

Collegare l'uso di biofertilizzanti sugli insilati di mais o sui prati con il progresso della qualità e dell'economia del latte

Giorgio Masoero¹, Riccardo Ariotti², Giusto Giovannetti³, Enrico Ercole³, Alberto Cugnetto¹, Marco Nuti⁴.

¹ Accademia di Agricoltura di Torino, Torino, Italia ² LAV s.r.l., Moncalieri, Italia ³ CCS Aosta, Quart, Italia ⁴ Istituto superiore S. Anna di Pisa, Italia

Parole chiave. biofertilizzante, micorrize, insilato di mais, prato, proteine del latte, grasso del latte, vitamina A del latte, vitamina E del latte, acidi grassi insaturi, economia agricola.

Abstract

Un uso sistematico di biofertilizzanti può migliorare sia la qualità di un sistema di allevamento che i parametri del latte. In questo articolo vengono riportate alcune problematiche relative agli esperimenti di bio-fertilizzazione in sei aziende agricole della Pianura Padana (Italia nordoccidentale) coinvolte nella produzione di latte da bovini da latte alimentati con insilato di mais o pascolati con fieno prodotto da prati permanenti. È stato riscontrato che il mais bio-fertilizzato abbassa il pH del fusto vivo di circa il 2,3% e la spettroscopia NIR prefigura importanti cambiamenti nella composizione. Complessivamente l'insilato delle piante è migliorato in quantità (+ 10%) ma anche in qualità, come dimostrato dalla fase di maturità ritardata delle foglie (indice di maturità del raccolto -4%), dal contenuto di NDF indigeribile inferiore (-7%), e i carboidrati e le proteine più digeribili nelle piante intere. Tali condizioni di alimentazione favorevoli, insieme alla migliore appetibilità della razione alimentare, hanno aumentato i valori nutritivi delle proteine (+ 4,6%) e dei grassi (+ 5,7%) nel latte. Inoltre, le proprietà funzionali del latte sono state migliorate, come testimoniato dai livelli più elevati di vitamina A (+ 27%) e vitamina E (+ 25%) e dai ridotti livelli di acidi grassi saturi (-6%), soprattutto miristici (-18%) e stearico (-32%), mentre gli acidi insaturi sono aumentati del 15%. Per quanto riguarda gli aspetti economici, la bio-fertilizzazione del mais da insilato ha portato a consistenti ricompense relative al prezzo marginale del latte, che a sua volta ha portato ad un aumento della catena del valore di circa il 9%, per effetto della coltivazione dei campi, ma principalmente della trasformazione della vacca in questioni di qualità del latte. In un'altra azienda, il mais intensivo è stato sostituito con prati permanenti bio-fertilizzati, su un percorso di inverdimento, e si è ottenuto un aumento della catena del valore del + 17% che derivava già principalmente dal miglior prezzo per i parametri di qualità del latte. Un tale salto evolutivo verso una nuova visione di agricoltura sostenibile per l'ambiente e per gli animali, in cui una migliore qualità dei prodotti, il benessere degli animali e il budget aziendale si uniscono alla bio-fertilizzazione del suolo, può essere considerato una miniera d'oro.

introduzione

I biofertilizzanti, il cui utilizzo è considerato una acclamata strategia per la gestione multifunzionale del suolo, per quanto riguarda le caratteristiche biologiche e fisiche, e una crescente resistenza delle piante agli agenti patogeni e allo stress biotico e abiotico, rappresentano uno strumento promettente in grado di fornire una risposta alle nuove sfide dell'agricoltura moderna ¹. In generale, l'aspetto quantitativo è considerato il più considerato, dopo che sono emerse evidenze favorevoli incoraggianti su legumi (+ 19%), ortaggi (+ 17%), cereali (+ 15%) e radici (+ 10%) ² Allo stesso tempo si sono riscontrati più vantaggi nell'utilizzo di P (+6,7 kg

resa kg P-1) che di N (+1,8 kg resa kg P-1). Dal punto di vista operativo, la sfida è ora quella di verificare se la legge del minimo sia applicabile o se la seconda legge del rendimento decrescente, che mette in relazione una dose alla risposta, possa essere verificata e modellata in un piano di produzione considerando le interazioni con ciascuna microflora autoctona. Johnson et al. 3 hanno sottoposto il fattore micorrizico a un esame della Legge del minimo, utilizzando la specie C4 *Andropogon gerardii*. I risultati hanno supportato l'ipotesi che il mutualismo si verifichi probabilmente nei sistemi P-limitati, mentre il commensalismo o il parassitismo è probabile nei sistemi N-limitati. La fertilità del suolo è la chiave per controllare i costi e i benefici delle micorrize e la Legge del minimo è un utile predittore del fenotipo micorrizico. I funghi micorrizici possono migliorare la limitazione di P negli esperimenti sulle piante erbacee, ma non la limitazione di N. La seconda sfida per i biofertilizzanti riguarda la possibilità del sequestro e della biodisponibilità di N per le piante: la manifestazione più evidente del rigoglio delle piante, dopo una bio-fertilizzazione riuscita, è il colore verde intenso, che corrisponde fenotipicamente ad una "nitrificazione". Thirkell et al. 4 è riuscito a risolvere il paradosso dell'azoto. Sebbene la fecondazione N-minerale abbia dimostrato di suscitare un forte mutualismo, che è caratterizzato da una migliore crescita di piante e funghi, si è riscontrata una mancanza di risposte simili a seguito dell'aggiunta di N-organico. Attraverso un esperimento di microcosmo, l'AA ha dimostrato che consentire l'accesso delle ife a un materiale organico migliorava il contenuto totale di N e P, con un contemporaneo e sostanziale aumento della biomassa vegetale (+ 66% sia per la parte ipogea che per quella epigea).

Tuttavia, gli impatti di un biofertilizzante sui miglioramenti qualitativi della resa sono stati studiati meno e quegli studi che sono stati condotti si sono concentrati principalmente sulla prima catena dei mangimi crudi 5-8 o sugli alimenti 9-11 ma in quest'ultimo caso, solo raramente gli studi si sono estesi alla catena di approvvigionamento animale per pollame e suini 12, bovini da carne 13 o alla catena del latte 14-16. La fonte di foraggio per le vacche da latte e l'approvvigionamento energetico influenzano in larga misura sia la qualità del latte 17 che le emissioni problematiche di metano 18, 19. Sono stati condotti molti studi sui profili degli acidi grassi. È stato riconosciuto che un aumento degli AF insaturi porta ad una riduzione del rapporto tra acidi grassi saturi (SFA) e PUFA, migliorando così la qualità nutrizionale del latte 20 e le sue proprietà antiossidanti 21.

Il presente studio riporta alcune problematiche relative agli esperimenti di bio-fertilizzazione a medio termine, incentrati sulla qualità del latte, che sono stati condotti in allevamenti intensivi di bovini da latte in Italia. Considerando l'elevato valore dei terreni in Italia e la necessità di massimizzare la produzione, il sistema alimentare dominante si basa sulla coltivazione del mais (*Zea Mays*) per insilato, mosto e mais. Per affrontare i problemi di riorientamento della produzione agricola nell'UE verso un accordo verde, la bio-fertilizzazione potrebbe essere utilizzata come strumento per sostenere le restrizioni chimiche nei campi, ridurre le micotossine 12 e migliorare la salute degli animali.

La pratica dei prati da fieno permanenti, abbandonata da circa mezzo secolo dagli agricoltori convenzionali, è oggi considerata, da una minoranza preveggenza, una scelta vincente di alta qualità, con benefici e sostanziale aiuto dall'utilizzo di una gestione controllata dei biofertilizzanti. Nel presente studio, esaminiamo l'impatto di un tale riorientamento, cioè dal mais ai prati, sulla qualità del latte e sul budget aziendale.

Procedura sperimentale

È stato utilizzato un modello asincrono per confrontare la produzione di latte - dal punto di vista della quantità e della qualità - con una normale alimentazione convenzionale (C) e con un regime migliorato (B). Il miglioramento sperimentato è dovuto all'utilizzo di un consorzio di biofertilizzanti applicato alle principali colture considerate al fine di soddisfare le necessità nutrizionali di una mandria, attinenti al mantenimento, alla riproduzione e alla produzione, ovvero un raccolto di mais e un prato. Quattro aziende agricole sono state iscritte

all'esperimento sul mais per un periodo di due anni, mentre una fattoria è stata seguita per tre anni per lo studio del prato.

