La collaborazione tra i partner ha consentito una completa realizzazione degli obiettivi.</p>
Attività ancora da realizzare	<i>Solo per relazioni intermedie - descrivere sinteticamente le attività ancora da realizzare</i>

## 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	Ore	Costo
CRPA		Impiegato amm.vo	Responsabile gestione amministrativa	129	5.232,83
CRPA		Impiegato amm.vo	Supporto gestione amministrativa	213	5.632,95
CRPA		Ricercatore	Gestione tecnico-amministrativa del GO	8	209,92
CRPA		Tecnico	Supporto alle attività di coordinamento e alle attività tecniche di campo	497	12.202,74
CRPA		Ricercatore responsabile di settore	Responsabile di progetto	194	8.629,42
CRPA		Ricercatore	Supporto coordinamento tecnico e reportistica e supervisione prove di campo	408	9.366,64
CRPA		Ricercatore	Supporto all'analisi dei dati e reportistica	80	1.971,76

CRPA	Ricercatore	Prove di campo e di laboratorio	484	12.847,42
CRPA	Impiegato amm.vo	Assistenza organizzativa divulgazione	70	1.463,70
CRPA	Impiegato amm.vo	Assistenza organizzativa divulgazione	40	888,96
CRPA	Ricercatore	Responsabile divulgazione	34	1.786,36
CRPA	Tecnico	Gestione sito web	33	842,91
CRPA	Ricercatore	Supporto tecnico attività divulgazione	116	2.354,88
ARAER	tecnico	Partecipazione all'attività di divulgazione	96	2.345,28
UNICATT	Ricercatore	Responsabile scientifico	611	15.348,32
UNICATT	Professore	Supervisione tecnica	139	8.195,44
UNICATT	Professore	Supervisione tecnica	221	7.984,73
UNICATT	Tecnico	Laboratorio e attività tecniche	150	6.211,50
UNICATT	Collaboratrice/Assegnista di ricerca	Laboratorio e attività tecniche	3.056	43.085,79
UNICATT	Collaboratrice	Laboratorio e attività tecniche	153	2.119,33
UNICATT	Collaboratore	Laboratorio e attività tecniche	155	2.141,23
FERRARI	Operaio	conduzione prove di campo	1.221	10.476,84
FERRARI	Operaio	conduzione prove di campo	654	6.888,15
FERRARI	Operaio	conduzione prove di campo	996	9.441,44
FERRARI	Operaio	conduzione prove di campo	1.001	9.607,87
<b>Totale:</b>				<b>187.276,41</b>

## 2.3 Trasferte

Cognome e nome	Partner	Descrizione	Costo
	CRPA	24.01.18 : Riunione di Progetto UNICATT PC	79,76
	CRPA	14.09.18 : Comitato del Piano c/o az. Ferrari	70,5

CRPA	14.02.19 : Incontro per la gestione del progetto e progettazioni future	18,9
CRPA	10.06.19 : Realizzazione trincea sulla base dei dati del progetto	65,72
CRPA	13.06.19 : Realizzazione trincea c/o Azienda Ferrari. San Giorgio Piacentino	87,2
CRPA	11.07.19 : Incontro tecnico UNICATT (PC) e azienda Ferrari San Giorgio Piacentino	76,27
CRPA	18.02.2020 : incontro gestione progetto con UCSC	21,7
UNICATT	01.03.2018 riunione Progetto – Piacenza, Reggio E	71,74
UNICATT	06.03.2018 prelievo materiale Piacenza, Reggio E	71,74
UNICATT	27.03.2018 visita az. Ferrari- Piacenza Viustino	13,02
UNICATT	02.04.2018 visita az. Ferrari – Piacenza Viustino	13,02
UNICATT	02.05.2018 visita az. Ferrari – Piacenza-Viustino	13,02
UNICATT	08.01.2019 prelievo e consegna campioni – Piacenza, Reggio E	67,40
UNICATT	13.03.2019 riunione Progetto- Piacenza, Reggio E.	67,40
UNICATT	02.05.2019 riunione Progetto-Piacenza, Reggio E	72,36
UNICATT	24.05.2019 incontro regione ER – Piacenza, Reggio E, Bologna	55,50
UNICATT	04.07.2019 organizzazione seminario Piacenza, Reggio E, Parma	82,66
UNICATT	11.07.2019 giornata dimostrativa Az. Ferrari; Piacenza Viustino	11,16
UNICATT	16.01.2020 prelievo e consegna, Piacenza, Reggio E. campioni	67,40
UNICATT	19.05.2020, 05.06.2020, 11.06.2020 intervista telemodena+raccolta dati az. Ferrari – Modena, Piacenza	39,06
UNICATT	02.07.2018 lettura campioni – Piacenza, Reggio E.	60,02
<b>Totale</b>		<b>1.125,55</b>

## 2.4 Materiale consumabile

Fornitore	Azione	Partner	Descrizione materiale	Costo
	Divulgazione	CRPA	250 cartelline plastificate a colori	158,00
	Divulgazione	CRPA	Roll-Up monofacciale con stampa su pvc f.to 85x200	70,00
	Divulgazione	CRPA	500 pieghevoli fascicoli a colori	450,00
<b>Totale:</b>				<b>678,00</b>



## 2.8 Collaborazioni, consulenze, altri servizi

### CONSULENZE - PERSONE FISICHE

Nominativo del consulente	Importo contratto	Attività realizzate / ruolo nel progetto	Costo
	2.050,00	Divulgazione- Incarico 0020 del 03/01/2018 - partecipazione attività comunicazione, stesura comunicati stampa, coordinamento e stesura articoli tecnico-divulgativi	€1.020,00 €510,00 €520,00
<b>Totale:</b>			<b>2.050,00</b>

### CONSULENZE - SOCIETÀ

Ragione sociale della società di consulenza	Referente	Importo contratto	Attività realizzate / ruolo nel progetto	Costo
		300,00	Cooperazione-Autentica firme in calce ad associazione temporanea di impresa	300,00
		850,00	Services televisivi a Cielo aperto doc-2020-0810	850,00
		154,21	Telelibertà - Canale 1 audiovisivi redazionale trasmissione 8 minuti pubblicazioni 06/03/2020	154,21
<b>Totale:</b>				<b>1.304,21</b>

## 3 - Criticità incontrate durante la realizzazione dell'attività

Lunghezza max 1 pagina

<b>Criticità tecnico-scientifiche</b>	
<b>Criticità gestionali</b> (ad es. difficoltà con i fornitori, nel reperimento delle risorse umane, ecc.)	La principale criticità gestionale, che ha comportato uno slittamento temporale nello svolgimento delle ultime attività di progetto, è legata all'emergenza sanitaria in atto da Covid-19 e regolamentata da decreti nazionali e regionali. Tale evento ha comportato sospensione e, ove possibile, ripensamento, riorganizzazione delle attività con modalità alternative alla presenza.
<b>Criticità finanziarie</b>	

## 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*

## 6 Relazione tecnica

*DA COMPILARE SOLO IN CASO DI RELAZIONE FINALE*

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

Il Gruppo Operativo per l'Innovazione Bioeconomia a km 0 ha lavorato nell'ottica di sviluppo di una filiera agro-alimentare corta, integrata e sostenibile per il riutilizzo dei sottoprodotti e degli scarti di lavorazione all'interno dell'azienda agricola, per l'alimentazione dei bovini e per la produzione di biomasse utili all'impiego nei biodigestori. Ammontano a circa 500.000 tonnellate gli scarti agricoli e agroindustriali vegetali prodotti ogni anno in Emilia-Romagna; si tratta dei residui della trasformazione del pomodoro da industria e della bietola da zucchero e degli scarti della produzione dei cereali e dei foraggi. Le loro caratteristiche compositive li rendono particolarmente interessanti per varie soluzioni di recupero: alimentazione animale, biomassa per produrre energia da digestione anaerobica e come fertilizzanti organici. Per contro, un loro uso giornaliero e costante è condizionato dalla loro disponibilità stagionale e dalla deperibilità.

Il progetto è nato dall'idea di CRPA spa di Reggio Emilia (capofila) e dei ricercatori dell'Università Cattolica del Sacro Cuore di Piacenza (partner); completano il gruppo di lavoro l'Associazione Regionale Allevatori dell'Emilia-Romagna e la Società Agricola Ferrari Giuseppe & C. di San Giorgio Piacentino, azienda tipica della provincia con 200 bovine in lattazione e impianto di biogas dal 250 kW, dove sono state svolte le attività e testate le innovazioni del progetto. La domanda a cui ha risposto Bioeconomia km 0 è stata: esiste un modo per valorizzare i sottoprodotti agroindustriali? Il Gruppo operativo ha indagato su differenti matrici suggerendo molte soluzioni anche in ottica di sviluppo sostenibile. Il progetto ha fornito risultati sulle qualità delle matrici, sulla fattibilità dei cantieri di lavoro, sugli aspetti economici e sugli impatti ambientali.

Le attività del Gruppo Operativo sono state apprezzate dall'azienda di produzione primaria partner che di fatto replicherà con approccio critico-comparativo le attività svolte (utilizzo dei sottoprodotti agroindustriali); la stessa azienda sulla base delle esperienze tecniche acquisite, le attività di coaching e le prove in stalla è oggi in grado di valutare in modo consapevole i prodotti da scegliere sul mercato e come impiegarli in stalla e per la produzione di energia.

Bioeconomia a km 0 è stato strutturato in 6 specifiche azioni: il coordinamento, la formazione e la divulgazione sono dettagliate su questo format. L'azione di Coordinamento ha consentito di armonizzare le attività, definire i cronoprogrammi e le specifiche tecniche, nell'ambito della stessa azione è stata periodicamente valutata la congruità della spesa i tempi di svolgimento rispetto al budget. L'attività di Coaching seguita da ARAER ha consentito di accrescere la consapevolezza e le competenze tecniche utili a meglio valutare le potenzialità del progetto ed in particolare dell'impiego dei sottoprodotti in stalla. Il pacchetto Divulgazione ha consentito di valorizzare e trasferire le attività del Gruppo Operativo che per interesse suscitato e risultati ottenuti si colloca tra quelli di maggiore successo coordinati da Centro Ricerche Produzioni Animali. Nell'ambito dell'Azione 1 - 'Prove per la conservazione' sono state testate le trincee con i sottoprodotti agroindustriali ed effettuate tutte le caratterizzazioni previste dal progetto. Con l'Azione 2 - 'Valutazione dell'uso del prodotto conservato' il progetto ha consentito di verificare ha consentito di verificare l'impiego in stalla delle matrici 'innovative' anche con uno specifico test di appetibilità. Queste due azioni sono relazionate con dettaglio nell'Allegato 1 a firma UNICATT responsabile delle azioni. L'Azione 2 di cui sopra è altresì completata dalla relazione (Allegato 2) a firma CRPA che completa le analisi previste con tutti i rilievi del potenziale metanigeno. Nello stesso allegato redatto da CRPA sono altresì presenti i risultati dell'Azione 3 - 'Studio della logistica e degli impatti', dove sono presentati i risultati di una accurata indagine sulla filiera regionale dei sottoprodotti con produzioni e disponibilità, sono inoltre descritti i risultati incoraggianti dell'impiego delle suddette matrici in azienda in termini di riduzione dell'impronta carbonica, idrica ed energia.

IL LEGALE RAPPRESENTANTE DEL SOGGETTO CAPOFILA

Centro Ricerche Produzioni Animali - CRPA SpA

Il Presidente

Ing. Giuseppe Veneri



UNIVERSITÀ  
CATTOLICA  
del Sacro Cuore

Dipartimento di Scienze Animali, della Nutrizione e degli Alimenti - DIANA

## AZIONE 1 – PROVE PER LA CONSERVAZIONE DI BIOMASSE IN AZIENDA

L'azione ha riguardato tre possibili condizioni riscontrabili in azienda ed in particolare ha avuto come obiettivo lo studio della fattibilità di conservazione per mezzo dell'acidificazione della massa di 3 tipologie di alimenti, così raggruppabili: colture proteiche, residui colturali e sottoprodotti fibrosi. Per valutare la qualità di questi prodotti, sono state condotte delle prove sperimentali di insilamento con tecnica minisilos. A queste, sono seguite realizzazioni di trincee in aziende e prove di palatabilità sugli animali. L'attività della prima parte del progetto Bioeconomia a km0 ha riguardato i residui colturali (erba medica) e le colture proteiche (soia). Nella seconda parte ci si è concentrati su sottoprodotti fibrosi (trebbie di birra). Di seguito i principali risultati ottenuti nell'ambito di questa azione.

### Prove di insilamento su residui colturali (erba medica)

#### Raccolta del prodotto in campo

La raccolta è stata effettuata con una falcia-trincia-caricatrice semovente John Deere (modello 7780 ProDrive, John Deere, Moline, Illinois, Stati Uniti) equipaggiata con una barra falciante (modello Capello Spartan 525, Capello, Cuneo, Italia), che ha consentito di effettuare le operazioni di raccolta in un unico passaggio con un cantiere di lavoro simile a quello utilizzato per la raccolta ed insilamento di cereali autunno-vernini. Il taglio è stato impostato su una lunghezza teorica di 12mm per ottenere un prodotto che vada dai 12 ai 14mm.

La raccolta ha riguardato il sesto taglio di erba medica (*Medicago sativa L.*) varietà Prosementi (Prosementi, San Vincenzo, BO, Italia), al secondo anno di età nello specifico ad inizio ottobre.

Come detto, si è voluto sperimentare anche l'insilato di soia ad un alto livello di umidità. Il metodo di raccolta e la lunghezza di taglio utilizzati sono stati i medesimi sopra descritti per l'erba medica.

La raccolta ha riguardato soia (*Glycine max*) di secondo raccolto, con precessione di orzo insilato. La varietà insilata è stata Eiko (Sipcam, Rho, MI, Italia).

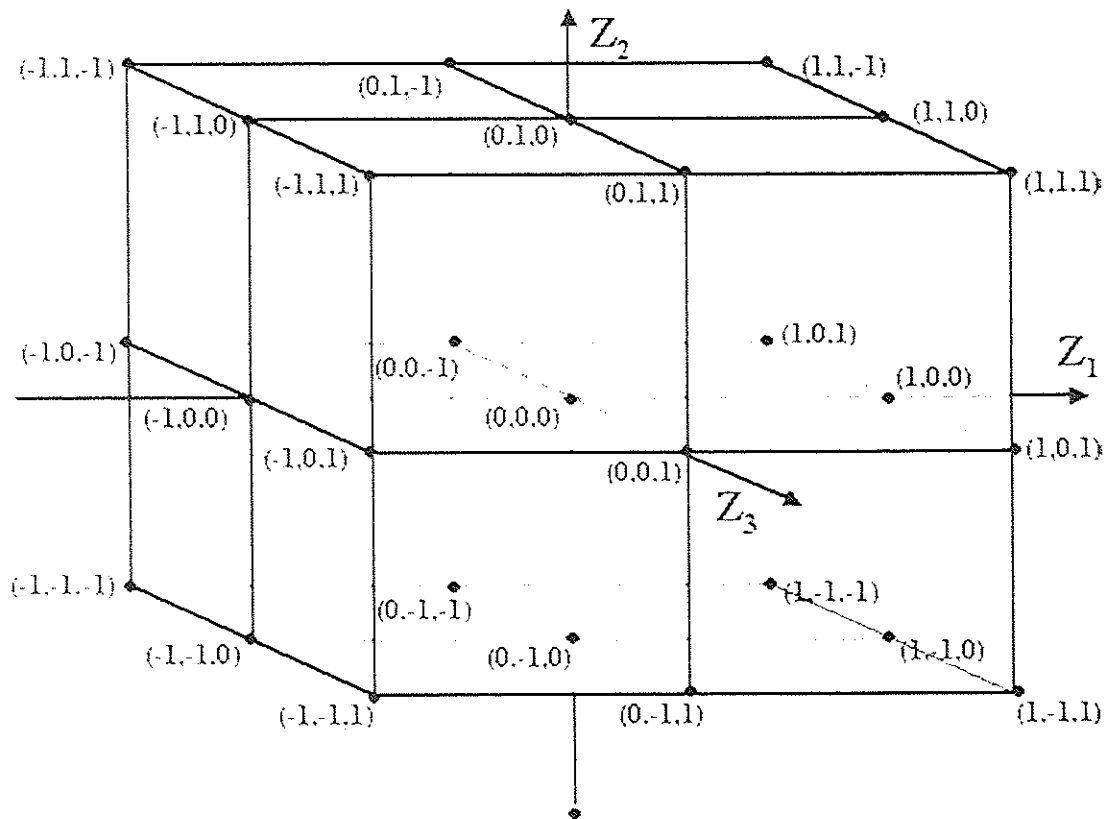
### Preparazione dei minisilos sperimentali

Il primo passaggio della preparazione dei minisilos è stato quello di avvalersi del disegno sperimentale per definire le quantità dei vari componenti del prodotto addizionato. Il disegno sperimentale scelto è stato il CCD, un disegno sperimentale che permette di studiare in modo concomitante l'effetto di più fattori oggetti di studio (i.e., quantità di saccarosio, livello di umidità della massa insilata, rapporto polpe di bietola/farinaccio di frumento del ingrediente da aggiungere alla massa verde). In particolare, l'impiego di questo disegno sperimentale permette di verificare sia l'effetto lineare che l'effetto quadratico dei singoli fattori oggetti dello studio, nonché l'interazione di primo ordine di tali fattori.

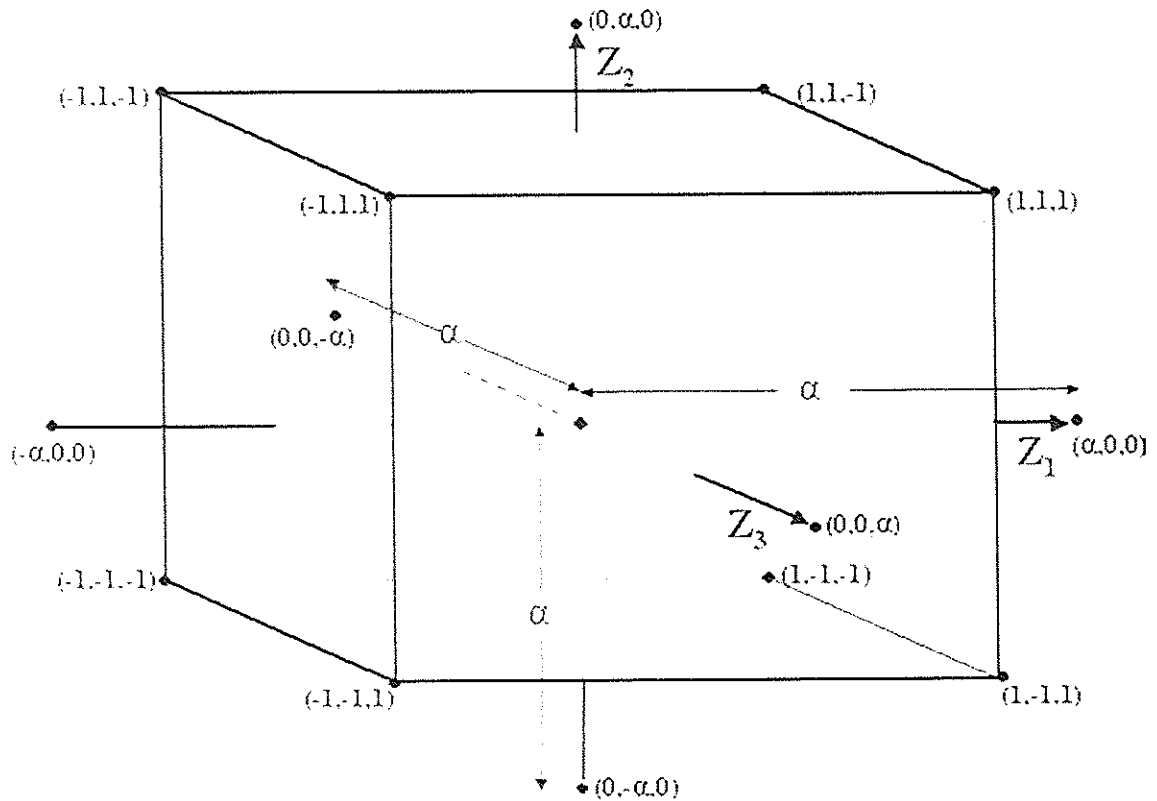
Il CCD rappresenta un disegno sperimentale applicato per ridurre considerevolmente il numero di trattamenti richiesti rispetto a quanto necessario per un arrangiamento fattoriale completo nel caso di un fattoriale  $3 \times 3 \times 3$ . Nel caso in questione, per esempio, dovendo testare l'efficacia di tre fattori a 3 livelli, quali l'umidità finale della massa insilata, il livello di zucchero ed il livello di mix di farina e polpe da aggiungere (da cui in avanti Far\_Polp), sarebbe di 27 trattamenti. Mediante l'utilizzo di suddetto disegno sperimentale invece, è possibile ridurre il numero di trattamenti a 18 (per Medica 18 a 5 giorni + 18 a 30 giorni = 36. Per Soia 18 a 30 giorni). Nella tabella xxx vengono presentati il layout dei trattamenti utilizzati ed i livelli codificati per ottenere gli esatti valori di ogni fattore da testare nel disegno sperimentale.

Inoltre grazie a questo tipo di disegno riusciamo ad analizzare la risposta dei singoli parametri in uno spazio fattoriale maggiore rispetto a quello assicurato da altri disegni fattoriali completi (FFD).





Rappresentazione grafica di un arrangiamento fattoriale completo (FFD) per lo studio di 3 fattori ( $Z_1$ ,  $Z_2$  e  $Z_3$ ) a 3 livelli (-1, 0 e 1).



Rappresentazione grafica di un Central Composite Design (CCD) per lo studio di 3 fattori (Z1, Z2 e Z3) a 5 livelli (- $\alpha$ , -1, 0, 1 e  $\alpha$ ).

Trattamento	Codici dei valori testati			Concentrazioni finali		
	Concentrazione	Tempo di	Pesata del	Concentrazione	Tempo di	Pesata del
	Enzima	Incubazione	Campione	Enzima	Incubazione	Campione
1	1	1	1	0,69	26	750
2	1	-1	-1	0,69	10	250
3	-1	1	-1	0,19	26	250
4	-1	-1	1	0,19	10	750
5 punto centrale	0	0	0	0,44	18	500
6 punto centrale	0	0	0	0,44	18	500
7	1	1	-1	0,69	26	250
8	1	-1	1	0,69	10	750
9	-1	1	1	0,19	26	750
10	-1	-1	-1	0,19	10	250
11 punto centrale	0	0	0	0,44	18	500
12 punto centrale	0	0	0	0,44	18	500
13	-1,4142	0	0	0,08	18	500
14	1,4142	0	0	0,80	18	500
15	0	-1,4142	0	0,44	6	500
16	0	1,4142	0	0,44	30	500
17	0	0	-1,4142	0,44	18	146
18	0	0	1,4142	0,44	18	854

*Tabella 6.17 – Codifica dei livelli studiati per i 3 fattori nel Central Composite design (CCD) con 4 repliche del punto*

I prodotti che abbiamo deciso di aggiungere sono: zucchero, polpe essiccate di bietola in pellets e farinaccio di frumento. Il primo è stato aggiunto per aumentare la quota di zucchero prontamente disponibile per i batteri lattici, elemento di cui gli insilati di leguminose sono poveri, in modo da abbassare il pH della massa nel più breve tempo possibile. Le polpe ed il farinaccio sono stati aggiunti per assorbire i liquidi effluenti dell'insilato verde ed alzare la sostanza secca del prodotto insilato.

Come detto, la prova è stata svolta utilizzando dei minisilos in PVC da 5 l. È stato scelto questo metodo per svolgere la prova grazie alla duttilità dei minisilos ed alla possibilità di fare parecchi replicati con una quantità di prodotto ragionevole. Inoltre anche la qualità dell'insilato è la più simile alle condizioni reali dal momento che il minisilos non ha una chiusura ermetica e non è sottovuoto. La quantità di prodotto da inserire in ognuno è stata fissata a circa 3,0 kg per avere una densità della massa finale che si avvicina alle reali condizioni misurate in trincea.

Una volta ottenuti, tramite il disegno descritto, i vari livelli di inclusione di ogni prodotto si è proceduto a preparare dei sacchetti, uno per ogni minisilos, contenenti la mistura dei prodotti da aggiungere all'insilato. Dopo aver pesato il prodotto insilato verde, veniva aggiunto il contenuto del sacchetto corrispondente e miscelato assieme al prodotto. L'insilato addizionato veniva poi messo nel minisilos e debitamente pressato. Come ultimo passaggio i minisilos sono stati sigillati con il coperchio. Sono stati poi aperti a 5 giorni e 30 giorni dall'insilamento i minisilos che contenevano l'insilato di erba medica, mentre a 30 giorni dall'insilamento quelli di soia, dato che la disponibilità del prodotto era scarsa e non è stato possibile svolgere la prova in doppio.

