

Allevamento della bovina da latte nelle aree non irrigue

1: *unifeed*, prestazioni produttive e qualità del latte

Vinicius Foletto, Elena Saccà, Angela Sepulcri, Edi Piasentier, Mirco Corazzin
Dipartimento di Scienze AgroAlimentari, Ambientali e Animali (DI4A)

Domenico Davanzo, Valentino Volpe, Stefano Barbieri, Sonia Venerus
Servizio fitosanitario e chimico, ricerca, sperimentazione e assistenza tecnica

Questo lavoro è parte di una serie di attività sperimentali, dimostrative e divulgative sviluppate nell'ambito di una convenzione tra l'ERSA e il Dipartimento di Scienze Agroalimentari, Ambientali e Animali (DI4A) dell'Università degli Studi di Udine. L'obiettivo della collaborazione era quello di valutare i risultati produttivi e le diete per la bovina da latte in allevamenti con superfici coltivate prevalentemente in aree non irrigue della regione, allo scopo di identificare possibili strategie aziendali efficaci. In questo primo articolo viene discussa l'importanza dell'*unifeed* per le prestazioni produttive delle bovine e per la qualità del latte, rimandando a successivi contributi l'approfondimento su aspetti tecnici specifici.

L'impiego dell'*unifeed*

L'utilizzo degli *unifeed* è una tecnica consolidata nell'allevamento da latte. Come è noto, questa

tecnica prevede la somministrazione di diversi alimenti (fieno, insilato, cereali, integratori, sottoprodotti, ecc.) uniformemente miscelati e trinciati attraverso l'impiego del carro miscelatore, con l'obiettivo di ridurre al minimo la selezione dei diversi alimenti da parte dell'animale. Nella preparazione dell'*unifeed*, oltre alle caratteristiche nutritive della formulazione (contenuto energetico, proteico, degradabilità ruminale, etc.), assumono notevole importanza le varie frazioni della fibra, in considerazione del loro ruolo sulla funzionalità del rumine. Nelle diete per le bovine da latte è importante assicurare sufficienti quantità di "fibra fisicamente efficace" (peNDF) allo scopo di stimolare la masticazione, mantenere livelli fisiologici di pH nel rumine e ottimizzare la degradabilità ruminale (Zebeli e coll., 2012). La lunghezza eccessiva della fibra della razione si risolve in una selezione delle varie componenti



dell'*unifeed* da parte dell'animale, comportando un aumento dell'ingestione dei concentrati rispetto ai foraggi e conseguentemente una riduzione della fibra ingerita con riflessi dietetici negativi. Effetti altrettanto negativi si ottengono con un'eccessiva trinciatura del foraggio che porta ad avere una fibra con dimensioni ridotte e quindi poco efficace per stimolare la motilità ruminale, la ruminazione e conseguentemente la produzione di saliva. Come Beauchemin e coll. (2008) hanno dimostrato, i concentrati vengono ingeriti da 3 a 12 volte più velocemente e riducono la produzione di saliva, che ha un effetto tampone nel rumine, da 3 a 6 volte rispetto ai foraggi. Zebeli e coll. (2010) hanno concluso che un contenuto di circa 30 - 32% sulla sostanza secca di NDF con una lunghezza della fibra $\geq 1,18$ mm è sufficiente a ridurre considerevolmente il rischio di acidosi, mantenendo al contempo il contenuto di grasso e la produzione di latte. Infatti, anche con livelli simili di fibra (NDF) una eccessiva riduzione della dimensione fisica delle particelle nella dieta favorisce una diminuzione della percentuale di grasso del latte (Mertens, 1997).

Da questo punto di vista, sono importanti anche i tempi di miscelazione e trinciatura dell'*unifeed* nel carro: tempi molto lunghi infatti portano ad un'eccessiva riduzione delle dimensioni fisiche del foraggio.

Oltre alle caratteristiche fisiche, l'*unifeed* deve essere correttamente formulato e quindi presentare un adeguato contenuto di carboidrati e proteina grezza (PG) per massimizzare l'efficienza delle fermentazioni ruminali e quindi anche i fabbisogni degli animali.

