

Le buone pratiche di fertilizzazione



FEASR

Fondo europeo agricolo di Sviluppo rurale
L'Europa investe nelle zone rurali

Scheda di assistenza tecnica finanziata dal Programma di Sviluppo rurale 2007-2013
Misura 111.1 – Sottosazione B) Informazione in campo agricolo. Interventi a titolarità regionale

Ricerca finanziata da Regione Piemonte, Assessorato all'Agricoltura e foreste e alla Caccia e pesca.

Le buone pratiche di fertilizzazione

Coordinamento editoriale: Andrea Marelli (Regione Piemonte)

Coordinamento tecnico: Alberto Turletti (Regione Piemonte)

Redazione testi e conduzione della ricerca:

Autori: Barbara Moretti¹, Natale Sanino¹, Emiliano Remogna¹,
Laura Zavattaro¹, Giampaolo Bruno¹, Carlo Grignani¹,
Teresa Borda¹, Cristina Lerda¹, Giovanni De Luca¹,
Elisabetta Barberis¹, Luisella Celi¹, Piercarlo Tivano²,
Enrico Surra³, Mario Bonino³, Dario Sacco¹

¹ DISAFA: Dipartimento di Scienze Agrarie, Forestali e Alimentari, Università di Torino.

² Scuola Agraria Salesiana, Lombriasco (TO).

³ Istituto Agrario Umberto I, Fossano (CN).

Stampa: L'Artistica Savigliano (Savigliano - CN)
Tiratura: 1000 copie - Marzo 2014



Pubblicazione in distribuzione gratuita.
È vietata la riproduzione dei testi e dei materiali iconografici senza autorizzazione e citazione della fonte
Supplemento al n. 81 dei
"Quaderni della Regione Piemonte – Agricoltura"
Direttore responsabile: Luciano Conterno
Redazione presso Regione Piemonte – Direzione Agricoltura
Corso Stati Uniti 21, 10128 Torino
Tel. 011/432.4722 - Fax 011/537726
E-mail: quaderni.agricoltura@regione.piemonte.it
Web: www.regione.piemonte.it/agri



Schede di Assistenza Tecnica

Introduzione

Tra il secondo dopoguerra e la metà degli anni ottanta il progressivo aumento dell'uso di concimi minerali e l'intensificazione degli allevamenti ha portato ad un eccesso dell'apporto degli elementi nutritivi, sia in forma organica che in forma minerale, rispetto alla quantità effettivamente assorbita dalla coltura, con una conseguente diminuzione dell'efficienza della concimazione dei sistemi colturali.

Tale incremento di input è derivato principalmente da una progressiva specializzazione ed intensificazione dei sistemi agricoli promosse da una elevata disponibilità a buon mercato di fertilizzanti chimici e mangimi concentrati per l'allevamento da un lato, e dall'aumento del costo del lavoro e dei terreni agricoli dall'altro (van Keulen et al., 2004). La conseguenza di questo è stata la creazione di sistemi agrari ottimizzati per quegli anni sotto il profilo economico, ma caratterizzati da un elevato impatto ambientale.

Un uso efficiente delle risorse e dei nutrienti in particolare, è alla base del concetto di agricoltura sostenibile. L'uso inefficiente dei nutrienti ha come risultato non solo un rischio elevato di inquinamento ambientale, ma anche la riduzione delle performance economiche del sistema produttivo (Oenema and Pietrzak, 2002).

Nei primi anni 90 l'Unione Europea si è preoccupata seriamente per gli effetti collaterali ambientali dei surplus di nutrienti in agricoltura, soprattutto per quanto riguarda l'azoto. Ne sono conseguite direttive che imponevano limitazioni nell'uso di fertilizzanti (vedi Direttiva Nitrati), ma anche regolamenti che promuovevano, dietro il pagamento di un sostegno alla produzione, pratiche di agricoltura integrata e di agricoltura biologica.



Il sovescio di leguminosa come pratica di fertiizzazione azotata: veccia villosa nel sistema colturale biologico di Fossano

Nel 1997 la comunità scientifica internazionale si è occupata dei cambiamenti climatici provocati dalle attività antropiche con il Protocollo di Kyoto, firmato da 184 paesi impegnati a ridurre l'emissione dei gas serra del 5.2% rispetto ai livelli di emissione del 1990. L'attività agricola contribuisce per circa il 25% delle emissioni di CO₂ in atmosfera, per cui questo settore deve porsi concretamente il problema dell'abbattimento. Le pratiche di fertiizzazione, soprattutto quando organica, rappresentano una buona soluzione per migliorare la fertilità dei suoli da un lato ma anche lo stoccaggio di carbonio dall'altro, con un positivo effetto sulla emissione di gas serra. L'incremento e la variabilità del costo dei fertilizzanti a cui si è assistito negli ultimi anni ha portato ad una riduzione della fertiizzazione minerale, soprattutto fosfatica, dimostrando che una riduzione di input è possibile senza particolari penalizzazioni delle produzioni.

Dalle ragioni fino qui esposte ne consegue quindi l'importanza di gestire la fertiizzazione nel migliore dei modi, per garantire un buon livello quantitativo e qualitativo delle produzioni e massimizzare l'efficienza d'uso dei fertilizzanti. Ciò garantisce, contemporaneamente, la protezione dell'ambiente e dell'immagine stessa dell'agricoltura, con una tangibile riduzione dei costi di produzione e un aumento delle performance economiche dell'azienda.

La presente scheda di divulgazione tecnica riporta i risultati di diverse sperimentazioni nate e finanziate da progetti regionali e nazionali sotto la spinta delle normative e misure che regolano o guidano la pratica della fertiizzazione.

L'obiettivo di questa scheda, tuttavia, non è quello di raccontare gli aspetti normativi, sui quali tanti documenti e materiali informativi sono stati già prodotti, ma è quello di riferire i principali risultati di natura agronomica ed ambientale ottenuti dall'applicazione in campo delle pratiche agronomiche suggerite. Grazie a questi risultati è stato possibile dare suggerimenti circa la migliore tecnica di fertiizzazione da adottare mantenendo comunque l'obiettivo di garantire le produzioni, rispettare l'ambiente riducendo i costi della fertiizzazione.

Nelle tabelle e nelle figure, quando sono riportate lettere in prossimità dei valori medi diversi le medie sono da considerarsi statisticamente diverse.

I siti sperimentali di lungo periodo

La scheda riporta i risultati di tre importanti siti sperimentali di lungo periodo situati in Piemonte: Tetto Frati, Fossano e Lombriasco.

La prima è ospitata dal Centro Sperimentale del DISAFA dell'Università degli Studi di Torino a Carmagnola (TO). La prova è iniziata nel 1992 ed è tuttora attiva. Il suolo è di tipo alluvionale, pianeggiante, profondo e giace un'area contigua al corso del Po. Nella prova vengono confrontati cinque sistemi colturali: mais raccolto interamente per insilato in monosuccessione, mais da granella in monosuccessione con ritorno degli stocchi, doppia coltura mais insilato-loiessa, mais insilato in rotazione sessennale con prato di graminacee, mais insilato in rotazione sessennale con prato di erba medica. Ogni sistema colturale è soggetto a diversi tipi di concimazione (urea, liquame bovino, letame bovino) e a diversi livelli di apporto azotato: quattro tra 100 e 350 kg/ha di azoto per l'urea e due a 170 e 250 kg/ha di azoto per i fertilizzanti organici, più un testimone non concimato.

Nel periodo 2001-2012, presso il campo sperimentale dell'IPSAA di Cussano - Fossano (CN) su suolo di tessitura franco - sabbiosa, sono stati confrontati i seguenti sistemi colturali:

- Sistema biologico con letame (Olet): conduzione biologica con allevamento. Il sistema colturale ha simulato un'azienda con allevamento di bovini ed impiego di solo letame compostato con rotazione colturale mais da granella - leguminosa (pisello proteico o soia) - frumento fino al 2006 e mais da granella - frumento - prato - prato dal 2007 al 2012;
- Sistema biologico senza letame (Osov): conduzione biologica senza allevamento. Il sistema ha simulato un'azienda mercantile i cui prodotti e sottoprodotti, non destinati alla stalla, sono venduti all'esterno, con ricorso a sovesci (veccia) ed all'acquisto di fertilizzanti commerciali per le concimazioni (pollina e concime organico pellettato). La rotazione colturale è stata: frumento - mais da granella - leguminosa (pisello proteico o soia) dal 2001 al 2012;
- Sistema convenzionale (Conv): conduzione convenzionale. Il sistema colturale ha simulato un'azienda mercantile con applicazione delle tecniche di agricoltura integrata. Le concimazioni sono state effettuate con concimi minerali. La rotazione colturale è stata: frumento - mais da granella - leguminosa (pisello proteico o soia) dal 2001 al 2012.