## Risultati ottenuti

Tutte le matrici in prova sono state processate con kit ELISA commerciali (aflatossine e micotossine Astori® Tecnica), per le principali micotossine 'normate', tutti gli 82 campioni sono risultati negativi e comunque sotto il limite di rilevabilità dello specifico contaminante.

### Qualità chimico-fermentativa dell'insilato di medica dopo 5 giorni di insilamento.

Valori delle condizioni testate			Categorie										
Zucchero	Sostanza Secca	Far_Polp	SS finale	Ac. Acetico	Ac. Lattico	Etanolo	N-NH <sub>3</sub>	pH	P.T. pH4	P.T. pH3	Amido	PG	PG sol
0.2	29,5	50	26.0	4.28	1.66	0.44	4.3	4.7	9.5	16.8	4.3	19.9	50.8

3.4644	24.7573	14.644	22.1	5.57	1.98	0.59	3.1	4.5	7.0	16.3	1.5	19.6	52.7
3.4644	24.7573	85.356	23.2	5.55	1.92	0.54	3.4	4.5	7.4	17.2	6.0	20.1	55.4
3.4644	33.2427	14.644	27.2	4.19	1.61	0.54	3.2	4.6	8.2	17.0	3.2	17.3	46.7
3.4644	33.2427	85.356	31.2	3.95	1.46	0.44	2.7	4.6	9.3	18.5	12.8	18.9	55.8
7	24	50	24.0	3.75	1.89	0.84	3.1	4.5	6.9	16.7	6.1	17.9	50.3
7	29.5	0	30.3	3.50	1.52	0.36	3.0	4.6	7.2	14.9	3.5	14.7	39.5
7	29.5	50	28.5	3.52	1.42	0.56	2.8	4.6	8.1	15.9	8.6	17.6	49.7
7	29.5	100	27.5	4.21	1.63	0.42	2.5	4.7	8.8	16.5	10.4	18.9	55.4
7	35	50	28.6	3.57	1.57	0.46	2.8	4.6	8.3	16.4	7.5	18.1	49.0
10.5356	24.7573	14.644	26.5	3.81	1.58	0.45	3.1	4.6	7.5	15.4	6.1	15.5	44.1
10.5356	24.7573	85.356	26.0	3.93	1.61	0.74	2.6	4.6	7.2	14.3	16.8	17.0	54.3
10.5356	33.2427	14.644	34.5	2.09	1.01	0.25	2.5	4.7	8.3	14.5	7.0	13.5	45.1
10.5356	33.2427	85.356	32.0	2.81	1.28	0.44	2.6	4.6	9.6	17.0	9.1	16.8	55.1
13.8	29.5	50	30.7	2.74	1.31	0.62	2.6	4.7	8.0	14.2	9.7	15.2	50.1
	Errore standard		1.68	0.012	0.194	0.213	0.058	0.001	0.136	0.414	2.13	0.25	3.55
	P <		<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05

Il valore più basso di sostanza secca finale che è stato rilevato nell'insilato di erba medica aperto dopo 5 giorni è stato del trattamento 2 con il valore di 22.1, mentre quello più alto è stato quello del trattamento 13 con il valore di 34.5. Essendo questo un fattore di studio e impostato a priori nel disegno sperimentale CCD, la differenza riscontrata fra valore osservato e predetto è da ricondurre ai valori di sostanza secca della medica di partenza che sono risultati all'analisi di laboratorio più bassi rispetto all'atteso.

Il valore più basso di acido acetico è stato rilevato nel trattamento 13 con 2.09, quello più alto è stato quello del trattamento 2 con 5.57. Per quanto riguarda l'acido lattico, il trattamento con il contenuto più basso è stato il 13, con il valore di 1.01, quello con il contenuto più alto il trattamento 2 con 1.98. Il contenuto di acido butirrico non è stato riportato in tabella in quanto non è stato rilevato in nessun trattamento. Il quantitativo di etanolo più basso è stato osservato nel trattamento 13, con il valore di 0.25, quello più alto nel trattamento 6 con il valore di 0.84.

L'azoto ammoniacale è stato rilevato in misura minore nei trattamenti 9 e 1 con il valore di 2.5, mentre in misura maggiore nel trattamento 1 con il valore di 4.3.

Il pH più alto appartiene ai trattamenti 1, 9, 13 e 15 con il valore di 4.7, mentre quello più basso ai trattamenti 2, 3 e 6 con il valore di 4.5. Per quanto riguarda il potere tampone a pH4 il valore minore è stato osservato nel trattamento 6 con 6.9, mentre il maggiore nel trattamento 14 con 9.6. Per il potere tampone a pH3, invece, il valore minore appartiene al trattamento 15 con 14.2, mentre quello maggiore al trattamento 5 con 18.5.

Il contenuto di amido più basso è stato rilevato è stato quello del trattamento 2 con 1.5, mentre quello più alto è stato quello del trattamento 12 con 16.8.

Per la proteina grezza è stato osservato il valore più basso nel trattamento 13 con 13.5, mentre il più alto nel trattamento 3 con 20.1. La proteina solubile ha come valore più basso quello di 39.5 del trattamento 7, mentre quello più alto è di 55.8 del trattamento 5.

Valori delle condizioni testate									
Zucchero	Sostanza Secca	Far_Polp	Ceneri	NDF	NDFd	iNDF	RUP	Flieg	Vanbelle
0.2	29.5	50	9,6	41,3	63,3	14,1	35,9	88,0	95,2
3.4644	24.7573	14.644	10,3	38,7	55,6	13,5	38,7	90,0	96,0
3.4644	24.7573	85.356	9,7	39,0	54,8	13,9	34,0	90,0	96,0
3.4644	33.2427	14.644	10,0	41,8	68,1	12,4	41,2	88,0	95,2
3.4644	33.2427	85.356	7,8	34,2	54,1	12,0	30,8	90,0	96,0
7	24	50	8,4	32,7	59,8	11,3	30,0	82,0	92,8
7	29.5	0	8,5	38,0	72,0	9,1	40,1	86,0	94,4
7	29.5	50	8,2	35,3	60,9	11,8	36,9	87,5	95,0
7	29.5	100	7,8	33,1	59,3	12,2	34,8	88,0	95,2
7	35	50	8,0	36,9	65,3	11,6	34,0	86,0	94,4
10.5356	24.7573	14.644	7,7	32,7	63,1	10,6	39,8	86,0	94,4
10.5356	24.7573	85.356	7,7	30,4	57,6	11,1	33,4	88,0	95,2
10.5356	33.2427	14.644	7,9	34,6	78,4	8,5	44,6	84,0	93,6
10.5356	33.2427	85.356	6,9	30,5	56,1	12,0	33,3	84,0	93,6
13,8	29.5	50	7,3	33,2	69,4	9,6	38,2	84,0	93,6
Errore standard			0.04	0.886	5.63	0.60	1.71	3.18	0.51
P < 0.05			<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05

Dopo 5 giorni di insilamento il valore più basso di ceneri osservato nell'insilato di medica è stato di 6.9 del trattamento 14, mentre quello più alto è stato di 10.3 del trattamento 2.

Per quanto riguarda l'NDF il trattamento che ha fatto registrare il valore più basso è stato il 12 con 30.4, mentre quello con il valore più alto è stato di 41.8 del trattamento 4. L'NDFd più bassa è stata quella del trattamento 5 con 54.1, mentre quella più alta è stata quella del trattamento 15 con 69.4. L'iNDF più bassa, invece, è stata rilevata nel trattamento 13 con 8.5, mentre quella più alta è stata rilevata nel trattamento 1 con 14.1.

Il valore di RUP più basso è stato rilevato nel trattamento 6 con un valore di 30.0, quello più alto è stato rilevato nel trattamento 13 con un valore di 44.6.

Il contenuto di zucchero più basso è stato rilevato nel trattamento 1 con un valore di 0.0, mentre quello più alto è stato rilevato nel trattamento 2 con 84.7.

Il punteggio Flieg più basso appartiene al trattamento 6 con un valore di 82.0, quello più alto, invece, appartiene ai trattamenti 2, 3 e 5 con un valore di 90.0. Il punteggio Vanbelle più basso è stato ottenuto dal trattamento 6 con un valore di 92.8, mentre quello più alto è stato ottenuto dai trattamenti 2, 3 e 5 con 96.0.

#### Qualità chimico-fermentativa dell'insilato di medica dopo 30 giorni di insilamento.

Valori delle condizioni  
testate

Categorie

Zucchero	Sostanza Secca	Far_Polp	SS finale	Ac. Acetico	Ac. Lattico	Etanolo	N-NH <sub>3</sub>	pH	P.T. pH4	P.T. pH3	Amido	PG	PG sol
0.2	29.5	50	23,8	10,50	2,48	0,56	5,3	4,2	2,8	27,2	3,4	21,1	62,2
3.4644	24.7573	14.644	22,3	9,52	2,66	1,02	5,6	4,1	2,0	24,1	0,3	19,8	55,7
3.4644	24.7573	85.356	22,6	10,19	3,02	1,44	4,5	4,1	2,0	27,0	3,1	21,1	62,3
3.4644	33.2427	14.644	31,0	7,04	1,92	0,68	3,6	4,1	2,8	23,0	1,7	16,0	55,0
3.4644	33.2427	85.356	27,7	9,31	2,32	1,69	4,2	4,1	3,0	26,8	8,3	20,1	61,4
7	24	50	22,4	8,22	3,26	4,98	4,4	4,1	2,1	23,1	2,5	18,7	60,6
7	29.5	0	27,0	7,32	2,53	2,03	3,6	4,2	3,0	18,0	1,8	16,2	53,8
7	29.5	50	27,5	7,75	2,36	1,24	4,2	4,1	3,0	24,9	6,2	17,9	57,8
7	29.5	100	26,0	6,27	2,78	4,49	4,3	4,1	2,8	24,8	7,7	19,0	63,0
7	35	50	31,1	4,14	2,08	1,60	3,9	4,2	3,1	24,9	6,7	16,7	56,2
10.5356	24.7573	14.644	23,4	6,89	2,45	0,99	4,5	4,1	2,8	20,9	4,2	16,5	57,0
10.5356	24.7573	85.356	25,1	9,01	2,64	1,28	4,1	4,1	2,5	24,3	16,0	17,9	62,5
10.5356	33.2427	14.644	30,5	7,02	2,00	1,22	3,7	4,1	2,3	23,7	5,7	15,3	54,1
10.5356	33.2427	85.356	30,7	6,51	2,03	1,64	3,7	4,1	2,8	24,0	9,8	19,1	63,5
13.8	29.5	50	30,0	7,04	2,01	2,17	4,2	4,1	2,4	24,0	11,7	15,6	60,0
	Errore standard		0.576	0.014	0.867	0.876	0.069	0.001	0.035	1.12	1.71	0.235	2.54
	P <		<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05

Dopo 30 giorni di insilamento il contenuto di sostanza secca finale più basso che è stato osservato nell'insilato di medica è stato quello del trattamento 2 con il valore di 22.3, quello più alto è stato quello del trattamento 10 con 31.1.

Il contenuto di acido acetico più basso è stato rilevato nel trattamento 9 con un valore di 6.27, mentre il più alto è stato quello del trattamento 1 con un valore di 10.5. Il trattamento con il valore di acido lattico più basso è stato il numero 4 con 1.92, quello con il valore più alto il numero 6 con 3.26. Il valore più basso di etanolo è stato osservato nel trattamento 1 con 0.56, mentre quello più alto nel trattamento 9 con 4.49.

L'azoto ammoniacale più basso è stato rilevato nei trattamenti 4 e 7 con 3.6 mentre quello più alto è stato rilevato nel trattamento 2 con 5.6.

Per quanto riguarda il pH, il valore più basso è stato 4.1, rilevato nei trattamenti 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 11, 12, 13, 14, 15. Il valore più alto è stato 4.2 dei trattamenti 1, 7, 10. Il potere tampone a pH4 più basso è stato osservato nei trattamenti 2 e 3 con il valore di 2.0, mentre quello più alto è stato osservato nel campione 10 con il valore di 3.1. Per il potere tampone a pH3 il trattamento con il valore più basso osservato è stato il 7 con 18.0, mentre quello con il valore più alto osservato è stato l'1 con 27.2. L'amido più alto è stato osservato nel trattamento 2 con 0.3, mentre quello più alto è stato osservato nel trattamento 12 con un valore di 16.0.

La proteina grezza più bassa è stata osservata nel trattamento 13 con 15.3, mentre quella più alta è stata osservata nei trattamenti 1 e 3 con il valore di 21.1. Per la proteina solubile, invece, il valore più basso è stato di 53.8 del trattamento 7, quello più alto è stato di 63.5 del trattamento 14.

Valori delle condizioni testate									
Zucchero	Sostanza Secca	Far_Polp	Ceneri	NDF	NDFd	iNDF	RUP	Flieg	Vanbelle
0.2	29.5	50	10.3	41.5	60.4	14.6	33.2	96.0	95.4
3.4644	24.7573	14.644	10.9	38.9	57.9	14.6	36.5	95.0	95.0
3.4644	24.7573	85.356	9.9	38.9	51.7	13.8	30.5	94.0	97.6
3.4644	33.2427	14.644	9.8	38.8	68.1	10.4	40.3	95.0	98.0
3.4644	33.2427	85.356	9.3	34.7	44.5	14.5	29.6	96.0	98.4
7	24	50	9.3	35.5	56.6	13.2	35.3	88.0	95.2
7	29.5	0	9.5	37.5	68.0	9.7	40.5	90.0	96.0
7	29.5	50	8.8	36.2	59.2	12.7	36.1	93.3	97.3
7	29.5	100	8.1	37.4	52.0	14.0	30.4	86.0	94.4
7	35	50	8.1	37.8	67.9	10.5	36.5	82.0	92.8
10.5356	24.7573	14.644	8.1	29.9	57.3	10.7	35.0	90.0	96.0
10.5356	24.7573	85.356	8.3	32.1	56.3	11.8	32.6	94.0	97.6
10.5356	33.2427	14.644	8.4	34.8	69.6	10.7	41.5	95.0	98.0
10.5356	33.2427	85.356	7.2	32.3	56.6	11.0	26.2	94.0	97.6
13.8	29.5	50	7.5	32.6	66.6	9.8	34.9	95.0	98.0
	Errore standard		0.053	1.12	11.7	0.84	1.05	8.07	1.87
	P <		<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05

Dopo 30 giorni di insilamento le ceneri più basse nell'insilato di erba medica sono state osservate nel trattamento 14 con il valore di 7.2, mentre quelle più alte sono state osservate nel trattamento 2 con 10.9.

L'NDF più bassa è stata di 29.9 del trattamento 11, mentre quella più alta è stata di 41.5 del trattamento 1. Per l'NDFd il valore più basso rilevato è stato 51.7 del trattamento 3, mentre quello più alto è stato 69.9 del trattamento 13. L'iNDF più bassa è stata quella del trattamento 7 con 9.7, mentre quella più alta è stata quella dei trattamenti 1 e 2 con 14.6.

Per quanti riguarda la RUP il valore più basso è stato 26.2 del trattamento 14, mentre il più alto è stato 41.5 del trattamento 13.

Il contenuto di zucchero più basso che è stato osservato è stato quello del trattamento 1 con 0.0, mentre quello più alto è stato quello del trattamento 11 con 89.1.

Il punteggio Flieg minore è stato ottenuto dal trattamento 10 con il valor di 82.0, mentre il maggiore è stato ottenuto dai trattamenti 1 e 5 con il valore di 96.0. Il punteggio Vanbelle minore è stato ottenuto dal trattamento 10 con 92.8, quello maggiore è stato ottenuto dal trattamento 5 con 98.4.

Materiale analizzato		Categorie								
Campione	Tipo	SS	Ac.	Ac.	Ac.	Etanolo	pH	P.T.	P.T.	Amido
			Acetico	Lattico	Butirrico			pH4	pH3	
Medica	Insilato	16.8	5.17	5.7	0.0	1.2	4.9	16.5	18.9	0.0

Medica	Fresco	18.4									
Materiale analizzato		Categorie									
Campione	Tipo	PG	PG sol	Ceneri	NDF	NDFd	iNDF	RUP	Zucchero	Flieg	Vanbelle
Medica	Insilato	23.0	59.2	12.1	43.3	51.1	18.6	32.85	0	65.0	72.0
Medica	Fresco	20.7	42.9	10.1	47.9	58.1	20.1	44.78			

Riguardo il campione di medica trinciata e non insilata, i valori di sostanza secca sono risultati più bassi rispetto all'atteso (circa 20% ss), mentre le caratteristiche nutrizionali sono in linea con quanto atteso per la specifica tipologia foraggera. Al fine di valutare il miglioramento nei parametri nutrizionali e fermentativi dovuti alla aggiunta di saccarosio e mangime secco fibroso si è provveduto ad insilare anche la medica trinciata. Dalle analisi effettuate si evince una scarsa qualità fermentativa del prodotto insilato, come si evince dal alto pH della massa insilata ed il basso valore degli indici di valutazione Flieg e Vanbelle.

Tabella codici CCD + valori reali dei fattori (es: saccarosio 0.2% fino a 13.8%)

Trattamento	Codici dei valori testati			Concentrazioni finali		
	Concentrazione	Tempo di	Pesata del	Concentrazione	Tempo di	Pesata del
	Enzima	Incubazione	Campione	Enzima	Incubazione	Campione
1	1	1	1	0.69	26	750
2	1	-1	-1	0.69	10	250
3	-1	1	-1	0.19	26	250
4	-1	-1	1	0.19	10	750
5 punto centrale	0	0	0	0.44	18	500
6 punto centrale	0	0	0	0.44	18	500
7	1	1	-1	0.69	26	250
8	1	-1	1	0.69	10	750
9	-1	1	1	0.19	26	750
10	-1	-1	-1	0.19	10	250
11 punto centrale	0	0	0	0.44	18	500
12 punto centrale	0	0	0	0.44	18	500
13	-1.4142	0	0	0.08	18	500
14	1.4142	0	0	0.80	18	500
15	0	-1.4142	0	0.44	6	500
16	0	1.4142	0	0.44	30	500
17	0	0	-1.4142	0.44	18	146
18	0	0	1.4142	0.44	18	854

Tabella SS 5d



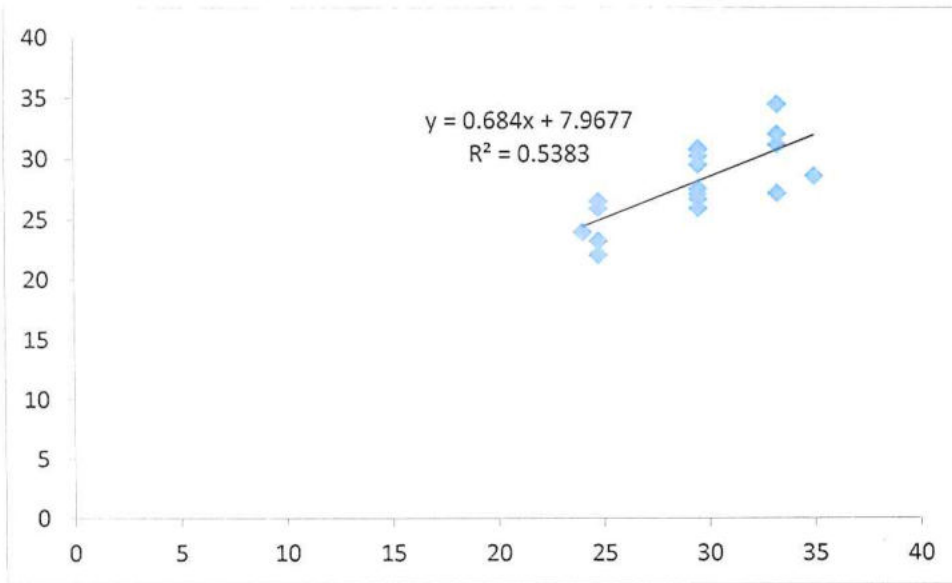
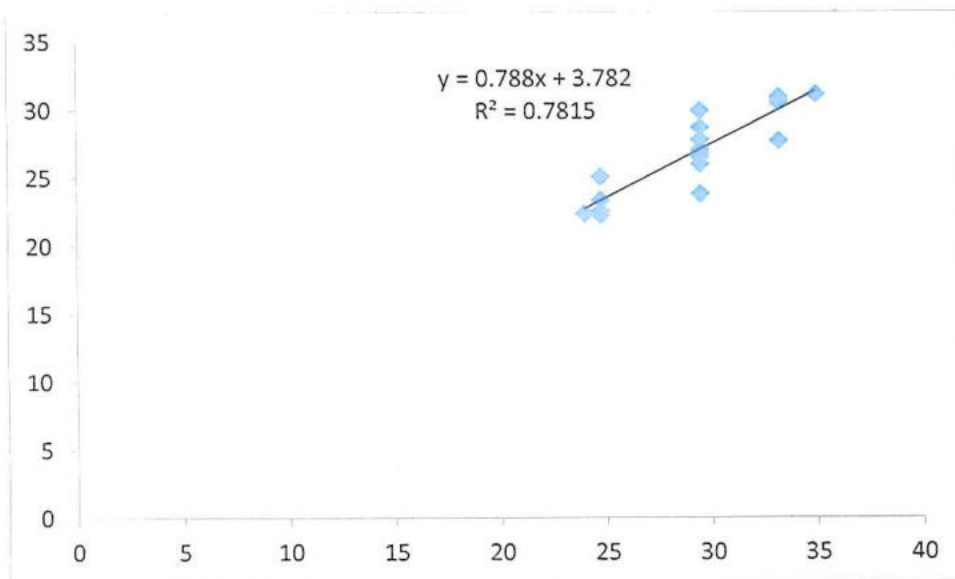


Tabella SS 30d



Dalle figure si può notare una buona correlazione tra le Sostanze Secche prevista e quelle osservate, sostenuta anche da un  $R^2$  di 0.54 per quanto riguarda la Sostanze Secche dopo 5 giorni di insilamento e da un  $R^2$  di 0.78 per quanto riguarda le Sostanze Secche osservate dopo 30 giorni di insilamento.

La correlazione buona e non ottimale, è stata ottenuta a causa di alcuni fattori che ne hanno influenzato la precisione. In primo luogo è stata sottostimata la sostanza secca del prodotto trinciato, la quale si pensava fosse attorno al 20%, mentre era attorno a valori di 16-17%. Altro fattore importante è stata la non omogeneità del prodotto, come ovvio in condizioni di campo.

#### Influenza dei fattori di studio su insilamento della medica.

Descrizione significatività effetto per Parametro (es: Sostanza secca) e giorno di insilamento (dopo 5 e 30 giorni).

#### SOSTANZA SECCA 5d

Tabella 1: significatività S D F con i codici

Effect	Pr > F
S	0,0085
D	0,0007
F	0,7883
S*S	0,9907
D*D	0,1559
F*F	0,6651
S*D	0,8555
S*F	0,1571
D*F	0,8563

Dopo 5 giorni di insilamento, la sostanza secca misurata nei minisilos è stata influenzata dal livello di zuccheri ( $P < 0.05$ ) e dal livello di umidità come deciso a priori ( $P < 0.05$ ).

Tabella 2: Descrizione termini dell'equazione di S.S. a 5 giorni!!!!

Livello	Valore	Errore standard	P-value
Sugar	0,4491	0,1230	0,0024
final_DM	0,6840	0,1190	<0.001

Il parametro sostanza secca viene espresso nella seguente equazione ricavata dall'analisi statistica nella quale sono inclusi i termini lineari livello di saccarosio e sostanza secca della massa insilata.

Sostanza secca (% tq) = 0.449 \* Saccarosio (% SS) + 0.684 \* Sostanza secca della massa insilata (% tq)

#### SOSTANZA SECCA 30d

Effect	Pr > F
S	0,0039
D	<0,001
F	0,5180
S*S	0,6368
D*D	0,5284
F*F	0,3603
S*D	0,7480
S*F	0,1451
D*F	0,1380

A 30 giorni dall'insilamento i fattori che hanno influenzato la sostanza secca dei minisilos sono livello di zuccheri e livello di sostanza secca.

Livello	Valore	Errore standard	P-value
Sugar	0,3316	0,07096	0,0003
final_DM	0,7880	0,06866	<0,0001

Il parametro sostanza secca viene espresso nella seguente equazione ricavata dall'analisi statistica nella quale sono inclusi i termini lineari livello di saccarosio e sostanza secca della massa insilata.

Sostanza secca (% tq) = 0.331 \* Saccarosio (% SS) + 0.788 \* Sostanza secca della massa insilata (% tq)

ACIDO ACETICO 5d

Effect	Pr > F
S	0,0057
D	0,0036
F	0,6769
S*S	0,8397
D*D	0,0757
F*F	0,5626
S*D	0,8778
S*F	0,2774
D*F	0,7388

Dopo 5 giorni di insilamento l'acido acetico è influenzato dal livello di zuccheri, dal livello di sostanza secca e dal valore quadratico livello di sostanza secca\*livello di sostanza secca.

