

**INSILATO DI ERBA MEDICA O DI TRIFOGLIO PRATENSE  
PER LE LATTIFERE AD ALTA PRODUZIONE?  
COMPENDIO DI MOLTEPLICI SPERIMENTAZIONI  
E PRIME ESPERIENZE AZIENDALI**

**Angelo Ciotti**

**Sommario**

Introduzione .....	p. 3
Capitolo 1 Il trifoglio pratense, tradizione e attualità .....	p. 3
Capitolo 2 La sperimentazione italiana degli anni 1980-'90 .....	p. 5
Capitolo 3 La sperimentazione internazionale sulla qualità degli insilati di medica e di trifoglio pratense .....	p. 10
Capitolo 4 La sperimentazione sulle lattifere.....	p. 13
Capitolo 5 I dati delle tavole nutrizionali dell'INRA.....	p. 17
Capitolo 6 La qualità degli acidi grassi del latte .....	p. 18
Capitolo 7 Prime esperienze aziendali sul trifoglio pratense in provincia di Torino.....	p. 21
Sintesi operative .....	p. 22
Bibliografia .....	p. 24

L'Accademia di Agricoltura di Torino ha il piacere di dare il patrocinio alla presente ricerca del Prof. Angelo Ciotti, socio emerito di questa Accademia e già titolare della cattedra di Produzione e conservazione dei foraggi dell'Università degli Studi di Torino.

Il testo riguarda importanti innovazioni nel settore dell'insilamento delle leguminose foraggere per l'alimentazione delle bovine ad alta produzione.

Partendo da una solida documentazione scientifica nazionale e internazionale, la ricerca si conclude in proposte operative certamente utili per l'economia degli allevamenti e miglioratrici della qualità alimentare dei prodotti lattieri, come già si evidenzia dalle prime esperienze aziendali promosse in provincia di Torino.

Il testo, corredato di tabelle e foto, potrà anche porsi come riferimento per la pubblicistica divulgativa dell'intero territorio padano.

*Il Presidente dell'Accademia di Agricoltura di Torino*

*Enrico Gennaro*



# Introduzione

Il trifoglio pratense (*Trifolium pratense* L.) è una leguminosa foraggera a ciclo biennale, con radice fittonante, adatta ai terreni a reazione tra il neutro e subacido, come lo sono gran parte di quelli della Pianura Padana, nella quale trova anche le condizioni climatiche più favorevoli al suo sviluppo. L'erba di questo trifoglio si insila molto bene perché ha un contenuto zuccherino non basso, superiore mediamente del 30% a quello dell'erba medica, e un potere tampone inferiore che permette un più rapido abbassamento del pH.

Le sue principali caratteristiche nutrizionali sono due: a) elevata efficienza nutrizionale derivata dal maggiore contenuto energetico rispetto all'erba medica e dalla maggiore digeribilità della fibra; b) migliore utilizzazione delle proteine in esso contenute. Quest'ultimo aspetto è legato alla protezione dall'idrolisi delle proteine durante l'insilamento e nel ruminante dovuta all'effetto dell'enzima fenolossidasi attivo

nel trifoglio, mentre non lo è nella medica. Tale protezione si estende anche agli acidi grassi "salutari" del latte, e in particolare all'acido  $\alpha$ -linolenico,  $\omega$ -3, il cui contenuto nel percorso intestinale delle bovine e nel grasso del latte risultano superiori con le diete a base di insilato di trifoglio pratense rispetto a quelle con insilato di medica e anche di loglio italico generalmente presente negli allevamenti italiani. Tale aspetto qualitativo sarà sempre più considerato dai consumatori, i quali diventano sempre più consapevoli ed esigenti nei riguardi della qualità dei grassi degli alimenti.

La coltura di trifoglio pratense raggiunge il momento ottimale per lo sfalcio primaverile un paio di settimane dopo quello ottimale per l'erba medica, fornendo quindi una produzione quasi doppia in primavera rispetto a quella della stessa medica, con un evidente risparmio di lavoro per la raccolta e con alcuni vantaggi legati alla stagione più avanzata, ma con alcuni

svantaggi collegati alla maggiore quantità di acqua da eliminare mediante l'appassimento. Anche nei ricacci successivi il momento di falciatura più idoneo è sempre più ritardato rispetto a quello della medica.

È una coltura che dovrebbe essere quindi presa in considerazione dagli allevatori per un suo rinnovato impiego negli avvicendamenti colturali, caratterizzati dal silomais, in alternativa o a complemento della medica o di altre colture prative, per contribuire al contenimento degli acquisti dei supplementi proteici per il razionamento e migliorare la qualità delle diete.

Nel presente lavoro sono sintetizzate le principali ricerche apparse negli ultimi decenni nella letteratura scientifica italiana e soprattutto in quella internazionale, che ne evidenziano le caratteristiche e le possibilità di utilizzazione per l'alimentazione delle lattifere. Sono altresì illustrate le prime esperienze intraprese in aziende della provincia di Torino nel trascorso biennio.

## CAPITOLO 1

### Il trifoglio pratense, tradizione e attualità

Sul trifoglio pratense (*Trifolium pratense* L.), detto anche trifoglio violetto, oltre a quanto sopra indicato, si può ancora ricordare che la sua coltivazione, già esercitata dai Romani, si intensificò dal 1600 occupando il posto del maggese nudo. Questa leguminosa, dal 1800, era poi compresa nella classica rotazione quadriennale, dove compariva come pianta miglioratrice in precessione al mais e seminata prevalentemente in "bulatura" sul frumento a febbraio.

In coltura specializzata ricopriva ancora nel 1957, secondo i dati dell'Annuario di statistica agraria, 450.000 ettari, estendendosi fino a Lazio, Campania e Abruzzo, per poi diminuire a 170.000 ha già nel 1984, mentre oggi è del tutto sporadica e non più in elenco nei dati ISTAT. In Piemonte, uno degli areali di elezione, era prevalentemente conosciuto l'ecotipo "Spadone" originario della zona eporediese (Ciotti, 1961) e localmente considerato come il trifoglio pratense per antonomasia, dotato di proprietà nutrizionali favorevoli alla produzione del latte e del

quale anziani agricoltori ancora oggi ne conservano un chiaro ricordo con quella denominazione.

Il trifoglio pratense era generalmente seminato, come già detto, in "bulatura" cioè traseminato in inverno, sopra la neve allora, su colture di frumento o altri cereali vernini per risparmiare lavoro e tempo vegetativo. Nel cereale emergeva e lentamente cresceva in consociazione fino alla mietitura, alla quale generalmente seguiva un'irrigazione per permetterne il pieno successivo sviluppo. L'erba di trifoglio pratense in coltura singola era destinata soprattutto al foraggiamento verde per le lattifere, non adattandosi facilmente alla fienagione, se non in coltura polifita con le graminacee.

Con l'introduzione e la diffusione in Italia negli anni 1960 del silomais a maturazione cerosa, la coltura del trifoglio, come quella di gran parte delle altre foraggere prative e degli erbai, gradualmente regredì fino all'attuale presenza sporadica, tutte soppiantate dal nuovo cereale foraggero. Ciò contribuì a determinare

contestualmente la concentrazione degli allevamenti nella Pianura Padana irrigua e in altre grandi pianure dell'Italia centrale e la conseguente riduzione degli allevamenti negli ambienti declivi alpini e soprattutto appenninici, causando anche l'abbandono di vaste aree.

Con la diffusione dell'insilamento delle foraggere prative, iniziata negli anni 1980 e da noi promossa (Ciotti, 1980, 1988, 1992), le colture prative che si espansero in funzione di tale tipo di conservazione furono inizialmente e principalmente il loglio italico (lojessa) e poi l'erba medica, la prima in successione stretta al mais al fine di massimizzare la produzione annua di foraggio, la seconda per inserire una leguminosa miglioratrice nell'avvicendamento colturale e per favorire la produzione aziendale di proteine.

È in relazione a questa realtà che ha origine la presente nota, la quale ha l'obiettivo, oltre che di far riemergere la nostra sperimentazione di quegli anni, di esaminare quella effettuata in questi ultimi decenni da alcuni dei più importanti

centri di ricerca internazionali, al fine di contribuire a far recuperare anche nei nostri territori la coltivazione e l'utilizzo di questa valida leguminosa foraggera, eventualmente anche con la riduzione della superficie a silomais, coltura a crescente insostenibilità. Ricordiamo che il trifoglio pratense è per estensione la seconda leguminosa foraggera prativa presente, nei terreni adatti, negli USA dopo l'erba medica ed è ampiamente coltivata singolarmente o in consociazione in tutto il Nord Europa.

Nei capitoli seguenti sarà pertanto sintetizzata la sperimentazione del nostro gruppo di ricerca di allora, seguita da quella internazionale, con specifico riguardo al confronto delle caratteristiche e della utilizzabilità del trifoglio pratense con quelle dell'erba medica.



1 e 2 - Semina in "bulatura" del trifoglio pratense su frumento, febbraio 2017

## POTERE TAMPONE

Il potere tampone (PT) è una forza chimica che si oppone al calo del pH durante la formazione di acidi, in particolare dell'acido lattico nel processo d'insilamento. Il maggiore fattore che contribuisce alla manifestazione del potere tampone negli insilati è il contenuto di sali di acidi organici deboli nell'erba fresca. Questi sali, quali i succinati, malati e citrati, si dissociano in acidi liberi e nei cationi minerali che li compongono quando la fermentazione fa aumentare l'acidità nell'insilato e quindi diminuire il pH. I cationi liberatisi dalla dissociazione dei sali degli acidi deboli si ricombinano con gli acidi di fermentazione che sono più forti, cosicché si viene a neutralizzare gran parte degli acidi forti neo formati con poca variazione quindi del pH. Anche le proteine contribuiscono al potere tampone e anche i nitrati derivanti

dalla concimazione azotata, i quali si riducono in nitriti e quindi in ammoniaca che reagisce con gli acidi formando sali di ammonio.

Le leguminose, e quindi anche l'erba medica e il trifoglio pratense, esercitano un maggiore potere tampone delle graminacee per maggiore contenuto di sali e proteine, ma la medica più del trifoglio il quale tende quindi a un più rapido e maggiore abbassamento del pH.

Il PT è misurato sull'estratto acquoso acidificato del foraggio ed è espresso in milliequivalenti (mEq) di alcali, in particolare di idrossido di sodio 0,1 normale, necessari per innalzare il pH dell'estratto da 4 a 6 per 100 o per 1000 grammi di sostanza secca del foraggio; il valore 6 del pH è quello più vicino alla maggioranza delle erbe.

## CAPITOLO 2

### La sperimentazione italiana degli anni 1980-'90

Le ricerche svolte dal gruppo di studio di Torino sulle foraggere prative (al quale partecipavano anche il Prof. Andrea Canale e la Dott.ssa Maria Eugenia Valente operanti presso la Facoltà di Veterinaria), riguardarono sia le caratteristiche qualitative dell'erba al taglio e all'insilamento, sia il risultato delle fermentazioni e della conservazione. Le prove si svolgevano in sili reali, prevalentemente rotoballe fasciate e, quando ritenuto necessario, anche in minisili

sperimentali rappresentati da vasi di 2,0 L a tenuta, ma con possibilità di sfato dei gas di fermentazione, quindi in condizioni di insilamento pressoché ottimali. Il foraggio nelle rotoballe era integro, non esistendo allora le rotoimbattrici munite di coltelli, mentre per i minisili l'erba era trinciata.

Per la prima volta in Italia sono state applicate dal gruppo di ricerca le metodologie di analisi degli insilati secondo gli ultimi standard internazionali di allora e sono

state anche sviluppate metodologie originali di analisi, poi universalmente adottate, quali la determinazione con apparecchio HPLC dell'acido lattico e degli acidi grassi volatili, la determinazione con metodo automatico dei carboidrati solubili in acqua (CSA), l'accurata determinazione degli esosi nell'erba per l'insilamento e la determinazione degli zuccheri prontamente disponibili nell'erba (Canale e al., 1984a e 1984b, Valente e al., 1983 e 1997).

#### LE ANALISI DELLE PROTEINE E DELLE FRAZIONI AZOTATE

Le proteine sono grosse molecole che oltre agli elementi carbonio (C), idrogeno (H) e ossigeno (O), contengono anche azoto (N) che ne è l'elemento caratterizzante. Dopo il taglio dell'erba, gli enzimi della pianta sono ancora attivi nel processo di demolizione/idrolisi di parte delle proteine nelle molecole più semplici che le costituiscono, quali peptidi, amminoacidi liberi (AA), amine, ecc. Tale degradazione continua, anzi si accentua nell'ambiente anaerobico del silo e poi con l'eventuale intervento di batteri (clostridi in particolare) che attaccando gli AA formano molecole ancora più semplici, quali ammoniaca ( $\text{NH}_3$ ). Tutta la gamma dei composti proteici, o meglio azotati, è variamente degradata e utilizzata nel ruminale e nell'intestino dei ruminanti, per cui è interessante la determinazione analitica non solo dei composti azotati totali (proteine grezze, PG), ma anche delle singole frazioni per una efficace valutazione proteica dei diversi foraggi e soprattutto degli insilati.

Le analisi si effettuano sempre determinando la quantità di N contenuto nei foraggi (azoto totale NT) generalmente col metodo Kjeldahl, il quale si basa sulla liberazione dell'azoto mediante solubilizzazione con acido solforico concentrato ad alta temperatura. Considerando che le proteine contengono mediamente 1/6 del loro peso di N, moltiplicando quest'ultimo derivante dalla analisi x 6,25 si ha il dato delle PG. Per la determinazione delle varie frazioni si usano solventi di progressiva potenza, sui cui soluti si determina l'azoto col metodo precedentemente citato.

Il primo solvente è l'acqua, con la quale si tratta il campione in apparecchio omogeneizzatore. Viene così determinato sul soluto l'azoto contenuto in molecole solubili in acqua, il cosiddetto azoto solubile (NS). Nel soluto è in prevalenza presente N legato a molecole non proteiche (NNP, N non proteico) quindi di piccole dimensioni e quindi solubili in acqua. L'NNP è rappresentato da AA liberi, amine, nucleotidi, clorofilla, peptidi a basso peso molecolare, nitrati, nitriti e ammoniaca.

Talora, per ragioni sperimentali o di formulazione di diete, si determinano anche le proteine vere (PV) la cui analisi si basa sulla determinazione dell'N sul campione di foraggio depurato con adatti solventi (quali l'acido tricloroacetico) ottenendo così l'azoto proteico (NP). Sottraendo dall'azoto totale (NT) l'NP si ha l'NNP di cui detto sopra. Risulta evidente che NS

e NNP hanno valori simili fra loro e, ai nostri fini, significato sostanzialmente uguale. L'importanza della conoscenza del valore dell'NS, o NNP negli insilati, è che tanto più è alta la sua entità nella dieta somministrata ai ruminanti tanto meno è probabile che la totalità di tale N possa essere catturato dai batteri ruminali per formare azoto microbico passante nell'intestino, in quanto è più critico il bilanciamento con l'energia fornita ai batteri dai componenti della dieta stessa. L'NS in eccesso non utilizzato passa attraverso la parete ruminale, quindi nel sangue e poi perso nelle urine. Mentre nell'erba le proteine sono in gran parte integre, è proprio nel processo di insilamento che può avvenire una loro intensa degradazione.

Un più avanzato frazionamento dei composti azotati dei foraggi è quello analizzato secondo il sistema "Cornell Net Carbohydrate and Protein System" (CNCPS) (Tylutki e al., 2008) che prevede tre frazioni principali: frazione A, costituita da composti azotati non proteici (del tutto analoga all'NNP e NS detti sopra, ma in questo caso l'estrazione dell'N avviene con acido tungstico), la frazione B, costituita da proteina vera PV e la frazione C costituita da proteine non utilizzabili dall'animale perché prevalentemente legate alle lignine (ADIP, proteine insolubili nel detergente acido). La frazione B è a sua volta suddivisa in tre frazioni a decrescente degradabilità da parte dei microrganismi ruminali, e precisamente, la B1 costituita da proteine rapidamente degradabili (precipitate con acido tungstico), la B2 da proteine mediamente degradabili (estratte con detergente neutro, il medesimo per la determinazione della fibra NDF secondo Van Soest), e la B3, da proteine più complesse lentamente degradabili nel ruminale (estratte con detergente acido, il medesimo per la determinazione dell'ADF). Gran parte di quest'ultima frazione e una piccola parte della B2 riescono a passare integre nel duodeno, costituendo la proteina dell'alimento utilizzabile nell'intestino. La frazione C nei vegetali in stadio giovanile è una piccola entità che ovviamente aumenta con la maturazione della pianta per aumento del contenuto di lignina.

