Dossier FiBL

Supplemento a bio dinamica - Numero 51 - Novembre/Dicembre 2003

L'agricoltura bio accresce la fertilità del suolo e la biodiversità

Risultati di 21 anni di ricerca DOK

In collaborazione con FAL Zürich-Reckenholz

I risultati di 21 anni di sperimentazione DOK in uno sguardo

I risultati pluriennali della sperimentazione DOK dimostrano che, nonostante le rese siano inferiori, i metodi biologici rendono possibile una produzione agricola sostenibile con minore uso di input. Inoltre l'agricoltura biologica stimola l'attività biologica dei suoli e accresce la varietà delle specie della flora e della fauna spontanea.

Note all'edizione italiana

*La sperimentazione DOK prende il suo nome dal confronto durato 21 anni (e tuttora in corso) tra i tre sistemi colturali oggi più utilizzati: bio-**D**inamico (**D**), bio-**O**rganico (**O**), e convenzionale (**K** = Koventionell). Nel testo i metodi biodinamico e bio-organico vengono alle volte indicati col termine di "biologico" (nel testo tedesco anche "ecologico") che li comprende entrambi. Il termine "bio-organico" (in tedesco: organico-biologico) indica infatti un metodo specifico dell'agricoltura biologica (o ecologica), nato attorno agli Anni 1920 in Svizzera su impulso del dottor Hans Müller e del dottor Rusch* e oggi molto diffuso in Svizzera e Germania con prodotti caratterizzati dal marchio Bioland.*

Il termine agricoltura biologica sta a indicare un insieme di metodi diversi, il cui denominatore comune consiste nel cercare di non apportare danni all'ambiente, rinunciando all'uso di sostanze non ammesse dal regolamento CEE 2092/91. Attualmente vengono considerate biologiche, soprattutto in Italia, anche aziende che acquistano concime organico in commercio e che quindi non prevedono il ciclo chiuso delle sostanze. Nella sperimentazione DOK, invece, a ognuno dei tre metodi a confronto corrisponde l'uso di letame di aziende, con bestiame proprio, che applichino il medesimo metodo di produzione.

La traduttrice

* *L. Milenkovic*, Origine e sviluppo dell'Agricoltura biologica in Europa, *Edizioni Clesav, 1990, pag. 49.*

	D Biodinamico	**O** Bio-organico	**K** Convenzionale (integrato)	Pag
Input				
Concime				5
Energia				7
Protezione chimica diretta delle piante				5
Controllo meccanico delle infestanti				
Rese				6
Fertilità del suolo				
Fosforo (solubile)				9
Fosforo (riserva)				9
Potassio (solubile)				9
Potassio (riserva)				9
Struttura del suolo				10
Lombrichi: numero, biomassa				11
Attività carabidi				11
Biomassa microbica				12
Attività microbica				13
Micorriza				14
Diversità delle specie				
Flora spontanea				15
Riserva di semi				15
Carabidi				15
Lombrichi				15
Microrganismi	più elevata nei metodi biologici			15

Abbreviazioni

D 1 *	biodinamico (0.6) 0.7 UBA per ha
D 2 **	biodinamico (1.2) 1.4 UBA per ha
O 1 *	bio-organico (0.6) 0.7 UBA per ha
O 1 **	bio-organico (1.2) 1.4 UBA per ha
K 1 *	convenzionale (=IP) 0,5 X concimazione normale
K 2 **	convenzionale (=IP) 1,0 x concimazione normale
N	non concimato
M **	convenzionale (=IP) 1,0 x concimazione normale, solo minerale
PRC	Periodo di rotazione colturale
UBA	Unità Bovina Adulta
PI	Produzione Integrata

95 – 100 %
85 – 95 %
70 – 85 %
50 – 70 %
< 50 %

* Concimazione ridotta ** Livello di concimazione comune in Svizzera

All'inizio si poneva la domanda: l'agricoltura biologica è praticabile?

Foto Thomas Alföldi (FiBL)

Ricercatori, squadra di lavoro sul campo e consulenti agricoltori biologici in occasione dell'annuale ispezione dei campi (1991): insieme discutono degli interventi e delle eventuali modifiche da adottare per i metodi biologici. Il coinvolgimento di agricoltori nella programmazione della sperimentazione era per quei tempi una novità assoluta.

Editore e distributore dell'edizione italiana
Associazione per l'Agricoltura Biodinamica
via privata Vasto, 4, 20121 - Milano
telefono 02 29002544, fax 02 29000692,
sito web www.biodinamica.org

Editore dell'edizione originale
Istituto di Ricerca per l'Agricoltura Biologica (FiBL)
Ackerstrasse. Postfach, CH-5070 Frick
telefono +41(0)62 8657272, fax +41(0)62 8657273,
email admin@fibl.ch, sito web www.fibl.ch

Ente Federale di Ricerca per l'Ecologia Agraria
e l'Agricoltura (FAL)
Reckenholzstrasse 191, CH-8046 Zurigo
telefono +41(0)1 3777111, fax +41(0)1 3777201,
sito web www.admin.ch/sar/fal

Autori
Andreas Fliessbach, Paul Mäder, Lukas Pfiffner (FiBL)
David Dubois, Lucie Gunst (FAL)
Collaborazione
Werner Stauffer, Padrout Fried (FAL)
Thomas Alföldi, Urs Niggli (FiBL)
Redazione
Gilles Weidmann (FiBL)
Grafica
Silvia Schiffmann (FiBL)
Fotografie di copertina
Joseph Hättenschwiler (FAL), Christine Karutz
e Lukas Pfiffner (FiBL) © FiBL, FAL

Edizione italiana
Traduzione
Lusi Milenkovic, dottore in scienze agrarie, consulente biodinamico
Revisione scientifica
Maristella Pitzalis, docente di Ecologia Agraria, Università di Perugia
Grafica
Simona Corvaia
Stampa
Tipografia Ammiano
via Isonzo 40/8, Quinto dè Stampi, Rozzano (MI)
BIOdinamica
Reg. del Tribunale di Milano n.306 del 27/5/95

È vietata la riproduzione anche parziale del presente opuscolo.

Oggi la ricerca scientifica punta alla rapidità: sono sufficienti due o tre sperimentazioni in vaso in camera climatizzata per considerare compiuto un nuovo studio. In questa realtà la sperimentazione DOK attuata in Svizzera dall'Istituto di Ricerca per l'Agricoltura Biologica (FiBL) e dall'Ente Federale di Ricerca per l'Ecologia Agraria e l'Agricoltura (FAL) appare solida come una roccia. Chi al giorno d'oggi può ancora permettersi di misurare, osservare, valutare statisticamente montagne di dati per 21 anni?
Finanziare la sperimentazione DOK per un periodo di tempo tanto lungo è un grande impegno per il Ministero Federale per l'Agricoltura. Ammirevole è anche la dedizione con cui i due istituti interessati stanno lavorando dal 1977. Ormai siamo al quarto periodo di rotazione colturale, che durerà fino al ventottesimo anno della sperimentazione a lungo termine e si concluderà nel 2006. Ancora una volta un gruppo di agricoltori biologici e biodinamici fornisce la consulenza e collabora con gli scienziati per ottimizzare i sistemi agricoli mettendo a disposizione la propria esperienza pratica.
Il progetto di ricerca DOK è diventato inaspettatamente un tema di estrema attualità. Specialisti elaborano modelli per un monitoraggio a lungo termine di piante e microrganismi geneticamente modificati. La sperimentazione DOK dimostra che effettivamente gli effetti sugli ecosistemi agrari possono essere valutati solo dopo molti anni di sperimentazione se non si vuole correre il rischio di trarre conclusioni errate.
All'inizio degli Anni Settanta la pratica e la ricerca in campo agrario manifestavano un notevole scetticismo nei confronti dell'agricoltura biologica; allora sembrava impossibile realizzare una produzione vegetale senza l'ausilio di fitofarmaci e di concimi chimici di sintesi. Gli agricoltori biologici venivano considerati con diffidenza, sebbene già allora potessero dimostrare di ottenere molti successi nella pratica. La ricerca, che allora germogliava nella privata FiBL, doveva innanzitutto riuscire a dimostrare che il biologico era una strada percorribile. Nel 1974 l'allora Ente Federale di Ricerca per la Chimica Agraria e l'Igiene Ambientale (FAC) e la FiBL ottennero dall'Ufficio Federale per l'Agricoltura (BLW) l'incarico di confrontare i tre metodi agricoli biodinamico (D), biologico-organico (O) e convenzionale (K) nell'ambito di una sperimentazione a lungo termine. Era il primo progetto sperimentale di agricoltura biologica che veniva finanziato dal governo federale. Quando la FAC venne sciolta la responsabilità della sperimentazione DOK passò alla FAL. Il disegno sperimentale della ricerca DOK (in cui i metodi colturali sono provati in parcelle randomizzate; tutte le parcelle sono collegate ai cicli che seguono i metodi considerati dalla ricerca) si è dimostrato adeguato a rispondere a domande sempre nuove e attuali.
Oggi nessuno dubita più che il biologico funzioni. L'opinione pubblica e coloro che prendono decisioni a livello politico sono invece interessati a verificare se i prodotti biologici sono migliori dal punto di vista analitico e organolettico e se hanno effettivamente una qualità vitale più elevata. Le domande alle quali occorreva rispondere erano molteplici. Quale effetto esercitano i diversi metodi agricoli sulla struttura del suolo? Quali processi di decomposizione nel suolo vengono accelerati o frenati? La difesa chimica delle pianta danneggia a lungo termine gli animali terricoli? L'agricoltura biologica e la produzione integrata riducono l'erosione superficiale? Dozzine di laboratori e di istituti di tutto il mondo hanno analizzato piante, microrganismi, animali e campioni di terreno della sperimentazione DOK. Migliaia di risultati sperimentali consentono di sviluppare una nuova comprensione della sostenibilità nella produzione agricola. Il primo dossier FiBL, arrivato rapidamente in Svizzera alla terza edizione, dimostra come la ricerca comparativa a lungo termine possa suscitare grande interesse.