Livello	Valore	Errore standard	P-value
Intercetta	8,4636	2,5087	0,0045
Sugar	-0,03994	0,009927	0,0013
final_DM	-0,4169	0,1740	0,0311
final_DM*final_DM	0,006404	0,002986	0,0500

Il parametro acido acetico viene espresso nella seguente equazione ricavata dall'analisi statistica nella quale sono inclusi i termini lineari livello di saccarosio e livello di sostanza secca della massa insilata ed il termine quadratico livello di sostanza secca\*livello di sostanza secca.

Acido acetico (% SS) = 8,463 – 0,039\*Saccarosio (% SS) – 0,416\*Sostanza secca della massa insilata (% tq) + 0,006\*Sostanza secca della massa insilata\*Sostanza secca della massa insilata (% tq)

#### ACIDO ACETICO 30d

Effect	Pr > F
S	0,0374
D	0,0001
F	0,0535
S*S	0,0579
D*D	0,2111
F*F	0,2535
S*D	0,4527
S*F	0,2837
D*F	0,8374

Dopo 30 giorni di insilamento l'acido acetico è influenzato dal livello di zuccheri, dal livello di sostanza secca e dal valore quadratico livello di sostanza secca\*livello di sostanza secca. Si registrano le tendenze del valore FarPolp e del valore quadratico Livello di saccarosio\*Livello di saccarosio.

Livello	Valore	Errore standard	P-value
Intercetta	4,8273	0,3940	<0,0001
final_DM	-0,08226	0,01298	<0,0001
Far_Polp	0,003132	0,001520	0,0584
Sugar*Sugar	-0,00257	0,000917	0,0142

Il parametro acido acetico viene espresso nella seguente equazione ricavata dall'analisi statistica nella quale sono inclusi i termini lineari livello di saccarosio e livello di sostanza secca della massa insilata ed il termine quadratico livello di sostanza secca della massa insilata\*livello di sostanza secca della massa insilata.

$$\text{Acido acetico (\% SS)} = 4,827 - 0,082 * \text{Sostanza secca della massa insilata (\% tq)} + 0,003 * \text{Far\_Polp (\% SS)} - 0,002 * \text{Saccarosio} * \text{Saccarosio (\% SS)}$$

#### ACIDO LATTICO 5d

Effect	Pr > F
S	0,0036
D	0,0228
F	0,7602
S*S	0,5242
D*D	0,2979
F*F	0,9375
S*D	0,5509
S*F	0,5509
D*F	0,8410

A 5 giorni dall'insilamento l'acido lattico è influenzato dal livello di zuccheri e dal livello di sostanza secca della massa insilata.

Livello	Valore	Errore standard	P-value
Intercetta	8,7289	1,2280	<0,0001
Sugar	-0,1534	0,1381	0,2853
final_DM	-0,1290	0,03877	0,0050

Il parametro acido lattico viene espresso nella seguente equazione ricavata dall'analisi statistica nella quale sono inclusi i termini lineari livello di saccarosio e livello di sostanza secca della massa insilata ed il termine quadratico livello di sostanza secca della massa insilata\*livello di sostanza secca della massa insilata.

$$\text{Acido lattico (\% SS)} = 8,728 - 0,153 * \text{Saccarosio (\% SS)} - 0,129 * \text{Sostanza secca della massa insilata (\% tq)}$$

#### ACIDO LATTICO 30d

Effect	Pr > F
--------	--------

S	0,0353
D	0,0357
F	0,5190
S*S	0,0873
D*D	0,4301
F*F	0,8664
S*D	0,8008
S*F	0,7301
D*F	0,7874

Dopo 30 giorni di insilamento l'acido lattico è influenzato dal livello di zuccheri e dal livello di sostanza secca. Abbiamo anche una tendenza del valore quadratico Livello di zucchero\* Livello di zucchero.

Livello	Valore	Errore standard	P-value
Intercetta	17,7940	2,4522	<0,0001
Sugar	-0,7742	0,2758	0,0140
final_DM	-0,2342	0,07742	0,0091
Sugar*Sugar	0,03785	0,01885	0,0644

Il parametro acido lattico viene espresso nella seguente equazione ricavata dall'analisi statistica nella quale sono inclusi i termini lineari livello di saccarosio e livello di sostanza secca della massa insilata ed il termine quadratico livello di zucchero\*livello di zucchero.

Acido lattico (% SS) = 17,794 – 0,774\*Saccarosio (% SS) – 0,234\*Sostanza secca della massa insilata (% tq) + 0,037\*Sugar\*Sugar (% SS)

ETANOLO 5d

Effect	Pr > F
S	0,9763
D	0,1319
F	0,5761
S*S	0,8330
D*D	0,5772
F*F	0,2652
S*D	0,5875
S*F	0,3139
D*F	0,8165

Il parametro etanolo, dopo 5 giorni di insilamento, non viene influenzato da nessun valore in maniera significativa.

#### ETANOLO 30d

Effect	Pr > F
S	0,5865
D	0,3750
F	0,2534
S*S	0,2108
D*D	0,5003
F*F	0,5200
S*D	0,8547
S*F	0,8528
D*F	0,8511

Il parametro etanolo, dopo 30 giorni di insilamento, non viene influenzato da nessun valore in maniera significativa.

#### Azoto ammoniacale a 5 giorni

Effect	Pr > F
S	0,0106
D	0,2164
F	0,2842
S*S	0,0793
D*D	0,9850
F*F	0,3564
S*D	0,9446
S*F	0,9074
D*F	0,8368

Dopo 5 giorni di insilamento l'azoto ammoniacale è influenzato dal livello di zuccheri. Abbiamo anche una tendenza del valore quadratico Livello di zucchero\*Livello di zucchero.

Livello	Valore	Errore standard	P-value
Intercetta	4,0461	0,2263	<0,0001
Sugar	-0,2764	0,06505	0,0008
Sugar*Sugar	0,01348	0,004487	0,0089

Il parametro azoto ammoniacale viene espresso nella seguente equazione ricavata dall'analisi statistica nella quale è incluso il termine lineare livello di zucchero ed il termine quadratico livello di zucchero\*livello di zucchero.

Azoto ammoniacale (%N tot) = 4,046 – 0,276\*Saccarosio (% SS) – 0,013\*livello di zucchero\*livello di zucchero (% SS)

Azoto ammoniacale a 5 giorni

Effect	Pr > F
S	0,0286
D	0,0112
F	0,9044
S*S	0,0833
D*D	0,7824
F*F	0,3065
S*D	0,3365
S*F	0,8999
D*F	0,1014

Dopo 30 giorni di insilamento l'azoto ammoniacale è influenzato dal livello di zuccheri e dal livello di sostanza secca. Abbiamo anche una tendenza del valore quadratico Livello di zucchero\*Livello di zucchero.

Livello	Valore	Errore standard	P-value
Intercetta	7,7941	0,7763	<0,0001
Sugar	-0,2642	0,08730	0,0091
final_DM	-0,08564	0,02451	0,0036
Sugar*Sugar	0,01365	0,005967	0,0383

Il parametro azoto ammoniacale viene espresso nella seguente equazione ricavata dall'analisi statistica nella quale sono inclusi i termini lineari livello di saccarosio e livello di sostanza secca della massa insilata ed il termine quadratico livello di zucchero\*livello di zucchero.

Azoto ammoniacale (%N tot) = 7,794 – 0,264\*Saccarosio (% SS) – 0,085\*Sostanza secca della massa insilata (% tq) + 0,013\*Saccarosio \*Saccarosio (% SS)

pH 5d

Effect	Pr > F
S	0,1262
D	0,0139
F	0,8321



S*S	0,0585
D*D	0,0259
F*F	0,4372
S*D	0,9010
S*F	0,5567
D*F	0,5749

Dopo 5 giorni di insilamento l'azoto ammoniacale è influenzato dal livello di sostanza secca della massa insilata, e dal valore quadratico livello di sostanza secca della massa insilata\*livello di sostanza secca della massa insilata. Abbiamo anche una tendenza del valore quadratico Livello di zucchero\*Livello di zucchero

Livello	Valore	Errore standard	P-value
Intercetta	2.0291	0,8575	0,0329
final_DM	0,1655	0,05952	0,0148
Sugar*Sugar	0,000541	0,000232	0,0352
final_DM*final_DM	-0,00265	0,001022	0,0211

Il parametro pH viene espresso nella seguente equazione ricavata dall'analisi statistica nella quale sono inclusi il termine lineare livello di sostanza secca della massa insilata, i termini quadratici livello di zucchero\*livello di zucchero e livello di sostanza secca della massa insilata\*livello di sostanza secca della massa insilata.

$$\text{pH} = 2,029 + 0,165 * \text{Sostanza secca della massa insilata (\% tq)} + 0,0005 * \text{Saccarosio} * \text{Saccarosio (\% SS)} - 0,002 * \text{Sostanza secca della massa insilata} * \text{Sostanza secca della massa insilata (\% tq)}$$

pH 30d

Effect	Pr > F
S	0,8332
D	0,1311
F	0,1536
S*S	0,3372
D*D	0,1424
F*F	0,9016
S*D	0,1891
S*F	0,5027
D*F	0,4309

Non essendo significativo alcun fattore, non è stata prodotta un'equazione per il parametro pH a 30 d.

POTERE TAMPONE A pH4 5d

Effect	Pr > F
S	0,4541
D	0,0018
F	0,0299
S*S	0,1285
D*D	0,1923
F*F	0,7434
S*D	0,9476
S*F	0,7434
D*F	0,1576

Dopo 5 giorni di insilamento il potere tampone a pH 4 è influenzato dal livello di sostanza secca e dal livello di Far\_Polp.

Livello	Valore	Errore standard	P-value
Intercetta	2,6078	1,1248	0,0350
final_DM	0,1678	0,03743	0,0004
Far_Polp	0,01123	0,004383	0,0217

Il parametro potere tampone a pH 4 viene espresso nella seguente equazione ricavata dall'analisi statistica nella quale sono inclusi i termini lineari livello di sostanza secca della massa insilata e Far\_Polp. Potere tampone pH 4 (ml HCl) = 2,607 + 0,167\*Sostanza secca della massa insilata (% tq) + 0,011\*Far\_Polp (% SS)

POTERE TAMPONE A pH 4 30d

Effect	Pr > F
S	0,9711
D	0,0111
F	0,9016
S*S	0,0653
D*D	0,0653
F*F	0,6080
S*D	0,0284
S*F	1,0000
D*F	0,2188

Dopo 30 giorni di insilamento il potere tampone a pH 4 è influenzato dal livello di sostanza secca della massa insilata e dall'interazione livello di Saccarosio\*Sostanza secca della massa insilata. Abbiamo anche una tendenza del valore quadratico Saccarosio\*Saccarosio e Sostanza secca della massa insilata\*Sostanza secca della massa insilata.

Livello	Valore	Errore standard	P-value
final_DM	0,06284	0,02335	0,0160

Il parametro potere tampone a pH 4 viene espresso nella seguente equazione ricavata dall'analisi statistica nella quale è incluso il termine lineare livello di sostanza secca della massa insilata

Potere tampone pH 4 (ml HCl) = 0,062\* Livello di sostanza secca (% tq)

POTERE TAMPONE A pH 3 5d

Effect	Pr > F
S	0,0066
D	0,3155
F	0,0907
S*S	0,8215
D*D	0,1995
F*F	0,9400
S*D	0,9400
S*F	0,7078
D*F	0,1414

Dopo 5 giorni di insilamento il potere tampone pH 3 è influenzato dal livello di zuccheri ed abbiamo una tendenza del livello di Far\_Polp.

Livello	Valore	Errore standard	P-value
Intercetta	16,9980	0,6154	<0,0001
Sugar	-0,2351	0,06424	0,0023
Far_Polp	0,01429	0,007277	0,0684

Il parametro potere tampone a pH 3 viene espresso nella seguente equazione ricavata dall'analisi statistica nella quale sono inclusi i termini lineari livello di zucchero della massa insilata ed il livello di Far\_Polp.

Potere tampone pH 3 (ml HCl) = 16,998 - 0,235\* Livello di zucchero (% SS) + 0,014\* Livello di Far\_Polp (% SS)

POTERE TAMPONE pH 3 30d

Effect	Pr > F
S	0,0421
D	0,4906
F	0,0048
S*S	0,1986
D*D	0,9150
F*F	0,0333
S*D	0,3956
S*F	0,4987
D*F	0,6174

Dopo 30 giorni di insilamento il potere tampone pH 3 è influenzato dal livello di zuccheri, dal livello di Far\_Polp e dal termine quadratico Livello di Far\_Polp\*Livello di Far\_Polp.

Livello	Valore	Errore standard	P-value
Intercetta	21,8389	1,1636	<0,0001
Sugar	-0,2600	0,1003	0,0213
Far_Polp	0,1558	0,04097	0,0019
Far_Polp*Far_Polp	-0,00109	0,000394	0,0153

Il parametro potere tampone a pH 3 viene espresso nella seguente equazione ricavata dall'analisi statistica nella quale sono inclusi i termini lineari livello di zucchero della massa insilata, il livello di Far\_Polp ed il termine quadratico livello di Far\_Polp\*livello di Far\_Polp.

Potere tampone pH 3 (ml HCl) = 21,838 - 0,260\*Livello di zucchero (% SS) + 0,155\*Livello di Far\_Polp (% SS) - 0,001\*Livello di Far\_Polp\*Livello di Far\_Polp (% SS)

AMIDO 5d

Effect	Pr > F
S	0,0123
D	0,6084
F	0,0009
S*S	0,7715
D*D	0,6744
F*F	0,7549
S*D	0,0314
S*F	0,8365
D*F	0,5849

Dopo 5 giorni di insilamento l'amido è influenzato dal livello di zuccheri, dal livello di Far\_Polp e dall'interazione livello di livello di zucchero\*livello di sostanza secca della massa insilata.

Livello	Valore	Errore standard	P-value
Intercetta	0,06278	1,5137	0,9675
Sugar	0,7857	0,6088	0,2178
Far_Polp	0,08630	0,01790	0,0003
Sugar*final_DM	-0,01070	0,02011	0,6029

Il parametro amido viene espresso nella seguente equazione ricavata dall'analisi statistica nella quale sono inclusi i termini lineari livello di zucchero della massa insilata, il livello di Far\_Polp e l'interazione livello di Saccarosio\*final\_DM.

$$\text{Amido (\% SS)} = 0,062 + 0,785 * \text{Livello di zucchero (\% SS)} + 0,086 * \text{Livello di Far_Polp (\% SS)} - 0,001 * \text{Sugar} * \text{final\_DM} (\% \text{ SS})$$

#### AMIDO 30d

Effect	Pr > F
S	0,0007
D	0,2637
F	0,0008
S*S	0,1919
D*D	0,4329
F*F	0,5132
S*D	0,0615
S*F	0,2487
D*F	0,4807

Dopo 30 giorni di insilamento l'amido è influenzato dal livello di zuccheri, dal livello di Far\_Polp e dall'interazione livello di Saccarosio\*livello di sostanza secca della massa insilata.

Livello	Valore	Errore standard	P-value
Intercetta	-2,8913	1,5243	0,0787
Sugar	0,6164	0,6130	0,3317
Far_Polp	0,07894	0,01802	0,0006

Sugar*final_DM	0,002945	0,02025	0,8864
----------------	----------	---------	--------

Il parametro amido viene espresso nella seguente equazione ricavata dall'analisi statistica nella quale sono inclusi i termini lineari livello di zucchero della massa insilata, il livello di Far\_Polp e l'interazione livello di Saccarosio\*final\_DM.

$$\text{Amido (\% SS)} = -2,891 + 0,616 * \text{Livello di zucchero (\% SS)} + 0,078 * \text{Livello di Far_Polp (\% SS)} - 0,002 * \text{Sugar*final\_DM (\% SS)}$$

#### PROTEINA GREZZA 5d

Effect	Pr > F
S	<0,0001
D	0,0621
F	0,0008
S*S	0,9432
D*D	0,4820
F*F	0,1631
S*D	0,5637
S*F	0,2192
D*F	0,2072

Dopo 5 giorni di insilamento la proteina grezza è influenzata dal livello di zuccheri, dal livello di sostanza secca della massa insilata e dal livello di Far\_Polp.

Livello	Valore	Errore standard	P-value
Intercetta	21,9361	1,6509	<0,0001
Sugar	-0,4054	0,05521	<0,0001
final_DM	-0,1088	0,05342	0,0610
Far_Polp	0,03019	0,006254	0,0003

Il parametro proteina grezza viene espresso nella seguente equazione ricavata dall'analisi statistica nella quale sono inclusi i termini lineari livello di zucchero, il livello di sostanza secca della massa insilata, il livello di Far\_Polp.

$$\text{Proteina Grezza (\% SS)} = 21,963 - 0,405 * \text{Livello di zucchero (\% SS)} - 0,1088 * \text{final\_DM (\% tq)} + 0,030 * \text{Far\_Polp (\% SS)}$$

#### PROTEINA GREZZA 30d

Effect	Pr > F
S	0,0002

D	0,0138
F	0,0003
S*S	0,2185
D*D	0,9514
F*F	0,9136
S*D	0,0369
S*F	0,9656
D*F	0,0273

Dopo 30 giorni di insilamento la proteina grezza è influenzata dal livello di zuccheri, dal livello di sostanza secca della massa insilata e dal livello di Far\_Polp e dalle interazioni livello di livello di zucchero\*livello di sostanza secca della massa insilata e livello di sostanza secca della massa insilata\*Far\_Polp.

Livello	Valore	Errore standard	P-value
Intercetta	37,3312	3,2444	<0,0001
Sugar	-1,4742	0,3564	0,0014
final_DM	-0,6359	0,1104	<0,0001
Far_Polp	0,08996	0,03564	0,0267
Sugar*final_DM	0,03862	0,01212	0,0078
final_DM*Far_Polp	0,004256	0,001214	0,0043

Il parametro proteina grezza viene espresso nella seguente equazione ricavata dall'analisi statistica nella quale sono inclusi i termini lineari livello di zucchero, il livello di sostanza secca della massa insilata, il livello di Far\_Polp e le interazioni livello di zucchero\*Sostanza secca della massa insilata e Sostanza secca della massa insilata\*Far\_Polp.

Proteina Grezza (% SS) = 37,331 - 1,474\*livello di zucchero (% SS) - 0,635\*final\_DM (% tq) + 0,089\*Far\_Polp(% SS) + 0,038\*Sugar\*final\_DM + 0,004\*final\_DM\*Far\_Polp.

Ad ogni modo, l'equazione sviluppata sembra sovrastimare il livello proteico e perciò non è stata impiegata in fase di ottimizzazione. Al contrario, il livello proteico è stato stimato riferendo esclusivamente all'equazione sviluppata per il giorno 5.

#### PROTEINA SOLUBILE 5d

Effect	Pr > F
S	0,1977
D	0,5588
F	0,0004
S*S	0,2689

D*D	0,4703
F*F	0,6969
S*D	0,3485
S*F	0,2920
D*F	0,4325

Dopo 5 giorni di insilamento la proteina solubile è influenzata dal livello di Far\_Polp.

Livello	Valore	Errore standard	P-value
Intercetta	43,7655	1,2349	<0,0001
Far_Polp	0,1282	0,02139	<0,0001

Il parametro proteina solubile viene espresso nella seguente equazione ricavata dall'analisi statistica nella quale è incluso il termine lineare livello di Far\_Polp.

$$\text{Proteina Solubile (\% CP)} = 43,765 + 0,128 * \text{Far\_Polp (\% SS)}$$

#### PROTEINA SOLUBILE 30d

Effect	Pr > F
S	0,9574
D	0,2434
F	0,0008
S*S	0,1452
D*D	0,9379
F*F	0,9460
S*D	0,9466
S*F	0,7765
D*F	0,5724

Dopo 5 giorni di insilamento la proteina solubile è influenzata dal livello di Far\_Polp.

Livello	Valore	Errore standard	P-value
Intercetta	53,9983	0,9439	<0,0001
Far_Polp	0,09608	0,01635	<0,0001



Il parametro proteina solubile viene espresso nella seguente equazione ricavata dall'analisi statistica nella quale è incluso il termine lineare livello di Far\_Polp.

$$\text{Proteina Solubile (\% CP)} = 53,998 + 0,096 * \text{Far\_Polp}(\% \text{ SS})$$

CENERI 5d

Effect	Pr > F
S	<0.0001
D	0.0096
F	0.0013
S*S	0.1067
D*D	0,5808
F*F	0.8651
S*D	0,0940
S*F	0,0676
D*F	0,0103

Dopo 5 giorni di insilamento le ceneri sono influenzate dal livello di zuccheri, dal livello di sostanza secca della massa insilata e dal livello di Far\_Polp e dalle interazioni livello di Saccarosio\*livello di Far\_Polp e livello di sostanza secca della massa insilata\*Far\_Polp.

Livello	Valore	Errore standard	P-value
Intercetta	9,9731	1,5524	<0,0001
Sugar	-0,3072	0,05909	0,0002
final_DM	0,03813	0,05090	<0,4682
Far_Polp	0,04016	0,02675	0,1591
Sugar*Far_Polp	0,001698	0,001053	0,1329
final_DM*Far_Polp	-0,00217	0,000875	0,0292

Il parametro ceneri viene espresso nella seguente equazione ricavata dall'analisi statistica nella quale sono inclusi i termini lineari livello di zucchero, il livello di sostanza secca della massa insilata, il livello di Far\_Polp e le interazioni livello di Saccarosio\*Far\_Polp e Sostanza secca della massa insilata\*Far\_Polp.

$$\text{Ceneri (\% SS)} = 9,973 - 0,307 * \text{Livello di zucchero (\% SS)} + 0,038 * \text{final\_DM (\% tq)} + 0,040 * \text{Far\_Polp}(\% \text{ SS}) + 0,001 * \text{Sugar*Far\_Polp} - 0,002 * \text{final\_DM*Far\_Polp}$$

CENERI 30d

Effect	Pr > F
S	<0.0001
D	0,0064

F	0,0046
S*S	0,3071
D*D	0,8721
F*F	0,5411
S*D	0,4151
S*F	0,6169
D*F	0,3979

Dopo 30 giorni di insilamento le ceneri sono influenzate dal livello di zuccheri, dal livello di sostanza secca della massa insilata e dal livello di Far\_Polp.

Livello	Valore	Errore standard	P-value
Intercetta	13,6045	0,6907	<0,0001
Sugar	-0,2435	0,02310	<0,0001
final_DM	-0,08516	0,02235	0,0019
Far_Polp	-0,01042	0,002616	0,0014

Il parametro ceneri viene espresso nella seguente equazione ricavata dall'analisi statistica nella quale sono inclusi i termini lineari livello di zucchero, il livello di sostanza secca della massa insilata ed il livello di Far\_Polp.

$$\text{Ceneri (\% SS)} = 13,604 - 0,243 \cdot \text{Livello di zucchero (\% SS)} - 0,085 \cdot \text{final\_DM (\% tq)} - 0,010 \cdot \text{Far\_Polp (\% SS)}$$

NDF 5d

Effect	Pr > F
S	<0,0001
D	0,2208
F	0,0020
S*S	0,1914
D*D	0,2643
F*F	0,7129
S*D	0,3367
S*F	0,8218
D*F	0,0330

Dopo 5 giorni di insilamento l'NDF è influenzata dal livello di zuccheri, dal livello di Far\_Polp e dalle interazioni livello di sostanza secca della massa insilata\*Far\_Polp.

Livello	Valore	Errore standard	P-value
Intercetta	43,2121	1,1879	<0,0001
Sugar	-0,7557	0,1240	<0,0001
Far_Polp	-0,03982	0,06181	0,5298
final_DM*Far_Polp	-0,00031	0,002064	0,8829

Il parametro NDF viene espresso nella seguente equazione ricavata dall'analisi statistica nella quale sono inclusi i termini lineari livello di zucchero, il livello di Far\_Polp ed l'interazione Sostanza secca della massa insilata\*Far\_Polp.

$$\text{NDF (\% SS)} = 43,212 - 0,755 * \text{Livello di zucchero (\% SS)} - 0,039 * \text{Far_Polp (\% SS)} - 0,003 * \text{final\_DM} * \text{Far_Polp}$$

NDF 30d

Effect	Pr > F
S	0,0001
D	0,4561
F	0,3938
S*S	0,4721
D*D	0,2918
F*F	0,7155
S*D	0,0605
S*F	0,3776
D*F	0,0707

Dopo 30 giorni di insilamento l'NDF è influenzata dal livello di zuccheri. Rileviamo le tendenze delle interazioni livello di Saccarosio\*Sostanza secca della massa insilata e Sostanza secca della massa insilata\*Far\_Polp.