È da notare che per brevità si parla sempre di N solubile NS, N non proteico NNP, N proteico NP, ecc. per indicare rispettivamente composti azotati solubili, composti azotati non proteici, proteine, ecc.

Le ricerche sul trifoglio pratense in quegli anni furono quattro, realizzate su colture, ambienti e tagli differenti e a diverso appassimento e contenuto di sostanza secca (SS) all'insilamento. Lo scopo era di valutare in tali differenti situazioni l'insilabilità dell'erba e la qualità di fermentazione e di conservazione, compreso il deterioramento dei composti azotati, valutato mediante l'analisi dei composti azotati solubili, indicati per brevità azoto solubile (NS). In precedenza era stata effettuata un'analoga ricerca specificamente sull'erba medica.

Sintetizzando i risultati di queste prime ricerche, si può affermare che da esse appaiono già ben delineate le principali caratteristiche dell'erba e degli insilati di trifoglio pratense, pur nella variabilità dei dati determinati dalla pluralità di condizioni

culturali e ambientali delle prove. Emerge anche un buon confronto con le corrispondenti caratteristiche dell'erba medica, coltura valutata in due ricerche.

Il dato principale che emerge dai risultati complessivi è la bassa degradazione delle proteine del trifoglio, evidenziata dal tenore di azoto solubile che, mantenendosi sempre sotto i 200 g/kg di azoto totale (NT) già nell'erba, non raggiunge in ogni caso i 500 g negli insilati, attestandosi più frequentemente fra i 350 e i 400 g ai medi livelli di appassimento. Negli insilati di erba medica registrammo solo valori attorno a 700 g/kg di NT, anche a spinto appassimento prossimo al 50% di SS, dovuto al non sufficientemente rapido e basso calo del pH, caratteristico della specie.

Altre caratteristiche del trifoglio emer-

se dalle ricerche riguardano il buon tenore di zuccheri dell'erba che, nelle più comuni condizioni ambientali, è risultato fra 81 e 145 g/kg di SS, in aumento fino a 167 g col diminuire delle temperature stagionali e comunque superiore ai valori riscontrati nell'erba medica (85 g/kg). I valori di potere tampone dell'erba (PT) sono variati da 34 a 52 mEq/100 g di SS (millequivalenti), inferiori all'unico dato disponibile per l'erba medica pari a 64 mEq al momento del taglio. Tali buone caratteristiche di insilabilità del trifoglio si sono riflesse in ottime caratteristiche fermentative degli insilati già a tenori di SS tra il 25 e il 30%, che consentono quindi di raccogliere il foraggio appassito al secondo livello indicato, sufficiente a evitare colature dall'insilato durante il periodo di conservazione.

## LE POLIFENOLI OSSIDASI DEL TRIFOGLIO PRATENSE E LA PROTEZIONE DALLA PROTEOLISI E DALLA LIPOLISI

Le polifenoli ossidasi (PPO) sono enzimi che nel trifoglio pratense si trovano prevalentemente in una forma latente e che si attivano in presenza di ossigeno quando i tessuti della pianta sono danneggiati ed è persa l'integrità delle cellule, ad esempio durante le operazioni di sfalcio, preappassimento, trinciatura e insilamento. L'attivazione avviene per commistione degli enzimi ossidativi contenuti nei cloroplasti con il substrato fenolico contenuto nei vacuoli cellulari. Le PPO attivate catalizzano la conversione (ossidazione) dei difenoli della pianta in chinoni, che sono molecole molto reattive e ossidanti perché dotate di due doppi legami (gruppi  $-C=O$ ) formando così complessi proteico-fenolici che sono resistenti sia agli enzimi proteolitici della pianta durante l'insilamento, sia alle proteasi digestive nel rumine essendo meno solubili e degradabili degli amminoacidi liberi. Tale meccanismo può indurre un aumento del flusso dell'azoto dietetico nel duodeno e quindi l'aumento dell'efficienza della sua utilizzazione. Le PPO sono inattive nell'ambiente anaerobico del rumine, pertanto ogni effetto protettivo sulle proteine della pianta deve essere il risultato di eventi che avvengono prima dell'ingestione. Le suddette molecole chinoniche

sono anche responsabili della formazione di prodotti secondari che danno la caratteristica colorazione bruna ai tessuti danneggiati dell'erba, in particolare delle foglie.

Un ulteriore effetto della presenza delle PPO del trifoglio pratense, oltre alla riduzione della proteolisi, consiste in una significativa riduzione della lipolisi, cioè la separazione nei trigliceridi degli acidi grassi dal glicerolo che li legava. La lipolisi è infatti il prerequisito per la idrogenazione microbica degli acidi grassi polinsaturi della pianta (PUFA, quali acidi linoleico e  $\alpha$ -linolenico) in acidi grassi saturi a catena lunga, che avviene normalmente nel rumine ad opera dei microrganismi ruminali. Il meccanismo di tale riduzione sembra essere un fenomeno per il quale le micelle lipidiche vengono intrappolate dai complessi proteico-fenolici di cui detto in precedenza che riducono l'accesso alle lipasi microbiche (Lee M.I.R., 2014). Il trifoglio pratense, essendo ricco di PPO e di substrato fenolico, assicura quindi un minore tasso di degradazione delle proteine e di deidrogenazione dei lipidi "salutari" rispetto ad altre specie foraggere che ne sono prive e in particolare all'erba medica.

Un aspetto da considerare attentamente è l'alta acquosità dell'erba del trifoglio pratense al taglio in condizioni ambientali normali che, unitamente alle elevate produzioni unitarie del singolo sfalcio, come vedremo in seguito, determinano un più lungo periodo di appassimento rispetto a quello necessario per l'erba medica falciata in stadio vegetativo, come consuetudine nelle aziende a lattifere. L'erba medica però, sebbene possa dare un'accettabile fermentazione a livelli di SS attorno al 35%,

soprattutto se con l'impiego di inoculi di batteri lattici, tuttavia va di norma appassita al 50% e oltre, per ottenere una limitata degradazione proteica, come verrà esaminato compiutamente più avanti.

Elementi collaterali che si evidenziano dalla sperimentazione sono un certo consumo di zuccheri nell'erba di trifoglio durante l'appassimento, un aumento di tale contenuto nell'erba medica dovuto a idrolisi di carboidrati superiori di cui essa è ricca, in particolare di amidi, e la gene-

rale diminuzione del potere tampone in entrambe durante il medesimo periodo di appassimento, seppure in differente misura. È stata inoltre accertata per il trifoglio la possibilità di insilare favorevolmente ricacci d'erba in autunno inoltrato, usufruendo dell'effetto "conservante" delle basse temperature invernali, purché tali insilati, poco fermentati per il freddo, siano utilizzati per l'alimentazione entro la fine dell'inverno, con temperature ancora relativamente basse.

Riportiamo ora in dettaglio i risultati delle singole ricerche, in parte raggruppate.

## AVVERTENZE

- Ai fini della presente trattazione e per brevità sono riportati nelle tabelle solo i dati essenziali dei lavori originali da cui sono tratti. Inoltre non sono evidenziate in esse le significatività statistiche fra i dati delle tesi a confronto, le quali peraltro si deducono dalla descrizione testuale. Sono inoltre riferiti solo i dati e i confronti che interessano la trattazione trascurando quelli non necessari.
- Solo nell'esposizione testuale sono riportati dati in percentuale, mentre è generalmente preferita, soprattutto nelle tabelle, l'espressione in g/kg; così ad esempio, anziché tenore di SS 30,5% verrà indicato 305 g/kg di materia fresca o fresco, oppure PG (proteina grezza) 18,7% si indicherà 187 g/kg di PG, ciò anche al fine di mantenere la precisione evitando l'inserimento di virgole.
- In caratteri più piccoli sono descritte le singole ricerche per la visione di chi ne è interessato, precedute da una sintesi delle loro principali risultanze.
- Le fotografie riportate si riferiscono tutte all'Azienda Visca di Carmagnola (TO) dove sono iniziate le prime esperienze applicative, salvo diversa indicazione.

**Ricerca 2.1**, Ciotti e al., 1991 e **Ricerca 2.2**, Valente e al., 1997. Contenuti: insilamento di trifoglio pratense di primo taglio a due livelli di appassimento e due stadi di sviluppo della coltura

Si tratta di due ricerche effettuate in anni differenti sul primo taglio di trifoglio pratense cv Triel al principale scopo di verificare l'effetto dell'appassimento sulle caratteristiche dell'erba e sulla conservazione e qualità dei corrispondenti insilati. La prima ricerca fu effettua-

ta presso l'Azienda sperimentale Tadini di Gariga di Podenzano (PC) insilando l'erba appassita a due livelli di SS in rotoballe fasciate, e la seconda effettuata presso il Centro sperimentale di Carmagnola (TO) dell'Università insilando in minisili erba a due livelli di appassimento falciata a due stadi di sviluppo della coltura. In entrambe le ricerche erano presenti anche gli insilati di erba direttamente insilata fresca al taglio, delle quali non si riportano i dati, ma si attesta la pessima conservazione per l'eccessiva acquosità delle erbe, corrispondente a tenori di SS compresi tra il 12 e il 20%. Gli appassimenti raggiunsero il 31% di SS nella prima ricerca e il 50% o poco più nella seconda.

**Tabella 2.1-2.2 (a)** - Caratteristiche qualitative dell'erba di trifoglio a due livelli di appassimento e a due stadi di sviluppo (g/kg di SS se non diversamente indicato)

Ricerca	2.1		2.2			
	Fioritura		Bottoni fiorali		Fioritura	
Stadio di sviluppo						
Ore dal taglio	6	24	28	47	25	45
SS, g/kg sul fresco	266	312	220	532	306	500
PT*, mEq/100 g SS	33	34	51	49	42	37
CSA**	144	139	94	89	91	85
Proteina grezza	156	157	181	169	156	150
Azoto solubile NS, g/kg N totale	177	234	-	-	-	-

\* Potere tampone, \*\* Carboidrati solubili in acqua (zuccheri)

Dalla Tab. 2.1-2.2 (a), relativa alle caratteristiche dell'erba, si osserva:

- valori di potere tampone molto bassi nella prima ricerca e più elevati nella seconda allo stadio di bottoni fiorali;
- tenori in zuccheri (CSA) molto alti nell'erba della prima ricerca e minori in quella della seconda con tendenza a diminuire (per respirazione cellulare) durante l'appassimento;
- tenore di azoto solubile molto basso e in aumento con l'appassimento;
- contenuto di proteina grezza più elevato allo stadio di bottoni fiorali, attorno al 18% di SS, e ovviamente più basso allo stadio più avanzato di fioritura, attorno al 16% in entrambe le ricerche.

**Tabella 2.1-2.2 (b)** - Caratteristiche fermentative e qualitative degli insilati di trifoglio pratense a due livelli di appassimento e a due stadi di sviluppo della coltura (g/kg di SS se non diversamente indicato)

Ricerca	2.1		2.2			
	Fioritura		Bottoni fiorali		Fioritura	
Stadio di sviluppo						
Ore dal taglio	6	24	28	47	25	45
SS, g/kg sul fresco	268	309	228	536	307	503
PH	4,3	4,6	4,52	5,58	4,87	5,60
Acido lattico	59	36	93	23	94	32
Acido acetico	11	7	35	15	38	14
Acido butirrico	0,9	0,2	4	0	5	0
N-NH <sub>3</sub> , g/kg N totale	60	65	60	50	110	60
N solubile, g/kg N totale	467	490	-	-	-	-
UF latte	-	-	0,83	0,81	0,75	0,75

\* Potere tampone, \*\* Carboidrati solubili in acqua (zuccheri)

Dalla Tab. 2.1-2.2 (b), relativa alle caratteristiche degli insilati, si osserva:

- fermentazione degli insilati in balloni fasciati buona già al tenore di SS del 27% nella prima ricerca;
- fermentazioni in minisili soddisfacenti già al tenore del 23% e ottima al 50% di SS (in tutti i casi elevato contenuto di acido lattico, normale il valore di acetico per la specie, basso o quasi nullo di butirrico);
- azoto solubile contenuto entro valori al di sotto dei 500 g/kg di NT, pure con valori di SS del 27 e del 31% (il valore di 500 g/kg è da considerare limite da non superare);
- con l'avanzare della maturazione dell'erba, ovvia restrizione delle fermentazioni degli insilati e diminuzione del valore energetico dei foraggi (dovuta all'abbassamento della digeribilità delle fibre).

**Ricerca 2.3, Valente e al., 1990<sub>a</sub> e 1990<sub>b</sub> e Ricerca 2.4, Ciotti e al., 1986. Contenuti: effetti dell'insilamento tardo autunnale di trifoglio pratense e di erba medica**

Si riferiscono i dati di due ricerche effettuate rispettivamente nel tardo e nel tardissimo autunno:

nella prima lo sfalcio fu eseguito il 10 ottobre e nella seconda a due date successive, il 27 novembre e il 10 dicembre. Nel primo caso si trattava di un abbondante ricaccio autunnale di trifoglio, stimato in 3 tonnellate di SS/ha, e nel secondo si approfittò di non trascurabili ricacci in due appezzamenti adiacenti di trifoglio pratense e di erba medica, stimati in 1,5 t SS/ha. Nella prima ricerca l'insilamento fu

effettuato sia in rotoballe fasciate poi conservate all'aperto sotto tettoia, sia in minisili, come controllo, tenuti al chiuso a temperatura attorno ai 20°C. Nella seconda ricerca l'insilamento fu solo in rotoballe, ma in questo caso esse furono isolate in grossi sacchi di polietilene (Ciotti e al., 1984) non essendo ancora presenti al momento delle prove, 1982, le macchine fasciatrici, comparse in Italia nel 1986 (Ciotti e Canale, 1987).

**Tabella 2.3-2.4 (a)** - Caratteristiche qualitative dell'erba di trifoglio pratense e di erba medica falciate in diverse date del tardo autunno (g/kg di SS se non diversamente indicato)

Ricerca	2.3		2.4			
	Trifoglio p.		Trifoglio p.		Medica	
	12.10	12.10	27.11	10.12	27.11	10.12
Data raccolta						
Ore dal taglio	0	25	1	50	1	50
SS, g/kg sul fresco	219	351	197	381	229	284
PT, mEq/100 g SS	39	42	34	30	29	31
Proteina grezza	231	225	250	213	219	244
CSA	80	83	128	167	-	158
Azoto solubile, g/kg N totale	141	142	186	188	312	399

Dalla Tab. 2.3-2.4 (a), relativa alle caratteristiche dell'erba, si osserva:

- moderato o basso potere tampone in tutti gli sfalci;
- elevatissimo contenuto di proteine in queste erbe giovani, che supera sempre mediamente il 23% della SS in entrambe le leguminose;
- elevatissimo contenuto di zuccheri negli sfalci di novembre e dicembre quando le basse temperature limitano la respirazione delle piante;
- moderati livelli di zuccheri nello sfalcio di ottobre dovuti alla perdurante siccità del periodo precedente lo sfalcio stesso (che influenza anche la fotosintesi);
- discreta efficacia dell'appassimento di un giorno nel taglio di ottobre e di quello di due giorni nei tagli di novembre e dicembre.