Materiale e metodi

Esperimenti di mais

Nel primo anno, quattro aziende agricole sono state coinvolte nella produzione di un silo a trincea di mais bio-fertilizzato a pianta intera, in quantità ritenuta sufficiente per nutrire le vacche Holstein italiane in mungitura per un periodo di quasi due mesi nel secondo anno. Nel Progetto ProLacte sono state coinvolte quattro aziende agricole della pianura padana, nella Regione Piemonte (Carmagnola), e un'azienda agricola a Soncino, nella Regione Cremona. Il seme MICOSAT F wp® per la concia dei cereali è stato utilizzato ai fini della bio-fertilizzazione alla dose di 1 kg / ha. Si tratta di un consorzio piuttosto complesso in cui 100 g contengono funghi simbiotici (32 g di inoculo di radice di sorgo, spore e ifa delle specie *Glomus coronatus* GO01 e GU53, *Glomus caledonium* GM24, *Glomus intraradices* GB67 e GG32, *Glomus mosseae* GP11 e GC11, e *Glomus viscosum* GC41), batteri (*Bacillus subtilis* BR48), funghi saprofiti (*Beauveria* spp. BB48, *Trichoderma harzianum* TH01, *Trichoderma atroviride* TA28) e terreni inerti ama 100.

I dettagli dei metodi utilizzati per il raccolto e il monitoraggio della crescita e della resa sono stati pubblicati in uno studio di Masoero e Giovannetti 22, che si è concentrato sulle variazioni del pH dello stelo in vivo. Ogni pianta è stata tagliata a 2/3 dell'internodo sotto l'orecchio ed è stata effettuata una misurazione del pH dello stelo in vivo nella posizione alta (pH_{up}). Un secondo taglio è stato quindi eseguito a 1/2 del 2° internodo e il pH dello stelo è stato misurato nella posizione inferiore (pH_{bot}). Le misurazioni del pH sono state condotte utilizzando un pHmetro BORMAC "XSpH 70", dotato di un elettrodo combinato plastica-vetro Hamilton PEEK Double-Pore F, con dimensioni 35 × 6 mm (LxØ) e due decimali. Tutte le misurazioni sull'impianto sono state condotte al centro delle sezioni tagliate. Una foglia è stata trattenuta da ciascuna pianta e le 1278 foglie così ottenute sono state quindi esaminate in laboratorio, mediante spettroscopia vibrazionale, utilizzando uno spettrofotometro portatile LabSpec 4 Standard-Res Lab UV-Vis-NIR Analyzer fibra ottica diode array (ASD, Analytical Spectral Device Inc., Boulder, CO) per scansionare le pagine inferiori delle foglie in un intervallo di 350-1025 nm (676 punti di assorbanza).

Gli spettri sono stati importati in un formato compatibile con il software WinISI II v1.04 (FOSS NIRSystem / Tecator, Infrasoft International, LLC) per l'elaborazione chemiometrica, mediante un metodo dei minimi quadrati parziali (PLS), per calibrare la condizione binaria C vs B, come i manichini 1,2. A quel tempo non era disponibile alcun modello di previsione della qualità delle foglie per lo strumento ASD. Pertanto, al fine di considerare le modifiche del biofertilizzante sulle foglie e di estendere e convalidare le caratteristiche del presente studio, abbiamo incluso una raccolta degli spettri NIR di 1627 foglie ottenute da una serie di esperimenti pubblicati di bio-fertilizzazione condotti successivamente 23.

A tale scopo è stato utilizzato un dispositivo NIR a basso costo; lo SCiOTM 23 e gli spettri sono stati scaricati, importati in WinISI e i tratti di qualità sono stati previsti utilizzando modelli convalidati in un precedente studio sul sorgo 25 e ulteriormente migliorati in uno studio sulla vite 26.

Sono state effettuate analisi su piante di mais verde intero trinciato, mediante un NIRSystem 5000, attualmente utilizzato dall'Associazione Regionale Allevatori.

Esperimento sul campo

Nel primo anno, un'azienda agricola ha cambiato la propria organizzazione delle colture da alimentazione intensiva di mais e produzione di latticini all'alimentazione dei prati e alla produzione di fieno, utilizzando il suddetto biofertilizzante sull'intera area coltivata. I prati

comprendevano *Trifolium pratensis*, *Medicago sativa*, *Dactylis glomerata*, *Lolium multiflorum*, *Festulolium* e *Festuca pratense*. Non sono state effettuate analisi comparative sulle erbe o sul fieno.

Nel periodo di transizione, la razione di mungitura è stata gradualmente ampliata per il rapporto foraggio / concentrato.

Resa e qualità del latte

Diversi tipi di misurazioni hanno coinvolto i controlli sul latte. Negli allevamenti di vacche da latte sono state condotte indagini individuali sui latticini mediante un controllo funzionale condotto dall'Associazione Allevatori Mandriani Italiani. Sono stati raccolti un totale di 14833 record di resa (kg) e diverse analisi standard accoppiate (% di grasso,% di proteine, conta delle cellule somatiche 000, punteggio lineare,% di condimento (% di grasso * 0,9979 +% di proteine * 4,19 -5,24) e resa del formaggio (kg * dressing%) sono stati effettuati nelle due fasi di alimentazione dell'insilato di mais C e B. Nell'arco di tutto il 2013-14 anni, circa il 90% dei controlli è stato condotto durante il periodo di alimentazione convenzionale e il restante 10% durante il periodo di alimentazione bio-fertilizzata .

Campioni di latte sfuso (n. 98) sono stati regolarmente esaminati per stabilirne la qualità e le proprietà di caseificazione utilizzando un MilkoScan FT120 27 per analisi di routine di grassi, proteine e lattosio e per gli interferogrammi registrati (n = 1154 cifre) e un Fossamatic 90 per il conteggio delle cellule somatiche, che è stato trasformato in un punteggio lineare. Sono state condotte analisi di laboratorio speciali riguardanti le proprietà funzionali del latte, vale a dire il profilo di acidi grassi 28, 29 e il contenuto di vitamina A e vitamina E 30.

Risultati

Resa e qualità del mais

Grazie al trattamento con biofertilizzante è stato ottenuto un aumento significativo della resa, più per il sistema del fusto (+ 15%) che per le spighe (+ 2%), ed è stato osservato un aumento del rapporto S / H (+ 10%) (Tabella 1).

Tabella 1. Resa degli appezzamenti di mais ceroso convenzionale (C) e bio-fertilizzato (B) prima dell'insilato per il fusto e le spighe e la massa verde totale.

Aziende	C \ B	Pianta # m ⁻²	Steli kg m ⁻²	Spighe kg m ⁻²	S/H	Massa totale kg m ⁻²
1	C	6.5	14.0	7.4	1.9	21.4
1	B	7.5	15.1	7.7	2.0	22.8
2	C	5.9	15.3	15.3	1.0	30.5
2	B	7.7	18.5	12.5	1.5	31.0
3	C	6.3	10.4	9.3	1.1	19.6
3	B	7.4	12.4	11.0	1.1	23.4
4	C	8.1	23.2	12.3	1.9	35.4
4	B	8.5	25.9	12.7	2.0	38.5
5	C	6.8	17.4	9.9	1.8	27.3
5	B	7.5	20.6	11.3	1.8	31.8
Media	C		16.0	10.8	1.5	26.8

Media	B		18.5 (15)*	11.0 (2)*	1.7 (10)*	29.5 (10)*
-------	---	--	---------------	-----------	-----------	------------

ln (B / C)% è mostrato tra parentesi; * P <0,05

Tabella 2. pH del fusto in vivo per le altezze superiore (pH_up) e inferiore (pH_bot) del mais convenzionale (C) e bio-fertilizzato (B).

No. 760	C- convenzionale	B- bio-fertilizzato
pH_up	4.83	4.79 (-0.8)
pH_bot	4.90	4.76 (-2.9)*
Diff. (pH up - pH_bot)	-0.07	0.03 (-144)*

ln (B / C)% è mostrato tra parentesi; * P <0,05

Il pH dello stelo è stato abbassato in modo significativo dal biofertilizzante, più nel punto di misurazione inferiore (-2,9%) che nel punto superiore (-0,8%), sebbene la differenza up-bot fosse più pronunciata (-144%) (Tavolo 2).

Per quanto riguarda la composizione della foglia putativa, come impronte digitali negli spettri 1278 NIR, la differenza tra le due tesi era estremamente elevata, con un R2 di 0,82 (Figura 1).

Figura 1.
2) (n. 127

o-fertilizzata (B,

Se si considerano le 1627 foglie in più (Tabella 3), il pH fogliare variava parallelamente al variare del pH del fusto, confermando così un valore inferiore del 3% nel mais bio-fertilizzato.

Per quanto riguarda la composizione fogliare, prevista mediante SCiOTM NIRS (Tabella 3), la caratteristica generale che è stata osservata è un ritardo nella maturità dopo il trattamento, rappresentato sinteticamente dal -4% dell'indice di maturità delle colture. Lo stato più giovanile è stato testimoniato da più proteine% (+6,4), ceneri (+7), emicellulosa (+13), cellulosa (+3) e, al contrario, da meno lignina (ADL, -5) NDF indigeribile (-3) e ADF (-2). La composizione della pianta intera rifletteva le conseguenze della parte preponderante del fusto rispetto alle spighe, e soprattutto nelle piante bio-fertilizzate, che superavano del 10% il rapporto medio stelo / spiga. La biomassa è stata ovviamente aumentata molto di più nel sistema del fusto (+15) che nelle spighe (+2). Pertanto, l'intera pianta rifletteva la composizione della foglia come se fosse mescolata con le parti del fusto e delle spighe, e il risultato era una relativa riduzione delle fibre, compensata da un aumento delle proteine (+3), ma principalmente degli zuccheri totali (+11) . In breve, è stato ottenuto un alimento insilato più appetibile e nutriente.