Per la propria crescita, i batteri ruminali necessitano soprattutto di carboidrati come fonte di energia, mentre per la sintesi proteica utilizzano sia piccoli peptidi che ammoniaca derivati rispettivamente dalla degradazione e dalla fermentazione delle proteine degradate nel rumine. I foraggi e quelli conservati (insilati in particolare e fieni) forniscono, relativamente alla PG, elevati livelli di proteina degradabile nel rumine (PDR), una fonte azotata facilmente utilizzabile dai batteri. La PG dei concentrati ha una degradabilità ruminale molto variabile, con un livello talvolta importante di proteina non degradabile nel rumine (PNDR), risultando così, spesso, una fonte aggiuntiva di aminoacidi *by-pass* utile a

soddisfare le esigenze anche degli animali più produttivi. L'aumento della frazione di carboidrati non fibrosi (CNF: amidi, zuccheri solubili) nella dieta ha come conseguenza un aumento della disponibilità di energia a favore della popolazione microbica ruminale che accompagnata ad un aumento della disponibilità delle varie forme di azoto favorisce la sintesi di proteina microbica. Questo aspetto è di particolare importanza nell'alimentazione dei ruminanti, dove la proteina microbica rappresenta oltre il 50% della proteina che raggiunge l'intestino tenue e presenta un profilo in aminoacidi essenziali simile a quello della proteina tissutale e del latte (Schwab e Broderick, 2017). Tuttavia diete eccessivamente ricche di CNF determinano una riduzione nel pH ruminale che favorisce, a sua volta, una riduzione nella degradazione della fibra influenzando negativamente la sintesi di proteina microbica. Un aumento della concentrazione energetica dell'*unifeed*, e della quantità di amido in particolare, si accompagna ad una riduzione del livello di NDF. In generale, l'aumento della percentuale in NDF dell'*unifeed* è correlato ad una riduzione sia del contenuto di amido ($r = -0,44$) che di PG ($r = -0,29$) nella dieta (Caccamo e coll., 2012). Hall e coll. (2010) hanno osservato come i CNF possono rappresentare circa il 30 - 45% della sostanza secca della dieta. Tra i diversi tipi di carboidrati che compongono la frazione energetica di un alimento, l'amido, presente soprattutto nei cereali, rappresenta una forma di carboidrati tra le più degradabili a livello ruminale. Nella granello di mais l'amido costituisce circa il 65 - 70% della sostanza secca dei carboidrati presenti (Hall e coll., 2010). Tuttavia, la degradazione dell'amido nel rumine è influenzata anche dal tipo di cereale considerato: Herrera-Saldana e coll. (1990) hanno osservato una velocità di degradazione del 28, 24, 18, 13 e 9 %/h rispettivamente per l'amido di avena, frumento, orzo, mais e sorgo.

Un aumento del contenuto di PG nella dieta non comporta necessariamente un aumento della proteina nel latte (Schwab e Broderick, 2017). Le proteine degradate nel rumine possono essere fermentate ad ammoniaca dalla popolazione microbica in particolare nel caso di limitate disponibilità di fonti energetiche (Russell e coll., 1983). Così, quando il livello di degradazione



Unifeed e dati produttivi in tre aziende studio

Nelle tre aziende oggetto dello studio, i singoli alimenti che compongono l'*unifeed* per l'alimentazione delle bovine sono prevalentemente prodotti in azienda. La base foraggera dell'*unifeed* è di norma rappresentata da fieni in rotoballe e silo-fasciati (miscugli di leguminose e cereali) di prato polifita e di erba medica. Questa base foraggera viene completata da sorgo fasciato e insilato di mais (azienda A), insilato di mais (azienda B) e insilato di sorgo in trincea (azienda C). L'azienda C utilizza inoltre del pastone di mais. La componente proteica della dieta è apportata principalmente dalla soia. Inoltre, vengono utilizzate farine di cereali, che possono essere di produzione aziendale ed extra-aziendale (azienda A), solo aziendale (azienda B) o solo extra-aziendale (azienda C). Le aziende oggetto di questo studio sono state monitorate mensilmente per un periodo di 14 mesi, in modo da poter considerare le produzioni vegetali e le preparazioni alimentari di due annate agricole.

Sono stati complessivamente raccolti, con frequenza mensile dalla corsia di alimentazione, 42 campioni di *unifeed*. I campioni sono stati analizzati nei laboratori del DI4A a riguardo delle caratteristiche fisiche e chimiche. Aspetti specifici sulla composizione chimica e sulle caratteristiche degli alimenti utilizzati sono stati descritti in altro articolo (Foletto e coll., 2018). Le aziende utilizzano il sistema di mungitura con robot in cui le bovine vengono munte in media tre volte al giorno.

