



La sperimentazione DOK

42 anni di coltivazione biologica e convenzionale a confronto

Andreas Fliessbach, Astrid Oberson, Klaus Jarosch, Jochen Mayer, Hans-Martin Krause, Paul Mäder

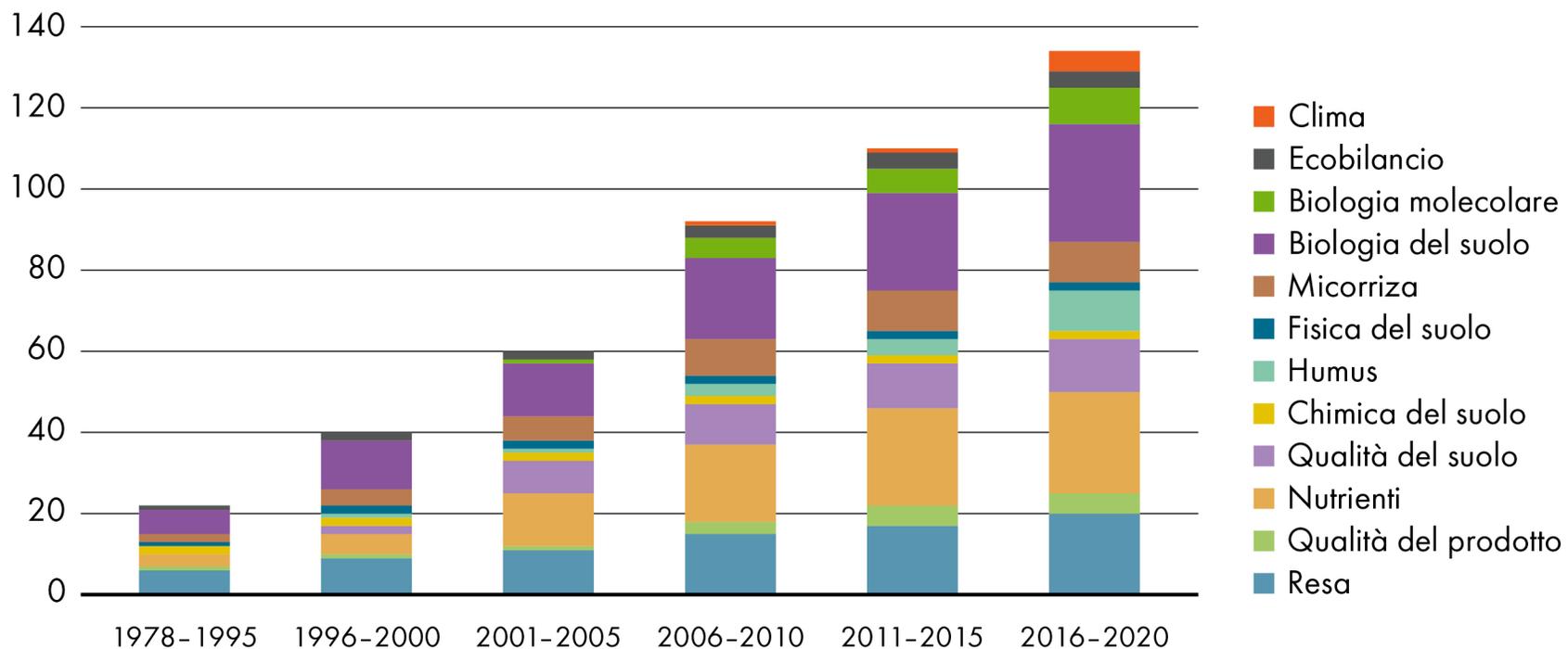
Storia e contesto

- Dal 1978
- **Approccio:** confronto tra sistemi di coltivazione
- Accompagnato da comitato di esperti nel settore agricolo
- **Obiettivo iniziale:** verificare la fattibilità dell'agricoltura biologica
- **Oggi:** piattaforma di ricerca per il funzionamento di sistemi agricoli



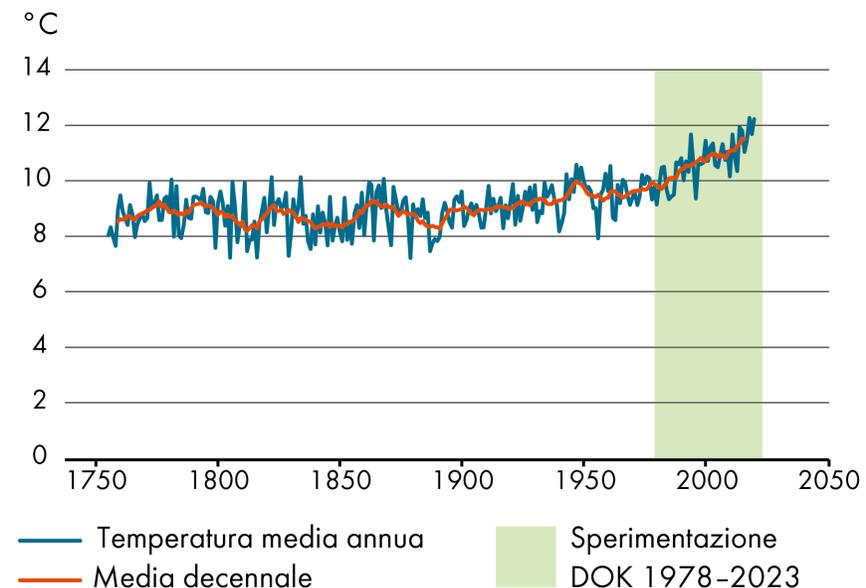
Publicazioni

Numero cumulativo di pubblicazioni



Posizione geografica e clima

- Situato a sud di Basilea tra Therwil e Biel-Benken
- Precipitazioni medie annue di 872 mm
- Aumento delle temperature nel corso dell'esperimento
- Temperatura media annuale: (media decennale)
1978: **9,9 °C**
2016: **11,5 °C**



Impostazione del campo

- Tipo di suolo:
Terra bruna - Pseudogley
- Tessitura del suolo:
 - Sabbia 12 %
 - Silt 72 %
 - Argilla 16 %
- Stessa rotazione delle colture e lavorazione del terreno in tutti i sistemi
- Imitazione di sistemi agricoli certificati



Sistemi agricoli

BIODYN (D)

biodinamico (Demeter)

BIOORG (O)

biologico (Bio Suisse)

CONFYM (K)

convenzionale (IP Suisse)

CONMIN (M)

convenzionale, puramente concimato con concimi minerali

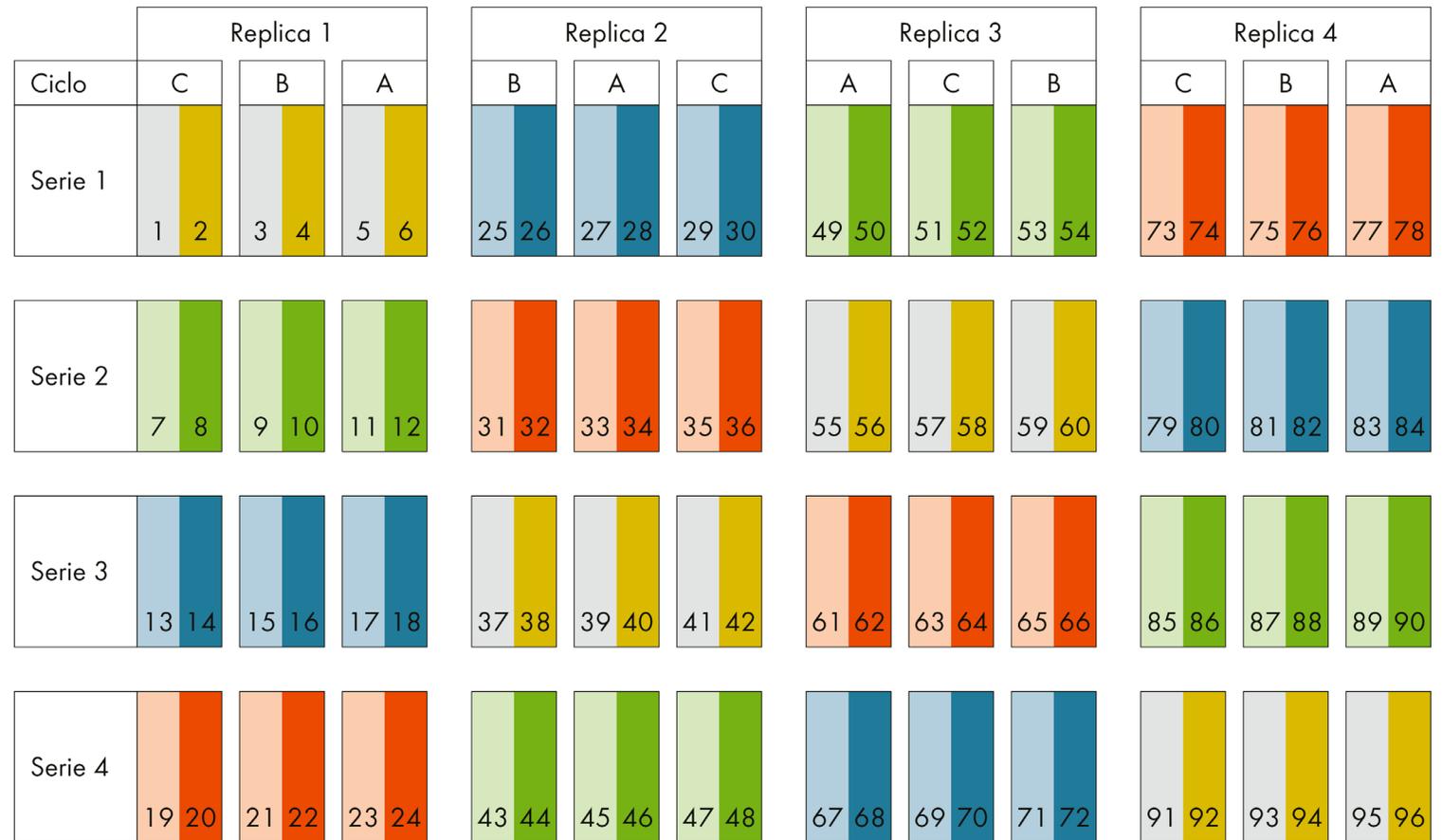
Sistema agricolo	NOFERT	BIODYN		BIOORG		CONFYM		CONMIN	
Unità di bestiame adulto per ettaro	-	0,7	1,4	0,7	1,4	0,7	1,4	-	
Fertilizzazione									
Concime aziendale	-	Compost di letame e liquame		Letame maturo e liquame		Letame di mucchio e liquame		-	
Concime minerale	-	Farina di roccia		Farina di roccia Magnesia potassica		Urea, nitrato di ammonio, nitrato di calcio e ammonio, triplo superfosfato, cloruro di potassio			
Fitoprotezione									
Controllo delle erbe infestanti	Meccanico con erpicatura e zappatura					Meccanico e con erbicidi			
Malattie delle piante	-	Misure indirette		Misure indirette, preparati di rame per patate		Fungicidi			
Parassiti	Biocontrollo (<i>Bacillus thuringiensis</i>), estratti vegetali, misure preventive					Insetticidi, biocontrollo, pesticida per lumache e misure preventive			
Particolarità	Preparati biodinamici			-		Regolatori di crescita			