Urs Niggli, Direttore FiBL

Impostazione della sperimentazione

La differenza principale tra i diversi sistemi consiste nella strategia di concimazione e di difesa delle piante, mentre sono uguali la rotazione e le lavorazioni del suolo. La concimazione e la protezione delle colture è stata effettuata conformemente alla pratica dei metodi agricoli in prova.

Foto Archivio FiBL

Località e suolo

Il terreno sul quale viene effettuata la sperimentazione DOK viene usato ormai da decenni come seminativo (1957-1973 rotazione di colture arative con miscugli di leguminose e graminacee, 1973-1975 cereali e ortaggi di pieno campo, 1976 avena). Nel maggio del 1977 è stato seminato su tutta la superficie un miscuglio di leguminose e graminacee. Nella primavera del 1978 è iniziata la sperimentazione con la coltivazione primaverile-estiva di patate, frumento e orzo.

La temperatura media annua è di 9,5°C, le precipitazioni medie annuali sono di 792 millimetri. Il suolo è una terra parabruna a ridotta presenza di *pseudogley* (*haplic luvisol*) con uno strato di loess della profondità di 0.9-1.3 metri.

Metodi colturali

I metodi biodinamico e biologico-organico vengono applicati in conformità ai disciplinari delle rispettive associazioni, il metodo convenzionale attualmente corrisponde ai principi della produzione integrata. In aggiunta ai tre metodi principali che ricevono tutti una concimazione organica, a partire dal secondo periodo di rotazione è stata introdotta una variante convenzionale che riceve solo concime minerale e, fin dall'inizio della sperimentazione, c'è un sistema non concimato ma che riceve i preparati biodinamici.

Il sistema concimato in modo minerale inizialmente era stato concepito come sistema convenzionale non concimato per poter valutare gli effetti degli interventi di difesa delle piante.

Concimazione

Nei primi due periodi di rotazione la quantità di letame di produzione aziendale somministrata corrispondeva alla quantità prodotta da 0.6 UBA nel metodo a concimazione ridotta e alla quantità corrispondente a 1.2 UBA nel sistema con livello di concimazione corrispondente a quello normalmente adottato nella pratica aziendale. All'inizio del terzo periodo di rotazione la quantità di letame è stata aumentata rispettivamente alla quantità corrispondente a 0.7 e 1.4 UBA.

In generale nei metodi biologici sono state somministrate più di frequente piccole quantità di letame, mentre nel metodo convenzionale la concimazione letamica è stata effettuata solo alle colture sarchiate.

La concimazione del metodo convenzionale corrisponde ai "Principi di concimazione per le colture arative e foraggere" degli Istituti di Ricerca Federali.

Differenze principali tra i metodi colturali

Metodi	Biodinamico	Bio-organico	Convenzionale (PI)	Minerale NPK (PI)	Non concimato
	D1 D2 *	O1 O2 *	K1 K2 *	M *	N
Concimazione					
Letame	Composto letamico e liquame	Letame maturo, liquame aerato	Letame stoccato e liquame	–	–
UBA	(0.6) 0.7 (1.2) 1.4	(0.6) 0.7 (1.2) 1.4	(0.6) 0.7 (1.2) 1.4	–	–
Concime minerale	–	Farina di roccia e solfato di potassio magnesiaco	Concime NPK come integrazione	Solo concime minerale NPK	–
Difesa delle piante					
Controllo infestanti	Meccanico		Meccanico e chimico		Meccanico
Malattie	Metodi preventivi		Chimica (soglia di danno)		Metodi preventivi
Insetti	Estratti vegetali, lotta biologica		Chimica (soglia di danno)		Estratti vegetali, lotta biologica
Trattamenti speciali	Preparati biodinamici	Fino al 1991 rame alle patate	Nanizzante		Preparati biodinamici

*Livelli di concimazione corrispondenti alla pratica agricola in Svizzera. I risultati riportati in questo dossier si riferiscono solo a questo livello.
PI = Produzione Integrata

La rotazione delle colture

1. PRC 1978–1984	Varietà	2. PRC 1985–1991	Varietà	3. PRC 1992–1998	Varietà	4. PRC 1999–2005	Varietà
1. Patate Sovescio	Ostara	1. Patate Sovescio	Désirée	1. Patate	Désirée	1. Patate	Désirée
2. Grano inv. 1 Foraggera intercalare	Probus	2. Grano inv. 1 Foraggera intercalare	Sardona	2. Grano in. 1 Foraggera intercalare	Ramosa/Tamaro	2. Grano inv. 1 Sovescio	Tamaro
3. Cavolo cappuccio	Wädenswiler Original	3. Bietola rossa	Mobile	3. Bietola rossa	Mobile	3. Soia Sovescio	Maple Arrow
4. Grano inv. 2	Probus	4. Grano in. 2	Sardona	4. Grano in. 2	Ramosa/Tamaro	4. Mais (insilato)	Magister
5. Orzo inv.	Gold	5. Orzo inv.	Gerbel/Triton	5. Miscuglio prato 1	Standard 430	5. Grano inv. 2	Tamaro
6. Miscuglio prato 1	Miscuglio standard 330	6. Miscuglio prato 1	Standard 330	6. Miscuglio prato 2	Standard 430	6. Miscuglio Prato 1	Standard 330
7. Miscuglio prato 2	Standard 330	7. Miscuglio prato 2	Standard 330	7. Miscuglio prato 3	Standard 430	7. Miscuglio Prato 2	Standard 330

Rotazione colturale, scelta della varietà e lavorazioni del suolo

La rotazione colturale è la stessa in tutti i metodi. La durata e la versatilità della rotazione è il risultato di un compromesso tra i diversi metodi agricoli, le cui rotazioni sono molto differenti nella pratica. All'inizio di ogni nuovo periodo la rotazione è stata discussa tra tutti i soggetti coinvolti e leggermente adattata alle esigenze della prassi e della ricerca. Anche la scelta varietale è il risultato di un compromesso tra l'agricoltura biologica e quella convenzionale. La lavorazione di fondo e la preparazione del letto di semina erano le stesse in tutti i metodi, mentre nei metodi biologici è stata effettuata più spesso la sarchiatura.

Impiego di concime e fitofarmaci

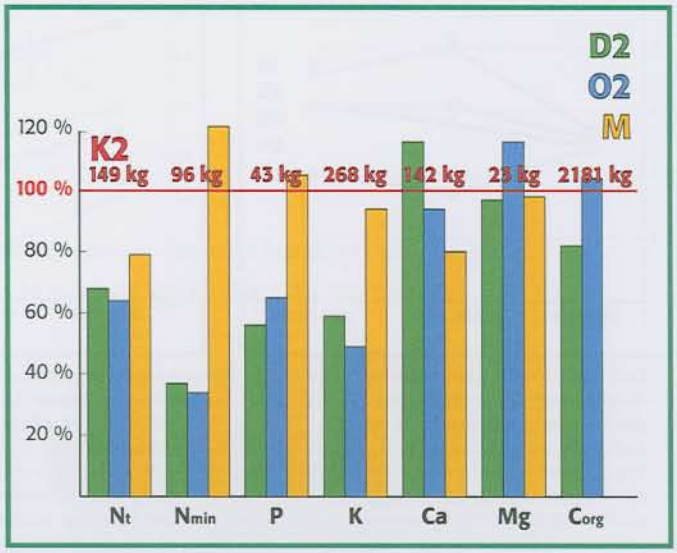
Nella media dei tre periodi di rotazione colturale i metodi biologici hanno ricevuto quantità sensibilmente inferiori dei macroelementi nutritivi N, P e K. Conformemente al disegno sperimentale la quantità di sostanza organica apportata era circa la stessa. Nel metodo biodinamico la quantità di potassio apportata nel terzo periodo di rotazione è stata quasi doppia rispetto agli anni precedenti poiché il letame è stato fornito da un'altra azienda.

Mentre sulle colture arative delle parcelle convenzionali sono stati distribuiti fitofarmaci in media 3,6 volte l'anno, le parcelle biologiche sono state trattate solo una volta ogni due anni. Sulle parcelle biodinamiche sono stati distribuiti più volte l'anno i preparati cornoletame e cornosilice.

Il numero di trattamenti fitosanitari più elevato si è avuto nelle coltivazioni di patata a causa della forte incidenza di malattie e di attacchi da parte di parassiti animali (fino a 9 trattamenti nel sistema convenzionale). Anche nei metodi biologici sono state adottate misure di controllo diretto, in particolare sono stati effettuati trattamenti a base di rame contro la peronospora (*Phytophtora infestans*) nel metodo biologico-organico e in entrambi i metodi biologici sono stati distribuiti preparati a base di *Bacillus thuringiensis* contro la dorifora della patata.

La sperimentazione viene svolta a Leimental presso Basilea (CH) a 300 metri sul livello del mare. Il campo sperimentale, che è equilibrato dal punto di vista topografico, è leggermente esposto verso nord, nel fondovalle del torrente Birsig. Nel passato questi campi venivano utilizzati come pascoli permanenti a causa della tendenza alle inondazioni e dell'alto livello delle falde freatiche, mentre oggi l'area viene utilizzata intensivamente come seminativo e per la coltivazione di ortaggi in pieno campo.

Quantità media di sostanze nutritive apportate per ettaro e anno (1978-1998)



Per quanto riguarda la quantità di sostanze nutritive apportate, la differenza più evidente tra i diversi sistemi si riscontrava nel caso dell'azoto minerale, inferiore del 65 per cento nei metodi biologici, mentre la concimazione fosfatica era inferiore del 40 per cento e quella potassica del 45 per cento rispetto al metodo convenzionale.