Entrambi i sistemi biologici sono stati condotti secondo le misure previste dal Programma di Sviluppo Rurale della Regione Piemonte relative all'agricoltura biologica, in particolare tenendo presente il limite massimo consentito di apporto annuale di azoto, pari a 170kg, e controlli meccanici delle infestanti. Il sistema convenzionale è stato condotto secondo le

misure agroambientali di produzione integrata susseguite negli anni nei vari piani di sviluppo rurale della Regione Piemonte (oggi è l'azione 214.1 del Programma di Sviluppo Rurale 2007-2013). Le quantità di azoto apportate sono state conformate a tali regolamenti pari a 140 kg/ha nel frumento, 200 kg/ha nel mais e nessun apporto nella leguminosa. Inoltre non è stato previsto l'apporto di fosforo dall'inizio della sperimentazione, poiché, sia le precedenti misure sia l'attuale azione 214.1 del PSR, ne sospende l'applicazione per dotazioni di suolo superiori a 20 ppm di fosforo disponibile (Olsen). Per il potassio, invece, è stata attuata una concimazione d'arricchimento per lo scarso contenuto nel suolo. Il controllo delle infestanti è avvenuto con mezzi chimici attraverso un programma di lotta integrata

La piattaforma sperimentale di Lombriasco, è situata presso l'Istituto Tecnico Agrario Salesiano, ed è attiva dal 1996. L'appezzamento, con suolo di tipo franco-sabbioso, ha ospitato diverse prove sperimentali basate sulla conduzione di una azienda cerealicola, di tipo non zootecnico, della pianura piemontese, con colture tipiche dell'areale, quali mais da granella e frumento tenero, alternati con una leguminosa come soia o pisello proteico, in rotazione quadriennale.

Dal 1996 ad oggi, è stato condotto un sistema colturale gestito secondo le norme di produzione integrata adeguate alle modifiche dei vari PSR della Regione Piemonte susseguite nel tempo. I livelli di concimazioni hanno previsto apporti di azoto pari a circa 100 kg/ha nel frumento fino al 2004 e poi incrementati fino a 140 kg/ha dai PSR successivi. Nel mais gli apporti di azoto sono stati di 160 kg/ha fino al 2004 aumentati fino a 200kg/ha successivamente. Nessun apporto è stato previsto alla leguminosa azotofissatrice. Il potassio è stato distribuito secondo gli asporti della coltura, mentre l'apporto di fosforo è interdetto dal 1996 in quanto, come tutt'oggi prevede l'azione 214.1 del PSR 2007-2013 della Regione Piemonte, se la dotazione del suolo è superiore a 20ppm di fosforo disponibile (Olsen) se ne vieta la distribuzione.

A confronto del sistema colturale integrato è stato gestito un sistema tradizionale con concimazione minerale ed apporti tipici dell'areale, fino al 2006. A partire dal 2007, tale sistema tradizionale è stato gestito con fertiizzazione organica impiegando materiale acquistabile dall'azienda cerealicola dalle zone limitrofe. In particolare fino al 2009 è stato distribuito separato liquido proveniente da refluo bovino digerito, considerando l'azienda come area di asservimento di un impianto di biogas, e dal 2010 compost da FORSU cioè proveniente dal compostaggio della frazione organica del rifiuto solido urbano. Gli apporti di azoto e potassio sono stati uniformati a quelli del sistema integrato mentre l'apporto di fosforo è stato eseguito considerando gli asporti delle colture in rotazione.

La concimazione azotata

L'equilibrio del bilancio dell'azotato rappresenta uno dei capisaldi del disciplinare della Regione Piemonte di produzione integrata (oggi nota come azione 214.1 del PSR 2007-2013). Effettuare la concimazione azotata sulla base di un bilancio degli elementi nutritivi, e quindi basato sull'equilibrio degli apporti e asporti delle colture, rappresenta la soluzione migliore per aumentare l'efficienza dell'apporto azotato e ridurre le perdite dell'elemento nell'ambiente. Ciò porta ad un risparmio economico per l'acquisto di fertilizzanti poi sprecati e non usati dalle colture.

Due sistemi colturali uno Tradizionale (con livelli tradizionali di fertilizzazione) e uno Integrato (con livelli d'apporto equilibrati con gli asporti), raggiungono lo stesso livello produttivo e gli stessi asporti (fig. 1). Ne consegue che nel sistema Integrato, per ogni chilogrammo di azoto apportato, si ha una produzione maggiore (indicata dall'efficienza del sistema in fig. 1) rispetto al sistema tradizionale.

Equilibrare l'apporto di azoto secondo gli asporti, permette di ridurre significativamente le perdite nell'ambiente. La fig. 2 mostra come l'azoto inorganico del suolo, più a rischio di perdita, in un sistema fertilizzato a bilancio (Integrato), risulti inferiore rispetto ad un sistema tradizionalmente concimato (Tradizionale). Tuttavia, queste perdite, seppur inferiori rispetto ad una gestione tradizionale, possono, sul

lungo periodo, intaccare la fertilità azotata del suolo. A Lombriasco, per esempio, il sistema colturale gestito secondo una concimazione minerale azotata equilibrata con gli asporti e l'interramento dei residui colturali come unica fonte di apporto organico (gestione integrata), evidenzia una progressiva riduzione della concentrazione dell'azoto totale nel suolo (fig. 3). L'aumento della fertilità azotata di un suolo, può essere ottenuta solo con apporti di natura organica come ben si evidenzia nella sperimentazione di lungo periodo di Tetto Frati (dal 1992 ad oggi). Confrontando una monosuccessione di mais con concimazione minerale ed una con fertilizzazione organica effettuata con liquame o letame bovino (fig. 4), si assiste ad incremento di azoto nel suolo dopo 14 anni (parte destra del grafico) solo a seguito di surplus di bilanci azotati di origine organica. Gli eccessi di azoto minerali dovuti ad apporti superiori rispetto agli asporti si trasformano in perdite di azoto nell'ambiente.

Raccomandazioni:

- È bene sempre bilanciare gli apporti azotati con gli asporti colturali se si effettuano concimazioni minerali per evitare inefficienze anche di natura economica.
- Soprattutto in suoli particolarmente drenanti (sabbiosi o tendenti al sabbioso) prediligere le concimazioni minerali azotate in presenza della coltura quindi in copertura.

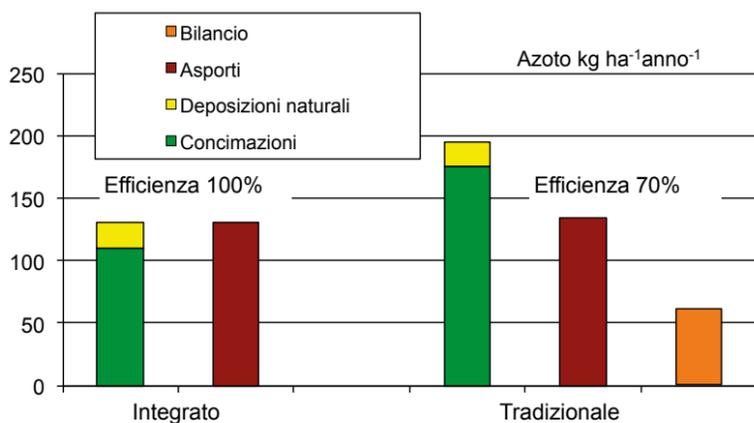


Fig 1: Bilanci dell'azoto in sistema integrato (gestito secondo le tecniche di produzione integrata susseguite nel tempo secondo i PSR della Reg. Piemonte e corrispondenti all'attuale azione 214.1 del PSR 2007-2013) e un sistema tradizionale con rotazione quadriennale frumento, mais, soia, mais nel sito sperimentale di Lombriasco dal 1997 al 2003.

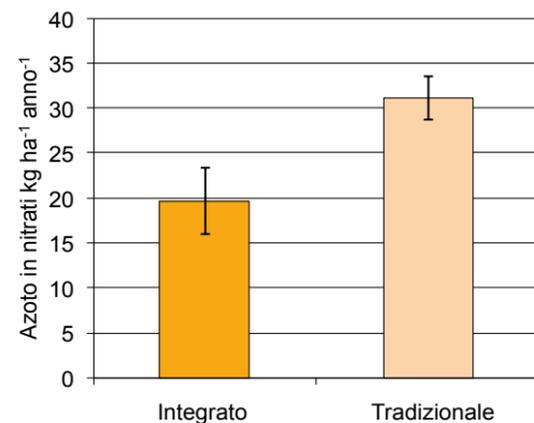


Fig 2: Azoto contenuto in nitrati lisciviati in un sistema colturale integrato gestito con concimazione minerale bilanciata secondo gli asporti colturali e in un sistema concimato tradizionalmente (Sito sperimentale di Lombriasco 1997-2003)

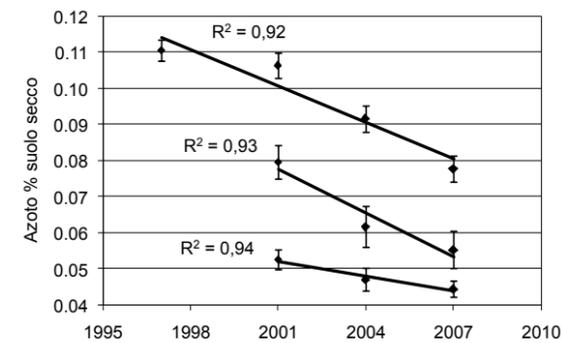


Fig 3: Concentrazioni medie di azoto presenti nei tre strati di suolo 0-30 cm, 30-60 cm, 60-90 cm nel sistema colturale di Lombriasco gestito con concimazione minerale all'equilibrio con gli asporti con rotazione quadriennale frumento, mais, leguminosa, mais.