[Mäder et al. \(2002\): Science](#)

Planimetria

- 8 trattamenti su 3 cicli (A, B, C)
- Suddiviso in 4 serie e 4 repliche
- 96 parcelle sperimentali (5 x 20 m)
- Intensità di fertilizzazione **0,7 UBA, 1,4 UBA** (1 = metà, 2 = abituale)

UBA = Unità di bestiame adulto



Rotazione delle colture

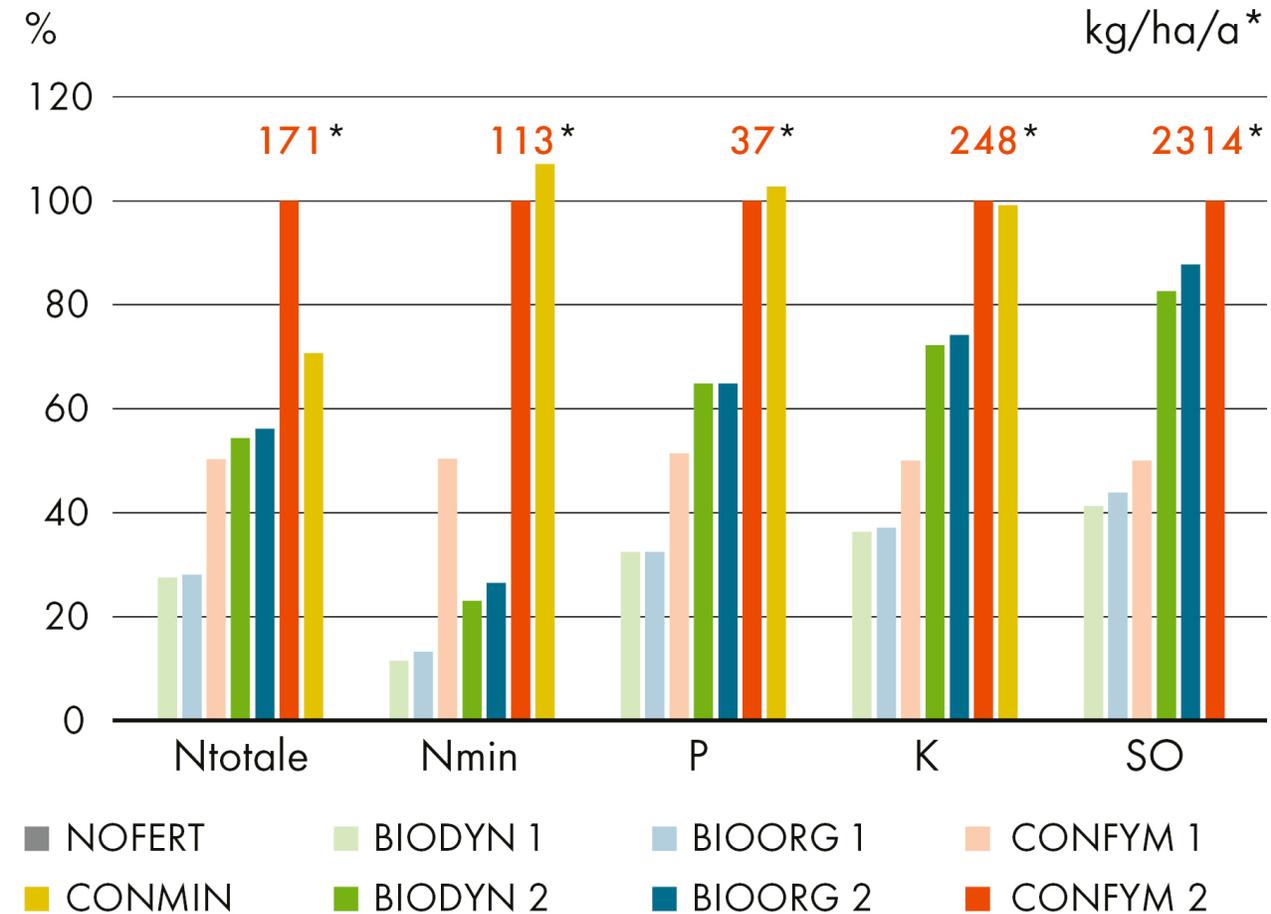
- Stessa rotazione delle colture in tutti i sistemi
- Adattato dopo ogni periodo di rotazione delle colture (PRC)
- 7^a PRC (2020-2026) simile a 6^a PRC

Anno	1 ^a PRC 1978–1984	2 ^a PRC 1985–1991	3 ^a PRC 1992–1998	4 ^a PRC 1999–2005	5 ^a PRC 2006–2012	6 ^a PRC 2013–2019
1	Patata	Patata	Patata	Patata	Mais da insitalo	Mais da insitalo
	Sovescio	Sovescio	Sovescio			Sovescio
2	Frumento invernale 1	Frumento invernale 1	Frumento invernale 1	Frumento invernale 1	Frumento invernale 2	Soia
	Coltura intercalare	Coltura intercalare	Coltura intercalare	Sovescio	Sovescio	
3	Cavolo bianco	Barbabietola	Barbabietola	Soia	Soia	Frumento invernale 1
				Sovescio	Sovescio	Sovescio
4	Frumento invernale 2	Frumento invernale 2	Frumento invernale 2	Mais da insitalo	Patata	Patata
5	Orzo	Orzo	Trifoglio 1	Frumento invernale 2	Frumento invernale 2	Frumento invernale 2
6	Trifoglio 1	Trifoglio 1	Trifoglio 2	Trifoglio 1	Trifoglio 1	Trifoglio 1
7	Trifoglio 2	Trifoglio 2	Trifoglio 3	Trifoglio 2	Trifoglio 2	Trifoglio 2

Fertilizzazione

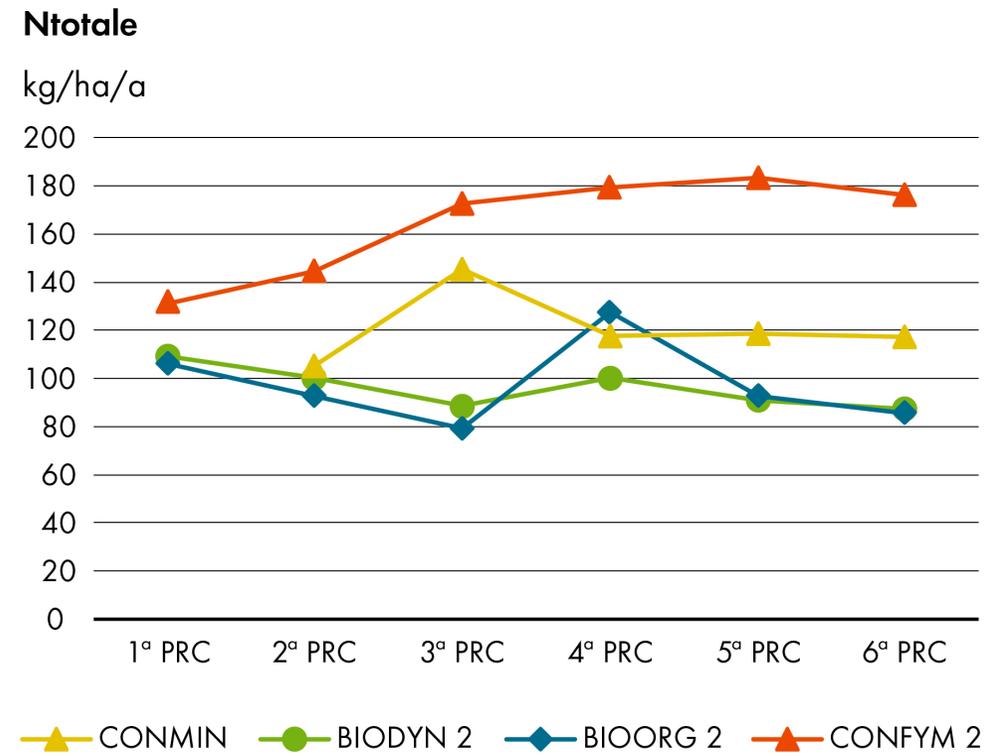
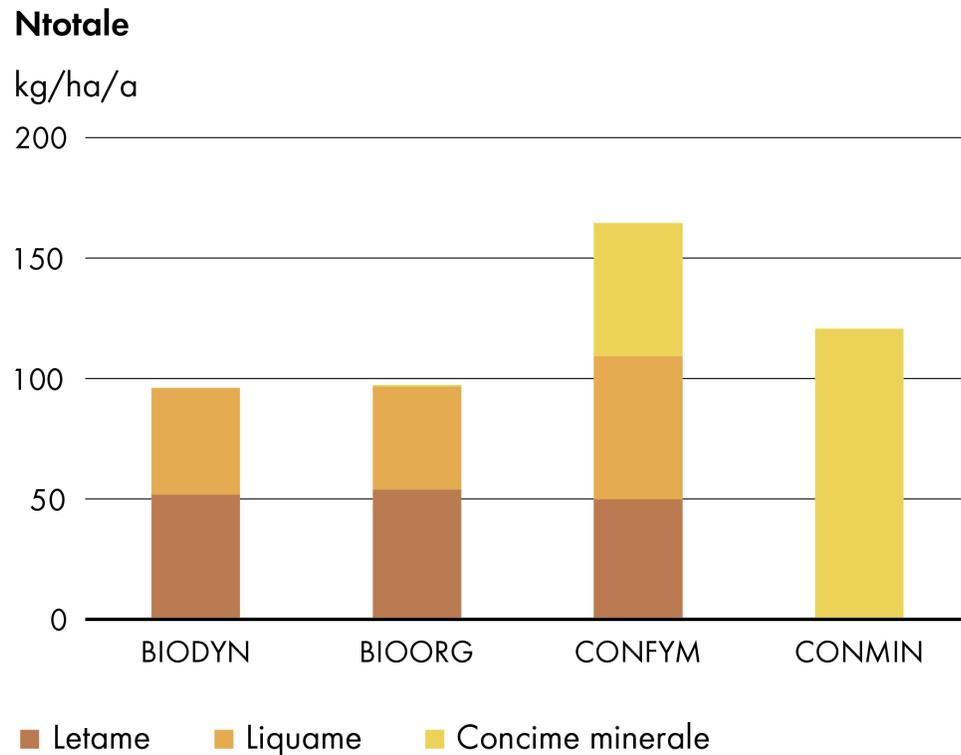
- I concimi differiscono nella durata del compostaggio e nell'aerazione
- I sistemi riceventi concimi organici con 0,7 UBA ricevono la metà degli apporti di nutrient

Apporti medi annui di nutrienti (PRC 2-6)