Il biologico riesce a ottenere rese soddisfacenti?

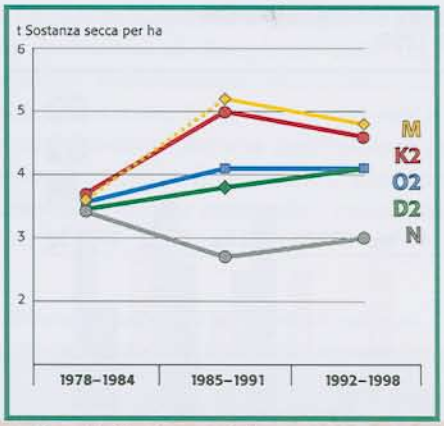
Le colture biologiche non riescono a raggiungere il livello delle rese delle colture concimate in modo minerale e protette con l'impiego di sostanze chimiche di sintesi neppure a lungo termine. In agricoltura biologica bisogna mettere in conto una riduzione delle rese di circa il 20 per cento.

Nei metodi di coltivazione biologica le rese sono inferiori del 21 per cento rispetto al sistema convenzionale, a fronte di una riduzione del 50 per cento nell'impiego di concimi e di energia fossile e della rinuncia ai fitofarmaci chimici di sintesi. Il fatto che le rese dei sistemi biologici siano risultate più elevate di quanto ci si attendeva, sembra confermare l'ipotesi che nei suoli biologici le piante approfittino in misura maggiore delle simbiosi radicali con i rizobi e le micorrize.

Nel caso delle patate della sperimentazione DOK le diminuzioni di resa delle parcelle biologiche rispetto al convenzionale erano molto elevate. La spiegazione potrebbe essere l'elevato fabbisogno di sostanze nutritive da parte di questa coltura nel corso di un periodo colturale relativamente breve e la notevole suscettibilità della patata agli attacchi fungini e parassitari. Grazie alla rotazione colturale vantaggiosa e agli interventi meccanici di controllo, la flora spontanea non ha mai esercitato una significativa competizione con nessuna delle colture coltivate con il metodo biologico. Grazie alla possibilità di effettuare interventi diretti di difesa delle piante in caso di necessità, i sistemi di coltivazione convenzionali sono riusciti a ottenere una stabilità delle rese leggermente superiore.

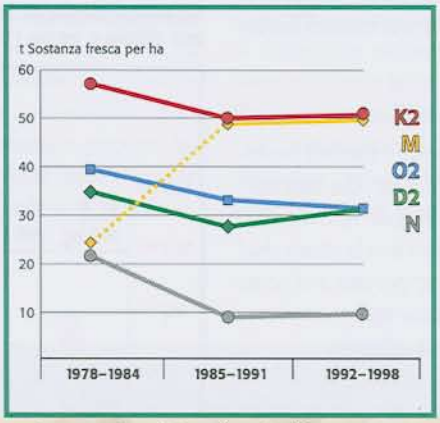
La prosecuzione della sperimentazione mostrerà se nei metodi di agricoltura biologica l'incremento dei processi biologici di trasformazione riuscirà a compensare i contenuti inferiori di sostanze nutritive nel suolo.

Frumento vernino, resa in granella



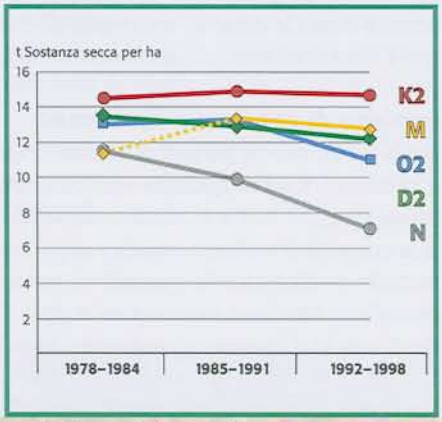
Durante il primo periodo di rotazione colturale le rese del frumento nei diversi metodi colturali erano ancora simili. Successivamente le rese differirono per l'11-14 per cento. In seguito al miglioramento della tecnica colturale e all'uso di una migliore varietà, la resa del frumento è aumentata in tutti i metodi colturali e nei metodi biologici si è attestata attorno alle 4.1 tonnellate di sostanza secca per ettaro.

Patate, resa in tuberi



Le rese di patate nei metodi biologici erano il 34-42 per cento inferiori a quelle dei sistemi convenzionali; ciò era riscontrabile già poco dopo la conversione. Oltre alla minore resa complessiva era inferiore anche la percentuale di tuberi commercializzabili a causa del maggior numero di tuberi di dimensioni troppo piccole e della maggiore incidenza di danni da larve di elaterio.

Miscuglio di trifoglio e graminacee, resa nel I e nel II anno di utilizzo

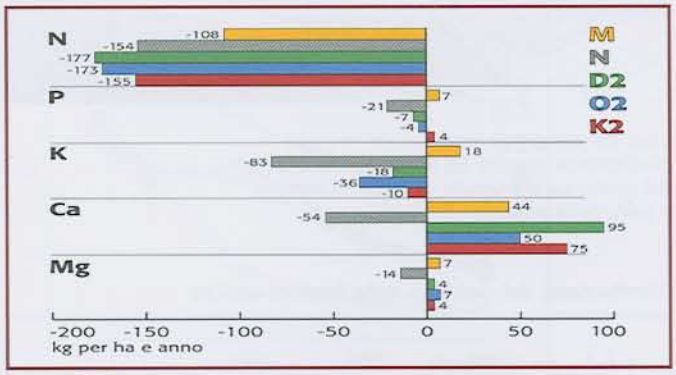


Nei due primi anni di produzione le differenze di resa del miscuglio di trifoglio e graminacee erano relativamente ridotte, essendo limitate all'11-13 per cento. Nel terzo periodo di rotazione è aumentata la differenza tra i metodi biologici e quelli convenzionali, il che è probabilmente imputabile al cambiamento del miscuglio da semina e alla riduzione, se pur limitata, della concimazione letamica. La piccola differenza riscontrabile tra i due metodi biologici nel terzo periodo di rotazione si spiega con l'aumento dell'apporto di potassio nel metodo biodinamico.

C'è equilibrio tra apporto e asportazione di sostanze nutritive?

Negli appezzamenti coltivati in modo biologico si riscontrano maggiori deficit di sostanze nutritive. Per questa ragione è necessario effettuare regolarmente le analisi del terreno per verificare la presenza delle sostanze nutritive disponibili e di riserva.

Nei sistemi biologici ci si è astenuti il più possibile dall'uso di concimi industriali o comunque commerciali, però l'asportazione di nutrienti da parte delle colture è stata relativamente elevata.



Di conseguenza nei sistemi biologici era chiaramente negativo il bilancio delle sostanze nutritive per quanto riguarda gli elementi N, P e K.

Bilancio delle sostanze nutritive 1978-1998

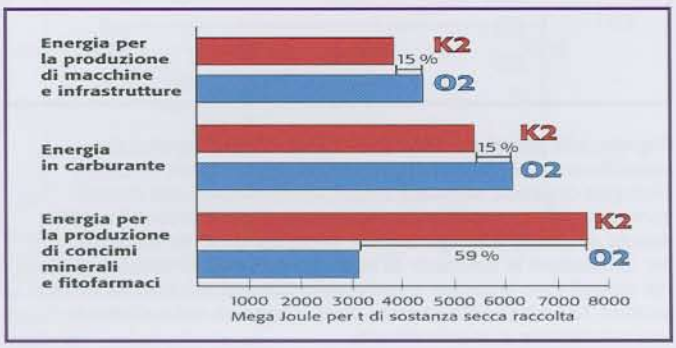
Nel corso dei 21 anni di sperimentazione tutti i sistemi manifestarono un bilancio negativo dell'**azoto**: ciò significa che questo elemento fu sottratto in misura molto maggiore rispetto a quanto ne venisse apportato tramite la concimazione. Qui però non vengono presi in considerazione i processi di mineralizzazione dell'azoto, la fissazione dell'azoto tramite le leguminose e gli apporti dall'atmosfera.
L'elemento **fosforo** lascia un surplus nel sistema convenzionale mentre i sistemi biologici chiudono con una leggera carenza.
Il **potassio** lascia un surplus solo nel sistema concimato esclusivamente con sostanze minerali e manifesta il massimo deficit nel sistema biologico-organico concimato con il letame.
Il **calcio** viene apportato in misura sufficiente in tutti i sistemi con il massimo surplus in quello biodinamico.

Il biologico consente anche di risparmiare energia?

Rispetto alle colture convenzionali le colture coltivate in modo biologico consumano meno energia fossile per produrre la stessa quantità di raccolto.

L'efficienza nell'uso delle risorse disponibili è un importante indicatore della sostenibilità di un metodo di produzione. Tutti i fattori che contribuiscono a produrre un'unità di raccolto sono stati trasformati in unità energia. Per confrontare l'efficienza energetica bisogna tener conto, oltre che dell'apporto energetico diretto, come il carburante per i trattori, anche dell'energia ausiliaria (consumata per i mezzi di produzione acquistati), come i concimi e i fitofarmaci. Dal momento che le rese del sistema convenzionale erano considerevolmente superiori, la differenza di consumo energetico per unità di raccolto fu relativamente bassa: 19 per cento; risulta invece molto inferiore, 30-40 per cento, il consumo energetico per unità di superficie.

Componenti energetiche dirette e indirette



Il biologico fa bene al suolo?