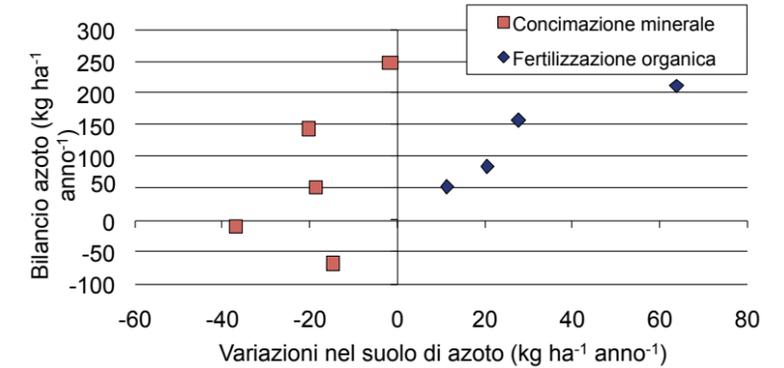


Fig 4: Variazioni dell'azoto nel suolo (0-30 cm) in 14 anni (1993-2007) di una monosuccessione di mais da granella nel sito sperimentale di Carmagnola a seguito di bilanci crescenti di azoto (cioè di apporti minerali o organici di azoto al suolo al netto degli asporti della granella) minerale o organico effettuati con liquame e letame.

La concimazione fosfatica

Sebbene il fosforo sia un elemento poco mobile nel suolo, può essere facilmente perso dal sistema soprattutto per ruscellamento superficiale ma anche per lisciviazione lungo il profilo di suolo, causando gravi conseguenze sulla qualità delle acque superficiali e di falda, riduzione dell'efficienza della concimazione e aumenti dei costi di produzione.

Aggiungere fosforo con concimazione minerale o organica in un suolo che è già ben dotato di fosforo, genera aumenti di perdite dell'elemento piuttosto che incrementi della concentrazione di fosforo nel suolo. Ad esempio, l'aggiunta di concime fosfatico minerale a Lombriasco con dotazioni medie di fosforo Olsen di 34 ppm sullo strato 0-90 cm (fig. 5) aumenta le perdite di fosforo dallo strato superficiale rispetto al suolo non concimato del 33%. L'apporto di un fertilizzante organico, nello specifico compost da RSU, genera un incremento delle perdite del 54% proba-

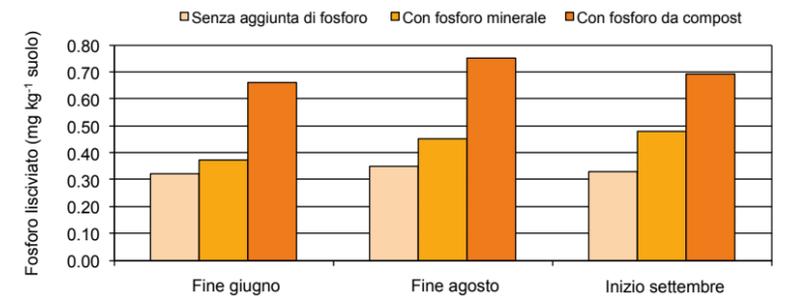


Fig 5: Quantità di fosforo lisciviato dal suolo di Lombriasco ad alto contenuto di fosforo Olsen durante il ciclo colturale del mais in seguito ad apporto di un concime minerale o di compost. Le misure sono relative a tre momenti diversi del ciclo caratterizzate da un evento di pioggia o irrigazione.

bilmente dovuto ad un aumento dell'attività microbica innescata dalla fertilizzazione organica e la formazione di fosfato inorganico, cioè una forma solubile dell'elemento.

Allo stesso modo nel sito sperimentale di Carmagnola, (suolo franco-sabbioso) su una monosuccessione di mais fertilizzata con letame con quantità calcolate secondo la dose azotata

	Bilancio fosforo annuale kg ha ⁻¹ anno ⁻¹	Accumulo fosforo nel suolo mg fosforo kg ⁻¹ suolo	Stima fosforo perso per ruscellamento in tre mesi % di fosforo totale
Fertilizzazione minerale	30	1015	5
Letamazione	109	1167	12

Tab. 1: Quantità annuale di fosforo apportate al suolo al netto dell'asporto colturale (bilancio fosforo annuale) con concimazione minerale o letame, corrispettivi valori effettivamente misurati nel suolo e perdite percentuali delle forme di fosforo potenzialmente perse per lisciviazione o ruscellamento nel sito sperimentale di Carmagnola gestito in monosuccessione di mais e secondo le norme tecniche della Direttiva Nitrati.

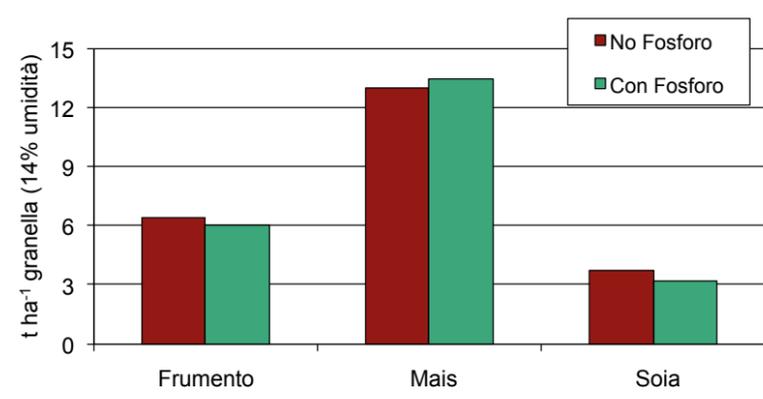


Fig 6: Produzioni di granella a Lombriasco in sistemi colturali gestiti secondo le norme tecniche di produzione integrata della Regione Piemonte (attuale azione 214.1) che prevedono la sospensione di apporti minerali di fosforo per concentrazioni nel suolo superiori a 20 ppm (senza fosforo) e un sistema tradizionale (normalmente concimato con fosforo) nel periodo 1996-2003.

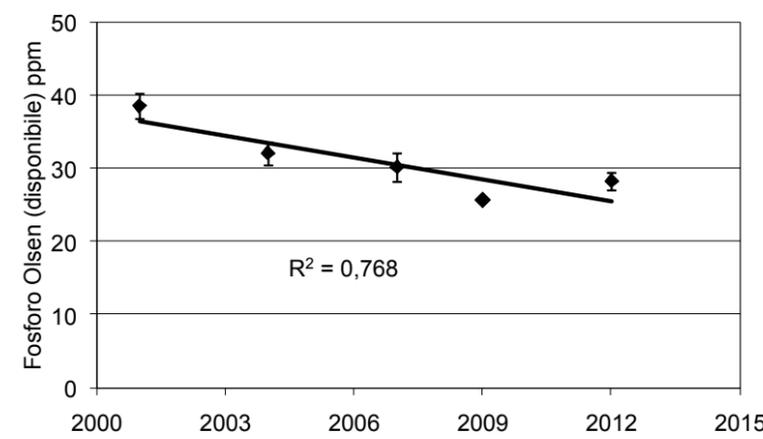


Fig 7: Concentrazioni di fosforo Olsen (forma disponibile per la coltura) nel suolo in seguito alla sospensione dell'apporto di concime fosfatico nel sistema con produzione integrata del sito di Lombriasco dal 1996 al 2012.

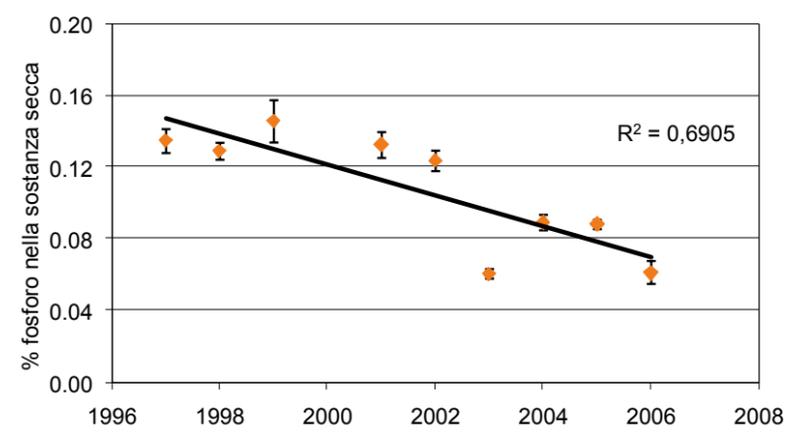


Fig 8: Concentrazioni di fosforo nella paglia del frumento nel sistema colturale con produzione integrata (azione 214.1) gestito senza fosforo dal 1996 al 2006 a Lombriasco.

stabilita dalla direttiva nitrati per le aree vulnerabili ($170 \text{ kg ha}^{-1} \text{ anno}^{-1}$) e corrispondenti ad apporti di fosforo pari a $109 \text{ kg ha}^{-1} \text{ anno}^{-1}$ (tab. 1) si verifica un accumulo eccessivo dell'elemento nel suolo soprattutto nelle forme solubili o nelle forme potenzialmente ruscellate dal sistema. Se la concentrazione di fosforo Olsen nel suolo è elevata, è consigliabile quindi sospendere l'apporto. In suoli ricchi di tale elemento, i dati di lungo periodo della sperimentazione condotta a Lombriasco, dimostrano che questo non pregiudica il livello produttivo delle colture in rotazione (fig. 6).

Il non apporto di fosforo determina, su lunghi periodi, una riduzione tangibile di fosforo Olsen nel suolo (fig. 7), ma che grazie alle elevate dotazioni iniziali (circa 39 ppm presenti nel momento iniziale della sperimentazione), la concentrazione raggiunta anche dopo circa venti anni, non raggiunge la soglia d'intervento (20 ppm) fissata nel Piano di Sviluppo Rurale azione 214.1 2007-2013 della Regione Piemonte. In seguito alla riduzione della disponibilità di fosforo nel suolo si osservano variazioni di concentrazione dell'elemento solo nella paglia di frumento (fig. 8), da considerarsi l'indicatore che maggiormente riflette il nuovo equilibrio creatosi nel suolo.