Oltre alla mungitura, il sistema, attraverso un dispenser localizzato presso la postazione, provvede a somministrare alle vacche una parte del concentrato giornaliero, registrandone il consumo insieme alle loro prestazioni produttive. Con questo sistema è possibile sia soddisfare i fabbisogni individuali degli animali, sia facilitare le operazioni di mungitura. Riferiscono Salfer e coll. (2011) che le bovine sono attratte, per essere munte, più dal mangime erogato dal robot che dalla pressione intramammaria del latte. I dati di produzione media di latte per bovina sono stati analizzati per tre fasi della lattazione (0-100 giorni, 101-200 giorni, dal giorno 201 in poi), successivamente è stata

ruminale della PG supera quello dei carboidrati, nel rumine si verifica un eccesso di ammoniaca che nel fegato viene trasformata in urea, aumentando conseguentemente le perdite di N con le urine. L'eccesso di ammoniaca può essere tossico per l'animale, influenzando negativamente la fertilità (Butler, 2001), e la sua conversione in urea comporta un certo costo energetico, riducendo l'energia disponibile per la produzione di latte. Per le bovine con produzione di 35 kg di latte/d, Wu e coll. (2000) hanno suggerito diete con un contenuto minimo di 17,5% PG nella fase iniziale di lattazione e 16% di PG da metà lattazione in poi. Olmos Colmenero e coll. (2006) hanno indicato che diete con 16,5% di PG somministrate in bovine Frisona a 30 settimane di lattazione possono supportare una produzione massima di 38 kg di latte/d, limitando l'escrezione di N.

Riassumendo, la formulazione dell'*unifeed* per le bovine da latte deve avere adeguate caratteristiche fisiche in termini di lunghezza delle frazioni fibrose e presentare un equilibrato contenuto in PDR e PNDR rispetto alle fonti di carboidrati fibrosi (CF) e non fibrosi (CNF). Il fine ultimo è quello di assicurare una corretta sincronizzazione dell'apporto di nutrienti alle bovine durante la giornata, migliorando le loro risposte fisiologiche e produttive.

calcolata la produzione media mensile aziendale e messa in relazione alle caratteristiche chimico-fisiche dell'*unifeed*. Allo stesso modo è stata calcolata la quantità media mensile di concentrato consumato dagli animali.

Per i dati qualitativi (percentuali di proteina, grasso, caseina, ecc.) del latte prodotto, di ogni azienda è stata calcolata una media mensile dei risultati ottenuti nei controlli funzionali effettuati dall'Associazione Allevatori del Friuli Venezia Giulia (AAFIG). Tutti i dati disponibili delle prestazioni produttive degli animali e dei consumi di concentrato sono stati confrontati con i dati di composizione chimico-fisica dell'*unifeed* campionato nel mese corrispondente.

Il valore nutritivo degli alimenti e l'ingestione di sostanza secca (SS) degli *unifeed* sono stati valutati sulla base delle equazioni di stima dell'INRA (2010).

Variatione chimica e valore nutritivo dell'*unifeed* durante il periodo sperimentale

I rilievi del pH e i risultati dell'analisi della composizione chimica degli *unifeed* campionati nelle diverse aziende sono riportati nei Grafici 1, 2, 3 e nelle Tabelle 1 e 2.

Come evidenziato nei Grafici 1 e 2, l'*unifeed* dell'azienda C ha mostrato una maggiore variabilità del pH (da 4,17 a 6,00) e del contenuto di SS, mentre l'*unifeed* dell'azienda B è risultato più stabile rispetto alle altre aziende, con minor variabilità fra i campioni. La variabilità dei valori di pH e di SS dell'*unifeed* è probabilmente legata a quella dei foraggi insilati che lo compongono. Il contenuto medio di SS dell'*unifeed* della azienda C era significativamente più basso (-6% $P < 0.05$) rispetto alle aziende A e B. I valori

