



**Itinerari tecnici e valutazione della fattibilità per la conversione di allevamenti di bovini da latte - VaLatteBio**

**Convenzione CRA-MiPAAF del 17/12/2014**

**RELAZIONE TECNICO-SCIENTIFICA FINALE**

**Progetto:** Itinerari tecnici e valutazione della fattibilità per la conversione di allevamenti di bovini da latte - VaLatteBio

**Coordinatore:** Giacomo Pirlo

**Data di avvio del progetto:** 17 dicembre 2014

**Data di conclusione del progetto:** 31 marzo 2018

### **MONITORAGGIO DELL'ATTIVITA' DI RICERCA**

<b>Work Package</b>	<b>Task</b>	<b>Grado di realizzazione Task (%)</b>	<b>Grado di realizzazione WP (%)</b>
<b>WP1 - Coordinamento</b>	Coordinamento	<b><u>100</u></b>	<b><u>100</u></b>
<b>WP2 - Analisi tecnica</b>	Analisi tecnica	<b><u>100</u></b>	<b><u>100</u></b>
<b>WP3 - Analisi economica</b>	Analisi economica	<b><u>100</u></b>	<b><u>100</u></b>
<b>WP4 - Sperimentazione riguardante l'impiego dell'insilato di medica</b>	Sperimentazione riguardante l'impiego dell'insilato di medica	<b><u>100</u></b>	<b><u>100</u></b>
<b>WP 5 - Sperimentazione riguardante il controllo delle infestanti</b>	Sperimentazione riguardante il controllo delle infestanti	<b><u>100</u></b>	<b><u>100</u></b>

## SINTESI DELLE ATTIVITÀ SVOLTE PER WP

### WP 1 – COORDINAMENTO

Il coordinamento del progetto è stato affidato a Giacomo Pirlo del CREA-ZA di Lodi (in precedenza CREA-FLC), il quale si è avvalso della collaborazione della Dott.ssa Susanna Lolli, vincitrice di un assegno di ricerca finanziato dal progetto VaLatteBio stesso.

Il coordinamento è consistito nelle seguenti sei azioni principali: 1. Rapporti con il Ministero e il CREA; 2. Gestione dei rapporti di collaborazione con i partecipanti a vario titolo al progetto; 3. Monitoraggio tecnico ed economico dei lavori previsti dal progetto; 4. Rapporti con altre istituzioni, organizzazioni di produttori e consumatori; 5. Divulgazione dei risultati; 6. Partecipazione alle attività organizzate da RETIBIO.

**1.** Rapporti con Ministero e CREA. Il progetto VaLatteBio si inquadra nel più ampio programma RETIBIO con cui il MiPAAF ha promosso una serie di attività di ricerca riguardanti l'agricoltura biologica. Il Coordinamento di VaLatteBio ha di conseguenza seguito le indicazioni che di volta in volta pervenivano dal responsabile del programma RETIBIO per ciò che ha riguardato stati di avanzamento, relazioni tecniche e finanziarie e attività di divulgazione.

**2.** Il progetto VaLatteBio ha avuto come unica unità operativa il CREA-ZA di Lodi, che si è avvalso della collaborazione del Prof. Simone Severini del Dipartimento di scienze e tecnologie per l'agricoltura, le foreste, la natura e l'energia dell'Università della Tuscia di Viterbo e del Dott. Paolo Bani dell'Istituto di Zootecnia dell'Università Cattolica del Sacro Cuore di Piacenza. Il coordinamento ha di conseguenza provveduto alla stipula delle convenzioni e alla liquidazione degli stati di avanzamento e della conclusione dei lavori.

**3.** Il coordinamento ha periodicamente, soprattutto nel primo anno di attività, incontrato sia separatamente sia assieme le persone coinvolte nel programma per controllare l'andamento dei lavori, individuare le difficoltà nella loro esecuzione e trovare le soluzioni idonee a rimuoverle. Le relazioni intermedie e finali sono state raccolte ed inviate al MiPAAF e al CREA, secondo le scadenze prestabilite.

**4.** Sono stati effettuati diversi incontri con l'ufficio della Regione Lombardia allo scopo di illustrare il progetto e prendere parte all'attività di promozione della produzione biologica dell'amministrazione regionale. Il progetto è stato inoltre illustrato ai presidenti della Cooperativa Soresina e COOMAZOO di Montichiari. Infine, il Coordinamento ha preso parte al *focal group* organizzato dall'ISMEA sulla produzione di latte biologico, che si è riunito a Lodi l'8 marzo 2018. Il progetto è stato inoltre presentato in vari consessi scientifici nazionali (ad esempio convegni dell'Associazione per le Scienze e le Produzioni Animali – ASPA) ed internazionali (European Association of Animal Science – EAAP; Global Research Alliance on Agricultural Greenhouse Gases – GRA).

**5.** Il progetto VaLatteBio è stato presentato in diversi incontri con gli allevatori e convegni o seminari:

- intervento all'incontro tecnico "Produzione di latte con metodo biologico: regolamento, gestione agronomica e dell'allevamento", Codroipo 27 gennaio 2016;
- convegno "Il latte biologico italiano: analisi del contesto e indicazioni per la crescita Bologna, 2 febbraio 2016, in cui stata presentata la relazione "Itinerari tecnici e valutazione della fattibilità per la conversione di allevamenti di bovini da latte";
- organizzazione, con relazioni dei partecipanti al progetto, della giornata on-farm "Latte in campo" presso l'Azienda agricola Lazzari, località Ca' de Alemanni (CR)

- intervento all'incontro "Ruminarte® in campo" tenutosi a Frazione di Borghetto di Noceto (PR) organizzato da SIVAM;
  - organizzazione del convegno "La conversione da convenzionale a BIO: il latte produzione casearia biologica" tenutosi in occasione della Fiera internazionale del bovino da latte, Cremona 26 ottobre 2016 e presentazione della relazione "Problemi ed opportunità della conversione della produzione convenzionale a quella biologica";
  - seminario presso la Coldiretti di Bergamo "L'agricoltura con metodo biologico" 8 novembre 2016;
  - organizzazione del Convegno annuale dell'Associazione Italiana di zootecnia biologica e biodinamica (ZooBioDi) "L'allevamento biologico migliora l'impatto ambientale?", tenutosi a Sant'Angelo Lodigiano il 3 novembre 2017. In tale occasione sono stati presentati i risultati del progetto VaLatteBio.
  - relazione al convegno ZOOBIO2SYSTEMS tenutosi a Montichiari il 16 febbraio 2018.
6. Il Coordinamento ha preso parte alla presentazione dei progetti effettuati nell'ambito di RETIBIO:
- convegno "La ricerca per l'agricoltura biologica e biodinamica: una visione d'insieme", Roma 20-21 gennaio 2016;
  - Bologna in occasione del SANA il 9 settembre 2016;
  - convegno "Reti in bio", Roma 13-14 marzo 2018.

## **WP 2 – ANALISI TECNICA**

Nel 2016 è stata condotta l'analisi di 6 allevamenti che producevano latte biologico nella pianura lombarda e le caratteristiche sono state messe a confronto con un campione di 8 allevamenti che producevano latte con sistema convenzionale. È emerso che le aziende biologiche non differivano da quelle convenzionale per il piano colturale, hanno una superficie media più ampia (con grandi differenze tra un allevamento e l'altro) e un minore carico di bestiame, la produzione media per vacca è minore ed è inferiore anche la produzione di latte per ettaro.

Da un punto di vista economico, non vi sono differenze significative riguardanti i ricavi totale, perché la minore produzione complessiva di latte è compensata da un prezzo di vendita più elevato. L'unica differenza riguarda il rapporto tra i ricavi del latte e quelli della carne, che sono significativamente maggiori nelle aziende biologiche.

Negli stessi allevamenti è stata condotta un'analisi ambientale, che ha messo in luce le differenze riguardanti gli effetti della produzione di latte sui cambiamenti climatici, l'acidificazione dell'aria e del suolo e l'eutrofizzazione delle acque. È emerso che non ci sono differenze significative se l'impatto è riferito all'unità di produzione mentre il sistema biologico risulta meno impattante sull'ambiente, se l'impatto è riferito all'unità di superficie coltivata. È emerso, infine, che il principale fattore che influenza l'impatto ambientale è la produttività animale e che ci sono allevamenti biologici che, grazie ad una buona produttività, hanno prestazioni ambientali paragonabili a quelle degli allevamenti convenzionali.

## **WP 3 – ANALISI ECONOMICA**

L'analisi ha riguardato due allevamenti della bassa pianura lombarda in cui viene prodotto latte biologico e forniti di programma per la contabilità analitica. Le due aziende presentavano caratteristiche molto diverse, rappresentando con ciò due modelli distinti di produzione biologica. un allevamento, molto più grande, aveva un numero molto più elevato di animali, caratterizzati da un'ottima produttività; il secondo, più piccolo, allevava meno animali con una produttività buona, ma inferiore al primo allevamento. Di conseguenza la produzione lorda vendibile era nettamente superiore nel primo allevamento. I due allevamenti si distinguevano anche per piano colturale e

rapporto tra seminativi e prati permanenti. Tutti e due gli allevamenti sono risultati economicamente sostenibili, ma il primo allevamento offriva una remunerazione del capitale investito maggiore. Un altro aspetto che li differenziava era il peso dei contributi di sostegno per la produzione biologica, percentualmente superiori nel secondo allevamento. Le simulazioni hanno mostrato che l'allevamento maggiore è più tollerante rispetto ad una eventuale riduzione del prezzo in caso di crisi di mercato.

#### **WP 4 – SPERIMENTAZIONE RIGUARDANTE L'IMPIEGO DELL'INSOLATO DI MEDICA**

Come è noto gli alimenti proteici prodotti secondo il metodo biologico sono piuttosto costosi e difficili da reperire sul mercato con sufficiente regolarità. Per questo motivo è stata condotta una sperimentazione con la quale provare la medica insilata per aumentare l'autoapprovvigionamento di alimenti proteici in un allevamento di bovine da latte che pratica il sistema biologico. La prova è stata condotta in un allevamento biologico di bovine da latte situato nella bassa pianura lombarda.

A 80 bovine di razza Frisona Italiana è stata somministrata una razione contenente l'erba medica insilata, che ha sostituito parte del mangime proteico. Le bovine sono state messe a confronto di altrettante bovine, nelle medesime condizioni e nella stessa fase di lattazione, alimentate con una dieta testimone. La produzione di latte è risultata statisticamente più bassa nel gruppo alimentato con l'erba medica insilata, che però ha fatto registrare un maggior contenuto di grasso. Non sono stati rilevati effetti sullo stato di salute o sulle prestazioni produttive. Di conseguenza si può affermare che l'impiego di insilato di medica di buona qualità rappresenta una valida strategia per ridurre la dipendenza dal mercato per gli alimenti proteici.

#### **WP 4 – SPERIMENTAZIONE RIGUARDANTE IL CONTROLLO DELLE INFESTANTI**

L'impossibilità di utilizzare i diserbanti rende complicato il controllo delle malerbe nella coltivazione del mais. Una strategia è quella di impiegare delle colture "terminate" prima della semina del mais con l'intento di creare una sorta di pacciamatura che ostacola la crescita delle infestanti. Queste colture sono le cosiddette "cover crops". Nella sperimentazione sono state messe a confronto quattro foraggere leguminose: trifoglio incarnato, trifoglio bianco, trifoglio sotterraneo e veccia vellutata. Queste cover crops sono state confrontate con una tesi in cui non c'era nessuna forma di controllo delle infestanti e con una in cui il controllo veniva effettuato mediante trattamenti meccanici. I risultati produttivi al termine della sperimentazione sono stati molto deludenti. Grazie però alle osservazioni effettuate e all'esperienza accumulata, in un successivo programma sperimentale la tecnica di semina è stata modificata ottenendo un deciso aumento delle rese di mais.

<b>DESCRIZIONE DEI SINGOLI RISULTATI/INNOVAZIONI OTTENUTI NELL'ESPLETAMENTO DELLE ATTIVITÀ SVOLTE</b>
---

#### 1. Contesto in cui si è svolta la prova/sperimentazione per l'ottenimento del risultato

#### **WP 2 - ANALISI TECNICA**

##### INTRODUZIONE

In Italia, i consumi di latte biologico sono fortemente aumentati dal 2011 al 2015 (SINAB, 2016), probabilmente per l'accresciuta attenzione del consumatore alla sicurezza alimentare e ai problemi etici di sostenibilità ambientale e benessere animale. Tuttavia, nonostante questo andamento positivo della domanda e la differenza del prezzo di vendita tra latte convenzionale e latte biologico, la popolazione di bovine da latte allevate con metodo biologico in Italia rappresenta appena il 4,0 % della popolazione nazionale (SINAB, 2016). Le ragioni che rendono difficile la

conversione sono numerose. Alcune sono di tipo tecnico, come il fatto che, almeno nelle principali aree di produzione, le aziende sono di tipo molto intensivo con elevate produzioni foraggere ed elevate prestazioni animali. Il sistema foraggero è basato in prevalenza sulla coltura del mais, come granella o come pianta intera, in cui il controllo delle infestanti risulta tecnicamente difficile senza l'uso degli erbicidi. I limiti maggiori sono tuttavia quelli di carattere economico ed organizzativo. Alcuni esempi di questi problemi sono: **a.** gli alimenti biologici per gli animali sono costosi e talvolta non sono neppure sempre reperibili sul mercato; **b.** la riduzione delle prestazioni produttive in combinazione con i limiti di carico di bestiame per unità di superficie causa una rilevante riduzione della produzione lorda vendibile, compensata solo in parte dalla maggiore remunerazione del prodotto; **c.** la conversione richiede un sicuro sbocco di mercato, legato a forme di trasformazione e commercializzazione che assicurino il ritiro del latte a prezzi remunerativi; **d.** la necessità di apportare, in alcuni casi, delle modifiche alle strutture aziendali per rispettare le prescrizioni dettate dai regolamenti europei sulla produzione biologica.

Inoltre, l'Italia presenta caratteristiche ambientali ed economiche molto diverse, per alcuni aspetti, da quelle di paesi del Centro e Nord Europa, dove la produzione di latte biologica è più diffusa. In particolare, l'elevato valore della terra nelle aree pianeggianti irrigue, che impone in certo qual modo la pratica di un'agricoltura con rese elevate, e l'andamento climatico caratterizzato da estati prolungate e siccitose, limitano la diffusione di prati permanenti e di pascoli.

Considerate le limitate conoscenze in merito alle caratteristiche degli allevamenti biologici da latte della Pianura Padana, è stata condotta un'indagine di carattere tecnico, in cui sono state prese in considerazione le dimensioni, la produttività e la base foraggera. A questa indagine se ne è affiancata un'altra sugli aspetti ambientali.

Scopo dell'indagine è stato quello di mettere in luce quali sono le prestazioni tecniche delle aziende da latte biologiche e le strategie che esse perseguono e valutare se il sistema biologico apporta un miglioramento ambientale all'area geografica ove le aziende sono collocate.

## MATERIALI E METODI

La Cooperativa Granarolo, ha fornito il nominativo di 10 aziende in Lombardia cui rivolgersi per la raccolta dei dati. Quattro di queste non hanno aderito alla nostra richiesta, di conseguenza lo studio ha riguardato sei aziende produttrici di latte biologico situate nelle province di Milano, Pavia e Cremona.

Il numero degli allevamenti del campione è stato purtroppo limitato a causa proprio della scarsità di aziende da latte biologiche (la situazione attualmente rispetto al 2016 è leggermente cambiata a seguito della conversione di nuove aziende).

Queste aziende sono state messe a confronto con otto aziende convenzionali che nello stesso periodo sono entrate nella banca dati del gruppo di lavoro.

I dati sono stati raccolti nel 2016 e si riferivano al 2015. Riguardavano: il numero di animali per ciascuna categoria, la razza, il sistema di stabulazione, gli spazi a disposizione, l'accesso al pascolo e le sue modalità, il sistema di gestione delle deiezioni, la loro conservazione e distribuzione nei campi, il tipo di fertilizzanti utilizzati e le dosi di impiego, piani colturali, le produzioni, i consumi energetici e i ricavi dalla vendita dei prodotti (latte, carne ed eventuali altre produzioni).

I dati sono stati raccolti mediante intervista degli allevatori e compilazione di apposita scheda.

La raccolta dei dati è servita anche per un'analisi ambientale che ha messo a confronto le sei aziende produttrici di latte biologico con le otto aziende convenzionali. Il confronto è stato condotto mediante analisi del ciclo di vita (LCA) in conformità alle norme ISO. I confini del sistema dell'analisi è stato "dalla culla al cancello dell'azienda", per cui sono stati considerati tutti gli input aziendali (fertilizzanti, carburante, elettricità, mangimi, anticrittogamici, diserbanti, materiale plastico, imballaggi, eventuali animali acquistati, medicinali ecc.) e gli output (latte, carne, animali vivi venduti, letame o liquame ceduti, altre produzioni vegetali). Due sono state le unità funzionali

cui è stato riferito l'impatto ambientale: 1 kg di latte corretto per grasso e proteine (FPCM) e 1 ha di superficie utilizzata. Nel lavoro è stato anche considerata la perdita o l'assorbimento di carbonio dal suolo a seguito delle modifiche della sua utilizzazione, sia per quanto si riferisce alla coltivazione della soia importata dal Sud America, sia per quanto riguarda la rottura o il ripristino dei prati con una durata superiore ai 4 anni. Poiché la produzione del latte è un processo multifunzionale, nello studio sono stati adottati tre criteri di allocazione dell'impatto ambientale:

- nessuna allocazione, per cui tutto l'impatto ambientale è attribuito al latte,
- allocazione economica, per cui l'impatto viene distribuito sulla carne e sul latte in funzione del contributo ai ricavi relativo,
- allocazione fisica, che prevede che l'impatto sia attribuito ai due prodotti in funzione del relativo utilizzo delle risorse.

I calcoli sono stati eseguiti utilizzando il programma LatteGHG (Pirlo e Carè, 2013) aggiornato per tener conto dell'uso del suolo e dei cambiamenti dell'uso del suolo e di altre categorie d'impatto, quali acidificazione ed eutrofizzazione.

## **WP3 - ANALISI ECONOMICA**

### **INTRODUZIONE**

La crescente richiesta da parte dei consumatori per prodotti alimentari biologici ha sostenuto negli ultimi anni il livello del prezzo pagato ai produttori di latte biologico in Italia. Questo, soprattutto nella fase di forte riduzione del prezzo del latte convenzionale verificatasi negli ultimi anni, ha aumentato il differenziale di prezzo tra le due tipologie di latte. In presenza di questo differenziale di prezzo e del sostegno pubblico accordato al comparto biologico tramite i Programmi di Sviluppo Rurale (PSR), molti allevatori hanno considerato l'ipotesi di una conversione al modello biologico. Ciò è accaduto anche nella regione Lombardia che, come noto, è la regione leader in termini di produzione di latte bovino e le aziende sono molto specializzate e caratterizzate da elevati livelli di efficienza tecnica.

La scelta di conversione è però complessa poiché comporta una riorganizzazione aziendale che, in termini economici, può portare a una contrazione dei livelli produttivi e a un aumento dei costi di produzione. Inoltre, non è detto che il differenziale di prezzo tra latte biologico e convenzionale rimarrà costante nei prossimi anni. In particolare, negli ultimi mesi si è assistito ad una ripresa del mercato convenzionale che rende relativamente meno conveniente la conversione rispetto ad uno o due anni fa.

Le prime fasi dell'analisi sono state dedicate all'acquisizione delle informazioni secondarie, all'analisi degli studi disponibili a livello nazionale ed internazionale, dei metodi di analisi utilizzabili, nonché alla ricerca di aziende disponibili a collaborare all'analisi mettendo a disposizione i loro dati di natura tecnico-economica e, contemporaneamente, rendendosi disponibili a fornire chiarimenti e ad analizzare criticamente i risultati ottenuti dai ricercatori coinvolti.

Dopo questa fase, l'analisi si è concentrata sull'attività di campo. Essa si è basata su due casi studio di aziende lombarde specializzate nella produzione di latte biologico, proprio per rendere il più concreta e realistica l'analisi svolta. Le aziende che hanno dato la loro disponibilità hanno dimensioni molto diverse, trattandosi di aziende con 45 e 300 vacche da latte, rispettivamente. L'analisi è partita dalla valutazione delle caratteristiche strutturali e produttive, per poi passare all'analisi economica e, quindi, alla quantificazione dei livelli di redditività raggiunti attualmente. Infine, basandosi su simulazioni relative ai livelli di prezzo e dei pagamenti PSR, si è riusciti a mostrare come i livelli di redditività potrebbero modificarsi al variare di queste condizioni. L'obiettivo finale del lavoro è stato quello di fornire delle indicazioni agli operatori da usare per valutare se e sotto quali condizioni possa convenire passare alla produzione in regime biologico passando per la non facile fase di conversione. Si noti che, oltre ai risultati ottenuti sulle due aziende considerate nell'analisi di campo, l'analisi ha mostrato la metodologia di analisi utilizzata. Il materiale divulgativo predisposto, spiegando in modo semplice la metodologia di analisi, consente

alle aziende dotate di una semplice contabilità aziendale, di poter replicare l'analisi svolta applicandola alle loro condizioni specifiche.

## MATERIALI E METODI

L'analisi riguarda due casi studio riferiti ad aziende lombarde che attualmente producono latte biologico. L'analisi considera i seguenti aspetti:

- A) Analisi tecnico-economica
- B) Ricostruzione dei bilanci e analisi redditività
- C) Simulazioni sui bilanci per valutare la sensibilità a:
  - Variazione del prezzo del latte biologico
  - Rilevanza economica dei pagamenti PSR per il biologico

L'analisi si basa sui bilanci (2015) delle aziende, cioè sul loro stato patrimoniale e conto economico.

Rispetto alle caratteristiche tecnico-economiche delle aziende, si nota che l'azienda A è circa sei volte l'azienda B in termini di area coltivata. Anche la mandria risulta essere più numerosa nell'azienda A rispetto alla B, con una produzione media di latte per capo all'anno decisamente superiore (+27%) (**Tabella 1**).

**Tabella 1.** Dati tecnici aziende (Fonte: nostre elaborazioni su dati aziendali)

	Unità di misura	Azienda A	Azienda B
Area coltivata	ha	260	45
Bovini	n	300	45
Produzione di latte	t anno <sup>-1</sup>	2.818	333
Produzione media di latte	kg/vacca anno <sup>-1</sup>	9.390	7.400
Coltivazione di mais	% del totale	40	12
Coltivazione di medica	% del totale	40	8
Prati	% del totale	3	34
Altri insilati	% del totale	13	31
Altre colture	% del totale	4	14

In termini di superfici colturali, l'azienda A ha un ordinamento colturale improntato sulla coltivazione di mais ed erba medica (ciascuno circa il 40% della superficie totale), mentre l'azienda B predilige prati e altre colture destinate all'insilamento.

### Indicatori di redditività

L'analisi sulla redditività delle aziende si basa sui seguenti indicatori. Il primo è il ROI (*Return On Investment*) che ha la seguente struttura:

$$ROI = \frac{(RO - Colav)}{CL} \quad (1)$$

Esso indica la redditività dei capitali investiti totali (propri e di terzi) o capitale lordo (CL). Si ottiene dividendo il Reddito Operativo (RO) meno il costo del lavoro (Colav) per l'entità del capitale lordo aziendale (CL). Il ROI si può anche scomporre nel seguente modo:

$$ROI = ROS * ROT \quad (2)$$

dove:

*ROT (Return On Turnover)* ( $ROT = \frac{PV}{CL}$ ) è il rapporto tra il valore delle vendite e il capitale investito. Questo indicatore, che può essere interpretato come il numero di volte in cui il capitale investito ritorna in vendite in un anno, esprime l'intensità di uso degli impianti e la dinamicità aziendale sul mercato.

*ROS (Return On Sales)* ( $ROS = \frac{(RO - Colav)}{PV}$ ) è il rapporto tra reddito prodotto e il volume delle vendite (reddito come % fatturato). Esso è utile per valutare la condizione aziendale, indica in percentuale quanto delle vendite è guadagno per l'azienda.

Un secondo indicatore di redditività è il *ROE (Return On Equity)*:

$$ROE = \frac{(RN - Colav)}{CN} \quad (3)$$

A differenza del ROI, esso si riferisce alla redditività del solo capitale netto d'impresa (CN). Infine, per valutare il livello di indebitamento delle aziende, si è anche calcolato e analizzato l'indicatore di *Leverage* che ha la seguente struttura:

$$Leverage = \frac{CL}{CN} \quad (4)$$

Più è inferiore all'unità, più l'azienda è indebitata cioè parte dei capitali utilizzati sono di terzi.