Raccomandazioni:

- Monitorare le caratteristiche chimiche dei suoli per tenere sotto controllo la concentrazione di fosforo Olsen.
- Non effettuare una concimazione fosfatica alla coltura, quando la dotazione di fosforo Olsen nel suolo è elevata, comporta la possibilità di importanti risparmi economici.

La concimazione potassica

Per effettuare una buona concimazione potassica, è necessario ancora una volta tener presente la dotazione dell'elemento nel suolo. Le norme tecniche della produzione integrata (azione 214.1 del PSR 2007-2013 della Regione Piemonte) già riportano questo concetto e vietano, in caso di sola concimazione minerale, l'apporto del potassio in suoli con concentrazioni superiori a 180 ppm. Con le concimazioni minerali è possibile man-

tenere delle buone dotazioni dell'elemento nel suolo anche semplicemente eseguendo apporti secondo gli asporti della coltura. Infatti, in figura 9 si dimostra come la dotazione del suolo di Lombriasco è risultata compresa tra gli 80 e i 140 ppm prescindendo dalle quantità di elemento apportata all'anno. Eccessi di concimazioni minerale potassica derivanti dall'intenzione di aumentare la concentrazione del suolo (fertilizzazione di arricchimento), possono tradursi in immobilizzazione dell'elemento in forme non assimilabili o perdite per lisciviazione.

La concimazione eseguita con fertilizzanti organici, comporta, in genere, elevati apporti di potassio, essendo l'elemento sempre molto concentrato nelle matrici organiche. Tuttavia, gli eccessi dell'apporto potassico rispetto agli asporti colturali si traducono in uguali aumenti della disponibilità d'elemento nel suolo (fig. 10).

Raccomandazioni:

- Monitorare le caratteristiche chimiche dei suoli per tenere sotto controllo la concentrazione di potassio assimilabile.
- Non apportare elevate quantità di potassio minerale senza verificare se questo è effettivamente necessario alla coltura.

Dalla fertilizzazione della coltura alla fertilizzazione del sistema colturale

La concimazione potassica, e in alcuni casi anche quella fosfatica, può essere effettuata considerando un bilancio pluriennale e non della singola coltura. In questo modo è possibile ridistribuire gli apporti totali dell'intero sistema colturale su poche colture e non su tutte le colture in rotazione. Per esempio, l'anticipo al mais della fertilizzazione potassica destinata al frumento in successione, non causa una riduzione degli asporti di potassio da parte della coltura rispetto alla pratica di fertilizzare direttamente il frumento (fig. 11). Quindi la distribuzione della quantità totale di potassio necessaria in una rotazione mais-frumento può essere effettuata in un unico intervento di concimazione alla semina del mais. Questo intervento si presta sulla coltura del frumento poiché spesso non viene fertilizzata con azoto, tranne che per una piccola quota sulla fila. L'anticipo della fertilizzazione potassica al mais permette quindi di non dover distribuire fertiliz-

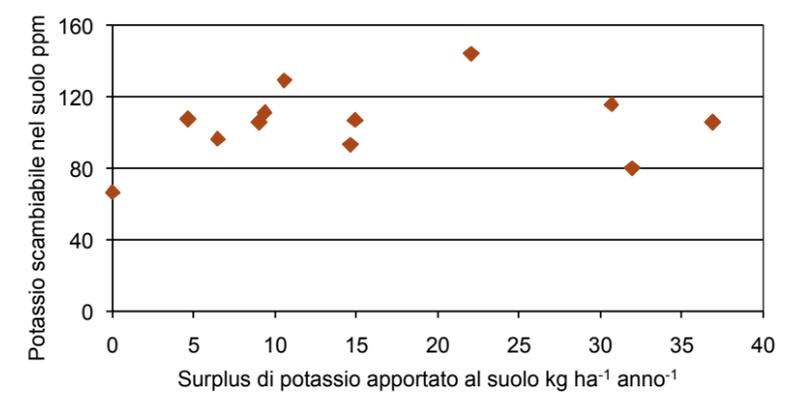


Fig 9: Dotazioni nel suolo di potassio scambiabile (cioè la forma di potassio utilizzata dalla coltura) espresse in ppm misurate a Lombriasco nel 2012 nel sistema colturale gestito secondo le norme di produzione integrata dal 1996 (oggi azione 214.1 del PSR 2007-2013 Reg. Piemonte) in relazione con surplus di bilancio (calcolati come eccessi di apporti - asporti colturali) crescenti.

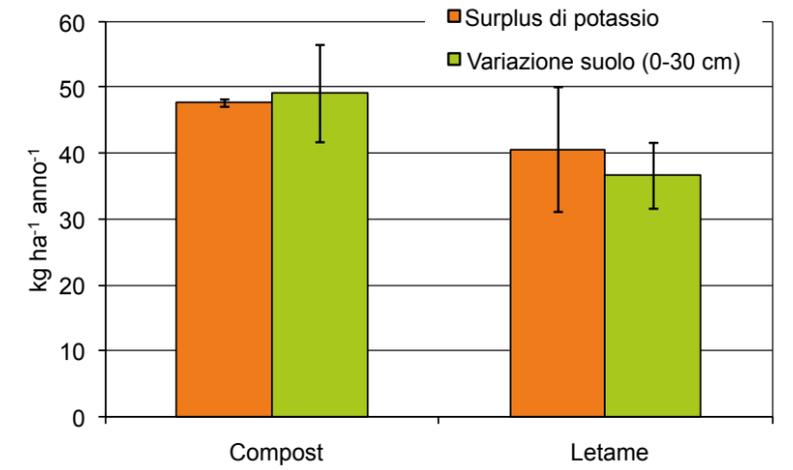


Fig 10: Variazioni del contenuto di potassio nel suolo in un triennio (2009-2012) misurata nei siti di Lombriasco e Fossano a seguito di surplus di bilancio di potassio, cioè del potassio apportato al suolo al netto degli asporti, derivanti da impiego di fertilizzanti organici come compost e letame.

zante alla semina, se non per l'eventuale quota distribuita direttamente con la seminatrice.

Raccomandazioni:

- È bene controllare la granulometria del suolo. In suoli particolarmente drenanti, come quelli sabbiosi o franco sabbiosi, il rischio di perdite per lisciviazione esiste anche per fosforo e potassio. In tal caso non è opportuno anticipare le somministrazioni perché questo aumenterebbe il rischio di perdite.
- Non è possibile eseguire anticipi di concimazioni per l'azoto essendo l'elemento più facilmente soggetto a perdite per lisciviazione.

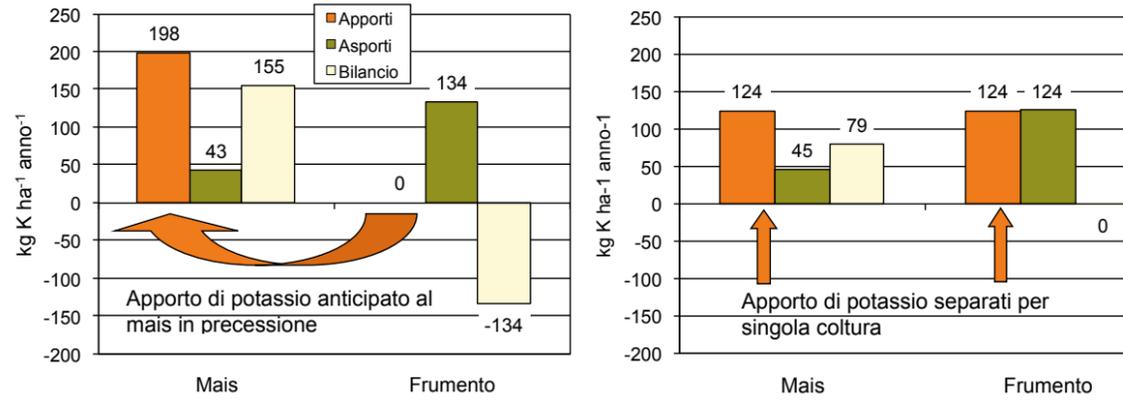


Fig 11: Bilanci di potassio dal 1996 al 2003 a Lombriasco con anticipo della concimazione potassica del frumento al mais. Il non apporto diretto di potassio al frumento non determina riduzione negli asporti (134 kg ha⁻¹ contro i 124 kg ha⁻¹).

La fertiizzazione con il letame

L'impiego di letame consente di ottenere rese produttive uguali e in alcuni casi anche superiori rispetto all'impiego di concime minerale, e di preservare il contenuto di sostanza organica del suolo.