**Tabella 2.3-2.4 (b)** - Caratteristiche degli insilati di trifoglio pratense ed erba medica a due livelli di sostanza secca realizzati in diverse date del tardo autunno (g/kg di SS se non diversamente indicato)

Ricerca	2.3				2.4			
	Trifoglio p.				Trifoglio p.		Medica	
	Minisili		Rotoballe		Rotoballe		Rotoballe	
	12.10	12.10	12.10	12.10	27.11	10.12	27.11	10.12
Ore dal taglio	0	25	0	25	1	50	1	50
SS, g/kg sul fresco	220	342	230	346	229	399	231	311
PH	4,2	4,7	5,5	6,0	5,8	5,9	5,0	5,8
Acido lattico	142	77	33	15	35	9	46	48
Acido acetico	32	24	24	5	16	3	11	4
Acido butirrico	0,1	1,0	4,6	0,2	11	2	3	2
Etanolo	5	10	14	9	27	32	25	17
CSA	8	19	14	55	33	91	42	104
N solubile, g/kg N totale	497	483	409	447	385	280	522	487
N-NH <sub>3</sub> , g/kg N totale	70	64	90	61	92	43	103	63

Dalla Tab. 2.3-2.4 (b), relativa alle caratteristiche degli insilati, si osserva:

- restrizione delle fermentazioni negli insilati in rotoballe della prima ricerca (bassa concentrazione di acido lattico, acidi grassi volatili e alcoli e conseguente alto pH) valutabile a circa 1/3 di quella nei minisili tenuti a temperatura sui 20°C e ovvia maggiore restrizione negli insilati in rotoballe di novembre e dicembre della seconda ricerca;
- particolare alta presenza di etanolo in tutti gli insilati in rotoballe, che indica un buon adattamento dei lieviti alle basse temperature, stante anche la limitata acidificazione che ne consente lo sviluppo e l'alta disponibilità di zuccheri non fermentati;
- alto tenore, come detto, di zuccheri residui negli insilati in rotoballe tenute all'aperto, soprattutto in quelli a più alta concentrazione di SS (tale caratteristica è particolarmente favorevole, durante l'alimentazione, all'attività della flora ruminale, che trova in essi pronta energia disponibile);
- basso tenore di azoto solubile negli insilati in rotoballe di trifoglio, soprattutto in quelli di novembre e dicembre, con valori tutti al di sotto dei 390 g/kg di NT, in confronto ai corrispondenti nell'erba medica, nei quali l'NS è attorno ai 500 g;
- buona appetibilità di tutti gli insilati offerti ancora freddi a manze in aprile;
- possibilità di conservare favorevolmente eventuali copiosi ricacci delle colture presenti nel tardo autunno, dotate di eccellenti qualità nutrizionali, purché gli insilati siano consumati prima del periodo caldo nel quale sarebbero soggetti a rapido deterioramento aerobico, stante la limitata fermentazione, l'alta presenza di zuccheri e l'elevata attività dei lieviti.



**Ricerca 2.5, Ciotti e al., 1985. Contenuti: insilamento di erba medica al primo taglio a tre livelli di appassimento**

Si tratta di una ricerca su medica realizzata ancora prima di quelle sul trifoglio sopra citate, insilando erba di primo taglio allo stadio di inizio fioritura e appassita a tre livelli di SS, dal 30 al 48%, e stivata in contenitori di 200 L.

**Tabella 2.5** - Caratteristiche dell'erba e degli insilati di medica appassita a tre livelli di contenuto di SS (g/kg di SS se non diversamente indicato)

Ore dal taglio	7	26	29
<i>Erba</i>			
SS, g/kg di fresco	298	379	480
pH	5,75	5,78	5,74
PT, mEq/100 g SS	64	34	28
Proteina grezza	168	179	173
CSA	85	96	109
N Solubile, g/kg NT	250	330	340
<i>Insilati</i>			
pH	4,95	4,86	5,48
Acido lattico	64	69	13
Acido acetico	21	13	3,8
Acido butirrico	6,2	0,1	0,3
CSA	4	19	81
N Solubile g/kg NT	700	720	680
N-NH <sub>3</sub> , g/kg NT	176	165	66

Dalla Tab. 2.5 si osserva, in merito alle caratteristiche dell'erba:

- tenore di zuccheri al taglio pari a 85 g/kg di SS, che appare moderato ma che è aumentato linearmente fino a 108 g col permanere del foraggio in campo per l'appassimento, fatto dovuto all'idrolisi di carboidrati superiori, fra i quali amidi di cui la specie è ricca (in una successiva nostra ricerca (Ciotti e al., 1989) è risultato egualmente un tenore dell'82% di zuccheri in erba di medica leggermente appassita al 25% di SS);
- potere tampone al taglio piuttosto elevato, 64 mEq/100 g di SS, ma che scende a 28 mEq con l'appassimento, fatto che, unitamente all'aumento degli zuccheri, fa aumentare le caratteristiche di insilabilità dell'erba fortemente appassita;
- solubilizzazione di composti azotati durante l'appassimento, con aumento dell'NS da 280 a 340 g/kg NT.

Dalla stessa tabella, in merito alle caratteristiche degli insilati, si osserva:

- buone caratteristiche di fermentazione dell'insilato di medica a partire dall'appassimento del 38% di SS;
- elevata degradazione proteica, evidenziata dall'alto tenore di NS, attestato attorno a 700 g/kg di NT anche al più spinto appassimento del 48% di SS, dovuta al non sufficiente rapido e basso calo del pH, caratteristico per la specie;
- contemporaneo alto tenore di ammoniaca, che però si attenua al più elevato livello di appassimento.



4 - Lentissima crescita del trifoglio in consociazione col frumento e, sotto (5), il campo di frumento dove il trifoglio è consociato, 2 luglio 2017



## CAPITOLO 3

# La sperimentazione internazionale sulla qualità degli insilati di erba medica e di trifoglio pratense

A partire dai medesimi anni 1980, nei quali effettuavamo le ricerche sul trifoglio pratense, anche in campo internazionale si accentuava l'interesse alla sperimentazione sulle leguminose capaci di dare protezione alle proteine. Inizialmente era valutato lo stesso parametro indicante la solubilizzazione proteica (NNP); in seguito le analisi furono estese alle frazioni proteiche secondo il nuovo sistema Cornell (Cornell Net Carbohydrate and Protein System, CN-CPS; Sniffen e al., 1992), che fornisce un più particolareggiato giudizio sulla potenziale utilizzazione delle frazioni stesse ed evidenzia i singoli componenti del complesso non proteico solubile (peptidi, aminoacidi liberi, ammoniaca, ecc.).

Sono sette le ricerche, sotto questi aspetti riguardanti confronti fra erbe e insilati di medica e di trifoglio pratense, le quali confermano e ampliano i risultati esposti nel precedente capitolo 2.

Da esse si evidenzia che i contenuti di carboidrati solubili in acqua (CSA) dell'erba al taglio variano da 63 a 123 g/kg di SS per la medica e da 97 a 143 per il trifoglio, quindi mediamente maggiori questi ultimi del 31%. Nelle ricerche internazionali del presente capitolo non sono invece apparsi dati sul potere tampone nei due foraggi, ma possiamo citarne altri, come quelli esposti nel classico testo di McDonald e Henderson (1991) che riportano 472 mEq/kg di SS per la medica e 350 per il trifoglio pratense, inferiore del 35%.

In relazione a tali buone caratteristiche di insilabilità, sono confermate le buone fermentazioni dell'insilato di trifoglio ai tenori del 25-30% di SS e quelli del 35-40% della medica per ottenere le stesse validità fermentative, ed è evidente la più rapida caduta del pH negli insilati di trifoglio e che si attesta a valori più bassi. È altresì confermata, rispetto alla medica, la più elevata acquosità, il minore contenuto di proteine grezze al primo taglio del trifoglio ed è evidenziato il modesto maggiore tenore negli insilati di trifoglio di ADIP (proteine insolubili nel detergente acido, cioè inutilizzabili dall'animale).

Nei riguardi della degradazione proteica, sono confermati da tutte le ricerche contenuti di componenti proteici solubili (NNP) molto superiori già nell'erba di medica rispetto a quella di trifoglio che si amplificano con l'insilamento, raggiungendo generalmente valori ben oltre i 600 g di NNP/kg di NT negli insilati di medica e di

300-400 g in quelli di trifoglio ai normali contenuti di SS. Per l'erba medica occorrono quindi appassimenti oltre il 50% di SS per ottenere valori di NNP alla soglia accettabile di 500 g/kg di NT.

Le ricerche evidenziano inoltre, con le analisi del sistema Cornell, una netta concentrazione negli insilati di medica delle frazioni A e B1 più solubili delle proteine e spostamento verso quelle meno solubili, B2 e B3, in quelli di trifoglio (ricerche 3.5 e 3.6), che presuppongono in questo secondo caso una più equilibrata utilizzazione dell'azoto degli insilati da parte della flora ruminale.

Interessanti osservazioni collaterali riguardano in particolare, e indipendentemente dai valori assoluti, in primo luogo

la lenta degradazione proteica nell'insilato di trifoglio pratense (ricerca 3.4), che suggerisce di preferire, sul piano applicativo, il consumo di tali insilati prima di quelli di medica, quando coesistenti nella stessa azienda, al fine di usufruire di un addizionale vantaggio della protezione fenolica che, appunto, rallenta la degradazione. Altro aspetto è la opportunità, sempre sul piano applicativo, di insilare in miscuglio trinciati di erba medica e trifoglio, sempre quando coesistenti e alla stessa maturazione, usufruendo della capacità di trasferimento della protezione fenolica proteica dal trifoglio pratense all'erba medica fermentanti congiuntamente (ricerca 3.5).

Sono ora riportati in dettaglio i risultati delle singole ricerche.



6 e 7 - Immediata crescita del trifoglio dopo la mietitura del frumento, 20 luglio 2017

**Ricerca 3.1**, Papadopolus e McKensie, 1983 (Guelph, Ontario, 43° 54' N) e **Ricerca 3.2**, Owens e al., 1999) Università del Wisconsin (Arlington, Wisconsin, 43°18' N). Contenuti: caratteristiche dell'erba al taglio e appassita e degli insilati di medica e trifoglio pratense

Si riferisce di due ricerche effettuate con la medesima impostazione di analisi dei principali parametri qualitativi sull'erba al taglio dopo l'appassimento e sui corrispondenti insilati al primo e al secondo taglio di medica e trifoglio pratense agli stadi tra bottoni fiorali e inizio fioritura. I risultati analitici, benché relativi a luoghi e anni differenti, sono coerenti fra le due ricerche e molto simili fra loro, pertanto li riportiamo come media dei due. Essi pe-

raltro confermano nelle linee essenziali quanto già emerso dalle nostre ricerche riferite nel precedente capitolo 2.

**Tabella 3.1-3.2** - Caratteristiche dell'erba al taglio e appassita e degli insilati di erba medica e trifoglio pratense al primo e secondo taglio stagionale (medie delle due ricerche) (g/kg di SS se non diversamente indicato)

Ore dal taglio	Erba al taglio		Erba appassita		Insilati	
	ME	TP	ME	TP	ME	TP
<i>1° taglio, 27 maggio</i>						
SS, g/kg sul fresco	199	139	357	301	353	290
CSA	111	138	96	127	15	23
NNP, g/kg NT	119	102	218	149	639	330
<i>2° taglio, 10 luglio</i>						
SS, g/kg sul fresco	208	203	460	440	459	440
CSA	63	88	66	99	12	24
NNP, g/kg NT	150	94	219	117	570	277

**Ricerca 3.3**, Jones e al., 1995, **Ricerca 3.4**, Dong e al., 2018 e **Ricerca 3.5**, Scherer e al., 2018 (Bonn, DL, 51° N). Contenuti: evoluzione della degradazione proteica negli insilati di erba medica e di trifoglio pratense

Si tratta di tre ricerche, realizzate in anni molto diversi, che analizzano l'evoluzione della proteolisi (solubilizzazione dell'N) nel corso dell'insilamento della medica e del trifoglio pratense (oltre ad altre specie e tesi qui non riportate). Nella prima ricerca era insilata erba fresca e l'evoluzione dell'insilato fu seguita per un periodo di 7 giorni (entro i quali

si ritiene che avvenga la maggiore parte dell'intero processo proteolitico quando è insilata erba fresca al taglio (Muck, 1987)). Nella seconda era invece insilata erba appassita, attorno al 28% di SS, e le analisi protratte per 30 giorni (stante il più lento processo proteolitico dovuto alla maggiore concentrazione del materiale vegetale). Nella terza ricerca l'erba era più appassita, la medica al 37% di SS e il trifoglio al 30% e l'insilamento protratto fino al 120° giorno.

In tutti gli insilati era seguito l'andamento del contenuto di azoto non proteico nel suo complesso (NNP) e dei suoi componenti amminoacidi liberi (AAL) e ammoniaci (N-NH<sub>3</sub>), e nella prima anche la caduta del pH. Nella seconda ricerca, oltre gli insilati di medica e trifoglio, era presente anche l'insilato

Dalla Tab. 3.1-3.2, in merito alle caratteristiche dell'erba e degli insilati, si osserva:

- maggiore acquosità dell'erba di trifoglio al primo taglio rispetto a quella di medica (tenore di SS 14 e 20% rispettivamente) e conseguente più lento appassimento (tenore di SS degli insilati rispettivamente 29 e 35%);
- maggiore contenuto di zuccheri nel trifoglio rispetto alla medica in entrambi i tagli;
- minore solubilizzazione delle proteine (NNP) del trifoglio. La proporzione di NNP sull'NT nella medica, già superiore nell'erba fresca, risulta il doppio di quella del trifoglio negli insilati, rispettivamente 639 e 330 g/kg di NT nel primo taglio e 570 e 277 g/kg nel secondo).

del miscuglio delle due leguminose, nel rapporto 1:1, in quanto il principale scopo di tale sperimentazione era quello di verificare se la protezione data dai polifenoli alle proteine del trifoglio potesse estendersi anche alla medica in miscela col medesimo nel silo.

Nei riguardi della prima ricerca 3.3 va ancora evidenziato che la raccolta delle due specie fu eseguita in autunno e nello stesso giorno, che entrambe erano allo stadio di inizio emissione bottoni fiorali con contenuti di PG rispettivamente del 25 e del 22% sul secco, ma la medica era al 4° taglio e il trifoglio solo al 3° a causa del maggiore distanziamento fra i suoi rispettivi tagli stagionali, come verrà più estesamente discusso nel capitolo 5.

**Tabella 3.3** - Evoluzione della degradazione proteica dell'erba insilata fresca di medica e di trifoglio pratense entro 7 giorni di conservazione (g/kg di SS)

	PH		NNP		AAL		NNH3	
	EM	TV	EM	TV	EM	TV	EM	TV
Giorno 0	6,30	6,12	145	115	47	35	6,7	3,5
Giorno 1	5,40	5,02	483	327	261	144	34	35
Giorno 3	4,85	4,46	588	408	409	254	60	49
Giorno 7	4,86	4,36	729	458	528	325	91	63



Dalla Tab. 3.3 sugli insilati di erba, relativamente a questa prima ricerca, si osserva:

- più rapido e più profondo abbassamento del pH nel trifoglio rispetto che nella medica, ma che per entrambi gli insilati non scende al valore di 4,0 dopo 7 giorni, e che quindi tale relativamente alto pH non ha esercitato protezione sulla proteolisi, come in parte invece avviene con una acidificazione più intensa, sotto il 4,0;
- alla fine del 1° giorno la solubilizzazione delle proteine raggiunge già più del 60% dell'estensione totale al 7° giorno;
- rilevanti sono le differenze di pH al giorno 7 fra insilato di medica e di trifoglio, rispettivamente 4,86 e 4,36, e di solubilizzazione proteica, 729 e 458 g/kg NT; in ogni caso gli AAL rappresentano la maggior parte dei composti azotati solubilizzati.

**Tabella 3.4** - Evoluzione della degradazione proteica, entro 30 giorni di conservazione, negli insilati di medica, di trifoglio pratense e del loro miscuglio appassiti attorno al 27% di SS (g/kg di SS)

	NNP			AAL			NNH3		
	ME	Misc.	TP	ME	Misc.	TP	ME	Misc.	TP
Giorno 0	170	159	150	62	49	39	11	10	9
Giorno 3	417	322	289	168	99	86	47	46	44
Giorno 7	509	392	361	183	121	103	68	63	66
Giorno 30	539	432	397	249	155	139	105	80	79

**Tabella 3.5** - Evoluzione fino al 130° giorno della degradazione proteica negli insilati di erba medica e di trifoglio pratense, appassiti rispettivamente al 37 e al 30% di SS durante 120 giorni di conservazione (g/kg di SS)

Giorni	NNP		N-NH3	
	ME	TV	ME	TV
Giorno 0	370	230	15	15
Giorno 30	760	390	60	40
Giorno 60	780	410	75	45
Giorno 120	790	460	90	49

**Ricerca 3.6**, Nadeau e al., 2016 (Svezia, 57°36' N) e **Ricerca 3.7**, Grabber e Coblenz, 2009 (Madison, Wisconsin, 43° 08 N). Contenuti: analisi col sistema Cornell di insilati di erba medica e di trifoglio pratense

**Tabella 3.6-3.7** - Analisi col sistema Cornell di insilati di medica e di trifoglio derivati rispettivamente da erba fresca e da erba appassita al 35% di SS (g/kg di SS)

Insilati	di erba fresca						di erba appassita	
	1° taglio 15.6		2° taglio 26.7		3° taglio 4.9		Medie	
	ME	TP	ME	TP	ME	TP	ME	TP
PG	191	186	207	141	247	221	221	206
<i>Frazione delle PG</i>								
A, solubili (non proteiche)	421	283	421	211	432	256	681	466
B1, rapidamente degradabile	21	17	19	28	24	17	53	49
B2, mediamente degradabile	431	305	415	239	416	267	198	342
B3, lentamente degradabile	82	337	99	457	79	408	34	112
C, ADIP non utilizzabili	47	58	46	66	45	52	34	31



9 - Particolare della coltura del trifoglio durante la falciatura, 15 maggio 2018

Dalla Tab. 3.4 sugli insilati di erba appassita, relativamente a questa seconda ricerca, si osserva:

- maggiore estensione della proteolisi dopo 30 giorni nell'insilato di medica rispetto a quello di trifoglio, pari rispettivamente a 539 e 397 g di NNP/kg di NT;
- effettivo trasferimento nella medica dell'effetto protettivo dei polifenoli del trifoglio in quanto tutti i valori di proteine solubilizate (NNP) e dei loro componenti, amminoacidi liberi e ammoniaci, sono molto prossimi a quelli del trifoglio e, nella quasi totalità, non statisticamente differenti. A nostro avviso una qualche incertezza sussiste per la piena validità di questa deduzione sul piano applicativo perché la sperimentazione è stata condotta su insilati ancora un po' acquosi, attorno al 28% di SS, condizione nella quale l'attività dei polifenoli è massima, consentendo a questi la massima dissoluzione nell'ambiente umido del silo. Occorrerebbe pertanto verificare la validità del fenomeno ad appassimenti superiori, almeno del 30-35% di SS. L'argomento è comunque interessante data l'estensione della coltura dell'erba medica negli allevamenti italiani e la possibilità che si verificino maturazioni contemporanee delle due colture eventualmente coesistenti nell'azienda e quindi l'opportunità di miscelarne le erbe.

so relativamente alla prima ricerca, mentre per la seconda sono riportate le medie del primo e secondo taglio in due anni, come esposto nel lavoro originale.