Livello	Valore	Errore standard	P-value
Intercetta	41,8193	1,1376	<0,0001
Sugar	-1,5093	0,4658	0,0059
Sugar*final_DM	0,02680	0,01540	0,1037
final_DM*Far_Polp	-0,00052	0,000458	0,2710

Il parametro NDF viene espresso nella seguente equazione ricavata dall'analisi statistica nella quale sono inclusi i termini lineari livello di zucchero, il livello di Far\_Polp e l'interazione Sostanza secca della massa insilata\*Far\_Polp.

$$\text{NDF (\% SS)} = 41,819 - 1,509 * \text{Livello di zucchero (\% SS)} + 0,026 * \text{Sugar} * \text{final\_DM (\% SS)} - 0,0005 * \text{final\_DM} * \text{Far\_Polp}$$

NDFd 5d

Effect	Pr > F
S	0,0271
D	0,0206
F	0,0008
S*S	0,5339
D*D	0,3668
F*F	0,7306
S*D	0,8527
S*F	0,2077
D*F	0,0135

Dopo 5 giorni di insilamento l'NDFd è influenzata dal livello di zuccheri, dall'sostanza secca della massa insilata, dal livello di Far\_Polp e dall'interazione sostanza secca della massa insilata\*Far\_Polp.

Livello	Valore	Errore standard	P-value
Intercetta	8,4812	12,6863	0,5155
Sugar	0,6345	0,2258	0,0147
final_DM	1,9335	0,4282	0,0006
Far_Polp	0,5759	0,2163	0,0196
final_DM*Far_Polp	-0,02464	0,007365	0,0053

Il parametro NDFd viene espresso nella seguente equazione ricavata dall'analisi statistica nella quale sono inclusi i termini lineari livello di zucchero, sostanza secca della massa insilata, livello di Far\_Polp e dall'interazione Sostanza secca della massa insilata\*Far\_Polp.

$$\text{NDFd (\% SS)} = 8,481 + 0,634 * \text{Livello di zucchero (\% SS)} + 1,933 * \text{Sostanza secca della massa insilata (\% tq)} + 0,575 * \text{Far\_Polp (\% SS)} - 0,024 * \text{final\_DM} * \text{Far\_Polp}$$

NDFd 30d

Effect	Pr > F
--------	--------

S	0,1520
D	0,0949
F	0,0042
S*S	0,8564
D*D	0,8686
F*F	0,4277
S*D	0,5014
S*F	0,2825
D*F	0,0648

Dopo 30 giorni di insilamento l'NDFd è influenzata dal livello di Far\_Polp. Rileviamo le tendenze del termine lineare sostanza secca della massa insilata e dall'interazione Sostanza secca della massa insilata\*Far\_Polp.

Livello	Valore	Errore standard	P-value
Intercetta	12,5241	18,6198	0,5121
final_DM	1,8747	0,6334	0,0103
Far_Polp	0,5524	0,3200	0,1063
final_DM*Far_Polp	-0,02430	0,01089	0,0426

Il parametro NDFd viene espresso nella seguente equazione ricavata dall'analisi statistica nella quale sono inclusi i termini lineari livello di zucchero, il livello di Far\_Polp e l'interazione Sostanza secca della massa insilata\*Far\_Polp.

$$\text{NDFd (\% SS)} = 12,524 + 1,874 * \text{della massa insilata (\% tq)} + 0,552 * \text{Far_Polp (\% SS)} - 0,024 * \text{final\_DM} * \text{Far_Polp}$$

iNDF 5d

Effect	Pr > F
S	0,0030
D	0,3354
F	0,0589
S*S	0,5325
D*D	0,9102
F*F	0,3939
S*D	0,5490
S*F	0,2275
D*F	0,5095

Dopo 5 giorni di insilamento l'iNDF è influenzata dal livello di zuccheri e dal livello di Far\_Polp.

Livello	Valore	Errore standard	P-value
Intercetta	12,9925	0,6930	<0,0001
Sugar	-0,3357	0,07233	0,0003
Far_Polp	0,01975	0,008194	0,0293

Il parametro iNDF viene espresso nella seguente equazione ricavata dall'analisi statistica nella quale sono inclusi i termini lineari livello di zucchero e il livello di Far\_Polp.

$$iNDFd (\% SS) = 12,992 - 1,874 * \text{livello di saccarosio} (\% SS) + 0,019 * \text{Far\_Polp} (\% SS)$$

iNDF 30d

Effect	Pr > F
S	0,0076
D	0,1161
F	0,0460
S*S	0,8944
D*D	0,6124
F*F	0,6134
S*D	0,4712
S*F	0,6173
D*F	0,3086

Dopo 30 giorni di insilamento l'NDFd è influenzata dal livello di Far\_Polp. Rileviamo le tendenze del termine lineare sostanza secca della massa insilata e dell'interazione Sostanza secca della massa insilata\*Far\_Polp.

Livello	Valore	Errore standard	P-value
Intercetta	13,3457	0,8415	<0,0001
Sugar	-0,3380	0,08784	0,0016
Far_Polp	0,02503	0,009951	0,0238

Il parametro iNDF viene espresso nella seguente equazione ricavata dall'analisi statistica nella quale sono inclusi i termini lineari livello di zucchero e il livello di Far\_Polp.

$$iNDFd (\% SS) = 13,345 - 0,338*\text{livello di saccarosio} (\% SS) + 0,025*\text{Far\_Polp} (\% SS)$$

RUP 5d

Effect	Pr > F
S	0,1643
D	0,1695
F	0,0002
S*S	0,2448
D*D	0,0302
F*F	0,1691
S*D	0,3380
S*F	0,6383
D*F	0,0766

Dopo 5 giorni di insilamento la RUP è influenzata dal livello di Far\_Polp e dal termine quadratico sostanza secca della massa insilata\*sostanza secca della massa insilata. Rileviamo la tendenza dell'interazione Sostanza secca della massa insilata\*Far\_Polp.

Livello	Valore	Errore standard	P-value
Intercetta	13,2340	3,2666	0,0012
Far_Polp	-0,03389	0,1084	0,7592
final_DM*final_DM	-0,00300	0,003682	0,4296
final_DM*Far_Polp	0,001839	0,003690	0,6260

Il parametro RUP viene espresso nella seguente equazione ricavata dall'analisi statistica nella quale sono inclusi il termine lineare livello di Far\_Polp, il termine quadratico Sostanza secca della massa insilata\*Sostanza secca della massa insilata e l'interazione Sostanza secca della massa insilata\*Far\_Polp.

$$RUP (\% SS) = 13,234 - 0,033*\text{Far\_Polp} (\% SS) - 0,003*\text{final\_DM*final\_DM} (\% tq) + 0,001*\text{final\_DM*Far\_Polp} (\% SS)$$

RUP 30d

Effect	Pr > F
S	0,8649
D	0,3836
F	<0,0001
S*S	0,0426

D*D	0,5781
F*F	0,3267
S*D	0,5188
S*F	0,7843
D*F	0,0026

Dopo 30 giorni di insilamento la RUP è influenzata dal livello di Far\_Polp, dal termine quadratico livello di zucchero\*livello di zucchero e dall'interazione sostanza secca della massa insilata\*Far\_Polp.

Livello	Valore	Errore standard	P-value
Intercetta	12,3193	0,7034	<0,0001
Far_Polp	0,06584	0,04548	0,1697
Sugar*Sugar	-0,02231	0,006236	0,0030
final_DM*Far_Polp	-0,00140	0,001518	0,3724

Il parametro RUP viene espresso nella seguente equazione ricavata dall'analisi statistica nella quale sono inclusi il termine lineare livello di Far\_Polp, il termine quadratico livello di zucchero\*livello di zucchero e l'interazione Sostanza secca della massa insilata\*Far\_Polp.

$$RUP (\% SS) = 12,319 + 0,065*Far\_Polp (\% SS) - 0,022*Sugar*Sugar (\% SS) + 0,001*final\_DM*Far\_Polp (\% SS)$$

FLIEG 5d

Effect	Pr > F
S	0,0384
D	0,7956
F	0,4575
S*S	0,8566
D*D	0,3779
F*F	0,4766
S*D	0,5908
S*F	1,0000
D*F	1,0000

Dopo 5 giorni di insilamento il punteggio Flieg è influenzato dal livello di zuccheri.

Livello	Valore	Errore standard	P-value
---------	--------	-----------------	---------



Intercetta	89,9353	1,1591	<0,0001
Sugar	-0,4352	0,1500	0,0104

Il parametro punteggio Flieg viene espresso nella seguente equazione ricavata dall'analisi statistica nella quale è incluso il termine lineare livello di zucchero.

$$\text{Flieg} = 89.935 - 0,435 * \text{Sugar} (\% \text{ SS})$$

FLIEG 30d

Effect	Pr > F
S	0,5623
D	0,9177
F	0,8534
S*S	0,0492
D*D	0,2054
F*F	0,7553
S*D	0,7985
S*F	0,7985
D*F	0,7985

Dopo 30 giorni di insilamento il punteggio Flieg è influenzato dal termine quadratico livello di zucchero\*livello di zucchero.

Livello	Valore	Errore standard	P-value
Intercetta	92,3604	1,5143	<0,0001
Sugar*Sugar	0,000477	0,01979	0,9811

Il parametro punteggio Flieg viene espresso nella seguente equazione ricavata dall'analisi statistica nella quale è incluso il termine quadratico livello di zucchero\*livello di zucchero.

$$\text{Flieg} = 92.360 + 0,0004 * \text{Sugar} * \text{Sugar} (\% \text{ SS})$$

VANBELLE 5d

Effect	Pr > F
S	0,0384
D	0,7956
F	0,4575

S*S	0,8566
D*D	0,3779
F*F	0,4766
S*D	0,5908
S*F	1,0000
D*F	1,0000

Dopo 5 giorni di insilamento il punteggio Vanbelle è influenzato dal termine lineare livello di zucchero.

Livello	Valore	Errore standard	P-value
Intercetta	95,9741	0,4637	<0,0001
Sugar	-0,1741	0,06001	0,0104

Il parametro punteggio Vanbelle viene espresso nella seguente equazione ricavata dall'analisi statistica nella quale è incluso il termine lineare livello di zucchero.

$$\text{Flieg} = 95,974 - 0,174 * \text{Sugar (\% SS)}$$

VANBELLE 30d

Effect	Pr > F
S	0,5792
D	0,7292
F	0,7801
S*S	0,3420
D*D	0,3645
F*F	0,9342
S*D	0,7509
S*F	0,7509
D*F	0,4653

Dopo 30 giorni di insilamento il punteggio Vanbelle non risulta essere significativamente influenzato da nessun parametro.

### Ottimizzazione del prodotto di recupero finale.

L'ottimizzatore sviluppato per valutare il costo finale e la qualità nutrizionale e fermentativa del prodotto insilato di recupero è stato sviluppato tenendo conto di:

Produzione ettaro di erba medica = 65-70 qli/ha

Costo di raccolta, trasporto e cantiere di insilamento del prodotto di recupero insilato = 1.96 €/qli

Costo del mangime sostitutivo (FarPolp) = da 16.3 €/qli a 18.1 €/qli in funzione del livello di sostituzione del farinaccio con le polpe di bietola essiccate (da 0 a 100).

Costo del saccarosio = 55 €/qli

Quantità di mangime sostitutivo e saccarosio aggiunti all'insilato per ottenere il valore di sostanza secca desiderato nel prodotto di recupero

I parametri che sono stati impiegati per valutare la qualità nutrizionale e fermentativa del prodotto di recupero finale sono stati: produzione di acidi grassi volatili (acetico e lattico), potere tampone a pH 3, proteina grezza, indici di valutazione Flieg e Vanbelle.

I risultati ottenuti in fase di ottimizzazione sono stati i seguenti e si basano su una quantità totale di erba medica raccolta e stoccata di 7'500 qli raccolti su 100 ha aziendali e comprensivi di eventuali perdite di insilamento (c.a. 5-10%):

Sostanza secca del prodotto di recupero in Trincea (% tq)	Costo totale del prodotto di recupero in trincea (€)	Valore dell'Indice composto	Saccarosio (qli)	Saccarosio (%)	Livello di Mangime Sostitutivo (qli)	Livello di Mangime Sostitutivo (%)	Livello di Sostituzione Farinaccio:P olpe nel mangime Sostitutivo (%)	Costo Stimato del Mangime Sostitutivo (€/qli)
22.0	16'144	82.5	13	0.20%	185	2.9%	17.6%	17.8
24.0	19'430	80	21	0.31%	370	5.6%	84.2%	16.6
26.0	22'531	66	21	0.31%	555	8.2%	84.2%	16.6
28.0	25'633	66	22	0.31%	740	10.6%	84.2%	16.6
28.0	26'221	65	22	0.31%	740	10.6%	40.0%	17.4
30.0	29'304	64.5	14	0.20%	925	13.0%	23.2%	17.7
33.0	34'243	49.5	15	0.20%	1203	16.2%	23.2%	17.7

Le ottimizzazioni lanciate sono state vincolate principalmente per il livello di sostanza secca della massa insilata. All'aumentare del valore di sostanza secca è stato necessario aumentare la supplementazione di mangime sostitutivo. Al contempo, per assicurare un profilo fermentativo adeguato e basato sulle equazioni sviluppate con la prova dei mini-silos, si modificava anche il livello di saccarosio da includere in modo quadratico, dato che molte delle equazioni inserite per i parametri nutrizionali e fermentativi presentavano un andamento non lineare.

In linea generale la soluzione che sembrava più appropriata sia in termini di sostanza secca del prodotto di recupero in trincea, che di costo totale dell'operazione e qualità nutrizionale e fermentativa è risultata essere la soluzione 4 (costo totale 25'663 €) oppure la soluzione 5 (costo totale 26'221€). Il prodotto così generato è stato sostituito in una dieta per manze in accrescimento tenendo però presente che quanto stimato dal modello potesse essere leggermente diverso in termini di sostanza secca finale e proteina in funzione della maturità della medica raccolta in campo.

#### Valutazioni Economiche per il prodotto di recupero dell'erba medica

Per valutare economicamente il prodotto e le operazioni da svolgere in condizioni di campo si è considerato il lavoro in ottica di recupero dell'ultimo taglio di erba medica (6° taglio), ossia di operare in una condizione in cui non vi siano alternative operative per la raccolta del prodotto, ma che l'unica alternativa sia di lasciare il prodotto in campo e subire quindi una perdita di prodotto.

Come detto la produzione stimata dell'ultimo taglio di erba medica è di circa 65-70 quintali/ha, quindi, per 100 ettari, 6'500-7'000 quintali di erba medica al 17% circa di sostanza secca come riscontrato nella prova. Rapportando i quintali totali sul secco otterremo 1'105-1'190 quintali di erba medica essiccata. Al fine di considerare anche le perdite che il prodotto potrebbe avere in trincea durante la fase di insilamento, si è optato per semplicità di calcolo di tenere conto a questo punto di tali perdite, riducendo così di fatto la produttività di medica a 1'050 quintali di sostanza secca sui 100 ha.

Successivamente, sono stati analizzati i costi della raccolta con il metodo dell'insilamento diretto, senza pre-appassimento, trasporto e stoccaggio del prodotto tenendo conto anche degli ammortamenti delle attrezzature utilizzate e della manodopera e dei teli per coprire il silo.

I costi ottenuti sono stati di 121.52 €/ha, quindi, considerando la produzione di 62 quintali/ha, di 1.96 €/quintale. La sostanza secca del prodotto che si vorrebbe ottenere è il 28%. Per farlo si devono aggiungere circa 740 quintali (vedi ottimizzatore) di Mix di Far\_Polp, con una proporzione del 40% di farinaccio e 60% di polpe, e saccarosio ad un livello di inclusione del 0.31%. Sommando questa spesa ai costi di raccolta e stoccaggio dell'erba medica otteniamo un costo totale di 26'221€.

Si è ipotizzato di inserire questo prodotto in una razione per manze dagli 8 ai 22 mesi di età.

Ingredienti (Kg T.Q.)	Dieta di partenza	Dieta con prodotto di recupero	Δ
Fieno di loietto	3.00	2.70	-0.3
Paglia di frumento	1.00	1.00	
Girasole f.e. 34%	1.70	1.00	-0.70
Silomais	9.00	6.00	-3.00
Calcio Carbonato	0.10	0.10	
Sodio Cloruro	0.05	0.05	
Mix medica di recupero silo		7.30	+7.30
Costo Razione (€ capo <sup>-1</sup> giorno <sup>-1</sup> )	1.27	1.19	

Le diete sono risultate essere isoenergetiche (2.2 Mcal Kg SS<sup>-1</sup>), isoproteiche (13.4% Kg SS<sup>-1</sup>). Sono stati assicurati anche gli stessi valori di ingestione di sostanze secca (8.2 KG SS capo<sup>-1</sup> giorno<sup>-1</sup>). I livelli di amido, NDF, proteine solubili delle due razioni sono risultati uguali e pari a 13% SS, 54% SS e 44% PG rispettivamente. La dieta con il silo medica di recupero risultava essere più umida rispetto alla dieta ad oggi utilizzata in razione.

Ciò che è cambiato, invece, è il costo capo<sup>-1</sup> giorno<sup>-1</sup> che, nella razione senza il mix di medica di recupero era 1.27 € capo<sup>-1</sup> giorno<sup>-1</sup>, mentre inserendo questo prodotto si porta a 1.19 € capo<sup>-1</sup> giorno<sup>-1</sup>. Il differenziale è di 0.08 € capo<sup>-1</sup> giorno<sup>-1</sup> che si traducono in circa 8'000 € considerando che la quantità di prodotto viene consumata in 120 giorni da 800 manze in accrescimento. Questo risparmio è dovuto ad una diminuzione dell'utilizzo di fieno di loietto (da 3.00 kg T.Q. capo<sup>-1</sup> giorno<sup>-1</sup> a 2.70 kg T.Q. capo<sup>-1</sup> giorno<sup>-1</sup>), di farina di estrazione di girasole (da 1.70 a 1.00 kg T.Q. capo<sup>-1</sup> giorno<sup>-1</sup>) e silomais (da 9.00 a 6.00 kg T.Q. capo<sup>-1</sup> giorno<sup>-1</sup>). Il prodotto viene impiegato in virtù di 7.30 kg T.Q. capo<sup>-1</sup> giorno<sup>-1</sup>.

Facendo quindi un bilancio dell'investimento effettuato per recuperare l'ultimo taglio di medica, non solo vengono coperte le spese sostenute, ma si ha anche un ricavo di circa 8'000 € derivante dalla riallocazione del silomais nelle altre diete formulate in azienda e dalla minore esternalizzazione rappresentata dal minore acquisto di fieno di loietto e f.e. girasole.

### Realizzazione trincea in stalla

La raccolta è stata effettuata con una falcia-trincia-caricatrice semovente John Deere (modello 7780 ProDrive, John Deere, Moline, Illinois, Stati Uniti) equipaggiata con una barra falciante (modello Capello Spartan 525, Capello, Cuneo, Italia), che ha concesso di effettuare le operazioni di raccolta in un unico passaggio con un cantiere di lavoro simile a quello utilizzato per la raccolta ed insilamento

di cereali autunno-vernini. Il taglio è stato impostato su una lunghezza teorica di 12mm per ottenere un prodotto che vada dai 12 ai 14mm.

La raccolta ha riguardato il primo taglio di erba medica (*Medicago sativa L.*) varietà Prosementi (Prosementi, San Vincenzo, BO, Italia), al terzo anno di età nello specifico ad inizio ottobre. Si è voluto sperimentare l'insilato ad un alto livello di umidità. Il metodo di raccolta e la lunghezza di taglio utilizzati sono stati i medesimi sopra descritti per l'erba medica. Il prodotto trinciato è stato posizionato in una trincea aziendale nella quale, preventivamente, era stato adagiato sul fondo il prodotto denominato "mangimone fibroso" che, oltre ad assorbire gli effluenti, era caratterizzato da una componente fibrosa molto digeribile e dalla presenza di zuccheri che favoriscono le prime fasi dell'insilamento. Il prodotto, così come risultato dalle prove minisilos, era composto da polpe di bietola essiccate e farinaccio con rapporto 60:40. Inoltre era stato aggiunto saccarosio ad un livello di inclusione del 0.2%. Il prodotto poi è stato impiegato in virtù di 60 q.li, mentre il residuo colturale rappresentava all'incirca 350 q.li. Il cantiere di lavoro dell'insilamento ha permesso una buona miscelazione dei due prodotti, in quanto a dumper di trinciato seguiva, prima del calpestamento in trincea, il versamento con benna di 5 q.li di mangimone fibroso. La trincea è stata chiusa e riaperta dopo 3 mesi. I parametri analitici e fermentativi sono risultati essere eccellenti (ss 35%, CP 22%, NDF 45%), e l'alto rapporto lattico/acetico (2.8) lascia presupporre un profilo fermentativo caratterizzato da fermentazioni principalmente omolattiche. Il prodotto, consumato in azienda sul giovane bestiame, ha portato ad una riduzione cospicua dell'uso di proteaginosi (girasole) nelle diete.

## Prove di insilamento su colture proteaginosi (soia)

### Raccolta del prodotto in campo

La raccolta è stata effettuata con una falcia-trincia-caricatrice semovente John Deere (modello 7780 ProDrive, John Deere, Moline, Illinois, Stati Uniti) equipaggiata con una barra falciante (modello Capello Spartan 525, Capello, Cuneo, Italia), che ha consentito di effettuare le operazioni di raccolta in un unico passaggio con un cantiere di lavoro simile a quello utilizzato per la raccolta ed insilamento di cereali autunno-vernini. Il taglio è stato impostato su una lunghezza teorica di 12mm per ottenere un prodotto che vada dai 12 ai 14mm.

### Risultati

#### TABELLE GENERALI

#### Soia 30d

Valori delle condizioni testate			Categorie										
Zucchero	Sostanza Secca	Far_Polp	SS finale	Ac. Acetico	Ac. Lattico	Etanolo	N-NH <sub>3</sub>	pH	P.T. pH4	P.T. pH3	Amido	PG	PG sol
0.2	29.5	50	33.9	1.88	6.90	1.62	9.0	4.3	6.7	30.4	3.3	15.9	31.6
3.4644	24.7573	14.644	31.1	2.38	5.31	3.12	5.6	4.3	6.5	27.1	1.4	22.1	51.9
3.4644	24.7573	85.356	29.4	2.99	8.37	3.27	7.5	4.2	5.2	30.0	3.3	21.4	62.4
3.4644	33.2427	14.644	36.1	2.09	5.29	3.20	5.1	4.3	5.9	22.0	1.6	22.3	50.3
3.4644	33.2427	85.356	34.2	2.14	6.19	3.27	6.6	4.2	6.3	32.6	5.7	19.9	49.4
7	24	50	32.3	2.38	4.03	2.74	4.1	4.4	8.2	23.5	4.7	15.6	36.8
7	29.5	0	39.6	1.98	2.73	0.63	3.1	4.5	7.5	17.3	5.6	14.8	24.7
7	29.5	50	35.8	2.07	4.81	2.85	3.5	4.3	7.8	27.2	5.2	21.5	57.1
7	29.5	100	35.8	2.18	5.14	0.93	3.7	4.3	9.2	29.3	9.5	16.8	43.3
7	35	50	41.4	1.66	3.29	1.21	3.0	4.4	9.4	26.0	10.0	16.3	39.8
10.5356	24.7573	14.644	30.8	2.56	5.56	7.60	5.3	4.3	5.5	24.8	0.0	22.5	54.7
10.5356	24.7573	85.356	29.8	2.55	7.31	7.85	8.1	4.2	4.5	28.3	3.4	17.3	50.7
10.5356	33.2427	14.644	36.0	2.15	6.69	5.93	6.9	4.3	4.5	20.3	2.9	15.3	41.9
10.5356	33.2427	85.356	36.6	2.06	5.24	6.24	5.0	4.2	4.9	25.1	3.2	21.3	52.1
13.8	29.5	50	36.5	2.02	4.02	1.30	2.3	4.4	8.8	24.1	6.8	22.7	60.7

Dopo 30 giorni di insilamento della soia, la sostanza secca finale più bassa è stata rilevata nel trattamento 3 con il valore di 29.4, mentre quella più alta è stata rilevata nel trattamento 10 con 41.4. L'acido acetico in misura minore è stato osservato nel trattamento 10 con il valore di 1.66, in misura maggiore, invece, nel trattamento 3 con il valore di 2.99. Per quanto riguarda l'acido lattico il valore più basso è 2.73 del trattamento 7, mentre il valore più alto è 8.37 del trattamento 3. Il valore di etanolo più basso è stato rilevato nel trattamento 7 con il valore di 0.63, quello più alto è stato rilevato nel trattamento 14 con il valore di 6.24.

L'N-NH<sub>3</sub> ha come valore più basso 2.3 del trattamento 15, mentre ha come valore più alto 9.0 del trattamento 1.