Nel centro sperimentale di Carmagnola, nella sperimentazione di lungo periodo su una monosuccessione di mais fertilizzata con dose azotata nel limite stabilito dalla direttiva nitrati in Zone Vulnerabili (170 kg di azoto ha⁻¹ anno⁻¹), l'apporto di letame o liquame consente di ottenere gli stessi risultati produttivi di mais concimato con urea alla medesima dose e contemporaneamente, dopo soli cinque anni, di aumentare sensibilmente la fertilità del suolo intesa come contenuto di carbonio organico, quindi sostanza organica, (fig. 12). Se l'apporto di letame è continuativo (ad esempio circa 20 anni nella sperimentazione di Carmagnola) ed è possibile incrementare l'apporto del fertilizzante fino alla dose corrispondente a 300 kg azoto ha⁻¹ anno⁻¹, l'effetto sul contenuto di Carbonio organico nel suolo è ancora più evidente (fig. 13). Sia nella produzione del mais granella che da insilato, l'incremento del Carbonio organico è stato di circa il 50% rispetto al contenuto iniziale. Il solo apporto degli stocchi di mais (tesi mais granella con urea) consente di mantenere invariato il contenuto di Carbonio organico nel suolo, mentre l'asporto della pianta intera con l'insilato (tesi mais insilato con urea) genera una riduzione. L'apporto di letame in sistemi biologici (sito sperimentale di Fossano) conferma il pote-

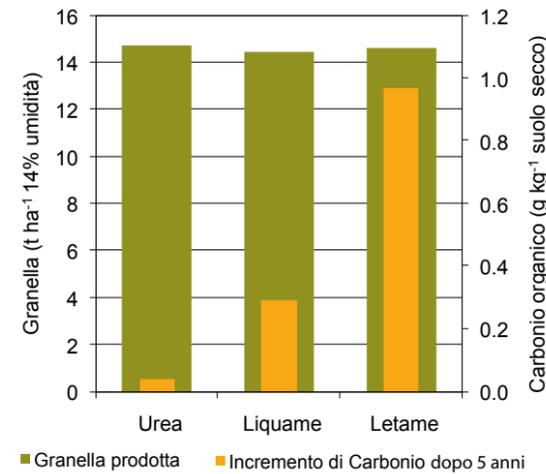


Fig 12: Produzioni di granella di mais in monosuccessione e variazione del Carbonio organico nei primi 30cm di suolo nel sito sperimentale di Carmagnola dopo cinque anni di apporti di urea, liquame e letame pari a 170 kg azoto ha⁻¹ anno⁻¹.

re fertilizzante del letame. Il confronto tra il sistema biologico con apporto di letame e il sistema con concimazione minerale gestito secondo le norme tecniche di produzione integrata dal 2001 (azione 214.1 attuale), su rotazione mais - frumento - pisello proteico (fig. 14) mostra la capacità del letame di contenere la riduzione di sostanza organica misurata nel sistema con solo interrimento dei residui colturali e probabilmente dovuta ad un riequilibrio di tale sistema in seguito alla variazione dell'ordinamento colturale. L'incremento della fertilità deriva anche dalla qualità di sostanza organica che si origina a seguito dell'apporto di letame continuativo nel tempo. Nello stesso sito sperimentale

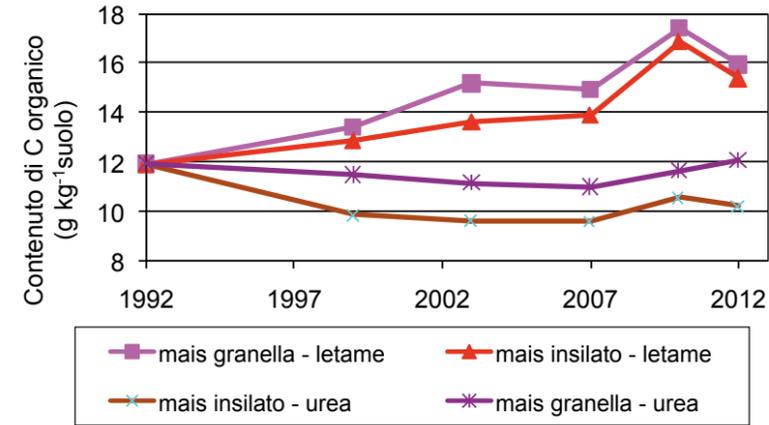


Fig 13: Contenuti di Carbonio organico nel primo strato di suolo a Carmagnola in monosuccessione di mais da granella o da insilato a seguito di apporti di urea e letame in ragione di 300 kg azoto ha⁻¹ anno⁻¹.

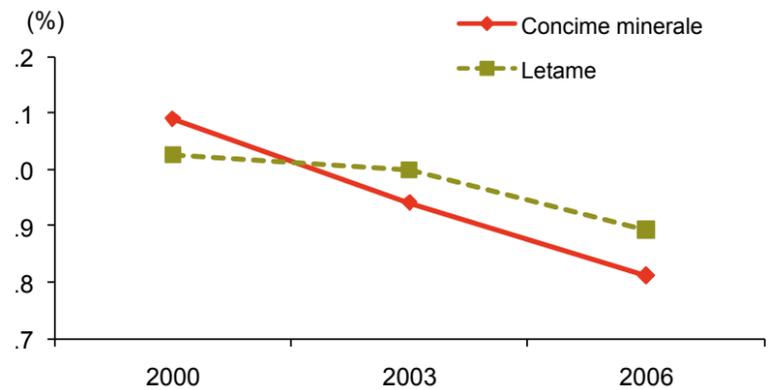


Fig 14: Contenuti di Carbonio organico (g 100g⁻¹ suolo secco) nel suolo del sito sperimentale di Fossano (2000-2006) nel sistema colturale biologico (attuale azione 214.2) con apporto di letame confrontato con il sistema gestito secondo le norme di produzione integrata (attuale azione 214.1) con concimazione minerale ed apporti di residui colturali.

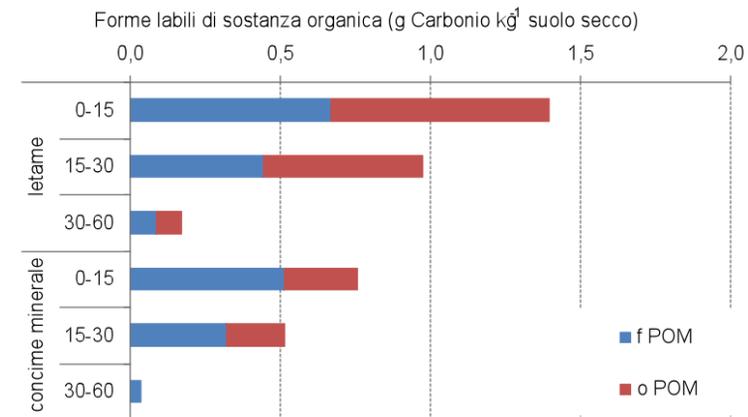


Fig 15: Caratteristiche qualitative della sostanza organica nei sistemi colturali del sito di Fossano caratterizzati da gestione biologica (azione 214.2) con letame e gestione in produzione integrata con concimazione minerale (azione 214.1). FPom riferisce la sostanza organica libera e prontamente mineralizzabile. oPOM la frazione occlusa negli aggregati.

di Fossano il sistema biologico letamato da circa 12 anni, presenta una elevata quantità della frazione libera della sostanza organica (fPOM, fig. 15) cioè quella soggetta ad una rapida mineralizzazione e che quindi rilascia nutrienti utili per la coltura. Anche la frazione della sostanza organica occlusa negli aggregati (oPOM) risulta elevata rispetto alla concimazione minerale generando un aumento del numero degli aggregati e un aumento della stabilità dei macroaggregati favorendo la fertilità fisica.

Raccomandazioni:

- Il letame per svolgere bene il suo potere fertilizzante, deve giovare di temperature primaverili estive che favoriscono la mineralizzazione degli elementi nutritivi. Molto meglio quindi gli apporti primaverili-estivi, piuttosto che quelli autunnali o invernali.

Il ruolo del prato

L'inserimento del prato in una monosuccessione colturale, determina un incremento di resa della coltura in successione. Nel sito sperimentale di Carmagnola, il confronto tra una monosuccessione di mais da insilato e una rotazione dello stesso con tre anni di prato (prato-prato-prato- mais da insilato) entrambi fertilizzati con concime minerale, determina un incremento di produzione pari al 4% del secondo rispetto al primo (fig. 16).

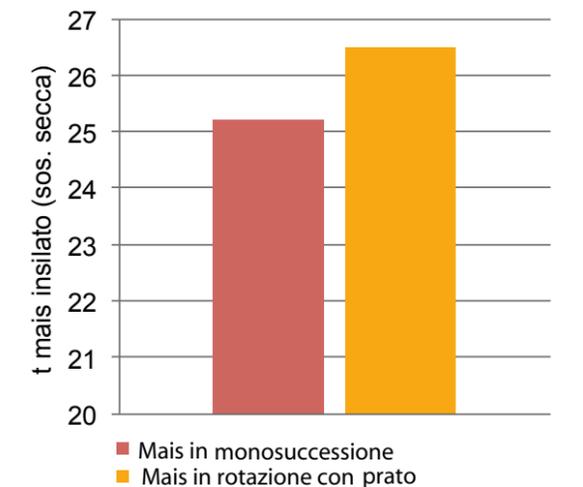


Fig 16: Produzione di mais insilato in sistemi colturali presenti nel sito sperimentale di Carmagnola e caratterizzati da monosuccessione o da rotazione con prato di tre anni.

Più complessa è l'interpretazione del ruolo dei prati nei sistemi colturali biologici dove l'effetto fertilizzante di lungo periodo sulle rese delle colture in successione al prato, può essere vanificato dal difficile controllo delle infestanti. Ad esempio, il frumento inserito nella rotazione con prato del sistema biologico di Fossano ha una produzione di granella inferiore del 17% rispetto alla produzione ottenuta nella rotazione senza prato. La riduzione è imputabile alla variazione della composizione floristica delle infestanti e all'aumento della loro densità (da 240 piante m⁻² rilevate in presenza di prato a 120 piante m⁻² in assenza di prato).