Tabella 3. Composizione e proprietà delle foglie di mais convenzionale (C) e bio-fertilizzato (B) e di tutte le piante allo stadio ceroso.

Items	Leaves - No.1627		Whole plants - No. 8	
	C	B	C	B
Foliar pH, unit	5.14	4.97 (-3)*		
Stem pH bot, unit			4.90	4.76 (-2.9)*
Crop maturity index, n	2.45	2.35 (-4)*		
Lignin, ADL	8.11	7.68 (-5)*		
Ether extract	1.31	1.27 (-2)*	2.67	2.65 (-1)
ADF	42.81	42.13 (-2)*		
Crude fiber	28.01	27.83 (-1)		
Indigestible NDF	25.43	24.56 (-3)*	10.31	9.55 (-7)
N-free extract	46.02	46.99(2)*		
Gross energy, MJ/kg DM	17.43	17.42 (0)		
In vitro tot. digestibility, IVTD %	71.58	71.64 (0)		
NDF	46.20	46.53 (1)*	39.88	38.21 (-4)
NDF digestibility, %	44.93	46.75 (4)*	74.22	75.06 (1)
Hemicellulose	7.91	8.92 (13)*		
Digestible NDF	21.24	21.67 (2)*	29.57	28.66 (-3)
Cellulose	27.64	28.44 (3)*		
Crude protein	8.83	9.40 (6.4)*	6.86	7.05 (3)
Dry matter, %	27.05	28.09 (4)*	35.58	35.61 (0)
Ash	6.43	6.89 (7)*	4.03	3.73 (-7)
Non -structural carbohydrate, NSC			46.56	48.33 (4)
Starch			36.95	37.91 (3)
Total Sugars			5.57	6.05 (11)

Tutti gli articoli senza unità sono% sostanza secca; le differenze in ln (B / C)% sono mostrate tra parentesi; * P <0,05

Produzione e qualità del latte negli allevamenti di mais

Nell'ambito del progetto ProLacte, i risultati relativi alla quantità di latte prodotta dalle singole vacche, effettuati dall'AIA su 13171 casi di alimentazione con sistemi convenzionali (C) e 1662 di alimentazione bio-fertilizzata (B), hanno indicato un andamento della produzione (-2,7%) dopo un'analisi comparativa. Ciò è dovuto principalmente alla riduzione volontaria del livello di alimentazione verificato nell'azienda n. 2 e a motivi sanitari nell'azienda n. 3 (Tabella 4).

Interessanti invece i risultati sulla composizione del latte. Nel complesso, il contenuto di grassi è aumentato del + 5,5%, mentre il contenuto di proteine è aumentato del + 3,3%. Ciò ha portato ad un aumento della percentuale di condimento da latte del 5,3% e del + 2,3% nella caseificazione. Parallelamente, i risultati delle analisi del latte sfuso (Tabella 5) hanno

evidenziato aumenti ancora maggiori di grassi (+5,7), proteine (+4,6) e percentuale di condimento (+6,9).

Tabella 4. Indagine da latte su singole vacche nei due periodi considerati con insilato di mais convenzionale (C) e bio-fertilizzato (B) (Mandria 1-4) o prati (Mandria 5) (n. 14833).

Herd	1	1	2	2	3	3	4	4	5	5	1-5
Conventional \ Biofertilized	C	B	C	B	C	B	C	B	C	B	
No	2397	187	2416	387	5970	387	1205	353	1183	348	
kg milk	27.26	28.52	24.36	21.01	32.64	29.93	26.88	28.04	31.42	31.26	
Fat %	3.78	4.15	3.91	4.44	3.95	3.89	3.73	3.89	3.73	3.80	
Protein %	3.34	3.53	3.54	3.76	3.41	3.38	3.44	3.58	3.46	3.51	
Somatic Cells 000	334	296	309	267	483	660	395	274	358	517	
Linear Score	3.10	3.03	3.04	2.99	3.11	3.29	4.33	4.07	4.10	4.11	
Dressing %	12.52	13.67	13.50	14.94	13.00	12.78	12.88	13.64	12.97	13.25	
Cheese kg	3.41	3.90	3.29	3.14	4.24	3.83	3.46	3.83	3.98	4.04	
	P	lnB/C	P	lnB/C	P	lnB/C	P	lnB/C	P	lnB/C	lnB/C
kg milk	0.01	4.6%	<.0001	-13.8%	<.0001	-8.3%	0.0217	4.3%	0.304	-0.5%	-2.7%
Fat %	<.0001	9.7%	<.0001	13.5%	0.13	-1.7%	0.0014	4.2%	0.033	1.7%	5.5%
Protein %	<.0001	5.6%	<.0001	6.2%	0.04	-1.1%	<.0001	4.2%	0.001	1.5%	3.3%
Somatic Cells	0.48	-11.3%	0.37	-13.9%	0.01	36.5%	0.0775	-30.6%	0.484	44.4%	5.0%
Linear Score	0.14	-2.1%	0.09	-1.6%	<.0001	5.8%	0.3846	-5.9%	0.422	0.3%	-0.7%
Dressing %		9.2%		10.7%		-1.7%		5.9%	0.001	2.2%	5.3%
Cheese kg		14.2%		-4.5%		-9.9%		10.5%	0.458	1.4%	2.3%

Tabella 5. Analisi del latte sfuso di quattro mandrie nei due periodi con insilato di mais convenzionale (C) e bio-fertilizzato (B).

No. 98		C	B
Fat	%	3.45	3.65 (5.7)
Protein	%	3.32	3.47 (4.6)
Casein	%	2.58	2.59
Dressing %	%	12.10	12.94 (6.9)
Lactose	%	4.50	4.61
Somatic Cells	000	296.31	299.79
Linear Score	Log	3.44	3.45
Bacterial charge	000	106.32	107.50
Cryostatic point	°C	-0.5284	-0.5268

Tra parentesi sono riportate percentuali significativamente diverse di ln (B / C) %.

Una chiara caratterizzazione delle differenze è presentata nella Figura 2, dove la regressione delle proteine del latte sulla resa giornaliera nei periodi di bio-fertilizzazione (B) e di controllo (C) evidenzia due tendenze quasi parallele, ma un drammatico valore superiore di 3,3 % (in dimensione relativa). Va notato che la punta del rombo B in questa figura è la situazione reale in un allevamento che ha applicato una bio-fecondazione sistematica per dieci anni, mentre la punta del rombo C rappresenta la media della razza su 682 allevamenti convenzionali.

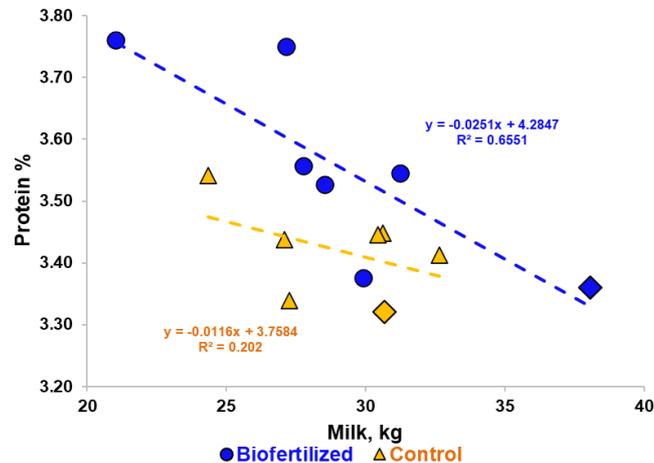


Figura 2. Regressione della percentuale di proteine del latte sulla resa giornaliera nei periodi di bio-fertilizzazione (B) e di controllo (C), tutte le aziende raggruppate.

Proprietà funzionali del latte negli allevamenti di mais

Risultati funzionali di notevole interesse dietetico sono stati ottenuti per quanto riguarda le vitamine e la composizione degli acidi grassi. Si sono infatti osservati aumenti significativi del contenuto di Vitamina E (+ 25%) e Vitamina A (+ 27%) in 3 allevamenti su 4 (Tabella 5), con una risposta più favorevole per i livelli più bassi di bio-fertilizzazione nel periodo convenzionale (Figura 3). Le due proprietà funzionali sono correlate ($r = 0,81$).

Tabella 5. Contenuto di Vit-A e Vit-E nel latte dei periodi di alimentazione convenzionale (C) e bio-fertilizzata (B) in quattro mandrie.