Composizione	pH	SS % ss	Ceneri % ss	EE % ss	PG % ss	NDF % ss	ADF % ss	ADL % ss	Ceneri/ADL % ss	Amido % ss
Azienda A	4,77 ^b	48,80 ^a	7,33 ^b	2,75 ^b	11,96 ^b	43,00 ^a	28,32 ^a	7,39 ^{ab}	0,82 ^{ab}	20,91 ^a
Azienda B	5,10 ^a	49,11 ^a	8,24 ^a	2,15 ^c	13,14 ^a	39,97 ^a	25,69 ^b	7,39 ^b	0,67 ^b	23,05 ^a
Azienda C	4,77 ^b	43,11 ^b	7,59 ^b	3,27 ^a	11,97 ^b	43,49 ^a	29,91 ^a	8,85 ^a	1,14 ^a	21,70 ^a
CV (%)										
Azienda A	4,81	11,31	9,43	10,14	11,99	10,89	10,36	24,69	43,76	25,89
Azienda B	3,85	9,59	10,01	12,17	11,96	13,90	8,37	22,07	43,43	16,55
Azienda C	9,98	14,03	9,83	13,57	10,01	11,21	5,06	23,08	53,39	13,49

a,b,c = differenti lettere indicano medie statisticamente diverse;
CV = coefficiente di variabilità; ss = Sostanza secca

Composizione	ingestione mangime kg/ss	ingestione <i>unifeed</i> * kg/ss	UFL mangime kg/ss	UFL <i>unifeed</i> kg/ss	LS mangime kg	LS <i>unifeed</i> kg
Azienda A	3,83 ^b	19,98 ^a	1,15	0,81	9,97 ^b	19,67 ^b
Azienda B	3,77 ^b	17,93 ^b	1,14	0,89	9,77 ^{a,b}	21,04 ^a
Azienda C	3,97 ^a	16,15 ^c	1,13	0,78	10,23 ^a	14,33 ^c
CV (%)						
Azienda A	4,10	0,66	-----	10,49	3,69	5,02
Azienda B	10,08	1,84	-----	12,36	9,07	4,66
Azienda C	3,10	0,66	-----	7,91	2,79	6,15

a,b,c = differenti lettere indicano medie statisticamente diverse; UFL = Unita foraggera latte; LS = Latte al 4% di grasso sostenibile; * Calcolata sulla base delle equazioni di stima di INRA (2010).

Tabella 1:
Composizione chimica media degli *unifeed* delle tre aziende.

Tabella 2:
Valore nutritivo e copertura dei fabbisogni energetici per la produzione di latte assicurati dagli *unifeed*.

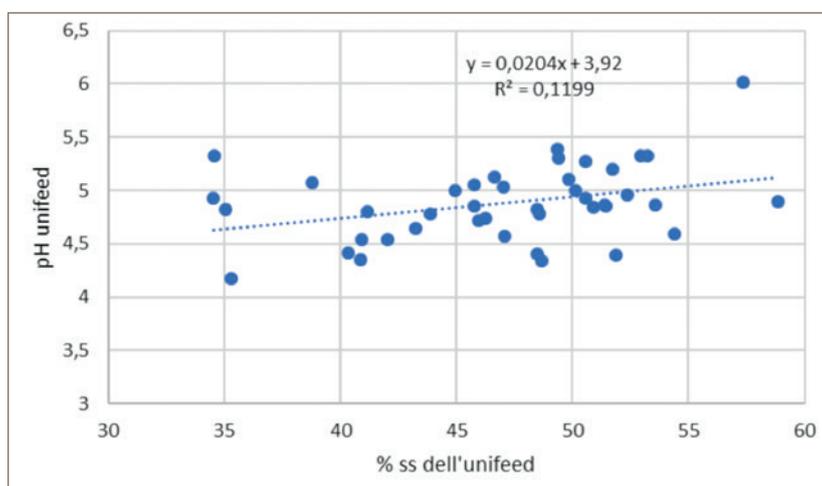
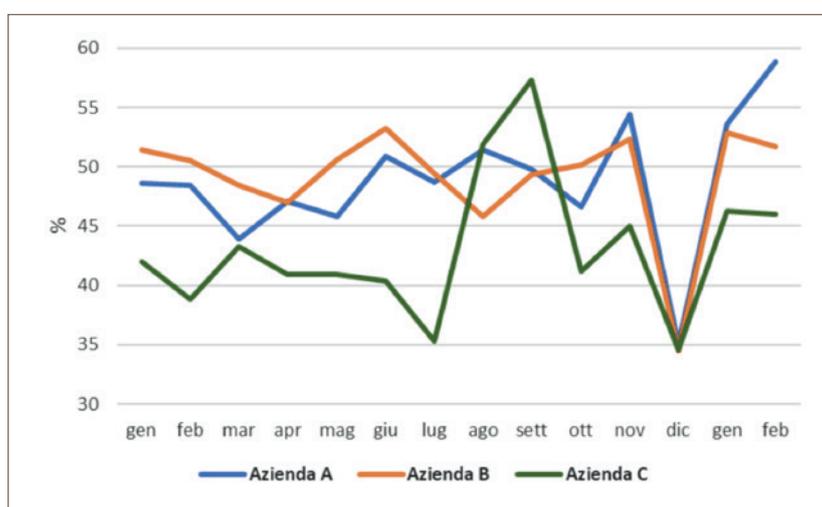
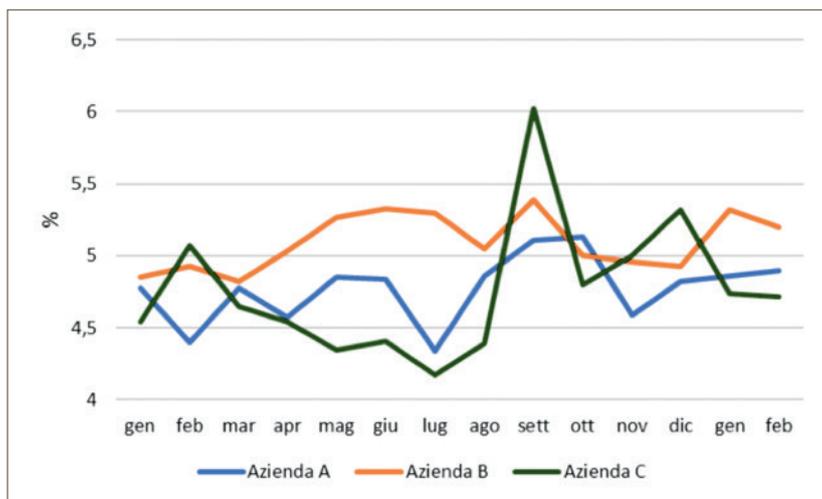