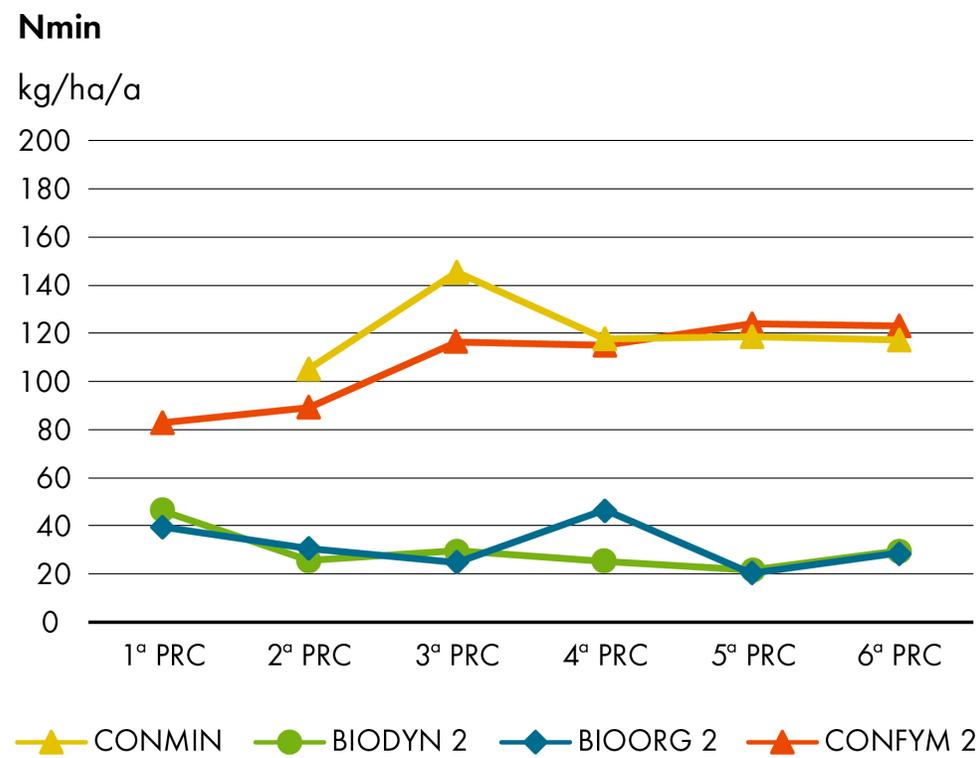
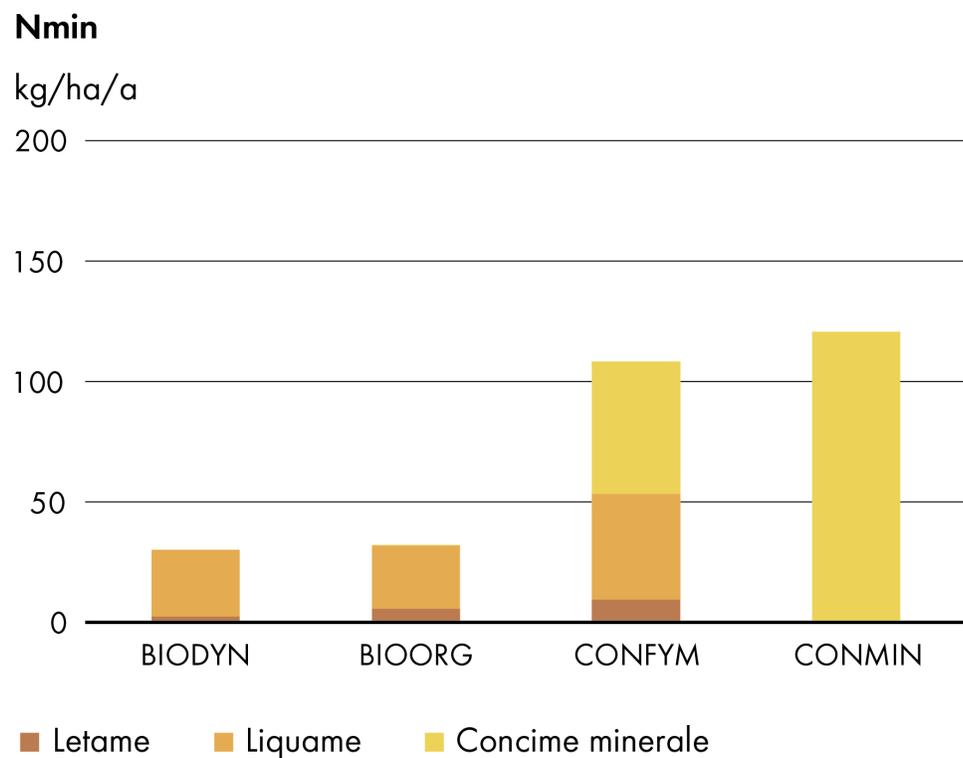
Fertilizzazione con azoto

Fonti e sviluppo dell'apporto di azoto totale in letami, liquami e fertilizzanti minerali



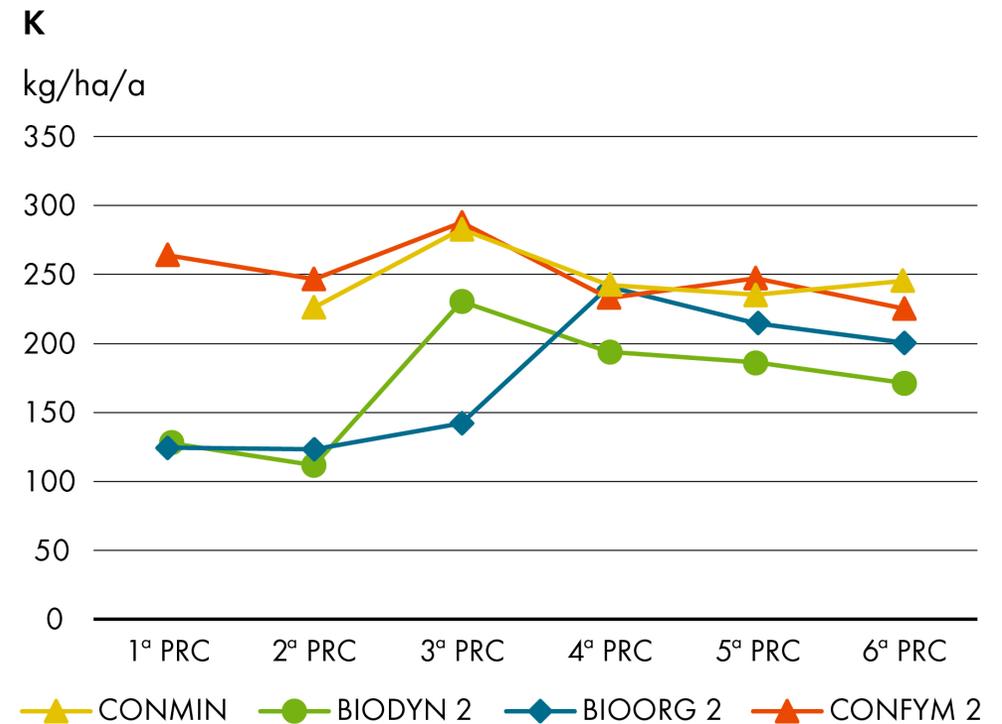
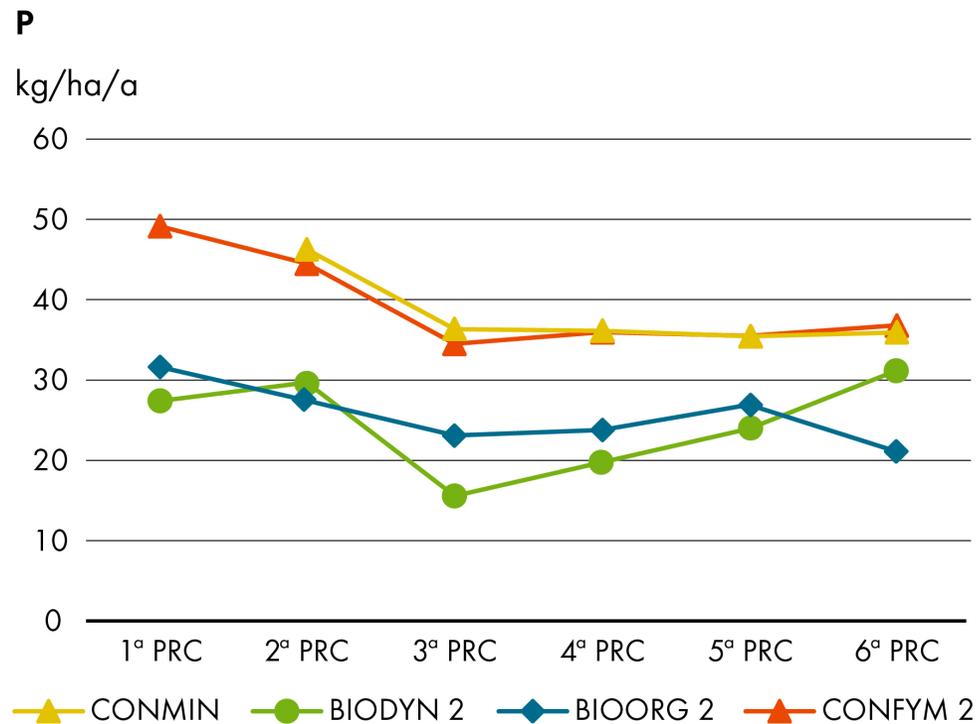
Fertilizzazione con azoto

Fonti e sviluppo dell'apporto di azoto totale in letami, liquami e fertilizzanti minerali