N= 97		Farms				All
		1	2	3	4	Farms
Vit.A	C	30.9	32.8	34.3	54.0	38.0
µg/100g	M	42.4	40.6	52.5	56.8	48.1
	Ln(B/C)%	37%	24%	53%	5%	27%
	Prob	0.0023	0.0238	<.0001	0.6009	<.0001
Vit.E	C	177	188	195	298	215
IU	M	261	242	255	312	268
	Ln(B/C)%	48%	28%	31%	5%	25%
	Prob	<.0001	0.0008	<.0001	0.57	<.0001

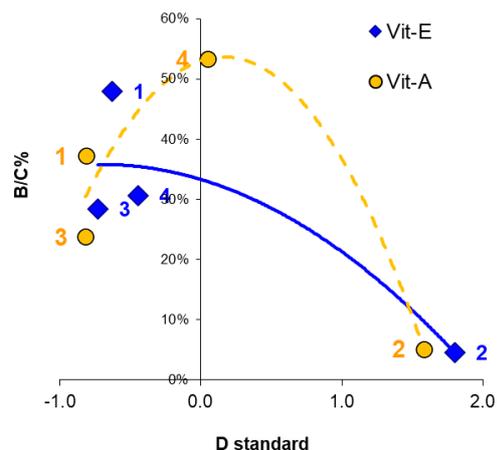


Figura 3. Aumento percentuale del contenuto di vitamina E e vitamina A nelle quattro aziende agricole in relazione alla deviazione standard originale del mais convenzionale (C) e bio-fertilizzato (B).

La quantità di acidi grassi saturi è diminuita in modo significativo (-6%): acido miristico (-18); acido stearico -32%, con un equilibrato aumento degli acidi insaturi (+ 15%) e una diminuzione del rapporto saturi / insaturi (-25%) (Tabella 6).

Tabella 6. Acidi grassi nel latte convenzionale (C) e bio-fertilizzato (B) delle quattro mandrie.

	Fatty acid	C- Conventional	B- Biofertilized
C8 0	Caprylic	0.53	0.52
C10 1	cis-9C10:1	0.04	0.04
C10 0	Capric	0.96	0.97
C12 0	Lauric	1.95	1.99
C12 1	cis9C12:1	0.14	0.15
C14 0	Miristic	10.40	8.52 (-18)
C15 0	pentadecanoic	0.08	0.07
C14 0 m12	12MTD	0.16	0.16
C15 0 m14		0.04	0.04
C16 0	Palmitic	47.50	48.34
C16 2	Palmitolitic	0.73	0.74
C17 0	Margaric	0.19	0.19
C17 1	9-eptadecenoic	0.09	0.09
C18 0	Stearic	9.97	6.74 (-32)
C18 1cis9	Oleic	33.12	33.85
C18 1 11	Vaccenic	0.50	0.49
C18 1 m14	14-metil-esadecanoic	0.13	0.14
C18 1 m15	15-metil-esadecanoic	0.13	0.13
C18 2	Linoleic	0.10	0.11
C19 1		0.04	0.04
C20 1		0.07	0.07
C20 3 n3	Ecosatrienoic	0.53	0.55
Total	Saturated	71.78	67.54 (-6)
Total	Unsaturated	28.22	32.46 (15)
	Ratio S / U	3.11	2.35 (-25)

Tra parentesi sono riportate percentuali significativamente diverse in $\ln(B / C)\%$.

Produzione e qualità del latte nell'azienda agricola del prato

Il passaggio dal mais convenzionale al prato bio-fertilizzato è stato accompagnato da una riduzione della produzione di latte individuale di circa l'8% (Tabella 7), in parte dovuta a una riduzione da una tripla mungitura a una doppia normale. È importante sottolineare che le condizioni di vita delle vacche sono state notevolmente migliorate, come testimonia l'ordine di parto, passato da 1,72 a 2,02 (+ 18%), insieme a una ridotta necessità di cure mediche. La riduzione di energia nella razione è stata compensata da un buon foraggio grezzo, e ciò si è riflesso in una qualità superiore del latte, non del contenuto di grassi, ma del contenuto proteico (+7 e + 9%) che ha influenzato il condimento % in larga misura (+8 e + 10%), mentre la resa in formaggio è stata penalizzata dalla resa minore.

Tabella 7. RegISTRAZIONI DEI PRODOTTI LATTIERO-CASEARI DELLE SINGOLE VACCHE DOPO LA SOSTITUZIONE DELL'INSILATO DI MAIS CON PRATI BIO-FERTILIZZATI. Confronto delle tre fasi: C- convenzionale prima del cambiamento, T- transizione, B- bio-fertilizzato.

No. 4578	C-Conventional before changing	T- Transition	B- Biofertilized
N° Records	2800	702	1076
Calving order	1.716	1.823 (6)	2.019 (18)
Daily Milk Yield	30.5	27.1 (-11)	27.9 (-8)
Total Milk Yield, kg	7075	6938	6520 (-8)
Fat %	3.80	3.80	3.83
Protein %	3.45	3.70 (7)	3.75 (9)
Dressing %	13.0	14.1 (8)	14.3 (10)
Cheese, kg	3.83	3.66 (-4)	3.74 (-3)

Percentuali significativamente diverse in $\ln(T / C)\%$ e in $\ln(B / C)\%$ sono indicate tra parentesi.

Equilibrio economico

La catena del valore esaminata nell'unica azienda agricola e relativa alla fase di prato bio-fertilizzato (B) è stata confrontata con i risultati ottenuti per la fase convenzionale (Tabella 8). Rilevante è stata la riduzione dei costi operativi, conseguenza della riduzione dei prodotti chimici (fertilizzanti, erbicidi, pesticidi) e delle lavorazioni meccaniche nelle operazioni sul campo. Inoltre si è osservato un grande vantaggio per il sistema lattiero-caseario in stalla, per effetto dei minori costi di alimentazione, ma principalmente per la qualità superiore dei parametri del latte, che ha compensato la minore quantità, risultando così in un bilancio positivo, cioè circa il 17% del reddito annuo di latte.

Tabella 8. Catena del valore relativa al periodo dei prati bio-fertilizzati (B) rispetto al periodo del mais convenzionale (C)

	Items	B-C Per farm, k€ Y ⁻¹	B-C Per cow, € Y ⁻¹
Fields	Chemicals: B-meadows vs. C- maize cost	-6	
	Labor: B-meadows vs. C- maize cost	-1.5	
	Difference in total field cost	-7.5	-84
Herd & dairy	External feeds	-10	
	Reduced production	-18	
	Bonus from milk quality	57.5	
	Differences in dairy incomes	29.5	331
Total		37	416 (+17%)

La catena del valore relativa al mais bio-fertilizzato è stata confrontata con i risultati verificati nella fase convenzionale per la media delle quattro aziende agricole (Tabella 9). Un certo vantaggio è stato osservato per le operazioni sul campo dopo la riduzione dei fertilizzanti fosfatici, nonché una resa migliorata, a costi di lavorazione meccanica costanti. Tuttavia, come in precedenza per lo studio sui prati, si è riscontrato un grande vantaggio per il sistema stalla e caseario, per effetto della qualità superiore dei parametri del latte, che ha compensato la minore quantità, risultando così in un bilancio positivo, cioè di circa il 9% del reddito annuo di latte.

Tabella 9. Catena del valore per il mais bio-fertilizzato (B) rispetto al mais convenzionale (C) per i campi e la catena del valore stabile e lattiero-casearia.

		C- Conventional	B- Biofertilized	B-C	B-C
	Items			Per maize, € ha ⁻¹	Per cow, € Y ⁻¹
Fields	Biofertilizer cost			150	
	Silage mass value			400	
	Net maize value			250	23
Stable and dairy	Milk, kg d ⁻¹	27.62	28.52 (3.2)*		
	Fat%	3.45	3.65 (5.8)*		
	Protein%	3.32	3.47 (4.5)*		
	Final price, .00€ kg ⁻¹	39.43	41.53 (5.3)		
	Gross income, € cow ⁻¹ d ⁻¹	10.9	11.8 (8.7)		
	Gross income, € cow ⁻¹ Y ⁻¹	3321.6	3612.5		291
Total	Total chain value, € cow ⁻¹ Y ⁻¹				314 (+9%)

Le percentuali in ln (B / C)% sono indicate tra parentesi; * P <0,05

Discussione

Mais

Il ruolo fondamentale del pH fogliare come marker di micorrizzazione - come precedentemente pubblicato 22 è stato rivelato in diverse colture 31 e confermato in ulteriori esperimenti sugli olivi in Puglia 32, ma principalmente in esperimenti sul mais 23, dove il pH fogliare in un insieme di 13 confronti di inoculazione a coppie in media acidificata (-3,7%), mentre le risposte di resa variavano da + 25,2% a -9,2%. Tuttavia, la relazione non è stata confermata in un esperimento con pomodoro bio-fertilizzato 33, ma i campioni esaminati non erano in buono stato di conservazione. Questo multiforme parametro si era già rivelato importante per la prevedibilità delle variazioni di resa dell'uva, quasi importante come l'intero spettro fogliare NIR 34. In breve, confermiamo qui una rilevanza generale poiché il pH fogliare ha dimostrato di essere un parametro che è inversamente correlato con la temperatura e con un'esposizione diretta ai raggi UV-AB nel *Lepidium sativum* 35, ma è anche direttamente correlato con l'umidità del suolo 36 e con gli UV nel 24 ° ciclo solare per le foglie di vite 37 ..