Grafico 1:
Variazione del pH
degli unifeed.

Grafico 2:
Variazione della SS
degli unifeed.

Grafico 3:
Relazione tra pH
e SS degli unifeed.

medi di sostanza secca rientrano nell'intervallo del 40 - 60% suggerito da Eastridge (2006). Quest'ultimo ha evidenziato come valori di SS dell'unifeed al di fuori di tale intervallo ridurrebbero l'ingestione: nel caso di valori <40% per via di un'eccessiva assunzione di acidi organici provenienti dall'insilato, nel caso di valori >60% in conseguenza di una minore stabilità fermenta-

tiva associata a una maggiore possibilità di scelta dei singoli alimenti che compongono l'unifeed da parte degli animali.

Come evidenziato nei Grafici 1, 2 e 3, le variazioni di pH sono correlate a quelle del contenuto in SS degli unifeed, associata alla componente foraggera, in particolare alla proporzione di insilati. In generale, per una corretta conservazione in trincea degli insilati, più la percentuale di sostanza secca aumenta, minore è la necessità di acidificazione della massa (Baldoni e Giardini, 2002).

L'unifeed dell'azienda B si differenzia significativamente da quello delle altre aziende per un più alto livello di ceneri e inferiore contenuto di estratto etereo e ADF (Tab. 1). Un contenuto elevato di ceneri può essere dovuto a una contaminazione con il suolo delle singole componenti foraggere dell'unifeed durante le operazioni di raccolta.

Per quanto riguarda la NDF, l'unifeed dell'azienda B presenta un contenuto inferiore rispetto alle altre aziende. La grande variabilità di NDF tra le aziende non ha portato al raggiungimento di differenze statistiche significative ($P > 0.05$).

Gli unifeed delle aziende A e B presentano livelli medi di lignina (ADL) equivalenti (7,4% della SS), mentre l'azienda C si discosta in termini statisticamente significativi dall'azienda B per un livello medio superiore di ADL (+1,46 $P < 0.05$) (Tab. 1). La grande variabilità osservata tra i campioni delle aziende A e B non ha però determinato differenze significative all'analisi statistica ($P > 0.05$). Un maggior contenuto in lignina denota una minore degradabilità della componente fibrosa. Il contenuto di lignina è fortemente influenzato dalla velocità di crescita e dallo stadio di maturazione della pianta (Formigoni e coll., 2008).