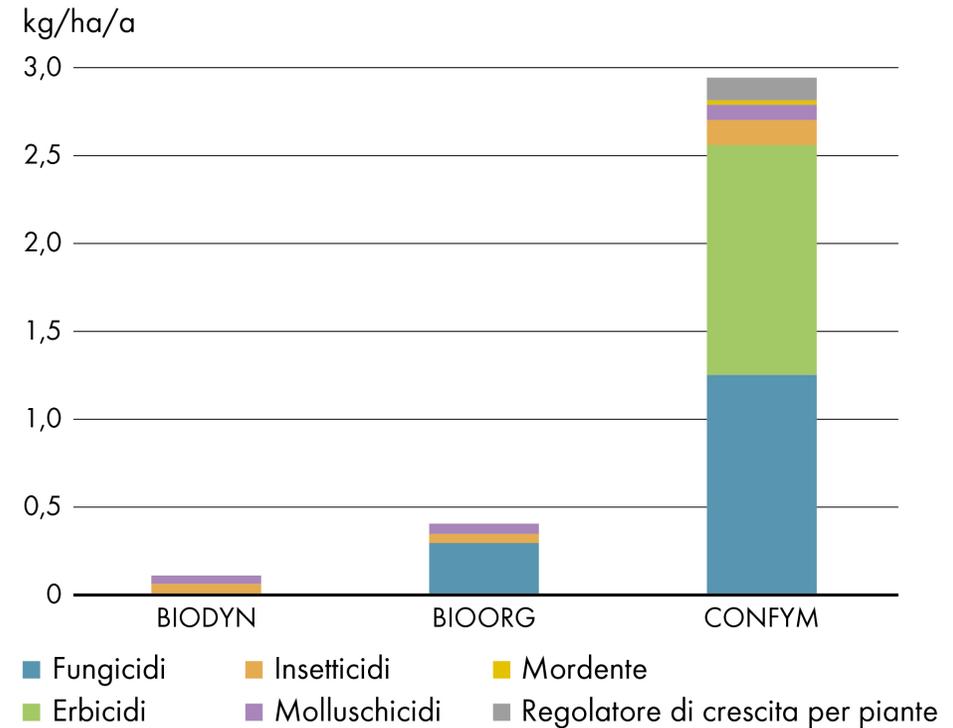
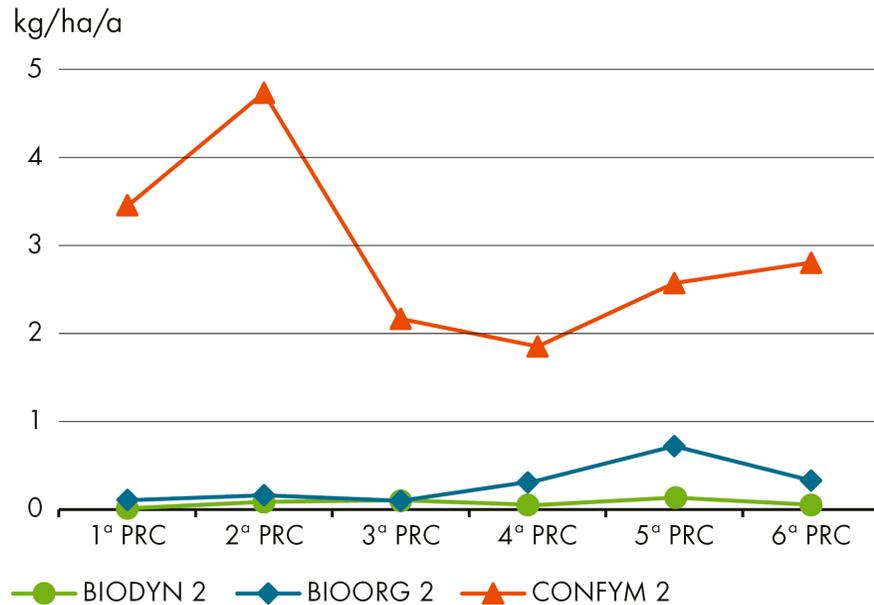


Concimazione con fosforo e potassio

Evoluzione degli apporti di fosforo e potassio



Fitoprotezione

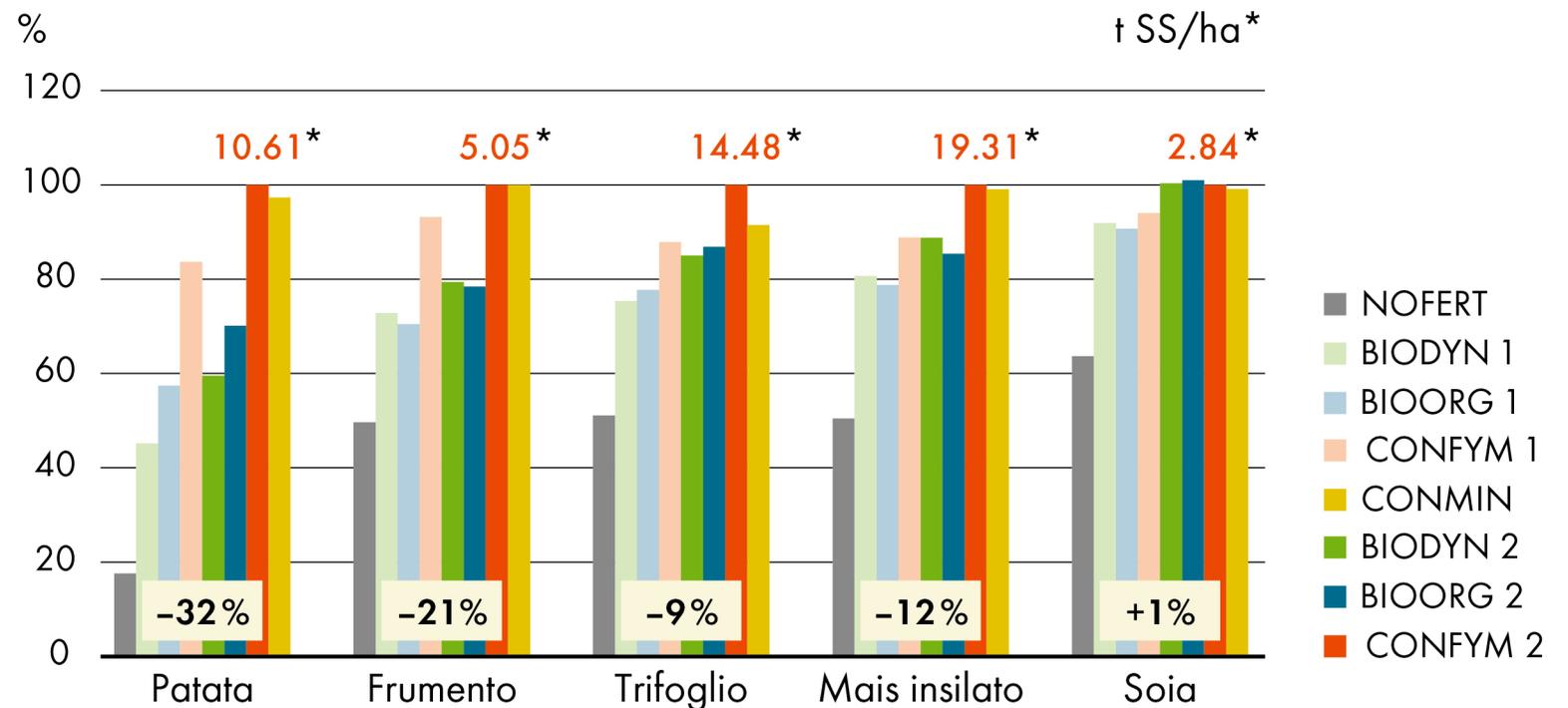


- In kg sostanza attiva per ettaro
- Riduzione dell'apporto di prodotti fitosanitari in CONFYM/CONMIN dalla 3^a PRC, ma aumento del numero di applicazioni.
- 92 % meno prodotti fitosanitari in BIODYN/BIOORG rispetto a CONFYM/CONMIN

Rendimenti

- Le differenze di resa diminuiscono in funzione della coltura:
patata>frumento>mais
da insilato>trifoglio>soia
- 15 % di differenza di resa per i sistemi biologici con 1,4 UBA per tutte le colture (PRC 1-6)

Resa raccolto (rispetto a CONFYM 2)

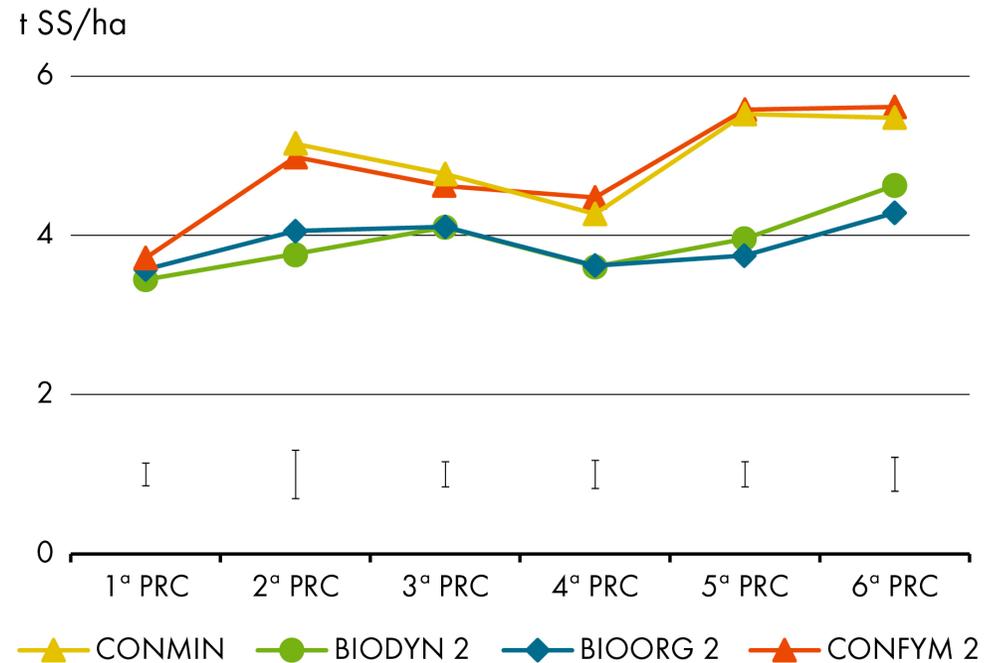


Knapp et al. (2023): Field Crops Research

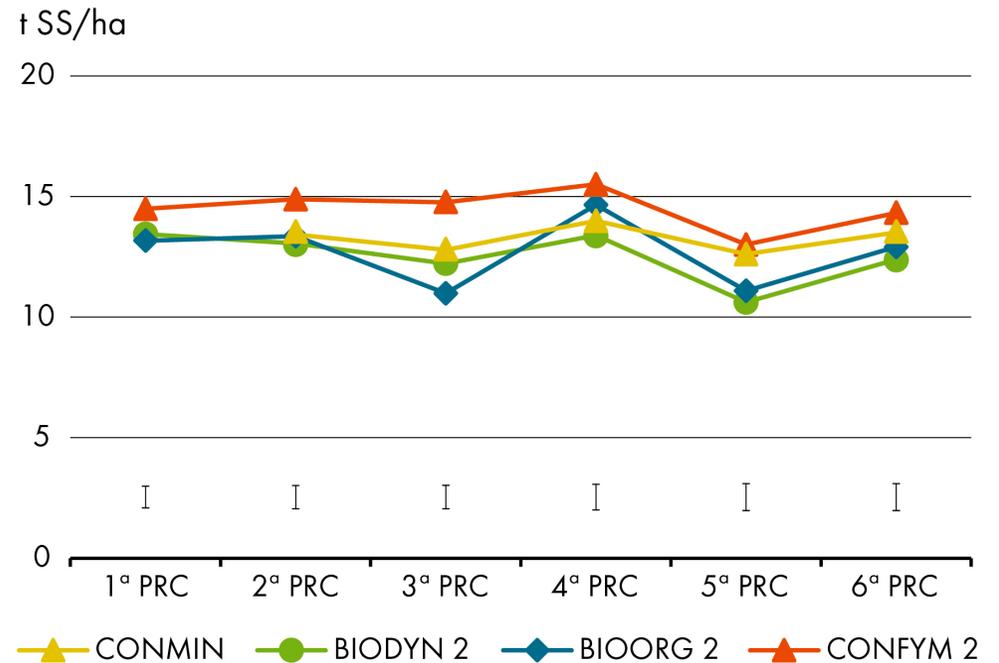
Rendimenti

Rese medie di frumento e trifoglio per periodo di rotazione delle colture (PRC)