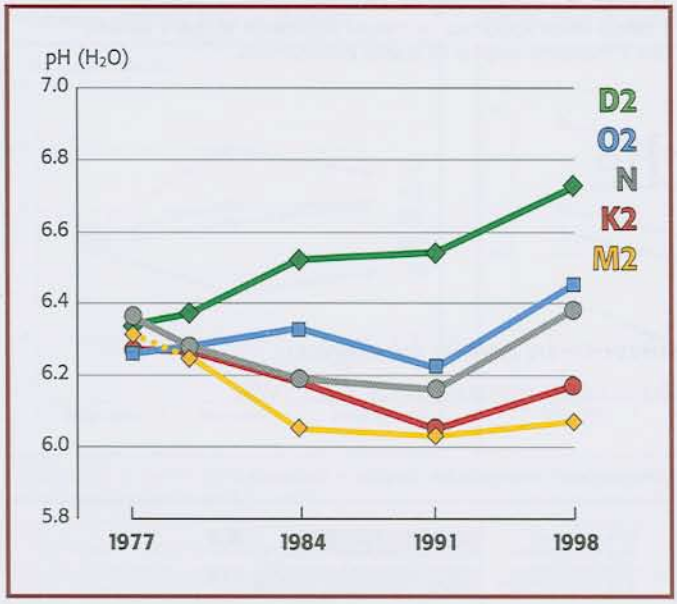
La concimazione organica esercita un effetto positivo sul contenuto di sostanza organica nel suolo e ne evita l'acidificazione.

La sostanza organica (SO) del suolo e il valore di pH influenzano in modo determinante la struttura del suolo, l'attività biologica e lo sviluppo delle piante. Dall'inizio della sperimentazione DOK il contenuto di sostanza organica è diminuito in tutti i metodi. Nei suoli che non erano stati concimati con letame la diminuzione del contenuto di carbonio organico (C) fu più evidente che nei sistemi D2, O2 e K2, nei quali la diminuzione di sostanza organica era quasi uguale. Al termine del terzo periodo di rotazione il contenuto di C del sistema D2 era superiore del 15 per cento rispetto al sistema convenzionale con concimazione letamica e del 30 per cento rispetto al sistema non concimato. L'uso di composto letamico ha un effetto positivo sia sul pH del terreno che sul contenuto in sostanza organica, come dimostrato dai metodi di frazionamento fisico e biologico della sostanza organica. Sulla base del frazionamento delle sostanze umiche diventa evidente che quelle considerate stabili dal punto di vista biologico sono decisamente superiori nel sistema biodinamico.

Foto Archivio FiBL

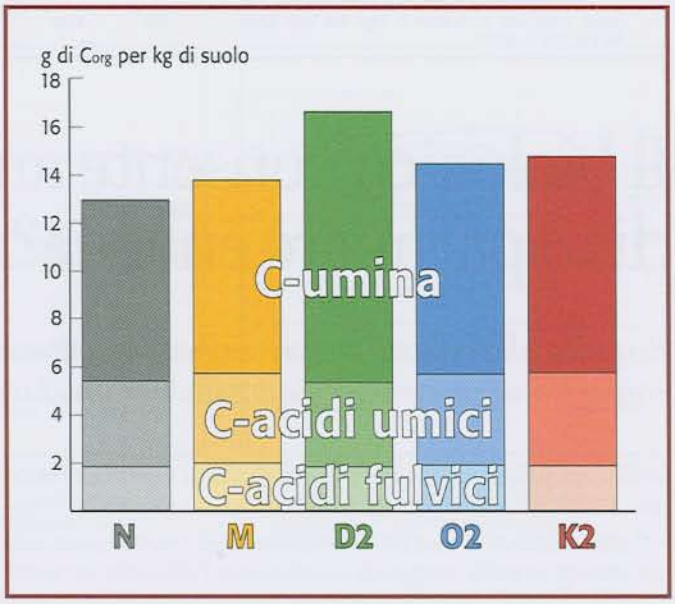
L'uso del composto letamico nel metodo biodinamico esercita un effetto positivo sul pH del suolo, sul contenuto in sostanze umiche e sull'attività biologica dei suoli.

Acidità del suolo



Rispetto alla situazione iniziale, il valore di pH è aumentato sensibilmente nel metodo biodinamico, leggermente in quello biologico-organico, mentre è un po' diminuito nei due metodi convenzionali. La diminuzione del valore di pH è probabilmente dovuta all'effetto fisiologicamente acido del concime minerale. Per contrastare la tendenza all'acidificazione, attualmente nei metodi convenzionali si impiegano concimi minerali ad azione alcalina. Nel 1999 sulle parcelle convenzionali è stata effettuata una calcitazione di mantenimento.

Distribuzione del carbonio nelle frazioni umiche



Di solito il contenuto totale di sostanza organica reagisce lentamente ai cambiamenti del metodo di coltivazione. Per avere risultati più evidenti è quindi opportuno effettuare il frazionamento chimico della sostanza organica. Il maggiore contenuto di sostanza organica nel sistema biodinamico si basava su una percentuale più elevata di composti organici stabili, rappresentati dalla frazione di umina.

Il biologico impoverisce il terreno?

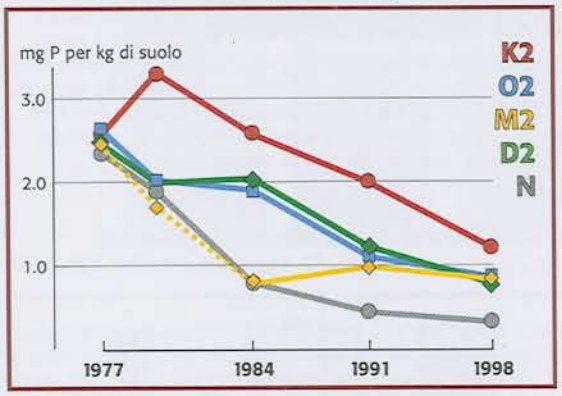
Il bilancio negativo dei nutrienti fa diminuire fosforo e potassio facilmente disponibili; meno sensibile è la diminuzione delle sostanze di riserva.

Sebbene il contenuto di fosforo solubile fosse relativamente basso, in nessuno dei sistemi concimati si manifestò una carenza di fosforo. Ciò può essere spiegato con l'intenso scambio di fosforo tra la fase solida del suolo e la soluzione circolante e con il maggiore contributo dell'attività microbica alla nutrizione vegetale nei sistemi biologici (Studio effettuato dall'Istituto per le Scienze Vegetali, ETH Zurigo).

Foto Archivio FAL

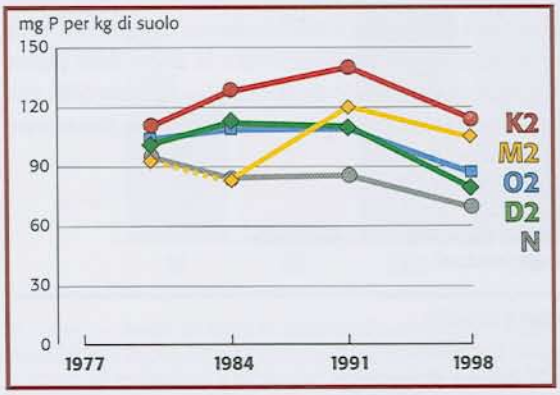
Sintomi di carenza di potassio sulla foglia di patata. Nei sistemi biologici il potassio è diventato fin dall'inizio un fattore limitante delle rese della patata, perciò anche in agricoltura biologica è consigliabile effettuare in questa coltura una concimazione integrativa con concime potassico del commercio.

Fosforo solubile in acqua (estratto CO_2)



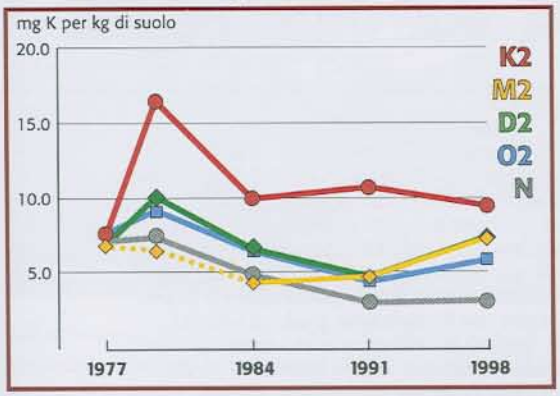
I contenuti di fosforo solubile in acqua dei suoli sono diminuiti in tutti i sistemi nel corso della sperimentazione. All'inizio della sperimentazione il sistema convenzionale è stato abbondantemente concimato per aumentare la concentrazione di fosforo e di potassio, per cui inizialmente la frazione solubile dei due elementi nel sistema K2 era decisamente più elevata, mentre successivamente ha continuato a diminuire fino a raggiungere il livello degli altri sistemi.

Fosforo solubile in acido citrico



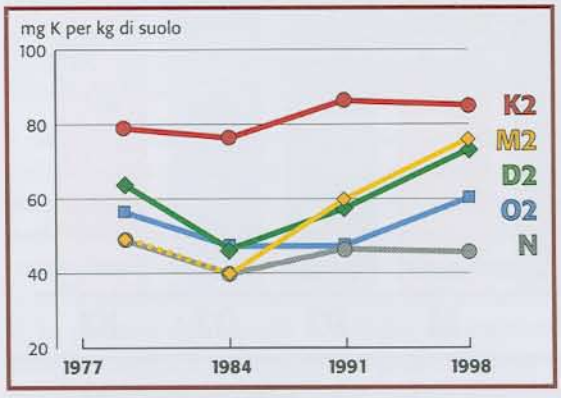
La frazione del fosforo solubile in acido citrico è meno facilmente disponibile e rappresenta la quota di sostanze nutritive di riserva.
A partire dai contenuti dell'anno 1980 non sono riscontrabili grandi variazioni; rispetto al sistema biologico i contenuti del sistema convenzionale sono però evidentemente superiori.