Come riportato nella Tabella 2, il valore nutritivo dell'unifeed risulta superiore per l'azienda B (0,89 UFL/kg) rispetto alle aziende A e C (0,81 e 0,78 UFL/kg rispettivamente).

La produzione di latte assicurata attraverso l'apporto energetico dell'unifeed si differenzia in modo statisticamente significativo ($P < 0.05$) nelle tre aziende, con i valori estremi, alto e basso, osservati rispettivamente nelle aziende B e C (21,04 e 14,33 kg di latte). Sulla base del valore nutritivo dell'unifeed è stato possibile ricavare un indice che evidenzia il contributo dell'unifeed

stesso alla copertura dei fabbisogni energetici per la produzione di latte dell'allevamento. In tal senso il valore energetico dell'*unifeed* delle aziende A e B può assicurare il 66 - 68% dei fabbisogni per la produzione di latte, mentre nell'azienda C l'*unifeed* può assicurare il 58% dei fabbisogni.

La minore qualità della fibra dell'*unifeed* dell'azienda C (Tab. 1) determina un minor valore energetico (0,78 UFL/kg) dell'*unifeed* dell'azienda stessa (Tab. 2).

Unifeed, produzione e qualità del latte

La Tabella 3 evidenzia un livello produttivo medio delle bovine dell'azienda C (24,70 kg/d) significativamente inferiore rispetto alle aziende A (29,96 kg/d) e B (31,22 kg/d). Anche il dato produttivo corretto per il tenore di grasso (FCM) conferma tali differenze che rimangono quasi invariate.

Considerando che la razza allevata nelle aziende B e C è la Frisona Italiana (FI), mentre la razza allevata nell'azienda A è la Pezzata Rossa Italiana (PRI), tali differenze possono essere spiegate da un diverso livello genetico della mandria negli allevamenti.

Per quanto riguarda la composizione del latte ed in particolare il tenore di grasso, si osserva una similarità tra le tre aziende (Tab. 3), con valori leggermente superiori nel latte dell'azienda C (3,97%) rispetto all'azienda A (3,93%) e B (3,91%). Queste differenze non sono però risultate statisticamente significative ($P > 0.05$) in conseguenza della notevole variabilità tra i campioni nel periodo considerato.

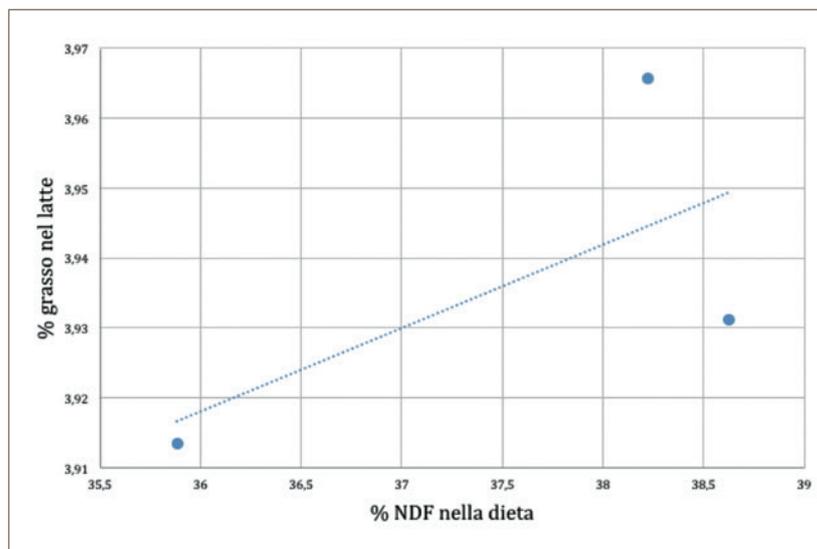


Grafico 4:
Relazione tra NDF medio delle diete e la % di grasso medio nel latte delle aziende.

Il tenore di grasso nel latte è molto sensibile alla variazione fisico-chimica della componente fibrosa della dieta. Secondo De Brabander e coll. (1999) una riduzione del contenuto di grassi del latte di circa 0,6% in una settimana potrebbe essere considerata indice di carenza di fibre nella dieta delle vacche da latte. Nel presente studio l'aumento della percentuale di grasso del latte è risultato correlato all'aumento della percentuale di NDF della dieta delle tre aziende studio (Graf. 4).