Secondo Sabia et al 10, i gambi delle piante biofertilizzate con Micosat F hanno mostrato livelli significativamente più bassi di fibra grezza, NDF, ADF e ceneri (ma il P% è stato aumentato) rispetto alle piante di controllo, secondo i dati presentati, sebbene un maggiore è stato osservato un aumento della resa (+ 18%). Pinar et al. 15, utilizzando un biofertilizzante a base di spore AM, ha osservato un aumento del 20% e del 39% in un esperimento sincrono con insilato di sorgo, ma non ha osservato alcuna differenza nella composizione dell'insilato di mais, mentre una riduzione dell'NDF (-5%) e un aumento nel contenuto proteico (+ 21%) sono stati osservati nel sorgo, come nel caso di specie.

Sembra assurdo che il mais, la principale coltura bioenergetica al mondo, non sia influenzato dai risultati degli studi sulla bio-fertilizzazione. I confronti della letteratura, limitati alle prime fasi degli esperimenti in vaso 38, 39 erano per lo più focalizzati su tratti agronomici fisiologici e hanno mostrato prove di una maggiore fornitura di foglie di N, P, Mg e Ca, ma non di K.

Una considerazione diversa deriva da un ampliamento della categoria dei biofertilizzanti ai "biofertilizzanti" emessi dal biogas. Tali prodotti non possono essere definiti esattamente come bioinoculanti poiché derivano dalla fermentazione anaerobica, mentre la microflora utile nel terreno, che rappresenta il cuore di un biofertilizzante, è aerobica 40. Questi prodotti sono semplicemente emendamenti, cioè prodotti utilizzati a dosi esponenziali rispetto ai veri biofertilizzanti inoculanti, che forniscono al suolo un apporto prevalentemente di azoto organico. Gli studi condotti su piante giovani presso l'unità di ricerca Embrapa Dairy Cattle 41, hanno visto un aumento significativo della quantità di sostanza fresca e secca nelle piante che ricevono una bio-fertirrigazione costante per aspersione, a circa 800-1600 mc ha⁻¹, rispetto a controlli, ma senza variazioni nei livelli di sostanza secca, NDF, ADF, CP o N.

L'insilato di mais, nonostante sia scarsamente proteico, è un alimento importante per la produzione intensa di ruminanti, sebbene la crescita del mais dipenda fortemente dall'uso di fertilizzanti chimici. La produzione di colture sostenibili richiede un'attenta gestione di tutte le fonti di nutrienti disponibili in un'azienda agricola, in particolare per i sistemi di coltivazione a base di mais. In questa strategia, adottata per soddisfare il fabbisogno nutritivo delle colture nelle aziende agricole di piccole dimensioni, in particolare nei sistemi di consociazione mais-leguminose ad alta intensità di nutrienti, fertilizzanti chimici e letame di pollo, biofertilizzanti a base di batteri fissatori di azoto e batteri solubilizzanti fosfato non micorrizici hanno dimostrato redditività nei sistemi di coltivazione consociata mais-soia 42 e si sono classificati in alto nel contenuto di NDF e ADF ma inferiore in proteine e resa di massa. Non esiste un approccio semplice e facile per aumentare la fissazione biologica dell'azoto nei legumi da granella coltivati come parte di un sistema di coltivazione in condizioni realistiche del campo agricolo. Nel complesso, le prove registrate in questo studio dimostrano che, rispetto alle monocolture di mais combinate con letame di pollo e fertilizzanti chimici, le intercalazioni mais-soia potrebbero aumentare leggermente la resa e la qualità del foraggio e produrre il 2% in più di rese proteiche totali, ma anche produrre il 39% in più rispetto alle colture a fertilizzazione zero. Va comunque

sottolineato che i trattamenti chimico-organici hanno elevato lo zero fertilizzante di circa il 118%. Questo è esattamente il punto critico del progresso di un biofertilizzante in campi reali: una dose \ risposta dovrebbe essere adeguata per livelli di produzione medio - alti, ei risultati devono essere confermati negli anni e non nei mesi. Il litterbag-NIRS 33, 34 è un metodo semplice indiretto consigliato atto a monitorare l'evoluzione del biota del suolo, soprattutto dopo l'uso di biofertilizzanti.

Latte

Nella pratica stabile, la differenza tra un'alimentazione convenzionale e una bio-fertilizzata risiede in diversi aspetti che derivano da una migliore appetibilità e da un minor livello di micotossine nella razione, come mostrato nel progetto Amico in cui il chicco di mais è stato misurato direttamente, come così come dopo gli esperimenti di alimentazione del pollame 12. Gli unici riferimenti in letteratura per le vacche da latte sono due esperimenti condotti dal gruppo CREA. Secondo Chiariotti et al 14 è stato riscontrato un miglioramento del contenuto di proteine del latte (+ 6% relativo) e delle condizioni complessive dell'animale, come confermato da una maggiore assunzione di mangime (+ 6%) e da un accentuato aumento di peso durante l'allattamento (+ 118%). Un'indagine microscopica della microflora ruminale ha rivelato un eccesso di protozoi (+ 15%) in un'ampia varietà di forme e specie microbiche multicolori, a causa dell'alimentazione con chicchi di mais trattati con Fertilizzante microbico biota microbico Micosat F. Nel secondo esperimento replicato 16, l'AA ha ipotizzato che un trattamento, anche in condizioni non ottimali, potrebbe influenzare alcune caratteristiche intrinseche del mais e della razione, come l'appetibilità e la degradabilità. Infatti, il gruppo alimentato con mais bio-fertilizzato ha mostrato un'assunzione di mangime significativamente più elevata e più regolare nel primo periodo della sperimentazione, suggerendo così che le vacche erano meno soggette ai disturbi fisiologici causati dalla mancanza di energia durante la prima parte della lattazione. La produzione media giornaliera di latte era maggiore nelle vacche del gruppo micorrizzato (+ 5,4%), sebbene non ci fossero differenze qualitative notevoli nel latte sfuso, ad eccezione di una favorevole riduzione del 16% nell'amiloide A, un marker utilizzato per indicare la mastite e una sfavorevole riduzione dell'1% del lattosio. Inoltre, le caratteristiche casearie sono state notevolmente migliorate, con -12% nel tempo di coagulazione, segno di una interferenza positiva sulle caratteristiche della caseina.

Il bilancio energetico delle vacche da latte deve essere misurato analiticamente dalle misure input-output e dai cambiamenti nelle riserve corporee, e poiché ciò richiede la misurazione di tutti gli input energetici (assunzione di mangime) e gli output (latte, feto, crescita), ma questo non è fattibile alle attuali condizioni commerciali. Un'opzione indiretta che è stata proposta per misurare il bilancio energetico è quella di considerare i cambiamenti nella composizione del latte, ad esempio, i cambiamenti nel contenuto di grassi e proteine del latte. Secondo la proposta di Friggens et al 43, una relazione PLS provvisoria:

Bilancio energetico (Mj d-1) = 82,4 + 5 *% di grasso - 80,5 (grasso / proteine),

ha fornito un confronto medio di ln (B / C) negativo negli allevamenti 1 (-17%) e 2 (-26%), nullo nell'azienda 3 e positivo nell'azienda 4 (+ 15%), ma + 55% nell'azienda con prati, dove sono state migliorate le reali condizioni di vivibilità, come evidenziato dal minor tasso di eliminazione delle vacche che ha innalzato l'ordine del parto.

I produttori sono preoccupati per le proprietà igieniche, salutari e commerciali delle materie prime del latte (grassi, proteine, cellule somatiche, microbi, urea), mentre i piccoli caseifici, i grandi caseifici e le fabbriche sono consapevoli dell'importanza dei parametri tecnici (pH, acidità, lattosio, caseina, caseificazione, colorante, stabilità ossidativa, irrancidimento, aroma, schiuma...). Inoltre, i consumatori hanno opinioni diverse, ma alcuni sono disposti a pagare per prodotti di alta qualità, che dovrebbero essere etichettati considerando parametri oggettivi. È possibile utilizzare diverse tecniche di spettroscopia e naso elettronico per caratterizzare oggettivamente le caratteristiche del latte 44 costruire schemi di diversi sistemi di latte 45 e monitorare i regimi di alimentazione e le origini geografiche 46. La spettroscopia vibrazionale può essere utilizzata per distinguere il latte di montagna dal latte di pascolo o dal latte di

mucche nutrite mais negli allevamenti di pianura 47. Un rapido approccio down-up, che può essere utilizzato per organizzare la variabilità delle proprietà commerciali, nutrizionali e aromatiche del latte vaccino e classificarle in classi di qualità caratteristica multiforme, che sarebbero utili per i produttori, trasformatori e consumatori, è stato descritto 48.