Resa frumento invernale



Resa trifoglio

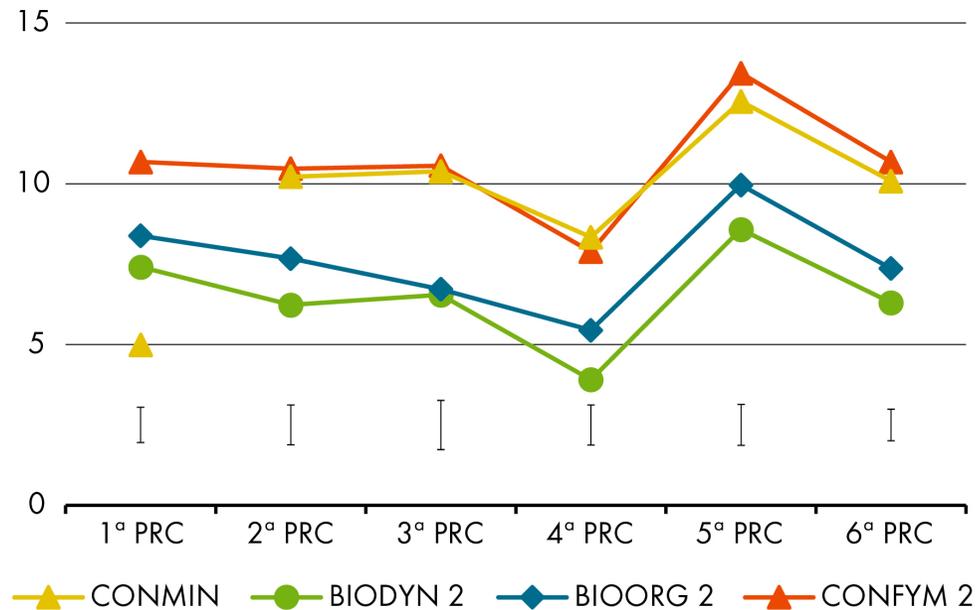


Rendimenti

Rese medie di patate e mais da insilato per periodo di rotazione delle colture (PRC)

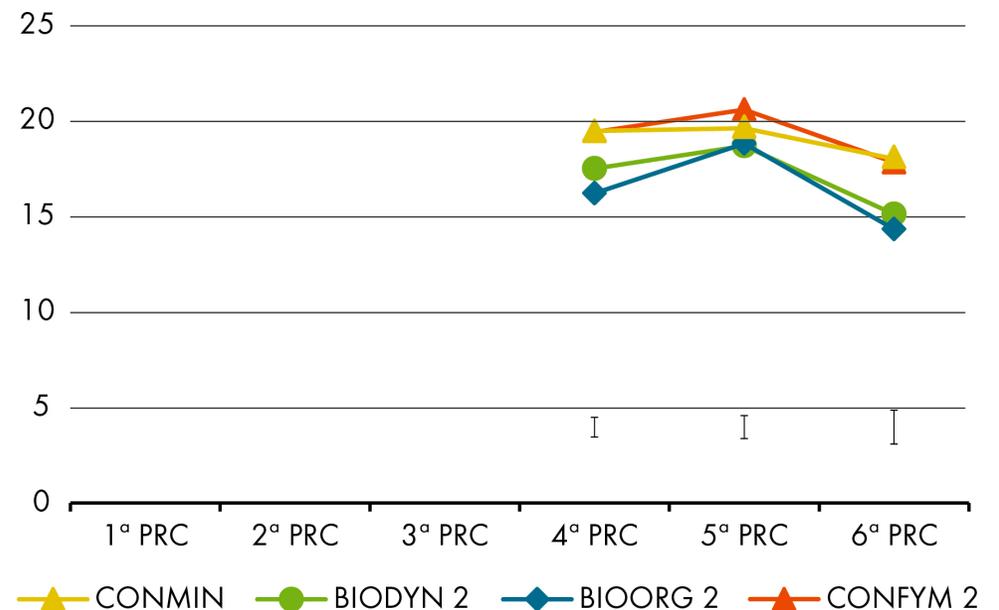
Resa patata

t SS/ha



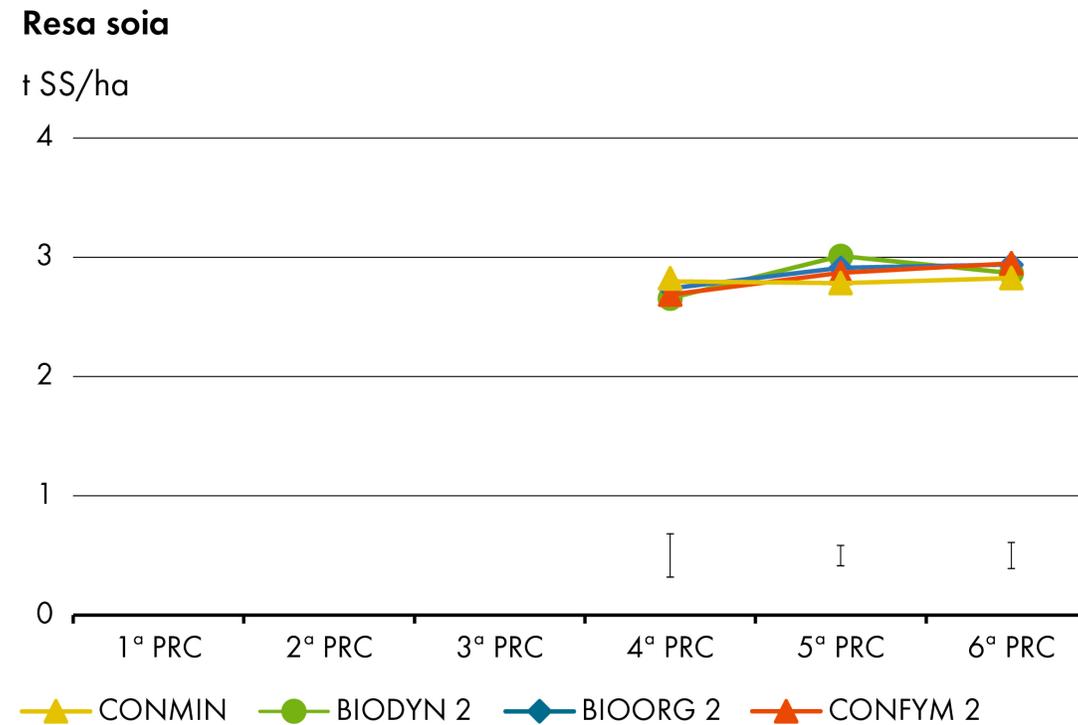
Resa mais insilato

t SS/ha

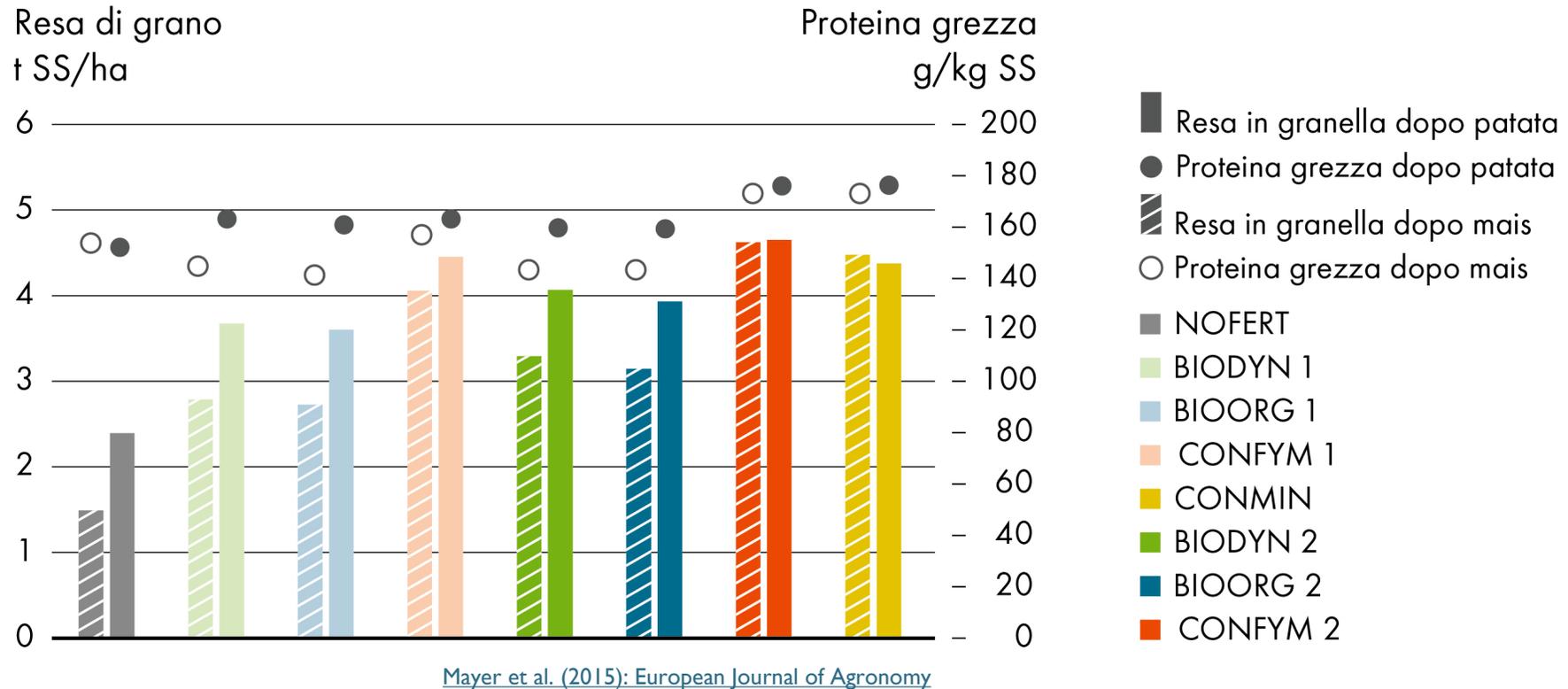


Rendimenti

Rese medie di soia per periodo di rotazione delle colture (PRC)