Dalla Tab. 3.6-3.7, relativa agli insilati di erba fresca e di erba appassita, si osserva:

- risultati del tutto analoghi nei tre tagli della ricerca 3.6 sulle erbe, nelle quali la frazione A, componenti solubili, è nella medica quasi il doppio che nel trifoglio, in media 425 g/kg di NT contro 250 g, e la frazione B3, proteine lentamente solubili, è nel trifoglio 7-8 volte superiore a quella della medica, in media 401 g/kg di NT contro 46 g;
- componenti solubili molto superiori e componenti lentamente solubili molto inferiori negli insilati della seconda ricerca 3.7 rispetto a quelli delle erbe della ricerca precedente, ferme restando le differenze a favore degli insilati di trifoglio. Da questi risultati si deduce la nozione che il valore proteico dell'erba è superiore a quello dei rispettivi insilati (superiorità anche intrinseca nei fieni, peraltro ben conosciuta, nei quali la degradazione ha luogo solo durante l'essiccamento in campo, in misura lieve se realizzata in buone condizioni ambientali e con buona tecnica).

Osservazioni aggiuntive:

- si tiene in evidenza che la degradazione proteica degli insilati ha luogo primariamente ad opera degli enzimi della pianta che possono continuare ad agire in funzione dell'umidità del materiale accumulato e che è limitata e poi arrestata solo dal rapido abbassamento del pH;
- quando i valori della frazione B3, lentamente solubile, delle proteine sono molto bassi, come evidenziato nelle presenti ricerche per gli insilati di medica, si tratta di proteine delle pareti cellulari, poco mobilitabili e quindi di minore valore nutrizionale;
- si notino le date dei tre tagli stagionali della prima ricerca 3.6 effettuata in Svezia e riportate in tabella che, se confrontate con quelle possibili in Pianura Padana, normalmente sei, sottolineano le più favorevoli condizioni ambientali e le maggiori potenzialità produttive di quest'ultimo ambiente.

## Capitolo 4

# La sperimentazione sulle lattifere

Una serie di ricerche è stata effettuata per verificare se le migliori caratteristiche generali dell'insilato di trifoglio pratense rispetto all'insilato di erba medica constatate dalle analisi chimiche potessero tradursi in differenti e migliori prestazioni produttive delle bovine.

Si tratta di ricerche complesse che devono assicurare insilati delle due specie ottenuti in opportune fasi dei rispettivi cicli vegetativi, in modo da ottenere foraggi non troppo dissimili per contenuti di proteine e fibre. Occorre poi gestire la sperimentazione per almeno un mese di rilievi produttivi su gruppi numerosi di bovine, alcune delle quali cannulate per controllare il transito ruminale e intesti-

nale dei componenti nutritivi in esame. Si sottolinea la difficoltà nell'organizzare il sistema colturale sperimentale per via dei vari condizionamenti ambientali e di gestione non sempre bene equilibrabili.

Le ricerche qui riportate sono state effettuate con diete complete anche dei concentrati, analoghe a quelle applicate nelle realtà aziendali. I due principali centri di ricerca realizzatori di tali sperimentazioni sono l'US Dairy Forage Research Centre di Madison, Wisconsin, USA, e l'Institute of Grassland and Environmental Research di Aberystwith, UK.

In questa disamina, oltre al confronto del trifoglio con l'erba medica, è compresa anche una ricerca, la sola che abbiamo

individuato, che confronta diete a base di trifoglio pratense con quelle a base di loglio italico, ricerca da ritenere interessante, sebbene effettuata su erba fresca, in quanto questa graminacea è largamente presente come erbaio insilato nelle aziende italiane a lattifere. Riportiamo inoltre alcune ricerche nelle quali le diete a base di insilati di trifoglio pratense erano confrontate con quelle di insilati di loglio perenne, graminacea invece da sempre fondamentale nel Centro Europa, dove peraltro sono state effettuate dette sperimentazioni. Tale specie ha caratteristiche simili a quelli del loglio italico e quindi con possibili risultati sussidiari interessanti per i nostri ambienti.

Nella disamina sono comprese cinque ricerche confrontanti diete a base di insilati di trifoglio pratense e di medica, per un totale di 13 esperimenti, una ricerca che paragona diete a base di erba di trifoglio con quelle a base di loglio italico e due ricerche confrontanti diete a insilati di trifoglio con quelle a loglio perenne.

I risultati del confronto fra diete a base di insilati di erba medica e di trifoglio pratense, che per primi sintetizziamo, sono assai complessi e differenziati. Infatti l'ingestione di sostanza secca delle diete con l'insilato di trifoglio è risultata uguale a quella con la medica in 5 esperimenti su 13 e inferiore in 8, mentre la produzione latteica è stata equivalente in 6 esperimenti, superiore in 3 e inferiore in 4, ma in tutti i casi in cui la produzione latteica è risultata inferiore, si è avuto, a bilanciamento energetico, maggiore aumento di peso corporeo delle bovine durante il periodo sperimentale e ciò anche in casi di pari o superiore produzione latteica. Queste



10 - Le andane del trifoglio dopo la falciatura, 15 maggio 2018

risposte animali differenziate per produzione latteica e/o peso corporeo in concomitanza con le minori ingestioni di SS, sono state spiegate dagli autori (Broderick e al. 2001, ricerca 4.3) col fatto che la sazietà per l'alimento non è tanto determinata dalla quantità di SS ingerita, quanto dall'entità di sostanza organica digeribile ingerita. Questa spiegazione è in accordo col fatto che in tutti gli esperimenti esposti è risultata sempre una maggiore digeribilità dei componenti nutrizionali delle diete con trifoglio rispetto a quelle con la medica, digeribilità determinata sia in vitro sui foraggi, sia soprattutto sul transito duodenale degli animali cannulati, con aumenti varianti dal 4,7 al 28,2% per la

SO, dal 21,2 al 44,5% per l'NDF, dal 16,5 al 24,6% per l'ADF e dal 29,9 all'80,3% per le emicellulose, mentre per i composti azotati la digeribilità è variata da -18,7 a +13,0% a seconda delle ricerche.

L'insieme dei suddetti risultati è confermato da quanto emerso dalle due ricerche 4.2 e 4.3 effettuate da Broderick e al. (2000 e 2001), nell'ambito delle quali fu calcolato il bilancio fra energia netta richiesta per le prestazioni degli animali, produzione latteica e differenze di peso corporeo, ed energia fornita dagli alimenti delle diete. Ne è risultato un contenuto energetico, o potenziale energetico, dell'insilato di trifoglio superiore dell'11,0% nella prima ricerca e del 18,1%

nella seconda rispetto a quello della medica, ma i risultati della seconda, effettuata successivamente alla prima, sono ritenuti più prossimi alla realtà per imperfezioni nella prima ricerca. Gli unici aspetti che crediamo non siano del tutto favorevoli è che questa extra energia dell'insilato di trifoglio in alcuni casi sia andata a favore di aumento del peso corporeo (probabilmente di grasso) anziché di produzione latteica, e che talora il contenuto di grasso o di proteine del latte sia stato tendenzialmente inferiore con le diete a base di trifoglio. Questa problematica pensiamo possa chiarirsi meglio con una adeguata sperimentazione che tenga anche conto della notevole variabilità esistente tra le

molteplici cultivar e i numerosi ecotipi delle due specie presenti nei nostri areali, in combinazione con una vasta esperienza aziendale.

Per quanto riguarda il confronto di diete con insilati di trifoglio e di loglio perenne, la leguminosa ha dato in entrambe le ricerche svolte (4.6 e 4.7) maggiore ingestione di SS e produzione di latte rispetto alle diete con la graminacea, ma con diminuzione di peso corporeo nella seconda ricerca e, in ogni caso, con tendenza a maggiore dispersione di azoto nell'ambiente attraverso feci e urine. Anche il confronto con erba di loglio italico ha dato maggiore ingestione con l'erba di trifoglio e leggera maggiore produzione

di latte, ma con ancora più elevata dispersione nell'ambiente di N attraverso le feci e soprattutto le urine.

Sono ora riportati i dati delle singole ricerche.

**Ricerca 4.1**, Hoffman, 1997 (Arlington, Wisconsin, 43°18' N) e **Ricerca 4.2**, Broderick e al. 2007 (Madison, Wisconsin, 43°08' N). **Contenuti: confronto fra diete a base di insilati di erba medica e di trifoglio pratense offerte a lattifere**

Sono due ricerche effettuate a dieci anni di distanza fra loro di cui quella del 1997 è stata la prima sulla verifica delle prestazioni produttive delle bovine, in particolare su nuclei di 15 e di 16 capi con

disegni sperimentali a quadrato latino molto simili. In entrambe le ricerche il confronto era fra diete a base di insilati di erba medica e di trifoglio pratense appassiti al 40-45% di SS (come consuetudine negli USA per l'insilamento di queste leguminose) e comprensive di concentrati nella proporzione dal 42 al 50% a seconda dello stadio di sviluppo delle colture al momento del taglio.

La prima ricerca comprende due esperimenti ripetuti per due anni, di cui diamo di ogni anno i risultati medi dei due esperimenti annuali, e la seconda ricerca comprende due esperimenti, con gli stessi insilati, entrambi qui evidenziati. La seconda ricerca, effettuata anni dopo la prima, è più ricca di informazioni, infatti dei foraggi sono riportati i valori dell'azoto non proteico (NNP) e della frazione B3 delle proteine secondo Cornell e, mentre nella prima ricerca la digeribilità era semplicemente stimata in vitro sugli insilati, nella seconda la digeribilità era valutata nei singoli componenti delle diete e analizzata in vivo sui flussi duodenali delle bovine cannulate.

**Tabella 4.1-4.2 (a)** - Caratteristiche degli insilati utilizzati nelle diete offerte alle bovine nelle due ricerche (g/kg di SS se non diversamente indicato)

Ricerca	4.1				4.2	
	a) 1° anno		b) 2° anno		c) e d)	
	2ME	TP	ME	TP	ME	TP
SS, g/kg sul fresco	375	401	463	452	418	434
PG	187	201	151	157	246	181
NDF	405	375	491	432	394	414
ADF	314	267	394	343	296	271
IVDMD*	779	852	762	796	-	-
NNP, g/kg NT	-	-	-	-	499	271
Frazione B3, g/kg NT	-	-	-	-	39	207

\* Digeribilità in vitro della sostanza secca

Dalla Tab. 4.1-4.2 (a), relativa alle caratteristiche degli insilati impiegati nelle diete, si osserva:

- differenze nella prima ricerca 4.1 di contenuti nutritivi fra le prove del primo anno in confronto a quelle del secondo, chiaramente dovute alla maggiore maturità dei foraggi nel secondo;
- differenze sensibili di contenuto di PG nella seconda ricerca 4.2 fra insilati di erba medica e di trifoglio, 246 g/kg di SS contro 181 g;
- maggiore digeribilità in vitro della SS dell'insilato di trifoglio nella prima ricerca, pari in media a 771 g/kg di SS nell'insilato di medica e 824 g in quello di trifoglio;
- minore degradazione delle proteine (NNP) dell'insilato di trifoglio nella seconda ricerca, che è pari alla metà di quella della medica, e conseguente maggiore contenuto di frazione proteica B3 (lentamente degradabile e in gran parte bypassante) pari a cinque volte quello della medica.

**Tabella 4.1-4.2 (b)** - Risultati produttivi delle bovine alimentate con le diete a base di insilati di medica e di trifoglio pratense e comprensive tra il 42 e il 50% di concentrati nelle due ricerche

Ricerca	4.1				4.2			
	a) 1° anno		b) 2° anno		c) Prova 1		d) Prova 2	
	ME	TP	ME	TP	ME	TP	ME	TP
Ore dal taglio								
Ingestione di SS, kg/d	21,1	21,4	20,2	18,7	24,0	24,9	24,0	22,8
Produzione latte, kg/d	31,9	32,1	30,5	30,1	30,3	30,0	33,3	31,1
Gasso nel latte, %	3,87	3,76	3,78	3,82	4,20	3,95	3,99	3,86
Proteine nel latte, %	3,29	3,22	3,26	3,19	3,40	3,29	3,26	3,18
Efficienza, kg latte/kg SS	1,51	1,50	1,51	1,61	1,26	1,21	1,39	1,36
Guadagno peso bovine, kg/d	-	-	-	-	11	2	3	2
Digeribilità apparente diete, %								
Sostanza organica (SO)	-	-	-	-	58,1	63,5	59,3	60,8
NDF	-	-	-	-	35,5	53,2	37,2	48,5
ADF	-	-	-	-	40,6	55,2	40,2	50,9
Emicellulose	-	-	-	-	24,3	49,0	30,5	41,1
PG	-	-	-	-	55,8	46,0	56,5	51,4
Ingestione di N, g/d	-	-	-	-	-	-	640	641
Escrezione urinaria di N, g/d	-	-	-	-	-	-	204	151

Dalla Tab. 4.1-4.2 (b), relativa alle prestazioni delle bovine, si osserva:

- risultati differenziati fra le quattro sperimentazioni complessivamente comprese nelle due ricerche, non interamente spiegate dalla composizione dei foraggi ma riconducibili, come si vedrà più avanti, a una stessa sintesi;

- nella prima sperimentazione a) uguale ingestione fra diete con medica e con trifoglio ed eguale produzione latte, con conseguente uguale efficienza produttiva latte (kg di latte/kg di SS ingerita); nella seconda sperimentazione b) minore ingestione col trifoglio ma eguale produzione latte, da cui deriva una maggiore efficienza produttiva con il trifoglio (1,61 contro 1,51); nella terza spe-

rimentazione c) maggiore ingestione col trifoglio (+0,9 kg di SS), uguale produzione latte e maggiore incremento di peso corporeo (0,64 kg/giorno contro 0,31); nella quarta ricerca d) minore ingestione col trifoglio e minore produzione latte ma maggiore incremento di peso corporeo (0,63 kg/giorno contro 0,23 kg). In sintesi, si è verificata maggiore o eguale efficienza produttiva latte con le diete con trifoglio rispetto a quelle con la medica, ma rilevante maggiore aumento di peso corporeo col trifoglio nei casi di parità di efficienza latte, dimostranti, nel complesso, maggiore energia contenuta nelle diete con insilati di trifoglio;

- spiegazione dei suddetti risultati con la maggiore digeribilità dei componenti nutrizionali, soprattutto delle fibre, delle diete a base di trifoglio rispetto a quelle a base di medica. Infatti nella seconda ricerca 4.2 si aveva in media con le diete con insilati di trifoglio digeribilità pari a +5,9% per la SO, +40% per l'NDF, +33% per l'ADF e +59% per le emicellulose, ma -23% per le proteine, in parte dovuto alla maggiore proporzione di ADIP (proteine insolubili nel detergente acido) nell'insilato di trifoglio. Nella prima ricerca era già maggiore la digeribilità della SS dell'insilato di trifoglio determinata in vitro, pari a +6,9%;
- lieve tendenza a minori concentrazioni di grasso e di proteine del latte nelle diete con l'insilato di trifoglio rispetto a quelle con l'insilato di medica.