In quell'esperimento di indagine, che ha coinvolto un totale di 106 aziende lattiero-casearie in Puglia, le aziende agricole sono state classificate come appartenenti a quattro Tipologie lattiero-casearie caratteristiche: 3-SCH (Silage Concentrate-High, n = 25); 4-HCH (concentrato di fieno alto, n = 33); 5-HCL (concentrato di fieno basso, n = 32); 6-PCZ (Pasture Concentrate Zero, with Podolic Bows, n = 16).

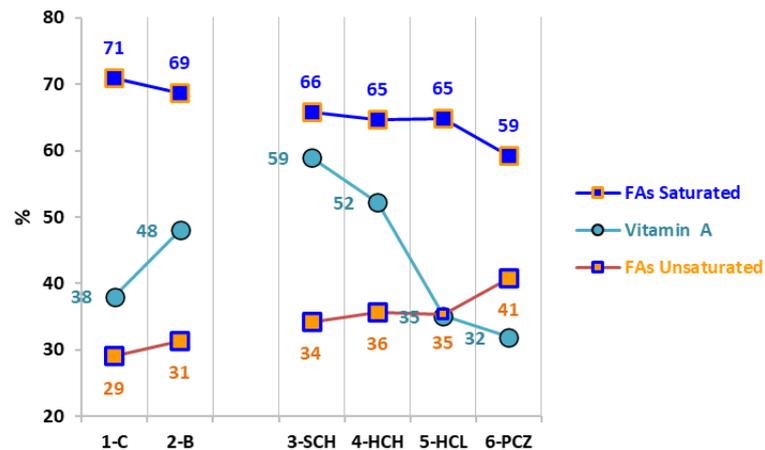


Figura 4. Confronto del contenuto di acidi grassi (saturi e insaturi) e vitamina A dei dati (1-C, 2-B) relativi al Progetto Puglia 48 (3-SCH, 4-HCH, 5-HCL, 6-PCZ)

I confronti nella Figura 4 evidenziano che gli AF saturi sono diminuiti parallelamente a una minore intensità del sistema di alimentazione vacca e, al contrario, gli AF insaturi sono aumentati. La vitamina A è apparsa leggermente diversa, per i sistemi nei due esperimenti.

Secondo Bernardini et al. 49, con riferimento alle vacche da latte Holstein alimentate con due diete isoenergetiche, a base di fieno di erba o insilato di mais, il latte di animali alimentati con la dieta verde conteneva concentrazioni inferiori di AF saturi e livelli più elevati di AF polinsaturi.

La conferma dell'elevata correlazione delle due proprietà funzionali ($r = 0,81$) osservata nel presente lavoro può essere trovata nel lavoro di Strusińska et al 50, che ha osservato che l'inclusione di cotica erbosa nelle razioni di mangime delle vacche da latte ha portato a un aumento delle concentrazioni di vitamina A, vitamina E e β -carotene nel latte. Una maggiore quota di concentrato nella dieta (accompagnata da una maggiore produzione di latte) ha anche determinato un aumento del contenuto di vitamina A e vitamina E del latte, ma non ha avuto effetto sui livelli di β -carotene.

Poiché la salute di una vacca da latte dipende dalla qualità del mangime, quanto di questa salute verrà trasferita ai componenti biologicamente attivi (in particolare vitamine e oligoelementi) fondamentali per promuovere la salute neonatale e adulta dell'uomo? Precedenti esperimenti con grano di mais micorrizzato 12 hanno dimostrato che le qualità antiossidanti venivano conferite agli animali e trasformate in prodotti. Nel caso del latte risulta che al latte viene conferito un migliore profilo acido, meno acidi saturi e un maggior potere antiossidante per maggiori contenuti di vitamina A ed E. Pertanto, la presenza di una maggiore quantità di vitamina E nel latte crudo analizzato in questo studio potrebbe avere un effetto positivo anche sulle vacche e quindi potrebbe evitare l'insorgenza di fenomeni di infertilità o problemi legati a disturbi dell'apparato muscolo-scheletrico.

Tuttavia, è la proteina del latte che sembra essere una sorta di pietra angolare della costruzione che parte dalla simbiosi micorrizica, percorre vie metaboliche energizzate, evidenziate da un pH fogliare inferiore nel fusto, e determina infine una migliore efficienza dell'azoto di l'intero sistema suolo-radice-pianta-mucca. L'evidenza sperimentale ottenuta dall'analisi quantitativa di vitamina A e vitamina E nel latte crudo di vacche alimentate con insilato di mais micorrizzato potrebbe essere correlata ad una maggiore disponibilità di azoto presente nella cultivar micorrizzata, rispetto alla cultivar non trattata. I risultati di questo studio hanno infatti confermato molti risultati in letteratura. Alcuni studi hanno dimostrato come la disponibilità di azoto determini una variazione del contenuto di pigmento fotosintetico, ad esempio, nei contenuti di clorofilla a, clorofilla b, luteina, β -carotene, neoxantina, xantina violetta, zeaxantina e xantina antera. Uno studio di Lippert et al 51, condotto su *Phragmites australis* (canna comune), ha evidenziato che il contenuto di pigmento fotosintetico dipende dalla posizione delle foglie lungo lo stelo. Inoltre ha affermato che le foglie contenenti una maggiore quantità di azoto hanno anche un maggior contenuto di pigmento; la sintesi di clorofille, proteine e amminoacidi dipende infatti dalla disponibilità di azoto.

Kopsell et al. 52 ha mostrato che l'aumento della concentrazione di azoto totale, mantenendo costante il rapporto, provoca un aumento lineare dei carotenoidi nella pianta secca. Inoltre, la forma molecolare dell'azoto può alterare l'accumulo di pigmenti; un aumento dei carotenoidi è stato osservato nelle cultivar di cavolo cappuccio dove il titolo $\text{NO}_3\text{-N}$ è stato aumentato nella "soluzione nutritiva".

Un altro studio 53, condotto sulla pianta del pisello (*Petroselinum crispum*), ha mostrato che una maggiore concentrazione di azoto nella soluzione nutritiva porta ad un aumento significativo del contenuto di carotenoidi, in particolare luteina, zeaxantina e β -carotene, e ad un aumento di la biomassa dell'impianto.

Un ulteriore studio 54 condotto sulla simbiosi AM in *Zea mays*, ha rivelato che avviene un accumulo di isoprenoidi nelle cellule corticali della radice della pianta, in particolare della "micorradicina" e dei derivati del cicloesenone. Questi due gruppi di composti possono essere sintetizzati attraverso due percorsi: un percorso diretto, in cui l'IPP proveniente dalla via MEP viene convertito direttamente in questi due composti, e un percorso indiretto, in cui l'IPP viene inizialmente convertito in carotenoidi e successivamente, attraverso la loro degradazione ossidativa, in derivati di micorradicina e cicloesenone. Inoltre, si è visto che le radici micorrizzate di *Zea mays* contengono una maggiore quantità di carotenoidi rispetto al controllo, soprattutto di violaxantina e neoxantina esteri. Inoltre, trattando una pianta di *Zea mays* micorrizzata con un erbicida (norflurazon), che inibisce l'enzima fitoene desaturasi (PDS) presente nella biosintesi dei carotenoidi, è stato riscontrato un accumulo di fitoene, che non era presente nelle radici di mais non micorrizzate. Ciò indica che la biosintesi del fitoene è più attiva nelle radici micorrizzate rispetto alle radici non micorrizzate. Si è infatti riscontrato una maggiore trascrizione del gene dell'enzima fitoene desaturasi nelle radici micorriziche, che non è stato riscontrato nelle radici non micorrizzate. Da sottolineare che il pH ha mostrato un andamento basipeto, come si può vedere in Tabella 2, segno di reazioni micorriziche energetiche, anche dalle radici.

La migliore resa proteica delle vacche alimentate con foraggi bio-fertilizzati può essere un indicatore di una minore dispersione di metano nell'ambiente da parte delle vacche alimentate con mais bio-fertilizzato. Il metano è formato da una biotrasformazione batterica dell'idrogeno, generata dai protozoi ruminanti 55. La defaunazione del ruminante dai protozoi è un modo per cercare di ridurre le emissioni dei ruminanti. Vari prodotti (bentonite, tannini, lieviti) sono stati testati in vitro, ma i risultati non possono essere misurati nella pratica, se non indirettamente dal profilo acido del latte 19. In un esperimento in vivo su vacche in singole camere di testa 56, un Il prodotto italiano, integrato con 8 g di testa d-1 Enteric, ha mostrato una significativa riduzione delle emissioni di metano di circa il 20%, mentre la percentuale di proteine del latte è aumentata parallelamente di circa il 5%.