Potassio solubile in acqua (estratto CO_2)



I contenuti di potassio solubile dei suoli biologici non manifestano tendenze evidenti, ma erano bassi fin dall'inizio della sperimentazione. Molto evidente invece è l'effetto della forte concimazione iniziale del metodo convenzionale.

Potassio solubile in acido lattico



Il potassio solubile in acido lattico (la frazione scambiabile) sembra aumentare leggermente e nel sistema convenzionale raggiunge i valori più elevati.

Il biologico migliora la struttura del suolo?

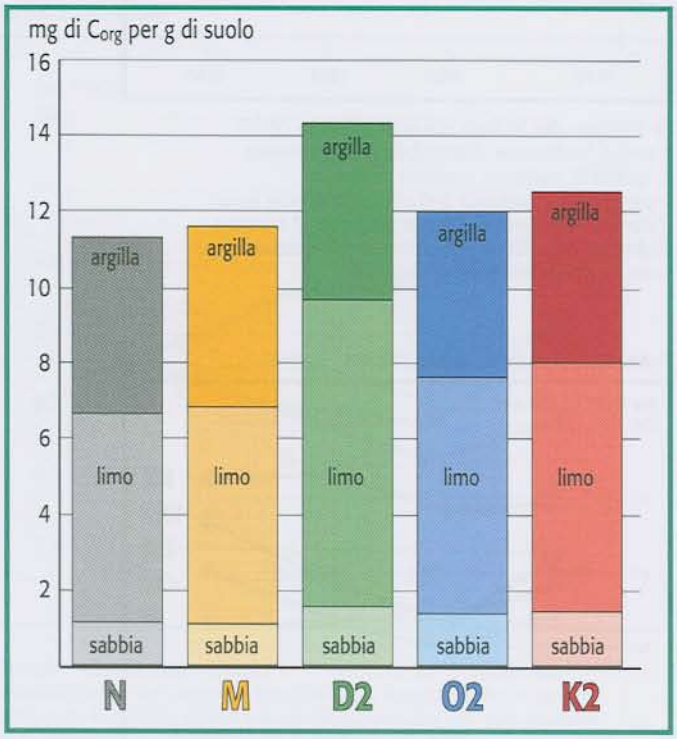
Favorendo lo sviluppo di una maggiore attività vitale nel suolo, la coltivazione biologica ne migliora la struttura riducendo così il rischio di erosione.

L'aumento della fertilità dei suoli è un importante obiettivo di un'agricoltura sostenibile. Secondo la definizione del "Regolamento sull'impatto sul suolo" svizzero (VBBo) un suolo è fertile quando presenta una comunità biotica biologicamente attiva, tipica per il luogo, ricca di specie, e se ha una struttura tipica e un'intatta capacità di degradazione.
I risultati della sperimentazione DOK dimostrano che per conservare la struttura del suolo non è sufficiente un uso attento delle macchine agricole; anche la concimazione e la difesa delle piante devono essere impostate in modo da favorire lo sviluppo della vita del suolo e da consentire lo sviluppo di un suolo ben strutturato tramite l'attività biotica.

Foto Thomas Alföldi (FiBL)

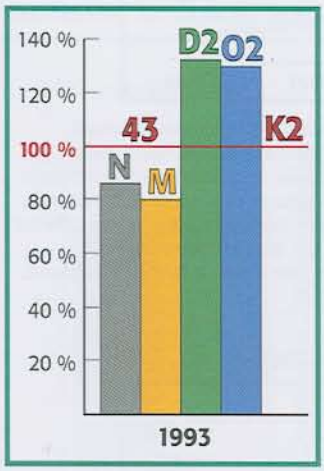
La sostanza organica aggrega le particelle del suolo e crea una buona struttura. All'inizio della primavera, quando il suolo non è ancora coperto dalla vegetazione, i terreni della sperimentazione in pieno campo mostrano significative differenze per quanto riguarda la tendenza alla destrutturazione e la struttura. Soprattutto i metodi biodinamico (sinistra) e convenzionale-minerale (destra) mostrano evidenti differenze per quanto riguarda la struttura.

Distribuzione del carbonio nelle particelle di differenti dimensioni

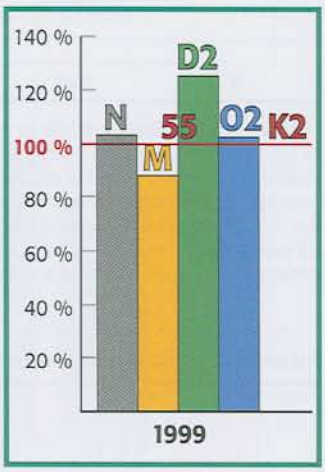


Il frazionamento in particelle di differenti dimensioni dimostra che le differenze per quanto riguarda il contenuto di carbonio (C_{org}) sono dovute soprattutto al suo contenuto più elevato nella frazione limosa. Su questo si basa la minore tendenza alla destrutturazione dei suoli biodinamici.

Stabilità di percolazione (ml per min.)



Stabilità dei glomeruli (% aggregati stabili > 250 µm)

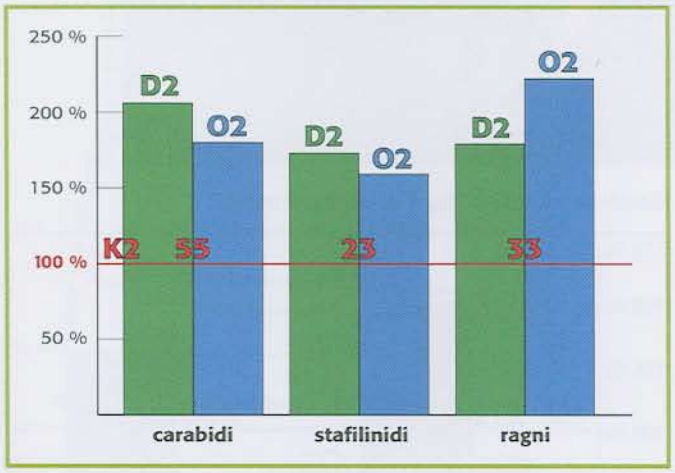


Applicando la tecnica della percolazione (che evidenzia la tendenza dei suoli all'erosione), nei sistemi biologici si è riscontrato fino al 30 per cento in più di aggregati stabili rispetto ai sistemi convenzionali con concimazione letamica. Rispetto al sistema convenzionale solo con concimazione chimica. erano più del 60 per cento. Applicando la tecnica di setacciamento umido (nella quale si usano campioni di suolo con il medesimo grado di umidità che hanno in campo) le differenze erano meno evidenti, ma si aggiravano comunque ancora attorno al 10-20 per cento. Utilizzando campioni di terreno asciutti (metodo standard) le differenze erano molto ridotte. Ciò significa che gli organismi terricoli esercitano un influsso determinante sulla stabilità della struttura del suolo.

I metodi biologici migliorano la vitalità dei suoli?

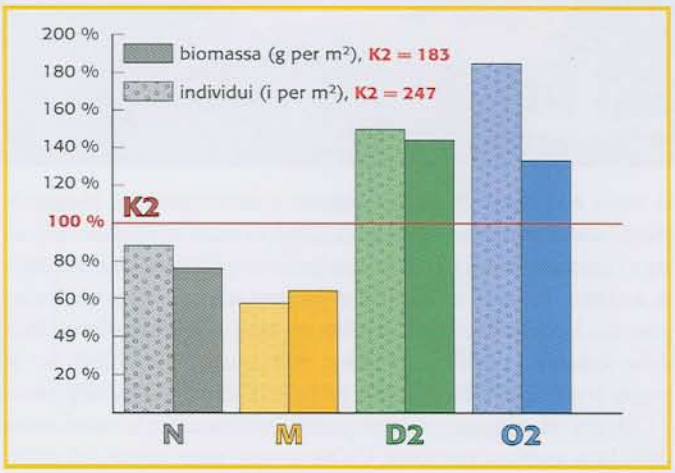
La coltivazione biologica favorisce lo sviluppo dei lombrichi e degli artropodi di superficie. La maggiore presenza dei predatori contribuisce a tenere sotto controllo gli organismi nocivi.

Frequenza di carabidi, stafilinidi e ragni (valori medi '88, '90 e '91)



Nelle parcelle biologiche la frequenza degli artropodi epigei utili è quasi doppia rispetto alle parcelle convenzionali. Questa differenza viene spiegata tramite il differente apporto di fitofarmaci e concimi: diversi pesticidi uccidono direttamente questi artropodi, oppure riducono la quantità delle loro prede. La maggiore varietà della flora spontanea e la minore densità delle colture nei sistemi biologici crea un habitat più favorevole per molte specie di questi artropodi. Specie di carabidi minacciate di estinzione e specie esigenti dal punto di vista del microclima si trovavano per lo più solo nelle parcelle biologiche.

Biomassa e numero di lombrichi (media di 1990, 1991 e 1992)



In corrispondenza di tutte le date di rilevamento i sistemi biologici mostravano la più elevata biomassa di lombrichi e il maggiore numero di individui. La biomassa di lombrichi era del 30-40 per cento superiore, il loro numero il 50-80 per cento in più rispetto ai sistemi convenzionali. Le differenze erano ancora maggiori rispetto al sistema con concimazione esclusivamente minerale.

Foto Siegfried Keller (FAL)

Gli artropodi epigei come i carabidi, gli stafilinidi e i ragni, sono considerati sensibili indicatori della qualità dell'habitat. Molte specie di queste famiglie sono importanti predatori di parassiti di molte colture agrarie. Essi si nutrono di altri insetti e possono ingerire giornalmente una quantità di prede pari al doppio del loro peso corporeo.