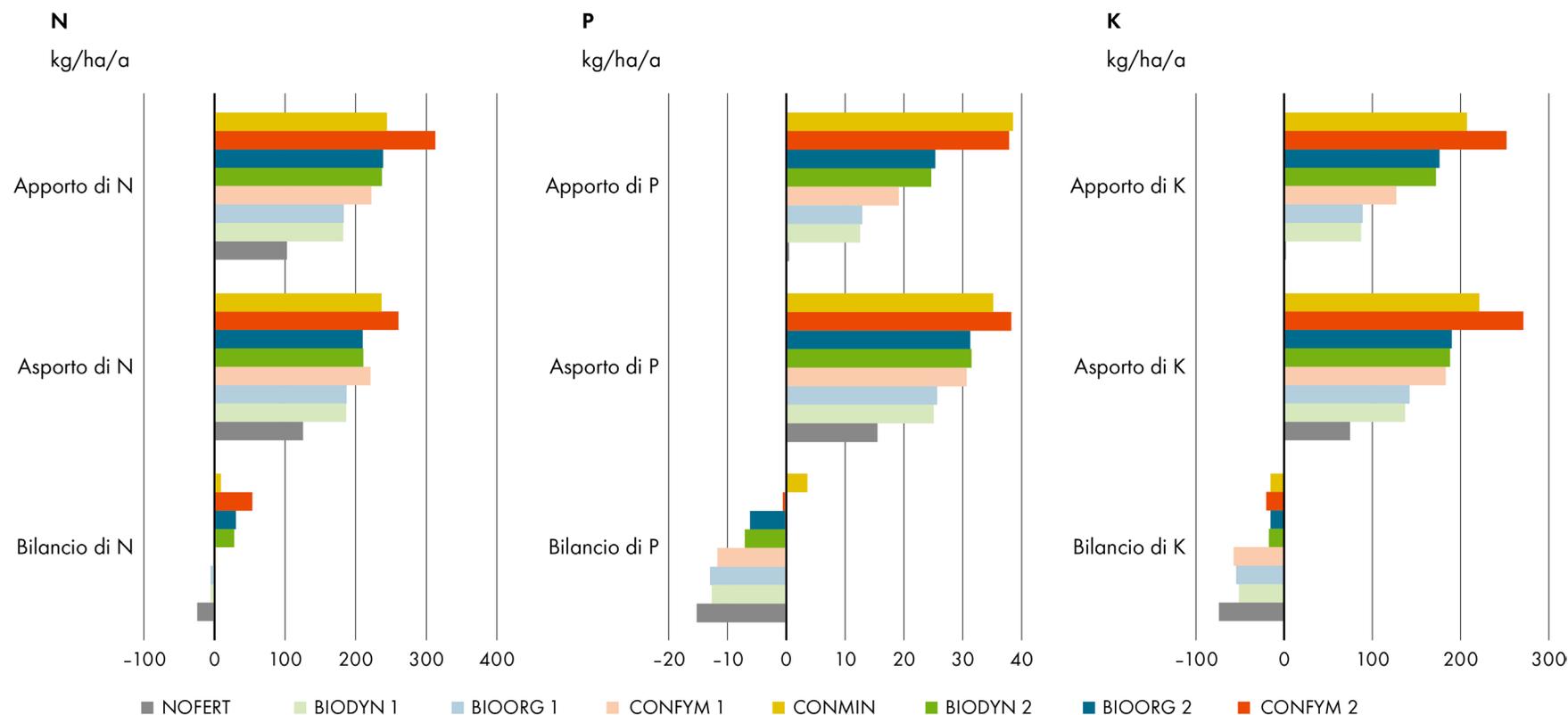
Resa del grano invernale e contenuto di proteina grezza



- Contenuto proteico più basso nel frumento invernale biologico, soprattutto dopo mais

Bilanci dei nutrienti

- Rimozione attraverso il raccolto, apporto attraverso la fertilizzazione, la fissazione simbiotica dell'azoto e la deposizione
- Bilancio positivo di N in tutti i sistemi concimati organicamente con I,4 UBA
- Bilancio negativo di P e K in quasi tutti i sistemi



Oberson et al. (2024): Agriculture, Ecosystems and Environment

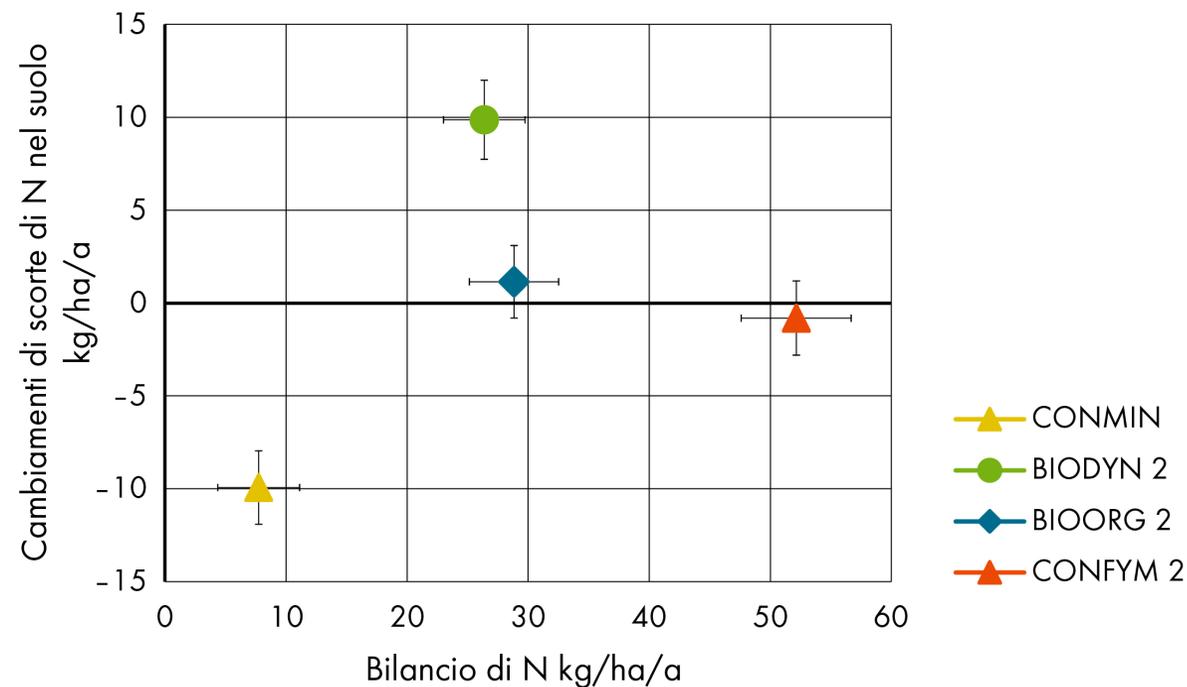
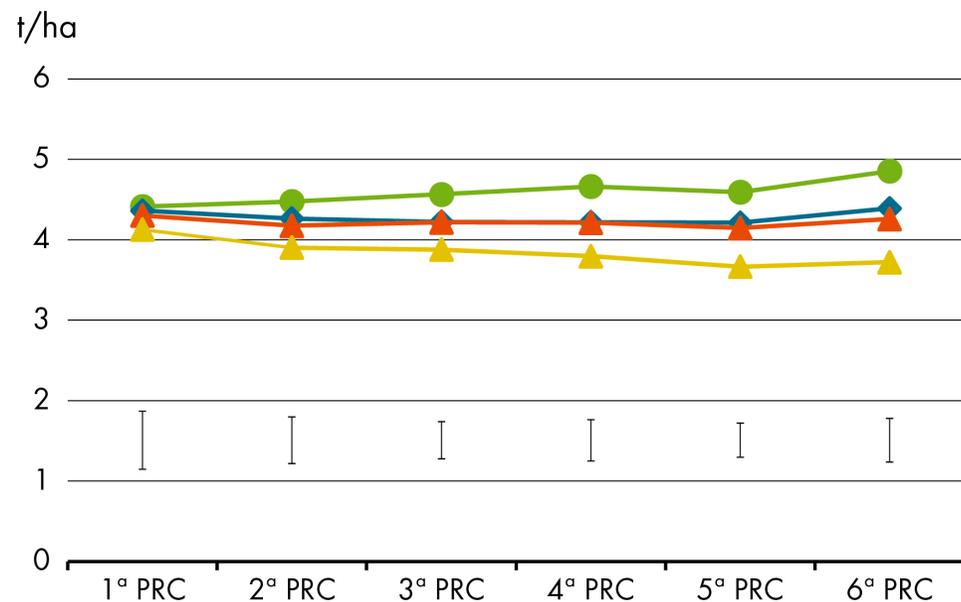
Bilanci dei nutrienti

Valori in kg/ha/a	Concime	Fissazione simbiotica	Deposizione e sementi	Asporto	Bilancio	Variazione delle riserve nel suolo	Efficienza di utilizzo
NOFERT	0	75	21	128	-31,1	-26,2	133 %
BIODYN 1	47	112	21	189	-8,7	-9,1	105 %
BIOORG 1	48	111	21	190	-9,6	-10,0	106 %
CONFYM 1	85	112	21	223	-4,5	-11,2	102 %
BIODYN 2	93	122	21	214	22,9	9,3	91 %
BIOORG 2	96	119	21	213	23,7	1,2	90 %
CONFYM 2	171	117	21	264	45,9	-0,7	85 %
CONMIN	121	99	21	240	2,1	-10,0	99 %

[Oberson et al. \(2024\): Agriculture, Ecosystems and Environment](#)

- Elevata efficienza di utilizzo dell'azoto in tutti i sistemi
- Rischio di impoverimento di P in tutti i sistemi