A corollario, riportiamo qui l'esperienza di due colleghi 14, 16 che, esaminando al microscopio il fluido ruminale di vacche alimentate con mais micorrizzato e non micorrizzato, hanno scoperto

una collezione multiforme e multicolore di microflora nella prima, cioè una fotografia a colori contro una in bianco e nero.

Conclusione

In questo lavoro è stato dimostrato che un sottile fil rouge collega il mondo bruno, vitalizzato da un consorzio di biofertilizzanti alle micorrize, alla crescita e alla composizione delle piante fino alla trasformazione in una proteina del latte, di una nobiltà addirittura superiore a l'oro standard dell'uovo. Infatti, Schaafsma 57 ha trovato 121 vs 118 Protein Digestibility-Corrected Aminoacid Scores (PDCAAS), rispettivamente per latte e uova, ovvero un'affermazione inequivocabile che le proteine del latte sono superiori alle proteine vegetali nelle diete a base di cereali (83 PDCAAS per farina di soia riscaldata).

I biofertilizzanti a base di micorrize arbuscolari sono stati finora noti per le loro prestazioni di fosforo nel terreno. Ma in questo modo più lungo, è l'azoto che eccelle in efficienza, dal marrone del terreno al bianco del latte. Inoltre, le proprietà funzionali di un latte etichettato come bio-fertilizzato o di dimensione "simbiotica", dotato di un particolare insieme di vitamine antiossidanti, cioè A ed E, e di un minor numero di acidi grassi saturi, consentono di compiere un vero e proprio salto evolutivo verso una nuova visione di un'agricoltura sostenibile per l'ambiente e per gli animali, coniugando una migliore qualità dei prodotti, al benessere degli animali e allo stesso tempo migliorando il budget aziendale di circa il 9-17%.

In conclusione, le osservazioni sperimentali riassunte in questo lavoro costituiscono il nucleo analitico di uno studio interdisciplinare relativo alle ripercussioni dell'utilizzo di Micosat F nelle colture *Zea mays* sul settore lattiero-caseario. Tuttavia, ulteriori approfondimenti devono essere effettuati sugli aspetti ancora sconosciuti in campo bromatologico e agronomico.

Ringraziamenti

Si ringrazia la Regione Piemonte per il finanziamento del PROLACTE. - Progetto POR-FESR Asse I POR-FESR 2007/2013 - ASSE I - Progetto Innovazione e transizione. Un ringraziamento speciale al dott. Francesco Chiara del e dott. Mauro Fontana per le analisi dei campioni sfusi di latte. Un ringraziamento va anche a Coop. Piemonte Latte (Savigliano, CN) e agli agricoltori Alessandro e Marco Bergese (Monasterolo di Savigliano, CN), Gianpaolo e Piero Chiappero (Carmagnola, TO), Alessandro Balma (Venaria, TO), Giacinto Ferrero (Ceresole d'Alba, CN), Giuseppe e Roberto Morello (Savigliano, CN), e agli eredi di Enrico Valcarengi (Soncino, CR) per la cortese collaborazione nella progettazione e conduzione degli esperimenti.

Riferimenti

1. Aguilar-Paredes A, Valdés G, Nuti M. (2020) Ecosystem Functions of Microbial Consortia in Sustainable Agriculture. *Agronomy* 10, 1902.
2. Schütz L, Gattinger A, Meier M, Müller A, Boller T, Mäder P, Mathimaran N. (2017) Improving Crop Yield and Nutrient Use Efficiency via Biofertilization-A Global Meta-analysis. *Front. Plant Sci.* 8, 2204
3. Johnson NC, Wilson GW, Wilson JA, Miller RM, Bowker MA. (2015) Mycorrhizal phenotypes and the Law of the Minimum. *New Phytol.* 205, 1473-84.
4. Thirkell TJ, Cameron DD, Hodge A. (2016) Resolving the 'nitrogen paradox' of arbuscular mycorrhizas: fertilization with organic matter brings considerable benefits for plant nutrition and growth. *Plant, Cell & Environment* doi: 10.1111/pce.12667.

5. Mäder P et al. 2011 (2011) Inoculation of root microorganisms for sustainable production of high nutritional quality wheat in India. *Soil Biology & Biochemistry* 43, 609-619.
6. Raiola A, Tenore GC, Petito R, Ciampaglia R, Ritieni A. (2015) Improving of nutraceutical features of many important mediterranean vegetables by inoculation with a new commercial product. *Current Pharm Biotech.* 16, 738-746
7. Tripaldi C, Novero M, Di Giovanni S, Chiarabaglio PM, Lorenzoni P, Meo Zilio D, Palocci G, Balconi C, Aleandri R. (2017) Impact of Mycorrhizal Fungi and rhizosphere microorganisms on maize grain yield and chemical composition. *Pak. J. Agri. Sci.*, 54, 857-865.
8. Masoero G, Mazzinelli G, Balconi C, Locatelli S, Lanzanova C, Ardigò A, Giovannetti G, Volpato S, Nuti M. (2020) Spectroscopic Kernel Quality from a Symbiotic Corn Production. *Journal of Agronomy Research* 2(4), 18-33.
9. Sabia E, Claps S, Napolitano F, Annicchiarico G, Bruno A, Francaviglia R, Sepe L, Aleandri R. (2015) In vivo digestibility of two different forage species inoculated with arbuscular mycorrhiza in Mediterranean red goats. *Small Ruminant Research.* 123, 83-7.
10. Sabia E, Claps S, Morone G, Bruno A, Sepe L, Aleandri R. (2015). Field inoculation of arbuscular mycorrhiza on maize (*Zea mays* L.) under low inputs: preliminary study on quantitative and qualitative aspects. *It J Agronomy* 10, 30-33.
11. Pinar U. (2016) Improvement of forage yield to improve dairy product quality: mycorrhizal fungi application and differentiation of forage conservation methods. Doctoral thesis. University of Naples Federico II. 1-84. https://drive.google.com/file/d/1v7_23ZNRJOBvFVuC_Oq3cPAQGBsacR6/view?usp=sharing
12. Masoero G, Rotolo L, Zoccarato I, Gasco L, Schiavone A, De Marco V, Meineri G, Borreani G, Tabacco E, Della Casa G, Faeti V, Chiarabaglio PM, Lanzanova C, Locatelli S, Aleandri R. (2018) Symbiotic corn can improve yield, reduce mycotoxins and preserve nutritive value. *Agricultural Research Updates* 24, 117-140.
13. Peiretti PG, Tassone S, Masoero G, Barbera S, 2018. Chemical and physical properties of meat of bulls and steers fed Mycorrhizal or Conventional corn. *Agricultural Research Updates* 23: 177-196.
14. Chiariotti A, Zilio DM, Contò G, Di Giovanni S, Tripaldi C. (2015) Effects of mycorrhized maize grain on milk and on rumen environment of Italian Holstein dairy cows. *It J Anim Sci* 14:s1, 144.
15. Pinar U, Masucci F, Varricchio ML, Serrapica F, Ottaviano L, Di Francia A. (2017) Effects of arbuscular mycorrhizal fungi and low fertilizer supply on forage quality, milk traits and profitability. *Italian Journal of Animal Science* 16, suppl. 1, 219-220.
16. Tripaldi C, Di Giovanni S, Lacurto M, Locatelli S, Rinaldi S, Zilio DM. (2020) Characteristics of the milk of Italian Holstein dairy cows fed a diet including mycorrhized maize grain. *Journal of Food Safety and Food Quality-Archiv Fur Lebensmittelhygiene.* 71, 45-9.
17. Tripathi MK. (2014) Effect of nutrition on production, composition, fatty acids and nutraceutical properties of milk. *J. Adv. Dairy Res* 2, 115.
18. Williams SRO, Hannah MC, Jacobs JL, Wales WJ, Moate PJ. (2019) Volatile Fatty Acids in Ruminal Fluid Can Be Used to Predict Methane Yield of Dairy Cows. *Animals.* 9(12), 1006. <https://doi.org/10.3390/ani9121006>