Da ultimo sono state realizzate alcune simulazioni sui bilanci per valutare la sensibilità a:

- Variazione del prezzo del latte biologico
- Rilevanza economica dei pagamenti PSR per il biologico

La prima simulazione ha riguardato la valutazione dell'andamento del ROI al variare del prezzo del latte biologico. Con il possibile aumento del numero di aziende produttrici di latte biologico, infatti, ci potrebbe essere una contrazione del prezzo del latte, comportando così una diminuzione della redditività aziendale.

Allo stesso modo, la seconda simulazione ha determinato quanta parte del reddito degli allevatori biologici dipende dai pagamenti PSR. Attraverso una riduzione percentuale si è analizzato l'andamento dell'indicatore ROI, per capire in che modo la redditività aziendale risponde ai cambiamenti delle politiche agricole comuni.

## **WP 4 - SPERIMENTAZIONE RIGUARDANTE L'IMPIEGO DELL'INSILATO DI MEDICA**

### **INTRODUZIONE**

I vincoli posti dalla normativa in tema di alimentazione dei ruminanti sono numerosi: limiti all'impiego di alimenti concentrati (40% sulla sostanza secca della razione, con aumento al 50% nei primi tre mesi di lattazione); vincoli sull'origine degli alimenti (almeno il 50% della sostanza secca della razione di origine aziendale); impiego esclusivo di alimenti biologici; obbligo, nei limiti consentiti dalle condizioni pedoclimatiche, di garantire agli animali un'adeguata fruizione dei pascoli, anche limitatamente ad una fase produttiva; esclusione delle materie prime prodotte con solventi chimici (farine di estrazione) e degli alimenti prodotti con l'impiego di organismi geneticamente modificati; bando delle vitamine di sintesi.

A questo quadro normativo si accompagna il limite rappresentato dall'elevato costo e dalla scarsa reperibilità di alimenti biologici per il bestiame.

Uno degli aspetti più critici relativi alla alimentazione dei bovini, in particolare delle vacche da latte allevate in regime biologico, risiede negli elevati costi degli alimenti concentrati e nella scarsa reperibilità degli stessi. Anche nel recente passato gli allevatori italiani del settore biologico hanno dovuto sperimentare crisi di approvvigionamento, dovute a cause di diversa natura, che hanno costretto anche l'Ente pubblico a interventi straordinari. All'interno degli alimenti concentrati, un

ruolo primario, anche in riferimento alle difficoltà di approvvigionamento e agli elevati costi, viene riconosciuto agli alimenti proteici.

L'industria mangimistica nazionale impiega elevati quantitativi di materie prime proteiche, sotto forma principalmente di panelli e farine di estrazione di semi oleosi, soprattutto soia (in Italia circa 4,5 milioni di tonnellate nel 2006), con un tasso di autoapprovvigionamento pari a circa un terzo del fabbisogno, con limitate differenze tra situazione nazionale e comunitaria. La UE importa infatti annualmente circa 35 milioni di tonnellate di soia, come seme integrale o farina di estrazione, cui si sommano circa 1,5 milioni di tonnellate di pisello e 0,2 milioni di tonnellate di favino. Sul fronte della produzione, gli investimenti a proteaginose rappresentano, a livello comunitario, circa il 3% delle superfici a seminativi, cui si affianca circa l'1% destinato a soia. Il quadro generale è quindi di un elevato fabbisogno di materie prime proteiche cui si contrappone una scarsa produzione, sia nazionale che comunitaria. Le basse e aleatorie rese produttive, dovute a inadeguatezza varietale e suscettibilità ad alcune gravi avversità parassitarie, unite alla difficile meccanizzazione e a scelte di politica comunitaria poco premianti spiegano la limitata diffusione di tali colture.

Diverse iniziative sono state adottate per rispondere a tali criticità, tra cui va certamente annoverato il progetto interregionale RINNOVAPROVE al quale l'Istituto di Zootecnica dell'Università cattolica del Sacro Cuore ha partecipato attivamente con valutazioni sia di tipo nutrizionale sia con prove di alimentazione in campo.

Nonostante tali sforzi, la disponibilità di alimenti proteici, in particolare proteaginose, di origine biologica rimane caratterizzata da una notevole volatilità dei prezzi e da una ricorrente difficoltà di approvvigionamento. I tentativi di creare filiere che integrino aziende produttrici e aziende utilizzatrici di proteaginose si è rivelata spesso di difficile attuazione e limitata a esperienze localizzate.

Una soluzione, di tali difficoltà risiede certamente nella valorizzazione della componente foraggera come importante apportatrice di proteine.

Questo comporta la necessità di rivedere il sistema foraggero dell'azienda e il razionamento delle bovine con l'aumento della quota di leguminose. Una scelta di tale tipo è tra l'altro in perfetta sintonia con i criteri agronomici propri dell'agricoltura biologica, per l'azione di miglioramento della fertilità del suolo universalmente riconosciuto a tali colture.

Quanto esposto in premessa delinea un quadro di grande interesse per l'erba medica, quale componente importante della base foraggera per bovine in lattazione. Le sue peculiarità agronomiche ne fanno un caposaldo nelle rotazioni agronomiche volte alla salvaguardia della fertilità del terreno, la cui importanza viene esaltata dalle prerogative dell'agricoltura biologica.

A livello zootecnico, l'erba medica presenta diversi motivi di interesse per le sue caratteristiche di produttività, buona versatilità di utilizzo (fieno, insilato, disidratato) e potenziale ottimo valore nutritivo. Di particolare interesse risulta l'elevato contenuto proteico che ne fa, ad esempio, un'importante apportatrice di proteine nella razione delle bovine in lattazione del comprensorio del Parmigiano Reggiano.

La sua utilizzazione sotto forma di insilato, scelta di elezione per preservarne le proteine fogliari, aumenta però la degradabilità di queste ultime penalizzandone l'efficienza di utilizzazione a livello ruminale.

Negli allevamenti biologici di bovine da latte caratterizzati da elevati livelli produttivi la disponibilità di fonti proteiche extra aziendali risulta problematica sia per una discontinuità nella disponibilità di farine proteiche, in larga parte di importazione e con qualche problema di tracciabilità, sia per la volatilità dei prezzi, che si mantengono comunque sempre elevati. Al problema quantitativo se ne somma un altro di tipo qualitativo in quanto mancano pressoché completamente le fonti di proteine poco degradabili (by pass).

In questo quadro si è inteso procedere a una prima sperimentazione su bovine ad alto potenziale produttivo e allevate in regime biologico, con lo scopo di verificare la possibilità di massimizzare l'autoproduzione di proteine per l'alimentazione animale, riducendo il consumo di mangimi ad alto titolo proteico acquistati dal mercato. Questo, in un contesto di minima variazione del management

aziendale, utilizzando solamente gli alimenti già disponibili in azienda, con la finalità di studiare gli effetti di un elevato consumo di erba medica insilata, non solo sulla produzione di latte, ma anche sulle caratteristiche chimiche e tecnologiche di quest'ultimo nonché sullo stato di salute degli animali.

## MATERIALI E METODI

Le ricerche sono state condotte su bovine da latte di razza Frisona Italiana presenti nell'allevamento dell'Azienda Agricola Lazzari Alessandra Maria Clara, sita in Malagnino (CR) in località Ca' De' Alemanni.

L'azienda è biologica dal 1999 ed è oggi un allevamento di spicco nel panorama della produzione di latte biologico in Lombardia.

L'allevamento ospita 650 capi, di cui circa 300 vacche in lattazione, mentre per quanto riguarda l'attività più strettamente agricola, vengono coltivati circa 260 ettari, interamente con produzioni biologiche. La produzione media di latte è di circa 30 kg/capo/giorno.

Il latte viene in massima parte conferito al Gruppo Granarolo ed è destinato a uso alimentare come latte fresco pastorizzato.

L'azienda dal 2005 lavora anche una piccola parte, circa il 5%, del latte prodotto, che viene trasformato direttamente e che consente comunque la produzione di circa 15 tipi di formaggio tra freschi e stagionati.

Le condizioni di allevamento, alimentazione e gestione sono comunque, pur con le opportune declinazioni tipiche del biologico, rappresentative delle procedure operative tipiche della zona in cui l'azienda è inserita.

Gli animali erano allevati in due box contigui, su lettiera permanente e con accesso a un paddock esterno per ogni gruppo costituito da un ampio prato, l'accesso al quale era consentito dalla mungitura del mattino fino a quella serale.

Gli animali venivano munti tre volte al giorno alle ore 03:00, 12:30 e 19:30 circa.

Per la ricerca sono state impiegate 40 bovine di razza Frisona Italiana, scelte all'interno di una più vasta popolazione costituita da circa 160 bovine equamente suddivise in due box attigui. Le loro caratteristiche medie al momento della costituzione dei gruppi, calcolate sui dati dei controlli funzionali APA, erano le seguenti:

### Primo prelievo

#### Gruppo controllo

	N° Lattazioni	Produzione di latte	Giorni di lattazione
media	2,70	38,16	156
ds	1,49	8,78	22

#### Gruppo medica

	N° Lattazioni	Produzione di latte	Giorni di lattazione al
media	2,53	35,20	157
ds	1,39	10,65	23

## Secondo prelievo

### Gruppo controllo

	N° Lattazioni	Produzione di latte	Giorni di lattazione
media	2,50	36,6	96,3
ds	1,82	6,68	19,33

### Gruppo Medica

	N° Lattazioni	Produzione di latte	Giorni di lattazione al
media	2,70	34,1	100
ds	1,98	8,13	20,2

Gli animali, dopo la formazione dei gruppi, hanno osservato, per ciascun turno di prova, un periodo di adattamento alla razione di quattro settimane prima dell'avvio dei controlli.

Gli animali sono stati alimentati con due razioni che differivano per la componente foraggera (insilato di medica in sostituzione di insilato di frumento) e mantenute isoenergetiche e isoproteiche modificando principalmente gli apporti del nucleo proteico e della farina di mais.

La somministrazione del piatto unico avveniva al mattino alle ore 8.00 – 8.45 circa.

Durante la prova sono stati eseguiti i seguenti controlli:

- Prelievo di campioni dei singoli alimenti e delle miscele a piatto unico. I campioni dei piatti unici sono stati essiccati a 65°C e sottoposti alle seguenti analisi: Sostanza secca, Proteine Grezze, Estratto etereo, Ceneri, NDF, Amido.

Su ciascuna delle 40 bovine in prova, in occasione dei due controlli effettuati durante il periodo sperimentale, si è proceduto ai seguenti controlli individuali:

- Produzione di latte (per 3 mungiture consecutive) e sue caratteristiche chimiche e tecnologiche (grasso, proteine, lattosio, urea, conta delle cellule somatiche, acidità titolabile, tempo di coagulazione e consistenza del coagulo);
- Valutazione della condizione corporea (*Body Condition Score* – BCS);
- Condizioni metaboliche, mediante controlli ematici. I prelievi di sangue sono stati effettuati al mattino, dopo circa 5 ore dalla mungitura notturna e prima della somministrazione del piatto unico, dalla vena giugulare utilizzando provette contenenti eparina di litio come anticoagulante. Immediatamente dopo il prelievo, i campioni di sangue sono stati mantenuti in acqua e ghiaccio sino alla centrifugazione, che è stata effettuata entro 2 ore dal prelievo. Una piccola frazione ematica prelevata prima della centrifugazione è stata utilizzata per la determinazione dell'ematocrito. Il plasma ottenuto dalla centrifugazione è stato conservato a -20°C fino al momento delle analisi. Su tali campioni si è proceduto ad eseguire le seguenti analisi: ematocrito, glucosio, colesterolo, NEFA, BHB, urea, creatinina, Ca, P, Mg, Na, K, Cl, proteine totali, albumine, globuline, aptoglobina, ceruloplasmina, Zn, bilirubina, aspartato aminotransferasi,  $\gamma$ -glutamintranspeptidasi, paraoxonasi, Rom totali, mieloperossidasi, fosfatasi alcalina e FRAP;
- Caratteristiche delle feci, prelevate anch'esse al mattino nel corso dei prelievi ematici (subito dopo questi), raccogliendo le feci direttamente alla defecazione dell'animale in buste di materiale plastico opportunamente contrassegnate. Su tali campioni è stato misurato il pH e successivamente sono stati essiccati in stufa a 80°C;

- Funzionalità digestiva (ruminale). I prelievi di fluido ruminale sono stati effettuati, su un sottogruppo costituito da 12 animali per ciascun trattamento alimentare, mediante una sonda esofagea (Ruminator, Profs-products, Wittibreit, DE) al mattino prima della distribuzione della foraggiata, il giorno seguente ai controlli di latte e sangue. Il pH del rumine è stato misurato immediatamente dopo il campionamento con un pHmetro (PH 25+, Crison Instruments SA, Alella, Barcelona, Spain). Aliquote da 2 ml del campione sono state immediatamente congelata in ghiaccio secco e quindi conservate a -20 °C per le successive analisi.

## WP 5. SPERIMENTAZIONE RIGUARDANTE IL CONTROLLO DELLE INFESTANTI

Durante l'estate 2015 sono state reperite le sementi delle varietà delle quattro specie di leguminose da utilizzare nell'esperimento come *living mulch* per la successiva semina su sodo del mais, secondo il piano di attività previsto dal progetto, ovvero trifoglio incarnato, trifoglio bianco, trifoglio sotterraneo e veccia vellutata. Le varietà scelte sono state, rispettivamente, Contea, Giga, Campeda e Villana. Con la proprietà dell'Azienda Tre Cascine di Lodi è stato scelto l'appezzamento di terreno su cui impiantare la prova e le quattro varietà di leguminose sono state seminate il 25 settembre 2015. L'esperimento era disposto secondo uno schema a blocchi randomizzati con tre repliche comprendente, oltre alle parcelle delle quattro leguminose, anche due trattamenti di controllo, di cui uno è stato sarchiato durante la successiva coltura del mais mentre l'altro ha avuto una crescita naturale di infestanti. Tutte le parcelle della prova avevano dimensioni di 7,5 m × 10 m. La dose di semina delle quattro leguminose è stata aumentata del 25% rispetto a quella normalmente adottata per le stesse specie in agricoltura convenzionale, utilizzando quindi 40 kg/ha di seme per il trifoglio incarnato, 10 kg/ha per il trifoglio bianco, 50 kg/ha per il trifoglio sotterraneo e 90 kg/ha per la veccia vellutata. L'emergenza di tutte le parcelle seminate è stata rapida e uniforme, come si può apprezzare anche dalle immagini allegate, e non si segnala alcuna criticità particolare.

### Primo semestre 2016

Nel corso del primo semestre 2016 è stata realizzata l'attività sperimentale avviata presso l'Azienda Tre Cascine di Lodi alla fine dell'estate 2015. Tale attività prevedeva la semina delle quattro varietà di *cover crops*, secondo lo schema descritto in precedenza.

Alla fine dell'inverno (6 aprile 2016), le parcelle seminate con trifoglio bianco e trifoglio sotterraneo e quelle destinate ai controlli sono state sfalciate, con asportazione della biomassa (soprattutto infestanti) accumulatasi durante la stagione fredda. A quella data, dopo lo sfalcio erano ben visibili le file di trifoglio sotterraneo, mentre il trifoglio bianco appariva stentato. La crescita di veccia vellutata (**Foto 1**) e trifoglio incarnato era ottima. Il giorno successivo allo sfalcio, le parcelle destinate ai controlli sono state vangate con vangatrice meccanica.

In data 19 aprile sono stati prelevati tre campioni di terreno da ogni parcella (al centro e in due angoli opposti) per una profondità di 30 cm; i campioni di ogni parcella sono stati poi mescolati. A quella data il trifoglio incarnato appariva all'inizio della fioritura, mentre nella veccia erano presenti solo pochi sporadici fiori. Il trifoglio ladino era più sviluppato rispetto al momento dello sfalcio di pulizia.



**Foto 1**

Il 26 aprile si è proceduto all'erpicazione delle parcelle destinate ai controlli e alla rullatura con *roller-crimper* delle parcelle di trifoglio incarnato e di veccia. Il rullo, largo 2 m, dal diametro di 80 cm e un peso di 1200 kg, è stato realizzato presso un artigiano locale su progetto del Dott. Romani e presenta una serie di costoloni disposti a V (**Foto 2**). Il rullo è stato spinto in retromarcia (per evitare che le ruote della trattrice schiacciassero la vegetazione prima del passaggio del rullo sagomato) da una trattrice da 50 HP in seconda marcia. La rullatura di ogni parcella ha richiesto tre passaggi paralleli. Al momento della rullatura il trifoglio incarnato era in una fase di diffusa fioritura mentre la veccia vellutata era all'inizio della fioritura.

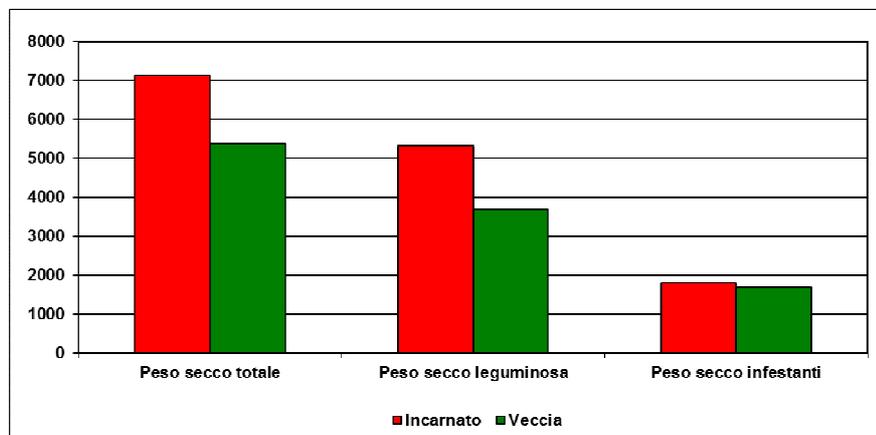
**Foto 2**



Prima della rullatura, sono stati raccolti dei campioni di biomassa presente in ogni parcella per la determinazione della sostanza secca presente sotto forma di specie seminata e specie infestanti. Nelle parcelle seminate con trifoglio ladino e trifoglio sotterraneo sono state campionate quattro aree di 50 × 50 cm, mentre nelle parcelle con trifoglio incarnato e veccia sono state sfalciate e pesate due aree di 1,30 × 10 m ed è stato raccolto una campione di circa 1 kg di biomassa fresca per la successiva suddivisione floristica e pesatura.

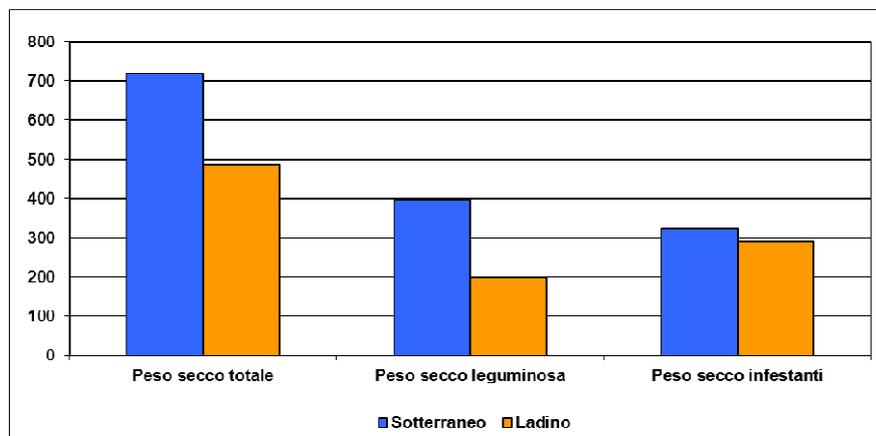
Dai dati presentati nelle **Figure 1 e 2** seguenti si può osservare come le due specie rullate avessero raggiunto una quantità di biomassa ragguardevole: > 5 t/ha il trifoglio incarnato, quasi 4 t/ha la veccia (**Figura 1**), a fronte di una presenza contenuta di infestanti (entrambe le specie seminate superavano il 70% della sostanza secca totale raccolta nella parcella).

**Figura 1**



Le altre due specie di *cover crops* avevano invece una biomassa più contenuta (anche per effetto del taglio di pulizia di fine inverno), pari a circa 0,4 t/ha per il trifoglio sotterraneo e 0,2 t/ha per il trifoglio ladino (**Figura 2**). In queste specie, le infestanti erano proporzionalmente più abbondanti che nelle due specie più vigorose, raggiungendo circa il 44% della biomassa totale nelle parcelle con trifoglio sotterraneo, e il 63% in quelle con trifoglio ladino.

**Figura 2**



In data 27 aprile si è proceduto alla semina del mais (ibrido di classe 600 da granella, con seme non trattato in alcun modo) mediante seminatrice da sodo Kinze con otto file distanti 70 cm (**Foto 3**). La densità di semina impostata è stata di 8 semi/m<sup>2</sup>. Nel caso delle parcelle di trifoglio incarnato e veccia rullate il giorno precedente, la semina ha avuto luogo sugli abbondanti residui della *cover crop* grazie ai dischi stellati di cui era provvista la seminatrice (**Foto 4**), che hanno aperto un varco nella pacciamatura prima del passaggio dell'organo discissore e del distributore del seme.

Nel caso delle parcelle seminate con trifoglio bianco e trifoglio sotterraneo, la semina è stata su sodo direttamente tra le file della leguminosa (trasemina).

Con la stessa seminatrice sono state anche seminate le parcelle lavorate destinate alle due tesi di controllo.

Le prime emergenze evidenti di mais hanno avuto luogo il 6 maggio, a partire dalle parcelle dei controlli (seminate su terreno lavorato). Il 13 maggio il mais emerso era allo stadio di 2-3 foglie. La pacciamatura di veccia appariva più decomposta di quella del trifoglio incarnato. Il trifoglio ladino

era molto più vigoroso rispetto al momento della semina del mais. Il 26 maggio si è proceduto alla sarchiatura delle parcelle di mais da utilizzare come testimone lavorato.

**Foto 3**



In data 3 giugno è stato eseguito un conteggio delle piante emerse, circa 4 settimane dopo l'inizio dell'emergenza. Sono state contate le piante su 4 distinte porzioni di fila lunghe 2 m ciascuna, nelle file centrali della parcella (solitamente quarta e quinta, o terza e quarta fila): i valori rilevati sono poi stati mediati per parcella e riportati come numero di piante emerse per metro lineare. Contestualmente è stata anche rilevata l'altezza naturale (dalla base del culmo al punto più alto dell'apparato fogliare, senza distendere alcuna foglia verso l'alto) di due piante casuali per parcella, i cui valori sono poi stati mediati.

**Foto 4**



Infine, sono stati prelevati due campioni casuali per parcella ponendo una cornice di 0,5 × 0,5 m in due interfile della parcella stessa, raccogliendo all'interno della cornice tutta la biomassa presente. Questa biomassa è stata poi suddivisa tra specie seminata, infestanti graminacee e infestanti dicotiledoni. Nel caso delle specie rullate la biomassa della specie seminata è stata considerata indipendentemente dal fatto che questa fosse secca (residui della pacciamatura alla rullatura) o fresca (ricacci successivi alla rullatura). Tutti i campioni raccolti e suddivisi sono stati essiccati in stufa a 60 °C e il loro peso è stato espresso come kg/ha di sostanza secca.

Foto 5



#### Secondo semestre 2016

Due mesi dopo l'inizio dell'emergenza del mais è stato eseguito un secondo conteggio delle piante emerse. Sono state contate le piante su 4 distinte porzioni di fila lunghe 2 m ciascuna, nelle file centrali della parcella (solitamente quarta e quinta, o terza e quarta fila): i valori rilevati sono poi stati mediati per parcella e riportati come numero di piante emerse per metro lineare. Contestualmente è stata anche rilevata l'altezza naturale (dalla base del culmo al punto più alto dell'apparato fogliare, senza distendere alcuna foglia verso l'alto) di due piante casuali per parcella, i cui valori sono poi stati mediati.

È stato inoltre eseguito un secondo rilievo della presenza di infestanti graminacee e dicotiledoni su tutte le parcelle di prova. In ogni parcella sono state prelevate tutte le piante infestanti presenti in due quadrati di 50 × 50 cm posizionati casualmente ciascuno in una interfila di mais (solitamente tra le file più centrali della parcella). I materiali prelevati sono stati quindi suddivisi in graminacee e dicotiledoni, essiccati in stufa per 4 giorni a 60° e pesati per la stima della biomassa di malerbe espressa in kg/ha di sostanza secca.

A maturazione fisiologica del mais, tutte le pannocchie presenti in ciascuna parcella sono state raccolte manualmente, essiccate in stufa e sgranate meccanicamente, per poi pesare la produzione di granella secca che è stata quindi espressa in kg/ha.

I dati raccolti sono stati sottoposti ad analisi statistica mediante analisi della varianza, che ha confrontato le tesi sperimentali per il numero ed altezza delle piante di mais emerse e per la presenza di infestanti a un mese e a due mesi dall'inizio dell'emergenza del mais, e per la produzione di granella di mais.