Per quanto riguarda il pH il valore più basso è stato 4.2 dei trattamenti 3, 5, 12, 14, mentre quello più alto è stato 4.4 dei trattamenti 6, 10, 15. Il potere tampone a pH4 ha come valore più basso 4.5 dei trattamenti 12 e 13 ed ha come più alto 9.4 del trattamento 10. Il potere tampone a pH3, invece, ha come valore più basso 17.3 del trattamento 7, mentre come valore più alto 32.6 del trattamento 5. Come valore più basso dell'amido è stato rilevato 0.0 del trattamento 11, mentre come valore più alto è stato rilevato 10.0 del trattamento 10.

È stato rilevato come valore più basso di proteina grezza 15.3 del trattamento 13, mentre come valore più alto 22.7 del trattamento 15. La proteina solubile più bassa rilevata nella prova, per quanto riguarda la soia, è stato 24.7 del trattamento 7, mentre il maggiore è stato 62.4 del trattamento 3.

Valori delle condizioni testate	Composizione chimica
---------------------------------	----------------------

Zucchero	Sostanza Secca	Far_Polp	Ceneri	NDF	NDFd	iNDF	RUP	Flieg	Vanbelle
0,2	29.5	50	10,5	43.4	56.6	18,5	52.3	95,0	86,0
3.4644	24.7573	14.644	9,5	41.1	56.2	17,8	41.1	84,0	90,6
3.4644	24.7573	85.356	9,5	45,3	49,0	20,9	30,8	90,0	87,0
3.4644	33.2427	14.644	9,3	44,4	59,4	15,2	38,9	88,0	92,2
3.4644	33.2427	85.356	9,3	41,1	50,6	17,8	34,2	90,0	90,0
7	24	50	10,9	38,9	52,7	16,6	48,1	78,0	91,2
7	29.5	0	9,7	36,7	67,6	11,3	52,1	72,0	88,8
7	29.5	50	9,9	40,6	58,1	15,8	30,7	85,5	93,5
7	29.5	100	9,0	37,2	54,4	15,8	39,9	86,0	94,4
7	35	50	8,9	36,8	63,0	13,3	45,1	82,0	92,8
10.5356	24.7573	14.644	9,3	42,2	56,5	17,9	31,3	84,0	90,6
10.5356	24.7573	85.356	9,8	40,5	48,7	18,1	40,1	90,0	84,0
10.5356	33.2427	14.644	9,4	43,0	64,4	13,9	43,4	92,0	90,8
10.5356	33.2427	85.356	8,1	38,4	51,5	16,1	29,8	88,0	92,2
13,8	29.5	50	10,0	38,6	61,2	15,0	29,5	82,0	92,8

Per quanto riguarda le ceneri il trattamento più basso rilevato è stato il 14 con il valore di 8.1, mentre il più alto è stato il 6 con il valore di 10.9.

Il valore di NDF più basso è stato di 36.7 del trattamento 7, quello più alto è stato 45.3 del trattamento 3. Il valore di NDFd più basso che è stato rilevato è stato 48.7 del trattamento 12, mentre il più alto è stato 67.6 del trattamento 7. L'iNDF più basso è stato 11.3 del trattamento 9, il più alto è stato 20.9 del trattamento 3.

Per quanto riguarda la RUP il trattamento meno rappresentativo è stato l'8 con il valore di 30.7, mentre il più rappresentativo è stato l'1 con il valore di 52.3.

Il trattamento che ha ottenuto il punteggio Flieg minore è stato il 7 con il valore 72.0, mentre il maggiore è stato l'1 con 95. Il trattamento che ha ottenuto il punteggio Vanbelle minore è stato il 14 con il valore di 84, mentre quello che ha ottenuto il punteggio migliore è stato il 9 con il valore di 94.4.

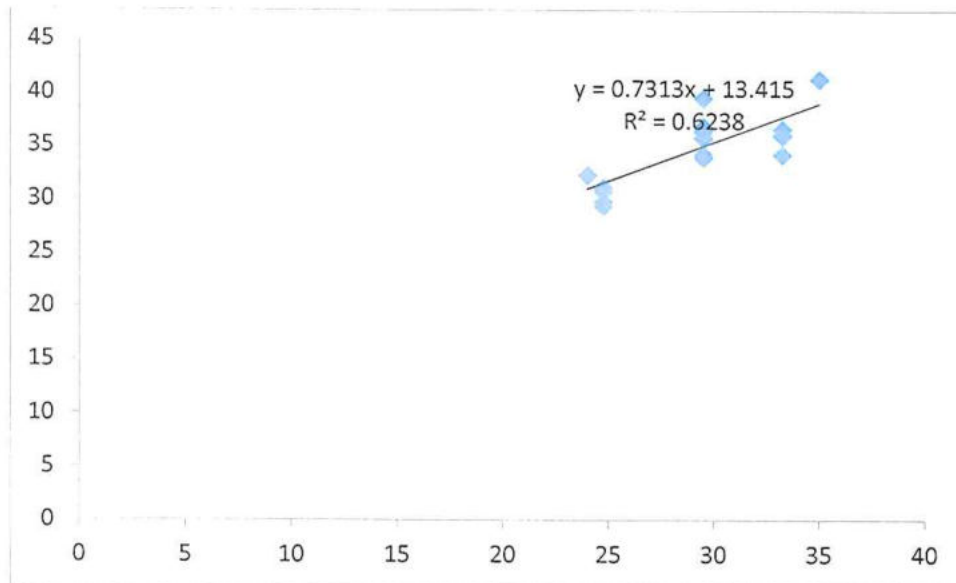
Materiale analizzato		Categorie								
Campione	Tipo	SS	Ac. Acetico	Ac. Lattico	Ac. Butirrico	Etanolo	pH	P.T. pH4	P.T. pH3	Amido
Soia	Insilato	27.8	3.24	4.9	0.0	1.3	4.8	19.0	26.7	0.0
Soia	Fresco	25.5								

Materiale analizzato



Campione	Tipo	PG	PG	Ceneri	NDF	NDFd	iNDF	RUP	N-NH3	Flieg	Vanbelle
		sol									
Soia	Insilato	18.4	32.6	11.9	42.43	52.5	17.5	43.39	8.0	65.0	74.0
Soia	Fresco	21.6	39.6	13.2	50.0	50.0	24.0	35.50			

Nelle tabelle sono riportati i valori ottenuti dal controllo dell'insilato di soia, ossia senza l'aggiunta dei sostituenti ed aperto a 30 giorni dall'insilamento, e del trattamento di soia non insilato, ossia il prodotto di partenza degli insilati.



codici CCD + valori reali dei fattori (es: saccarosio 0.2% fino a 13.8%)

Trattamento	Codici dei valori testati			Concentrazioni finali		
	Concentrazione	Tempo di	Pesata del	Concentrazione	Tempo di	Pesata del
	Enzima	Incubazione	Campione	Enzima	Incubazione	Campione
1	1	1	1	0.69	26	750
2	1	-1	-1	0.69	10	250
3	-1	1	-1	0.19	26	250
4	-1	-1	1	0.19	10	750
5 punto centrale	0	0	0	0.44	18	500
6 punto centrale	0	0	0	0.44	18	500
7	1	1	-1	0.69	26	250
8	1	-1	1	0.69	10	750
9	-1	1	1	0.19	26	750
10	-1	-1	-1	0.19	10	250
11 punto centrale	0	0	0	0.44	18	500
12 punto centrale	0	0	0	0.44	18	500
13	-1.4142	0	0	0.08	18	500

14	1.4142	0	0	0.80	18	500
15	0	-1.4142	0	0.44	6	500
16	0	1.4142	0	0.44	30	500
17	0	0	-1.4142	0.44	18	146
18	0	0	1.4142	0.44	18	854

Descrizione significatività effetto per Parametro (es: Sostanza secca) e giorno di insilamento (dopo 30 giorni).

#### SOSTANZA SECCA

Effect	Pr > F
S	0.4280
D	0,0014
F	0,2372
S*S	0,0616
D*D	0,3019
F*F	0,6093
S*D	0,7220
S*F	0,5994
D*F	0,8256

Dopo 30 giorni di insilamento il parametro sostanza secca è influenzato dal livello di sostanza secca della massa insilata. Notiamo inoltre la tendenza del termine quadratico livello di zucchero\*livello di zucchero.

Livello	Valore	Errore standard	P-value
Intercetta	13.0799	4,3253	0,0085
final_DM	0.7315	0,1452	0,0001

Il parametro sostanza secca viene espresso nella seguente equazione ricavata dall'analisi statistica nella quale è incluso il termine lineare livello di zucchero.

$$SS (\% \text{ tq}) = 13,079 + 0,731 * \text{Sostanza secca della massa insilata} (\% \text{ tq})$$

#### ACIDO ACETICO

Effect	Pr > F
S	0,92479
D	0,0020
F	0,2547

S*S	0,3760
D*D	0,1846
F*F	0,0969
S*D	0,6726
S*F	0,2044
D*F	0,2849

Dopo 30 giorni di insilamento il parametro acido acetico è influenzato dal livello di sostanza secca della massa insilata.

Livello	Valore	Errore standard	P-value
Intercetta	4,0817	0,4175	<0,0001
final_DM	-0,06484	0,01417	0,0003

Il parametro acido acetico viene espresso nella seguente equazione ricavata dall'analisi statistica nella quale è incluso il termine lineare livello di zucchero.

$$\text{Acido Acetico (\% SS)} = 4,081 - 0,064 * \text{Sostanza secca della massa insilata (\% tq)}$$

#### ACIDO LATTICO

Effect	Pr > F
S	0,3806
D	0,4053
F	0,1451
S*S	0,0660
D*D	0,7918
F*F	0,5905
S*D	0,7544
S*F	0,3737
D*F	0,2055

Dopo 30 giorni di insilamento il parametro acido lattico non è significativamente influenzato da nessun termine. Troviamo solo la tendenza del termine quadratico livello di zucchero\*livello di zucchero.

Livello	Valore	Errore standard	P-value
Intercetta	5,5559	0,5738	<0,0001

Sugar*Sugar	-0.00438	0,007501	0,5670
-------------	----------	----------	--------

Il parametro acido lattico viene espresso nella seguente equazione ricavata dall'analisi statistica nella quale è incluso il termine lineare livello di zucchero.

$$\text{Acido Lattico (\% SS)} = 5,555 - 0,004 * \text{Livello di zucchero} * \text{Livello di zucchero (\% SS)}$$

#### ETANOLO

Effect	Pr > F
S	0,1545
D	0,5716
F	0,8992
S*S	0,4340
D*D	0,3036
F*F	0,6611
S*D	0,6642
S*F	0,9644
D*F	0,9956

Dopo 30 giorni di insilamento il parametro etanolo non è significativamente influenzato da nessun termine.

#### AZOTO AMMONIACALE (N-NH<sub>3</sub>)

Effect	Pr > F
S	0,2101
D	0,5218
F	0,4550
S*S	0,0393
D*D	0,4081
F*F	0,4490
S*D	0,9625
S*F	0,6702
D*F	0,3682

Dopo 30 giorni di insilamento il parametro azoto ammoniacale è influenzato dal termine quadratico livello di zucchero\*livello di zucchero.

Livello	Valore	Errore standard	P-value
---------	--------	-----------------	---------

Intercetta	5,5645	0,7603	<0,0001
Sugar*Sugar	-0,01012	0,009939	0,3238

Il parametro azoto ammoniacale viene espresso nella seguente equazione ricavata dall'analisi statistica nella quale è incluso il termine quadratico livello di zucchero\*livello di zucchero.

$$\text{Azoto ammoniacale (\% N tot)} = 5,564 - 0,010 * \text{Livello di zucchero} * \text{Livello di zucchero (\% SS)}$$

pH

Effect	Pr > F
S	0,8245
D	0,5669
F	0,2137
S*S	0,1677
D*D	0,5347
F*F	0,7730
S*D	0,8972
S*F	0,9382
D*F	0,8914

Dopo 30 giorni di insilamento il parametro pH non è significativamente influenzato da nessun termine.

POTERE TAMPONE A pH 4

Effect	Pr > F
S	0,8393
D	0,8324
F	0,9046
S*S	0,1920
D*D	0,4915
F*F	0,3364
S*D	0,8583
S*F	0,9611
D*F	0,6174

Dopo 30 giorni di insilamento il parametro potere tampone a pH 4 non è significativamente influenzato da nessun termine.

#### POTERE TAMPONE A pH 3

Effect	Pr > F
S	0,0287
D	0,4453
F	0,0016
S*S	0,3823
D*D	0,5969
F*F	0,1973
S*D	0,4651
S*F	0,4651
D*F	0,2209

Dopo 30 giorni di insilamento il parametro potere tampone a pH 3 è influenzato dai termini lineari livello di zucchero e livello di Far\_Polp.

Livello	Valore	Errore standard	P-value
Intercetta	24,7639	1,6307	<0,0001
Sugar	-0,4650	0,1702	0,0154
Far_Polp	0,01928	0,01928	0,0003

Il parametro potere tampone a pH 3 viene espresso nella seguente equazione ricavata dall'analisi statistica nella quale sono inclusi i termini lineari livello di zucchero e livello di Far\_Polp.

Potere tampone a pH 3 (ml HCl) = 24,763 - 0,465\* Livello di zucchero (% SS) + 0,019\*Far\_Polp (% SS)

#### AMIDO

Effect	Pr > F
S	0,8033
D	0,2173
F	0,1480
S*S	0,1331
D*D	0,6330
F*F	0,7032
S*D	0,9937
S*F	0,7718

D*F	0,8963
-----	--------

Dopo 30 giorni di insilamento il parametro amido non è significativamente influenzato da nessun termine.

#### PROTEINA GREZZA

Effect	Pr > F
S	0,9861
D	0,8201
F	0,9675
S*S	0,6310
D*D	0,5441
F*F	0,5108
S*D	0,8763
S*F	0,7432
D*F	0,4450

Dopo 30 giorni di insilamento il parametro proteina grezza non è significativamente influenzato da nessun termine.

#### PROTEINA SOLUBILE

Effect	Pr > F
S	0,6078
D	0,6757
F	0,4221
S*S	0,7671
D*D	0,6497
F*F	0,3989
S*D	0,9423
S*F	0,9363
D*F	0,9465

Dopo 30 giorni di insilamento il parametro proteina solubile non è significativamente influenzato da nessun termine.

#### CENERI

Effect	Pr > F
S	0,3592

D	0,0249
F	0,3159
S*S	1,0000
D*D	0,3582
F*F	0,0335
S*D	0,3584
S*F	0,5697
D*F	0,2421

Dopo 30 giorni di insilamento il parametro ceneri è influenzato dal termine lineare livello di sostanza secca della massa insilata e dal termine quadratico livello di Far\_Polp\*livello di Far\_Polp.

Livello	Valore	Errore standard	P-value
Intercetta	12,1741	1,2072	<0,0001
final_DM	-0,08762	0,04096	0,0482

Il parametro ceneri viene espresso nella seguente equazione ricavata dall'analisi statistica nella quale è incluso il termine lineare livello di sostanza secca della massa insilata. Il termine quadratico livello di Far\_Polp\*livello di Far\_Polp non è stato inserito in quanto non significativo quando elaborato nella regressione.

$$\text{Ceneri (\% SS)} = 12,174 - 0,087 * \text{Sostanza secca della massa insilata (\% tq)}$$

NDF

Effect	Pr > F
S	0,1633
D	0,6015
F	0,6375
S*S	0,1221
D*D	0,9145
F*F	0,7006
S*D	0,9576
S*F	0,3724
D*F	0,2118

Dopo 30 giorni di insilamento il parametro NDF non è significativamente influenzato da nessun termine.

NDFd

Effect	Pr > F
--------	--------



S	0,3554
D	0,0443
F	0,0023
S*S	0,3245
D*D	0,1820
F*F	0,8093
S*D	0,5837
S*F	0,6670
D*F	0,5365

Dopo 30 giorni di insilamento il parametro NDFd è influenzato dai termini lineari livello di sostanza secca della massa insilata e livello di Far\_Polp.

Livello	Valore	Errore standard	P-value
Intercetta	44,6229	6,9774	<0,0001
final_DM	0,6421	0,2322	0,0144
Far_Polp	-0,1304	0,02719	0,0002

Il parametro NDFd viene espresso nella seguente equazione ricavata dall'analisi statistica nella quale sono inclusi i termini lineari livello di sostanza secca della massa insilata e livello di Far\_Polp.

$$\text{NDFd (\% SS)} = 44,622 + 0,642 * \text{Sostanza secca della massa insilata (\% tq)} - 0,130 * \text{Far_Polp (\% SS)}$$

iNDF

Effect	Pr > F
S	0,0779
D	0,0146
F	0,0241
S*S	0,0418
D*D	0,4787
F*F	0,6239
S*D	0,9741
S*F	0,4759
D*F	0,7248

Dopo 30 giorni di insilamento il parametro iNDF è influenzato dai termini lineari livello di sostanza secca della massa insilata, livello di Far\_Polp e dal termine quadratico livello di zucchero\*livello di zucchero. Si registra inoltre la tendenza del termine lineare livello di zucchero.

Livello	Valore	Errore standard	P-value
Intercetta	27,9422	3,1599	<0,0001
Sugar	-0,8383	0,3494	0,0322
final_DM	-0,3490	0,09810	0,0035
Far_Polp	0,03454	0,01149	0,0101
Sugar*Sugar	0,04351	0,02389	0,0916

Il parametro iNDF viene espresso nella seguente equazione ricavata dall'analisi statistica nella quale sono inclusi i termini lineari livello di zucchero, livello di sostanza secca della massa insilata, livello di Far\_Polp ed il termine quadratico livello di zucchero\*livello di zucchero.

$$iNDF (\% SS) = 27,942 - 0,838 * \text{livello di zucchero} (\% SS) - 0,349 * \text{Sostanza secca della massa insilata} (\% tq) + 0,034 * \text{Far_Polp} (\% SS) + 0,043 * \text{livello di zucchero} * \text{livello di zucchero} (\% SS)$$

RUP

Effect	Pr > F
S	0,3564
D	0,9702
F	0,2976
S*S	0,9933
D*D	0,4222
F*F	0,4699
S*D	0,9835
S*F	0,7183
D*F	0,5524

Dopo 30 giorni di insilamento il parametro RUP non è significativamente influenzato da nessun termine.

FLIEG

Effect	Pr > F
S	0,4343
D	0,4542
F	0,1728
S*S	0,0900
D*D	0,8737
F*F	0,6924
S*D	0,9051
S*F	0,7216

D*F	0,4141
-----	--------

Dopo 30 giorni di insilamento il parametro punteggio Flieg non è significativamente influenzato da nessun termine.

#### VANBELLE

Effect	Pr > F
S	0,4550
D	0,1448
F	0,7527
S*S	0,0653
D*D	0,4542
F*F	0,3493
S*D	0,6355
S*F	0,9399
D*F	0,2576

Nella prova condotta la soia è stata seminata nella terza decade di giugno e la raccolta è avvenuta all'inizio di ottobre. Si è scelto di effettuare la raccolta diretta in campo con trinciamento, per evitare complicazioni durante la raccolta, legate alla fase di appassimento in campo e ridurre i rischi di perdite dovute ai trattamenti meccanici come suggerito da Tabacco e Borreani (2015). Le nuove testate «direct disc» per le trincee semoventi consentono di raccogliere la pianta di soia a pochi centimetri dal suolo, riducendo al minimo le perdite di sostanza secca legate alle stoppie lasciate in campo.

Da diverse prove svolte dall'Università di Torino, le indicazioni operative sono quelle di effettuare la raccolta in stadi piuttosto avanzati, quando la granella ha già raggiunto il suo pieno sviluppo (stadio fenologico R7-R8), in modo da massimizzare la produzione e la concentrazione di proteina e grassi nel foraggio raccolto. Mediamente, la soia trinciata in questo stadio ha un tenore di sostanza secca superiore al 30% ed un tenore proteico del 20%. La raccolta in stadi più precoci (quando il baccello comincia il suo riempimento) permette di raccogliere meno sostanza secca e meno proteine per ettaro e il trinciato che si ottiene normalmente ha circa il 25% di sostanza secca. Quando il momento di raccolta viene posticipato a stadi più avanzati, la qualità nutrizionale non peggiora con il contenuto in NDF che si mantiene attorno al 50% della sostanza secca, mentre aumentano i contenuti di proteina (dal 15 al 20% della s.s.) e di estratto etero (dal 3 al 7-8% della s.s.). Ad ogni modo, insilando immediatamente prima dello stadio fenologico R7, ossia al completo riempimento dei baccelli, quando le foglie basali iniziano ad ingiallire, si ha una struttura degli steli della soia particolarmente

sviluppata che può portare il rifiuto in mangiatoia fino al 10-20% come indicato da Barbiani et al. (2016). Al fine di limitare queste perdite potrebbe essere consigliabile insilare il prodotto a stadi fenologici più precoci, in modo da avere steli meno lignificati.

In una prova condotta da ERSA (Agenzia regionale per lo sviluppo rurale) ed il Dipartimento di Scienze Agrarie ed Ambientali dell'Università degli studi di Udine (Barbiani et al., 2016), è stata insilata soia pre-appassita per un tempo di 20-28 ore.

Questi autori hanno però suggerito di agevolare il processo di insilamento aumentando la dotazione di carboidratifermentescibili attraverso la consociazione o meglio l'impiego di biomassa proveniente da colture cerealicole raccolte contestualmente, come ad esempio il silomais o il silosorgo. Sono però presenti diverse difficoltà nella realizzazione di un cantiere di lavoro che contemporaneamente deve lavorare per la raccolta delle due colture. Inoltre, come raccomandato da questi autori, sarà necessario prestare particolare attenzione all'omogeneità finale del prodotto in trincea, al fine di assicurare un costante rapporto fra le componenti nutritive nella razione. Una soluzione già utilizzata nella pratica è quella di alternare gli strati sovrapponendo alla leguminosa un trinciato di biomassa vegetale ricca in amidi, tipico dei cereali: i percolati che si generano dall'insilato di cereali, per via del loro apporto in carboidrati non strutturali, contribuiscono alla stabilizzazione dello strato di biomassa leguminosa sottostante alimentando la fermentazione lattica. Altre tecniche alternative alle precedenti sono l'integrazione del trinciato di leguminosa con sostanze zuccherine (es. melasso), gli inoculi microbici e l'uso di propionato.

In linea con queste indicazioni ed analizzando i dati ottenuti nella prova fatta con l'erba medica, si è pensato perciò di ovviare alle difficoltà logistiche presentate precedentemente aggiungendo invece lo stesso mangime impiegato nella prova di insilamento della medica di recupero. Dai dati prodotti si evince, come atteso, un forte miglioramento della qualità fermentativa del prodotto insilato rispetto al suo controllo (soia trinciata ed insilata), con miglioramento di diversi parametri fermentativi e degli indici Flieg e Vanbelle.

Ad ogni modo e probabilmente per l'alta variabilità riscontrata nei dati analitici, sono state riscontrate poche significatività statistiche elaborabili attraverso regressioni previsionali. In modo particolare, i principali parametri fermentativi sono stati influenzati in modo quadratico dalla quantità di saccarosio aggiunto all'insilato (lattico e N-NH<sub>3</sub>) oppure in modo lineare dal livello di sostanza secca del prodotto insilato (acetico). Ad ogni modo, l'entità numerica delle modifiche di questi parametri sembra poco significativo e sicuramente non informativo riguardo gli effettivi risultati che possono manifestarsi nel prodotto insilato. A titolo di esempio, il valore di acido acetico predetto dal modello regressivo sviluppato su CCD varia dal 2.5% SS al 1.5% SS passando da condizioni estreme di sostanza secca della massa insilata (dal 25% al 40%). Inoltre, il parametro di maggior interesse che è

il livello proteico della trincea non è stato significativamente influenzato dai tre fattori oggetto dello studio, portando perciò ad una mancata modellizzazione dello stesso. Tale condizione, seppur mostra delle variazioni dei parametri nutrizionali e fermentativi in funzione dei diversi parametri testati, sembra poco robusta per poter sviluppare modelli previsionali e ottimizzazioni del prodotto su essi basati.

Di conseguenza e per poter comunque fornire qualche informazione riguardo quello che potrebbe essere attualizzato in campo per insilare soia ad un basso livello di sostanza secca, in modo descrittivo si è decisi di valutare i costi associati a due soluzioni che garantivano un buon profilo fermentativo (alti livelli di acidi grassi volatili) e un alto punteggio Flieg e Vanbelle.