Nel latte delle aziende studio si è notata una differenza significativa ($P < 0.05$) nel livello medio di proteina e caseina, con una percentuale più elevata per l'azienda A (Tab. 3), presumibilmente legato alla razza (PRI) allevata. Considerando le due aziende che allevano la razza FI, l'azienda B dimostra percentuali significativamente superiori in proteina (+0,09 $P < 0.05$) e caseina (+0,05 $P < 0.05$) rispetto all'azienda C.

Composizione	Latte kg/d	FCM kg	CCS (cell/ml)	Grasso %	Proteina %	Caseina %	Urea (mg/100ml)
Azienda A	29,96 ^b	29,64 ^b	115.680 ^a	3,93 ^a	3,59 ^a	2,78 ^a	24,90 ^a
Azienda B	31,22 ^a	30,81 ^a	129.970 ^a	3,91 ^a	3,35 ^b	2,56 ^b	28,32 ^a
Azienda C	24,70 ^c	24,57 ^c	82.000 ^b	3,97 ^a	3,26 ^c	2,51 ^c	27,25 ^a
CV (%)							
Azienda A	3,74	3,99	22,64	4,85	1,84	2,34	15,37
Azienda B	5,16	5,18	19,60	4,24	1,53	2,48	21,31
Azienda C	4,39	4,50	32,67	4,58	1,63	1,74	11,95

Tabella 3:
Livello produttivo medio e qualità del latte.

a,b,c = differenti lettere indicano medie statisticamente diverse; FCM = latte al 4% grasso; CV = coefficiente di variabilità; CCS = conteggio cellule somatiche.



Fermo restando il contributo in nutrienti dei concentrati distribuiti con il dispenser alla posta del robot di mungitura, questa differenza potrebbe essere spiegata in ragione della maggior percentuale di amido, seppur solo numerica e non statisticamente significativa, nell'*unifeed* della azienda B rispetto alle altre. Rius e coll. (2010) hanno infatti osservato una correlazione positiva tra caseina del latte e contenuto di amido della dieta. Secondo Rulquin e coll. (2004) la sintesi proteica nel latte viene massimizzata quando il glucosio è disponibile nell'intestino alla concentrazione dell'8% per kg di sostanza secca ingerita. Per quanto riguarda il valore medio di urea nel latte, le aziende, in linea generale, esibiscono valori entro l'intervallo di normalità (Tab. 3), indicando che le razioni sono mediamente ben bilanciate rispetto all'apporto proteico. Infatti, per animali con produzione fino a 30 kg di latte al giorno, Bani e Calamari (2006) considerano come ottimali livelli giornalieri di urea compresi tra 25 e 33 mg/100 ml di latte, oppure tra 28,5 e 37 mg/100 ml di latte per animali che producono più di 30 kg di latte al giorno. Riguardo alla quantità di cellule somatiche (CCS), le aziende A e B presentavano una me-

dia geometrica (115.680 e 129.970 CCS/ml, rispettivamente) significativamente ($P < 0.05$) più elevata in confronto all'azienda C (82.000 CCS/ml) (Tab. 3). In nessun mese durante il periodo di campionamento le aziende hanno superato il limite di legge di 300.000 CCS/ml di latte (limite per latte crudo e di alta qualità) dimostrando, da questo punto di vista, un adeguato controllo igienico-sanitario degli ambienti e di carattere gestionale delle mandrie.

Conclusioni

In questo lavoro vengono rappresentate alcune strategie messe in atto negli allevamenti con terreni situati in area prevalentemente non irrigua, dove in assenza di irrigazione la disponibilità di acqua non è sufficiente alla coltivazione del mais e pertanto l'insilato di mais non può costituire la componente prevalente dell'*unifeed* destinato alle bovine da latte. L'individuazione di colture alternative o complementari al mais risulta in tali contesti prioritaria per la formulazione di *unifeed* che ottimizzino le risorse aziendali aumentando così la sostenibilità dell'allevamento e contribuendo al contenimento dei costi di alimentazione.

BIBLIOGRAFIA

Baldoni R., Giardini L., 2002. Coltivazioni erbacee – Foraggiere e tappeti erbosi. Padova, Italia, Pàtron Editore, pp. 314-327.

Bani P., Calamari L., 2006. L'urea nel latte come strumento diagnostico. *Summa Animali da reddito*. 1(9):17-26.