#### Primo semestre 2017

Il piano di attività proposto nel progetto, anche alla luce della originale data di scadenza dello stesso, non prevedeva una seconda semina di *cover crops* autunnali su cui traseminare il mais in primavera. Era stato altresì ipotizzato di verificare il possibile impiego delle tesi di *cover crops* perenni o perennanti già utilizzate nella stagione 2015-16 (trifoglio ladino e trifoglio sotterraneo) per il contenimento delle infestanti su una coltura di frumento che seguisse il mais nella rotazione colturale. I risultati ottenuti nella stagione 2015-16 hanno peraltro mostrato: i) la presenza di una carica di malerbe (intesa sia come tipologia che come frequenza) nell'azienda ospitante tale da rendere molto difficile l'efficacia delle *cover crops* nel contenimento delle infestanti sulle colture da

reddito; ii) l'estrema competitività delle *cover crops* perenni o perennanti (i due trifogli suddetti) nei confronti della coltura da reddito, la quale ha sofferto tale competizione sia in termini di emergenza delle piante che di sviluppo. Alla luce di tutto questo, si è deciso di non procedere oltre nella prova presso l'azienda biologica di Lodi. Volendo comunque apportare informazioni complementari a quanto ricavato con la sperimentazione della stagione 2015-16, si è deciso allora di integrare con un'attività specificamente dedicata al progetto VaLatteBio due prove di coltivazione in biologico di mais e soia (quest'ultima specie non compresa nel piano originale del progetto) con impiego di *cover crops*, le quali sono state avviate nell'ambito di un progetto PSR della Regione Lombardia (Progetto 'CSA-MeS-BIO'). La prova con mais è ospitata presso un'azienda biologica di Nuvolera (BS), mentre quella con soia è condotta presso un'azienda in conversione di Caselle Landi (LO). La specificità dell'attività del progetto VaLatteBio consiste nello studiare non solo la presenza delle infestanti in determinate fasi della coltura da reddito, ma nel valutare anche la competitività della coltura verso le infestanti, stimata misurando la sostanza secca accumulata per unità di superficie dalla coltura e dalle infestanti in momenti diversificati dell'accrescimento. A posteriori si verificherà quanto la sostanza secca della coltura e quella delle infestanti, nella varie fasi, saranno correlate alla produzione di granella della coltura da reddito, produzione che verrà rilevata nell'ambito del progetto CSA-MeS-BIO. Nel dettaglio, sia la prova di mais che quella di soia sono state già campionate in una fase vegetativa precoce (circa 25 giorni dopo l'emergenza della coltura seminata in primavera), prelevando le piante della coltura e le infestanti presenti in due punti rappresentativi di ciascuna parcella (per un totale di 0,5 m<sup>2</sup>) di quattro tesi in ciascuna prova: *cover crop* trifoglio incarnato e *cover crop* vecchia vellutata, testimone sarchiato e testimone naturalmente inerbito nella prova di mais; *cover crop* segale e *cover crop* triticale, testimone sarchiato e testimone naturalmente inerbito nella prova di soia.

## 2. Caratteristiche del risultato

### WP 2 - ANALISI TECNICA

La superficie media delle aziende biologiche è risultata in media significativamente più ampia di quelle delle aziende convenzionali ( $P < 0,001$ ), ma la variabilità è assai maggiore, con aziende che hanno poche dozzine di ettari e altre che si estendono per diverse centinaia di ettari. Nella **Tabella 2** sono riportate le caratteristiche più rilevanti delle aziende dei due sistemi produttivi. Il contributo del mais e dei prati (soprattutto di medica) alla produzione di alimenti non è risultata diversa tra i due campioni di aziende; un certo ruolo, seppure minore, è svolto anche da altre colture, come la loiessa, il frumento, l'orzo e in taluni casi, il girasole e la barbabietola da zucchero. In entrambi i campioni è apparsa una grande variabilità nel contributo dei prati.

Nelle aziende di entrambi i sistemi, non sono stati osservati prati permanenti e gli animali non avevano accesso al pascolo; nelle aziende biologiche, però, le vacche e le manze avevano a disposizione delle ampie aree di esercizio. Il numero medio di animali non è risultato diverso, mentre lo è stato il carico di bestiame, che è risultato maggiore negli allevamenti convenzionali ( $P < 0,01$ ).

**Tabella 2.** Principali caratteristiche della aziende da latte convenzionali e biologiche

Voce	Unità	Sistema				Probabilità
		Convenzionale		Biologico		
		Media	CV	Media	CV	
Area coltivata	ha	78,6	0,54	191,5	0,80	< 0,001
Mais	% area coltivata	63,0	0,32	43,2	0,58	NS
Prati	% area coltivata	28,0	0,96	37,8	0,93	NS
Capi	n	317	0,35	330	0,89	NS
Produzione di latte	kg FPCM/vacca/anno	9004	0,13	7736	0,18	< 0,05
Milk production	kg FPCM/ha	19964	0,35	8749	0,43	< 0,01
Carico di bestiame	UBA/ha	3,48	51,0	1,63	39,3	< 0,01
Vitelli venduti	n	53	0,29	41	0,91	NS
Vacche vendute	n	30,9	0,88	85,3	0,99	NS
Combustibili fossili	litri	42133	0,33	47,830	0,65	NS

La produzione media di latte per capo e per ettaro sono risultate significativamente più alte negli allevamenti convenzionali che in quelli biologici ( $P < 0,05$ ) e non sono state osservate differenze nel numero di vacche da riforma e in quello di vitelli venduti. I due campioni non hanno mostrato differenze nel consumo di combustibili fossili e di energia elettrica. Le prestazioni economiche sono esposte nella **Tabella 3**. È interessante il fatto che nel gruppo delle aziende biologiche vi sono allevamenti che hanno una produzione media per capo elevata, comparabile a quella media degli allevamenti convenzionali, e che queste aziende basavano il loro sistema produttivo in larga misura sulla coltura del mais.

Benché la produzione di latte sia inferiore negli allevamenti biologici i ricavi non sono significativamente diversi tra gli allevamenti dei due sistemi, con un'ampia variabilità tra gli allevamenti biologici. I rapporti tra ricavi dalla vendita della carne e quelli del latte sono risultati significativamente diversi tra i due gruppi ( $P < 0,05$ ); grazie al fatto che il prezzo del latte è maggiore; mentre non ci sono differenze per quanto riguarda il prezzo della carne.

**Tabella 3.** Prestazioni economiche degli allevamenti convenzionali e biologici

Voce	Unità	Sistema				Probabilità
		Convenzionale		Biologico		
		Media	CV	Media	CV	
Ricavi dalla vendita del latte	€/anno	507428	0,30	894437	0,98	NS
Ricavi dalla vendita della carne	€/anno	54910	0,51	42014	0,90	NS
Totale ricavi	€/anno	562338	0,30	936451	0,90	NS
Rapporto economico tra carne e latte	%	9,79	0,42	3,64	0,38	P < 0,05

Per quanto riguarda l'analisi ambientale, l'effetto sui cambiamenti climatici (GW), sull'acidificazione (AC) e sull'eutrofizzazione (EU) non è risultato diverso sul chilogrammo di latte corretto per grasso e proteina tra gli allevamenti condotti secondo i due diversi sistemi, qualunque fosse il criterio di allocazione adottato (**Tabella 4**). È da notare che le aziende biologiche con una produzione elevata, comparabile a quella media degli allevamenti convenzionali, hanno fatto registrare valori di GW per chilogrammo di FPCM inferiori a quello medio delle aziende convenzionali.

**Tabella 3.** Cambiamenti climatici (GW), acidificazione (AC), e eutrofizzazione (EU) associate a 1 kg di latte corretto per grasso e proteine (FPCM) prodotto nelle aziende convenzionali e biologiche

Voce	Unità	Sistema				Probabilità
		Convenzionale		Biologico		
		Media	CV	Media	CV	
GW senza allocazione	kg CO <sub>2</sub> eq	1,24	0,20	1,37	0,22	NS
GW con allocazione economica	"	1,18	0,18	1,31	0,24	NS
GW con allocazione fisica	"	1,00	0,17	1,20	0,27	NS
AC senza allocazione	kg SO <sub>2</sub> eq	0,025	0,19	0,026	0,12	NS
AC con allocazione economica	"	0,023	0,16	0,025	0,12	NS
AC con allocazione fisica	"	0,019	0,15	0,023	0,14	P < 0,05
EU senza allocazione	kg PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> eq	0,011	0,18	0,013	0,20	NS
EU con allocazione economica	"	0,010	0,12	0,01	0,22	NS
EU con allocazione fisica	"	0,008	0,09	0,009	0,22	NS

La **Tabella 5** riporta i risultati riferiti all'unità di suolo occupato. La produzione di latte per ettaro è superiore nelle aziende convenzionali (P < 0,01) così come il GW, l'AC e l'EU, qualunque sia il criterio adottato per l'allocazione.

Le emissioni di gas ad effetto serra associate a 1 kg di FPCM vengono significativamente ridotte dall'aumento di produzione di latte per vacca (P < 0,05). L'andamento del rapporto tra produzione e impronta di carbonio è simile negli allevamenti convenzionali e in quelli biologici. L'incremento della produttività degli animali è quindi una strategia efficace per ridurre il GW per unità di prodotto.

**Tabella 4.** Riscaldamento globale (GW), acidificazione (AC), ed eutrofizzazione (EU) associate a 1 ha d'area occupata nelle aziende convenzionali e biologiche

Voce	Unità	Sistema				Probabilità
		Convenzionale		Biologico		
		Media	CV	Media	CV	
Latte prodotto	t	20,0	0,35	8,7	0,43	P < 0,01
GW senza allocazione	t CO <sub>2</sub> eq	25,8	0,30	11,5	0,46	P < 0,001
GW con allocazione economica	"	23,3	0,31	11,0	0,48	P < 0,01
GW con allocazione fisica	"	19,0	0,36	10,1	0,53	P < 0,05
AC senza allocazione	g SO <sub>2</sub> eq	507	0,42	225	0,42	P < 0,01
AC con allocazione economica	"	460	0,48	217	0,43	P < 0,05
AC con allocazione fisica	"	392	0,52	198	0,47	P < 0,05
EU senza allocazione	g PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> eq	210	0,26	117	0,64	P < 0,01
EU con allocazione economica	"	190	0,27	86	0,35	P < 0,001
EU con allocazione fisica	"	161	0,32	79	0,38	P < 0,001

**Tabella 6.** Contributo delle attività produttive al riscaldamento globale nelle aziende convenzionali e biologiche (% sul totale dei gas ad effetto serra emessi)

Attività	Sistema				Probabilità
	Convenzionale		Biologico		
	Media	CV	Media	CV	
CH <sub>4</sub> da fermentazioni enteriche	45,1	15,6	48,7	20,2	NS
CH <sub>4</sub> da gestione delle deiezioni	5,10	14,3	5,4	15,2	NS
N <sub>2</sub> O dirette ed indirette dalla distribuzione delle deiezioni, dalla coltivazione e dalle rediposizione dei composti azotati	16,6	32,9	18,4	28,8	NS
CO <sub>2</sub> dalla produzione di energia elettrica	1,05	47,1	1,96	90,0	NS
CO <sub>2</sub> dalla estrazione e consumo di combustibili fossili	9,9	80,0	9,02	30,3	NS
CO <sub>2</sub> dai mezzi tecnici per le colture	4,00	30,6	0,25	28,4	P < 0,001
CO <sub>2</sub> da altre attività	1,50	28,7	1,29	42,6	NS
CO <sub>2</sub> dai mangimi acquistati	18,2	26,3	16,0	42,5	NS
CO <sub>2</sub> dal sequestro o emissione di carbonio dal suolo	-1,45	91,0	-1,02	88,0	NS

Non ci sono invece relazioni significative tra produzione di latte per capo e AC e EU.

L'incremento di produzione, invece, comporta un significativo ( $P < 0,05$ ) aumento delle emissioni di gas ad effetto serra per unità di superficie utilizzata. Mentre non c'è relazione con l'AC e la EU.

La **Tabella 6** riporta il contributo delle fonti dirette o indirette di gas ad effetto serra negli allevamenti studiati.

Non ci sono differenze significative nel contributo delle attività produttive alle emissioni di gas ad effetto serra, se si escludono i mezzi tecnici per le colture, che comunque incidono in modo limitato. Il bilancio del carbonio del suolo è negativo in tutti e due i sistemi, ma non ci sono differenze significative, per i sistemi colturali sono mediamente simili tra i campioni di aziende. C'è solamente da rilevare che tra le aziende biologiche c'è una maggiore variabilità nel bilancio, perché in alcune il contributo dei prati è maggiore.

**Table 7.** Contributo delle attività produttive all'acidificazione in allevamenti convenzionali e biologici (% delle emissioni in  $\text{SO}_2\text{eq}$ )

Attività	Sistema				Probabilità
	Convenzionale		Biologico		
	Media	CV	Media	CV	
NH <sub>3</sub> e NOx da gestione e spandimento delle deiezioni	82,2	4,12	92,9	1,69	P < 0,001
NH <sub>3</sub> e NOx da emission dirette e indirette dall'applicazione dei fertilizzanti, coltivazione e rideposizione dei composti dell'N	6,71	53,4	2,6	15,4	P < 0,05
NH <sub>3</sub> , NOx e SO <sub>2</sub> da produzione e consumo di combustibili fossili e di materiali	2,56	25,0	1,62	65,3	P < 0,05
NH <sub>3</sub> , NOx e SO <sub>2</sub> da alimenti acquistati	4,53	75,9	3,03	45,5	NS

Differenze significative sono state rilevate nel contributo delle diverse attività aziendali alla emissione di composti acidificanti (**Tabella 7**). In particolare si è notato un maggior contributo percentuale nella emissione di composti azotati (in particolare NH<sub>3</sub>) della gestione delle deiezioni e dello spandimento. Questo è perfettamente logico, in considerazione del fatto che gli allevamenti biologici non utilizzano fertilizzanti di sintesi, che infatti hanno pesato di più nel sistema convenzionale.

**Table 8.** Contributo delle attività produttive all'eutrofizzazione negli allevamenti convenzionali e biologici (% delle emissioni di  $\text{PO}_4^{3-\text{eq}}$ )

Attività	Sistema				Probabilità
	Convenzionale		Biologico		
	Media	CV	Media	CV	
NH <sub>3</sub> , N <sub>2</sub> O e P da Gestione e spandimento delle deiezioni	62,9	6,88	67,8	4,51	P < 0,001
NH <sub>3</sub> , N <sub>2</sub> O e P dalla produzione di alimenti aziendali	4,52	44,9	3,3	44,1	NS
NH <sub>3</sub> , N <sub>2</sub> O e P da alimenti acquistati	30,5	13,2	28,2	10,6	NS

Nella **Tabella 8** è riportato il contributo delle diverse attività aziendali all'emissione di sostanze eutrofizzanti. Una differenza significativa riguarda il contributo delle deiezioni, che ovviamente è maggiore nelle aziende biologiche che non utilizzano fertilizzanti di sintesi.

### WP3 - ANALISI ECONOMICA

#### RISULTATI

Le due aziende hanno adottato strategie diverse in termini di redditività: nel caso dell'azienda A infatti l'obiettivo era quello di massimizzare l'efficienza produttiva e dell'uso dei fattori produttivi, nel caso dell'azienda B, invece, la scelta verteva su anche attività correlate al biologico, quali ad esempio servizi ecologici.

Le diverse strategie possono essere ben evidenziate anche dalla tipologia di colture scelte per la razione alimentare; nel caso dell'azienda A si sceglievano per lo più insilati ad alto contenuto energetico, mentre nel caso dell'azienda B si favorivano colture meno diffuse, che richiedono meno lavorazioni e interventi. Anche il parco macchine delle due aziende denota che nel caso dell'azienda A si puntasse alla massimizzazione della produzione attraverso investimenti in immobilizzazioni. Al contrario, nell'azienda B si preferivano un ri-arrangiamento aziendale in funzione delle disponibilità tecniche attuali.

L'analisi ha evidenziato che la redditività delle aziende considerate era buona ma molto diversa nei due casi (**Tabella 9**). Infatti l'azienda A presentava degli indici economici molto più alti della più piccola B.

In termini di investimenti le due aziende hanno adottato strategie diverse tra loro. Nell'azienda A gli investimenti erano molto più ingenti rispetto all'azienda B, anche in linea con quanto detto precedentemente. Si nota anche come nel caso dell'azienda B la dipendenza dai contributi pubblici sia nettamente più alta rispetto all'azienda A (15,6 % rispetto a 9,9% dei ricavi totali).

**Tabella 9.** Principali grandezze economiche (Fonte: nostre elaborazioni su dati aziendali)

	Unità di misura	Azienda A	Azienda B
Ricavi totali	€	1.514.882	242.641
dalla vendita del latte	%	75,6	62
dai contributi pubblici	%	9,9	15,6
Reddito netto	€	222.855	19.448
Investimenti totali, di cui	€	10.485.676	2.217.894
investimenti propri	€	7.760.344	2.115.394

Le molte differenze strutturali e di gestione hanno determinato livelli di ricavi, costi e redditi molto diversi nelle due aziende. La redditività è stata soddisfacente, ma ben più alta nell'azienda più grande e specializzata (**Tabella 10**), mentre meno soddisfacente nell'azienda B. Nell'azienda A erano elevati sia ROS che ROT. Questo indica un elevato livello del valore dei ricavi se rapportato al capitale investito (ROT) sia al volume delle vendite (ROS) (reddito come % fatturato). Questo ha dimostrato una capacità a effettuare investimenti e a migliorare le condizioni tecniche che ne assicurava il mantenimento della redditività nel tempo. Ciò non è invece del tutto verificabile nel caso dell'altra azienda che non sfrutta come l'altra la presenza di economie di scala che riducono i costi unitari di produzione.

**Tabella 10.** Indicatori di redditività nei casi di studio aziendali (Fonte: nostre elaborazioni su dati aziendali)

	Azienda A	Azienda b
ROI	2,1%	0,9%
ROE	2,1%	0,6%
ROT	14,4%	10,9%
ROS	14,8%	8,0%
<u>Leverage</u>	1,35	1,05

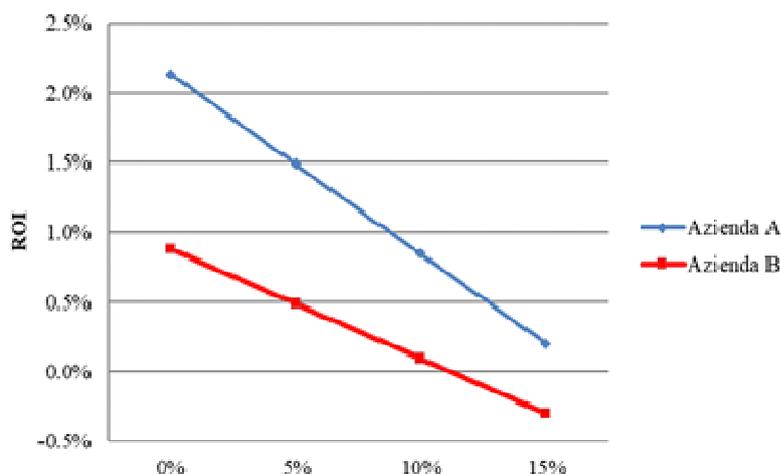
### Analisi di simulazione

Fino ad ora l'analisi si è riferita alle condizioni rilevate. Ciò però non fornisce indicazioni sulla redditività in altre condizioni che potrebbero verificarsi nel futuro. Le analisi di simulazione consentono di valutare cosa accade ai risultati economici aziendali, intesi come redditività complessiva dei capitali usati in azienda, nel caso di:

- riduzione del prezzo del latte
- contrazione del livello dei pagamenti PSR.

Anche in presenza di una contenuta riduzione del prezzo del latte (es. del 5%) anche il ROI diminuisce, ma in maniera differente nelle due aziende (**Figura 3**): le due spezzate (che si riferiscono alle aziende A e B) hanno entrambe una pendenza negativa (all'aumentare della riduzione del prezzo del latte scende la redditività) ma diversa. L'azienda A (più grande e con un indicatore più alto) subisce una riduzione più consistente rispetto alla B che, pur vedendo diminuire il proprio ROI, ha una riduzione meno rilevante. La simulazione mantiene tutti i costi invariati (non tenendo conto di eventuali aumenti o riduzioni dei costi) che potrebbero anch'essi incidere sulla redditività aziendale.

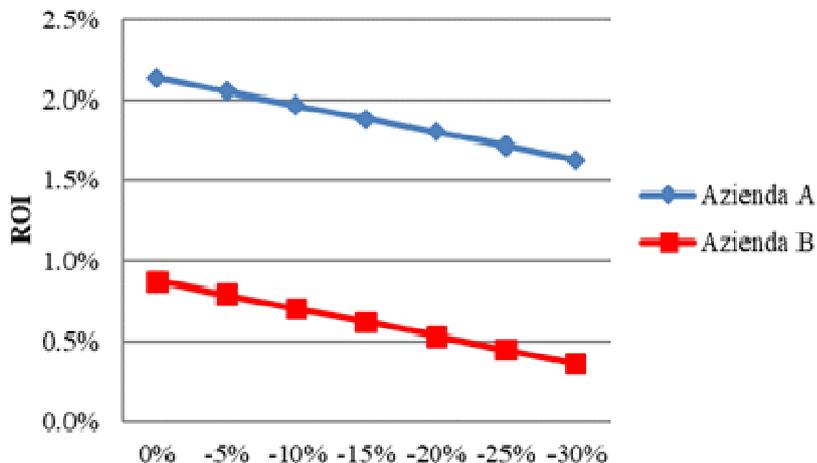
**Figura 3.** Impatto della riduzione del prezzo del latte sulla redditività complessiva aziendale (ROI) (Fonte: nostre elaborazioni su dati aziendali)



I risultati delle simulazioni mostrano che l'eventuale riduzione del prezzo del latte può essere sostenuta senza troppe complicazioni, ma solo se essa non supera il 5%. Inoltre le aziende che potrebbero risentirne per prime sono quelle piccole. Le aziende più grandi, grazie ai più elevati livelli di redditività iniziali, riescono a sostenere anche riduzioni maggiori. Tuttavia ciò potrebbe comunque limitare le loro capacità d'investimento e, quindi, i futuri livelli di redditività.

A differenza del caso precedente, la riduzione dei pagamenti influenza le due aziende allo stesso modo, generando una diminuzione del ROI di entità relativa simile poiché le spezzate hanno una pendenza analoga (**Figura 4**).

**Figura 4.** Impatto della riduzione dei pagamenti agro-ambientali del PSR sulla redditività complessiva aziendale (ROI) (Fonte: nostre elaborazioni su dati aziendali)



La seconda simulazione ha lo scopo di verificare la rilevanza dei pagamenti agro-ambientali destinati ai produttori biologici dalle Politiche di Sviluppo Rurale.

Questi pagamenti assumono molta rilevanza nella fase di conversione che purtroppo è una fase piuttosto critica anche dal punto di vista economico. Infatti il processo di modifica tecnica che può provocare dei costi di adeguamento non sempre facilmente prevedibili. Inoltre, in questa fase le aziende non possono vendere il latte al prezzo del prodotto biologico, pur dovendo sostenere i costi di produzione della conduzione biologica.

Al contrario di quanto visto nel caso del prezzo del latte, le simulazioni svolte evidenziano la scarsa rilevanza dei pagamenti attualmente previsti nel condizionare in maniera significativa i risultati economici complessivi. Ciò consente anche di affermare che tali pagamenti non hanno una dimensione tale da coprire il mancato reddito dell'impresa nel periodo di conversione, cioè quando non può vendere il latte come biologico.

Il differenziale di prezzo tra convenzionale e biologico nelle condizioni analizzate (2015) era molto elevato. Ad oggi, grazie al recupero del prezzo del latte convenzionale, la differenza è inferiore.

L'analisi ha evidenziato che la redditività nelle aziende considerate nel 2015 è stata soddisfacente. Tuttavia i due casi studio sono estremamente diversi tra di loro.

In particolare, la redditività è assai inferiore nell'azienda piccola, che però si è diversificata con altre attività economiche complementari tra cui, in particolare, l'agriturismo. In definitiva, anche nel campo biologico, la redditività dipende molto dalle dimensioni economiche, dall'efficienza produttiva e dalle scelte strategiche aziendali. Pertanto non è facile stabilire un livello medio di redditività del comparto biologico ed effettuare un confronto con la redditività delle aziende convenzionali senza tenere conto di tutti questi aspetti. Da ciò consegue che, di per sé, la conduzione biologica non è necessariamente garanzia di buona redditività.