**Ricerche 4.3 e 4.4**, Broderick e al., 2000 e 2001 (Madison, Wisconsin, 43°08' N). Contenuti: confronto fra diete a base di insilati di erba medica e di trifoglio pratense offerte a lattifere

Queste due ricerche, benché effettuate dagli stessi autori della precedente 4.2 ed impostate con analoghe modalità sperimentali, le riferiamo separatamente perché, oltre a fornire ulteriori dati di prestazioni produttive delle bovine, evidenziano calcoli di bilancio fra energia netta richiesta dalle prestazioni degli animali ed energia fornita dagli insilati. La seconda ricerca fu effettuata per ottenere insilati delle due specie, medica e trifoglio pratense, con migliori proporzioni di proteine grezze fra loro, che erano risultate molto differenziate nella precedente ricerca e tali da inficiare l'equilibrio delle razioni.

Procedendo con ordine, precisiamo che la prima ricerca comprende 3 esperimenti e la seconda quattro, realizzati questi ultimi in due anni successivi. Gli autori presentano i risultati della prima ricerca già come medie delle tre sperimentazioni, e qui mediamo anche quelli della seconda in quanto coerenti fra loro e senza apparenti interazioni. In entrambe le ricerche i foraggi rappresentavano circa il 60% delle diete.



11 - Fase di caricamento e compattazione del trifoglio nella trincea, 18 maggio 2018

**Tabella 4.3-4.4 (a)** - Caratteristiche medie degli insilati delle due ricerche impiegati nelle diete offerte alle bovine in esperimento (g/kg di SS se non diversamente indicato)

Ricerca	4.3		4.4	
	ME	ITP	ME	ITP
SS, g/kg di fresco	392	418	443	324
pH	-	-	4,58	4,46
PG	213	177	204	185
NDF	421	429	455	448
ADF	327	316	362	336
ADIN	-	-	35	51
NNP, g/kg NT	509	341	572	400
N-AA, g/kg NT	295	157	296	211
N-NH3, g/kg	87	59	108	105

Dalla Tab. 4.3-4.4 (a), relativa alle caratteristiche degli insilati impiegati nelle diete, si osserva:

- forte differenza, come detto, di contenuto di PG fra le due leguminose nella prima ricerca, 213 e 177 g/kg di SS rispettivamente nella medica e nel trifoglio, in gran parte corretta nella seconda ricerca;
- consueta maggiore solubilizzazione delle proteine negli insilati di medica, +46% in media per l'NNP e +64% per gli amminoacidi liberi, rispetto a quella di trifoglio;
- maggiore proporzione di ADIP (proteine non utilizzabili) nell'insilato di trifoglio, 51 g/kg di SS rispetto a 35 g nella medica).

**Tabella 4.3-4.4 (b)** - Risultati produttivi medi relativi alle bovine alimentate con le due diete a base di insilati di erba medica e di trifoglio e comprensive del 40% circa di concentrati nelle due ricerche

Ricerca	4.3		4.4	
	ME	ITP	ME	ITP
Ingestione dieta, kg SS/d	21,9	20,7	24,5	22,4
Produzione latte, 3,5% kg/d	32,5	30,8	31,5	31,8
Grasso nel latte, %	3,60	3,38	3,33	3,24
Proteine nel latte, %	2,91	2,88	3,19	3,16
Efficienza, kg latte/kg SS	1,48	1,49	1,29	1,42
MUN*, mg N/dL	14,4	9,0	13,6	9,2
Cambio peso corporeo, kg/d	-0,13	0,20	0,34	0,30
<i>Digeribilità apparente diete, %</i>				
SO	63,0	65,8	62,4	69,4
NDF	43,0	51,7	43,4	52,6
ADF	44,3	51,6	45,0	51,9
Emicellulose	38,8	50,4	39,0	54,2
N	62,1	52,3	54,3	58,0

Dalla Tab. 4.3-4.4 (b) relativa alle prestazioni delle bovine, si osserva:

- minore ingestione di SS delle diete con l'insilato di trifoglio in entrambe le ricerche e produzione di latte inferiore nella prima ricerca ed uguale nella seconda, con conseguente eguale efficienza produttiva latte nella prima ricerca e superiore nella seconda (1,29 contro 1,42 kg latte/kg di SS ingerita);
- compenso energetico della minore produzione latte nella prima ricerca con aumento di peso corporeo, pari a +0,33 kg/giorno rispetto alla dieta con medica;
- lieve tendenza con l'insilato di trifoglio a minore concentrazione di proteine e grasso nel latte;
- bassi in assoluto i contenuti di azoto ureico nel latte (MUN) con entrambe le leguminose, ma inferiori con il trifoglio (in media rispettivamente 14,0 e 9,1 g/L);
- digeribilità apparente in vivo della sostanza organica e delle fibre nettamente superiore nelle diete con trifoglio, pari mediamente nelle due ricerche a +7,7% per la SO, +21% per NDF, +16% per ADF, +34% per le emicellulose e -19%, solo nella prima ricerca, per l'azoto;
- spiegazione della sopraddetta minore ingestione delle diete col trifoglio data dal fatto che la sazietà

per l'alimento non è tanto determinata dalla quantità di SS ingerita, quanto dall'entità di sostanza organica digeribile ingerita (come dimostrato dai dati sulla digeribilità dei componenti nutrizionali delle diete).

**Tabella 4.3-4.4 (c)** - Contenuto di energia netta latte degli insilati di erba medica e di trifoglio pratense stimato per differenza dai dati energetici relativi alla ingestione di alimento e alle prestazioni delle bovine, nelle due ricerche

Ricerca	4.3		4.4	
	ME	ITP	ME	ITP
<i>EN<sub>L</sub> richiesta dalle prestazioni</i>				
Mantenimento, Mcal/d	9,5	9,5	10,0	10,0
Produzione latte, Mcal/d	22,7	21,1	22,5	22,4
Incremento peso, Mcal/d	-0,6	1,0	1,7	1,6
Richieste totali, Mcal/d	31,6	31,7	34,2	34,0
Ingestione totale, SS kg/d	21,9	21,7	24,4	22,4
Ingestione concentrati, kg/d	7,6	7,3	9,7	8,9
<i>EN<sub>L</sub> dei concentrati,</i>				
Mcal/kg SS	1,88	1,88	1,88	1,88
ENL dai concentrati, Mcal/d	14,3	12,7	18,2	16,7
Ingestione insilati, kg/d	14,3	13,4	14,8	13,5
EN <sub>L</sub> dagli insilati, Mcal/d	17,2	18,0	16,0	17,2
EN <sub>L</sub> dagli insilati, Mcal/kg SS	1,21	1,34	1,08	1,28
Trifoglio/medica, %	111,0		118,1	

Dalla Tab. 4.3-4.4 (c), relativa al bilancio energetico nelle due ricerche, si osserva:

- contenuto energetico superiore degli insilati di trifoglio pratense rispetto a quelli di medica, pari a +11,0% derivato dalla prima ricerca e +18,1% dalla seconda, ritenuta quest'ultima valutazione più probante della prima considerati gli sbilanci energetici delle diete ad essa relativi. I risultati derivano dai dati di complessivi sette esperimenti compresi nelle due ricerche. L'energia degli insilati è calcolata per differenza fra energia richiesta dalle prestazioni delle bovine (mantenimento, produzione latte e differenze di peso corporeo) ed energia contenuta nei concentrati ingeriti con le diete;
- spiegazione della maggiore energia degli insilati di trifoglio data dalla maggiore digeribilità dei suoi componenti nutrizionali, in particolare delle fibre.

**Ricerca 4.5**, Lee e al., 2009 (Aberystwyth, UK, 52°25' N). Contenuto: confronto fra diete a base di erba fresca di loglio italico e trifoglio pratense offerte a lattifere

Questa ricerca è l'unica nella quale il trifoglio pratense è confrontato con il loglio italico, ma eseguita con erba fresca falciata ogni giorno nel primo pomeriggio e trasferita in stalla dove era offerta a sei bovine cannulate che ricevevano anche 1 kg di concentrato al 18% di PG ad ognuna delle due mungiture giornaliere. Il prevalente scopo di questa ricerca era analizzare i contenuti di acidi grassi nel latte delle bovine e di cui si riferirà successivamente (ricerca 6.3).



**Tabella 4.5 (a)** - Composizione dell'erba di loglio italico e di trifoglio pratense impiegati nelle diete offerte alle bovine in esperimento (g/kg di SS se non diversamente indicato)

Insilati	LI	TP
SS, g/kg di fresco	160	130
CSA	223	109
PG	138	204
NDF	441	309

Dalla Tab. 4.5 (a), relativa alle caratteristiche delle erbe impiegate nelle diete, si osserva:

- elevato contenuto di zuccheri del loglio italico ed elevato contenuto di PG del trifoglio, accompagnato quest'ultimo da basso tenore di fibra.

**Tabella 4.5 (b)** - Ingestione, produzione di latte e bilancio dell'azoto con le diete a base di erba di loglio italico e di trifoglio pratense

Insilati	LI	TP
Ingestione SS, kg/d	18,7	19,6
Produzione latte, kg/d	32,1	32,7
Grasso nel latte, %	3,97	4,00
Proteine nel latte, %	3,11	3,18
<i>Ingestione di azoto, g/d</i>		
Ingestione da foraggio	385	581
Ingestione totale	441	637
<i>Azoto espulso, g/d</i>		
nel latte	122	154
nelle feci	183	190
nelle urine	168	279

Dalla Tab. 4.5 (b), relativa alle prestazioni delle bovine, si osserva:

- lieve superiore ingestione di SS con la dieta a trifoglio, +0,9 kg/giorno, e lieve superiore produzione latte, +0,6 kg/giorno, rispetto alla dieta con loglio italico;
- pari contenuto di grasso e proteine del latte con le due diete;
- netta superiore ingestione di azoto con la dieta a trifoglio e conseguente superiore rilascio del medesimo nel latte e sua elevatissima espulsione nelle urine; è evidente che occorre un migliore bilanciamento nella razione del rapporto CSA:PG.

## 12 - Compressione del foraggio lungo la parete del silo

**Ricerca 4.6**, Dewhurst e al., 2003<sub>a</sub> e 2003<sub>b</sub> e **Ricerca 4.7**, Moorby e al., 2009 (Aberystwit, UK, 52°25' N, entrambe). Contenuti: confronto fra diete a base di insilati di loglio perenne e di trifoglio pratense offerte a lattifere

Due ricerche effettuate ad Aberystwit in Inghilterra al prevalente scopo di analizzare la qualità del grasso del latte (capitolo 6, ricerche 6.1 e 6.2), forniscono anche informazioni produttive sul confronto fra diete a base di insilati di trifoglio pratense e loglio perenne, graminacea tipica di quegli ambienti centro europei ma che per affinità tassonomica e qualitativa col loglio italico può dare indicazioni, per analogia, surroganti quelle mancanti per quest'ultima specie che interessa gli allevamenti italiani. La prima ricerca era svolta su 18 bovine in esperimento con diete comprensive di 8 kg di concentrati, la seconda su 24 bovine e diete con 4 kg di concentrati, in entrambe 8 animali erano cannulati per le analisi

duodenali dei nutrienti. Gli insilati erano appassiti attorno al 35% di SS.

**Tabella 4.6-4.7 (a)** - Caratteristiche medie degli insilati di loglio perenne e trifoglio pratense compresi nelle diete offerte alle bovine in esperimento (g/kg di SS se non diversamente indicato)

Ricerca	4.6		4.7	
	LP	TP	LP	TP
SS, g/kg di fresco	345	370	375	322
PG	122	156	206	194
NDF	419	321	439	461
ADF	321	332	290	374
pH	4,08	4,24	3,98	4,66
Acido lattico g/d	66	74	90	51

Dalla Tab. 4.6-4.7 (a), relativa alle caratteristiche degli insilati impiegati nelle diete, si osserva:

- contenuti nutrizionali alquanto variabili fra insilati delle due specie, nelle due ricerche;
- maggiore acidificazione in entrambe le ricerche



## 13 - Stesura del foglio di polietilene per la copertura dell'erba nel silo

degli insilati della graminacea rispetto a quelli di trifoglio, pari in media a 4,03 e 4,50, anche a parità di formazione di acido lattico, come evidenziato nella prima ricerca (come noto, le graminacee sono caratterizzate in generale da inferiore potere tampone rispetto alle leguminose).

**Tabella 4.6-4.7 (b)** - Risultati produttivi medi relativi alle bovine alimentate con le due diete a base di insilati di loglio perenne e di trifoglio e comprensive di 8 kg di concentrati nella prima ricerca e 4 kg nella seconda

Ricerca	4.6		4.7	
	LP	TP	LP	TP
Ingestione SS, kg/d	18,2	20,3	16,7	19,0
Latte, kg/d	24,9	28,1	25,2	26,1
Grasso nel latte, %	4,45	4,52	3,80	3,55
Proteine nel latte, %	3,26	3,14	3,08	2,93
Cambio peso bovine, kg/d	-	-	0,2	-1,0
Digeribilità della SS, %	72,0	68,7	72,8	64,1
Digeribilità dell'N, %	72,6	65,8	67,3	63,3
N escreto nelle feci, g/d	-	-	172	206
N escreto nelle urine, g/d	-	-	203	233

Dalla Tab. 4.6-4.7 (b), relativa alle prestazioni delle bovine, si osserva:

- maggiore ingestione di SS, in entrambe le ricerche, delle diete a base di trifoglio pratense rispetto a quelle a base di loglio perenne, in media e rispettivamente 17,5 e 19,7 kg SS/giorno, nonostante la maggiore digeribilità della SS delle diete a loglio



14 - Stesura del pietrisco di appesantimento dell'erba insilata

perenne (dovuta alla differente struttura delle fibra fra graminacee e leguminose);

- parallela maggiore produzione latte con le diete a trifoglio, in media e rispettivamente 25,1 e 27,1 L/

capo/giorno;

- tendenza a minori proteine nel latte con le diete a trifoglio e maggiore espulsione di azoto nelle feci e nelle urine.

## Capitolo 5

### I dati delle tavole nutrizionali dell'INRA

L'Istituto Nazionale per la Ricerca Agronomica francese (INRA) pubblica il libro "Alimentation des bovins, ovins et caprins" aggiornato ogni 10-15 anni, che contiene anche le tavole del valore nutrizionale dei singoli foraggi a diversi stadi e cicli di sviluppo stagionali. Da queste tavole abbiamo tratto alcuni dati relativi alle colture di erba medica e di trifoglio pratense nel primo, secondo e terzo ciclo di sviluppo ai tre stadi di inizio comparsa dei bottoni fiorali, piena emissione dei bottoni fiorali e inizio fioritura, stadi che sono riferiti ai momenti più opportuni e comuni di utilizzazione delle colture stesse mediante insilamento.

I dati riguardano il valore nutritivo delle erbe espresso in Unità foraggiere latte ( $UF_L$ ), i contenuti di fibra NDF e della sua digeribilità e i contenuti di proteina grezza. La digeribilità della fibra spiega in gran parte le variazioni di valore energetico e le sue differenze fra le due specie medica e trifoglio.

**Tabella 5.1** - Valori di Unità foraggiere latte, contenuto di fibra neutro detersa e sua digeribilità e contenuto di proteine grezze della sostanza secca dell'erba di erba medica e di trifoglio pratense a tre stadi di sviluppo delle colture (INRA, 2010)

	UFL/ kg SS		NDF				PG, g/kg SS	
	ME	TP	g/kg SS		Digeribilità, %		ME	TP
			ME	TP	ME	TP		
<i>1° ciclo</i>								
Inizio bottoni fiorali	0,83	0,92	476	437	60	70	206	196
Bottoni fiorali	0,77	0,89	488	447	56	67	193	180
Inizio fioritura	0,73	0,81	513	476	53	60	178	170
<i>2° ciclo</i>								
Dopo 5 settimane	0,82	0,93	487	417	59	69	222	215
Dopo 6 settimane	0,82	0,88	484	452	59	66	215	205
Dopo 7 settimane	0,77	0,84	513	461	56	61	198	192
<i>3° ciclo</i>								
Dopo 5 settimane	0,83	0,90	-	-	-	-	241	226
Dopo 6 settimane	0,78	0,88	-	-	-	-	229	223
Dopo 7 settimane	0,78	0,83	-	-	-	-	224	221

Si osserva (Tab. 5.1) che ai medesimi stadi di sviluppo delle due colture l'erba di trifoglio pratense, in tutti i cicli di crescita, ha sempre valore energetico e digeribilità superiore e contenuto di fibra inferiore a quelli della medica. I medesimi valori allo stadio di inizio dei bottoni fiorali della medica, stadio a cui si effettua normalmente il taglio per il suo insilamento, sono pari a 0,77  $UF_L$  al primo ciclo e 0,82

e 0,83 al secondo e al terzo ciclo dopo 5 settimane dai precedenti tagli. Essi però corrispondono pressoché esattamente ai valori del trifoglio pratense al successivo stadio di inizio emissione dei fiori nel primo ciclo, pari a 0,81  $UF_L$  e 0,84 e 0,83 dopo 7 settimane nei successivi ricacci.