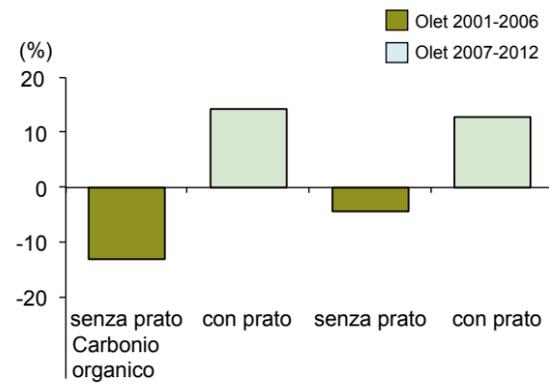


Fig 17: Variazione (%) del contenuto di carbonio organico e di azoto totale nel suolo di Fossano nel sistema colturale biologico (azione 214.2) condotto con apporto di letame (Olet) senza prato nella rotazione dal 2001 al 2006 con prato nella rotazione dal 2007 al 2012.

La presenza del prato ha, invece, indubbi effetti sui parametri della fertilità del suolo. Nel sistema biologico con prato di Fossano, l'introduzione del prato aumenta il contenuto di carbonio (quindi di sostanza organica) e di azoto totale del suolo (fig. 17).

L'introduzione del prato nel sistema biologico con letame del sito di Fossano (fig. 18), ha favorito l'accumulo della frazione labile (oPOM) nello strato superficiale maggiormente interessato dalle radici. Ciò aumenta la fertilità fisica del suolo, intesa come maggiore porosità, e la fertilità chimica quando, al momento della rottura del prato, la spaccatura degli aggregati permette di liberare la parte di sostanza organica facilmente mineralizzabile e quindi liberare elementi nutritivi velocemente disponibili.

Dall'altra parte si è determinato un aumento della frazione più stabile (MOM) rispetto al sistema semplicemente letamato, per l'assenza di aratura per due anni successivi, con conseguente aumento del Carbonio organico totale (fig. 17)

Raccomandazioni:

- Il prato in rotazione svolge un effetto molto positivo sulla fertilità del suolo e sulle produzioni delle colture in successione. Laddove è possibile inserire in rotazione colturale due o più anni di prato, è consigliabile soprattutto in aziende biologiche ricorrere a prati misti con presenza di leguminose, per incrementare la quota proteica del foraggio oltre all'apporto di azoto nel suolo dall'azotofissazione.

Il binomio virtuoso prato-letame

Nella Pianura Padana la fertiizzazione con letame è praticata soprattutto dalle aziende agricole con allevamento bovino, mentre quelle senza allevamento vi ricorrono se ubicate in comprensori ad elevato carico zootecnico con superfici in asservimento. Nelle aziende con allevamenti di bovine da latte le foraggere prative occupano dal 22 al 36% della SAU aziendale e nelle aziende con vacche nutrici a ciclo chiuso dal 39 al 48% della SAU (CRPA, 2010). L'abbondante presenza di prati avvicendati o

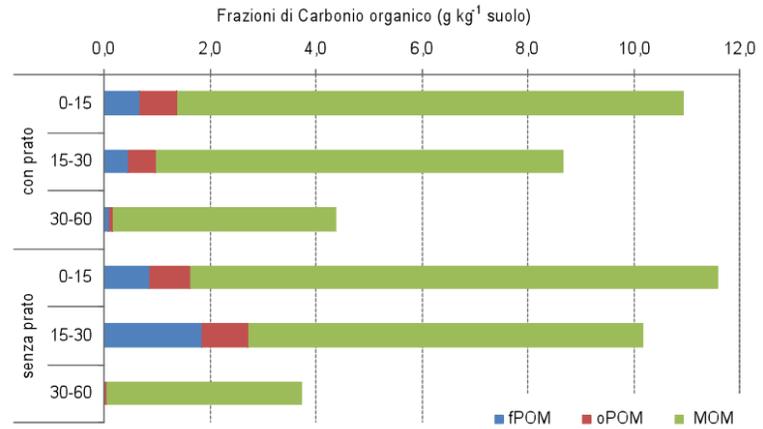


Fig 18: Caratteristiche qualitative della sostanza organica (quantità di carbonio organico presente nelle diverse forme ed espresse in g kg⁻¹ suolo secco) nei sistemi colturali del sito di Fossano caratterizzati da gestione biologica (azione 214.2) con prato e senza prato. FPOM riferisce la sostanza organica libera e prontamente mineralizzabile. OPOM la frazione labile occlusa negli aggregati. MOM la frazione di sostanza organica legata strettamente alla parte minerale del suolo e quindi stabile nel suolo.

permanenti è dovuta all'esigenza di inserire nella razione fibra di qualità. Il binomio concimazione letamica - superfici prative è pertanto inscindibile per una quota importante di aziende zootecniche padane e, in questi contesti, la trattazione degli effetti della presenza del prato e della concimazione con letame possono essere valutati congiuntamente.

La conferma dell'effetto sinergico prato-letame si è avuta nella sperimentazione di Carmagnola (fig. 19). La produzione del sistema mais-prato letamato è superiore dell'11% rispetto al mais-prato concimato con urea e superiore del 7% rispetto al mais in monosuccessione concimato con letame.

L'effetto sinergico del binomio prato-letame sulla resa delle colture in rotazione si evidenzia anche in un contesto biologico (fig. 20). La presenza del prato e l'impiego del letame hanno portato ad una produzione cumulata media annuale di sostanza secca del 47% superiore al sistema che prevede l'impiego di concimi organici pellettati in assenza di prato e ad una produzione doppia di proteina. L'incremento di resa è legato principalmente alla presenza di leguminose nei prati avvicendati (in particolare dell'erba medica con un contributo medio del 30% sulla composizione floristica) che, grazie all'azotofissazione, producono elevate quantità di fitomassa ad alto tenore proteico.

Il ruolo del sovescio

Il sovescio è una tecnica colturale applicata nei sistemi colturali biologici per i molteplici effetti positivi sulla fertilità del suolo quali l'apporto di azoto e di sostanza organica. Nella sperimentazione di Fossano gli apporti

di azoto derivanti dal sovescio di vecchia sono mediamente di 120 kg ha⁻¹ anno⁻¹: Questi apporti, aggiunti agli apporti derivanti dai concimi organici, determinano un surplus di bilancio nel sistema pari a circa 86 kg ha⁻¹ anno⁻¹ (fig. 21) e quindi in linea con quanto previsto dai disciplinari dell'agricoltura biologica. Il mais in successione alla vecchia ha un asporto di molto inferiore a quello misurato nel sistema integrato. Ciò deriva dall'elevata presenza di infestanti che limitando il vigore della coltura nella fase d'insediamento, ne hanno diminuito il normale sviluppo. Per cui agli elevati apporti nel sistema biologico con sovescio non corrispondono altrettanti elevati asporti portando ad una minor efficienza dell'azoto, o comunque ad una minore efficienza nella gestione della concimazione azotata.

I benefici effetti del sovescio sul suolo sono invece ben evidenti sia nel suolo franco-

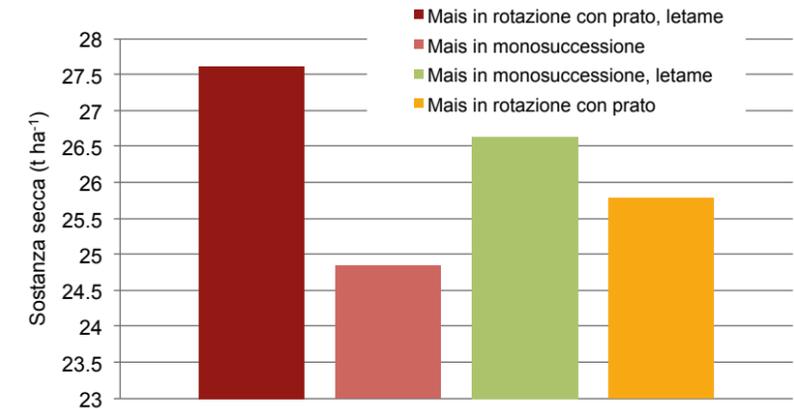


Fig 19: Produzione di sostanza secca di mais insilato in sistemi convenzionali nel sito sperimentale di Carmagnola: confronto tra un sistema in cui il mais è in successione al prato polifita triennale (entrambe concimati con letame o con concimi minerali alla dose di 300 kg azoto ha⁻¹ anno⁻¹), e un sistema con mais in monosuccessione (concimato con letame o con urea alla dose 300 kg azoto ha⁻¹ anno⁻¹).

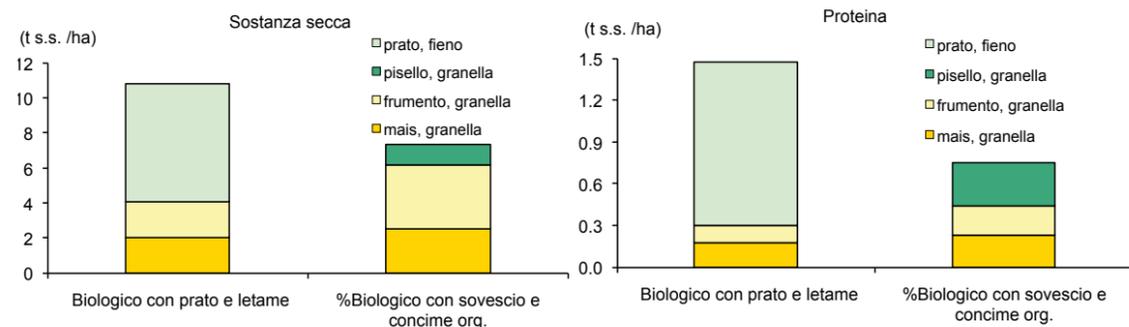


Fig 20: Produzione di sostanza secca e di proteina (media 2006 - 2012) in sistemi colturali biologici di Fossano con letame in presenza di prato polifita con erba medica (biologico con prato-letame) e sistema concimato con concimi organici pellettati e sovescio e senza prato avvicendato.