A questo proposito, le simulazioni hanno evidenziato quanto i risultati economici siano molto condizionati dal livello del prezzo del latte. Riduzioni dei prezzi eroderebbero la redditività delle imprese considerate. In particolare, anche non elevate riduzioni mettono a rischio la sostenibilità economica dell'azienda più piccola nonostante la presenza di attività complementari rispetto alla produzione di latte.

Le simulazioni rispetto al livello dei pagamenti PSR hanno mostrato che questi ultimi hanno una scarsa rilevanza nel determinare la redditività aziendale soprattutto nell'azienda grande e più

specializzata. Per questo motivo, il non elevato differenziale esistente nel livello di questi pagamenti accordati in fase di conversione non sembra in grado di coprire che una limitata porzione dei mancati redditi e/o incrementi di costo che le aziende sperimentano nella fase di transizione da convenzionale a biologico.

La conversione aziendale al modello biologico, dal punto di vista economico-aziendale, deve quindi essere vista come una fase di investimento (investimento non esplicito ma derivante da mancato reddito) per poter generare un differenziale di reddito negli anni successivi a quelli di conversione. Ovviamente questo differenziale tra redditività convenzionale e biologica deve essere sufficientemente elevato per rendere l'investimento conveniente. Gli imprenditori che vogliono valutare la convenienza alla conversione devono quindi effettuare una stima della redditività potenziale una volta entrati a regime nella produzione biologica e confrontarla con quella attuale delle loro aziende. Mentre le aziende hanno sicuramente una idea chiara dell'attuale livello di redditività delle loro aziende, l'analisi di redditività svolta nel progetto VaLatteBio fornisce agli imprenditori che vogliono valutare l'opportunità di convertire le loro aziende indicazioni utili soprattutto in termini di quantificazione della redditività aziendale della produzione biologica. Ciò in presenza di condizioni tecnico-economiche-aziendali differenziate e in condizioni di mercato e di livello del sostegno pubblico anche diverse da quelle in cui è stata condotta l'analisi.

Il risultato generale è che gli imprenditori devono valutare con attenzione la scelta di convertirsi al biologico e, soprattutto, tenendo conto delle caratteristiche tecnico-economiche delle proprie aziende, delle prospettive di mercato che potrebbero verificarsi nei prossimi anni e della limitata rilevanza dei pagamenti PSR accordati per sostenere la fase di conversione.

#### WP 4 - SPERIMENTAZIONE RIGUARDANTE L'IMPIEGO DELL'INSILATO DI MEDICA

Le caratteristiche di composizione dei principali alimenti impiegati in azienda sono descritte nella **Tabella 11**.

**Tabella 11.** Principali caratteristiche di composizione chimica dei foraggi impiegati nel corso della sperimentazione (valori espressi come percentuale sulla sostanza secca).

Alimento		Sostanza secca	Proteine grezze	aNDFom	Amido	Ceneri	N-NH <sub>3</sub>	pH
Silomais	media	32,43	7,28	39,75	33,74	5,19	6,01	3,77
	d.s.	0,25	0,69	1,21	1,35	0,35	3,65	0,05
Pastone mais	media	49,25	7,02	35,59	54,87	2,64	7,45	3,73
	d.s.	1,73	0,27	1,53	2,14	0,81	1,14	0,02
Frumento silo	media	30,87	8,66	60,88	1,94	6,89	9,22	3,86
	d.s.	0,54	0,45	3,00	0,26	0,92	1,27	0,09
Medica silo	media	51,52	21,41	43,34		11,20	7,95	4,73
	d.s.	4,46	1,97	4,84		2,27	2,96	0,41
Soia silo	media	45,04	16,22	42,19		17,34	10,37	4,62
	d.s.	0,13	0,89	1,92		3,10	2,72	0,07

Nella maggior parte dei casi tali caratteristiche corrispondono a quelle di analoghi prodotti ottenuti in regime di agricoltura convenzionale. Ci riferiamo in particolare al trinciato di pianta intera di mais (coltura notoriamente problematica in agricoltura biologica) per il quale, accanto a un ottimo stato di conservazione (pH mediamente pari a 3,77 a fronte di un contenuto in sostanza secca del 32,43%, azoto ammoniacale (N-NH<sub>3</sub>) pari al 6,01 % del totale) va rilevato il basso contenuto in NDF (38,55% della ss) e l'alto contenuto in amido (33,34 % della ss). Analoghe valutazioni possono essere fatte per il pastone di mais (contenuto in sostanza secca del 49,25%, pH 3,73, N-NH<sub>3</sub> pari al 7,45 % del totale, 54,87 % di amido).

Focalizzando l'attenzione sulle leguminose foraggere, si rileva come per la medica insilata si sono registrati valori di sostanza secca pari al 50% circa per il silo impiegato nel primo periodo e del 59% circa per quello impiegato al secondo controllo. Quest'ultimo è da considerarsi leggermente troppo elevato per un'ottimale conservazione in silo orizzontale e, in effetti, il pH è risultato leggermente più alto rispetto a quello della trincea più umida (5,31 vs 4,60), anche se il contenuto in N-NH<sub>3</sub> è comunque contenuto (7,45% dell'N totale). Per quanto concerne la composizione chimica del foraggio si è registrato un contenuto in proteine grezze molto elevato in media e 20,89% della sostanza secca (dato ottenuto sommando al dato analitico ottenuto sul prodotto essiccato in stufa a 65 °C il valore dell'N-NH<sub>3</sub>, trasformato in proteine grezze in base al coefficiente convenzionale 6,25. Questa correzione è stata effettuata nell'ipotesi, confortata da precedenti esperienze di laboratorio, di una perdita pressoché totale dell'NH<sub>3</sub> durante l'essiccazione in stufa. Il contenuto in fibra neutro deterosa (43,34% della ss in media) conferma la buona qualità del prodotto, ottenuta anche grazie a raccolte effettuate al giusto stadio di sviluppo della pianta e a un'attenta pratica di condizionamento e pre-appassimento in campo. Va tuttavia notato che nel corso dei diversi momenti di campionamento si è riscontrata una certa variabilità nelle caratteristiche dell'insilato, con un titolo proteico che è variato tra il 18,18 e il 23,02% e un contenuto in NDF tra 48,43 e il 35,48 % della ss. Il foraggio proveniente dal secondo taglio ha mostrato minori livelli di proteine grezze e maggiori di NDF, in buona misura ascrivibili al più avanzato stadio di maturazione della coltura al momento della raccolta dovuto alla necessità di

procrastinare lo sfalcio per attendere condizioni meteorologiche più favorevoli. In considerazione della limitata predisposizione all'insilamento del foraggio di erba medica e delle instabili condizioni meteorologiche, al momento dell'insilamento al foraggio è stato aggiunto un prodotto a base di lattobacilli (Pioneer 11H50,  $1.25 \times 10^{11}$  CFU/g di *L. plantarum*). Nel corso della sperimentazione sono state condotte alcune verifiche anche su una trincea di insilato di soia, raccolta poco dopo la formazione del baccello e insilata. Il contenuto in sostanza secca è risultato pari al 45,04%, il titolo proteico pari al 15,98% della sostanza secca e il contenuto in NDF pari alla 42,19% della sostanza secca. Va tuttavia sottolineato l'elevato contenuto in ceneri, pari al 17,34% della sostanza secca, che è indice di un considerevole inquinamento tellurico dovuto alle sfavorevoli condizioni meteorologiche verificatesi al momento della raccolta. Il foraggio è risultato comunque abbastanza ben conservato, avendo un pH medio pari a 4,62 e un contenuto in N-NH<sub>3</sub> pari al 10,37% dell'N totale. La valutazione visiva del foraggio insilato ha comunque confermato quanto già osservato per altri prodotti analoghi e cioè la presenza di steli molto grossolani che potrebbero compromettere un regolare consumo qualora questo foraggio venisse impiegato, soprattutto se in quantità elevate, per la alimentazione di bovine da latte. Per tale ragione si è deciso di non utilizzarlo per la alimentazione delle bovine in lattazione, destinandolo invece alla alimentazione delle manze.

Le formulazioni e le caratteristiche delle razioni impiegate durante i due successivi periodi sperimentali sono descritte nella **Tabella 12**.

**Tabella 12.** Principali caratteristiche di composizione chimica delle diete effettivamente somministrate agli animali in corrispondenza dei due momenti di prelievi (valori espressi come percentuale sulla sostanza secca).

Ordine prelievo	Gruppo		Sostanza secca	Proteine grezze	aNDFom	Amido	Ceneri
Primo Prelievo	Controllo	media	45,17	14,34	37,36	25,05	8,12
		d.s.	0,18	0,01	0,49	0,05	0,21
	Medica	media	46,39	13,59	34,10	28,89	8,58
		d.s.	0,25	0,30	0,30	0,52	0,14
Secondo Prelievo	Controllo	media	45,26	14,68	37,54	25,53	8,28
		d.s.	0,72	0,68	3,33	1,28	0,62
	Medica	media	47,00	14,86	34,34	25,95	8,90
		d.s.	0,57	0,59	1,48	0,33	0,10

Va innanzitutto chiarito che le razioni adottate sono state formulate nei limiti della disponibilità aziendale di alimenti, *in primis* di foraggi, intesa sia come relativa scarsità di alcuni (ad esempio la medica insilata), sia della abbondante disponibilità di altri (ad esempio il silomais). Un altro aspetto da tenere in considerazione è la riscontrata mancata disponibilità di fonti proteiche a bassa degradabilità che fossero di origine biologica e ad un prezzo accessibile. La seconda condizione non è stata considerata, data la mancanza di fonti proteiche *by pass* e con un buon profilo amminoacidico che fossero anche certificate come biologiche.

Nel primo periodo (**Tabelle 13 e 14**), nella base foraggera costituita prevalentemente da trinciato integrale di mais (che rappresentava oltre un terzo della sostanza secca complessiva dell'intera razione) si è provveduto a sostituire la quota di insilato di frumento (8 kg/capo/giorno, pari a circa il 10% della sostanza secca complessiva) con insilato di medica (che complessivamente è arrivato a rappresentare il 23% della sostanza secca complessiva). La differenza di contenuto proteico dei due foraggi (in media 8,66 vs 22,31% della sostanza secca, rispettivamente per frumento silo e medica silo) è stata compensata riducendo l'apporto di mangime da 6,5 a 3 kg /capo/giorno, quindi

dal 23,9 al 11,4% della sostanza secca complessiva. A compensazione di questo calo si è aumentato il pastone e la farina di mais.

Le razioni predisposte per il secondo periodo (**Tablelle 15 e 16**) rispondono sostanzialmente alla stessa logica riferita sopra. Anche in questo caso la concentrazione energetica della razione sperimentale presentava un contenuto teorico di energia netta inferiore a quella di controllo (0,90 vs 0,93 UFL/kg ss, rispettivamente per le razioni MED e CTR), come pure di carboidrati fermentescibili (amido + zuccheri: 27,34 vs 28,90% ss), rispettivamente per le razioni MED e CTR).

Le caratteristiche di composizione chimica e di valore nutrizionale (**Tablelle 17 – 20**) delle due razioni (CTR e MED) evidenziano come, a fronte di una sostanziale parità del contenuto proteico (14,74 vs 14,62% ss) e della quota fibrosa (33,19 vs 32,97% ss) e in amido (26,55 vs 26,49% ss), fosse prevista una concentrazione energetica leggermente inferiore nella razione sperimentale rispetto al controllo (0,90 vs 0,93 UFL/kg ss, rispettivamente per le razioni MED e CTR). L'ipotesi che sottendeva questa scelta era che una riduzione della fibra a più lenta fermentescibilità e con maggiore ingombro dell'insilato di frumento con quella da medica (più rapidamente utilizzata a livello ruminale considerata anche la buona qualità del foraggio, potesse consentire un aumento della ingestione di alimento, compensando quindi con un maggior consumo la minor concentrazione energetica.

**Tabella 13.** Formule delle razioni somministrate al gruppo Controllo (CTR) durante il primo periodo sperimentale.

Alimenti	kg t.q.	kg s.s.	% s.s. totale
Insilato di mais	25,00	8,97	36,9
Insilato di frumento	8,00	2,36	9,7
Insilato di medica 1° taglio	4,50	2,19	9,0
Pastone integrale di mais	5,60	2,76	11,3
Farina di mais	2,00	1,73	7,1
Nucleo Cap	3,00	2,67	11,0
Nucleo Nutristar	3,50	3,15	12,9
Integratore minerale "Modular bio"	0,50	0,50	2,1
<b>Totale</b>	<b>52,10</b>	<b>24,33</b>	<b>100</b>

**Tabella 14.** Formule delle razioni somministrate al gruppo Sperimentale (MED) durante il primo periodo sperimentale.

Alimenti	kg t.q.	kg ss	% ss totale
Insilato di mais	24,0	8,61	36,3
Insilato di medica 1° taglio	2,50	1,22	5,1
Insilato di medica 2° taglio	10,0	5,58	23,5
Pastone integrale di mais	6,00	2,96	12,5
Farina di mais	2,50	2,15	9,10
Nucleo Cap	1,00	0,89	3,80
Nucleo Nutristar	2,00	1,80	7,60
Integratore minerale "Modular bio"	0,50	0,50	2,10
<b>Totale</b>	<b>48,50</b>	<b>23,71</b>	<b>100</b>

**Tabella 15.** Formule delle razioni somministrate al gruppo Controllo (CTR) durante il secondo periodo sperimentale.

Alimenti	kg t.q.	kg s.s.	% .s.s. totale
Insilato di mais	25,00	8,97	36,8
Insilato di frumento	8,00	2,36	9,7
Insilato di medica 1° taglio	4,00	2,23	9,2
Pastone integrale di mais	5,60	2,76	11,2
Farina di mais	2,00	1,73	7,1
Nucleo Cap	3,00	2,67	11,0
Nucleo Nutristar	3,50	3,15	12,9
Integratore minerale "Modular bio"	0,50	0,50	2,1
<b>Totale</b>	<b>51,60</b>	<b>24,37</b>	<b>100</b>

**Tabella 16.** Formule delle razioni somministrate al gruppo Sperimentale (MED) durante il secondo periodo sperimentale.

Alimenti	kg t.q.	kg ss	% ss totale
Insilato di mais	24,00	8,97	39,3
Fieno	1,00	0,87	3,8
Insilato di medica 2° taglio	10,00	5,58	24,5
Pastone integrale di mais	4,00	1,97	8,6
Farina di mais	2,50	2,16	9,5
Nucleo Cap	1,50	1,34	5,9
Nucleo Nutristar	2,00	1,80	7,9
Integratore minerale "Modular bio"	0,50	0,50	2,2
<b>Totale</b>	<b>45,50</b>	<b>22,82</b>	<b>100</b>

**Tabella 17.** Caratteristiche chimico-nutrizionali teoriche delle razioni somministrate al gruppo controllo (CTR) durante il primo periodo sperimentale (valori riferiti, tranne l'umidità, alla sostanza secca).

Parametro	Unità di misura	% ss
Umidità	%	53,3
UFL	UFL/kg	0,93
Proteine Grezze	%	14,74
Fibra Grezza	%	16,41
NDF	%	33,19
Lipidi Grezzi	%	4,39
F/C	-	42,33
Proteine Grezze <i>by pass</i>	%	5,14
Proteine Grezze Solubili	%	4,68
NFC	%	40,95
Amido	%	26,55
Amido + Zuccheri	%	28,94
PDIE	%	9,24
PDIN	%	9,70
NFCcorretti	%	44,25

**Tabella 18** Caratteristiche chimico – nutrizionali teoriche delle razioni somministrate al gruppo Sperimentale (MED) durante il primo periodo sperimentale (valori riferiti, tranne l'umidità, alla sostanza secca).

Parametro	Unità di misura	% ss
Umidità	%	51,1
UFL	UFL/kg	0,90
Proteine Grezze	%	14,62
Fibra Grezza	%	18,23
NDF	%	32,97
Lipidi Grezzi	%	3,72
F/C	-	50,89
Proteine Grezze <i>by_pass</i>	%	4,99
Proteine Grezze Solubili	%	5,49
NFC	%	41,59
Amido	%	26,49
Amido + Zuccheri	%	28,11
PDIE	%	8,59
PDIN	%	9,28
NFCcorretti	%	45,19

**Tabella 19.** Caratteristiche chimico – nutrizionali teoriche delle razioni somministrate al gruppo Controllo (CTR) durante il secondo periodo sperimentale (valori riferiti, tranne l'umidità, alla sostanza secca).

Parametro	Unità di misura	% ss
Umidità	%	52,77
UFL	UFL/kg	0,93
Proteine Grezze	%	14,74
Fibra Grezza	%	16,43
NDF	%	33,06
Lipidi Grezzi	%	4,39
F/C	-	42,41
Proteine Grezze <i>by pass</i>	%	5,14
Proteine Grezze Solubili	%	4,69
NFC	%	41,07
Amido	%	26,50
Amido + Zuccheri	%	28,90
PDIE	%	9,23
PDIN	%	9,70

**Tabella 20.** Caratteristiche chimico – nutrizionali teoriche delle razioni somministrate al gruppo Sperimentale (MED) durante il secondo periodo sperimentale (valori riferiti, tranne l'umidità, alla sostanza secca).

Parametro	Unità di misura	% ss
Umidità	%	49,84
UFL	UFL/kg	0,90
Proteine Grezze	%	14,86
Fibra Grezza	%	18,29
NDF	%	33,06
Lipidi Grezzi	%	3,88
F/C	-	52,01
Proteine Grezze <i>by_pass</i>	%	5,10
Proteine Grezze Solubili	%	5,36
NFC	%	41,12
Amido	%	25,48
Amido + Zuccheri	%	27,34
PDIE	%	8,77
PDIN	%	9,50

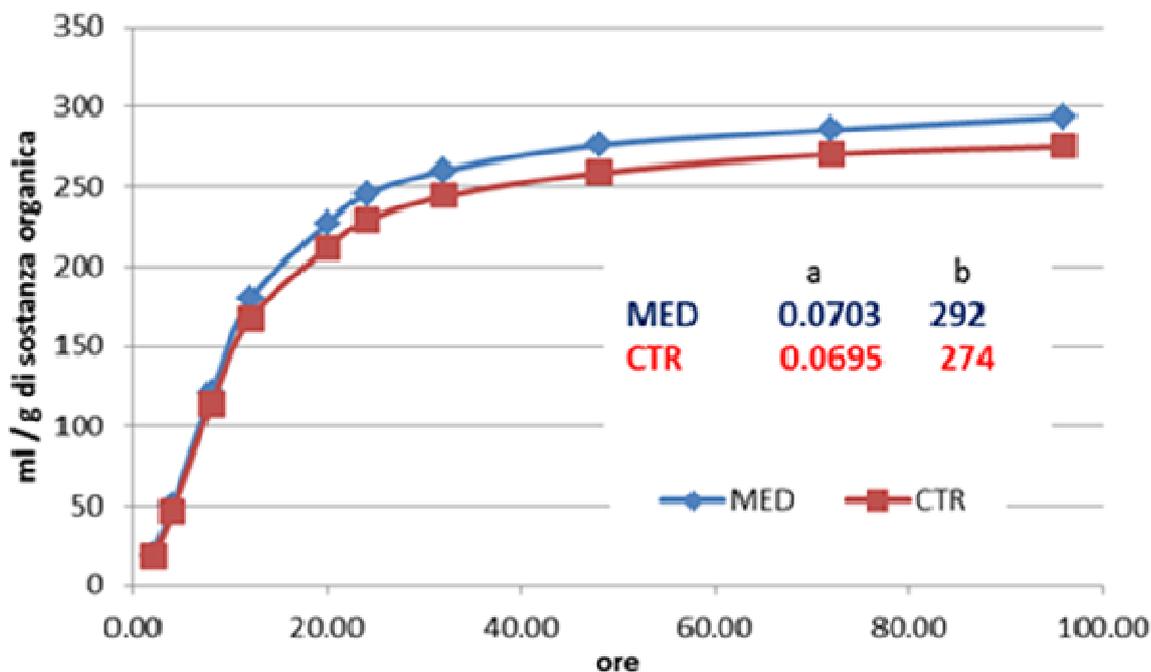
Confrontando le caratteristiche analitiche dei campioni di piatto unico raccolti in corrispondenza dei due momenti di prelievo dei campioni di latte, sangue, urini e rumine, si osserva come, in corrispondenza del primo prelievo effettuato a fine dicembre 2015, ci fosse una non trascurabile differenza nel contenuto in proteine grezze tra le razioni del gruppo di controllo e del gruppo sperimentale (14,34% vs 13,59% della sostanza secca, rispettivamente per il gruppo CTR e MED). Differenze di un certo rilievo si notano anche a carico del contenuto in NDF, mediamente pari al 37,36% e 34,10% della sostanza secca, rispettivamente per il gruppo CTR e MED. Se si effettua un confronto tra i risultati analitici e i dati di composizione teorica si nota che il contenuto in proteine per il gruppo di controllo sia leggermente inferiore rispetto a quanto preventivato (0,4 punti percentuali in meno), mentre nel gruppo medica la differenza è decisamente più importante e risulta di 0,75 punti percentuali inferiore rispetto alla miscelata del gruppo di controllo e di un punto percentuale rispetto alla razione teorica. Al contrario, il contenuto in fibra del gruppo MED è risultato molto vicino al preventivato, mentre nel gruppo di controllo si sono misurati livelli di NDF superiori di circa quattro punti percentuali rispetto al previsto e di circa tre punti percentuali rispetto alla razione arricchita in medica. Essendo queste differenze sia tra le due razioni adottate sia rispetto alle previsioni formulate in sede di razionamento confermate nei campioni raccolti per due giorni di seguito durante i controlli sugli animali, è corretto ipotizzare che non vadano attribuiti a errori nella preparazione delle miscele quanto piuttosto a variazioni momentanee nelle caratteristiche degli alimenti e, in particolar modo, dei foraggi. Il controllo effettuato sulle diete la settimana precedente ai prelievi ha confermato soprattutto le differenze esistenti tra le due razioni

in termini di concentrazione proteica (14,07% e 13,69% della sostanza secca), mentre il contenuto in NDF in questo caso è risultato leggermente superiore nel gruppo medica rispetto a quello di controllo.

Con riferimento al secondo momento di prelievi, le differenze riscontrate tra le razioni del gruppo di controllo e del gruppo trattato sono risultate meno marcate e molto prossime al dato teorico per quanto concerne le proteine grezze (14,68% e 14,86% della sostanza secca, rispettivamente per le razioni del gruppo controllo e sperimentale, a fronte di un contenuto proteico previsto pari a 14,80% della sostanza secca in media per le due razioni). Differenze modeste sono state riscontrate anche per il contenuto in NDF, pari a 37,54% e 34,34% della sostanza secca, rispettivamente per la reazione gruppo di controllo e di quello sperimentale.

In corrispondenza di questo secondo prelievo sono state anche raccolte due campioni, uno per ciascun tipo di reazione, che sono stati successivamente essiccati per liofilizzazione e utilizzati come substrato per una prova di fermentazione in vitro. I risultati di questo test sono illustrati nella **Figura 5**.

**Figura 5.** Cinetica fermentativa, valutata tramite la produzione di gas in vitro, dei piatti unici raccolti in occasione del secondo prelievo e parametri delle curve di produzione di gas.



Il piatto unico del gruppo MED è risultato più fermentescibile, avendo prodotto più gas (292 vs 274 ml/g di sostanza organica incubata), mentre le velocità di fermentazione sono state molto simili tra i due campioni. Questi dati sono in accordo con i risultati delle analisi di composizione chimica che, come ricordato, indicavano per la razione del gruppo MED un minor contenuto in fibra rispetto al piatto unico CTR.

Nelle **Tabelle 21 e 22** è riportata la composizione media del latte nei due trattamenti e nei due momenti di prelievo dei campioni del periodo sperimentale.