Tali trattamenti erano il numero 1 (Percentuale di Saccarosio 0.2%, Sostanza secca della massa insilata 29.5% e livello di inclusione di farinaccio nel mangime pari a 50.0%) e la soluzione 3 (Percentuale di Saccarosio 3.4%, Sostanza secca della massa insilata 24.8% e livello di inclusione di farinaccio nel mangime pari a 85.3%). I costi delle due soluzioni, valutate su una produzione di soia di 260 qli/ha, ad un'umidità del 25% e su una superficie di 25 ha sono stati di 49'817€ per la soluzione 1 e 53'888€ per la soluzione 3. Per una questione di costi e di difficoltà di insilamento della massa stoccata si sarebbe dovuto optare per la soluzione 1, che però ha mostrato un valore analitico delle proteine molto basso. Riferendo sempre a quanto ottenuto analiticamente, un'altra soluzione intermedia alle due è rappresentata dal trattamento 5 (Percentuale di Saccarosio 3.46%, Percentuale di sostanza secca 33.2% e livello di inclusione di farinaccio nel mangime pari a 85.3%). Il costo stimati di tale soluzione, dovuto all'alto livello di sostanza secca desiderato nel prodotto insilato, è di circa 69'167 €.

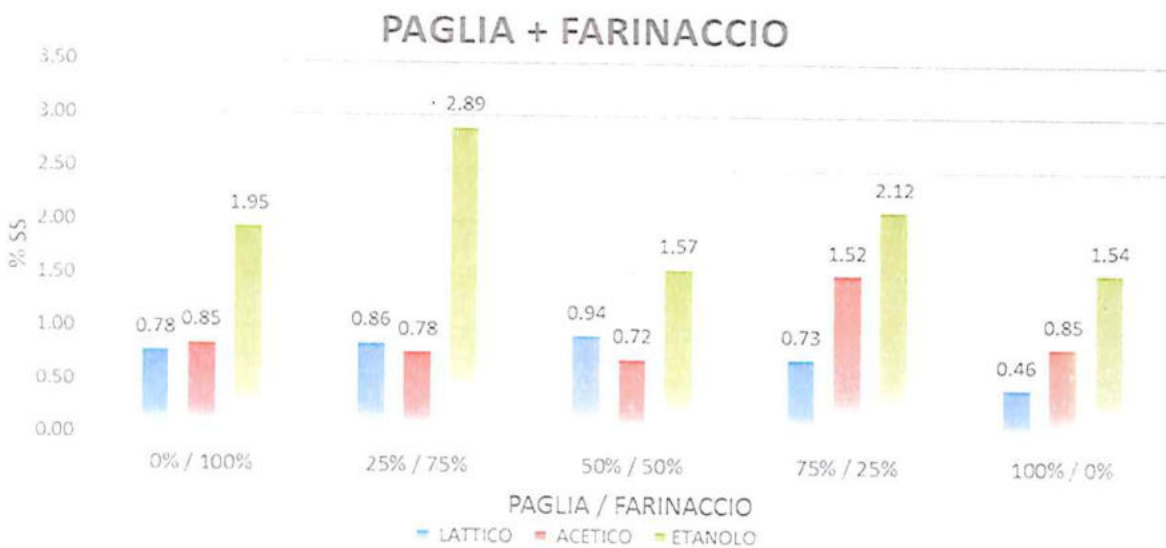
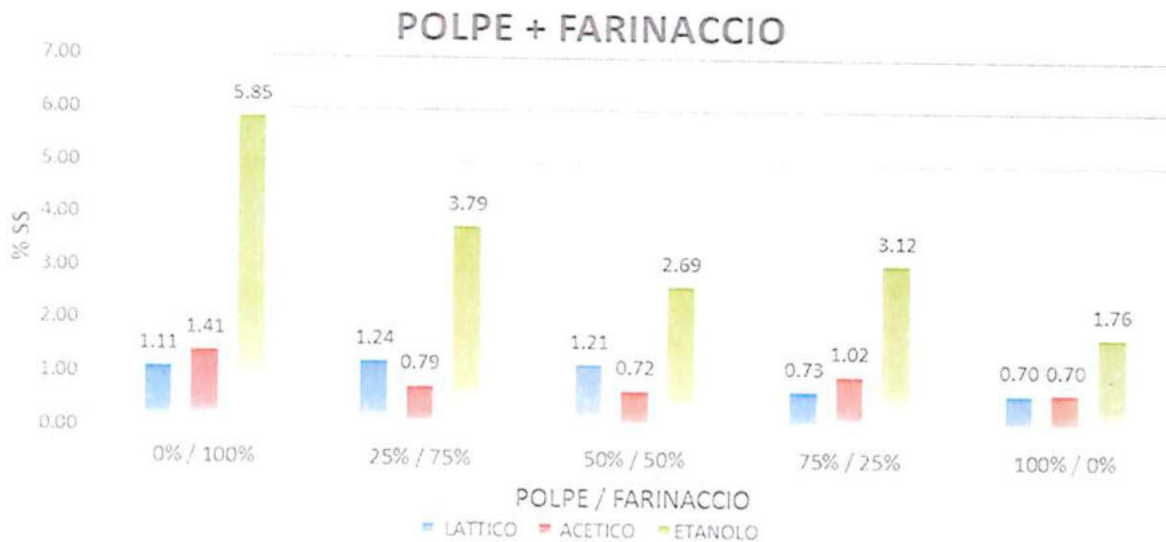
A causa del basso livello proteico del prodotto ottenuto e degli attuali prezzi di mercato della soia, del fieno di erba medica e del girasole, l'investimento richiesto per insilare il prodotto, associato ai rischi di una cattiva riuscita dell'insilato, è troppo elevato e non conveniente. Di conseguenza, non è stato preso in esame la sostituzione della soia insilata in razione.

### Prove di insilamento di sottoprodotti fibrosi

È stata condotta una prova di insilamento con tecnica minisilos per l'insilamento di trebbie umide di birra (n minisilos = 24, 8 trattamenti in 3 replicati). Al contrario delle prove precedenti però, l'impiego del mangime fibroso è stato pensato per non essere miscelato con il prodotto umido, ma steso nella parte bassa per raccogliere gli effluenti. Inoltre, oltre un mangime fibroso composto da polpe di bietola secche e farinaccio, è stata utilizzata della paglia trinciata mista a farinaccio per raccogliere gli effluenti. Tale condizione è stata testata conseguentemente alla discussione con il titolare dell'azienda Ferrari che valutava questa come la prassi più consona per migliorare l'insilamento e la conservabilità di questo sotto-prodotto fibroso ed umido. Le condizioni sperimentali testate sono state perciò due, trebbie di birra umide conservate con aggiunta di polpe di bietola essiccate + farinaccio oppure paglia + farinaccio. La quota di sostituzione con farinaccio dei due prodotti fibrosi andava dallo 0% al 100%.

Come visibile dal grafico, la qualità fermentativa dei minisilos in questa prova è stata migliorata con l'impiego di polpe di bietola essiccate. Infatti, la presenza di farinaccio ha causato fermentazioni alcoliche eccessive, probabilmente dovute all'alta presenza di lieviti nel sottoprodotto umido e solitamente non gradite dagli animali.

Grafici. Polpe e farinaccio e polpe e paglia



#### Prove di palatabilità in stalla sperimentale

Sono state condotte delle prove di palatabilità dei prodotti in stalla sperimentale, avendo a disposizione delle greppie che erano divise in due parti uguali. Nella prima sono stati offerti agli animali i minisilos di trebbie conservate con polpe e farinaccio mentre nella seconda parte della greppi i minisilos con trebbie conservate con paglia farinaccio. La posizione di distribuzione dei due insilati è stata cambiata nei giorni seguenti e ogni prova di palatabilità è durata per 4 giorni consecutivi utilizzando animali singoli in stabulazione fissa. Tutti gli animali hanno preferito i minisilos nei quali è stato impiegato come prodotto secco le polpe di bietola essiccate.

### Trincea aziendale di trebbie umide di birra

Basandosi sui risultati prodotti dalla prova minisilos, è stata realizzata una trincea in azienda Ferrari nella quale il substrato assorbente gli effluenti era rappresentato dalle sole polpe di bietola. Dopo 30 giorni di insilamento, la trincea è stata utilizzata in razione per manze in accrescimento divise in due gruppi. L'impiego della trincea con trebbie di birra umide e polpe di bietola essiccate è stato impiego nella razione in sostituzione del trinciato di frumento, prodotto presente in azienda. La razione somministrata alle manze era costituita da: 7Kg di trinciato di frumento, 2 kg di paglia, 1 kg di fieno di medica 0,7 farina di estrazione di soia. Con l'apertura della trincea si è partiti con la sostituzione in toto dei 7Kg/capo giorno di frumento insilato con pari quantità di trebbie di birra e, successivamente, si è arrivati a 8 Kg/capo giorno di trebbie. L'osservazione del comportamento alimentare dei giovani animali avvenuto in azienda ha mostrato come la dieta nella quale veniva impiegata la trincea di trebbie umide fosse preferita dagli animali, che allo scarico si presentavano in mangiatoia in modo massiccio. Inoltre, ed in comparazione con la dieta che includeva il trinciato di frumento, l'ingestione di questi animali è aumentata il circa il 5-10 % giornaliero.

### CONCLUSIONI

La domanda a cui si è cercato di rispondere in questo lavoro di tesi è stata: esiste un modo per insilare e valorizzare i tagli di recupero di erba medica così da evitare rischi elevati di cattivo pre-appassimento dovuto ad un clima non ottimale? In modo particolare, la situazione che si è configurata è stata quella di insilare l'ultimo taglio di erba medica in condizioni agrometeorologiche particolari che non consentissero un pre-appassimento adeguato. L'ipotesi è stata fatta su 100 ettari con una produzione di 65-70 quintali per ettaro (per un totale di 6'500-7'000 quintali di prodotto verde). Per ottenere il risultato è stato adottato lo stesso cantiere che si usa per insilare i cereali autunno-vernini. Questa tecnica offre parecchi vantaggi, ma, applicata all'erba medica, deve rispettare alcuni vincoli imposti dalla specifica tipologia colturale. In modo particolare, l'alta umidità del prodotto raccolto in campo potrebbe comprometterne la conservabilità in trincea. Per ovviare a questo, si è pensato di aumentare la sostanza secca del prodotto da insilare attraverso l'impiego di un mangime secco fibroso costituito da pole di bietola essiccate e farinaccio da aggiungere all'erba medica prima dell'insilamento della massa. Per favorire le fermentazioni in trincea si è inoltre valutata la possibilità di aggiungere zucchero come starter delle fermentazioni lattiche.

Qualità del prodotto da insilare:

Dal momento che il prodotto in campo non viene sfalcato, le contaminazioni di terra sono ridotte al minimo, riducendo il livello di ceneri ed il rischio di portare clostridi e muffe nel silo. Un altro vantaggio in termini qualitativi di questa tecnica è che, nel caso sopraggiunga una pioggia improvvisa, non si deve far altro che interrompere il lavoro, non c'è prodotto già sfalcato che andrà a rovinarsi.

Riuscita dell'insilato:

Attraverso la prova mini-silos è stato possibile verificare che il prodotto insilato (erba medica umida additivata con mangime fibroso secco e zucchero) ha fermentato bene, producendo buoni livelli di acidi grassi volatili (lattico e acetico), mentre non si è rilevata la presenza di acido butirrico. Considerando che il prodotto insilato è una leguminosa, buoni anche i valori di pH e quelli di potere tampone. Ottimi sono i livelli di NDF e di degradabilità ruminale della NDF. Il prodotto ha un buon livello di proteina (attorno al 20%) e alti punteggi Flieg e Vanbelle che ne confermano la buona qualità fermentativa. La prova con minisilos ha inoltre consentito di produrre un numero notevole di trattamenti in modo da studiare vari livelli di inclusione di zucchero e mangime a base di farinaccio e polpe e la proporzione di farinaccio e polpe all'interno del mangime al definire le condizioni di insilamento migliori per conservare al meglio il taglio di erba medica.

Occorre però sottolineare che la prova con minisilos è stata svolta in condizioni più controllate rispetto a prove di pieno campo, per quanto questo tipo di prova sperimentale consenta di avvicinarsi più di altre (es: vacuum bags) alle effettive condizioni di un silos tradizionale. In condizioni di pieno campo, il microbiota è più complesso e non si conosce il comportamento del prodotto in un silos tradizionale sia durante l'insilamento (operazioni meccaniche) che durante la conservazione della massa insilata. Ulteriore problema riscontrabile in azienda potrebbe essere la bassa omogeneità del prodotto che viene conservato in trincea, in quanto potrebbe essere difficile miscelare in modo adeguato e nelle giuste proporzioni l'erba medica o la soia trinciata ed il mangime secco fibroso. Per evitare una stratificazione eccessiva dei due prodotti in trincea, si è pensato ad una sorta di premiscelazione prima del caricamento del prodotto in trincea. Ad ogni modo, anche questa fase richiede una verifica di fattibilità di pieno campo.

Agro-meteorologia:

Le condizioni ottimali per svolgere il lavoro sono quelle in cui si proviene da un periodo asciutto o con poche piogge che garantisce un terreno poco bagnato, ma che potrebbe essere perturbato nei giorni a venire, il che renderebbe difficile l'accesso ai campi e costringerebbe l'imprenditore a perdere il taglio di erba medica.

Il terreno non deve essere troppo bagnato al momento della raccolta del prodotto, in quanto si rischierebbe, a causa del peso elevato del cantiere di raccolta, di rovinare il medicaio per le successive annate, a meno che questo non sia arrivato alla fine della sua vita produttiva. Tuttavia bisogna ricordare che, in questo caso, la raccolta viene effettuata in un solo passaggio. Se si optasse per un fieno silo stoccato in trincea ci sarebbero un maggiore numero di passaggi e comunque si utilizzerebbe la trincea come nel caso precedente. Qualora si decidesse di fasciare il fieno silo, seppur l'impiego di macchinari meno pesanti assicurati un minor compattamento del terreno, l'elevato numero



di operazioni potrebbe compromettere il medicaio negli anni successivi. È anche vero che, però, tra i vari passaggi intercorrono alcuni giorni con la coltura sfalciata ed il terreno ha occasione di asciugarsi.

Un ulteriore vincolo da rispettare è sicuramente l'epoca in cui si effettua il lavoro, soprattutto se si intende svolgere il lavoro sull'ultimo taglio. Si deve garantire, infatti, all'erba medica un ricaccio adeguato per superare l'inverno e che garantisca una copertura adeguata per evitare lo sviluppo di infestanti l'anno dopo.

Convenienza economica:

Il cantiere di lavoro ridotto garantisce un risparmio rispetto ai tradizionali prodotti pre-appassiti, anche se l'entità di tale risparmio sembra poco significativa in termini economici. Ad ogni modo, grazie alla velocità di raccolta di questo specifico cantiere di lavoro si potrebbe recuperare e valorizzare un prodotto aziendale che viceversa andrebbe sprecato. Conseguo l'acquisto di alimenti sul mercato e l'aumento dell'esposizione dell'azienda. Inoltre, allocando questo prodotto nella diete per le manze in accrescimento, oltre al valore del prodotto in sé, si andrebbe a creare valore diminuendo l'utilizzo degli altri alimenti in razione, siano essi prodotti aziendali (es: silomais utilizzabile in altre razioni) o prodotti acquistati sul mercato (fieno di loietto e f.e. di girasole).

Un problema riguardante la convenienza economica si potrebbe riscontrare nell'anticipazione di capitale dovuto all'acquisto del mangime fibroso da insilare con l'erba medica in modo da aumentare il livello di sostanza secca in trincea. È doveroso ricordare, però, che i prodotti non saranno più acquistati in seguito e quindi non si spenderà ulteriormente dal momento che poi saranno inclusi nel silo.

Grazie ai risultati ricavati dalla prova effettuata sull'ultimo taglio di medica, si sono potuti ricavare spunti interessanti per uno sviluppo futuro del lavoro. Risulterebbe, infatti, molto interessante l'applicazione di questa tecnica sul primo taglio di erba medica. L'epoca di raccolta di questo prodotto è anch'essa soggetta ad una variabilità agrometeorologica notevole che spesso non consente di effettuare il pre-appassimento o l'essiccazione o lo consente in periodi non ottimali, costringendo l'imprenditore agricolo ad aspettare condizioni metereologiche migliori. Inoltre l'erba medica di questo taglio è qualitativamente diversa rispetto a quella dell'ultimo e, probabilmente, anche più adatta all'insilamento per un livello di sostanza secca che spesso è più alta e una purezza inferiore a causa di alcune graminacee che possono crescere nel medicaio durante la primavera.

Per la soia è stato ipotizzato un approccio differente rispetto alla medica, dovuto ad esigenze e caratteri fisiologici diversi della coltura, ma è stato utilizzato lo stesso metodo di raccolta. Questo metodo è stato scelto con l'intento di velocizzare le operazioni di raccolta che solitamente avviene ad inizio ottobre, periodo in cui, come già ricordato nel caso dell'erba medica, in Pianura Padana è alto il rischio di eccessive piogge. Inoltre, data la scarsa esperienza e la poca bibliografia disponibile sull'uso foraggero di questa coltura, si è voluto sperimentare un metodo di raccolta alternativo che consentisse di evitare il pre-appassimento o di raccogliere il prodotto in stadi fenologici troppo avanzati, così da causare un eccessivo accumulo di lignina negli steli della soia che vengono poi scartati dagli animali in mangiatoia.

Qualità del prodotto:

Dal momento che il prodotto non viene sfalciato, le contaminazioni di terra sono ridotte al minimo, riducendo il livello di ceneri ed il rischio di contaminazione della massa da clostridi e muffe. Un altro vantaggio in termini qualitativi di questa tecnica è che, nel caso sopraggiunga una pioggia improvvisa, non si deve far altro che interrompere il lavoro, non c'è prodotto già sfalciato che andrà a rovinarsi. Inoltre, data la raccolta più precoce, la pianta è meno lignificata facendo diminuire in maniera sensibile le perdite in mangiatoia.

Riuscita dell'insilato:

Come risultato della prova condotta con mini-silo, si è ottenuta una qualità fermentativa del prodotto insilato più alta rispetto al suo controllo (soia trinciata ed insilata), con miglioramento di diversi parametri fermentativi e degli indici Flieg e Vanbelle. Come detto anche prima, i risultati ottenuti in prove di laboratorio necessitano di essere verificati in condizioni di pieno campo per supportare la loro validità.

Ad ogni modo, l'entità numerica delle modifiche dei principali parametri fermentativi dovuti alle condizioni testate (inclusione di zucchero e mangime fibroso nella massa da insilare) sono sembrati poco significativi e sicuramente non informativi riguardo gli effettivi risultati che possono manifestarsi nel prodotto insilato.

Agrometeorologia:

Meno problemi rispetto all'erba medica si hanno con la soia, dal momento che l'impianto non è poliennale, ma si effettua una sola raccolta. Ad ogni modo, è sempre buona norma prediligere situazioni di raccolta di asciutto.

Convenienza economica:

A causa dell'alta produzione della soia rispetto all'erba medica, i costi di sostituzione per lo zucchero e per il mangime a base di polpe sono risultati elevati. Inoltre, a causa del basso livello proteico del prodotto ottenuto e degli attuali prezzi di mercato della soia, del fieno di erba medica e del girasole, l'investimento richiesto per insilare il prodotto, associato ai rischi di una cattiva riuscita dell'insilato, è troppo elevato e, pertanto, è stato ritenuto non conveniente.

Questa prova con un totale di 82 minisilos è stata svolta anche rivolgendosi ai sempre maggiori cambiamenti climatici a cui si è soggetti che consistono in una forte destagionalizzazione, in un'intensificazione degli eventi atmosferici in specifici periodi dell'anno, in un aumento delle situazioni estreme con estati molto calde ed inverni molto freddi ed in una forte variabilità di anno in anno che rende difficile un lavoro di previsione e di pianificazione dei lavori da parte dell'imprenditore agricolo. In quest'ottica si è ritenuto di fornire un metodo di raccolta alternativo che fosse versatile, rapido e che consentisse di non incorrere in perdite produttive ed economiche.

Piacenza 06 Luglio 2020

**Bioeconomia a km 0**

**“Valorizzazione di sottoprodotti vegetali fibrosi come alimento zootecnico e a fini energetici”**

**FOCUS AREA 5C - Operazione 16.01 – Gruppi Operativi per l’Innovazione**

a cura di:



**Centro Ricerche Produzioni Animali – C.R.P.A. S.p.A.**

**Viale Timavo, 43/2 – Reggio Emilia 42121 – Italy**

**Tel. +39.0522.436999 – Fax +39.0522.435142**

***Reggio Emilia, agosto 2020***



**CERTIFICATO  
N. IT10/0274.01**

## AZIONE 2 – VALUTAZIONE DELL'USO DEL PRODOTTO CONSERVATO

### a) La caratterizzazione dei sottoprodotti a fini energetici: misura del potenziale metanigeno

La valorizzazione dell'impiego dei sottoprodotti agro-industriali anche per la produzione di energia è stato oggetto di approfondimento del Piano, nell'ambito del quale sono state effettuate, su diverse matrici (con differenti trattamenti) i test di biometanazione (BMP - Biochemical Methane Potential). Le prove sono state eseguite in conformità con la norma UNI EN ISO 11734:2004 e la norma italiana UNI/TS 11703:2018, utilizzando la strumentazione di laboratorio messa a punto da CRPA. La prova in batch consente di misurare la massima quantità di metano producibile da una determinata matrice organica sottoposta al processo di digestione anaerobica, espressa come  $\text{Nm}^3$  per tonnellata di solido volatile (SV) o sostanza organica. Il sistema è composto da reattori di vetro del volume utile di 1,35 litri, posti in armadi termostati alla temperatura di 38 °C, completi di valvole, flussimetri e sistemi di misura manometrici e massotermici per la quantificazione del biogas prodotto (figura 1). La metodica prevede l'aggiunta nel reattore di prova di un inoculo, prelevato da un digestore di un impianto di biogas operante alla stessa temperatura e costituito da un equilibrato consorzio batterico. I test hanno avuto la durata di 27 giorni. Dall'andamento della curva di produzione si ottengono anche importanti informazioni in merito alla velocità di degradazione della biomassa (figura 2). La composizione del biogas prodotto dai test, in termini di percentuale di metano ( $\text{CH}_4$ ), anidride carbonica ( $\text{CO}_2$ ) e concentrazione di idrogeno solforato ( $\text{H}_2\text{S}$ ) è determinata da un analizzatore a tecnica ad infrarossi non dispersivi (NDIR).

In tabella 2 sono riportati i data relativi alla prova condotta su erba medica; sono rappresentati i valori di resa in metano e la percentuale di solidi totali dell'insilato di erba medica, per un totale di 18 campioni analizzati. La resa media in metano (BMP) ottenuta è di  $311 \text{ Nm}^3/\text{t SV}$ . I solidi totali sono risultati mediamente del 26,9% e le ceneri dell'8,7% della sostanza secca. Il valore del BMP sul tal quale e del silomais equivalente (SMeq) è rispettivamente pari a  $76 \text{ Nm}^3$  di  $\text{CH}_4/\text{t tal quale}$  e  $0,7 \text{ t/t}$  di silomais "standard", al 33% di solidi totali, 4% di ceneri e BMP pari a  $111 \text{ Nm}^3 \text{ CH}_4/\text{t tal quale}$ .

Ai fini della valutazione dell'utilizzo nella filiera biogas (energy), i parametri riportati devono essere considerati anche in relazione alla produzione di biomassa e di quantità di sostanza secca raccolta. Sono stati analizzati 18 campioni ciascuno dei quali contenenti 4 aliquote dei 72 minisili realizzati). Stimando una produzione di biomassa secca per l'erba medica, alla raccolta dell'ultimo ricaccio del mese autunnale, di circa  $2 \text{ t/ha}$ , rispetto alla produzione di metano per ettaro mediamente ottenibile da un insilato di mais standard (circa  $6.000 \text{ Nm}^3/\text{ha}$ ) si può raggiungere una produzione pari a circa il 10% ( $620 \text{ Nm}^3/\text{ha}$ ).