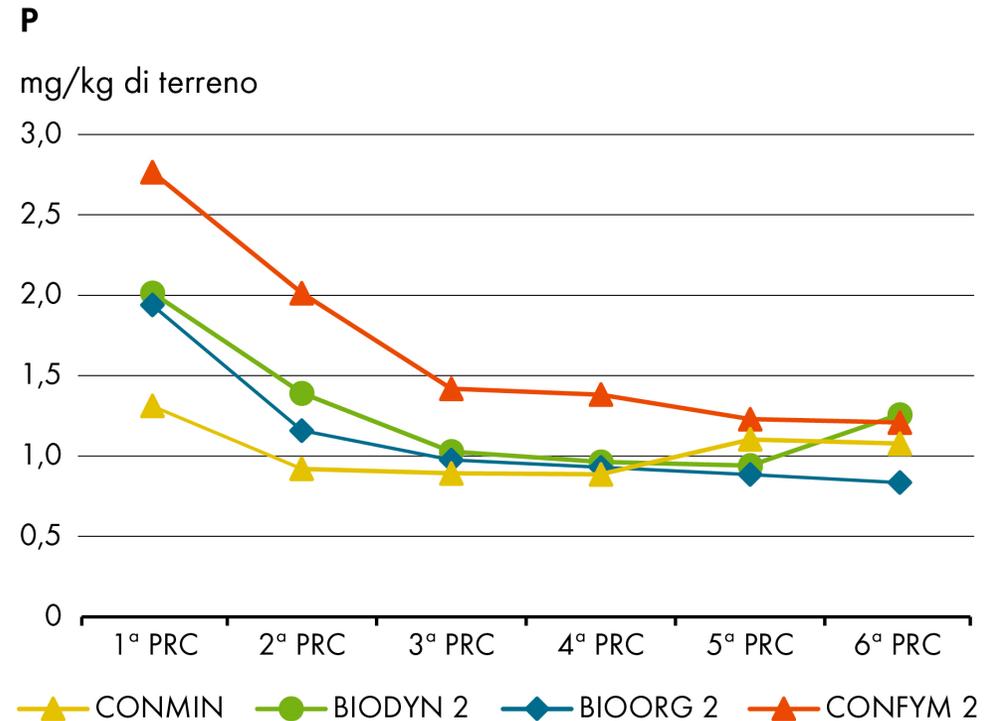
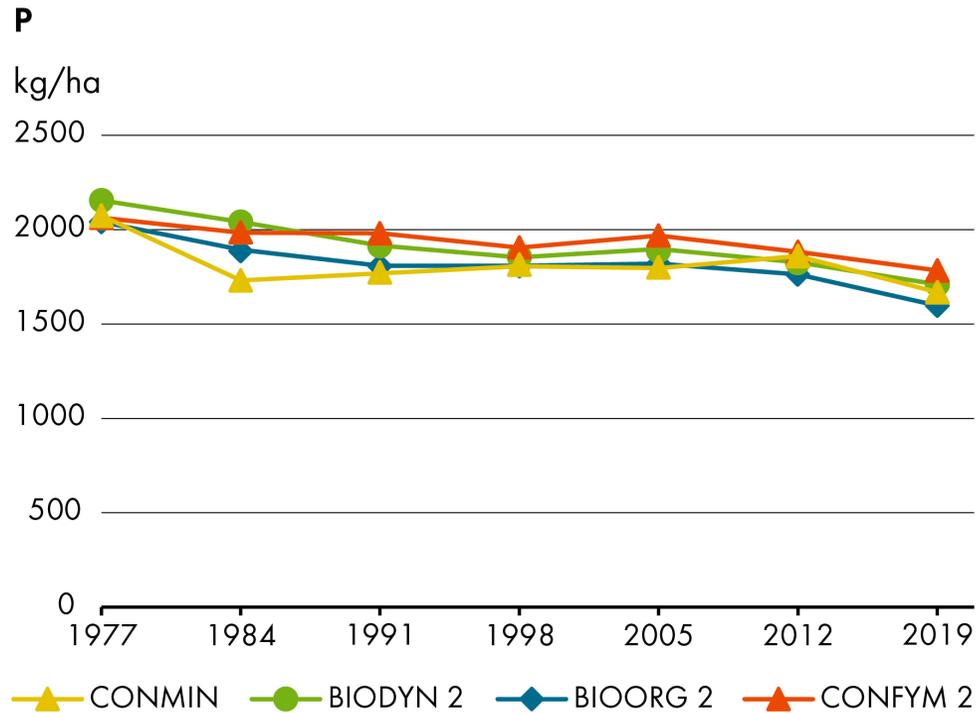
Scorte di azoto nel suolo e bilancio dell'azoto



- Il bilancio di N nei PRC 2-6 comprende gli apporti attraverso la fertilizzazione, la deposizione, le sementi e la fissazione dell'azoto e gli asporti attraverso il raccolto.
- CONFYM necessita di 50 kg ha⁻¹ yr⁻¹ azoto in eccesso per mantenere le scorte di N del suolo
- CONMIN perde N nel suolo nonostante il bilancio positivo di N, BIODYN guadagna N nel suolo.

[Oberson et al. \(2024\): Agriculture, Ecosystems and Environment](#)

Fosforo del suolo



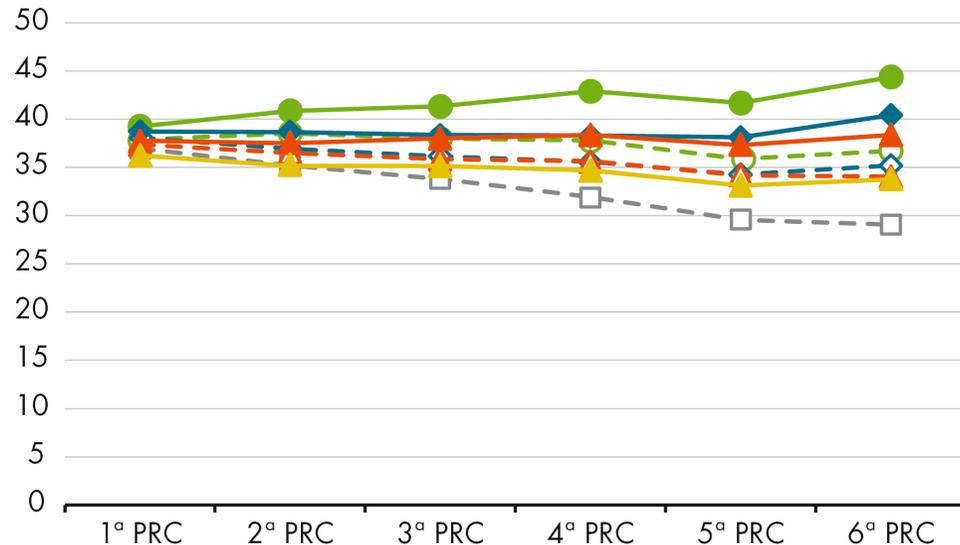
- Scorte di P nel suolo (n=4) e concentrazioni di P disponibile nel suolo (n=32) nei PRC 1-6
- CONMIN non è stato fertilizzato nel PRC 1 e inizia il PRC 2 con una bassa disponibilità di P
- Impoverimento di P in tutti i sistemi ma diminuzione minore in CONFYM

[Krause et al. \(2024\): Scientific Reports](#)

Carbonio organico nel suolo

Corg

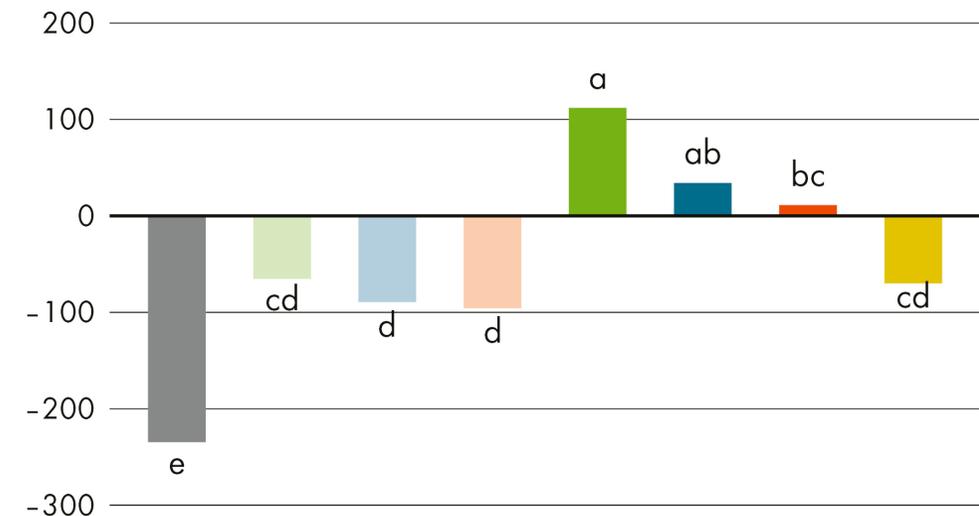
t/ha



-□- NOFERT -○- BIODYN 1 -◇- BIOORG 1 -△- CONFYM 1
 -▲- CONMIN -●- BIODYN 2 -◆- BIOORG 2 -▲- CONFYM 2

Corg

kg/ha/a



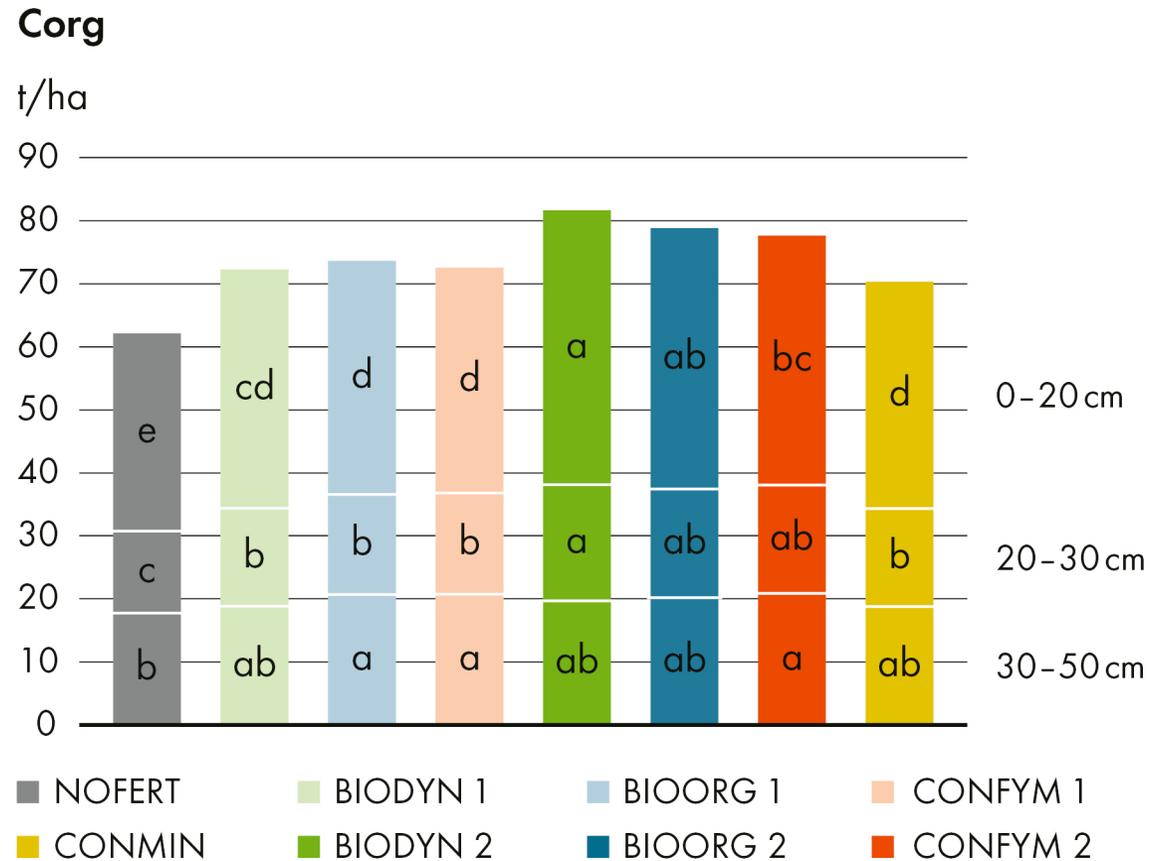
■ NOFERT ■ BIODYN 1 ■ BIOORG 1 ■ CONFYM 1
 ■ CONMIN ■ BIODYN 2 ■ BIOORG 2 ■ CONFYM 2

- Tutti i sistemi con 0,7 UBA, CONMIN e NOFERT perdono carbonio organico nel suolo
- Policolture con 1,4 UBA possono mantenere i livelli di carbonio organico nel suolo
- L'aumento del contenuto di carbonio organico nel suolo in BIODYN è presumibilmente dovuto all'apporto di letame compostato.