**Tabella 21.** Produzione e caratteristiche chimico-tecnologiche del latte rilevate al primo prelievo.

Parametro	Unità di misura	Gruppo		Probabilità	Root MSE
		Controllo	Medica		
Produzione	kg/d	33,0	30,7	0,07	3,162
Grasso	% p/v	3,67	3,81	0,18	0,297
Proteine	% p/v	3,29	3,40	0,02	0,122
Lattosio	% p/v	5,12	5,06	0,09	0,104
FCM	kg/d	31,9	29,0	0,08	4,249
ECM	kg/d	34,9	31,1	0,05	4,861
SCC		117	114	0,92	83,670
Urea	mg/100 ml	22,10	17,50	0,00	2,621
SH	/50 ml	7,61	7,29	0,23	0,728
SH IR	/50 ml	3,30	3,15	0,19	0,320
r	min'	23,90	36,60	0,00	9,800
k <sub>20</sub>	min'	11,00	13,70	0,07	3,522
a <sub>30</sub>	mm	19,80	6,44	0,01	10,506

**Tabella 19.** Produzione e caratteristiche chimico-tecnologiche del latte rilevate al secondo prelievo.

Parametro	Unità di misura	Gruppo		Probabilità	Root MSE
		Controllo	Medica		
Produzione	kg/d	34,67	32,35	0,00	3,949
Grasso	% p/v	3,59	3,79	0,00	0,342
Proteine	% p/v	3,23	3,22	0,90	0,182
Lattosio	% p/v	5,19	5,15	0,20	0,124
FCM	kg/d	32,26	31,57	0,50	3,263
ECM	kg/d	34,78	33,91	0,40	3,267
SCC		119	53	0,20	177,441
Urea	mg/100 ml	30,84	27,04	0,00	4,854
SH	/50 ml	3,72	3,61	0,70	1,490
SH IR	/50 ml	3,19	3,18	0,90	0,273
r	min'	26,20	30,20	0,10	8,140
k <sub>20</sub>	min'	12,90	14,37	0,50	6,291
a <sub>30</sub>	mm	13,96	9,17	0,20	1,490

I principali risultati sono:

**Produzione di latte:** riportata nelle **Tablelle 21 e 22**, separatamente per la prima e seconda data di controllo, rappresenta la somma delle misurazioni effettuate in occasione delle tre mungiture giornaliere tramite lattometro di cui è dotato l'impianto di mungitura. I dati sono stati covariati sulla base dei controlli effettuati all'avvio della somministrazione della razione sperimentale al gruppo MEDICA. I livelli produttivi registrati per i due gruppi di animali sono risultati rispettivamente pari, per i gruppi CONTROLLO e MEDICA, a 33,01 e 30,71 litri capo<sup>-1</sup> giorno<sup>-1</sup> al primo controllo e a 34,67 e 32,35 litri capo<sup>-1</sup> giorno<sup>-1</sup> al secondo controllo. Le differenze di produzione, pari a circa 2,3 litri capo<sup>-1</sup> giorno<sup>-1</sup> in entrambe le occasioni, hanno raggiunto la significatività statistica solamente in occasione del secondo controllo ( $P < 0,05$ ).

**Grasso:** la percentuale di grasso nel latte (**Tablelle 21 e 22**) mostra, in entrambi i controlli, una concentrazione tendenzialmente superiore nel gruppo MED (3,81 e 3,79%, rispettivamente al primo e secondo controllo, rispetto a quello CTR (3,67 e 3,59%). La differenza è risultata statisticamente significativa solamente al secondo controllo.

**Proteine:** la percentuale di proteine nel latte (**Tablelle 21 e 22**) è risultata al primo controllo superiore nel gruppo MED (3,40 vs 3,29%,  $P < 0,05$ ) e invece molto simile (3,22 vs 3,23 per CTR e MED) al secondo controllo.

**Lattosio:** la percentuale di lattosio (**Tablelle 21 e 22**) non ha evidenziato differenze significative tra i due gruppi ed è risultata pari a 5,12 e 5,06% al primo controllo e a 5,19 e 5,15 al secondo, rispettivamente per i gruppi CTR e MED.

**FCM:** la produzione di latte corretta per il contenuto in grasso non ha evidenziato differenze significative tra i due gruppi ed è risultata pari a 32,88 e 28,99 L capo<sup>-1</sup> giorno<sup>-1</sup> al primo controllo e a 32,26 e 31,57 al secondo, rispettivamente per i gruppi CTR e MED. Pur senza differenze significative, il gruppo CTR ha avuto quindi una produzione FCM superiore in media di circa 1,8 litri capo<sup>-1</sup> giorno<sup>-1</sup>.

ECM: la produzione di latte corretta per il contenuto energetico, che considera sia il contenuto in grasso che quello in proteine è risultata pari a 34,89 e 31,12 L capo<sup>-1</sup> giorno<sup>-1</sup> al primo controllo e a 34,78 e 33,91 capo<sup>-1</sup> giorno<sup>-1</sup> al secondo, rispettivamente per i gruppi CTR e MED. La differenza è risultata significativa ( $P < 0,05$ ) solamente al primo controllo.

Conta delle cellule somatiche: il numero di cellule somatiche nel latte, espresso come *Linear Score Count* (**Tabella 21 e 22**), mostra valori molto contenuti e molto simili tra le due tesi e senza alcuna differenza statistica sia al primo (2,35 vs 1,65 rispettivamente per i gruppi CTR e MED) sia al secondo (2,59 vs 1,72) controllo. Nel complesso le bovine del gruppo MED presentano contenuti in cellule somatiche almeno numericamente inferiori, ma va tuttavia rilevato che in occasione del secondo controllo 3 bovine del gruppo MED presentavano valori di cellule molto elevate ( $LN > 6$ ) rispetto a una sola bovina del gruppo CTR; tutti questi animali sono stati eliminati dal database utilizzato per l'elaborazione statistica dei dati.

Urea: la concentrazione di urea nel latte (**Tabella 21 e 22**), misurata con tecnica FTIR, è risultata significativamente influenzata dal tipo di razione risultando più elevata nel gruppo CTR rispetto al gruppo MED (22,09 vs 17,50 e 30,84 vs 27,04 mg/100 ml, rispettivamente per i gruppi CTR e MED al primo e secondo controllo. Va sottolineato come le concentrazioni medie di urea misurate con kit enzimatico (analisi effettuata come verifica solo sui campioni raccolti al secondo prelievo) siano risultate sovrapponibili a quelle stimate con la metodica FTIR.

Acidità titolabile: anche l'acidità titolabile del latte (**Tabella 21 e 22**) è stata sia misurata con la metodica tradizionale, sia stimata con metodologia FTIR. Inoltre, in occasione del primo controllo l'analisi diretta di laboratorio non ha fornito risultati attendibili per un inconveniente occorso alla strumentazione, che non è stato però immediatamente evidente. La acidità misurata per titolazione è risultata pari a 3,72 vs 3,61 °SH/50 ml (n.s.), al secondo controllo, rispettivamente per i gruppi CTR e MED. Quando valutata mediante la tecnica FTIR, i valori medi sono risultati invece inferiori in valore assoluto (3,20 vs 3,15 e 3,19 vs 3,18 °SH/50 ml, rispettivamente per i gruppi CTR e MED al primo e secondo controllo) ma anche in questo caso senza differenze di rilievo, anche statistiche, tra i gruppi.

Caratteristiche reologiche (Tempo di coagulazione e Consistenza del coagulo): le caratteristiche reologiche del latte sono state sia misurate con la metodica tradizionale, sia stimate grazie a curve di calibrazione con metodologia FTIR. La scelta è stata dettata dal fatto che, per la scarsità del campione prelevato da alcuni animali, non è stato possibile procedere alla valutazione di questi parametri, peraltro controllati solamente in occasione di una delle tre mungiture, per motivi legati ai tempi di prelievo e alla disponibilità del laboratorio. Questo ha comportato una riduzione del numero di bovine effettivamente controllate, riduzione non perfettamente bilanciata nei due gruppi. Con la tecnica FTIT, tuttavia, è stato possibile misurare solo il tempo di coagulazione e la consistenza del coagulo (**Tabella 21 e 22**), ma non il tempo di rassodamento, in quanto la curva di regressione con la metodica ufficiale (tracciato reologico con lattodinamografo) è ancora insoddisfacente. Secondo la metodica ufficiale di laboratorio, il valore del parametro "r" (tempo di avvio del processo di coagulazione o tempo di coagulazione) al primo controllo risulta maggiore nel gruppo MED (23,9 vs 36,6 minuti, rispettivamente per i gruppi CTR e MED;  $P < 0,001$ ) ma non al secondo (26,2 vs 30,2,  $P = 0,11$ ). Con la metodica FTIR, invece, il tempo di coagulazione risulta quasi identico nei due gruppi (12,07 vs 11,02 e 13,55 vs 13,51, rispettivamente al primo e secondo controllo e per i gruppi CTR e MED). Il parametro  $K_{20}$  (velocità di formazione del coagulo) non presenta differenze significative tra i gruppi (11,0 vs 13,7 e 12,9 vs 14,4 minuti, rispettivamente al primo e secondo controllo e per i gruppi CTR e MED). Il terzo parametro, ossia la consistenza del coagulo misurata come ampiezza (in mm) del tracciato lattodinamografico raggiunta a al termine dei 30' previsti dalla metodica (a30), presenta valori in genere migliori (ossia maggiori) nel gruppo CTR: 19,8 vs 6,44 ( $P < 0,01$ ) e 13,96 vs 9,17 mm (n.s.), rispettivamente al primo e secondo controllo e per i gruppi CTR e MED, con significatività solo al primo controllo. La metodica FTIR conferma questo trend (20,0 vs 17,7 e 23,3 vs 19,0 mm, rispettivamente al primo e secondo controllo e per i gruppi CTR e MED) pur in assenza di differenze significative. Nel complesso, quindi, il gruppo MED presenta una minore attitudine alla coagulazione presamica rispetto al gruppo CTR.

I parametri riguardanti la funzionalità digestiva rilevati hanno fatto registrare i seguenti risultati:

Ingestione di sostanza secca (DMI = *Dry matter intake*): contrariamente a quanto previsto inizialmente, il monitoraggio del consumo di sostanza secca non ha potuto fornire, per motivi logistici connessi all'organizzazione aziendale, risultati sufficientemente attendibili. Gli animali hanno comunque avuto un consumo regolare e i residui giornalieri sono stati, in corrispondenza dei controlli effettuati, pressoché completi per cui si può ammettere che le ingestioni medie di gruppo siano state quelle ipotizzate in sede di razionamento. La tendenza ad avere una molto ridotta quantità di residuo al mattino potrebbe tuttavia avere limitato la capacità di ingestione di alcuni animali.

BCS (*Body Condition Score*): la stima del BCS è stata eseguita in corrispondenza del prelievo di sangue, immediatamente dopo questo, sempre dallo stesso operatore. Gli animali hanno fatto registrare, rispettivamente per i gruppi CONTROLLO e MEDICA, un valore di 2,08 e 2,36 punti ( $P < 0.05$ ) al primo controllo e di 2,27 e 2,19 (ns) al secondo. Non essendo stato compiuto un controllo preliminare e avendo dovuto eliminare dall'elaborazione alcuni animali per problemi sanitari o logistici, l'attendibilità di queste misure diviene scarsa, anche se la differenza di un certo rilievo riscontrata al primo controllo suggerisce un maggior accumulo di tessuto adiposo tendenzialmente inferiore nelle bovine MED (**Tabelle 23 e 24**).

Caratteristiche delle feci: nelle **Tabelle 23 e 24** sono riportati i valori di pH e della percentuale di sostanza secca nelle feci. Il pH delle feci (6,42 vs 6,34 e 6,50 vs 6,55, rispettivamente al primo e secondo controllo e per i gruppi CTR e MED) non ha evidenziato alcuna differenza significativa tra i gruppi CTR e MED. In entrambi i casi i valori depongono per processi fermentativi non particolarmente intensi a livello del grosso intestino. Nessuna differenza statisticamente rilevante è stata rilevata anche per il contenuto in sostanza secca delle feci (14,6 vs 13,9 e 12,5 vs 13,0%, rispettivamente al primo e secondo controllo e per i gruppi CTR e MED), anche se al primo controllo si è registrata una tendenziale significatività ( $P < 0,09$ ). Va rilevato che, a carico del gruppo MED, nel corso della sperimentazione sono stati riportati dal personale di stalla alcuni momenti di ridotta consistenza delle feci, peraltro non ben evidente in occasione dei controlli, ma che potrebbero essere attribuibili a momentanei scadimenti qualitativi dell'insilato di medica.

**Tabella 23.** BCS, caratteristiche delle feci e del contenuto ruminale e raccolte in occasione del primo controllo.

Parametro	Unità di misura	Gruppo		Probabilità	Root MSE
		Controllo	Medica		
BCS	-	2,10	2,40	0,01	0,239
pH Feci	-	6,40	6,30	0,13	0,610
ss feci	%	15,0	14,0	0,09	0,845
pH rumine	-	6,60	6,80	0,02	0,158
NH <sub>3</sub> rumine	mg/100 ml	9,30	9,90	0,49	0,941
AGV tot. rumine	mmol/l	106,00	101,00	0,23	9,957
Ac. acetico	mol/100 mol	64.,00	65,00	0,09	0,954
Ac. propionico	mol/100 mol	22,00	21,00	0,02	3,463
Ac. butirrico	mol/100 mol	10,00	9,70	0,40	4,005
Ac. isobutirrico	mol/100 mol	0,90	0,90	0,10	0,077
Ac. valerianico	mol/100 mol	1,30	1,40	0,56	0,404
Ac. ilsovalerianico	mol/100 mol	1,60	1,80	0,14	0,780
Ac. esanoico	mol/100 mol	0,50	0,70	0,02	0,053
Ac. eptanoico	mol/100 mol	0,00	0,10	0,02	0,000
Rapporto C2/C3	-	2,90	3,20	0,03	0,069
Rapporto (C2+C4)/C3	-	3,30	3,60	0,04	0,334

Nelle **Tabelle 23 e 24** sono anche riportati i principali valori di composizione del liquido ruminale, che si ricorda essere stato controllato immediatamente prima della foraggiata del mattino, quindi attorno alle ore 8.30 - 9.00, e che sono di seguito riassunti.

**pH:** il pH (**Tabelle 23 e 24**) del liquido ruminale ha fornito indicazioni contrastanti ai due momenti di controllo. Infatti, in occasione del primo campionamento è risultato significativamente ( $P < 0.05$ ) più elevato nel gruppo MED (6,75) rispetto al gruppo CTR (6,62), mentre il quadro si è capovolto al secondo controllo (6,70 vs 6,50, rispettivamente per i gruppi CTR e MED;  $P = 0,05$ ). I livelli di pH comunque sono ampiamente al di sopra dei valori soglia che potrebbero indicare la presenza di stati di subacidosi, indicati da diversi autori a livelli di 5,5 o poco superiori;

**Tabella 24.** BCS, caratteristiche delle feci e del contenuto ruminale e raccolte in occasione del secondo controllo.

Parametro	Unità di misura	Gruppo		Probabilità	Root MSE
		Controllo	Medica		
BCS	-	2,28	2,19	0,23	0,172
pH Feci	-	6,50	6,55	0,20	0,138
ss feci	%	12,50	13,00	0,20	1,508
pH rumine	-	6,70	6,50	0,05	0,208
NH <sub>3</sub> rumine	mg/100 ml	16,73	21,64	0,09	1,907
AGV tot. rumine	mmol/l	87,30	107,60	0,00	13,799
Ac. acetico	mol/100 mol	64,00	64,10	0,94	2,784
Ac. propionico	mol/100 mol	21,30	20,30	0,43	2,694
Ac. butirrico	mol/100 mol	10,59	10,80	0,79	1,678
Ac. isobutirrico	mol/100 mol	0,91	0,88	0,64	0,107
Ac. valerianico	mol/100 mol	1,18	1,63	0,01	0,340
Ac. isovalerianico	mol/100 mol	1,48	1,55	0,43	0,200
Ac. esanoico	mol/100 mol	0,49	0,62	0,04	0,138
Ac. eptanoico	mol/100 mol	0,02	0,05	0,00	0,015
Rapporto C2/C3	-	3,05	3,22	0,46	0,510
Rapporto (C2+C4)/C3	-	3,56	3,77	0,43	0,608

**Ammoniaca:** le concentrazioni di NH<sub>3</sub> (**Tabella 23 e 24**) nel liquido ruminale si sono attestate su valori medi molto vicini nelle due date di prelievo (13,02 e 15,77 mg/100 ml). Mentre però in occasione del primo prelievo le concentrazioni erano molto simili tra CTR e MED (9,91 vs 9,32 mg/100 ml), al secondo prelievo nel gruppo MED si è registrata una concentrazione marcatamente superiore rispetto al gruppo MED (21,6 vs 16,73 del gruppo MED) ma la differenza tra i gruppi non è statisticamente significativa;

**Acidi grassi volatili (AGV):** le concentrazioni di AGV totali (**Tabella 23 e 24**) nel liquido ruminale sono risultate coerenti con i valori di pH, ma le differenze tra le tesi sono risultate significative solamente al secondo prelievo. La concentrazione è risultata infatti più elevata (n.s.) nel gruppo CTR (106,0 mmol/l) rispetto al gruppo MED (101,2 mmol/l) al primo prelievo mentre la situazione si è presentata invertita e con differenze di maggiore rilievo (87,3 vs 107,6 mmol/l, rispettivamente per i gruppi CTR e MED; P = 0.01) al secondo momento di controllo;

**Acido acetico:** la percentuale molare di acido acetico (**Tabella 23 e 24**) riscontata a livello ruminale si è attestata su valori analoghi nei due momenti di prelievo (64,2 e 64,1 mol/100mol). Le differenze assolute tra le due tesi sono state modeste, ma comunque leggermente superiori nel gruppo MED (64,8 vs 63,5 mol/100mol rispettivamente per i gruppi MED e CTR, ma senza raggiungere la significatività statistica (63,8 vs 64,5 mol/100 mol rispettivamente per i gruppi CTR e MED);

Acido propionico: la concentrazione di acido propionico (**Tabelle 23 e 24**) ha fornito, come atteso, risultati opposti a quelli riscontrati per l'acido acetico, risultando maggiore nel gruppo CTR, ma in misura significativa al solo primo prelievo (22,1 vs 20,7 mol/100mol;  $P < 0,05$ ):

Acido butirrico: la concentrazione di acido butirrico (**Tabelle 23 e 24**) si è attestata su un valore medio di 14,87 mol/100mol, senza scostamenti significativi tra le tesi;

Acido isobutirrico: la concentrazione di acido isobutirrico (**Tabelle 23 e 24**) si è attestata su un valore medio di 0,90 mol/100mol, anche in questo caso senza scostamenti significativi tra le tesi;

Acido valerianico: la concentrazione di acido valerianico (**Tabelle 20 e 21**) è risultata molto simile tra le tesi al primo prelievo (1,31 vs 1,36 mol/100mol in CTR e MED **Tabelle 23 e 24**, rispettivamente), mentre alla seconda data è risultata significativamente superiore nel gruppo MED (1,18 vs 1,63 mol/100mol in CTR e MED, rispettivamente;  $P < 0,01$ );

Acido isovalerianico: l'acido isovalerianico (**Tabelle 23 e 24**) misurato a livello ruminale si è attestato su una percentuale molare media pari a 1,61 mol/100 mol, senza differenze significative tra i trattamenti alimentari;

Acido eptanoico: la percentuale molare di acido eptanoico (**Tabelle 23 e 24**) nel liquido ruminale ha fornito un quadro simile a quello citato per l'acido esanoico, essendo risultata a entrambi i momenti di prelievo significativamente superiore nel gruppo MED (0,04 vs 0,06,  $P < 0,05$ , e 0,02 vs 0,05 mol/100mol,  $P < 0,001$ , rispettivamente per i gruppi CTR e MED al primo e secondo momento di controllo);

Rapporti tra AGV (Acido acetico/acido propionico e Acido acetico+acido butirrico/acido propionico): per effetto delle variazioni dei principali AGV, i rapporti tra acido acetico e propionico e tra la somma di acido acetico e acido butirrico rispetto a quella di acido propionico (**Tabelle 23 e 24**) sono risultate superiori nel gruppo MED (in media 2,97 vs 3,18 e 3,45 vs 3,69, rispettivamente per i rapporti acetico/ propionico e acetico+butirrico/propionico e le tesi CTR e MED) raggiungendo però la significatività statistica solamente in corrispondenza del primo prelievo (2,89 vs 3,15;  $P < 0,05$  e 3,34 , 3,61,  $P < 0,05$  rispettivamente per i rapporti acetico/ propionico e acetico+butirrico/propionico e le tesi CTR e MED).

I parametri ematici sono presentati nelle **Tabelle 25 e 26**. Nella **Tabella 27** sono riportati invece gli intervalli di riferimento degli stessi, per bovine in fase medio-avanzata di lattazione, con i quali è stato effettuato il confronto, segnalando lo scostamento dei valori misurati rispetto a tale riferimento solamente nei casi in cui ricorra questa situazione. Dall'esame di tali dati è possibile osservare quanto segue:

Ematocrito: gli animali non hanno mostrato differenze statisticamente significative del contenuto di eritrociti nel sangue (**Tabelle 25 e 26**) tra i gruppi CTR e TRT. I valori hanno oscillato intorno al valore medio di 0,30 l/l, mantenendosi entro il *range* di riferimento (**Tabella 27**).

Metabolismo energetico:

Glucosio: il livello di glucosio (**Tabelle 25 e 26**) in entrambe le tesi è risultato essere leggermente maggiore (1° prelievo) o prossimo (2° prelievo) al limite superiore dell'intervallo di riferimento (**Tabella 27**), probabilmente per lo stato relativamente avanzato di lattazione e l'elevata concentrazione energetica della dieta. Non sono comunque emerse differenze statisticamente significative tra i gruppi.

Colesterolo: il colesterolo (**Tabelle 25 e 26**) ha mostrato valori medi entro l'intervallo di riferimento in entrambi i gruppi. Nel gruppo MED ha mostrato una concentrazione leggermente più bassa rispetto al CTR al secondo prelievo (5,48 vs 6,47 mmol/l,  $P < 0,05$ ) ma comunque entro il range considerato fisiologico (**Tabella 27**).

NEFA: gli acidi grassi non esterificati (**Tabelle 25 e 26**) hanno mostrato valori nell'intervallo di riferimento (**Tabella 27**) o, al primo prelievo per entrambi i gruppi, immediatamente sotto di questo (0,11 mmol/l rispetto al limite inferiore di 0,12 mmol/l). Non sono state evidenziate differenze significative. Tuttavia, sebbene le differenze siano modeste ed i livelli di NEFA piuttosto bassi, la maggiore concentrazione di NEFA riscontrata nel gruppo CRT al secondo controllo può suggerire

un maggiore livello catabolico in questi animali, che si può ipotizzare attribuibile alle maggiori richieste di nutrienti da parte della ghiandola mammaria connesse alla maggiore produzione di latte.

**Tabella 25.** Caratteristiche del sangue raccolto in occasione del primo controllo.

Parametro	Unità di misura	Gruppo		Probabilità	Root MSE
		Controllo	Medica		
Ematocrito	L/L	0,30	0,30	0,76	0,034
Glucosio	mmol/L	4,28	4,25	0,75	0,260
Colesterolo	mmol/L	6,43	7,03	0,17	1,237
NEFA	mmol/L	0,11	0,11	0,72	0,037
BOHB	mmol/L	0,42	0,40	0,76	0,142
Urea	mmol/L	4,41	3,17	<0,001	0,632
Proteine totali	µmol/L	77,51	76,96	0,67	3,745
Globuline	g/L	39,66	39,46	0,90	4,404
Albumina	g/L	37,85	37,51	0,59	1,838
Aptoglobina	g/L	0,15	0,11	0,01	0,042
Ceruloplasmina	µmol/L	2,56	2,45	0,45	0,444
Zinco	µmol/L	12,59	12,53	0,93	1,965
Bilirubina	µmol/L	0,89	1,13	0,01	0,272
GOT	IU/L	86,65	85,15	0,74	13,308
GGT	IU/L	32,80	34,65	0,42	6,583
Paraoxonasi	IU/L	121	120,00	0,94	21,006
ROM	mgH <sub>2</sub> O <sub>2</sub> /100 mL	15,53	15,16	0,57	1,896
FRAP	µmol/L	167	182,00	0,04	20,347
Calcio	mmol/L	2,48	2,49	0,84	0,161
Fosforo	mmol/L	1,87	1,95	0,59	0,406
Magnesio	mmol/L	1,15	1,05	0,01	0,089
Sodio	mmol/L	140	142	0,00	1,309
Potassio	mmol/L	4,11	4,43	0,02	0,362
Cloro	mmol/L	4,11	4,43	0,02	0,362

**Tabella 23.** Caratteristiche del sangue raccolto in occasione del secondo controllo.

PARAMETRO	Unità di misura	Gruppo		Probabilità	Root MSE
		Controllo	Medica		
Ematocrito	L/L	0,31	0,29	0,13	0,022
Glucosio	mmol/L	4,07	4,04	0,83	0,237
Colesterolo	mmol/L	6,47	5,48	0,02	1,055
NEFA	mmol/L	0,18	0,12	0,09	0,097
BHB	mmol/L	0,44	0,59	0,01	0,132
Urea	mmol/L	4,98	4,41	0,02	0,600
Proteine totali	µmol/L	75,86	76,92	0,55	4,519
Globuline	g/L	38,47	39,84	0,34	3,586
Albumina	g/L	37,38	37,09	0,71	2,009
Aptoglobina	g/L	0,11	0,22	0,16	0,206
Ceruloplasmina	µmol/L	2,13	2,22	0,47	0,308
Zinco	µmol/L	11,92	12,16	0,79	2,306
Bilirubina	µmol/L	1,32	1,24	0,62	0,426
GOT	IU/L	90,04	85,75	0,32	10,693
GGT	IU/L	30,46	26,76	0,18	6,847
Paraoxonasi	IU/L	110	110	0,99	15,422
ROM	mgH <sub>2</sub> O <sub>2</sub> /100 mL	13,63	14,33	0,26	1,533
FRAP	µmol/L	175	167,00	0,29	20,237
Calcio	mmol/L	2,58	2,60	0,77	0,029
Fosforo	mmol/L	1,76	2,22	0,00	0,305
Magnesio	mmol/L	1,04	1,06	0,48	0,066
Sodio	mmol/L	143	143	0,86	2,083
Potassio	mmol/L	4,58	4,51	0,76	0,587
Cloro	mmol/L	102	104	0,11	2,296

**BHB:** il β-idrossibutirrato (**Tabella 25 e 26**) mostra al primo prelievo valori molto simili tra i due gruppi ed entro i limiti di riferimento. Nel gruppo MED al secondo prelievo, invece, il valore di BHB (0,59 mmol/l) supera il limite superiore del *range* di riferimento (**Tabella 27**) risultando anche significativamente superiore al gruppo CRT. In questa fase di lattazione, dove non vi era lipomobilizzazione (come confermato dall'elevata ingestione, basso livello NEFA ed alto di glucosio) ma bensì una condizione di bilancio energetico positivo, le elevate concentrazioni di BHB potrebbero essere almeno in parte attribuite a una maggiore produzione ruminale di acido butirrico.