Foto Daniel Zwygart

È noto che i lombrichi sono sensibili a diversi fitofarmaci chimici. Dal momento che nella sperimentazione DOK sono uguali altri fattori che possono esercitare un effetto, quali la lavorazione del suolo e la rotazione colturale, le differenze tra i sistemi biologici e convenzionali vengono interpretate in primo luogo come reazione ai trattamenti antiparassitari effettuati nelle parcelle convenzionali. La presenza dei miscugli di trifoglio e graminacee all'interno della rotazione e la concimazione organica agiscono in modo stimolante sullo sviluppo delle popolazioni di lombrichi. Nei sistemi biologici era più frequente la presenza delle specie di lombrichi che scavano in direzione verticale (*Nicodrilus sp.*) e che sono particolarmente importanti dal punto di vista dell'ecologia agraria.

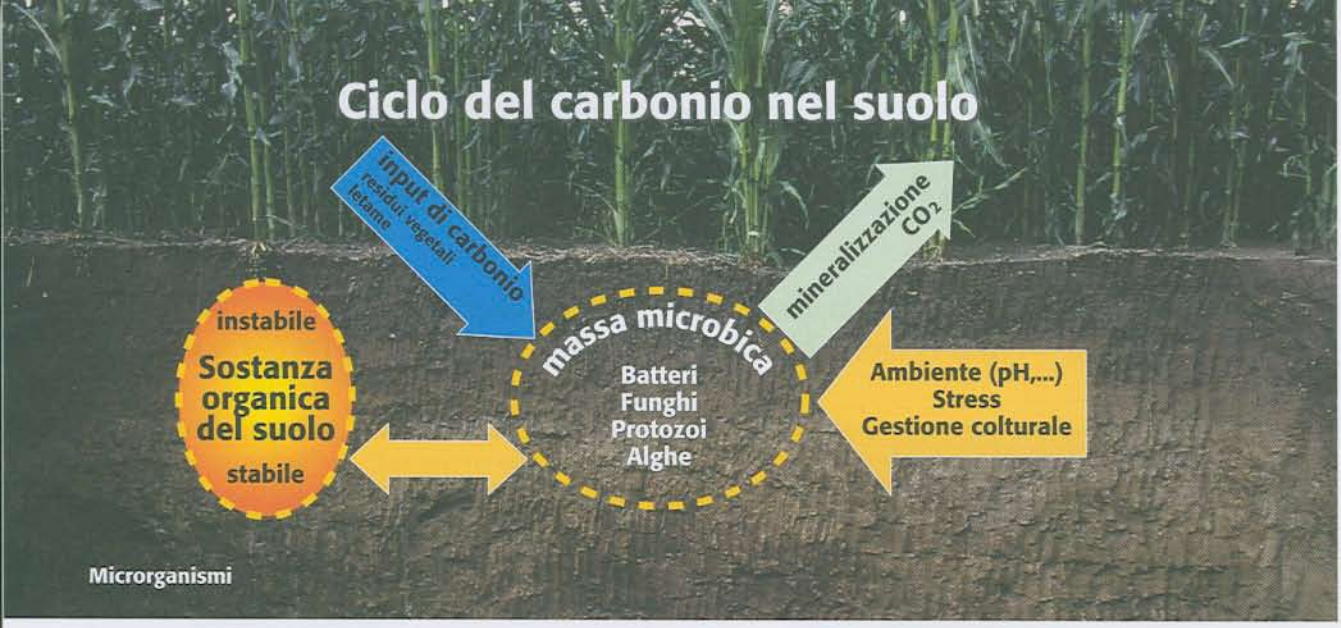
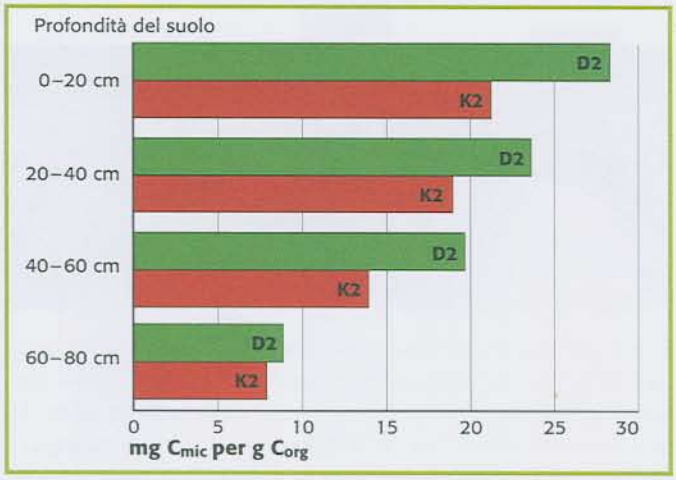


Foto: Gabriela Brändle (FAL)

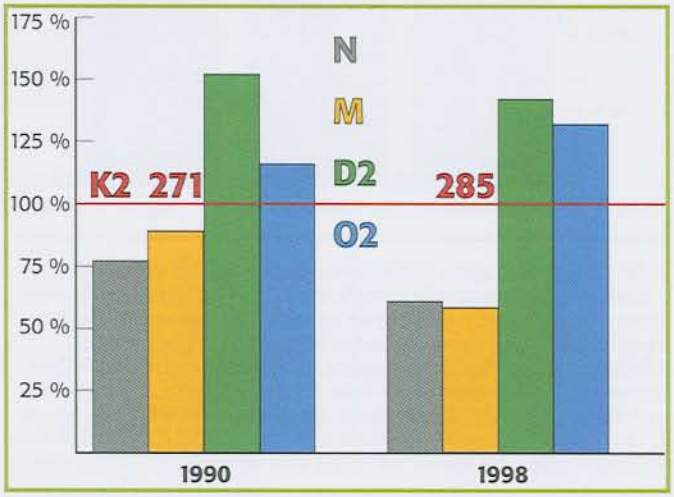
Il suolo è l'habitat di piante, animali e microrganismi. Mentre le piante accumulano biomassa, gli animali terricoli si nutrono di queste e i microrganismi ne effettuano la decomposizione fino a ottenere sostanze minerali e CO_2. Gli organismi terricoli sono una componente fondamentale della fertilità dei suoli perché chiudono i cicli delle sostanze nutritive e rendono nuovamente disponibili per le piante le sostanze minerali. Una parte del carbonio viene degradato a CO_2 dai microrganismi e una parte viene usata per la costruzione della loro sostanza corporea. Un'altra parte resta invece nel suolo, viene trasformata in humus e contribuisce alla formazione della struttura glomerulare aggregando le particelle minerali del suolo.

Rapporto tra carbonio microbico e carbonio organico totale



La percentuale di microrganismi nella sostanza organica del suolo indica il grado di presenza vitale nel terreno. Il rapporto tra carbonio microbico (C_{mic}) e carbonio organico totale (C_{org}) nel sistema biologico era più elevato rispetto al sistema convenzionale con e senza letame. Questa differenza era significativa fino ai 60 cm di profondità. Solo a 80 cm di profondità non si riscontravano più differenze tra i diversi metodi. Le differenze nello strato più superficiale (0-20 cm) sono probabilmente una conseguenza dell'attività dei lombrichi che è più elevata nei sistemi biologici.

Biomassa microbica (mg C_{mic} per kg di suolo)



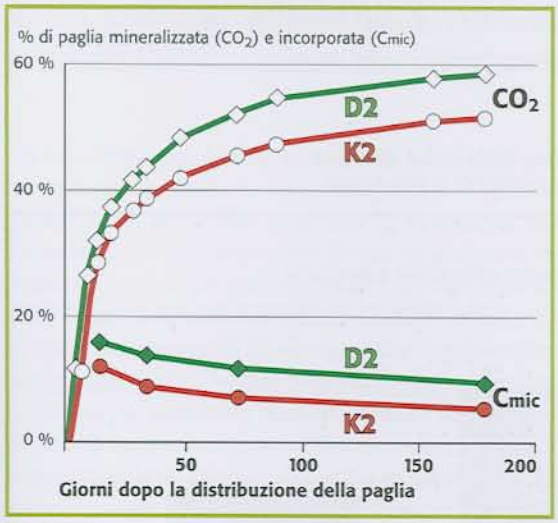
La massa totale dei microrganismi nei sistemi biologici era del 20-40 per cento superiore rispetto al sistema convenzionale con letame e del 60-85 per cento superiore rispetto al sistema convenzionale senza letame. Questa differenza tra i sistemi si manifestava già nel 1990. La biomassa microbica e le attività enzimatiche hanno mostrato una stretta correlazione con il valore di pH e con il contenuto di sostanza organica nel suolo.

Foto Hansueli Dierauer (FiBL)

Se tutta la paglia di frumento restasse in campo, considerando 10 t di residui vegetali e un contenuto medio in C del 40 per cento nella paglia e nelle radici, nel suolo arriverebbero annualmente tra i 4.000 e gli 8.000 chili di carbonio per ettaro.

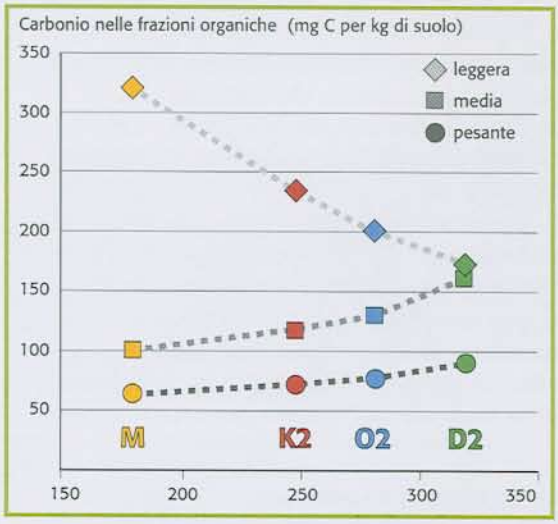
Lombrichi, funghi, batteri e numerosi altri microrganismi lavorano in sinergia. Poiché nelle parcelle biologiche questi organismi sono più attivi, le sostanze nutritive apportate con la concimazione vengono rese disponibili più rapidamente e nello stesso tempo viene formato più humus.