Parallelamente la digeribilità dell'NDF è 0,56 e 0,59 per la medica e 0,60 e 0,61 per il trifoglio nel primo e nel secondo ci-

clo. Il tenore di proteine grezze è alquanto superiore nella medica al primo ciclo e si attenua successivamente nei ricacci.

Occorre evidenziare che i suddetti dati di analisi del valore energetico e di valutazione in vitro della digeribilità della fibra, che dimostrano il maggiore contenuto energetico dell'erba di trifoglio rispetto a quello di medica a uguale stadio di crescita, calcolato in media del +12,0% nel primo ciclo e del 9,6% in quelli successivi, concordano con i risultati della sperimentazione in vivo sulle bovine (ricerche 4.3 e 4.4 del capitolo 4, Broderick e al., 2000 e 2001) che indica una superiorità energetica dell'insilato di trifoglio compresa fra l'11,0 e il 18,1% rispetto alla medica.

Sul piano applicativo si possono fare due considerazioni. La prima, generale, è che il trifoglio pratense presenta una notevole elasticità del momento di utilizzazione, realizzabile infatti tra gli stadi di emissione dei bottoni floreali e inizio emissione delle infiorescenze nel primo sviluppo primaverile, e dopo 5-7 settimane nei successivi ricacci, mentre per l'erba medica non bisogna invece ritardare il taglio oltre lo stadio di bottoni floreali, pena perdita di digeribilità e valore nutritivo, non adatti per l'alimentazione di bovine ad alta produzione. La seconda osservazione è che è possibile, e opportuno, effettuare il taglio primaverile del trifoglio un paio di settimane dopo quello dell'erba

medica, ottenendo pari valore nutrizionale ma superiore produzione del singolo taglio a causa del prolungato periodo vegetativo, e così scalando di sette settimane i tagli dei ricacci successivi, anziché cinque settimane per la medica. Il numero di tagli annuali per il trifoglio, condizioni di umidità del terreno consentendo, sarà inferiore a quello della medica: presumibilmente quattro anziché sei tagli, con probabile pari produzione e qualità del foraggio, ciò che consentirà un notevole risparmio di lavoro e una sua migliore organizzazione.

## Capitolo 6

### La qualità degli acidi grassi del latte

Con la crescita dell'informazione alimentare delle popolazioni, della cultura e delle esigenze dei consumatori più consapevoli, aumenta sempre più la necessità di valutare nuovi aspetti qualitativi degli alimenti e quindi anche del latte e dei suoi derivati. Sotto questo aspetto assume rilevante importanza la qualità del grasso del latte e in particolare il suo contenuto di acidi grassi polinsaturi, principalmente dei cosiddetti omega 6, acido linoleico C18:2n-6 e omega 3, acido  $\alpha$ -linolenico C18:3n-3, per la loro influenza sulla salute sia degli animali, sia umana.

È ampiamente accertato che le bovine che si nutrono di erba al pascolo producono latte con più elevato contenuto di acidi grassi polinsaturi "salutari", rispetto alle bovine a diete con prevalenti cereali, sia da foraggi come il silomais, sia da concentrati amidacei, diete che sono poco equilibrate per questi aspetti qualitativi. A tale riguardo l'insilato di trifoglio pratense presenta caratteristiche positive e potrebbe giocare un significativo ruolo migliorativo se inserito nelle diete.

Nel presente capitolo sono pertanto esaminate le ricerche che hanno approfondito questo argomento, ricerche che in parte abbiamo descritto nel capitolo 4 in merito alle prestazioni delle lattifere. Le ricerche che abbiamo rinvenuto nella letteratura scientifica, non a caso tutte eseguite in Europa e tutte nell'Istituto inglese di Aberistwith, sono solo cinque, per un totale di sei confronti. In particolare è presente un solo confronto dell'insilato di trifoglio con quello di medica, quattro con quello di loglio perenne e uno fra erba fresca di trifoglio ed erba di loglio italico.

Il confronto del trifoglio con il loglio italico è interessante, benché effettuato tra erbe fresche, perché l'erbaio di questa graminacea è costantemente presente come insilato negli allevamenti italiani. Siccome i risultati di questa ricerca, come vedremo, sono coerenti con quelli delle più numerose ricerche sugli insilati di loglio perenne, graminacea fondamentale nel Centro Europa dove sono avvenuti gli esperimenti, riteniamo opportuno inserire nella presente disamina anche le esperienze con tale insilato, come supplemente di quelle mancanti sul loglio italico, considerata l'affinità tassonomica e qualitativa tra le due graminacee.

Prenderemo in considerazione solo i

due acidi linoleico e  $\alpha$ -linolenico presenti nei foraggi, nel flusso duodenale delle bovine e nel latte fra tutta la serie di acidi grassi riportati nei lavori originali, per brevità e perché i più emblematici. Il linoleico  $\omega$ -6 è importante in quanto genera i precursori delle prostaglandine infiammatorie (acido arachinoico), mentre l' $\alpha$ -linolenico  $\omega$ -3 è tra i più importanti "salutari", precursore cioè delle prostaglandine antinfiammatorie. Di qui anche la fondamentale importanza del rapporto quantitativo fra i due acidi nei prodotti zootecnici, che quanto più è basso quanto più diventa protettivo nei confronti delle malattie croniche dell'uomo. I valori del rapporto considerati validi sono quelli inferiori a 2,0. Va eviden-



15 - Scarico dell'insilato di trifoglio con desilatrice a blocchi, settembre 2018

ziato che il contenuto di acido  $\alpha$ -linolenico è generalmente correlato con la presenza di altri acidi polinsaturi salutari, quali in particolare i CLA, acidi coniugati al linoleico, isomeri del medesimo.

Sintetizzando qui di seguito i risultati delle ricerche, per semplicità espositiva faremo prevalentemente riferimento al solo acido  $\alpha$ -linolenico, annotando che i dati per entrambi gli acidi  $\omega$ -6 e  $\omega$ -3 sono poi esplicitati nelle tabelle esaminanti le singole ricerche.

Il primo dato dei risultati è il contenuto dei due acidi nei foraggi di partenza, per lo più insilati. In essi l'acido linoleico  $\omega$ -6 è nettamente inferiore all' $\alpha$ -linolenico  $\omega$ -3, e in particolare dei due si ha: rispettivamente 3,2 e 5,3 g/kg di SS nell'insilato di medica, in media 3,9 e 8,7 g negli insilati di trifoglio pratense, in media 3,4 e 9,6 g in quelli di loglio perenne; nell'erba di loglio italico i contenuti sono rispettivamente 3,2 e 16,5 g e nell'erba di trifoglio pratense 5,7 e 13,3 g. Dopo l'ingestione delle diete da parte delle lattifere e il passaggio nel rumine, i suddetti contenuti e rapporti si invertono nel flusso duodenale, e ciò per effetto della bioidrogenazione da parte dei batteri ruminali, che è maggiore per l'acido  $\alpha$ -linolenico rispetto al linoleico, quantitativamente come vedremo più avanti.

Passando all'esame degli effetti delle diete contenenti insilati delle diverse specie, si hanno risultati sempre più favorevoli con il trifoglio pratense. In particolare, nella prima ricerca 6.1, la dieta con insilato di trifoglio fa registrare maggiori contenuti di acido  $\omega$ -3 nel flusso duodenale pari a +48% rispetto a quella a medica e a +119% a quelle col loglio perenne, e nel grasso del latte rispettivamente +50% e +88% indicate come proporzioni rispetto al totale di acidi grassi. Quest'ultimo dato è confermato da quello della seconda ricerca 6.2 che registra +165% di  $\omega$ -3 col trifoglio rispetto al loglio nel grasso del latte.

I rapporti  $\omega$ -6: $\omega$ -3 sono conseguentemente migliori col trifoglio, precisamente 3,3 col loglio perenne, 3,0 con la medica e 2,2 col trifoglio nella prima ricerca, nella quale le diete comprendevano 8 kg di concentrati, 1,8 col loglio perenne e 1,1 col trifoglio nella ricerca 6.2, nella quale le diete comprendevano 4 kg di concentrati. L'influenza dei concentrati è evidente, nei quali infatti il rapporto  $\omega$ -6: $\omega$ -3 è pari a 13.

Nel confronto fra diete a base di loglio italico e trifoglio pratense, effettuato con erba fresca offerta ad libitum a lattifere con supplemento di 2 kg/giorno di concentrati (ricerca 6.3), mentre l'ingestione di acido  $\alpha$ -linolenico era simile con i due insilati, attorno a 250 g/capo/giorno, la sua proporzione sul totale degli AG nel

grasso del latte è risultata 0,29 con il loglio e 0,50 col trifoglio (+72%) e il rapporto  $\omega$ -6: $\omega$ -3 rispettivamente 0,62 e 0,46, come si vede eccezionalmente bassi per entrambi, trattandosi infatti di alimentazione con erba fresca, più ricca degli stessi acidi, e con poco concentrato amidaceo.

Nelle due ricerche 6.4 e 6.5 di confronto fra insilati di loglio perenne e di trifoglio pratense offerte ad libitum a vitelli in accrescimento senza aggiunta di concentrati, le differenze di contenuti di  $\omega$ -3 nei flussi ruminali con le due specie sono molto accentuate, pari a +309% nella prima ricerca +237% nella seconda con gli insilati di trifoglio rispetto a quelli di loglio. Eccezionalmente basso è il rapporto  $\omega$ -6: $\omega$ -3 nel flusso duodenale di questi animali alimentati con solo foraggio senza concentrati, uguale nelle due ricerche e leggermente migliore con l'insilato di trifoglio, in media rispettivamente 0,52 e 0,39. La summenzionata maggiore presenza nel flusso ruminale di  $\omega$ -3 col trifoglio rispetto al loglio fa ipotizzare, essendone il presupposto, un suo maggiore contenuto nei prodotti degli animali, in questo caso nella carne.

Si constata dai dati delle ricerche che nel latte le quantità di acidi grassi polinsaturi, e in particolare di  $\alpha$ -linolenico, sono molto piccole, anche frazioni di g/L, a causa della forte bioidrogenazione subita dagli acidi insaturi nel rumine a favore di quelli saturi a lunga catena, idrogenazione che varia dall'85 al 95% secondo le ricerche qui esaminate. Ciò significa che nell'intestino passa dal 5 al 15% della quantità ingerita di  $\omega$ -3, ma questo 15% rappresenta il 200% del 5% ed è l'aumento che si è verificato in alcune delle ricerche esposte e anche di più, passando da diete con erba medica o graminacee a diete con trifoglio pratense; e il risultato appare già di tutto rilievo.

In sintesi, i risultati segnalano che di fronte a contenuti non dissimili nelle diverse specie foraggiere dei due acidi polinsaturi,  $\omega$ -6 linoleico e  $\omega$ -3  $\alpha$ -linolenico, e quindi analoga ingestione, i loro contenuti nel flusso duodenale e nel grasso del latte risultano sempre superiori con le diete a base di trifoglio pratense rispetto a quelle con erba medica, loglio italico e loglio perenne. Nel flusso duodenale la superiorità va da +47 a +217% nei riguardi dell'acido linoleico e da +119 a +309% nei riguardi dell' $\alpha$ -linolenico. I valori minimi riguardano le ricerche su vacche da latte nelle cui diete erano compresi circa 8 kg di concentrati, quelli massimi nella ricerca su vitelloni con diete a insilati senza concentrati. Nel latte i contenuti o le proporzioni sugli AG totali sono superiori da +27 a +63% per il linoleico e da +88

a +166% per l' $\alpha$ -linolenico, denunciando peraltro una certa perdita passando dal flusso duodenale alla mammella.

Nei riguardi dell'importante rapporto frazionale fra i due acidi grassi, linoleico: $\alpha$ -linolenico, nel flusso ruminale e nel latte, esso è risultato costantemente più favorevole con l'alimentazione a base di trifoglio pratense, cioè inferiore mediamente di un 40% nei confronti della medica, del loglio italico e del loglio perenne. I valori medi di tale rapporto nei flussi ruminali compresi fra 2,0 e 2,3 riguardano la ricerca su vacche con 8 kg di concentrati, quelli intermedi, attorno a 1,5, su vacche con 4 kg di concentrati e quelli minimi, attorno a 0,5, su vacche a erbe fresche con 2 kg di concentrati e su vitelli a insilati senza concentrati. Nel grasso del latte i rapporti risultano rispettivamente 2,2-3,3 con 8 kg di concentrati, 1,1-1,8 con 4 kg di concentrati e attorno a 0,45 con 2 kg, oltre a quelli con erba fresca senza concentrati.

A questo punto ricordiamo che ricerche analoghe a quelle sopra descritte sono state eseguite in Nord Europa, Svezia e Finlandia, confrontando sulle lattifere l'effetto di diete a base di insilato di trifoglio pratense con quelle a base delle graminacee ivi dominanti, il fleolo e la festuca pratense (*Phleum pratense* L. e *Festucapratenensis* L.), che qui non abbiamo esposto perché specie botanicamente più lontane al loglio italico di quanto lo sia invece il loglio perenne, e perché sovente gli insilati, caratterizzati da acquosità piuttosto elevata, erano trattati con acido formico per una migliore conservazione. I risultati sia produttivi che soprattutto qualitativi sotto l'aspetto degli acidi grassi "salutari" sono però del tutto analoghi, e in qualche caso anche più accentuati, di quelli riportati nelle ricerche con i due logli, e quindi da tenere in considerazione come ulteriore conferma. Ne segnaliamo le principali per dovuta completezza ed eventuali verifiche: Vanhatalo e al., 2006 e 2009; Hamemies Beauchet-Filleau e al., 2013 e 2014.

In conclusione, tutti i risultati confermano che i processi di bioidrogenazione nel rumine degli acidi grassi sono nettamente influenzati dalle specie foraggiere ingerite e in particolare dalla protezione fenolica esercitata nel trifoglio pratense (e pure dai tannini per le specie che li contengono), che non solo previene la degradazione delle proteine del trifoglio, ma corregge in senso positivo, e in misura ancora più accentuata, la composizione degli acidi grassi polinsaturi, in particolare degli  $\omega$ -3.

Riportiamo di seguito più estesamente i risultati delle singole ricerche.

**Ricerca 6.1**, Dewhurst e al., 2003<sup>a</sup> e 2003<sup>b</sup> e **Ricerca 6.2**, Moorby e al., 2009 (Aberystwith, UK, 52°25'N, entrambe). Contenuti: confronto fra diete a base di insilati di loglio perenne, erba medica e trifoglio pratense su lattifere

Sono due le ricerche di confronto fra diete a base di loglio perenne e a base di trifoglio pratense (delle quali si è già riferito in merito alle prestazioni delle bovine, ricerche 4.6 e 4.7). La ricerca 6.1 comprende anche una dieta a base di insilato di medica ed è la prima, a nostra conoscenza, che esamina compiutamente il percorso degli acidi grassi dall'alimentazione delle bovine al latte. Le diete della prima ricerca erano comprensive di 8 kg di concentrati, quelle della seconda di 4 kg, e in entrambe otto animali erano cannulati per le analisi duodenali dei nutrienti.