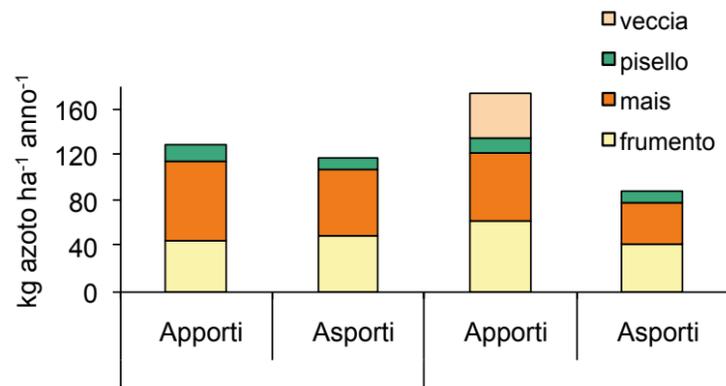


Fig 21: Apporti e asporti di azoto nel sito sperimentale di Fossano (media 2006-2012) con dettaglio del contributo medio di ogni coltura nel triennio di rotazione, in un sistema culturale concimato con concime minerale secondo le norme tecniche di produzione integrata (Integrato) a confronto con un sistema concimato con concimi organici pellettati e con interrimento del sovescio di veccia (biologico con sovescio) (media 2006 - 2012)..

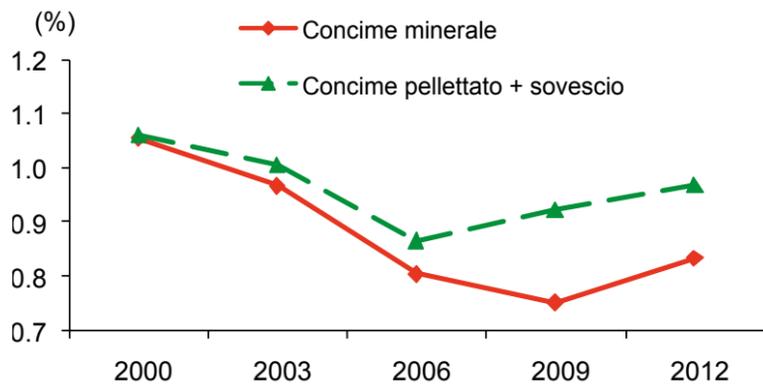


Fig 22: Valori di carbonio organico nei primi 30 cm di suolo (g 100 g-1 suolo secco) nel sistema biologico gestito con sovescio e concimi organici e sistema gestito secondo le tecniche di produzione integrata a Fossano (CN).

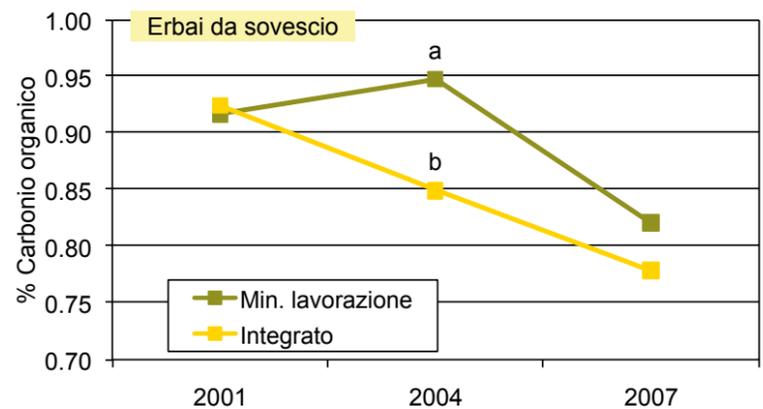


Fig 23: Produzione di sostanza secca e di proteina (media 2006 - 2012) in sistemi colturali biologici di Fossano con letame in presenza di prato polifita con erba medica (biologico con prato-letame) e sistema concimato con concimi organici pellettati e sovescio e senza prato avvicendato.

limoso della sperimentazione di Fossano sia nel suolo franco-sabbioso della sperimentazione di Lombriasco. Nel primo (fig. 22), la presenza del sovescio di veccia, una leguminosa che garantisce soprattutto un apporto di azoto piuttosto che di carbonio e caratterizzata da una velocità di degradazione e mineralizzazione elevata (rapporto Carbonio/azoto dei tessuti molto basso), ha comunque sostenuto la perdita di Carbonio organico che invece si è verificata con l'impiego di soli concimi minerali e l'interramento di residui colturali nel sistema convenzionale. Nel secondo sito (fig. 23) l'interramento del sovescio autunno-vernino costituito da colza e segale con biomassa caratterizzata da elevate quantità di carbonio e rapporto Carbonio/azoto elevati (mineralizzazione lenta), ha determinato un sensibile incremento della sostanza organica nello strato di suolo 0-30 cm.

L'evoluzione della qualità della sostanza organica del sistema biologico con impiego di concimi organici consentito dal regolamento biologico e con sovescio misurata dopo nove anni e dopo 12 anni di tale gestione rileva un aumento della frazione di sostanza organica stabilizzata nel tempo (fig. 24), quindi responsabile dell'incremento del Carbonio totale riportato in fig. 22. Le frazioni labili della sostanza organica restano pressoché costanti con una certa riduzione della frazione occlusa negli aggregati, quindi potenzialmente mineralizzabile e potenzialmente capace di fornire elementi nutritivi per la coltura.

Raccomandazioni:

- Scegliere accuratamente il sovescio da impiegare per la durata del ciclo di sviluppo, che non deve essere mai eccessivamente lungo per non incorrere in ritardi di semina per le colture in successione:
- Prediligere sovesci con consociazione di leguminose e graminacee per migliorare la qualità della biomassa interrata (rapporto carbonio/azoto) e aumentare l'effetto della copertura del suolo nel periodo invernale per il buon sviluppo della graminacea.

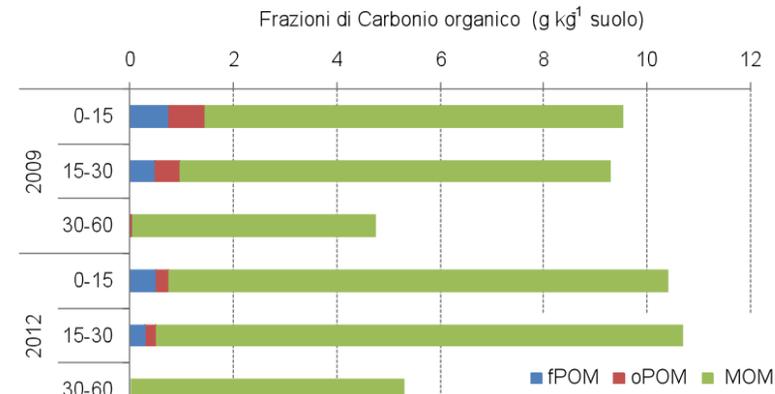


Fig 24: Evoluzione delle caratteristiche qualitative della sostanza organica (quantità di carbonio organico presente nelle diverse forme ed espresse in g kg-1 suolo secco) nel sistema culturale del sito di Fossano caratterizzato da gestione biologica (azione 214.2) con impiego di concimi organici pellettati e sovescio. fPom riferisce la sostanza organica libera e prontamente mineralizzabile. OPOM la frazione labile occlusa negli aggregati. MOM la frazione di sostanza organica legata strettamente alla parte minerale del suolo e quindi stabile nel suolo.

Tipo di concime	Apporti Azoto (kg/ha)	2010	2011	2012
Urea	200	91	88	81
Compost	200	0	6	12
PSR 214,3	150 org+50 min	12*	33*	35*

Tab. 2: Efficienza (%) dell'azoto contenuto nel compost da RSU per la coltura di mais inserita in sistemi in monosuccessione e concimati con Urea e Compost o nel sistema gestito secondo la misura agroambientale 214.3 del PSR 2007-2013. * efficienza del solo azoto organico contenuto nel compost

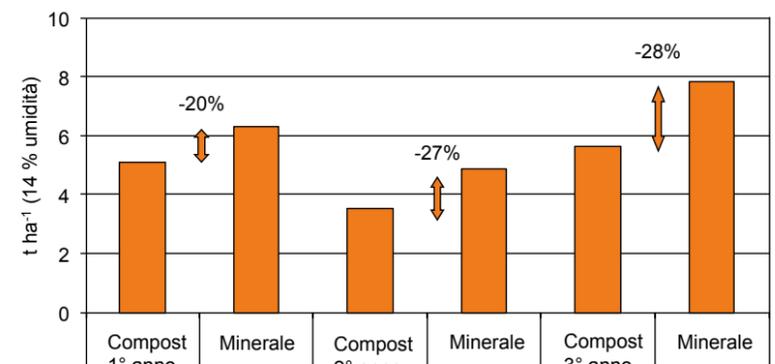


Fig 25: Produzione di frumento a Lombriasco in produzione integrata (Minerale) o in azione 214.3 (Compost).

La fertilizzazione con il compost

Il compost da RSU può rappresentare una valido fertilizzante organico per le aziende cereali-cole senza stalla o non ubicate in comprensori ad elevato carico zootecnico e che intendono operare una fertilizzazione organica.