Mineralizzazione e aumento della biomassa microbica in seguito all'apporto di paglia



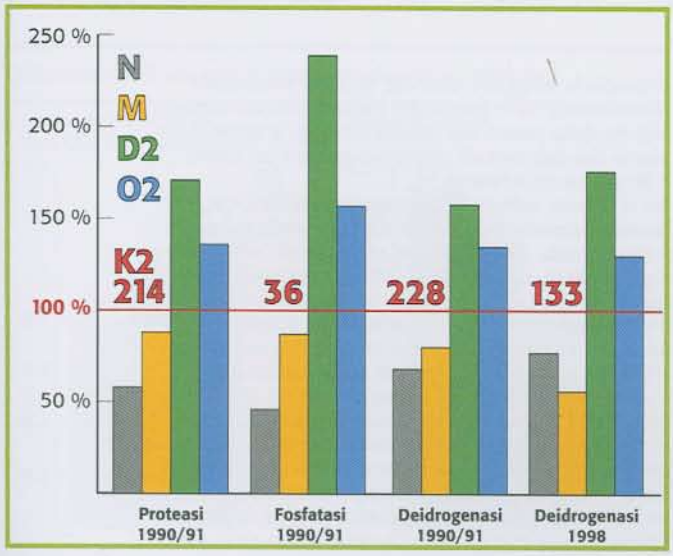
Nei suoli del metodo biodinamico fu mineralizzata (CO_2) una frazione maggiore di paglia rispetto ai metodi convenzionali e nello stesso tempo una quota più consistente venne incorporata nella biomassa microbica (Cmic). Quindi, sugli appezzamenti biodinamici resta una quantità finale molto minore di paglia non trasformata. Ciò evidenzia il fatto che nei sistemi biologici non solo si svolgono in modo più intensivo i processi di mineralizzazione ma anche i processi di costruzione dell'humus. Infatti nel corso degli anni nel suolo si accumula anche la quantità di carbonio che proviene dai microrganismi morti.

Il ruolo dei microrganismi nella decomposizione della sostanza organica



Sulla base del materiale organico che resta nel suolo e che presenta ancora strutture vegetali (la frazione "leggera") si può dimostrare la relazione esistente tra la biomassa microbica e la sua efficienza nell'effettuare la decomposizione. La frazione "leggera" dal punto di vista specifico del materiale organico viene ottenuta facendo rigonfiare il suolo in acqua. In presenza di una maggiore biomassa microbica, quale si riscontra nei sistemi biologici, i residui vegetali vengono decomposti più rapidamente.

Gli enzimi del suolo quali indicatori delle funzioni microbiche



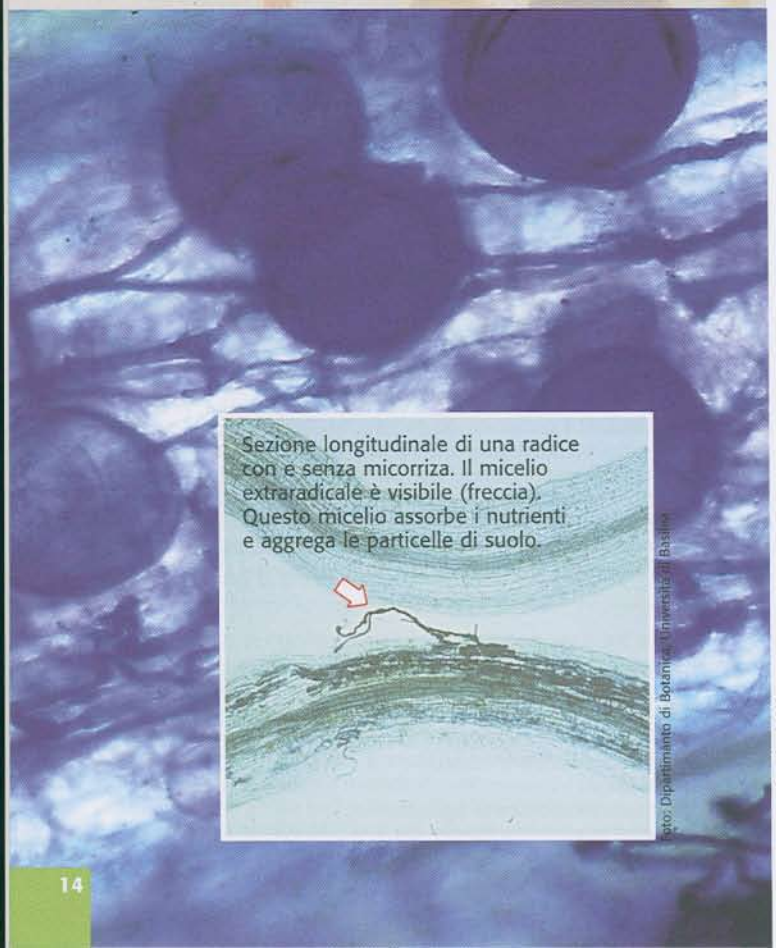
L'attività complessiva dei microrganismi può essere adeguatamente stimata misurando l'attività di enzimi associati a cellule viventi quali la deidrogenasi: questo enzima svolge un ruolo importante nel metabolismo respiratorio. Le proteasi sono enzimi che scindono le proteine solitamente all'esterno delle cellule; le fosfatasi scindono i composti organici del fosforo e quindi esercitano un ruolo di collegamento tra la pianta e la riserva scambiabile di fosforo del suolo. Nei suoli delle parcelle biologiche furono misurati valori enzimatici consistentemente superiori rispetto alle parcelle convenzionali. Nel caso della deidrogenasi anche nel 1998 fu possibile riscontrare la medesima differenza tra i sistemi che fu misurata nel 1990.

attività della deidrogenasi in µg TPF (Trifenil-Formazan) per g di suolo all'ora
attività della proteasi in µg tirosina per g di suolo all'ora
attività della fosfatasi alcalina in µg fenolo per g di suolo all'ora

Una buona parte della biomassa microbica del suolo è costituita da funghi micorriza che vivono in simbiosi con le radici delle piante. Di questa simbiosi si avvantaggiano sia il fungo che la pianta: la pianta riceve le sostanze nutritive che vengono trasportate dal micelio fungino, mentre dal canto suo la pianta fornisce al fungo zucchero e altri composti organici. Le micorrize ampliano la sfera radicale delle piante penetrando nei più piccoli pori del suolo, assorbendo sostanze nutritive e trasportandole alle piante.

Recenti risultati dimostrano che le micorrize riescono a collegare tra loro diverse piante in modo che sostanze nutritive e altri fattori di crescita possano migrare da una pianta all'altra. Anche l'azoto può essere trasportato in notevoli quantità dalle radici di leguminose che stanno morendo a piante non leguminose e venire così salvato dal dilavamento. Inoltre le micorrize svolgono un ruolo nello stabilizzare i glomeruli di terreno.

Spore di micorrize; queste spore possono sopravvivere per lunghi periodi nel suolo e germinare quando un ospite si sta sviluppando.



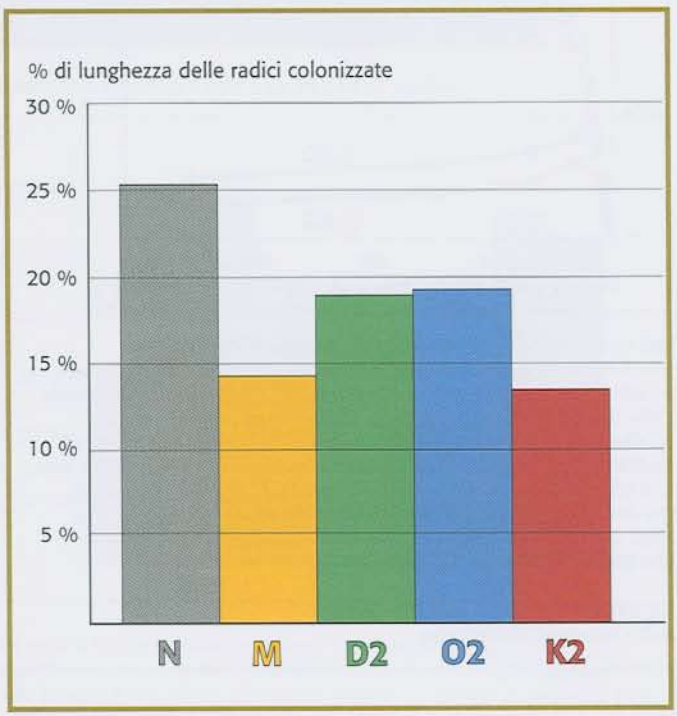
Sezione longitudinale di una radice con e senza micorriza. Il micelio extraradicale è visibile (freccia). Questo micelio assorbe i nutrienti e aggrega le particelle di suolo.

Foto: Dipartimento di Botanica, Università di Basilea

Grazie alla frequente simbiosi con le micorrize le colture biologiche riescono ad accedere meglio alle sostanze nutritive del suolo.

Colonizzazione delle radici da parte di micorrize simbionti (1989-1993)

Foto Dipartimento di Botanica, Università di Basilea



In media la maggiore quantità di radici micorrizate si riscontrava nelle piante del metodo non concimato, seguita dalle piante dei metodi biologici e infine dalle piante dei due metodi convenzionali con un valore il 30 per cento inferiore.

Tra le diverse colture della sperimentazione DOK la colonizzazione più intensa da parte delle micorrize è stata trovata sulle radici del miscuglio di trifoglio e graminacee, seguito dalla coltura intercalare segale-veccia. Le radici del frumento autunno-vernino mostravano invece una colonizzazione ridotta.