Beauchemin K.A., Eriksen L., Nørgaard P., Rode L.M., 2008. Short Communication: Salivary Secretion During Meals in Lactating Dairy Cattle. *Journal of Dairy Science* 91:2077-2081.

Butler W., 2001. Nutritional effects on resumption of ovarian cyclicity and conception rate in post-partum dairy cows. In Diskin, M.G. (Ed.), *Fertility in the High-Producing Dairy Cow*. Occasional Publication No. 26. British Society of Animal Science. Edinburgh, pp. 133-145.

Caccamo M., Veerkamp R.F., Licita G., Petriglieri R., La Terra F., Pozzebon A., Ferguson J.D., 2012. Association of total-mixed-ration chemical composition with milk, fat, and protein yield lactation curves at the individual level. *Journal of Dairy Science*. 95(10):6171-6183.

De Brabander D.L., De Boever J.L., Vanacker J.M., Boucque Ch.V., Botterman S.M., 1999. Evaluation of physical structure in dairy cattle nutrition. In: Garnsworthy P.C., Wiseman J. (Eds.), *Recent Advances in Animal Nutrition*. Nottingham University Press, pp. 111-145.

Eastridge M.L. 2006. Major advances in applied dairy cattle nutrition. *Journal of Dairy Science* 89:1311-1323.

Foletto V., Corazzin M., Giordano F., Saccà E., Sepulcri A., Piasentier E., Davanzo D., Volpe V., Barbieri S. 2018. Utilizzo di insilati di sorgo e d'erba nell'alimentazione della bovina da latte. *Notiziario ERSA*, n. 2/2018.

Formigoni A., Palmonari A., Brogna N., Fustini M., Biagi G., Fusaro I., 2008. La qualità della medica cambia in relazione all'intervallo di sfalcio. *Società Italiana di Buiatria*. 3:41-45.

Hall M.B., Larson C.C., Wilcox C.J., 2010. Carbohydrate source and protein degradability alter lactation, ruminal and blood measures. *Journal of Dairy Science*. 93:311-322.

Herrera-Saldana R.E, Huber J.T., Poore M.H., 1990. Dry matter, crude protein and starch degradability of five cereal grains. *Journal of Dairy Science* 73:2386-2393.

INRA, 2010. Alimentation des bovins, ovins et caprins. Besoins des animaux, valeur des aliments. Editions Quae, Versailles, France.

Mertens D.R., 1997. Creating a System for Meeting the Fiber Requirements of Dairy Cows. *Journal of Dairy Science*. 80:1463-1481.

Olmos Colmenero J.J., Broderick G.A., 2006. Effect of dietary crude protein concentration on milk production and nitrogen utilization in lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 89:1704-1712.

Rius A.G., Appuhamy J.A.D.R.N., Cyriac J., Kirovski D., Becvar O., Escobar J., McGilliard M.L., Bequette B.J., Akers R.M., Hanigan M.D., 2010. Regulation of protein synthesis in mammary glands of lactating dairy cows by starch and amino acids. *Journal of Dairy Science*. 93:3114-27.

Rulquin H., Righout S., Lemosquet S., Bach A., 2004. Infusion of glucose directs circulating amino acids to the mammary gland in well-fed dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 87:340-349.

Russell J.B., Sniffen C.J., Van Soest P.J., (1983). Effect of carbohydrate limitation on degradation and utilization of casein by mixed rumen bacteria. *Journal of Dairy Science*, 66:763-775.

Salfer J., Endres M., 2011. Robotic milking: What producers have learned. Pages 116-120 in Proc. 4-State Dairy Nutrition & Management Conference. Dubuque, Iowa, USA.

Schwab G.C., Broderick G.A., 2017. A 100-Year Review: Protein and amino acid nutrition in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 100:10094-10112.

Wu Z., Satter L.D., 2000. Milk production during the complete lactation of dairy cows fed diets containing different amounts of protein. *Journal of Dairy Science*. 83:1042-1051.

Zebeli Q., Mansmann D., Steingass H., Ametaj B.N., 2010. Balancing diets for physically effective fibre and ruminally degradable starch: A key to lower the risk of sub-acute rumen acidosis and improve productivity of dairy cattle. *Livestock Science*. 127:1-10.

Zebeli Q., Aschenbach J.R., Tafaj M., Boguhn J., Ametaj B.N., Drochner W., 2012. Invited review: Role of physically effective fibre and estimation of dietary fibre adequacy in high-producing dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 95, 1041-1056