19. Dijkstra J, Van Zijderveld SM, Apajalahti JA, Bannink A, Gerrits WJ, Newbold JR, Perdok HB, Berends H. (2011) Relationships between methane production and milk fatty acid profiles in dairy cattle. *Animal Feed Science and Technology* 166, 590-5.
20. Williams CM (2000) Dietary fatty acids and human health. *Annales de Zootechnie* 49, 165-180.
21. Pizzoferrato L., Manzi P., Marconi S., Fedele V., Claps S, Rubino R. (2007) Degree of Antioxidant Protection: A Parameter to Trace the Origin and Quality of Goat's Milk and Cheese. *J. Dairy Sci.* 90 , 4569-74
22. Masoero G, Giovannetti G. (2015) pH testify the acidification of the maize treated by mycorrhizal and microbial consortium. *Journal of Environmental and Agricultural Sciences* 3, 23-30.
23. Volpato S, Masoero G, Mazzinelli G, Balconi C, Locatelli C, Lanzanova S, A. Ardigò A, Giovannetti G, Nuti M. (2019) Spectroscopic and foliar pH Model for Yield prediction in a Symbiotic Corn Production. *Journal of Agricultural Research* 2 (2), 1-18. <https://openaccesspub.org/jar/article/1214>
24. Goldring D, Sharon D. (2016) Low-cost spectrometry system for end-user food analysis. United States Patent US009377396 B2.
25. Masoero G., Peiretti P.G., Cugnetto A., Giovannetti G. 2018. Raw pH fall-out as a sign of a mycorrhizal modifier of *Sorghum sudanensis*. *Journal of Agronomy Research*, 1: (2), 1-11. ISSN: 2639-3166. DOI10.14302/issn.2639-3166.jar-18-2264
26. Peiretti PG, Masoero G, Tassone S. (2020) Near infrared reflectance spectroscopy (NIRS) evaluation of the nutritive value of leaf and green pruning residues of grapevine (*Vitis vinifera* L.). In: *Grapevines at a Glance*. Nova Science Publishers, Inc., NY, Chapter 3, 67-89.
27. Foss Electric, DK-3400 Hillerød, Denmark FOSS Analytical, Application Note, No. 128e, MilkoScan™ FT 120, Improved Milk Calibration November 2004, P/N 580282, 1-17.
28. Borreani G, Battelli G, Giaccone D, Masoero G, Peiretti PG, Tabacco E (2003). Conjugated Linoleic acid (CLA) and 12-methyltridecanoic acid content of cheeses produced in winter and summer in alpine environment. 5° Colloque Fromages d'Alpage – Arèche /Beaufort. 12-12 septembre 2003: 32-33.
29. Chion AR, Tabacco E, Giaccone D, Peiretti PG, Battelli G, Borreani G. (2010) Variation of fatty acid and terpene profiles in mountain milk and “Toma piemontese” cheese as affected by diet composition in different seasons. *Food Chemistry* 121, 393-9.
30. Panfili G, Manzi P, Pizzoferrato L. (1994) HPLC simultaneous determination of tocopherol, carotenes, retinol and its geometric isomers in Italian cheeses. *Analyst* 119,1161-1165.
31. Masoero G, Cugnetto A. (2018) The raw pH in plants: a multifaceted parameter. *Journal of Agronomy Research*. 1(2), 1-11.
32. Giovannetti G, Polo F, Nutricato S, Masoero G, Nuti M. (2019) Efficacy of commercial symbiotic bio-fertilizer consortium for mitigating the Olive Quick Decline Syndrome (OQDS). , *Journal of Agricultural Research* 2(1), 1-21.

33. Baldi E, Toselli M, Masoero G, Nuti M. (2020) Organic and symbiotic fertilization of tomato plants monitored by Litterbag-NIRS and Foliar-NIRS rapid spectroscopic methods. *Journal of Agronomy Research* 3(1), 9-26.
34. Cugnetto A, Lajolo L, Vitaloni G, Sarasso G, Borgogno Mondino EC, Nuti M, Giovannetti G, Masoero G. (2021) Vineyard clusters monitored by means of Litterbag-NIRS and Foliar-NIRS spectroscopic methods. *Journal of Agronomy Research* 3 (2) 39-56.
35. Masoero G, Cugnetto A, D'Amore F, Giovannetti G, Nuti M. (2020) UV rays Decrease Foliar pH in Cress (*Lepidium Sativum*) and Modify NIR Spectrum. *Journal of Agronomy Research* 3(2) 17-27.
36. Masoero G, Cugnetto A. 2018 The raw pH in plants: a multifaceted parameter. *Journal of Agronomy Research*, 1: (2), 18-34.
37. Masoero G, Cugnetto A, Sarasso G, Giovannetti G, Nuti M. (2019) Sunspots are correlated with foliar pH in grapevine. *Journal of Agronomy Research* 2 (3) 31-41.
38. Malusà E, Sala G, Chitarra W, Bardi L. 2013. Improvement of response to low water availability in maize plants inoculated with selected rhizospheric microbial consortia under different irrigation regimes. *Int. J. Environ. Qual. Alma Mater Studiorum - University of Bologna* 12, 13-21.
39. Zoppellari F, Malusà E, Chitarra W, Lovisolo C, Spanna F, Bardi L. (2014) Improvement of drought tolerance in corn (*Zea mays* L.) by selected rhizospheric microorganisms. *It J Agrometeorology* 1, 5-18.
40. Nuti M, Giovannetti G. (2015) Borderline Products between Bio-fertilizers/ Bio-effectors and Plant Protectants: The Role of Microbial Consortia. *JAST-A* 5, doi:10.17265/2161-6256/2015.05.001.
41. de Matos Nascimento A, Maciel AM, Silva JB, Mendonça HV, de Paula VR, Otenio MH. (2020) Biofertilizer application on corn (*Zea mays*) increases the productivity and quality of the crop without causing environmental damage. *Water, Air, & Soil Pollution*. 2020 Aug;231(8):1-0.
42. Baghdadi A, Halim RA, Ghasemzadeh A, Ramlan MF, Sakimin SZ. (2018) Impact of organic and inorganic fertilizers on the yield and quality of silage corn intercropped with soybean. *PeerJ* 6:e5280 <https://doi.org/10.7717/peerj.5280>
43. Friggens NC, Ridder C, Løvendahl P. (2007) On the use of milk composition measures to predict the energy balance of dairy cows. *Journal of Dairy Science* 90, 5453-67.
44. Masoero G, Sala G, Contarini G, Moioli B. (2007). Efficiency of different Spectroscopies and the Electronic Nose Techniques for the characterisation of milk. *Italian J. Anim. Sci.* vol 6 suppl. 1, 450-452.
45. Rubino R, Pizzillo M, Masoero G. (2012) Blueprints in different milk systems. *First WwTCa International Conference*. Ragusa, January 28, 2012
46. Masoero G. (2012). Fluorescence Spectroscopy of milk tracks feeding regimen and geographic origin. *First WwTCa International Conference*. Ragusa, January 28, 2012

47. Battaglini LM, Renna M, Lussiana C, Lombardi G, Probo M, Masoero G. (2017) Smart near infrared spectroscopy on frozen milk samples can discriminate grass-fed from conventional milk. *Italian Journal of Animal Science* 16, suppl. 1: 209-210.
48. Rubino R, Masoero G, Pizzillo M. (2011). A down-up approach to organise the variability of Commercial, Nutritional and Aromatic properties of cow milk and grading in quality classes. *10th International Meeting on Mountain Cheese*, 14-15 september 2011, Dronero (CN), Italy. 23-24.
49. Bernardini D, Gerardi G, Elia CA, Marchesini G, Tenti S, Segato S. Relationship between milk fatty acid composition and dietary roughage source in dairy cows. *Veterinary research communications*. 2010 Jun 1;34(1):135-8.
50. Strusińska D, Antoszkiewicz Z, Kaliniewicz J. (2010) The concentrations of β -carotene, vitamin A and vitamin E in bovine milk in regard to the feeding season and the share of concentrate in the feed ration. *Rocz. Nauk. Pol. Tow. Zoot.* 6, 213-20.
51. Lippert I, Rolletschek H, Kohl JG. (2001) Photosynthetic pigments and efficiencies of two *Phragmites australis* stands in different nitrogen availabilities. *Aquatic Botany*. 69, 359-65.
52. Kopsell DA, Kopsell DE, Curran-Celentano J. (2007) Carotenoid pigments in kale are influenced by nitrogen concentration and form. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 87, 900-7.
53. Chenard CH, Kopsell DA, Kopsell DE. (2005) Nitrogen concentration affects nutrient and carotenoid accumulation in parsley. *J. Plant Nutr.* 28, 285-297.
54. Fester T, Schmidt D, Lohse S, Walter MH, Giuliano G, Bramley PM, Fraser PD, Hause B, Strack D. (2000) Stimulation of carotenoid metabolism in arbuscular mycorrhizal roots. *Planta*. 216, 148-54.
55. Finlay BJ, Esteban G, Clarke KK, Williams AG, Embley TM, Hirt RP. (1994) Some rumen ciliates have endosymbiotic methanogens. *FEMS Microbiol. Lett.* 117, 157-161.
56. Ross EG, Peterson CB, Carrasco AV, Werth SJ, Zhao Y, Pan Y, DePeters EJ, Fadel JG, Chiodini ME, Poggianella L, Mitloehner FM. (2020) Effect of SOP “STAR COW” on Enteric Gaseous Emissions and Dairy Cattle Performance. *Sustainability* 12(24), 10250.
57. Schaafsma G. (2000) The protein digestibility-corrected amino acid score. *The Journal of nutrition*. 130(7), 1865S-7S.