Generalmente, un suolo gestito per lungo periodo con concimazione minerale, deve ripristinare e riattivare la microflora e microfauna del suolo preposta alla decomposizione, mineralizzazione o umificazione della matrice organica aggiunta. Quindi, l'efficienza del fertilizzante organico intesa come capacità del fertilizzante di rendere disponibile gli elementi nutritivi per la pianta, può risultare dapprima molto bassa per poi aumentare progressivamente nel tempo. Ad, esempio, la valutazione dell'efficienza dell'azoto organico contenuto nel compost su una monosuccessione di mais a Lombriasco nel periodo 2010-2012 è risultata nulla nel primo anno (tab. 2) mentre è aumentata negli anni successivi (fin al 19% nel terzo anno). L'Integrazione degli apporti di azoto organico con concime azotato minerale (150 kg ha⁻¹ anno⁻¹ di azoto organico + 50kg ha⁻¹ anno⁻¹ di azoto minerale) ha incrementato l'efficienza dell'azoto contenuto nel compost di circa il 16%.

Come gli altri fertilizzanti organici, la distribuzione del compost nel frumento, coltura vernina, ha un'efficienza molto bassa e genera perdite produttive costanti negli anni (fig. 25). Nel mais, invece, l'incremento dell'attività di mineralizzazione del periodo primaverile estivo e l'aumento progressivo degli organismi del suolo preposti a tale attività,, le riduzioni di produzione si assottigliano negli anni e si riducono fino al 9% nel terzo anno (fig. 26).

Il compost può essere considerato un buon ammendante più che un fertilizzante, cioè in grado di aumentare o proteggere la sostanza organica del suolo e migliorare soprattutto le qualità fisiche e strutturali del suolo stesso. I quantitativi di compost apportati a Lombriasco nel sistema gestito secondo l'azione 214.3 del PSR 2007-2013 sono stati superiori ai minimi previsti da tale misura (3 t ha⁻¹ anno⁻¹ di sostanza secca) e pari a 5 t ha⁻¹ anno⁻¹ di sostanza secca. Tali quantità hanno permesso di mantenere il contenuto di Carbonio organico nel suolo costante nel tempo mentre l'omologo sistema Integrato gestito con concimi minerali

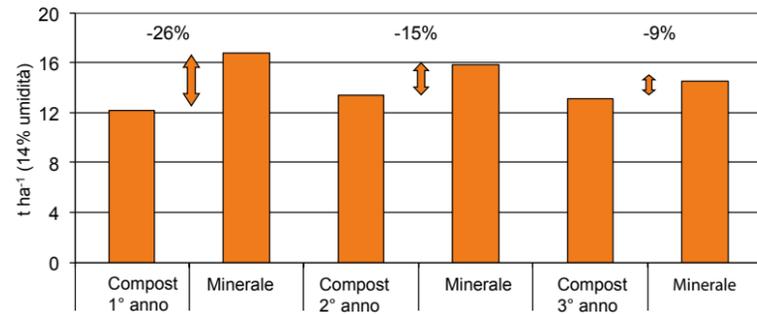


Fig 26: Produzioni di granella di mais a Lombriasco in produzione integrata (Minerale) o in azione 214.3 (Compost).

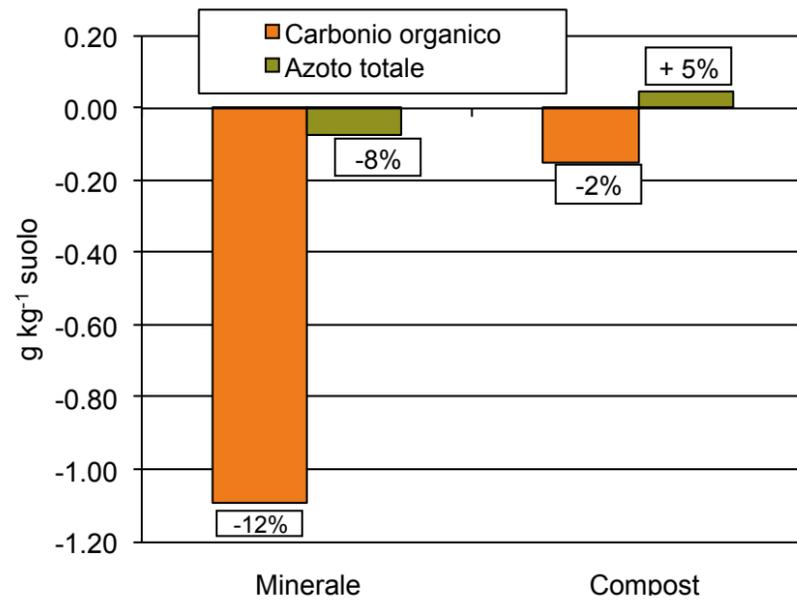


Fig 27: Produzioni di granella di mais a Lombriasco in produzione integrata (Minerale) o in azione 214.3 (Compost).

(azione 214.1) e con solo interrimento dei residui colturali, la concentrazione diminuisce (fig. 27). L'azoto totale del suolo, invece, in seguito all'impiego del compost è aumentato del 5% in soli tre anni contro una perdita dell'8% registrata nel sistema Integrato.

I risultati ottenuti in una prova condotta a Carmagnola, area limitrofa al sito sperimentale di Lombriasco, sul confronto di diversi livelli di apporto di compost hanno evidenziato incrementi di Carbonio organico nel primo strato di suolo di circa 1 g kg⁻¹ con apporti pari a 20 t ha⁻¹ anno⁻¹ per tre anni, cioè circa quattro volte superiori alla prova di Lombriasco e sette volte superiori a quelli indicati dall'azione 214.3.

I livelli minimi di apporto stabiliti da tale azione, quindi, devono essere riconsiderati, essendo troppo bassi per il raggiungimento dell'obiettivo finale e cioè l'incremento della sostanza organica nel suolo.

Raccomandazioni:

- L'apporto di compost deve essere integrato con concimi azotati minerali soprattutto nei primi anni di utilizzo, essendo la disponibilità dell'azoto molto limitata nella fase di attivazione microbica del suolo;
- L'apporto di compost al doppio delle quantità suggerite dall'azione 214.3 del PSR 2007-2013 della Regione Piemonte, sono in grado di mantenere costante la dotazione di sostanza organica del suolo. Per amplificare le qualità ammendanti del compost è necessario apportare quantità elevate pari a 5/7 volte tale livello.



Spandiconcime pneumatico di precisione.

Il liquame

L'apporto di liquame tal quale bovino in un sistema in monosuccessione di mais nel sito sperimentale di Carmagnola garantisce gli stessi livelli produttivi del letame e del concime minerale (fig. 28). L'efficienza di tale fertilizzante è, come dimostrano gli asporti della granella e della pianta intera, simile a quella misurata nel letame e nel concime minerale, soprattutto se l'utilizzo è continuativo e prolungato nel tempo.

Il liquame è un buon ammendante. La quantità di Carbonio organico che resta nel suolo a seguito dell'interramento è il 26% del carbonio totale apportato, per il letame è il 46%, mentre per gli stocchi di mais solo il 6%. Occorre però considerare che la quantità di carbonio che arriva al suolo con gli stocchi è molto superiore a quella che arriva con il liquame.

La fig. 28, come anche la già citata fig. 12, evidenziano che anche in zona vulnerabile da nitrati, dove il limite per l'azoto organico è pari a 170 kg di azoto ha⁻¹ anno⁻¹, è possibile raggiungere delle buone produzioni di granella di mais del tutto simili alla concimazione minerale.

Raccomandazioni:

- Il liquame se gestito bene è un ottimo fertilizzante. Compatibilmente con le esigenze aziendali, che comunque richiedono uno svuotamento delle vasche quando queste sono piene, si raccomanda di redigere un piano di spandimento corretto in modo da limitare al massimo le fertilizzazioni inutili (es, dopo frumento, senza coltura) e quelle a bassa efficienza, per favorire quelle ad alta efficienza.

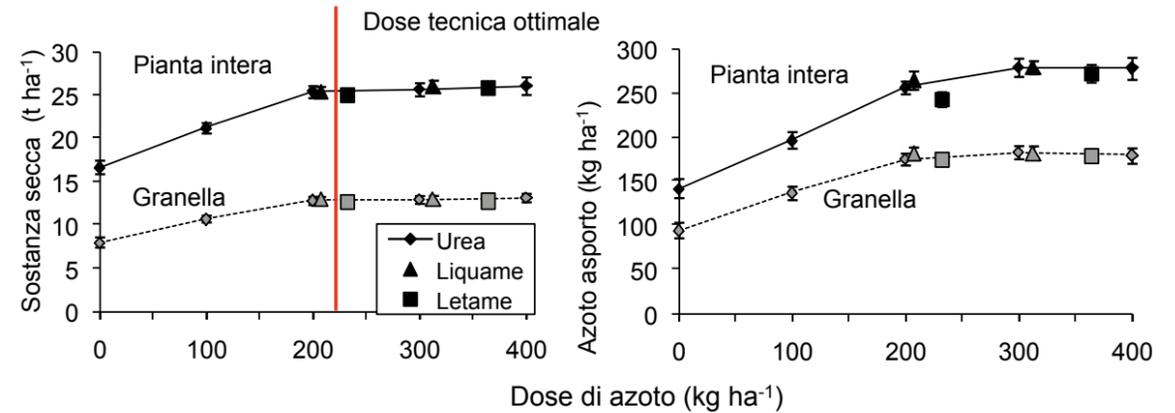


Fig 28: Produzioni di granella di mais a Lombriasco in produzione integrata (Minerale) o in azione 214.3 (Compost).