Anche in seguito al massiccio inoculo con micorrize attive dei suoli DOK, il grado di colonizzazione era superiore nei sistemi biologici, come è stato dimostrato dalle analisi effettuate presso l'Istituto di Botanica dell'Università di Basilea. Questo intervento da solo non è risultato sufficiente a stimolare l'instaurarsi della simbiosi; quindi la cosa importante è creare un habitat favorevole alle micorrize tramite l'adeguata gestione della concimazione e della difesa delle piante.

Foto Paul Mäder (FiBL)

Maggiore varietà di specie nelle coltivazioni, che vantaggi porta?

Gli appezzamenti biologici si distinguono per la presenza di una maggiore varietà di piante, animali e microrgamismi che rende l'ecosistema più resistente nei confronti di situazioni di disturbo e di stress. Grazie alla maggiore varietà di microrganismi presenti l'utilizzazione dell'energia e delle risorse è più efficiente nei sistemi biologici.

Un ecosistema sano e ben adattato alle condizioni ambientali del luogo è caratterizzato da un'elevata varietà di specie. I cicli degli elementi e la rete trofica sono chiusi, le sostanze nutritive sono presenti in primo luogo sotto forma di composti organici. Ciò coincide con uno dei principi basilari dell'agricoltura biologica: il ciclo chiuso delle sostanze nutritive nell'azienda agricola.

La sperimentazione DOK dimostra che la coltivazione biologica, anche senza dover adottare interventi specifici, favorisce lo sviluppo di una più numerosa flora spontanea e di un maggior numero di piccoli animali rispetto ai sistemi convenzionali. Nel sistema convenzionale lo sviluppo della flora spontanea viene combattuto indirettamente tramite la maggiore densità delle colture e direttamente tramite l'uso dei diserbanti. Dove c'è però una flora varia si riscontra anche la presenza di una quantità maggiore di piccoli fitofagi e visitatori dei fiori che migliora dal canto suo l'alimentazione degli artropodi predatori, quali i carabidi.

E così anche la popolazione dei mobilissimi carabidi sugli appezzamenti biologici della sperimentazione DOK si differenzia per quanto riguarda il numero e la composizione delle specie rappresentate. Delle 39 specie di carabidi identificate, quelle minacciate di estinzione e più esigenti dal punto di vista microclimatico erano più numerose sulle colture biologiche e in alcuni casi erano presenti esclusivamente su queste.

Foto Lukas Pfiffner (FiBL)

Anche una ridotta presenza di erbe infestanti nelle colture coltivate ne aumenta l'attrattività nei confronti di carabidi e altri organismi utili.

Numero di specie presenti nei sistemi agricoli della sperimentazione DOK

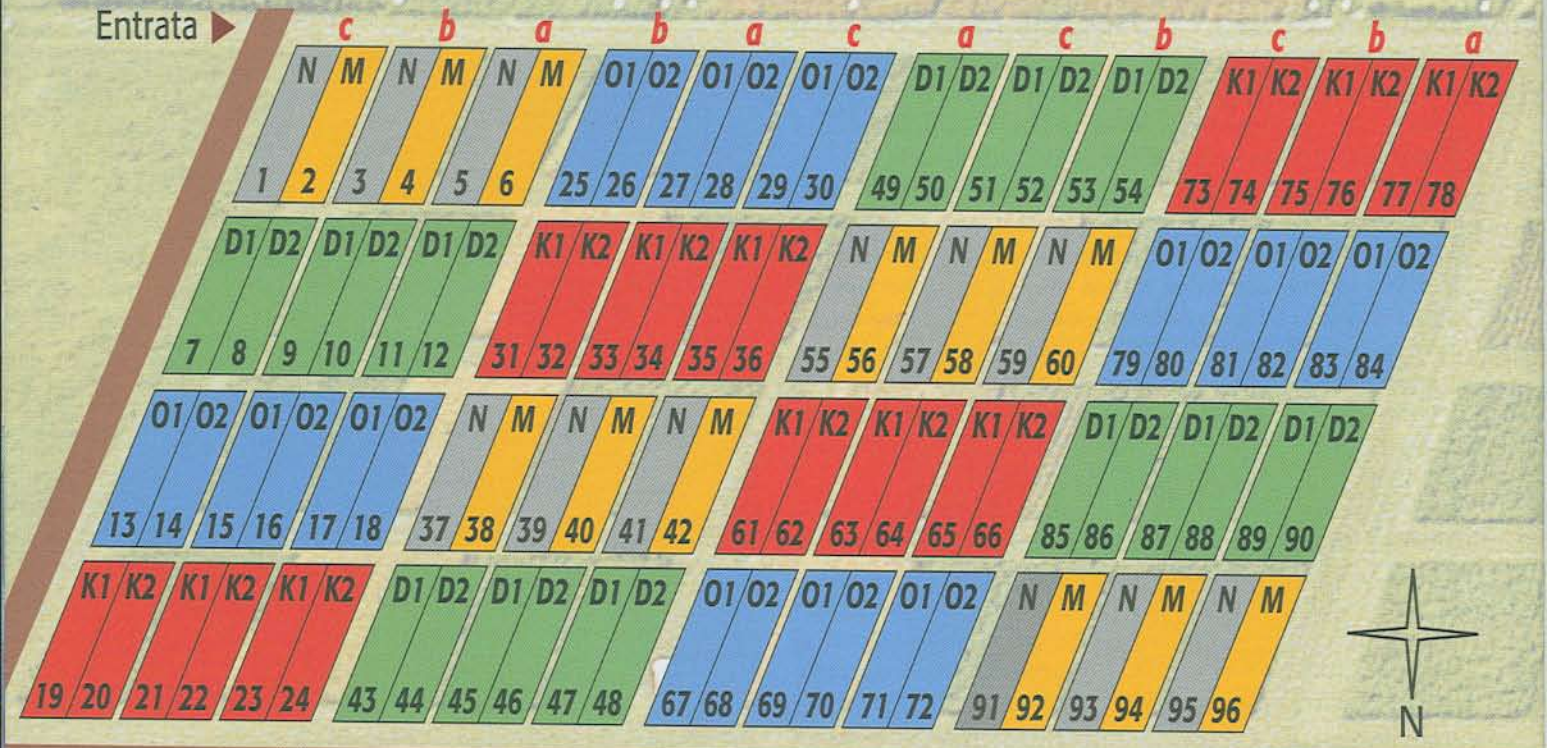
	Flora spontanea (88–91)	Riserva di semi nel suolo (96–98)	Carabidi (88–91)	Lombrichi (90–92)
D2	11	17	38	7
O2	9	19	35	8
K2	1	17	32	6

Nelle parcelle biologiche sono riuscite a svilupparsi molte più specie di flora spontanea rispetto ai metodi convenzionali; ciò ha portato a migliorare le condizioni dell'habitat di molte varietà di carabidi. Negli appezzamenti biologici è stato anche trovato un maggior numero di specie di lombrichi; nei suoli biologici sono presenti in gran numero soprattutto le specie di lombrichi che scavano in verticale, importanti dal punto di vista ecologico. Per quanto riguarda la riserva di semi presenti nel suolo e il numero di specie in essa presenti, queste non differivano neppure dopo 21 anni.

Utilizzazione di energia e diversità microbica (1995/96)

Basandosi sul modello di utilizzazione del substrato fu analizzata la capacità di degradazione microbica che è un indicatore della varietà nella popolazione di microrganismi del suolo. In particolare nel sistema biodinamico della sperimentazione DOK la diversità microbica (Indice Shannon) era superiore rispetto a quella dei sistemi convenzionali, però solo nel periodo primaverile. In autunno la microflora si modificava in seguito all'interramento dei residui del raccolto e del concime e non mostrava più differenze tra i diversi sistemi. Il confronto tra la diversità e il quoziente di respirazione (quoziente metabolico) mostra che le popolazioni di microrganismi con maggiore diversità richiedono meno energia per unità di biomassa. Perciò una popolazione di microrganismi più varia, come quella riscontrata nelle parcelle biologiche, può investire più energia nella crescita piuttosto che nel proprio mantenimento. Per la pratica agricola ciò significa che la sostanza organica viene trasformata più rapidamente ed è più velocemente disponibile a fornire sostanze nutritive alle piante. In conseguenza all'utilizzazione più efficiente dell'energia nel suolo resta disponibile più carbonio per l'aumento dell'humus.

Nello schema sperimentale i tre metodi principali D, O e K sono stati realizzati con due livelli di concimazione, i sistemi M e N con uno solo. I metodi principali sono rappresentati in ogni riga e in ogni colonna da quattro ripetizioni impostate secondo il principio del quadrato latino. Per assicurare dal punto di vista statistico le estensioni di ogni coltura nel corso del periodo settennale di rotazione e per motivi dimostrativi e di rilevamento, gli elementi della rotazione vengono ripetuti in tre appezzamenti a, b e c temporalmente sfasati; in questo modo ogni anno ogni sistema è spesso presente con una coltura sarchiata, una coltura cerealicola e una coltura foraggera. La sperimentazione è formata da 96 parcelle delle dimensioni di 5 metri per 20.



Bibliografia

Langmeier M, Frossard E, Kreuzer M, Mäder P, Dubois D e Oberson A
(2002)
Nitrogen fertilizer value of cattle manure applied on soils originating from organic and conventional farming systems.
Agronomie 22: 789-800

Mäder P, Fliessbach A, Dubois D, Gunst L, Fried P e Niggli U
(2002)
Soil Fertility and Biodiversity in Organic Farming.
Science 296: 1694-1697

Oehl F, Oberson A, Probst M, Fliessbach A, Roth H R e Frossard E
(2001)
Kinetics of microbial phosphorus uptake in cultivated soils.
Biology and Fertility of Soils 34: 31-41