Anche se la sua percentuale molare non è risultata maggiore nel gruppo MED, tenendo conto della maggiore concentrazione di AGV totali, la sua concentrazione assoluta è stata in realtà maggiore in questo gruppo rispetto al CTR.

**Tabella 27.** Intervalli di riferimento dei parametri ematici

PARAMETRO	Unità di misura	Range di riferimento
Ematocrito	L/L	0,27-0,31
Glucosio	mmol/L	3,67-4,08
Colesterolo	mmol/L	4,78-6,73
NEFA	mmol/L	0,12-0,38
BHB	mmol/L	0,23-0,45
Urea	mmol/L	4,41-5,97
Creatina	mmol/L	82,8-98,5
Proteine totali	μmol/L	77,0-84,9
Globulina	g/L	41,5-51,2
Albumina	g/L	33,3-35,0
Aptoglobina	g/L	0,05-0,15
Ceruloplasmina	μmol/L	2,19-3,15
Bilirubina	μmol/L	0,5-1,5
GOT	IU/L	67,1-89,6
GGT	IU/L	25,3-34,5
Paraoxonasi	IU/L	80,0-95,0
ROM	mgH <sub>2</sub> O <sub>2</sub> /100 mL	10.5-12
FRAP	μmol/L	150-170

#### Metabolismo proteico

**Urea:** i suoi valori (**Tabella 25 e 26**) si collocano al limite inferiore del *range* di riferimento e nel caso del gruppo MED al primo prelievo, al di sotto di questo. Il gruppo MED ha sempre evidenziato inoltre livelli medi sempre inferiori al CTR (4,41 vs 3,17 mmol/l, P < 0,01 e 4,98 vs 4,41, P < 0,05, rispettivamente per le tesi CTR e MED al primo e secondo prelievo. Queste differenze trovano riscontro nei livelli proteici misurati sulle diete, inferiori al dato teorico previsto (sulla base delle analisi effettuate preliminarmente all'avvio della prova) in entrambe le tesi e i momenti di prelievo, ma anche con differenze tra le tesi che non trovano una semplice spiegazione.

**Creatinina:** la creatinina (**Tabella 25 e 26**) ha mostrato valori nell'intervallo del *range* di riferimento (**Tabella 27**) al primo prelievo dove non sono state riscontrate differenze significative tra i due gruppi, mentre al controllo successivo alla tesi MED ha fatto registrare un livello (80,34 mmol/l), di

poco inferiore al limite inferiore del range di riferimento e significativamente diverso ( $P < 0,01$ ) da quello (87,39 mmol/l) del gruppo CTR.

#### Indicatori di infiammazione

Proteine totali e globuline: le proteine totali (**Tablelle 25 e 26**) hanno mostrato valori entro l'intervallo di riferimento (**Tabella 27**) ed analoghi tra i due gruppi CTR e TRT, mentre le globuline sono risultate leggermente basse (37,4 mmol/l in media) ma in maniera analoga in entrambi i gruppi.

Albumina: l'albumina (**Tablelle 25 e 26**) è una proteina sintetizzata a livello epatico e rappresenta una delle principali proteine di fase acuta negativa, ovvero che riducono il loro livello plasmatico in caso di eventi infiammatori. In questo caso essa ha mostrato valori leggermente superiori al limite superiore dell'intervallo di riferimento (**Tabella 27**) indicando che le bovine erano in una buona situazione di salute e funzionalità epatica. Non sono state evidenziate differenze significative tra le tesi sperimentali.

Aptoglobina: l'aptoglobina (**Tablelle 25 e 26**) è la principale proteina di fase acuta positiva dei ruminanti e si innalza in poche ore (12-24) dopo un evento infiammatorio, indicatrice quindi soprattutto di eventi infiammatori recenti o in atto. Nelle bovine oggetto della prova i valori si sono collocati mediamente vicini o appena al di sopra dell'intervallo di riferimento (**Tabella 27**) mettendo in evidenza differenze anche statisticamente significative tra le due tesi ma con andamento non univoco e in assoluto comunque contenute, per cui si ritiene che non possano essere considerate indicatori di un diverso stato infiammatorio nei due gruppi di animali.

Ceruloplasmina: la ceruloplasmina (**Tablelle 25 e 26**) è un'altra proteina di fase acuta positiva che tuttavia risponde più lentamente all'insulto infiammatorio e rimane poi innalzata per un periodo più prolungato. Essa è inoltre un indicatore che, rispetto alla aptoglobina, è più correlato ai processi infiammatori che si originano a livello digestivo (rumine in particolare). Anche tale proteina ha mostrato valori entro l'intervallo di riferimento (**Tabella 27**) e senza differenze statisticamente significative tra i due gruppi.

Zinco: lo zinco (**Tablelle 25 e 26**) è componente di diversi enzimi e le sue concentrazioni ematiche dipendono innanzitutto dagli apporti alimentari in quanto non esistono significative riserve di questo minerale nell'organismo animale. Il suo interesse deriva dal fatto di essere collegato a fenomeni infettivo-infiammatori, durante i quali il suo livello ematico si abbassa in quanto viene stimolata la produzione epatica di Zn-metallotioneina, proteina che può tesaurizzare il minerale pur non essendo funzionale alla creazione di vere scorte di zinco. Lo scopo sarebbe infatti soprattutto quello di ridurre la disponibilità di zinco ematico che rappresenta un fattore importante per la moltiplicazione dei batteri, che verrebbero in qualche modo "affamati" di questo elemento. Esso ha presentato valori analoghi nei due gruppi, senza alcuna differenza significativa.

#### Indicatori di danno epatico

Bilirubina: la bilirubina (**Tablelle 25 e 26**) ha mostrato valori nell'intervallo dell'intervallo di riferimento (**Tabella 27**), anche se al primo prelievo la concentrazione media è risultata significativamente più elevata nel gruppo MED (0,89 vs 1,13 mmol/l, rispettivamente per i gruppi CTR e MED).

GOT: la aspartato aminotransferasi (**Tablelle 25 e 26**) ha mostrato valori entro o leggermente al di sopra del limite superiore del *range* di riferimento (**Tabella 27**). Inoltre non sono emerse differenze statisticamente significative tra CTR e TRT.

GGT: la  $\gamma$ -glutamintranspeptidasi (**Tablelle 25 e 26**) ha mostrato valori entro l'intervallo di riferimento (**Tabella 27**) in entrambi i gruppi. Inoltre non sono emerse differenze statisticamente significative tra CTR e TRT.

#### Parametri indicatori di stress ossidativo

Paraoxonasi: la paraoxonasi (**Tablelle 25 e 26**) è un enzima di produzione epatica che è classificata tra le proteine di fase acuta negativa (negAPP). Oltre ad essere una negAPP, la paraoxonasi ha anche una notevole attività antiossidante, per cui livelli più elevati indicano una condizione migliore, sia della funzionalità epatica che di potenziale antiossidante per le molecole

lipofile (essendo associata alle lipoproteine). Elevati valori sono dunque associati ad un'ottima funzionalità epatica. In entrambi i gruppi la paraoxonasi ha mostrato valori leggermente superiori al limite superiore del *range* di riferimento (**Tabella 27**), senza differenze di alcun rilievo tra CTR e MED.

**ROM:** i metaboliti reattivi dell'ossigeno (**Tablelle 25 e 26**) sono uno dei principali indicatori dello stress ossidativo. In entrambi i gruppi hanno mostrato valori leggermente più elevati al limite superiore del *range* di riferimento (**Tabella 27**). Tuttavia non si sono osservate differenze tra i due gruppi CTR e MED.

**FRAP** (*ferric reducing antioxidant power*): i FRAP rappresentano una misura del potenziale antiossidante totale nel plasma (**Tablelle 25 e 26**). In entrambi i gruppi, i FRAP si sono generalmente attestati entro l'intervallo di riferimento (**Tabella 27**), ma si rileva come al primo prelievo i livelli del gruppo MED siano stati significativamente più elevati (182 vs 167 mcml/l,  $P < 0,05$ ).

Elementi minerali

**Calcio:** per il calcio (**Tablelle 25 e 26**), una cui diminuzione potrebbe essere correlata a fenomeni infettivo-infiammatori, non sono state evidenziate differenze significative tra i gruppi sperimentali, rimanendo entro il *range* di riferimento.

**Fosforo:** il fosforo (**Tablelle 25 e 26**) è un elemento di fondamentale importanza che, oltre a essere abbondante nel tessuto osseo, è componente essenziale di molte molecole quali ad esempio l'ATP, acidi nucleici e fosfolipidi delle membrane cellulari. Si nota che al secondo prelievo è risultato più elevato nel gruppo MED rispetto al gruppo CTR (2,22 vs 1,76 mmol/l,  $P < 0,01$ ), pur rimanendo entro o molto prossimo al *range* di riferimento.

**Magnesio:** il magnesio (**Tablelle 25 e 26**), elemento anch'esso essenziale, sia pure in quantità minime, per molte attività enzimatiche, è risultato leggermente superiore nel gruppo CTR al primo prelievo (1,15 vs 1,05 mmol/l,  $P < 0,01$ ) ma non al secondo, pur rimanendo entro o molto prossimo all'intervallo di riferimento (0,8-1,1 mmol/l).

**Sodio:** il sodio (**Tablelle 25 e 26**) è elemento minerale essenziale per il mantenimento dell'equilibrio osmotico ed acido base del sangue, nonché per la regolazione delle attività di membrana tra cui anche gli stimoli neuro-muscolari. La sua concentrazione ematica è strettamente regolata dall'organismo, soprattutto tramite la modulazione della sua escrezione renale nelle urine. Pur in presenza di una differenza significativa in corrispondenza del primo prelievo, in termini assoluti essa non ha alcuna rilevanza fisiologica e si è sempre entro l'intervallo di riferimento.

**Potassio:** il potassio (**Tablelle 25 e 26**) è un importante elemento macromineraie, terzo in abbondanza a livello corporeo. Le sue funzioni sono analoghe a quelle del sodio, con cui contribuisce a coordinare molte funzioni organiche, ma a differenza di questo il potassio si trova prevalentemente nei liquidi intracellulari.

**Cloro:** carenze di cloro (**Tablelle 25 e 26**) sono piuttosto rare, mentre suoi eccessi hanno in genere una scarsa rilevanza. La sua concentrazione ematica può aumentare ad esempio in condizioni di stress da caldo, occasione però che non è certo ricorsa nella stagione invernale di controlli. I valori medi riscontrati sono rimasti sempre nell'ambito del *range* di riferimento (95-105 mmol/l) e senza differenze tra i gruppi.

## DISCUSSIONE E CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

I risultati esposti conducono alle seguenti osservazioni conclusive: con riferimento agli alimenti, sulla base dei dati analitici prodotti si evince come sia possibile, anche operando in regime di agricoltura biologica, ottenere foraggi di elevata qualità e in particolare di elevato valore nutritivo. In questo ci si riferisce principalmente agli insilati di mais, sia sotto forma di pastone di pannocchia sia come insilato di pianta intera, che sulla base dei risultati riportati risultano perfettamente comparabili a prodotti analoghi ma ottenuti da agricoltura convenzionale. La coltivazione del mais rappresenta un punto critico per la agricoltura biologica e sono ancora in fase di definizione opportune pratiche agronomiche per la sua coltivazione nel rispetto dei limiti imposti appunto dal

regime biologico. Nell'azienda Lazzari è ormai tradizione consolidata la produzione di insilato integrale di mais con risultati confortanti, verosimilmente attribuibili all'attenzione posta alle rotazioni e successioni agronomiche e ad attente e frequenti lavorazioni superficiali in post semina che consentono il contenimento delle infestanti.

Per quanto concerne l'oggetto principale della sperimentazione, ossia l'insilato di erba medica, è necessario rilevare come il non favorevole andamento meteorologico della tarda primavera e l'inizio estate abbia compromesso soprattutto la produzione in termini quantitativi, a causa della scarsa piovosità, soprattutto nei medicai al primo anno di impianto. Questo ha limitato la quantità di insilato disponibile e condizionato quindi l'impostazione della sperimentazione sugli animali, che è stata necessariamente di durata inferiore rispetto al preventivato. Il foraggio insilato è stato comunque di buona o anche ottima qualità, con un titolo proteico superiore al 20% della sostanza secca e un contenuto in NDF di poco superiore al 40% del secco. Si tratta quindi di un foraggio sfalciato al giusto stadio di maturazione e correttamente appassito in campo, limitando quindi le perdite di materiale fogliare. Anche la tecnica di insilamento è risultata corretta e i processi fermentativi si sono evoluti in maniera regolare, come testimoniato dalle caratteristiche di conservazione e in particolare dai valori relativamente bassi di pH e N-NH<sub>3</sub>. Si è tuttavia notata nel corso del periodo di controllo, una certa variabilità delle caratteristiche qualitative di questo foraggio che hanno verosimilmente indotto una parallela variabilità delle caratteristiche di composizione della razione del gruppo sperimentale, sia pure attenuata dal fatto che il foraggio di medica rappresentava solamente il 20-30% della sostanza secca complessiva. Anche in termini di qualità di conservazione si sono registrati in alcuni momenti valori di pH superiori a 5 che, per quanto accompagnati da percentuali di N-NH<sub>3</sub> comunque inferiori al 10% del totale, indicano un prodotto non perfettamente conservato o eventualmente deteriorato sulla fronte del silo per un consumo non sufficientemente rapido o, più probabilmente, per una tecnica di desilamento certamente perfettibile. Queste altalenanti variazioni di composizione e soprattutto di stato di conservazione potrebbero avere avuto riflessi negativi sulla regolare ingestione della razione o anche sul metabolismo animale. Non è stato possibile operare un monitoraggio attendibile e frequente dell'ingestione, per cui non si dispone di dati che possono suffragare tale ipotesi. A livello metabolico, come verrà discusso più avanti, pare effettivamente esserci stato qualche ripercussione.

Con riferimento alle caratteristiche delle razioni impiegate nel corso della sperimentazione si è registrata una situazione abbastanza diversa tra il primo e secondo periodo di monitoraggio, che si differenziano per la qualità del insilato di medica impiegato e per alcune modifiche minori apportate alla formulazione delle diete. Dalle razioni teoriche e le analisi effettuate sui piatti unici effettivamente somministrati agli animali, si nota come vi sia stata una sostanziale corrispondenza tra quanto preventivato e poi effettivamente riscontrato in stalla per le razioni del gruppo di controllo, mentre per il gruppo sperimentale si è misurato un contenuto in proteine decisamente inferiore rispetto al previsto e, parallelamente, una maggiore contenuto in amido e un minor contenuto in NDF rispetto al preventivato. La ragione di queste differenze non è facilmente individuabile, in quanto le caratteristiche verificate dei foraggi sostanzialmente confermano le previsioni fatte in sede di razionamento e possono essere attribuite a differenze nella qualità del concentrato, per il quale si è dovuta scontare una variazione del fornitore nel corso della prova, oppure a imprecisioni nella preparazione delle miscele. Questo imprevisto sbilanciamento della razione ha certamente avuto ripercussioni sulle performance animali, come di seguito commentato. Nel successivo periodo di controlli, grazie anche ad una maggiore stabilità nella fornitura del mangime e a una maggiore attenzione prestata nella preparazione delle razioni, si è avuta una migliore corrispondenza tra razioni teoriche e pratiche, anche se con riferimento alla percentuale di fibra della razione si è registrata, a fronte di una sostanziale corrispondenza rispetto al preventivato della rigidità nel gruppo sperimentale, un contenuto superiore in NDF della razione del gruppo di controllo. Rispetto al valore suggerito di NDF per bovine in lattazione pari al 36% della sostanza secca, nel gruppo di controllo si è avuto un contenuto in NDF del 40% circa, mentre nel gruppo sperimentale si è misurato un valore pari alla 34% circa, quindi inferiore rispetto al raccomandato. A questo proposito può essere utile ricordare come per le bovine che ricevevano le più elevate quantità di medica era stato riportato da parte del personale aziendale una minore consistenza delle feci che, per quanto non verificata sperimentalmente in occasione del prelievo di

campioni fecali, potrebbe comunque essere un indicatore di una insufficiente disponibilità di fibra complessiva nella razione, tenuto anche conto del minor effetto fisico esercitato sulla ruminazione dalla fibra di medica rispetto a quella del insilato di frumento che era stato sostituito. Per quanto concerne la produzione di latte e le caratteristiche qualitative di questo, l'utilizzo delle razioni ricche in insilato di medica hanno comportato una minore produzione di latte che è risultata pari a circa 2,3 kg al giorno in entrambi i periodi, anche se al primo prelievo la differenza non è risultata statisticamente significativa. In termini di caratteristiche di composizione del latte l'impiego di più elevate quantità di medica ha portato a un tendenziale aumento della percentuale di grasso, risultato significativo solamente al secondo prelievo, che però contrasta con la minore fibrosità di queste razioni riscontrata sia al primo che al secondo prelievo, che potrebbe essere attribuibile quindi ad una maggiore concentrazione del grasso sintetizzato dalla ghiandola mammaria in una minore quantità complessiva di latte. Il contenuto in proteine è risultato maggiore nel gruppo medica ma solamente in occasione del primo controllo. Questo potrebbe essere spiegato con la maggiore concentrazione di amido che ha conferito una maggiore fermentescibilità complessiva della razione, osservata appunto nei piatti unici raccolti nel primo periodo. Quando si considera la produzione di latte corretta per il contenuto in grasso, viene meno la significatività delle differenze tra i due gruppi anche se al primo controllo le bovine del gruppo sperimentale hanno prodotto quasi tre chili di latte in meno, mentre nel secondo periodo la differenza di produzione di latte corretta si riduce considerevolmente a poco meno di mezzo chilo al giorno. Discorso analogo può essere fatto anche per la produzione di latte corretta per il contenuto energetico dello stesso, che tiene quindi conto sia dei titoli in grasso che in proteine; anche in questo caso le differenze risultano significative al primo controllo ma si riducono fortemente nel secondo periodo, quando si sono avute razioni sostanzialmente più bilanciate e costanti. In termini di produzione complessiva di grasso al giorno i due gruppi hanno fornito risultati sostanzialmente sovrapponibili sia al primo che al secondo controllo, mentre la produzione assoluta di proteine al giorno è stata al primo prelievo significativamente inferiore nel gruppo medica e solo leggermente inferiore dello stesso gruppo nel secondo periodo. Nel complesso si può quindi considerare che quando l'inserimento della medica è stato operato secondo le previsioni e le caratteristiche di composizione chimica tra le razioni del gruppo di controllo e quello sperimentale sono risultate effettivamente contenute e rispondenti a quanto preventivato in fase di formulazione, la produzione di latte dal quale è stata penalizzata ma le differenze si sono notevolmente contenute quando si considerino anche le differenze di composizione del latte stesso. Le caratteristiche tecnologiche del latte, in particolare la sua attitudine alla popolazione preislamica, sono state modificate in misura non particolarmente rilevante dalle variazioni apportate alla razione, almeno quando si considerino i risultati ottenuti con la tecnologia FTIR che, benché meno precisa di quella tradizionale, è stata impiegata su un maggior numero di animali e quindi ha potuto probabilmente fornire risultati più significativi. Va comunque osservato che, soprattutto in termini di consistenza finale del coagulo, il latte prodotto dagli animali alimentati con le maggiori quantità di medica è risultato meno idoneo alla caseificazione. Questo contrasta con la percentuale di proteine misurate nel latte del gruppo medica e non trova nemmeno un riscontro nei valori di acidità titolabile, che sono stati inferiori nel gruppo medica solamente nel primo periodo. Si può quindi ipotizzare una differenza nella percentuale di caseina all'interno delle proteine totali, che non è stata controllata nel corso di questa sperimentazione, oppure in modifiche del grado di fosforilazione della struttura dell'indice di caseina che le hanno rese, per il latte delle bovine alimentate con medica. Per quanto riguarda lo stato sanitario della mammella, valutato attraverso il parametro della conta delle cellule somatiche presenti nel latte, non si sono riscontrate differenze statisticamente significative tra i due gruppi ma si nota tuttavia una tendenza ad un minor numero di cellule somatiche nel latte delle bovine del gruppo medica. Occorre tuttavia fare due precisazioni importanti: la prima è che ai fini dell'elaborazione statistica sono state eliminate le vacche che presentavano contenuti in cellule somatiche superiori al milione per millilitro, quindi le bovine che avevano in atto processi mastitici più o meno rilevanti anche se non clinicamente manifestati. Nel gruppo delle bovine alimentate con maggiore quantità di medica sono state eliminate tre bovine, a fronte di una sola bovina con problemi di cellule somatiche troppo elevate eliminata dal gruppo di controllo. La seconda precisazione riguarda il numero assoluto di cellule somatiche che è rimasto comunque in entrambi

i gruppi molto contenuto e di poco superiore alle 100 cellule somatiche per microlitro o addirittura inferiore.

Per quanto riguarda le caratteristiche delle feci e dei parametri ruminali, intesi come indicatori della funzionalità digestiva, non si sono evidenziate differenze di rilievo con valore di pH fecali attorno a 6.5, che non fanno quindi sospettare problemi di eccessive fermentazioni nel grosso intestino. Il pH ruminale è risultato in media pari a circa 6,6 e non sembra suscitare sospetti di fenomeni di acidosi subclinica. Sono state riscontrate differenze significative tra i due gruppi, che vanno tuttavia in direzione opposta nei due momenti di prelievo e si collocano comunque a livelli di pH tali da renderle di scarsa importanza. La concentrazione in acidi grassi volatili ha mostrato delle variazioni che sono in accordo con i valori di pH e con i livelli che è possibile attendersi per bovine in lattazione e prelievi effettuati prima della somministrazione della razione e quindi a circa 24 ore dalla precedente somministrazione di alimenti. È da notare tuttavia che in occasione del secondo prelievo, nel gruppo di controllo si è riscontrata una concentrazione di acidi grassi volatili decisamente inferiore rispetto a quella misurata nel gruppo sperimentale sia a quella misurata nel gruppo di controllo del periodo precedente. Questa situazione non trova una chiara giustificazione nelle caratteristiche misurate sulle miscelate e potrebbe essere conseguenza di un diverso ritmo del consumo di alimenti che si è avuto nel corso della giornata precedente. I rapporti molarli tra i principali acidi grassi volatili nel rumine hanno subito modificazioni contenute ma che, laddove presenti, non trovano sempre riscontro nella composizione misurata sulle razioni. Si fa quindi principale riferimento alla percentuale di acido acetico e di acido propionico che, in occasione del primo prelievo, risultano rispettivamente inferiore (anche se in misura non statisticamente significativa) e maggiore (significativamente) nel gruppo di controllo rispetto a quello sperimentale. A questa situazione si contrappone il dato analitico registrato sul piatto unico che vede invece proprio per il gruppo medica una maggiore concentrazione di amido e minore concentrazione fibra che insieme, almeno in teoria, avrebbero dovuto portare alla situazione opposta, ossia maggiore acido propionico e minore acido acetico. Considerato il minore contenuto proteico si può anche ipotizzare che vi sia stata in questo caso una insufficiente disponibilità di N per lo sviluppo microbico, tale da penalizzare lo sviluppo di alcuni batteri e in particolare di quelli amilolitici che, più di altri, necessitano di N in forma amminoacidica. Se osserviamo tuttavia le concentrazioni di N in forma ammoniacale, è molto simili tra i due gruppi e comunque cercando di rispettare il valore di 5 mg per litro che si considera come minimo per un normale sviluppo della microflora ruminale, non troviamo supporto a questa ipotesi. Al di là di sporadiche differenze che è possibile riscontrare, può risultare interessante sottolineare come per l'acido esanoico ed eptanoico, che costituiscono acidi fortemente minoritari nell'insieme degli acidi grassi volatili nel rumine, la loro somma non raggiunge il punto percentuale delle moli totali: si osserva, tuttavia, una consistente tendenza a valori superiori, a volte in misura anche considerevole, nel gruppo sperimentale rispetto al controllo. Il motivo di queste diverse concentrazioni non è chiaro, ma è opportuno comunque sottolinearlo perché raramente la concentrazione di questi acidi viene riportata nei lavori scientifici.