16 - Quando la quantità di utilizzazione dell'insilato non è elevata, è necessario che la superficie del fronte di scarico sia limitata, come determinato, in questo caso, da trincee larghe solo 5 metri (Azienda Zampino, Pralormo, TO)

**Tabella 6.1-6.2** - Contenuto di acido linoleico e  $\alpha$ -linolenico negli insilati di loglio perenne, erba medica e trifoglio pratense, loro ingestione con le diete e contenuti nel flusso duodenale e nel grasso del latte

Ricerca	6.1			6.2	
	LP	ME	TP	LP	TP
<i>Contenuti negli insilati, g/kg SS</i>					
C18:2 n-6	2,4	3,2	3,7	3,7	3,0
C18:3 n-3	7,7	5,3	6,2	11,1	6,3
<i>Ingestione con le diete, g/d</i>					
C18:2 n-6	98	115	122	49	45
C18:3 n-3	84	69	77	147	97
<i>Contenuti nel flusso duodenale, g/d</i>					
C18:2 n-6	11,6	14,1	17,0	-	-
C18:3 n-3	4,75	7,03	10,4	-	-
<i>Bioidrogenazione ruminale, %</i>					
C18:2 n-6	86,5	86,7	83,2	-	-
C18:3 n-3	94,3	91,6	86,1	-	-
<i>Contenuti nel grasso del latte, % degli AG</i>					
C18:2 n-6	1,42	1,61	1,81	1,00	1,63
C18:3 n-3	0,43	0,54	0,81	0,56	1,49
<i>Rapporto <math>\omega</math>-6:<math>\omega</math>-3</i>					
Nel flusso duodenale	2,4	2,0	1,6	-	-
Nel grasso del latte	3,3	3,0	2,2	1,8	1,1

Dalla Tab. 6.1-6.2, relativa al percorso degli acidi polinsaturi nelle bovine, si osserva:

- generale minore contenuto di acido linoleico  $\omega$ -6 rispetto all' $\alpha$ -linolenico  $\omega$ -3 in tutti i foraggi insilati (in media 3,2 e 7,3 g/kg di SS rispettivamente per i due acidi) e l'opposto si verifica sia nei flussi duodenali, in media 10,9 e 7,4 g rispettivamente (dati della prima ricerca), sia nel grasso del latte, in media 1,61 e 0,59 come % del contenuto totale di acidi grassi;
- maggiore bioidrogenazione ruminale, pressoché doppia, subita dall'acido  $\alpha$ -linolenico  $\omega$ -3 rispetto al linoleico  $\omega$ -6, differenza che ha provocato la suddetta inversione di contenuti. Tale inversione è però avvenuta in misura differenziata fra le specie foraggiere contenute e ciò a favore dell'insilato di trifoglio, le cui diete, nella prima ricerca, fanno registrare maggiori quantità di acido  $\omega$ -3 nel flusso

duodenale, pari a +48% rispetto a quella a medica e a +119% rispetto a quelle col loglio perenne, e nel grasso del latte rispettivamente +50 e +88%; quest'ultimo dato è confermato da quello della seconda ricerca che registra +165% di  $\omega$ -3 con la dieta a trifoglio rispetto a quella a loglio;

- conseguentemente, rapporti  $\omega$ -6: $\omega$ -3 nel grasso del latte della prima ricerca rispettivamente 3,3 per la dieta a loglio perenne, 3,0 per quella a medica e 2,2 per quella a trifoglio, e nella seconda ricerca 1,8 per quella a loglio e 1,1 per quella a trifoglio. Detti rapporti sono migliori nei grassi della seconda ricerca rispetto a quelli della prima, indipendentemente dalle differenze fra specie foraggiere loglio e trifoglio, a causa del dimezzamento nelle corrispondenti diete della quantità di concentrati (4 rispetto a 8 kg).

**Ricerca 6.3**, Lee e al., 2009 (Aberystwith, UK, 52°25'N). Contenuti: confronto fra erba fresca di loglio italico e di trifoglio pratense offerte a lattifere

Questa ricerca è l'unica, come già riferito per le prestazioni delle bovine (ricerca 4.5), nella quale il trifoglio pratense è confrontato con il loglio italico, però eseguita alimentando sei bovine cannulate con erba fresca falciata e portata in stalla ogni giorno due volte con l'aggiunta ad ognuna delle due mungiture di 1 kg di concentrato.

**Tabella 6.3** - Contenuto di acido linoleico e  $\alpha$ -linolenico nell'erba di loglio italico e di trifoglio pratense, loro quantità ingerita e contenuto nel latte prodotto con le corrispondenti diete

Insilati	LI	TP
<i>Contenuto nell'erba, g/kg SS</i>		
C18:2 n-6	3,2	5,07
C18:3 n-3	16,5	13,3
<i>Ingestione con la dieta, g/d</i>		
C18:2 n-6	92	127
C18:3 n-3	288	240
<i>Contenuto nel latte, mg/mL</i>		
C18:2 n-6	0,18	0,23
C18:3 n-3	0,29	0,50
Rapporto $\omega$ -6: $\omega$ -3 nel latte	0,62	0,46
Attività PPO, U/g SS	17,2	158

Dalla Tab. 6.3, relativa al percorso degli acidi polinsaturi nelle bovine, si osserva:

- netto maggiore contenuto di acido  $\alpha$ -linolenico in queste erbe rispetto ai corrispondenti contenuti negli insilati delle precedenti ricerche 6.1 e 6.2;
- contenuto di  $\omega$ -3 nel grasso del latte con la dieta a loglio pari a 0,29 mg/mL rispetto a 0,50 mg (+72%) con il trifoglio;
- rapporto  $\omega$ -6: $\omega$ -3 molto basso per entrambe le specie (dato anche la modestissima addizione di concentrati), comunque migliore nella dieta col trifoglio, rispettivamente 0,62 e 0,46;
- insignificante attività polifenolossidasi nell'erba di loglio italico rispetto a quella nell'erba di trifoglio pratense.

**Ricerche 6.4 e 6.5, Lee e al., 2003 e 2006 (Aberystwit, UK, 52°25' N). Contenuto: confronto fra insilati di loglio perenne e trifoglio pratense offerti a vitelli in accrescimento**

Si tratta di due ricerche effettuate in anni differenti ma con metodologie analoghe confrontanti insilati, appassiti attorno al 30% di SS e inoculati con LAB, di loglio perenne e trifoglio pratense offerti ad libitum, senza aggiunta di concentrati ma solo accesso ai minerali, a vitelloni Hereford x Frisian canulati del peso medio iniziale di 362 kg nella prima ricerca e di 163 nella seconda, prove espressamente condotte per lo studio delle variazioni ruminali degli acidi grassi dei foraggi.



17 - Trifoglio in coltura di orzo, piuttosto rada in questo caso, 21 giugno 2018

**Tabella 6.4-6.5** - Effetto degli insilati di loglio perenne e di trifoglio pratense sull'ingestione e sul flusso duodenale dei vitelli e degli acidi grassi polinsaturi linoleico e  $\alpha$ -linolenico

Ricerca	6.4 (2003)		6.5 (2006)	
	LP	TP	LP	TP
<i>Contenuti negli insilati, g/kg SS</i>				
C18:2 n-6	2,56	3,96	4,28	4,72
C18:3 n-3	8,59	9,65	11,4	11,1
<i>Ingestione dieta, kg/d di SS</i>				
	4,15	6,36	3,60	4,78
<i>Ingestione con gli insilati, g/d</i>				
C18:2 n-6	10,6	27,8	15,5	22,4
C18:3 n-3	35,7	67,8	41,3	53,4
<i>Contenuti nel flusso duodenale, g/d</i>				
C18:2 n-6	1,44	4,57	1,29	2,76
C18:3 n-3	2,69	11,0	2,33	7,86
Rapporto $\omega$ -6: $\omega$ -3 nel flusso	0,54	0,42	0,55	0,35

Dalla Tab. 6.4-6.5, relativa al percorso degli acidi polinsaturi nei vitelli, si osserva:

- contenuto di acido  $\alpha$ -linolenico  $\omega$ -3 negli insilati di loglio perenne e trifoglio pratense superiore a più del doppio di quello di acido linoleico  $\omega$ -6 in entrambe le ricerche, e conseguente maggiore ingestione del medesimo  $\omega$ -3 con le diete, ma esaltato con la dieta a trifoglio per la netta maggiore ingestione di SS della dieta con questo insilato (+52 e il +33% nella due ricerche) rispetto a quella con loglio perenne;
- mantenimento nel flusso duodenale del maggiore contenuto di  $\omega$ -3 rispetto all' $\omega$ -6 (forse in parte dovuto anche a una minore bioidrogenazione nel rumine dei vitelli rispetto a quella nelle bovine in

lattazione), con differenze molto forti di contenuto di  $\omega$ -3 fra diete a loglio perenne e a trifoglio, in queste ultime +309% nella prima ricerca e +237% nella seconda;

- conseguente eccezionalmente basso rapporto  $\omega$ -6: $\omega$ -3 nel flusso duodenale di questi animali alimentati con solo foraggio senza concentrati, uguale nelle due ricerche e sempre migliore con l'insilato di trifoglio.

La summenzionata maggiore presenza nel flusso ruminale di  $\omega$ -3 col trifoglio rispetto al loglio, fa ipotizzare, essendone il presupposto, un suo maggiore contenuto nei prodotti degli animali, in questo caso nella carne.

## Capitolo 7

### Prime esperienze aziendali sul trifoglio pratense in provincia di Torino

La prima esperienza aziendale iniziò nel 2017 con la semina in bulatura di trifoglio pratense cv Dajana (Pro Sementi) su 50 ettari di frumento distribuiti in vari appezzamenti presso l'azienda a lattifere dei Sigg. Visca di Carmagnola (TO) impiegando 20 kg/ha di semente (figure 1 e 2). Nell'azienda, a ricordo degli anziani, la suddetta modalità di semina era estesamente praticata per l'impianto della coltura di trifoglio "Spadone", utilizzata per l'alimentazione verde delle bovine fino a una cinquantina di anni orsono. Ed è per questa esperienza dei padri che i figli, attuali conduttori dell'azienda, non hanno esitato a "provare" per l'attuale prima volta la coltura del trifoglio su una superficie così estesa come citato.

L'emergenza e la prima crescita delle piantine di trifoglio fino alla mietitura,

avvenuta ai primi di luglio, ebbe successo anche per le sufficienti precipitazioni durante la primavera, come evidenziato dalle figure da 3 a 7, che mostrano la coltura del trifoglio durante il periodo in consociazione col frumento e poi frammisto alle stoppie.

Successivamente però, come tutti gli agricoltori padani ricordano, l'estate 2017 fu estremamente siccitosa e le colture degli appezzamenti più sabbiosi e poco fertili si diradarono completamente mentre in quelli migliori, anche se non irrigati, resistettero tutto il resto della stagione riprendendo a vegetare solo nel tardo autunno e poi a crescere nella primavera 2018. Lo sfalcio di questo primo sviluppo avvenne il pomeriggio del 15 maggio alla comparsa dei primissimi fiori, esattamente due settimane dopo avere effettuato il

taglio e l'insilamento dell'erba medica coltivata nella stessa azienda. La coltura del trifoglio aveva un'altezza media di 90 cm e una produzione stimata di 5,5 tonnellate di SS/ha, quasi il doppio di quella della medica raccolta più anticipatamente. Al taglio il tenore di SS era del 17% con contenuto di zuccheri di 135 g/kg di SS, dati che confermano l'alta acquosità della pianta e il buon tenore di CSA, come indicato dalle ricerche esposte nei capitoli precedenti. La raccolta avvenne la mattina del 18 maggio con tenore di SS che aveva raggiunto il 37% e zuccheri ridotti a 95 g/kg di SS.

Va evidenziato che il taglio alla comparsa dei primi fiori fu deciso a giudizio e opportunità organizzativa dell'agricoltore senza che avesse la minima conoscenza dei dati dell'INRA precedentemente

esposti, con una corrispondenza peraltro perfetta ad essi. L'utilizzo dell'insilato nell'alimentazione delle bovine dell'Azienda Visca è avvenuto positivamente in sostituzione di quello dell'erba medica in quantità di circa 10 kg/capo/giorno in miscela nella razione.

Dopo questo primo taglio l'appezzamento fu arato per dar posto alla programmata coltura del mais, per cui non si ha ancora esperienza sui successivi ricacci, esperienza che verrà maturata nell'annata corrente. Le successive figure, ordinate in

sequenza temporale, documentano varie fasi del taglio e momenti dell'insilamento del foraggio e dello scarico dell'insilato. Inoltre, nella figura 18 è evidenziata l'emergenza di una coltura seminata attorno al 10 ottobre 2018 su terreno preparato di un appezzamento di 20 ha in successione al mais.

Va precisato che le semine in bulatura effettuate dall'Azienda Visca nell'inverno 2017 sono avvenute, e sono attualmente ripetute, su appezzamenti appartenenti ad aziende vicine che effettuano la coltivazione biologica di cereali, frumento e

mais, il cui regolamento impone l'alternanza di una leguminosa ogni due anni di cereali. Tali aziende non sono più attrezzate per gestire le colture foraggere e incontrano difficoltà nella coltivazione di altre leguminose, quali ad esempio la soia che richiede il diserbo, e l'accordo con aziende allevatrici diventa una soluzione utile ad entrambe, l'una risolve il problema della coltivazione obbligatoria di una leguminosa e l'altra, dietro modesto compenso, amplia le sue possibilità produttive di foraggio pregiato.

## Sintesi operative

In sintesi, il trifoglio pratense, come emerge dalla estesa biografia sperimentale esaminata, è caratterizzato da aspetti qualitativi, di insilabilità e produttivi, confrontabili con quelli dell'erba medica, di rilevante interesse.

Dal punto di vista qualitativo va evidenziato un contenuto di zuccheri dell'erba superiore e un potere tampone inferiore a quello della medica, che rendono il trifoglio particolarmente adatto all'insilamento, nonostante che durante l'appassimento consumi zuccheri per respirazione e la medica al contrario se ne arricchisca per idrolisi di carboidrati superiori, e in particolare di amidi, di cui è ricca. Il trifoglio possiede un contenuto di proteine grezze generalmente inferiore a quello della medica, perlomeno al primo taglio, ma la particolare presenza di polifenoli nella pianta, per azione dell'enzima polifenoli ossidasi che si attiva durante le

operazioni di raccolta, esercita un'azione protettiva sulle proteine stesse dalla degradazione enzimatica durante l'insilamento e da quella batterica nel rumine. Infatti si formano complessi proteico fenolici poco solubili che determinano un elevato valore delle proteine stesse, ciò che non avviene nell'erba medica, più soggetta quindi a più rapida proteolisi e quindi alla possibilità di maggiore perdita proteica durante i processi ruminali. La stessa attività polifenolica protegge, per altra via biologica, anche gli acidi grassi polinsaturi del grasso del latte, in particolare quelli "salutari"  $\omega$ -3, da cui deriva un loro arricchimento nel latte e nei latticini con esaltazione della qualità degli stessi prodotti, sempre più richiesta dai consumatori. La stessa protezione è esercitata nei riguardi dei soggetti in allevamento con esaltazione della qualità delle carni.

Va considerata anche l'attestata mag-

giore digeribilità delle fibre del trifoglio che determina una sua più elevata concentrazione energetica ( $UF_L$ ) rispetto alla medica, stimata prossima al 18%. Ciò si traduce in una eguale produzione latte, o incremento di peso corporeo delle bovine, se si ha minore ingestione della razione rispetto alle diete con insilati di medica, o maggiore produzione o incremento di peso a parità di ingestione di dieta.

Dal punto di vista produttivo la coltura del trifoglio pratense si adatta a varie tipi di terreno ma trova la sua massima espressione di resa in quelli a reazione subacida, come lo sono la maggioranza di quelli della Pianura Padana. Ha durata solo biennale rispetto a quella tri o quadriennale della medica e ha buon adattamento a periodi di saturazione di umidità del terreno. Lo sfalcio primaverile del trifoglio può essere effettuato allo stadio di inizio emissione delle infiorescenze, ciò in relazione al citato suo alto valore energetico ( $UF_L$ ), che a tale stadio è uguale a quello dell'erba medica falciata più anticipatamente a emissione dei bottoni fiorali. Però, utilizzando la coltura due settimane più tardi, si ottiene dal taglio stesso di maggio una maggiore produzione, prossima al raddoppio. La stessa possibilità di ritardo, di circa due settimane per ogni taglio, si ha nei ricacci estivi successivi al primo, con la conseguenza che nell'arco dell'intera stagione si realizzano verosimilmente quattro sfalci rispetto ai sei normalmente effettuati sull'erba medica da insilare, ottenendo probabilmente le stesse produzioni e pari qualità complessive. Il risparmio di lavoro e la facilitazione organizzativa appaiono evidenti.

Il trifoglio pratense può essere seminato, come l'erba medica, in primavera o in autunno su terreno preparato, oppure a febbraio in "bulatura" su colture in atto del frumento o altro cereale vernino, riesumando questa tecnica conosciuta ed



18 - Emergenza del trifoglio seminato su terreno preparato dopo mais, dicembre 2018 (Azienda Macchiolatti, Piscina di Pinerolo, TO)

estesamente praticata fino a una cinquantina di anni fa quando l'introduzione in Italia della coltura del silomais soppiantò gradualmente le tradizionali colture foraggere prative, compreso il trifoglio pratense e gli erbai dall'ambiente padano. Infatti questo trifoglio, seminato in bulatura e germinato ai primi calori, sopporta bene allo stato di plantula la competizione per nutrienti e luce del cereale fino alla mietitura, per poi prontamente crescere, umidità estiva del terreno permettendo.