Identificativo Campione	Solidi totali [%]	Solidi volatili [%ST]	BMP [ $\text{Nm}^3\text{CH}_4/\text{tSV}$ ]	Percentuale metano	BMP [ $\text{Nm}^3\text{CH}_4/\text{t}$ tq]	SMeq [t/t SMst]
1B	30,7	92,8	331,3	54,3%	94,32	0,85
2B	23,4	91,7	309,7	53,0%	66,49	0,60
3B	31,0	90,6	310,5	55,0%	87,16	0,79
4B	22,6	90,2	308,5	57,4%	62,85	0,57

5B	26,8	91,3	307,8	54,9%	75,29	0,68
6B	26,5	91,5	302,6	56,3%	73,39	0,66
7B	30,5	92,6	310,3	55,7%	87,59	0,79
8B	25,1	91,9	331,2	56,2%	76,39	0,69
9B	27,7	90,9	330,1	57,6%	83,11	0,75
10B	22,3	89,9	290,6	59,1%	58,23	0,53
11B	27,8	91,3	301,3	56,4%	76,47	0,69
12B	28,7	91,5	301,5	56,3%	79,13	0,71
13B	23,8	89,7	290,8	56,9%	62,05	0,56
14B	30,0	92,4	322,6	54,8%	89,39	0,81
15B	22,4	90,7	307,2	56,8%	62,40	0,56
16B	31,1	91,8	318,2	55,9%	90,81	0,82
17B	27,0	90,8	295,8	56,7%	72,53	0,65
18B	26,0	91,7	325,1	56,7%	77,52	0,70
Media	<b>26,9</b>	<b>91,3</b>	<b>310,8</b>	<b>56,1%</b>	<b>76,4</b>	<b>0,69</b>
Dev.st	<b>3,0</b>	<b>0,8</b>	<b>12,4</b>	<b>1,3%</b>	<b>10,3</b>	<b>0,09</b>
C.V.	<b>11,3%</b>	<b>0,9%</b>	<b>4,0%</b>	<b>2,4%</b>	<b>13,5%</b>	<b>13,5%</b>

Tabella 2 - Test di biometanazione (BMP) condotti su ricaccio autunnale di erba medica - Quantità di SiloMais equivalente (SMeq), considerando un insilato di mais standard (SMst): 33% di ST, 4% di ceneri e BMP pari a  $350 \text{ Nm}^3\text{CH}_4/\text{tSV}$ , ovvero  $110,9 \text{ Nm}^3 \text{ CH}_4/\text{t tq}$

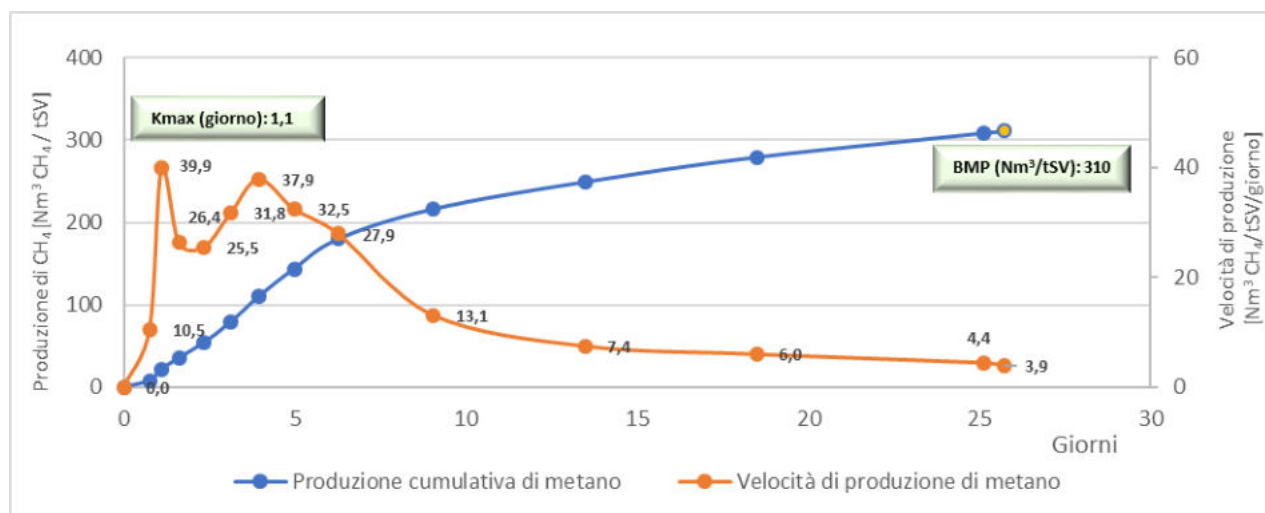


Figura 3 - curva di produzione specifica di metano (BMP) in blu e di cinetica di processo in rosso, di un campione di erba medica essiccata e macinata (Kmax: velocità massima di degradazione dei solidi volatili).

### AZIONE 3 – STUDIO DELLA LOGISTICA E DEGLI IMPATTI

#### b) La filiera dei sottoprodotti agroindustriali: produzioni, caratteristiche compositive, opportunità e limiti per lo sviluppo

Il Piano ha avuto tra i suoi obiettivi realizzati quello di rendere applicabile il concetto di “bioeconomia” da cui il progetto ha tratto il suo acronimo, su scala aziendale, quindi mettere la singola azienda agricola al centro del processo di recupero sia di sottoprodotti agroindustriali che di biomasse di prima generazione presenti in azienda (che per contingenza stagionale e/o fase fisiologica di crescita della pianta non risultano ottimali nell’impiego tal quale in alimentazione animale) e di biomasse di seconda generazione reperibili in un areale relativamente prossimo all’azienda.

Un elemento di grande criticità per il razionale sfruttamento dei sottoprodotti entro la singola azienda agricola è quello dell’approvvigionamento e costanza dell’approvvigionamento stesso che può costituire un ostacolo al reperimento di biomasse per singole aziende agricole. In Emilia-Romagna, gli scarti agricoli e agroindustriali vegetali (sottoprodotti) prodotti ogni anno rappresentano dal 2 al 36% del peso della materia prima di origine (Rossi e Piccinini, 2007). Si tratta principalmente dei residui della trasformazione del pomodoro da industria, degli scarti ortaggi, dei cereali e della frutta (Immagine 1). Le loro caratteristiche compositive li rendono particolarmente interessanti per varie soluzioni di recupero: alimentazione animale e biomassa per produrre energia da digestione anaerobica che rappresentano i due principali focus del Gruppo Operativo.

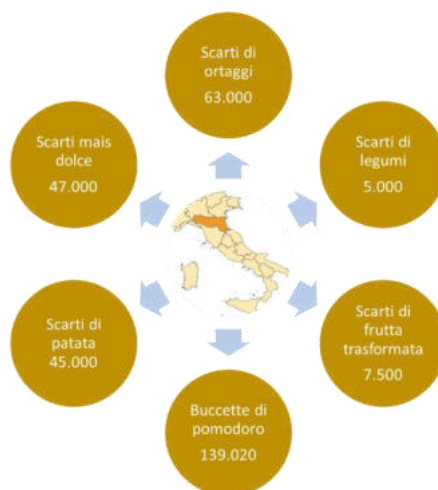


Immagine 1: produzione sottoprodotti RER (tonnellate di sottoprodotti tal quale per anno) Fonte CRPA, 2019.

La spinta selezione genetica degli animali da reddito ed in particolare delle bovine da latte limita la scelta degli alimenti da utilizzare per il raggiungimento dei fabbisogni energetici e proteici. È necessario raggiungere elevati livelli di carboidrati fermentescibili nel rumine, mantenendo al contempo una fibra fisicamente efficace nel mantenere la ruminazione e i titoli di grasso (valori superiori al 23% della sostanza secca della razione secondo Nrc, 2001). Il mais è il principale alimento energetico, ma oltre un certo livello di costo deve

essere messo a confronto con possibili alternative (Fustini et al, 2012). Molti sottoprodotti, anche fibrosi come le polpe di barbabietola e i distillers di mais, sono caratterizzati da un basso valore di amido, un'elevata digeribilità della fibra e un contenuto variabile di fibra solubile e zuccheri. Una parte dell'amido del mais può venire sostituita anche con fonti di zuccheri come le trebbie umide di birra. Sotto sono riportate le caratteristiche (Tabella 1) e le potenzialità di impiego di alcuni tra i più comuni sottoprodotto disponibili nel nostro comprensorio.

Sottoprodotto	Macrocomponenti							Minerali				
	SS	PG	RUP	TDN	NDF	NFC	Lipidi	Ca	P	Mg	K	S
Polpe bietola	88.3	10	76	69.1	45.8	41.3	1.1	0.91	0.09	0.23	0.96	0.3
Trebbie	21.8	28.4	35	71.6	47.1	23.7	5.2	0.35	0.59	0.21	0.47	0.33
Glutine mais (CGF)	40	23.8	30	74.1	35.5	34	3.5	0.07	1	0.42	1.46	0.44
Distillers	30-35	29.7	51	79.5	38.8	24.8	10	0.22	0.83	0.33	1.10	0.44
Radichette malto	90.5	20.1	27	66.4	47	26.9	2.3	0.24	0.51	0.18	1.19	0.29
Marcomele	35.9	7.68	35	50.2	52.5	36.6	4.99	0.19	0.28	0.11	0.72	0.08

Tabella 1. composizione nutrizionale (dati espressi sulla sostanza secca) di sottoprodotti adatti all'alimentazione di bovini da latte (NRC, 2001) - \*SS = sostanza secca, PG = proteina grezza, RUP = proteina by pass a livello ruminale, TDN = digeribilità totale dei diversi nutrienti, NFC = carboidrati non fibrosi come zuccheri e amido.

**Polpe di bietola**, sono il residuo della lavorazione della barbabietola da zucchero. Si presentano come un prodotto ad elevata appetibilità e possono essere usate per l'alimentazione dei bovini in forma essiccata o umida e sotto forma di pellet o sfarinato. Possono essere inclusi nelle diete fino a una quantità che corrisponde al 50% dei concentrati, quindi in ragione di 3.5-6.5 kg di sostanza secca per capo per giorno. La maggioranza dei carboidrati non fibrosi (NFC) in questo prodotto è sotto forma di pectine, il che risulta in una fermentazione ruminale che da origine in modo preponderante ad acetato. La fibra della polpe di bietola è di ottima qualità e molto fermentescibile e può essere usata per supportare diete carenti in fibra fermentescibile. L'inclusione di polpe di bietola nelle prime fasi della lattazione permette di sviluppare razioni ad alto livello di NDF, moderato NFC ma con elevata densità energetica e a basso rischio di acidosi. Possono essere usate anche come sostitutivo di alcuni tipo di foraggio ma in misura limitata, in quanto possiedono un fattore di stimolazione della ruminazione di 0.43 (espresso come frazione della NDF), rispetto all'1 dei comuni foraggi. Un'indicazione sul livello massimo di sostituzione dei foraggi usando polpe può essere nell'intorno del 15-25%.



**Trebbie di birra umide**, sono il residuo della lavorazione del malto d'orzo o in miscela con altri cereali per la produzione di birra, possono contenere omogeneamente tracce di luppolo fino a un massimo del 3%. Presentano contenuto nutrizionale simile a quelle essiccate, con l'unica differenza che le trebbie umide presentano un contenuto di SS limitato al 20-30%. Possono essere incluse direttamente nelle diete per vacche in latte con un range di utilizzo dai 5 ai 18 kg di tal quale capo giorno. Precauzioni devono essere prese in modo tale da non ottenere razioni con contenuto in SS inferiore al 45%. Aggiungere trebbie umide in razioni già ricche in foraggi a basso livello di SS può aiutare ad aumentare l'ingestione di SS. Le trebbie fresche se non adeguatamente stoccate, devono essere utilizzate nell'arco di 7-10 gg in modo da preservarne freschezza e non creare disturbo agli animali. Possono essere stoccate per mesi se insilate in ambiente anaerobico (silobags o piazzali/trincee su fondo assorbente –polpe di bietola essiccate-). Tutti i commenti fatti sulle trebbie di birra essiccate valgono anche per le trebbie di birra umide.

**Glutine di mais o Corn gluten feed (CGF)**, sono il residuo della lavorazione della granella di mais nelle amiderie. Il processo di lavorazione porta all'estrazione di gran parte dell'amido, del glutine e del germe della cariosside per la produzione di amido. Lo si può trovare in forma essiccata oppure umida e sottoforma di sfarinato o pellet. CGF umidi contengono generalmente un 45% di sostanza secca. Possono essere inseriti in diete per vacche in lattazione ad un livello massimo di inclusione pari a 5.5 - 6.5 kg di sostanza secca per la versione essiccata e di 3.5 – 5.5 kg di sostanza secca per i corn gluten feed umidi. Ove utilizzati i CGF umidi vengono inseriti in razione in ragione di 6.5 – 11 kg/giorno per vacca di CGF tal quale. Una volta consegnati in azienda andrebbero utilizzati in 7-10 giorni per mantenerne la freschezza. E' opportuno controllare, tramite analisi, la concentrazione di zolfo, in quanto sono stati rilevati diversi campioni con alta concentrazione di zolfo (> 0.7% sul secco). Tali concentrazioni in caso di alti livelli di inclusione nella dieta, creano situazioni predisponenti problemi nel metabolismo della Tiamina (vitamina gruppo B). É inoltre opportuno prestare attenzione a non superare livello di zolfo nella dieta pari a (0.2% sul secco) considerando la sia l'apporto di zolfo da alimenti che da acqua di abbeverata per evitare potenziali effetti negativi sull'assorbimento di selenio, rame, innalzamento DCAD e relativo calo d'ingestione e produzione.

**Residui di distillazione o Distillers con solubili (DDGS)**, sono co-prodotti delle distillerie ottenuti dalla distillazione delle granelle per la produzione di alcol etilico. La granella predominante nel prodotto dovrebbe essere indicata all'inizio del nome del prodotto. Molte distillerie aggiungono alla granella la parte liquida, i cosiddetti solubili, in modo da non essiccare il prodotto finale e ottenere una miscela semisolida avente un contenuto in sostanza secca variabile tra 8 e 26% con un livello proteico tra il 30 e 35% sulla SS. Distillers con solubili sono stati valutati in alcune prove in vivo alla Cornell University (Chase, 1991). In queste prove i distillers sono stati inseriti in diete per vacche fresche in lattazione a livelli di inclusione del 0,8 e 16% (espresso sul totale della sostanza secca della razione). Ingestione, produzione di latte e titoli sono risultati simili in tutte le razioni proposte ad indicare la elevata potenzialità dei distillers di sostituire altre componenti della razione. L'ingestione massima di distillers con solubili in questo studio è risultata pari a 14 kg/giorno per vacca di prodotto tal quale (pari a 3.6 kg sostanza secca).

**Radichette di malto**, sono ottenute dalla lavorazione dell'orzo e contengono radichette, germogli, parte delle glume e malto. E' un prodotto che contiene almeno il 24% di proteine sulla SS. I limiti di utilizzo di questo prodotto sono simili a quanto riportato per le trebbie di birra. Possono essere usate come alimento in grado di ridurre la concentrazione di carboidrati non fibrosi della razione e come parziale sostitutivo dei foraggi. Possiedono un fattore di stimolazione della ruminazione di 0.48 (espresso come frazione della NDF), rispetto all'1 dei comuni foraggi. Un'indicazione sul livello massimo di sostituzione dei foraggi usando questo prodotto è tra il 15 e 25% dei foraggi della dieta.

**Scarti di lavorazione della patata**, includono patate di pezzatura non adatta alla lavorazione/commercio, patate fritte e scarti di lavorazione. Le patate fresche, non congelate e non germogliate possono essere offerte agli animali tal quali senza bisogno di lavorazione. E le altre? Che tipo di lavorazione? Questi scarti contengono di solito un 20-25% di sostanza secca, devono essere considerate come un prodotto umido, ad

alta concentrazione amilacea e l'uso deve essere limitato a non più di 2.5-3 kg/giorno per vacca di sostanza secca.

**Scarti della lavorazione del mais dolce**, consistono in tutoli, brattee, spighe di scarto, cariossidi. Il valore nutrizionale di questo prodotto è simile ad un insilato di mais di scarsa qualità. Il contenuto di sostanza secca di questo sottoprodotto è in media nell'intorno del 20-25%, con una elevata variabilità in termini nutrizionali il che suggerisce di adottare frequenti analisi del prodotto. Può essere conservato in silobags oppure in trincee. Ne è suggerito l'utilizzo in diete per bovine a bassa produzione, vacche asciutte e manze. Il basso valore nutrizionale ne limita l'uso in diete per bovine ad alta produzione. Può essere usato come parziale sostitutivo di fieni o insilati in razione e si consiglia di limitarne l'uso a non più di 11-16 kg tal quale / capo / giorno.

**Scarti della lavorazione delle verdure**, consistono principalmente in carote, spinaci, bietole, insalate. Il contenuto proteico è molto variabile, ma solitamente va dal 15 al 30% di proteina grezza sul secco, con un contenuto in ADF dal 10 al 20%. Usualmente sono prodotti freschi e usati tal quale talvolta vengono insilati con altri foraggi. Stoccaggio temporaneo del prodotto fresco è limitato a qualche giorno. Si consiglia di analizzare il prodotto ogni volta si avverte un cambio nella tipologia di materiale. Devono essere considerati come foraggi umidi (5-15% sostanza secca), ad alto contenuto in ceneri, aventi grossa pezzatura e dal contenuto energetico variabile da 1.36 a 1.5 Mcal NEI/kg.

**Marcomele**, indica sottoprodotti di due tipi. Il primo è il residuo della fermentazione alcolica di frutti di pezzatura inadatta alla commercializzazione tal quale, il secondo è un prodotto simile, derivante dalla spremitura delle mele per la produzione di succhi di frutta. Questi prodotti sono altamente variabili nelle loro composizione nutrizionale e variano in base al tipo di frutta impiegata, dalla tipologia di lavorazione (produzione di alcol / sidro / succhi di frutta) e dal livello di inclusione di varie parti del frutto (bucce, semi, polpe, gambi.). Solitamente il marcomele viene consegnato alle aziende agricole ad un sostanza secca compresa tra 22% e 30%, la fibra è molto ricca in lignina. Il marcomele da distilleria, ha comunque un contenuto in carboidrati solubili e fermentescibili più basso del marcomele residuo della spremitura. Sono prodotti altamente acidi, poco appetibili, si consiglia di aggiungere carbonato di calcio, in ragione del 2% della massa totale in modo da limitarne l'acidità se usati freschi. L'uso come prodotto fresco, deve essere tempestivo. Una possibile via di utilizzo del marcomele può essere quella di ricoprire il cappello delle trincee all'atto dell'insilamento in modo da favorire la acidificazione della massa e impedire la formazione di muffe nei primi strati di insilato, oppure l'insilamento tal quale del prodotto in trincee/silobag dedicati. Si consiglia l'uso a non oltre 12 kg/giorno per capo di tal quale su vacche in lattazione, e si considera opportuno prestare attenzione ai potenziali rischi aflatossine, residui di prodotti antiparassitari, tenore in tannini e alcool. La sinergia tra aziende che producono sottoprodotti e altre che li utilizzano come materie prime secondarie, cioè in sostituzione alle altre materie prime, prende il nome di simbiosi industriale ed è alla base dei principi dell'economia circolare (La Monica et al., 2014). In Europa, l'industria agroalimentare produce circa 250 milioni di tonnellate all'anno di sottoprodotti e rifiuti (AWARENET, 2004), mentre in Italia sono prodotti circa 13.5 milioni di tonnellate di residui colturali e scarti agroalimentari che possono essere in parte riutilizzati dal settore mangimistico per la loro valorizzazione come materie prime secondarie nelle filiere zootecniche. Già nel 2006 il Centro Ricerche Produzioni Animali (CRPA) allo scopo di indirizzare le politiche di recupero e valorizzazione dei rifiuti organici, aveva condotto una specifica indagine per localizzare e caratterizzare qualitativa e quantitativa la produzione di scarti e rifiuti di natura organica del comparto agroindustriale sul proprio territorio (Emilia-Romagna). Da questa indagine, finanziata come progetto strategico ai sensi della L.R. 28/98, emergeva tra l'altro l'auspicio di chiarezza in merito alla classificazione di molti degli scarti agroindustriali, affinché fossero considerati sottoprodotti anziché rifiuti, in virtù della loro elevata qualità e purezza merceologica e al loro effettivo recupero (Rossi e Piccinini, 2007). Da lì a breve, l'entrata in vigore della direttiva quadro rifiuti, Direttiva 2008/98/CE, ha obbligato il legislatore nazionale (Dlgs n.205 del 2010) ad adeguare le norme vigenti nel settore alle più recenti norme comunitarie, soprattutto per quanto attiene ai

concetti di “recupero”, “rifiuto” e “sottoprodotto”. L’Articolo 184-bis, relativo in particolare alla nozione di “sottoprodotto”, del Dlgs 152 del 2006 e s.m., come sostituito dal Dlgs n.205 del 2010, definisce tale nozione elencando, come già nel testo previgente, una serie di requisiti che devono essere tutti, contestualmente, soddisfatti ai fini della costituzione della nozione di sottoprodotto (Immagine 2). Una complicazione normativa è imputabile al fatto che le condizioni previste dalla norma devono sussistere in maniera concorrente, quindi la mancanza di anche una sola di esse comporta inevitabilmente l'assoggettamento del materiale alla disciplina sui rifiuti (Albertazzi, 2018). Sono oneri del produttore e del detentore assicurare, ciascuno per quanto di propria competenza, l'organizzazione e la continuità di un sistema di gestione, del quale fanno parte le fasi di deposito e trasporto, che, per tempi e per modalità, consenta l'identificazione e l'utilizzazione effettiva del sottoprodotto. Risulta utile in tal senso anche la formalizzazione contrattuale della cessione del sottoprodotto stesso (anche a titolo gratuito); tacito il fatto che nel caso di sottoprodotti destinati all'alimentazione di animali da reddito, vigono gli obblighi di tracciabilità, Reg. (CE) N. 852/2004, verificabili dalle competenti autorità di vigilanza e controllo.



Immagine 2: principali requisiti normativi di un sottoprodotto

Recentemente la legge n° 202 del 30/08/2016 dispone anche riguardo la distribuzione di prodotti alimentari per la limitazione degli sprechi e la promozione della economia circolare. Tale legge riferisce agli obiettivi generali del sopracitato Dlgs 152/2006, e oltre ad altri obiettivi mira a contribuire alla limitazione degli impatti negativi sull'ambiente e sulle risorse naturali mediante azioni volte a ridurre la produzione di rifiuti e a promuovere il riuso e il riciclo al fine di estendere il ciclo di vita dei prodotti (art. 1 comma c). La legge definisce inoltre le “eccedenze alimentari” e ne autorizza l’uso in alimentazione animale vincolato al mantenimento dello stato igienico sanitario delle stesse. Resta tuttavia non semplice adempiere in modo corretto ed esaustivo a tutte le normative che coinvolgono il semplice passaggio di un sottoprodotto dal produttore al detentore/utilizzatore (azienda agro-zootecnica). Le nuove normative in materia di ‘sottoprodotti’ soddisfano inoltre l’esigenza di contribuire alla scomposizione degli effetti dell’uso di risorse naturali positivo nel favorire la crescita economica e negativo per la generazione di rifiuti e impatto ambientale. L'innovazione tecnologica applicata al riutilizzo di sottoprodotti e residui di lavorazione agroalimentare, riduce il consumo di risorse primarie e minimizza la produzione di rifiuti. L’uso dei sottoprodotti nel settore mangimistico è vantaggioso per numerosi aspetti, fra cui i 3 principali sono:

- ✓ Recuperare il valore nutritivo del sottoprodotto come alimento zootecnico. Il sottoprodotto può essere utilizzato per sostituire quote di concentrati della razione. I sottoprodotti sono in genere più economici delle granelle di cereali e leguminose, per cui il loro utilizzo dovrebbe ridurre ulteriormente il costo razione. Questo principio ha favorito nei decenni scorsi la diffusione dei sottoprodotti agroalimentari di uso più comune nella industria mangimistica (Ellis and Bird, 1951). La quantità di sottoprodotti può essere particolarmente elevata se consideriamo le singole filiere. L'industria ortofrutticola e vinicola per la produzione di frutta e verdura da consumo fresco, da succhi di frutta e da vino smaltisce una quantità di residui che può variare dal 5 al 50% delle quantità lavorate al netto degli scarti in campo, mentre l'industria della barbabietola da zucchero smaltisce l'85% del prodotto lavorato (Kasapidou et al. 2015). La maggior parte di questi prodotti può essere valorizzata per la alimentazione dei ruminanti. Esistono numerosi sottoprodotti ricchi in proteina (glutine di mais, farine di estrazione di olii vegetali, etc), ricchi in fibre digeribili (bucchette di soia, polpe di bietola, pastazzo di agrumi, etc), ricchi in lipidi (germe di mais, olii ricchi in grassi idrogenati, etc) ricchi in zuccheri e amido (farinette e altri sottoprodotti dell'industria molitoria, alimenti scaduti dell'industria dolciaria e della panificazione) che vengono o possono essere utilizzati come materie prime e nella formulazione di pellettati per mangimi complementari. L'uso di sottoprodotti può portare alla completa sostituzione dei cereali e migliorare l'efficienza di conversione alimentare (Erti et al., 2015);
- ✓ Il secondo è quello delle proprietà funzionali e nutraceutiche dei sottoprodotti. Alcuni sottoprodotti vengono utilizzati e inclusi nelle razioni animali (o nelle diete per l'uomo) per la particolare concentrazione di composti bioattivi per cui l'alimento, oltre ad apportare il proprio valore nutritivo, svolge il ruolo di integratore funzionale o additivo con particolari effetti sulla salute o sul metabolismo. In tal caso i sottoprodotti si utilizzano in piccole quantità, similmente ad additivi alimentari e conferiscono un miglioramento delle qualità dei prodotti o dello stato sanitario e del quadro metabolico dell'animale. Possono favorire le qualità organolettiche della razione, apportare antiossidanti o altre sostanze antitumorali, stimolanti del sistema immunitario e inibitori di parassiti del digerente, migliorare la qualità dei prodotti dal punto di vista microbiologico e della conservazione, della durata e della stabilità dei lipidi (Santana-Méridas et al., 2012; Kasapidou et al. 2015; Cunha et al., 2018; ). Questo è uno dei principali motivi che ha recentemente stimolato gli studi di una moltitudine di sottoprodotti indipendentemente dalla disponibilità nel mercato degli stessi e la ricerca scientifica è fortemente impegnata nello studio di numerosi composti bioattivi che residuano nei sottoprodotti (Nudda et al., 2019). Alcuni esempi sono rappresentati da: sanse di oliva, marcomele e vinacce ricchi in polifenoli, fitosteroli da residui di girasole e soia, carotenoidi da residui di agrumi, carote e pomodori (Galankis, 2012).
- ✓ Il terzo è quello dell'impatto ambientale. L'uso dei sottoprodotti in alimentazione animale riduce l'impatto ambientale poiché si riduce il fabbisogno di risorse naturali per la produzione zootecnica (superfici coltivabili per la produzione di foraggi e granelle, acqua per irrigare le colture, fertilizzanti, energia necessaria alle coltivazioni, trasporti, etc). D'altra parte con il reimpiego dei sottoprodotti una parte dell'impatto ambientale delle filiere agroalimentari per l'alimentazione umana viene condiviso con altri settori, con notevoli vantaggi di immagine che vengono valorizzati nel marketing. Massimizzando l'inclusione di diversi sottoprodotti dell'agroalimentare nella formulazione di miscele e mangimi complementari, oltre a migliorare le performance animali, si contribuirebbe notevolmente alle performance ambientali del settore zootecnico (Capper et al., 2013). L'uso di sottoprodotti agroalimentari consente in particolare di ridurre le emissioni di gas serra della produzione di latte e carne in quanto le emissioni di produzione di un sottoprodotto sono di gran lunga inferiori rispetto alle emissioni delle principali colture zootecniche per la produzione di fieni e granelle. Numerose ricerche, in aumento nell'ultimo decennio, sono orientate a quantificare i benefici ambientali legati all'uso di sottoprodotti (Bhatta et al., 2009)

I vantaggi sopracitati si esplicano inoltre in benefici socio-economici. Infatti i sottoprodotti agroalimentari, e soprattutto quelli fibrosi per l'alimentazione dei ruminanti, sostituiscono parte di concentrati (quali il mais, la soia, cereali e altre granelle) utilizzabili per l'alimentazione umana. Questo genera la riduzione della competizione tra uso di alimenti per l'uomo e per gli animali (competizione food-feed) sia in termini diretti sui mercati degli alimenti sia in termini indiretti sull'uso della terra da destinare a colture per l'alimentazione umana o animale (Capper et al., 2013). Di contro l'impiego e la gestione in azienda di sottoprodotti agroindustriali destinati a feed e/o energy nella filiera agrozootecnica ha dei limiti che il presente piano si è posto l'obiettivo di mitigare con le attività sviluppate nell'azione 2 del presente Piano.