Con riferimento alle condizioni metaboliche è opportuno, anche in questo caso, premettere che un paio di animali del gruppo sperimentale in occasione secondo controllo è stato scartato dalla elaborazione dei dati, compensando opportunamente la loro eliminazione con altri due animali corrispondenti per caratteristiche produttive all'inizio della sperimentazione quindi in sede di formazione dei gruppi, per motivi metabolici in quanto alcuni parametri indicavano chiaramente la presenza di fenomeni infiammatori in atto. Un animale per gli stessi motivi è stato eliminato dal gruppo di controllo. Il quadro ematico complessivo non mette in evidenza differenze di particolare rilevanza tra i due gruppi di animali. A parte le differenze concernenti i livelli di urea ematica che riflettono quanto già riscontrato a livello del latte e sono principalmente conseguenza dei diversi livelli di proteine misurati sulle razioni, alcune differenze tra i gruppi sono state riscontrate con riferimento principalmente ai parametri descrittivi del metabolismo energetico in occasione secondo controllo. Ci si riferisce in particolare a colesterolo e NEFA, risultati più bassi nel gruppo sperimentale, anche se la significatività è stata raggiunta solamente per il colesterolo, e a BHB che è stato riscontrato più elevato sempre nel gruppo medica. Il colesterolo rappresenta un indice delle lipoproteine e può fornire informazioni sul grado di soddisfacimento delle esigenze energetiche dell'animale soprattutto nel periodo, anche relativamente lungo, antecedente il prelievo. Negli

animali con steatosi epatica piuttosto prolungate grave il tasso di colesterolo, e quindi di lipoproteine, è molto basso. I dati analitici devono comunque essere interpretati anche alla luce della composizione della dieta perché, ad esempio, una sua eventuale grassatura aumenta il tasso di colesterolo. Altri fattori che possono condizionare i livelli sono i fabbisogni nutrizionali della bovina ma anche la distanza dal parto. Nella presente sperimentazione non risulta chiaro il motivo di valori inferiori di colesterolo nel gruppo medica in corrispondenza del secondo prelievo, peraltro con differenze abbastanza contenute rispetto al controllo e comunque entro sempre i limiti fisiologici. Si può ipotizzare che, soprattutto per gli animali più produttivi, vi sia stato ancora un certo ricorso alle riserve lipidiche. I NEFA costituiscono un indice della utilizzazione delle riserve lipidiche. Le differenze riscontrate tra i gruppi sono quindi in accordo con quelli di colesterolo essendosi misurati valori più bassi nel gruppo medica rispetto quello di controllo e, anche in questo caso, la possibile spiegazione risiede nella maggiore produzione di latte delle bovine del primo gruppo. Il BHB deriva dalla parziale ossidazione degli acidi grassi nel fegato, ma anche dall'acido butirrico di origine ruminale che, assorbito attraverso la parete del rumine, viene modificato proprio durante tale assorbimento. Per questo parametro si è riscontrato un valore significativamente superiore (e leggermente superiore rispetto al *range* di valori di riferimento) nelle bovine del gruppo medica rispetto al controllo, ma solamente in occasione del secondo prelievo. In considerazione dei minori livelli di colesterolo e NEFA appena discussi degli stessi animali, non è ipotizzabile che questo derivi da un eccessivo ricorso alle riserve lipidiche e una loro incompleta ossidazione a livello epatico, ma potrebbe piuttosto essere in relazione a un maggior assorbimento di acido butirrico dalla parete ruminale. Infatti, benché la concentrazione molare di acido butirrico non sia risultata superiore nel gruppo medica rispetto all'altro, considerando la maggiore concentrazione di acidi grassi volatili misurata nello stesso gruppo sperimentale in occasione di questo prelievo, deriva che la concentrazione di acido butirrico e quindi il suo assorbimento a livello ruminale potrebbe essere stato maggiore e, di conseguenza, avere influenzato anche la concentrazione ematica di BHB. Alcune variazioni dei parametri descrittivi dello stato infettivo-infiammatorio, riscontrate soprattutto in corrispondenza del primo prelievo, non offrono un quadro concorde che permetta di indicare un quadro metabolico più favorevole in un gruppo piuttosto che nell'altro, anche perché in genere tali variazioni sono comunque rimaste entro l'ambito dei *range* di variabilità fisiologica di questi parametri.

Da quanto sopra esposto si può concludere che le ripercussioni sulla produzione di latte e le sue caratteristiche chimico-tecnologiche, nonché sulla fisiologia digestiva e le condizioni metaboliche delle bovine controllate nel corso della sperimentazione, sono state in parte influenzate da alcune incongruenze verificatesi tra ragioni teoriche e loro traduzione pratica, attribuibili a una certa variabilità, non prevedibile a priori, nella composizione degli alimenti ma anche ad altri fattori che non è stato possibile definire con precisione.

Tuttavia, dai dati prodotti si possono estrapolare alcune criticità relative all'impiego in quantità rilevanti dell'erba medica insilata in condizioni, come quella in cui si è operato, di bovine ad alta potenzialità produttiva e con limitate possibilità di impiego di fonti proteiche poco degradabili a livello ruminale per compensare l'elevata solubilità e degradabilità delle proteine degli insilati. I riflessi negativi che sono stati riscontrati si riferiscono principalmente alla quantità di latte prodotto ma anche in parte ad alcune sue prerogative tecnologiche, mentre rimangono non ben definite le ripercussioni sullo stato di benessere animale.

Per rispondere a questi dubbi sarebbe opportuno prevedere ulteriori verifiche seguendo due possibili linee di intervento:

1. Inserire la medica insilata in razioni con un contenuto proteico complessivo aumentato di circa 1 - 2 punti percentuali rispetto ai fabbisogni stimati, per compensare la minore efficienza di utilizzazione proteica, soprattutto a livello ruminale, connessa alla maggiore degradabilità proteica degli insilati;
2. Inserire in razione, parallelamente alla medica, una integrazione di proteine a bassa degradabilità ruminale. In questo ambito, i trattamenti fisici di proteaginose e panelli proteici, quali la fioccatatura o la tostatura che possono, tra l'altro, anche essere praticate a livello aziendale con

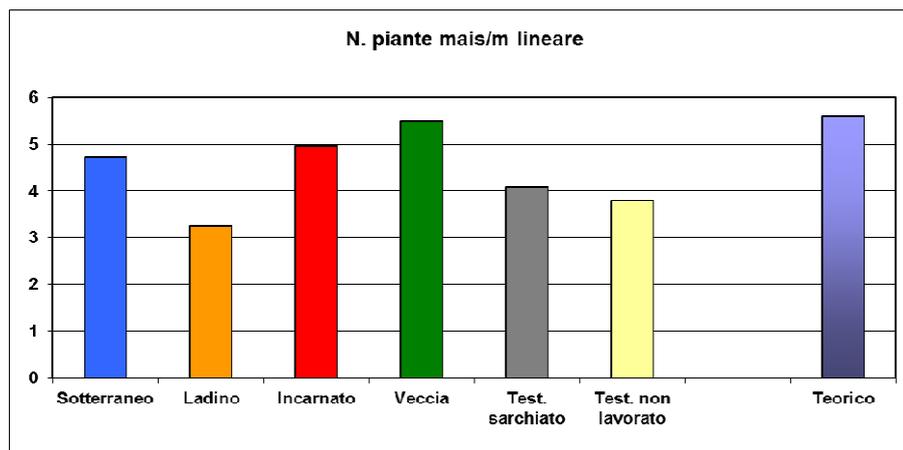
impianti mobili, costituiscono una opportunità che si ritiene opportuno mettere al centro di future verifiche.

## WP 5. SPERIMENTAZIONE RIGUARDANTE IL CONTROLLO DELLE INFESTANTI

Risultati 2016

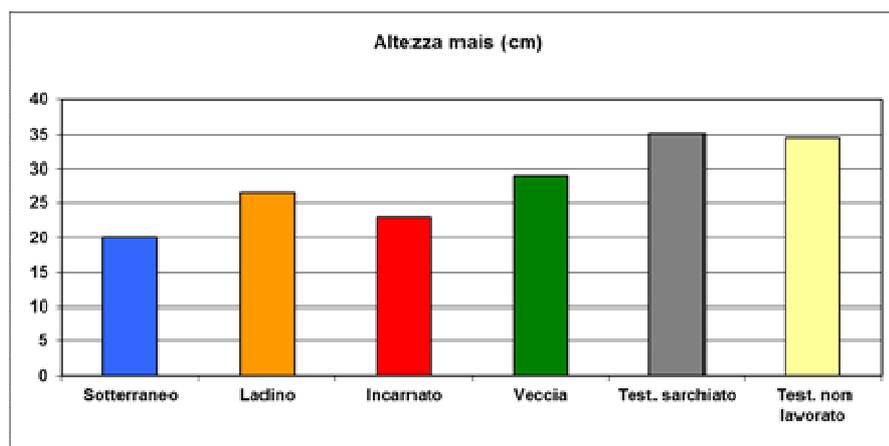
L'analisi dei dati raccolti (**Figura 6**) ha mostrato un numero di piante emerse sostanzialmente simile a quello teorico (calcolato sulla base della densità di semina di 8 semi/m<sup>2</sup>) per le tesi rullate e nel trifoglio sotterraneo, e valori un po' inferiori nel caso del trifoglio ladino e delle due tesi di controllo (sia quella sarchiata che quella non lavorata).

**Figura 6**



Altrettanto evidente è stato il fatto che l'altezza media (**Figura 7**) delle piante dei due testimoni (in cui la semina è stata eseguita dopo vangatura ed erpicatura del terreno) era superiore a quella di tutte le tesi inerbite (sia quelle rullate che quelle traseminate). Le piante di mais hanno evidente trovato giovamento dalla lavorazione del terreno negli strati esplorati dalle radici e hanno avuto uno sviluppo più rapido rispetto alle tesi seminate su sodo. Le piante di mais in queste tesi erano all'incirca alla 4<sup>a</sup>-5<sup>a</sup> foglia al momento delle misurazioni, rispetto allo stadio di 6<sup>a</sup>-7<sup>a</sup> foglia dei due controlli.

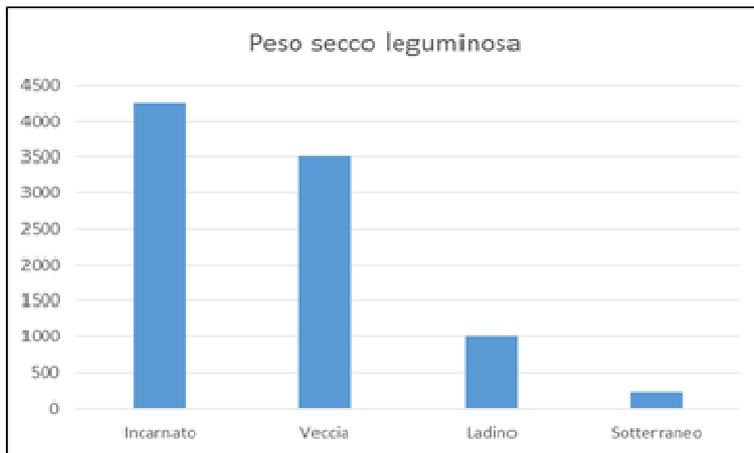
**Figura 7**



Per quanto riguarda la presenza delle leguminose nelle parcelle circa 35 giorni dopo la rullatura e la semina (**Figura 8**), trifoglio incarnato e veccia hanno mantenuto una quantità rilevante di biomassa, il trifoglio ladino si è mostrato molto più sviluppato rispetto al primo rilievo (con un aumento di cinque volte della sostanza secca rilevata), mentre il trifoglio sotterraneo, ormai nella

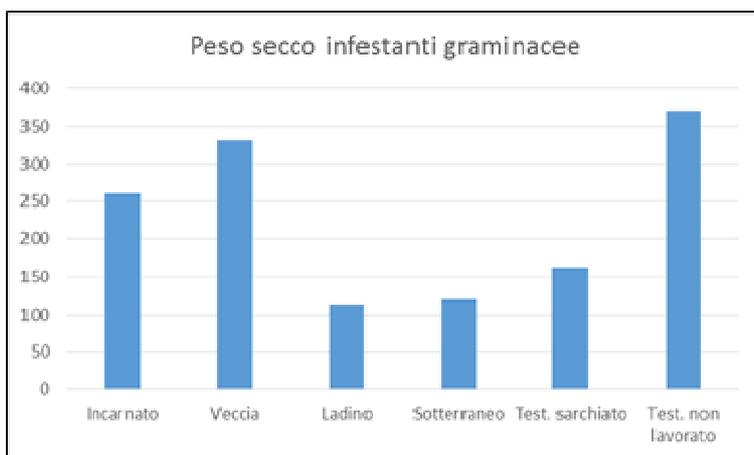
fase di interrimento e maturazione del seme, stava andando incontro al naturale deperimento della parte aerea.

**Figura 8**



Mediante il rilievo della biomassa delle infestanti rilevate si è cercato di dare un primo senso ai dati di presenza delle *cover crops*. Dalla **Figura 9** è evidente come il testimone sarchiato e le due specie traseminate (trifoglio sotterraneo e trifoglio ladino) avessero una presenza di graminacee inferiore a quella del testimone non lavorato, ma anche delle due specie sottoposte a rullatura (trifoglio incarnato e veccia vellutata). D'altra parte, le due tesi rullate erano pressoché prive di infestanti dicotiledoni (**Figura 10**), così come il testimone sarchiato, mentre il trifoglio ladino e il trifoglio sotterraneo erano fortemente infestate da dicotiledoni (verosimilmente specie a sviluppo autunno-primaverile – come il papavero, fortemente presente – che il solo sfalcio di pulizia di fine inverno non aveva eliminato). L'evoluzione della presenza del mais, delle *cover crops* e delle infestanti nelle varie tesi è stata ulteriormente monitorata durante la fase di accrescimento della coltura.

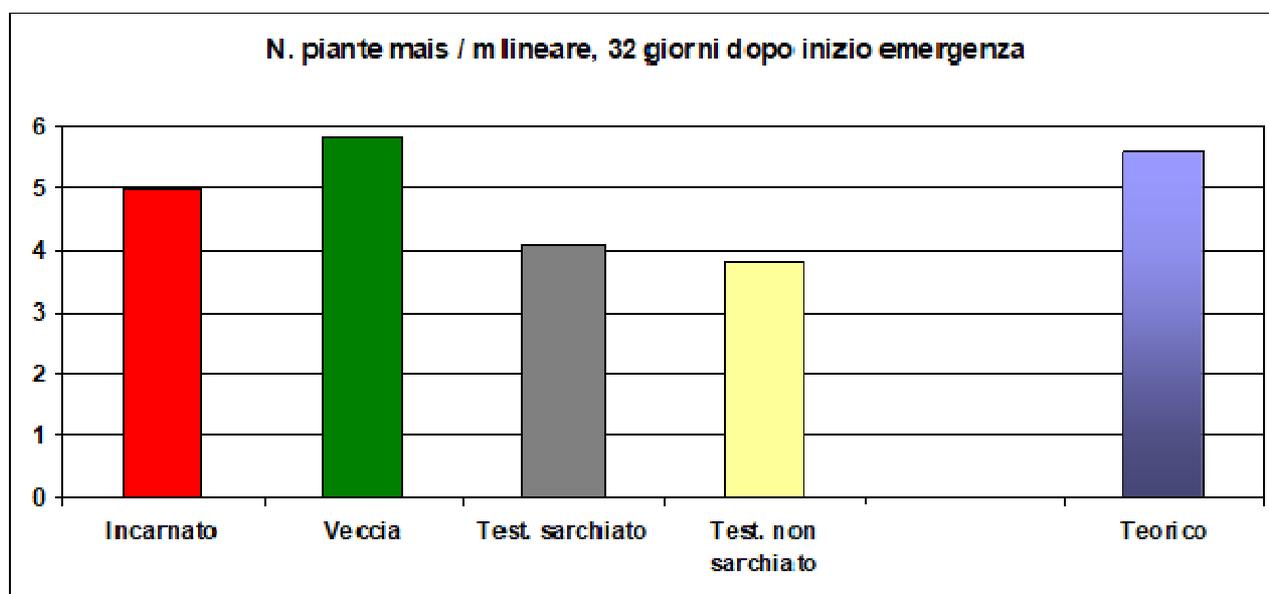
**Figura 9**



**Figura 10**



**Figura 11**



Come si osserva in **Figura 11**, il numero di piante di mais presenti a un mese dall'inizio dell'emergenza nelle parcelle con le *cover crops* rullate (trifoglio incarnato e veccia vellutata) era soddisfacente, essendo appena inferiore al numero teorico calcolato sulla base della densità di semina (8 semi/m<sup>2</sup> con file distanti 70 cm) e leggermente superiore al numero rilevato nelle tesi di controllo (mais seminato su terreno vangato ed erpicato, successivamente sottoposto o meno a sarchiatura tra le file per il controllo delle infestanti).

Dalla **Figura 12** emerge però chiaramente come lo sviluppo delle piante di mais (espresso come altezza media delle stesse) nelle parcelle con *cover crops* fosse più ridotto rispetto a quello dei testimoni già ad un mese dall'emergenza: il mais seminato sul trifoglio incarnato, in particolare, mostrava un'altezza minore anche rispetto al mais seminato sulla veccia vellutata. A due mesi dall'emergenza (**Figura 13**), il mais sulla veccia aveva un'altezza leggermente inferiore (ma non significativa statisticamente) rispetto a quello nel testimone sarchiato, mentre il mais sull'incarnato mostrava uno sviluppo sensibilmente limitato. A quella data, anche il mais nel testimone non sarchiato aveva un'altezza considerevolmente ridotta, per effetto della forte competizione esercitata sulla coltura dalle infestanti presenti.

Figura 12

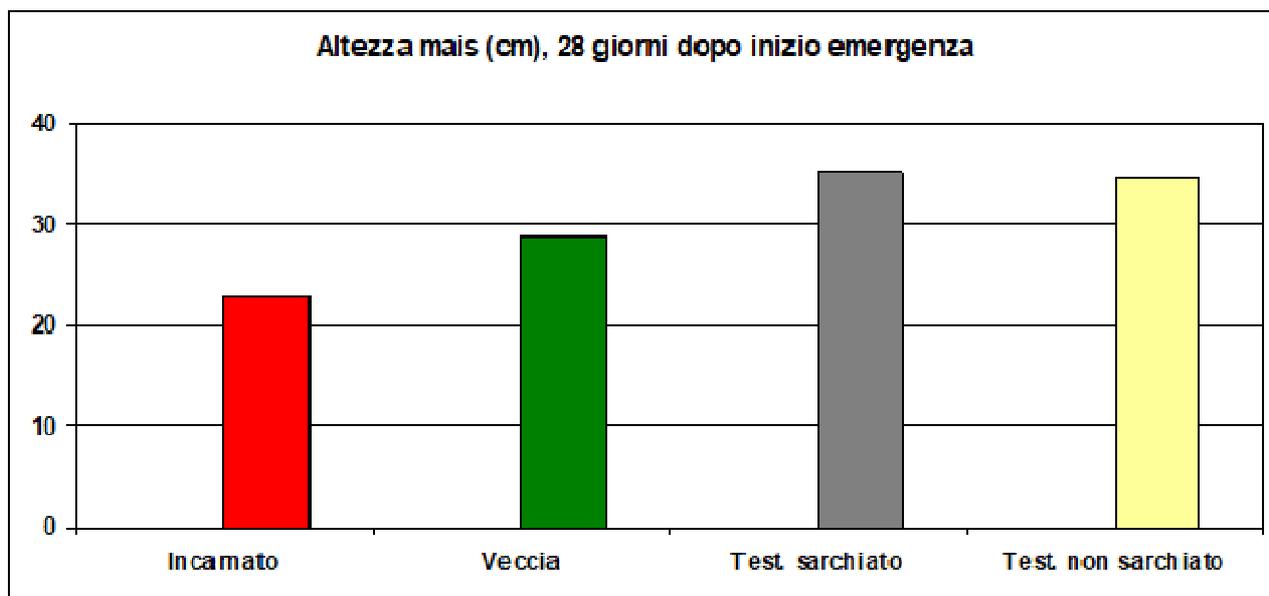
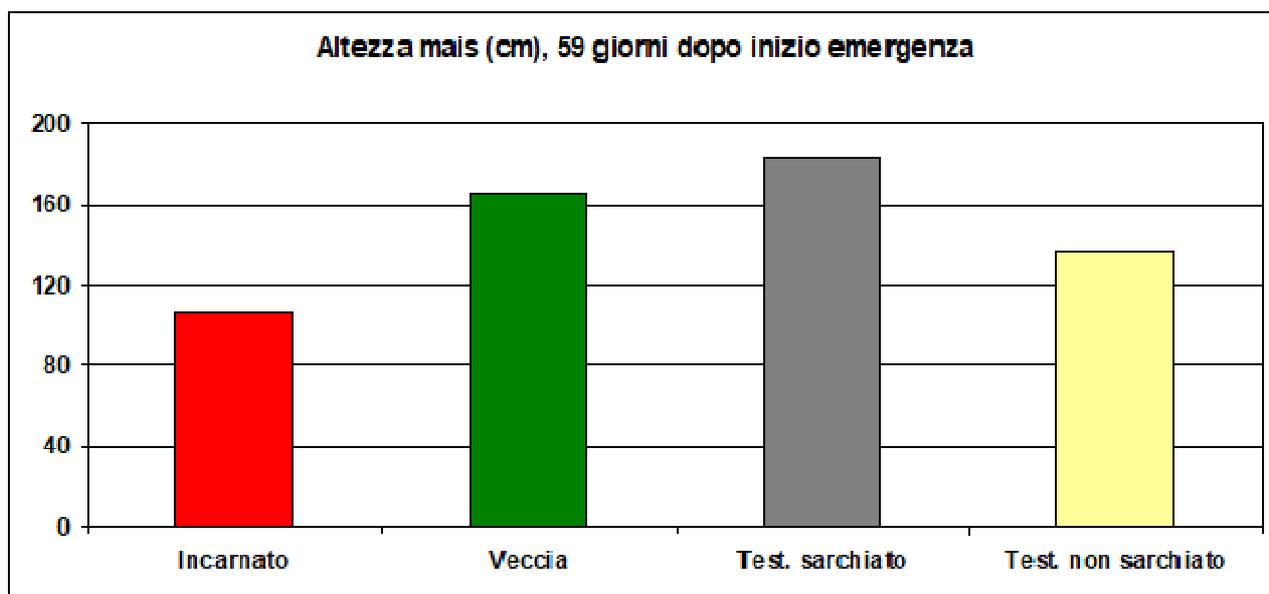
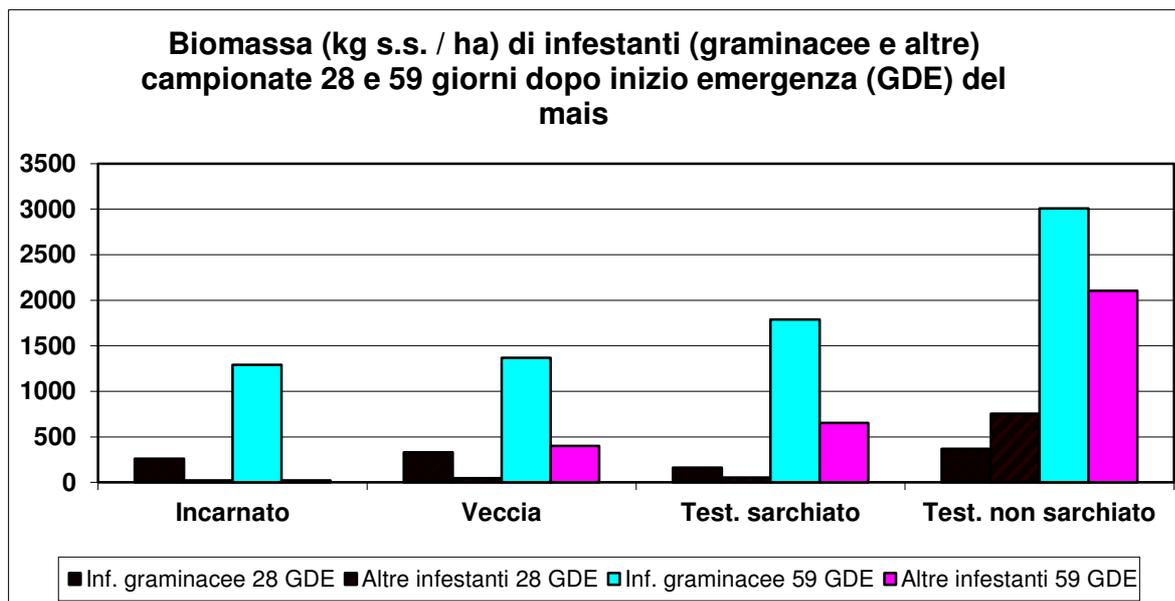