Come prima detto, la data del taglio primaverile può essere flessibile e avvenire dallo stadio di bottoni fiorali, con qualità superiore a quella della medica allo stesso stadio, fino a inizio fioritura, con qualità analoga alla medica anticipata. Questa seconda scelta appare più favorevole, oltre che per la produzione, anche dal punto di vista organizzativo, potendo far precedere alla sua raccolta quella della medica, se coesistente (che ha il momento di taglio vincolato allo stadio di bottoni fiorali), e quella del loglio italico da insilare, agevolando così l'organizzazione dei lavori.

Al primo taglio, per il trifoglio si presenta il problema dell'appassimento, in quanto la maggiore acquosità della pianta e la maggiore produzione istantanea rendono la quantità di acqua da evaporare ben superiore a quella della medica falciata più anticipatamente. Tuttavia questa difficoltà è in parte mitigata data la maggiore lunghezza del giorno a metà maggio rispetto a inizio mese, e dal fatto che la raccolta per l'insilamento si può effettuare a tenori di SS attorno al 30% o poco più (quando il foraggio accumulato nel silo non rilascia più colature). A questi relativamente bassi tenori di SS sono già assicurati una buona fermentazione e la protezione data dai fenoli alla solubilizzazione delle proteine, mentre per la medica occorrono tenori del 35-40% per una buona fermentazione e del 50% e più per

la protezione proteica. Va anche considerato che tale livello di acquosità determina migliore compattazione del foraggio nel silo, trincea o altro, e minore penetrazione dell'aria quando il silo è aperto per il consumo, con limitazione del rischio di deterioramento aerobico. Tali fatti determinano anche la possibilità di effettuare una trinciatura lunga, come è data mediamente sugli 8 cm dal carro autocaricante trinciante che implica minore dispendio energetico rispetto alla raccolta con trincia caricatrice che normalmente è eseguita con lunghezze teoriche attorno ai 2 cm.

L'insieme di queste positive peculiarità sono tali da meritare l'attenzione dei tecnici e soprattutto degli agricoltori per l'introduzione della coltura del trifoglio pratense, o meglio la sua reintroduzione, nelle aziende a lattifere italiane. Dove le condizioni pedologiche e ambientali lo consentono, le medesime caratteristiche rendono la coltura competitiva rispetto a quella dell'erba medica, permettendone la copresenza nella medesima azienda, o la sostituzione nei casi più favorevoli, e rendendo gestibile la sua coltivazione. Tutto ciò permetterebbe di ampliare la disponibilità di leguminose inserite negli avvicendamenti colturali, con vantaggi sulla fertilità dei terreni, sulla qualità della produzione latte e sulla riduzione di concentrati proteici acquistati.

Una particolare opportunità collaterale è quella, come citato, di riesumare l'efficiente tecnica di trasemina in bulatura del trifoglio che riduce i costi di impianto della coltura, allungandone nel contempo il periodo vegetativo e agendo positivamente nei riguardi dell'ambiente, come ad esempio il sequestro del carbonio nel suolo con l'omissione della lavorazione. Il vantaggio verrebbe ancora accresciuto dalla possibilità di accordi di coltivazione, come realizzati nella prima esperienza dall'Azienda Visca di Carmagnola (TO),

con le aziende che hanno dismesso l'allevamento e che, passando alla produzione biologica di cereali richiedono l'alternarsi di una coltura di leguminose ogni due anni, ampliando così, a basso costo, la propria produzione foraggiera di pregio. Altra opportunità è quella della trasemina del trifoglio pratense, sempre in inverno, nei medicai presenti in azienda che iniziano a diradarsi, allungando così la piena produzione di leguminose, sempre senza lavorazioni. Il trifoglio eserciterebbe anche azione di contenimento delle infestanti e, trinciato in miscuglio con la medica, potrebbe anche esercitare su di essa l'azione di trasferimento della protezione polifenolossidasi delle proprie proteine, come la sperimentazione citata ha rivelato.

All'espansione delle leguminose, anche attraverso l'introduzione della coltura del trifoglio pratense, potrebbe seguire qualche benefica limitazione della coltura del silomais, ambientalmente oggi meno sostenibile e divenuta alquanto costosa per varie ragioni. Senza contare che l'insilato di mais ha impliciti alti rischi di deterioramento aerobico, con eventuale presenza anche di micotossine, se non con elevate applicazioni di additivi antimicotici, in alternativa ai componenti fermentativi naturali antimicotici presenti negli insilati di leguminose che prevengono tale deterioramento (acidi acetico, propionico e in moderata quantità butirrico).

Allo stato attuale i vantaggi ambientali, operativi ed economici della coltivazione del trifoglio pratense appaiono evidenti, e le auspicabili future realizzazioni aziendali potrebbero dare indicazioni per affinare molti aspetti colturali e di impiego alimentare dell'insilato di trifoglio non ancora messi a punto per i nostri ambienti, così come la ricerca nazionale dovrebbe chiarire taluni aspetti e individuare le giuste scelte.

*Angelo Ciotti*

aemciotti@gmail.com

*Ringrazio l'Accademia di Agricoltura di Torino per aver conferito il patrocinio a questo mio impegnativo lavoro.*

*Ringrazio inoltre il Dott. Daniele Giaccone e l'allora Presidente Sig. Roberto Chialva dell'Associazione Regionale Allevatori del Piemonte per il riconoscimento datomi durante l'Assemblea annuale 2014, che ha ancor più stimolato il mio desiderio di occuparmi nuovamente di conservazione dei foraggi dopo il pensionamento.*

## BIBLIOGRAFIA

- Broderick G.A., R.P. Walgebach e R. Sternburg, 2000 - Performance of lactating dairy cows fed alfalfa or clover silage as the sole forage. *J. Dairy Science*, 83:1543-1551
- Broderick G.A., R.P. Walgebach e S. Maignant, 2001 - Production of lactating dairy cows fed alfalfa or clover silage at equal dry matter or crude protein content in the diet. *J. Dairy Science*, 84:1728-1737
- Broderick G.A., A.F. Brito e J.J. Olmes Colmenero, 2007 - Effect of feeding formate treated alfalfa silage or red clover silage on the production of lactating dairy cows. *J. Dairy Science*, 90:1378-1391
- Canale A., A. Ciotti e M.E. Valente, 1983 - Metodi analitici per la valutazione della qualità di conservazione degli insilati. *Annali Fac. Medicina Veterinaria, Torino*, 29:55-73
- Canale A., M.E. Valente e A. Ciotti, 1984a - Determination of volatile carboxylic acids (C1-C5i) and lactic acids in aqueous extracts of silage by high performance liquid chromatography. *J. Science. Food Agric.*, 1984, 35:1178-1182
- Canale A., M.E. Valente e A. Ciotti, 1984b - Metodo automatico per la determinazione dei carboidrati solubili in acqua nell'erba e negli insilati. *Atti Soc. Italiana Scienze Veterinarie*, 38:529-531
- Ciotti A., 1961 - Ricerche sperimentali su diverse provenienze di trifoglio violetto. *Sementi elette*, 6:41-52
- Ciotti A., 1980 - Raccolta e conservazione dei foraggi pratici. *L'Italia agricola*, 4:292-308
- Ciotti A., A. Canale e M.E. Valente, 1984 - Esperienze sull'insilamento delle rotoballe in sacchi di polietilene. *Atti Soc. Italiana Scienze Veterinarie*, 38:525-528
- Ciotti A., A. Canale, M.E. Valente e R. Delmastro, 1985 - La tecnica dell'insilamento nella valorizzazione della coltura dell'erba medica. *Rivista di Agronomia*, 19:225-230
- Ciotti A. e A. Canale, 1987 - La fasciatura meccanica delle rotoballe con polietilene: una grande opportunità per la diffusione dell'insilamento dei foraggi pratici. *L'Informatore agrario*, 9:105-110
- Ciotti A., A. Canale, M.E. Valente e P.G. Peiretti, 1989 - Direct and delayed sealing of round bales of lucerne at low degree of wilting. *Proc. XVI Int. Grassland Fed.*, 971-972
- Ciotti A., A. Canale, M.E. Valente, P.G. Peiretti e R. Modenesi, 1991 - Insilamento di *Trifolium pratense* L. in rotoballe al 1° taglio: conservazione e valore alimentare a diversi livelli di appassimento. *Rivista di Agronomia*, 2, 282-287
- Ciotti A., 1992 - Problemi e prospettive della conservazione dei foraggi pratici. *Atti Convegno "Il futuro della foraggicoltura pratica padana"*, Istituto Sper. Colture Foraggere, Lodi, 207-224
- Ciotti A., 1992 - Raccolta e conservazione dei foraggi pratici: fienagione e insilamento. *L'informatore agrario*, Suppl. 23:5-50
- Ciotti A., A. Canale, M.E. Valente e P.G. Peiretti, 1993 - Effect of an inoculant of lactic acid bacteria on lucerne bale silage. *Proc. 10th Int. Silage Conference, Dublin, Ireland*, 127-128
- De Carolis V., 1941 - La pratica dell'insilamento dei foraggi. *Ramo Editoriale degli agricoltori, Roma*, pagg. 90.
- Dewhurst R.J., W.J. Fisher, J.K.S. Tweed e R.J. Wilkins, 2003a - Comparison of grass and legume silages for milk production. 1. Production responses with different levels of concentrate. *J. Dairy Science*, 86:2598-2611
- Dewhurst J., T.E. Vans, N.D. Scollan, J.M. Moorby e R.J. Wilkins, 2003b - Comparison of grass and legume silages for milk production. 2. In vivo and in sacco evaluation of rumen function. *J. Dairy Science*, 86:2612-2621
- Dong Z., X. Yuan, J. Li e T. Shao, 2018 - Improving nitrore utilization of alfalfa protein by co-ensiling with red clover. *XVIII Int. Silage Conference, Bonn (DL) 24-26 luglio 2018*, pag. 406-407
- Graber J.H. e W.K. Coblenz, 2009 - Polyphenol, conditioning, and conservation effect on protein fractions and degradability in forage legumes. *Crop Science*, 49:1511-1522
- Hamemies Beauchet-Filleau A., T.A. Vanhatalo, T. Toivonen, T. Helkkilä e M.R.F. Lee, 2013 - Effect of replacing grass silage with red clover silage on ruminal lipid metabolism in lactating cows fed diets containing a 60:40 forage-to-concentrate ratio. *J. Dairy Science*, 96:5882-5900
- Hamemies Beauchet-Filleau A., T.A. Vanhatalo, T. Toivonen, T. Helkkilä e M.R.F. Lee, 2014 - Effect of replacing grass silage with red clover silage on nutrient digestion, nitrogen metabolism and milk fat composition in lactating cows fed diets containing a 60:40 forage-to-concentrate ratio. *J. Dairy Science*, 97:3761-3776
- Hoffman P.C., D.H. Combs, N.M. Brhm e D.A. Welch, 1997 - Performance of lactating dairy cows fed red clover or alfalfa silage. *J. Dairy Science*, 80:3308-3315
- Jones B.A., R.E. Muck, R.D. Haltfield e D.R. Mertens, 1994 - Nutrient detergent fiber nitrogen and proteolysis in alfalfa silages treated with red clover herbage and extract. *J. Dairy Science*, 77 (Suppl. 1):275 (Abstract)
- Jones B.A., R.E. Muck e R.D. Haltfield, 1995 - Red clover extract inhibit legumes proteolysis. *J. Science Food Agric*, 67:329-333
- Krawutschke M., N. Weiher, J. Thaysen, R. Loges, F. Yaube e M. Gierus, 2013 - The effect of cultivar on the changes in protein quality during wilting and ensiling of red clover (*Trifolium pratense* L.). *J. Agr. Science*, 151:506-518
- Institut National des Recherches Agronomiques (INRA) 2010 - Alimentation des Bovins, Ovins e Cprins, QUAE Ed., J. Agehrel, Paris
- Lee M.I.R., L. J. Harris, R.J. Dewhurst, R.J. Marry e N.D. Scollan, 2003 - The effect of cover silages on long chain fatty acids and rumen transformations and digestion in beef steers. *Animal Science*, 76:491-5001
- Lee M.I.R., P.L. Connelly, J.K.S. Tweed, R.J. Dewhurst, R.J. Marry e N.D. Scollan, 2006 - Effect of high sugar ryegrass silages and mixtures with red clover silage on ruminant digestion. 2 *Lipids. J. Anim. Sci.*, 84:3061-3070
- Lee M.I.R., V.J. Theobald, J.K.S. Tweed, A.L. Winters, e N.D. Scollan, 2009 - Effect of feeding fresh or conditioned red clover on milk fatty acids and nitrogen utilisation in lactating dairy cows. *J. Dairy Science*, 92:1136-1147
- Lee M.I.R., 2014 - Forage polyphenol oxidase and ruminant livestock nutrition. *Frontiers in Plant Science*, Article 694, 5:1-9
- McDonald P., N. Henderson e S.J.E. Heron, 1991 - The biochemistry of silage, Chalcombe publications, 2nd ed., pag. 31
- Moorby J., M.R.F. Lee, D.R. Lewies, E.J. Kim, G.R. Nute, N.M. Ellis e N.D. Scollan, 2009 - Assessment of dietary ratios of red clover and grass silages on milk production and milk quality in dairy cows. *J. Dairy Science*, 92:1148-1160
- Muck R.E., 1987 - Dry matter level effect on alfalfa quality. 1. Nitrogen transformation. *ASAE 31:1005-1009*
- Nadeau E., O. Hallin, W. Richardt e J. Jansson, 2016 - Protein quality of lucerne - A comparison to red clover and effects of wilting and ensiling. 26° General Meeting. EGF, Grassland Science in Europe, 21:372-375
- Ovens V.B.N., K.A. Albrecht e R.E. Muck, 1999 - Protein degradation and ensiling characteristics of red clover and alfalfa wilted under varying levels of chade. *Canadian J. Plant Science*, 79:209-222
- Papadopolus Y.A. e B.D. McKersie, 1983 - Comparison of protein degradation during wilting and ensiling of six forage species. *Canadian J. Plant Science*, 63:903-912
- Samarani F., 1929 - Silos per foraggi. *Federazione Italiana dei Consorzi Agrari, Piacenza*, pagg. 228
- Scherer R., K. Gerlach, K. Weiss e K.H. Suedekum, 2018 - Effects of plant species, ensiling conditions and storage duration on chemical composition and protein quality of lucerne and red clover silage. *XVIII Int. Silage Conf., Bonn (DL)*, 24-6 luglio, 394-395
- Sniffen C.J., J.D. O'Connor, P.J. Van Soes, D.G. Fox e J.B. Russel, 1992 - A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets. *J. Animal Science*, 70:3562-3577
- Valente M.E., A. Canale, P.G. Peiretti e A. Ciotti, 1983 - Determination of hexosss in herbage for silage. 10 th International Conference on Silage Research, Dublin, Ireland, 44-45
- Valente M.E., A. Canale, A. Ciotti e P.G. Peiretti, 1990a - Qualità di conservazione, valore nutritivo e consumo volontario nei bovini dell'insilato in rotoballe di trifoglio pratense raccolto in autunno. *Atti Soc. Ital. Scienze Veterinarie*, 2371-2375
- Valente M.E., A. Canale, A. Ciotti e P.G. Peiretti, 1990b - Conservation quality, intake by heifers, and estimated nutritive value of red clover autumn silage in round bales at different levels of wilting. 9th Inter. Silage Conf., New Castle upon Tyne, Eng, 38-39
- Valente M.E., A. Canale e P.G. Peiretti, 1997 - Determinazione nell'erba degli zuccheri prontamente disponibili per l'insilamento. *Riv. Agronomia*, 31, Suppl. 1:295-298
- Valente M.E., P.G. Peiretti, A. Canale, A. Ciotti, 1997 - Valore nutritivo e qualità di conservazione di insilati di trifoglio violetto realizzati a diversi livelli di appassimento. *Atti Convegno Nazionale "Parlamento di alimentazione animale e ambiente"*, Fossano (CN) 16-17 ottobre
- Vanhatalo A., T. Gäddnas e T. Heikkilä, 2006 - Microbial protein synthesis, digestion and lactating responses of cow to grass or grass-red clover silage diet supplemented with barley or oats. *Agric. Food Science* 15:252-267
- Vanhatalo A., K. Kuoppala, S. Anvenjärvi e M. Rinne, 2009 - Effects of feeding grass or red clover silage at two maturity stages in dairy cows. 1. Nitrogen metabolism and supply of amino acids. *J. Dairy Science*, 92:5620-5633