### **c) Impronte ecologiche dell'azienda Ferrari**

Bioeconomia a km 0 ha stimato gli impatti associati alla produzione del latte per Grana Padano dell'azienda partner del progetto. Presso l'allevamento Ferrari sono stati raccolti i questionari dettagliati per la caratterizzazione completa della attività di produzione; i dati sono riferiti al 2018-2019.

Per la raccolta dei dati aziendali (fase di inventario) sono stati utilizzati questionari appositamente predisposti, con l'obiettivo di identificare gli elementi specifici che incidono maggiormente sugli impatti ambientali del processo produttivo.

La struttura generale del questionario prevede i seguenti punti fondamentali:

- informazioni generali sull'azienda (denominazione, localizzazione, zona altimetrica);
- informazioni sulla produzione zootecnica: consistenza della mandria, indici produttivi, alimentazione, modalità di stabulazione e di gestione degli effluenti, grado di autosufficienza alimentare, consumi energetici, consumi idrici, materie in ingresso, produzione di rifiuti, etc.
- informazioni sulla fase di coltivazione: colture praticate, dati produttivi, input e output di energia e materiali relativi alla coltura in esame.

Il questionario è stato utilizzato per la raccolta dei dati primari relativi agli anni di monitoraggio.

Per i dati secondari, ossia quelli per i quali non è possibile una raccolta dati diretta, quali, ad esempio gli impatti relativi alla produzione dei mezzi tecnici che entrano in azienda, è stata utilizzata la banca dati LCA Ecoinvent, v.3 (2013), e per l'elaborazione dei dati il codice di calcolo SimaPro (versione 8.0).

#### **Unità funzionale (produzione del latte)**

In uno studio LCA occorre definire l'unità funzionale, ossia l'unità di riferimento rispetto alla quale si calcolano gli impatti, che deve essere l'unità che rappresenta la funzione produttiva delle aziende. Per la fase di produzione del latte l'unità funzionale è *1 kg latte* che, per tenere conto della variabilità del contenuto di grasso e proteina del latte, viene standardizzato sulla base di definiti valori di contenuto di grasso e di proteina del latte (FPCM = Fat and Protein Corrected Milk), sulla base della formula:

$$1 \text{ kg FPCM} = 1 \text{ kg latte} * (0.337 + 0.116 * \% \text{ Grasso} + 0.06 * \% \text{ Proteina})$$

In questo approccio il sistema include la sola fase di coltivazione dei terreni su cui vengono prodotti gli alimenti destinati alla alimentazione del bestiame.

#### **Allocazione (produzione del latte)**

La azienda bovina da latte produce, oltre al latte, la carne delle vacche a fine carriera e dei vitelli maschi venduti, oltre ad altre possibili vendite di bovini di altre categorie di peso. Occorre quindi ripartire gli impatti tra i diversi prodotti commercializzabili. Questa ripartizione, che viene detta allocazione, può essere effettuata secondo diversi criteri.

I criteri di allocazione possono essere stabiliti sulla base di relazioni fra parametri che individuino alcune delle proprietà caratteristiche (fisiche, biologiche) dei prodotti. Ad esempio, nel caso di prodotti alimentari, può essere utilizzata la quantità di proteine o il contenuto energetico. Una ulteriore possibilità, utilizzata quando non sia facilmente individuabile un indice comune fra i prodotti, è l'allocazione economica. Questo ultimo criterio ha il difetto di essere influenzato da aspetti congiunturali variabili nel tempo, ma ha il pregio di consentire il trattamento di prodotti che non hanno intrinseci parametri comuni di confronto.

Nel presente studio, per la allocazione fra latte e carne, è stato impiegato l'approccio proposto dell'International Dairy Federation (IDF, 2015), previsto anche dagli standard internazionali per il latte (PCR 2013:16, Version 2.02 del 29-05-2017 RAW MILK), volto ad armonizzare le metodologie nella valutazione della impronta del carbonio della produzione di latte. Viene qui considerato preferibile un criterio di allocazione fisica fra carne e latte (ossia basato sul peso dei prodotti), che permette di ripartire gli impatti fra le due produzioni. La percentuale di impatto da attribuire al latte viene calcolata utilizzando la equazione:

$$AF = 1 - 6,04 \times R$$

dove:

AF= fattore di allocazione per il latte, ovvero percentuale dell'impatto complessivo da attribuire al latte

$$R = M_{carne}/M_{latte},$$

dove  $M_{carne}$  = somma del peso vivo di tutti gli animali venduti (kg) e  $M_{latte}$  = latte venduto (kg), corretto al 4% di grasso e al 3.3% di proteina.

### **Confini del sistema (produzione del latte)**

I confini del sistema includono i seguenti input/output e vengono osservate le seguenti metodologie operative:

- La produzione dei mezzi tecnici impiegati in stalla (mangimi e integratori alimentari, foraggi acquistati, lettieri, carburanti e lubrificanti, detergenti, sanificanti, farmaci) e degli animali acquistati.
- La produzione dei mezzi tecnici impiegati in campagna (sementi, fertilizzanti, diserbanti, fitofarmaci, carburanti e lubrificanti).
- I consumi di carburante relativi al trasporto in azienda dei mezzi tecnici dall'ultimo fornitore presso cui si serve abitualmente l'azienda agricola.
- La coltivazione dei foraggi e delle materie prime autoprodotti in azienda, includendo gli impatti dovuti alla produzione e applicazione dei fertilizzanti, alla utilizzazione agronomica degli effluenti di allevamento e dei digestati, alla produzione e consumo di carburanti per le operazioni meccaniche eseguite in azienda relativamente a: lavorazioni del terreno, semina, distribuzione di fertilizzanti ed effluenti di allevamento, eventuali trattamenti diserbanti e fitosanitari, irrigazione, eventuali operazioni di fienagione, raccolta, trasporto del prodotto al centro aziendale,
- Le emissioni enteriche di CH<sub>4</sub>, stimate secondo la metodologia e i fattori di emissione IPCC 2006,

- Le emissioni di CH<sub>4</sub> dalla gestione delle deiezioni, stimate secondo la metodologia e i fattori di emissione IPCC 2006,
- Le emissioni dirette di N<sub>2</sub>O dalla gestione delle deiezioni, stimate secondo la metodologia e i fattori di emissione di IPCC 2006. Per il valore di produzione di effluenti e di N escreto si sono adottati i fattori di escrezione riportati nel Regolamento regionale 15 dicembre 2017, N.3 della Regione Emilia-Romagna.
- Le emissioni indirette di N<sub>2</sub>O dalla gestione delle deiezioni vengono stimate utilizzando la metodologia IPCC 2006, che considera le emissioni indirette di N-N<sub>2</sub>O pari a 1% delle perdite di N sotto forma di emissioni di N-NH<sub>3</sub>+N-NO, che si hanno nella fase di ricovero degli animali e di stoccaggio degli effluenti. Le emissioni di NH<sub>3</sub> delle fasi di ricovero+stoccaggio vengono stimate pari al 28% dell'azoto escreto, in accordo con quanto proposto come valore di default nella normativa nazionale relativa alla utilizzazione agronomica degli effluenti di allevamento. Per le emissioni di NO dalla gestione degli effluenti in fase ricovero+stoccaggio si utilizzano i fattori di emissione EMEP/EEA 2013 Tier 1.
- I consumi di energia relativi alle operazioni di stalla,
- I consumi idrici relativi alle operazioni di stalla e alle operazioni agricole.
- Le emissioni dirette di N<sub>2</sub>O dalle fertilizzazioni sono state stimate con la metodologia IPCC 2006, che considera le emissioni dirette di N-N<sub>2</sub>O pari a 1% dell'azoto distribuito con i fertilizzanti organici e minerali e riportato al suolo dai residui colturali.
- Le emissioni indirette di N<sub>2</sub>O dalle fertilizzazioni sono state stimate utilizzando la metodologia IPCC 2006, che considera le emissioni indirette di N-N<sub>2</sub>O pari a 1% delle perdite di N sotto forma di emissioni di NH<sub>3</sub>+NO, dovute ai fertilizzanti azotati applicati (sia minerali che organici), e pari a 0.75% delle perdite di N sotto forma di rilasci azotati come percolazione + ruscellamento. Le emissioni di NH<sub>3</sub> dalla applicazione dei fertilizzanti vengono stimate in base ai fattori di emissione EMEP/EEA 2013 (3.D Crop production and agricultural soils). Per le emissioni di NO dalla applicazione dei fertilizzanti si utilizzano i fattori di emissione EMEP/EEA 2013 Tier 1. Le emissioni di N sotto forma di nitrati per percolazione + ruscellamento vengono stimate utilizzando il fattore di emissione IPCC 2006, pari al 30% di N applicato.
- Le emissioni di CO<sub>2</sub> dovute all'applicazione dell'urea vengono quantificate in accordo con la metodologia IPCC 2006.
- I rifiuti e il loro scenario di smaltimento (discarica o incenerimento, assumendo per i rifiuti destinati a riciclo solo il trasporto allo smaltitore senza assegnare impatto al processo di riciclo). Gli animali morti in stalla vengono assimilati a rifiuti, per i quali è necessario lo smaltimento,
- Gli effluenti di allevamento utilizzati su terreni extra-aziendali vengono considerati alla stregua di residui destinati al riciclo, assegnando ad essi il solo impatto dovuto al trasporto all'utilizzatore, ma non un impatto di smaltimento.

Nella 4 si riporta il diagramma di flusso dei processi che hanno formato il sistema considerato.

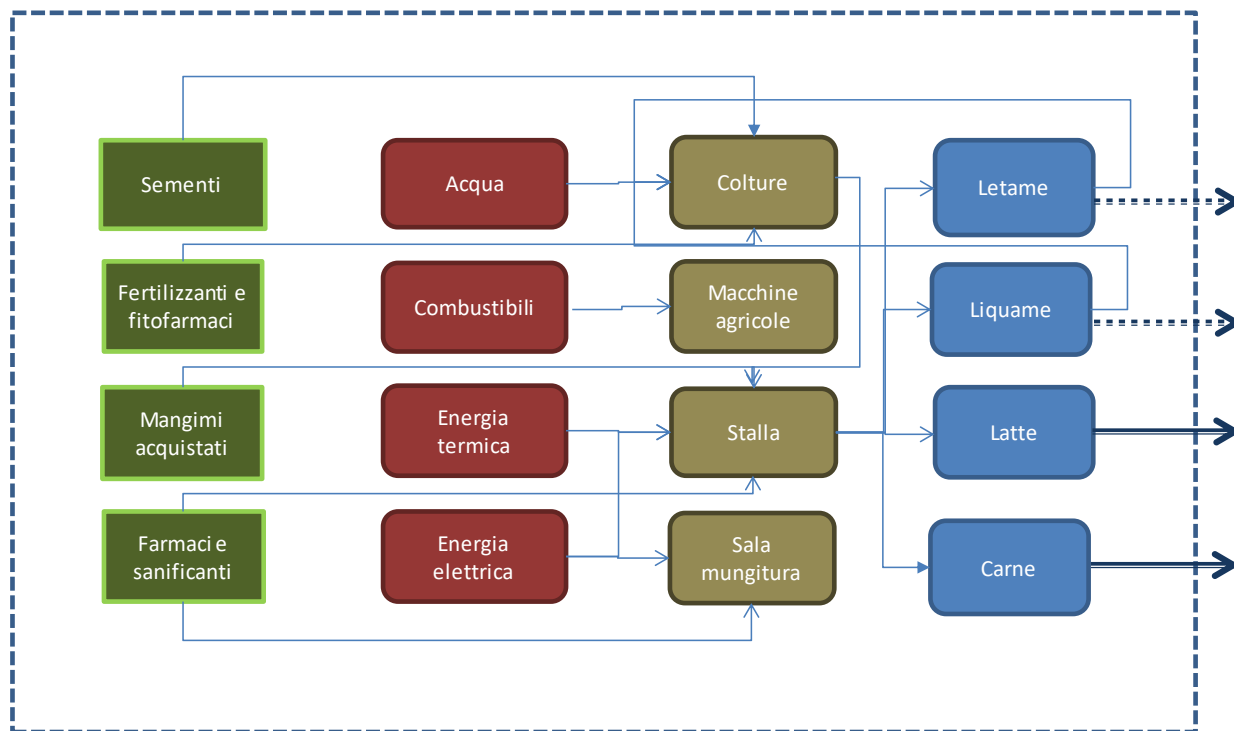


Figura 3 – Diagramma di flusso e confini del sistema per la produzione del latte

Enteriche	Emissioni di CH <sub>4</sub> dalla fermentazione ruminale dei bovini presenti in allevamento
Deiezioni	Emissioni di CH <sub>4</sub> e di N <sub>2</sub> O dai sistemi di gestione degli effluenti in azienda, suddivisi fra liquame e letame
Alimenti aziendali	Emissioni di N <sub>2</sub> O a seguito della fertilizzazione azotata delle colture, sia con fertilizzanti sintetici che con fertilizzanti organici (effluenti di allevamento) ed emissioni di CO <sub>2</sub> per l'utilizzo dei combustibili delle macchine agricole per le operazioni colturali (lavorazioni terreno, semina, fertilizzazioni, diserbi, trattamenti fitosanitari, irrigazione, sfalci, raccolta prodotto, raccolta co-prodotto, eventuale essiccazione aziendale del prodotto, eventuale insilamento del prodotto)
Alimenti extra-aziendali	Emissioni di CO <sub>2</sub> per la produzione e il trasporto all'azienda degli alimenti e dei mangimi acquistati (da banca dati)
Energia in stalla	Emissioni di CO <sub>2</sub> per i consumi energetici relativi alla stalla
Acqua per stalla	Emissioni di CO <sub>2</sub> per la distribuzione dell'acqua utilizzata nelle operazioni di stalla
Altri input	Emissioni di CO <sub>2</sub> eq per la produzione e il trasporto all'azienda dei mezzi tecnici: sementi, fertilizzanti, prodotti fitosanitari e diserbanti, combustibili, lettiere, energia elettrica, acqua, farmaci, detergenti e sanificanti, etc.
Trasporti	Emissioni di CO <sub>2</sub> dovute ai trasporti
Rifiuti	Emissioni di CO <sub>2</sub> eq per il trattamento dei rifiuti
Animali in ingresso	Impronta carbonica degli animali in ingresso
Energia da fonti rinnovabili	Emissioni evitate di CO <sub>2</sub> grazie al ricorso a fonti rinnovabili di energia

Tabella 3 - descrizione delle fonti di impatto considerate nel calcolo della impronta del carbonio del latte vaccino



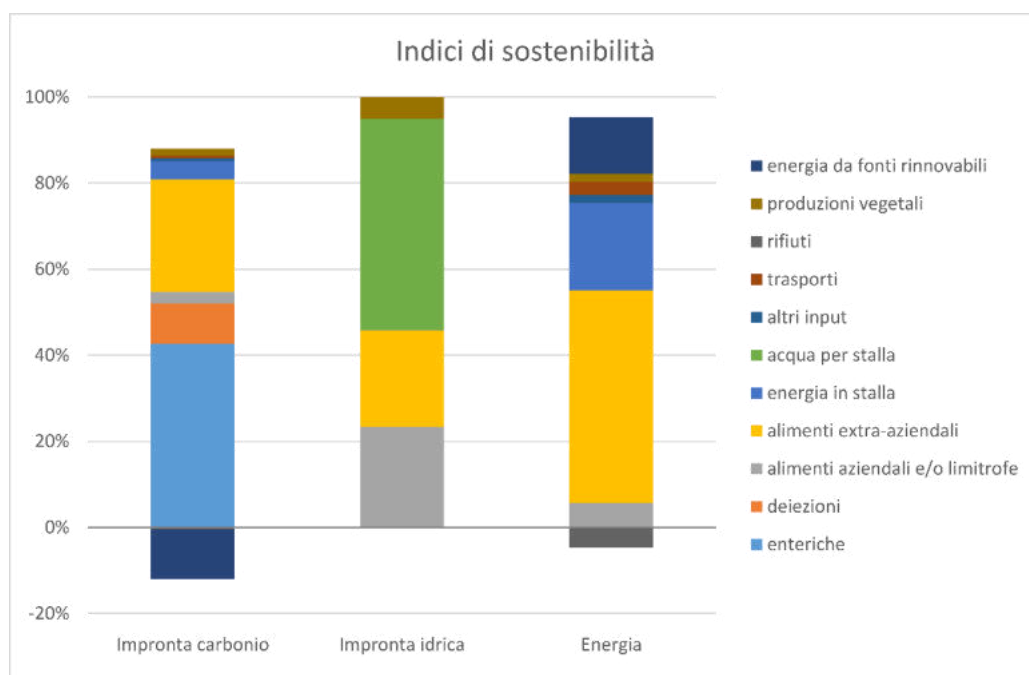


Grafico 1. indici di impatto calcolati (% delle differenti categorie d'impatto)

<b>Emissioni</b>	<b>CH4</b>	<b>N2O</b>	<b>CO2</b>	<b>CO2-eq</b>
	<i>kgCO2eq/a</i>	<i>kgCO2eq/a</i>	<i>kgCO2eq/a</i>	<i>kgCO2eq/a</i>
enteriche	2.113.925	-	-	2.113.925
deiezioni	257.965	204.441	-	462.406
alimenti aziendali e/o limitrofe		75.798	61.083	136.880
alimenti extra-aziendali	-	-	1.293.057	1.293.057
energia in stalla	-	-	210.881	210.881
acqua per stalla	-	-	-	-
altro (paglia, medicinali, detergenti...)	-	-	34.722	34.722
trasporti	-	-	29.475	29.475
rifiuti	-	-	-20.762	-20.762
animali in ingresso	-	-	-	-
produzioni vegetali non in alimentazione	-	58.459	19.471	77.930
energia da fonti rinnovabili	-	-	-576.184	-576.184
sequestro colture	-	-	-361.415	-361.415
<b>TOTALE</b>	<b>2.371.890</b>	<b>338.697</b>	<b>1.051.744</b>	<b>3.762.331</b>
<b>TOTALE SOLO LATTE E CARNE</b>	<b>2.371.890</b>	<b>280.238</b>	<b>1.032.273</b>	<b>3.684.401</b>

Tabella 5. componenti principali impronta del carbonio

<b>Impronta idrica</b>	<b>blu</b>	<b>verde</b>	<b>grigia</b>	<b>totale</b>
	<i>mc/a</i>	<i>mc/a</i>	<i>mc/a</i>	<i>mc/a</i>
enteriche	-	-	-	0
deiezioni	-	-	-	0
alimenti aziendali e/o limitrofe	94	2.415.457	228.343	2.643.895
alimenti extra-aziendali	157.920	2.224.709	178.240	2.560.869
energia in stalla	348	-	-	348
acqua per stalla	5.586.357	-	-	5.586.357
altro (paglia, medicinali, detergenti...)	766	-	-	766

trasporti	88	-	-	88
rifiuti	-137	-	-	-137
animali in ingresso	0	-	-	0
produzioni vegetali non in alimentazione	30	314.340	255.120	569.489
energia da fonti rinnovabili	1.810	-	-	1.810
sequestro colture	-	-	-	0
TOTALE	5.747.275	4.954.506	661.704	11.363.485
TOTALE SOLO LATTE E CARNE	blu	verde	grigia	10.793.996

Tabella 6. componenti principali impronta idrica

<b>Energia</b>	
	<b>MJ/a</b>
enteriche	-
deiezioni	-
alimenti aziendali e/o limitrofe	902.433
alimenti extra-aziendali	7.859.293
energia in stalla	3.256.930
acqua per stalla	0
altro (paglia, medicinali, detergenti...)	287.346
trasporti	481.132
rifiuti	-750.475
animali in ingresso	0
produzioni vegetali non in alimentazione	311.467
energia da fonti rinnovabili	2.082.340
sequestro colture	-
TOTALE	14.430.465
TOTALE SOLO LATTE E CARNE	14.118.999

Tabella 7. componenti principali bilancio energia (consumi e produzione)

## Risultati

Bioeconomia a km 0 ha stimato gli impatti associati alla produzione del latte per Grana Padano dell'azienda partner del progetto. Con impronta carbonica si intende la valutazione del complesso delle emissioni di gas serra, sia quelle dell'allevamento, che quelle che avvengono nella fase di coltivazione dei terreni e quelle indotte dalla produzione dei mezzi tecnici utilizzati in azienda. L'impronta idrica indica le diverse frazioni dell'acqua che in un processo sono reimmesse in circolo (blu, verde), o perse (grigia). Il bilancio dell'energia infine ci consente di migliorare la visione complessiva degli impatti attribuibili alla produzione del latte nell'azienda Ferrari. I risultati evidenziano come l'impronta carbonica di 1 kg di latte prodotto dall'azienda del GO è risultato pari a 0,910 kgCO<sub>2</sub>-eq/kg latte; l'oculata gestione, l'impiego di sottoprodotti e la presenza di un biodigestore aziendale forniscono risultati paragonabili alle più efficienti aziende da latte del centro Europa. Nel grafico 1 sono riportati i tre indici di impatto (impronta del carbonio, impronta idrica ed energia) rispetto alle diverse categorie di impatto espresse in percentuale. Nelle tabelle 5,6 e 7 sono riportati i valori delle principali categorie d'impatto, i dati si riferiscono ad un calcolo (stima per alcuni parametri) su base annua: kgCO<sub>2</sub>eq per l'impronta del carbonio, m<sup>3</sup> per l'impronta idrica e Mj per il bilancio energetico (input ed output). I risultati dell'impronta dell'acqua e del bilancio dell'energia sono paragonabili ad altre realtà zootecniche del nord Italia legate alla presenza di mais (irriguo) nei piani colturali ed al suo conseguente utilizzo in razione.