Figura 13



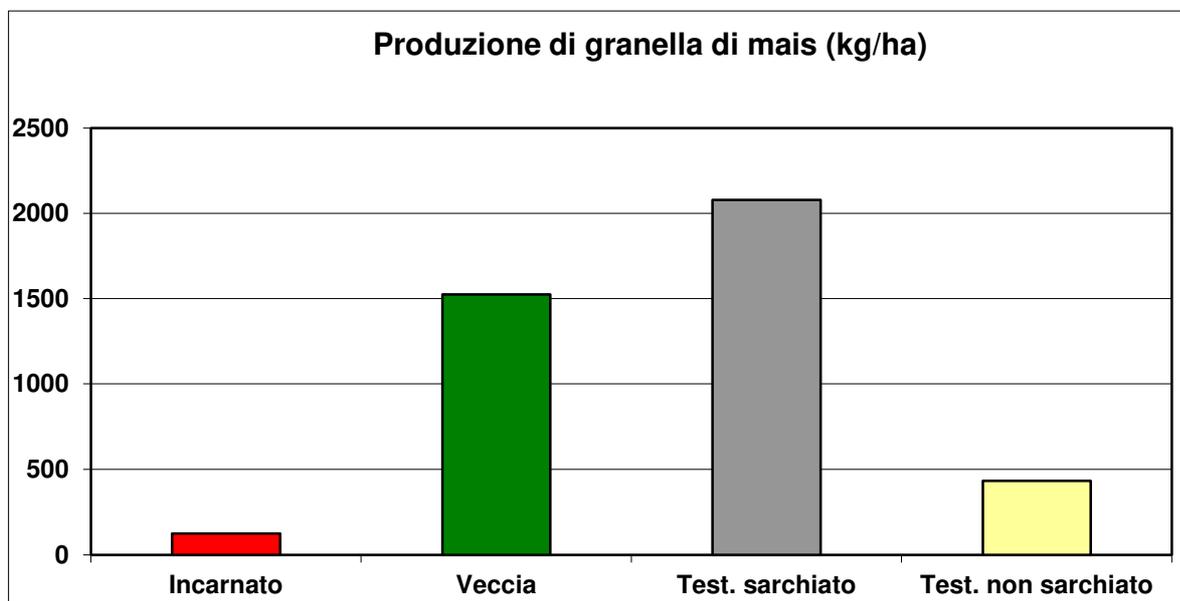
Per quanto riguarda le altre tesi, dalla **Figura 14** si può rilevare come il trifoglio incarnato abbia offerto una protezione efficace nei confronti delle infestanti dicotiledoni nei primi due mesi della coltura, mentre la presenza di dicotiledoni nel mais seminato su veccia vellutata era sui livelli di quella presente nel testimone sarchiato. Minore efficacia hanno invece manifestato le *cover crops* e la sarchiatura meccanica sul contenimento delle infestanti graminacee. C'è da sottolineare, comunque, che il campo di prova mostrava un'eccezionale presenza di sorghetta (*Sorghum halepense*) che, da sola, rappresentava la quasi totalità di infestanti graminacee presenti, e il cui vigore e difficile contenimento sono ben noti.

**Figura 14**



Dai dati produttivi di granella di mais riportati in **Figura 15** si evince che anche il testimone sarchiato ha avuto una produzione molto scarsa, di poco superiore a 2 t/ha. A parziale giustificazione di questo risultato, oltre alla già citata enorme competizione da parte della sorghetta, c'è da sottolineare come la prova sia stata condotta in condizioni di input estremamente ridotti che non hanno favorito in alcun modo lo sviluppo della coltura. La prova non ha ricevuto alcun apporto fertilizzante prima della semina delle cover crops o prima della semina del mais, e

**Figura 37**



durante la coltura del mais sono state apportate solo due irrigazioni per scorrimento il 7 luglio e il 27 luglio. Lo stesso testimone sarchiato è stato sottoposto a una sola sarchiatura per il controllo delle infestanti tra le file, invece delle due o tre solitamente effettuate a questo scopo. Ciò premesso, il mais seminato sulla veccia vellutata ha avuto una produzione media di granella pari al 73,2% di quella del testimone sarchiato, mentre il mais seminato sul trifoglio incarnato non ha avuto una produzione degna di rilievo, risultando inferiore anche a quella del testimone non sarchiato (che ha prodotto solo il 20,8% del testimone sarchiato).

Al termine della prova, possiamo concludere che l'utilizzo di queste *cover crops* con la tecnica di terminazione mediante rullatura (*roller crimping*) e la semina su sodo del mais sui residui pacciamanti delle *cover crops* stesse ha dimostrato: i) un'emergenza di piante di mais comparabile a quella della semina su terreno lavorato; ii) un contenimento delle infestanti in linea con quello ottenuto mediante sarchiatura meccanica della coltura. D'altro canto, però, il mais seminato sulle *cover crops*, e marcatamente sul trifoglio incarnato, hanno avuto delle difficoltà di sviluppo rispetto a quello seminato dopo lavorazione, con ripercussioni negative sulla produzione della coltura. Oltre alle criticità generali della prova sopra indicate in termini di input apportati, ciò ci ha indotto a riflettere su possibili criticità specifiche derivanti dalle specie e/o dalla tecnica adottate. Dato il comportamento rilevato, è possibile ipotizzare un effetto negativo sullo sviluppo radicale del mais oppure sulla effettiva disponibilità idrica per la coltura. Esperienze future nell'ambito del controllo delle infestanti del mais mediante colture di servizio agro-ecologico potranno contribuire a far luce su eventuali aspetti migliorabili della tecnica.

#### Risultati primo semestre 2017

L'analisi statistica ha messo in evidenza che la resa in granella di mais è risultata correlata significativamente solo con la biomassa accumulata dalla coltura all'inizio della fioritura circa 50 giorni dopo l'emergenza (**Tabella 28**). La biomassa delle infestanti presenti 25 o 50 giorni dopo l'emergenza non ha mostrato alcuna correlazione con la resa finale della coltura (**Tabella 28**).

La situazione è apparsa diversa per la soia, in cui la produzione finale di granella era correlata positivamente alla biomassa accumulata dalla coltura sia a 25 che a 50 giorni dall'emergenza, e negativamente alla biomassa delle infestanti presenti 50 giorni dopo l'emergenza (**Tabella 28**).

**Tabella 28.** Correlazione tra la resa in granella (t/ha) della coltura da reddito (mais e soia) e la biomassa per unità di superficie (g sostanza secca/m<sup>2</sup>) di infestanti e coltura misurata 25 e 50 giorni dopo l'emergenza (GDE) della coltura. Correlazioni basate su valori mediati tra 4 tesi sperimentali: 2 *cover crops* (trifoglio incarnato e vecchia vellutata) e 2 testimoni (coltura sarchiata e non sarchiata).

Biomassa aerea	Correlazione con la resa in granella	
	Mais	Soia
Infestanti 25 GDE	0,16 ns	-0,24 ns
Infestanti 50 GDE	0,03 ns	-0,55 *
Coltura 25 GDE	0,11 ns	0,50 *
Coltura 50 GDE	0,57 *	0,66 **

ns, \*, \*\*: coefficiente di correlazione non significativamente diverso da zero e diverso per  $P < 0,05$  e  $P < 0,01$

La resa in granella di mais delle quattro tesi sperimentali (due *cover crops* e due testimoni) non è risultata diversa secondo l'analisi della varianza, anche se il mais seminato sulla copertura di vecchia vellutata ha mostrato una interessante tendenza ad una maggiore produzione (+15%) rispetto al mais nel testimone sarchiato (**Tabella 29**).

**Tabella 29.** Confronto della biomassa per unità di superficie (g sostanza secca/m<sup>2</sup>) di infestanti e mais misurata 25 e 50 giorni dopo l'emergenza (GDE) del mais, dei rapporti di biomassa infestanti/mais e mais/biomassa totale calcolati a 25 e 50 GDE, e della resa in granella di mais a maturazione, tra 4 tesi sperimentali [2 *cover crops* (trifoglio incarnato e vecchia vellutata) e 2 testimoni (coltura sarchiata e non sarchiata)] applicate alla coltivazione di mais in biologico.

Variabile	Tesi sperimentali			
	Coltura sarchiata	Coltura non sarchiata	Trifoglio incarnato	Vecchia vellutata
Infestanti 25 GDE (g/m <sup>2</sup> )	16,9 c	141,1 a	75,1 b	108,0 ab
Infestanti 50 GDE (g/m <sup>2</sup> )	56,0 c	104,2 bc	168,2 ab	219,3 a
Mais 25 GDE (g/m <sup>2</sup> )	242,3 a	155,3 b	163,6 b	166,8 b
Mais 50 GDE (g/m <sup>2</sup> )	988,3 a	717,3 b	934,1 ab	1119,8 a
Infestanti/mais, 25 GDE (%)	6,9 c	89,6 a	48,0 b	64,8 b
Infestanti/mais, 50 GDE (%)	6,4 b	14,8 ab	17,9 a	19,4 a
Mais/biomassa totale, 25 GDE (%)	93,7 a	53,0 c	60,8 bc	68,1 b
Mais/biomassa totale, 50 GDE (%)	94,1 a	87,4 ab	84,8 b	83,9 b
Resa in granella (t/ha)	4,64 a	4,56 a	4,23 a	5,35 a

In ogni riga, valori medi seguiti da lettere diverse sono diversi secondo il test multiplo di Duncan per  $P < 0,05$

La sarchiatura della coltura ha contribuito ad un miglior contenimento delle infestanti rispetto alle *cover crops* in entrambe le date di campionamento (**Tabella 29**). È da sottolineare, però, che entrambi i testimoni (anche quello non sarchiato durante lo sviluppo della coltura) avevano ricevuto tre interventi di erpicatura precedentemente alla semina del mais, interventi che avevano rinettato le parcelle dalle infestanti sviluppatesi durante l'autunno-inverno. Nel caso del testimone sarchiato, a questo effetto di pulizia si è poi aggiunto l'effetto positivo della sarchiatura. È ovvio che un confronto completo tra *cover crops* e controllo meccanico delle infestanti dovrà tenere conto dei costi economici ed ambientali di tutte le operazioni meccaniche eseguite.

La sarchiatura ha favorito un più rapido sviluppo delle piante di mais rispetto alle altre tesi, come evidenziato dalla biomassa accumulata 25 giorni dopo l'emergenza. Tuttavia, al momento della fioritura (50 GDE), il mais sulle *cover crops* aveva un vigore simile a quello del testimone sarchiato (**Tabella 29**).

Nel caso della prova di soia, due fattori sono da sottolineare nel commentare i risultati ottenuti, ovvero l'annata fortemente negativa per la coltura in diverse zone dell'areale di coltivazione a causa delle elevate temperature estive che hanno condizionato i processi riproduttivi e la produzione di seme, e la forte carica di infestanti estive (sia monocotiledoni che dicotiledoni) che ha caratterizzato la prova sperimentale. Questo secondo fattore è ben evidenziato dai valori di biomassa delle infestanti per m<sup>2</sup> rilevati 50 giorni dopo l'emergenza, durante la fase critica di fioritura della coltura (**Tabella 30**).

La tecnica dello *strip till* utilizzata per la semina della soia, così come per quella del mais, ha provocato una non perfetta preparazione del letto di semina in presenza delle *cover crops* rullate, determinando un'eccessiva profondità di semina della coltura e un suo rallentamento nell'emergenza e nello sviluppo iniziale (**Tabella 30**). Ulteriori verifiche sperimentali saranno opportune per esaminare tecniche alternative di semina della soia sulle *cover crops*, come, ad esempio, la semina diretta con seminatrici da sodo sui cotici rullati delle *cover crops*. Nonostante le

difficoltà iniziali, 50 giorni dopo l'emergenza la soia seminata sulle *cover crops* aveva recuperato gran parte del gap di vigore rispetto al testimone sarchiato (**Tabella 30**).

Per quanto riguarda la competitività della soia nei confronti delle infestanti, è da sottolineare che sia 25 che 50 giorni dopo l'emergenza la coltura seminata sulle *cover crops* aveva dei rapporti di biomasse comparabili con quelli rilevati nel testimone sarchiato (**Tabella 30**).

In conclusione, l'impiego della segale come *cover crops* potrebbe essere interessante da rivalutare in condizioni climatiche meno sfavorevoli e con una diversa tecnica di semina della coltura (**Tabella 30**).

**Tabella 30.** Confronto della biomassa per unità di superficie (g sostanza secca/m<sup>2</sup>) di infestanti e soia misurata 25 e 50 giorni dopo l'emergenza (GDE) della soia, dei rapporti di biomassa infestanti/soia e soia/biomassa totale calcolati a 25 e 50 GDE, e della resa in granella di soia a maturazione, tra 4 tesi sperimentali [2 *cover crops* (segale e triticale) e 2 testimoni (coltura sarchiata e non sarchiata)] applicate alla coltivazione di soia in biologico.

Variabile	Tesi sperimentali			
	Coltura sarchiata	Coltura non sarchiata	Segale	Triticale
Infestanti 25 GDE (g/m <sup>2</sup> )	119,5	250,9 a	17,2 c	35,8 c
Infestanti 50 GDE (g/m <sup>2</sup> )	188,5 b	482,0 a	231,3 b	234,1 b
Soia 25 GDE (g/m <sup>2</sup> )	224,3 a	170,8 b	52,3 c	62,2 c
Soia 50 GDE (g/m <sup>2</sup> )	671,7 a	531,6 b	532,2 b	522,5 b
Infestanti/soia, 25 GDE (%)	55,2 b	150,3 a	39,1 b	61,0 b
Infestanti/soia, 50 GDE (%)	28,3 b	91,3 a	44,8 b	45,7 b
Soia/biomassa totale, 25 GDE (%)	65,3 a	40,2 b	74,5 a	64,5 a
Soia/biomassa totale, 50 GDE (%)	78,9 a	52,7 b	69,9 a	68,8 a
Resa in granella (t/ha)	1,30 a	0,44 c	0,80 b	0,56 c

In ogni riga, valori medi seguiti da lettere diverse sono diversi secondo il test multiplo di Duncan per  $P < 0,05$

### 3. Possibili utilizzazioni del risultato.

Il progetto VaLatteBio ha affrontato varie tematiche riguardanti la produzione di latte biologico nelle aree più vocate del territorio nazionale alla produzione di latte bovino. Come tale i risultati che ha fornito sono molteplici e con diversa possibilità di utilizzazione e maturità.

L'analisi tecnica ha messo in evidenza le caratteristiche strutturali degli allevamenti biologici della bassa pianura padana. I risultati di questa analisi non dovrebbero interessare in senso stretto gli allevatori che hanno convertito la propria azienda o intendono farlo, perché le strategie di conversione rese possibili dai regolamenti sono molteplici e ogni allevatore legittimamente le adotta in funzione dei propri obiettivi imprenditoriali.

Questi risultati possono essere invece interessanti per le autorità nazionali e regionali che intendono sostenere lo sviluppo dell'allevamento biologico. Si ritiene che i dati e l'analisi forniscano un'informazione interessante sulle caratteristiche di questi allevamenti, utile ai fini programmatori. In particolare si è visto che gli allevamenti biologici hanno approcci produttivi piuttosto vari con esigenze in termini di servizi diversificati.

Un elemento degno di riflessione è l'assenza del pascolo come forma di alimentazione. Si tratta di una scelta obbligata alle condizioni attuali dovute alle condizioni pedoclimatiche del nostro territorio. Tentativi di introduzione del pascolo in pianura esistono e vanno presi come spunto per ricerche e sperimentazioni apposite che permettano lo sviluppo di forme di allevamento in cui il pascolo sia una vera forma di alimentazione.

L'analisi ambientale ha messo in evidenza che l'allevamento biologico non si differenzia da quello convenzionale se il confronto è effettuato tenendo conto dell'unità di prodotto, mentre offre prestazioni migliori se il confronto è riferito all'unità di superficie coltivata. Questo risultato può essere utile nella definizione di pratiche per la riduzione di emissioni che hanno un impatto territoriale, come quelli sulla qualità dell'aria e dell'acqua, per i quali l'Italia ha assunto impegni precisi a livello internazionale. L'adozione del sistema biologico può essere considerato una strategia efficace per perseguire gli obiettivi fissati ed essere tenuto in considerazione per accrescere i meccanismi di sostegno.

Considerazioni analoghe possono essere fatte per quanto riguarda l'analisi economica, che ha offerto lo spaccato di due approcci completamente diversi di allevamento biologico. In particolare le simulazioni permettono di valutare la sostenibilità economica della conversione, in funzione della capacità produttiva e del mercato del latte. Dal punto di vista della programmazione del sostegno pubblico, l'analisi può essere utile per definire l'impegno per sostenere un settore in funzione delle condizioni di mercato.

La sperimentazione che ha interessato la medica, quale fonte di alimenti proteici, il risultato non può definirsi positivo, ma non è neppure stato del tutto negativo. I risultati hanno detto che si è verificata una perdita, non rilevante, della produzione di latte. Per la complessità della sperimentazione con i bovini da latte, in cui possono intervenire molti fattori di disturbo, la risposta non va considerata definitiva e l'aumento della superficie a medica resta un'opzione interessante per aumentare l'autosufficienza di alimenti proteici.

Complesso è il quadro riguardante le cover crops. I risultati del primo ciclo di semine sono stati estremamente insoddisfacenti. Fin dalle prime fasi infatti è apparso che le cover crops non erano in grado di ostacolare la crescita delle infestanti; successivamente inoltre si probabilmente avuta anche una competizione tra cover crop e coltura di mais e il risultato è stata una scarsissima produzione di granella di mais in tutte le tesi. L'esperienza e i risultati sono serviti però al migliorare la tecnica di semina. In un secondo ciclo di semine è stata adottata la tecnica della semina a strisce (*strip till*) in cui viene praticata una leggera lavorazione dei una striscia al momento della semina. Le rese di mais sono notevolmente aumentate, permettendo di affermare che le cover crops sono almeno potenzialmente una tecnica valida di controllo delle infestanti.

#### 4. Livello di maturità del risultato (ad esempio se è immediatamente trasferibile o ha ancora bisogno di collaudo)

I risultati dell'indagine tecnica possono essere ritenuti definitivi e utilizzabili. Come ogni indagine, dovrebbe essere ripetuta periodicamente per cogliere i mutamenti che si verificano nel tempo. Anche il campione, molto ristretto, dovrebbe essere allargato e coinvolgere altre regioni e altri sistemi.

Definitivi sono anche i risultati dell'indagine ambientale. Semmai, qualche approfondimento potrebbe essere fatto sugli effetti ambientali in altri settori collegati a quello della produzione di latte. Ad esempio, cosa comporterebbe la conversione di percentuali crescenti di allevamenti da latte per l'impatto ambientale della produzione di carne bovina? Per dare risposte a questo genere

di domande, importanti per lo sviluppo di politiche di sostegno al reddito e di contrasto all'inquinamento, bisognerebbe condurre analisi consequenziali.

L'analisi economica ha riguardato solo due allevamenti, a causa della mancanza di altri allevamenti biologici con contabilità analitica. I risultati dovrebbero perciò essere validati da analisi che comprendano campioni più ampi e riferiti ad altri contesti geografici e sistemi produttivi. L'esperienza acquisita potrebbe essere utilizzata per sviluppare sistemi di valutazione del rischio, adottando appositi programmi informatici. In questo caso gli allevatori potrebbero valutare la sostenibilità della conversione tenendo conto delle caratteristiche aziendali e dei possibili scenari di mercato e di politica di sostegno. La metodologia utilizzata nel progetto, illustrata in termini semplici, può essere seguita anche da allevatori le cui aziende siano dotate di un normale programma di contabilità, per poter verificare la sostenibilità della conversione.

Ulteriori indagini dovrebbero essere condotte per rendere efficace ed economicamente conveniente l'introduzione della medica insilata nella dieta delle bovine da latte in regime biologico.

Dovrebbe essere migliorata la tecnica di conservazione. Ma anche altre strategie per l'approvvigionamento degli alimenti proteici dovrebbero essere perseguitate. Soprattutto organizzativamente si dovrebbe realizzare una rete organica e stabile di rapporti commerciali tra aziende biologiche da latte e aziende produttrici di cereali e proteaginosi biologici, in modo da creare un mercato stabile e trasparente.

Nel complesso si può però considerare che quando l'inserimento della medica è operato secondo le previsioni e le caratteristiche di composizione chimica la produzione di latte può essere penalizzata, ma le differenze si riducono se si considerino anche le differenze di composizione.

Le *cover crops* sono risultate una tecnica potenzialmente efficace, ma è apparso che molti progressi debbano essere ancora fatti per essere adottate in modo diffuso. È bastato modificare la tecnica di semina per migliorare notevolmente le rese. Ma affinché sia possibile considerarla una tecnica affidabile, bisogna sperimentare altre colture e altre *cover crops*, capire le combinazioni più adatte e affinare le lavorazioni.

5. Definizione delle attività/caratteristiche necessarie per far adottare il risultato (ad esempio: azioni, tecniche, strumenti, impianti, competenze, ecc)

I suggerimenti che possono essere avanzati per utilizzare i risultati ottenuti, siano essi decisamente positivi o negativi potrebbero essere i seguenti:

- a. diffonderli tra le amministrazioni responsabili dell'attuazione della Politica agricola comunitaria;
- b. incentivare programmi di informazione e formazione per tecnici e agricoltori, riguardanti gli aspetti agronomici, zootecnici ed economici;
- c. sostenere ulteriori sperimentazioni per la messa a punto della tecnica delle *cover crops*.

<b>PRODOTTI (Pubblicazioni, brevetti, convegni, filmati, corsi di formazione....)</b>
---

- 1) Pirlo G., 2016. Review on environmental benefits of organic milk production. Book of abstracts of the 67th Annual meeting of the European Federation of Animal Science. Belfast, UK. 29 August – 2 September 2016.
- 2) Di Renzo B., 2016. La redditività dell'allevamento bovino da latte biologico in Lombardia. Tesi di laurea. Università degli studi della Tuscia, Dipartimento di Scienze agrarie e forestali, Corso di laurea magistrale in scienze agrarie ed ambientali. Relatore Professor. S. Severini.

- 3) Pirlo G., Lolli S., 2017. Environmental impact of milk production in two samples of organic and conventional farms in Lombardy. 22nd Congress of the Animal Science and Production Association, June 13th-16th 2017, Perugia, Italy.
- 4) Pirlo G., Lolli S., Cogrossi S., Bani P., Pecetti L., Romani M., Di Renzo B., Severini S., 2017. Latte biologico in Italia: Strategie per incrementarne la produzione. I Quaderni d ZooBioDi, 12/2017.
- 5) Pirlo G., Lolli S., Cogrossi S., Bani P., Pecetti L., Di Renzo B., Severini S., 2017. Obstacles and solutions for the organic milk production in Italy. In Rahamann G., Andres C., Yadav A.K., Ardakani R., Babalad H.B., Devakumar N., Goel S.L., Olowe V., Ravisankar N., Saini J.P., Soto G., Willer H. (Eds.), Innovative research for Organic 3.0 – Volume 2: Proceedings of the Scientific Track at the Organic World Congress 2017 November 9-11 in Dahli, India. Braunschweig: Johann Henrich von Thünen-Institut, 323 p, Thünen Rep. 54, Vol 2. Doi: 10.3220/REP1510908963000.

#### EVENTUALI SCOSTAMENTI DAGLI OBIETTIVI INTERMEDI DEL PROGETTO

Il progetto si è svolto sostanzialmente secondo quanto previsto inizialmente. L'unico scostamento di rilievo è quello riguardante l'analisi economica, che prevedeva il confronto tra le prestazioni pre- e post-conversione. Questo obiettivo si basava sul presupposto di poter analizzare aziende in fase di conversione dotate di contabilità analitica. Entrambe le circostanze si sono rilevate impossibili da trovare. Di conseguenza non è stato possibile condurre questo tipo di analisi. Ci si è dovuti perciò limitare all'analisi dettagliata di due aziende già convertite, dotandole di un programma di contabilità analitica.

Lodi, 28 giugno 2018

Gian