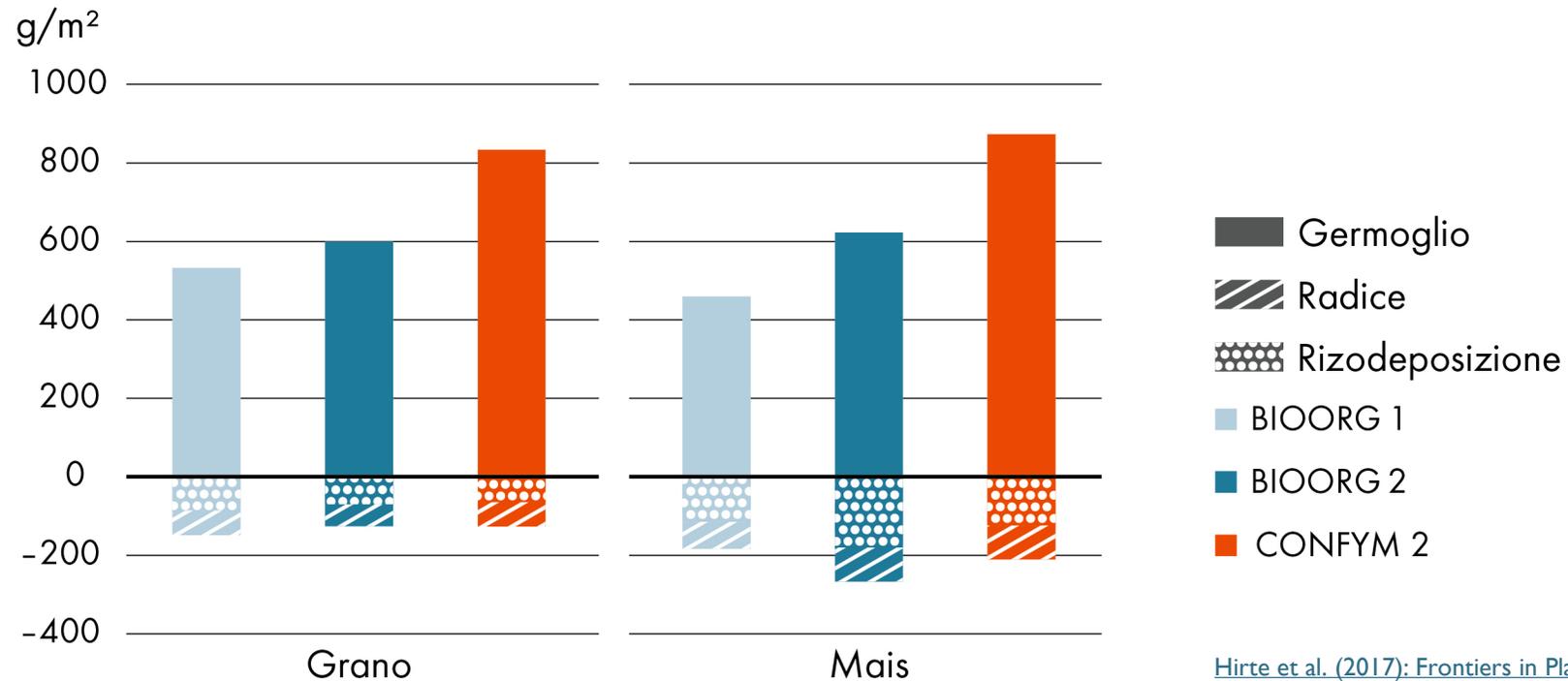
[Krause et al. \(2022\):
Agronomy for Sustainable Development](#)

Carbonio organico nel suolo

- Le maggiori differenze nel contenuto di carbonio organico nel suolo si osservano nel soprassuolo



Apporti di carbonio organico nel suolo tramite rizodeposizione

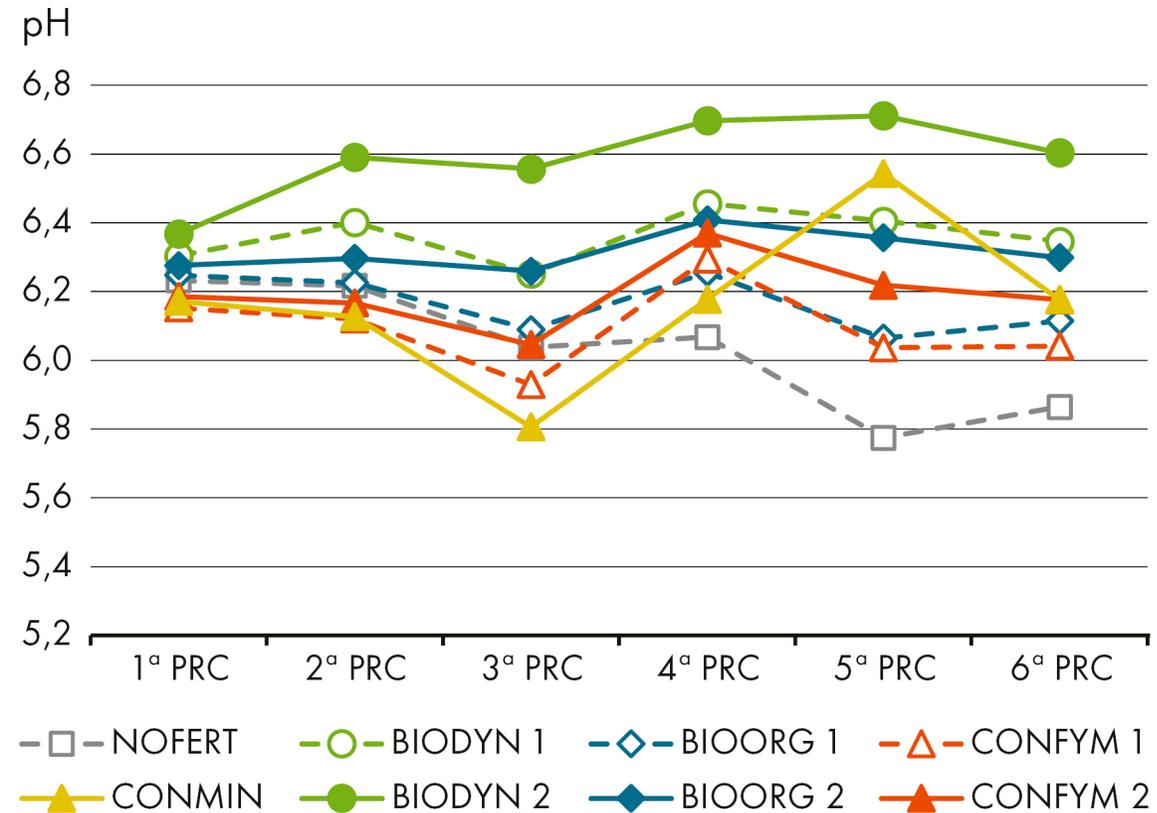


[Hirte et al. \(2017\): Frontiers in Plant Science](#)

- La biomassa in superficie non corrisponde agli apporti di carbonio nel suolo.
- Maggiore apporto attraverso radici e rizodeposizione nel BIOORG solo con mais

pH del suolo (H₂O)

- pH del suolo maggiore in BIODYN
- Calcitazione in CONFYM e CONMIN in PRC 3

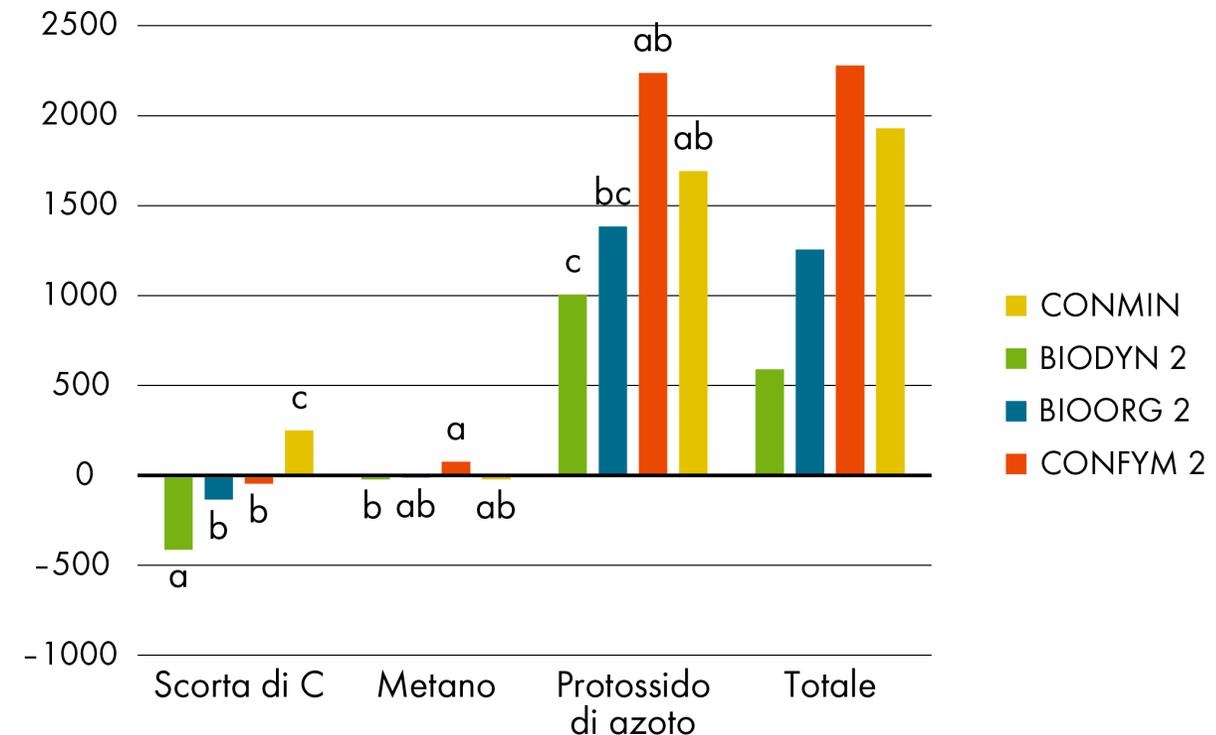


Emissioni di gas ad effetto serra generate dal suolo

- Variazioni delle scorte di C organico nel suolo ipotizzando una densità del suolo costante per ogni parcella
- Campagna di misurazione di N₂O per 571 giorni (trifoglio - mais - coltura intercalare)
- Campo come confine del sistema
- Le emissioni di N₂O determinano l'impatto sul clima
- Aumenti di carbonio organico nel suolo, soprattutto in BIODYN, non hanno aumentato le emissioni di N₂O
- Riduzione di emissioni di gas ad effetto serra del 56 % in BIODYN/BIOORG rispetto a CONFYM/CONMIN

Equivalenti di CO₂

kg/ha/a



[Skinner et al. \(2019\): Scientific Report](#)

[Krause et al. \(2022\): Agronomy for Sustainable Development](#)

Struttura del suolo



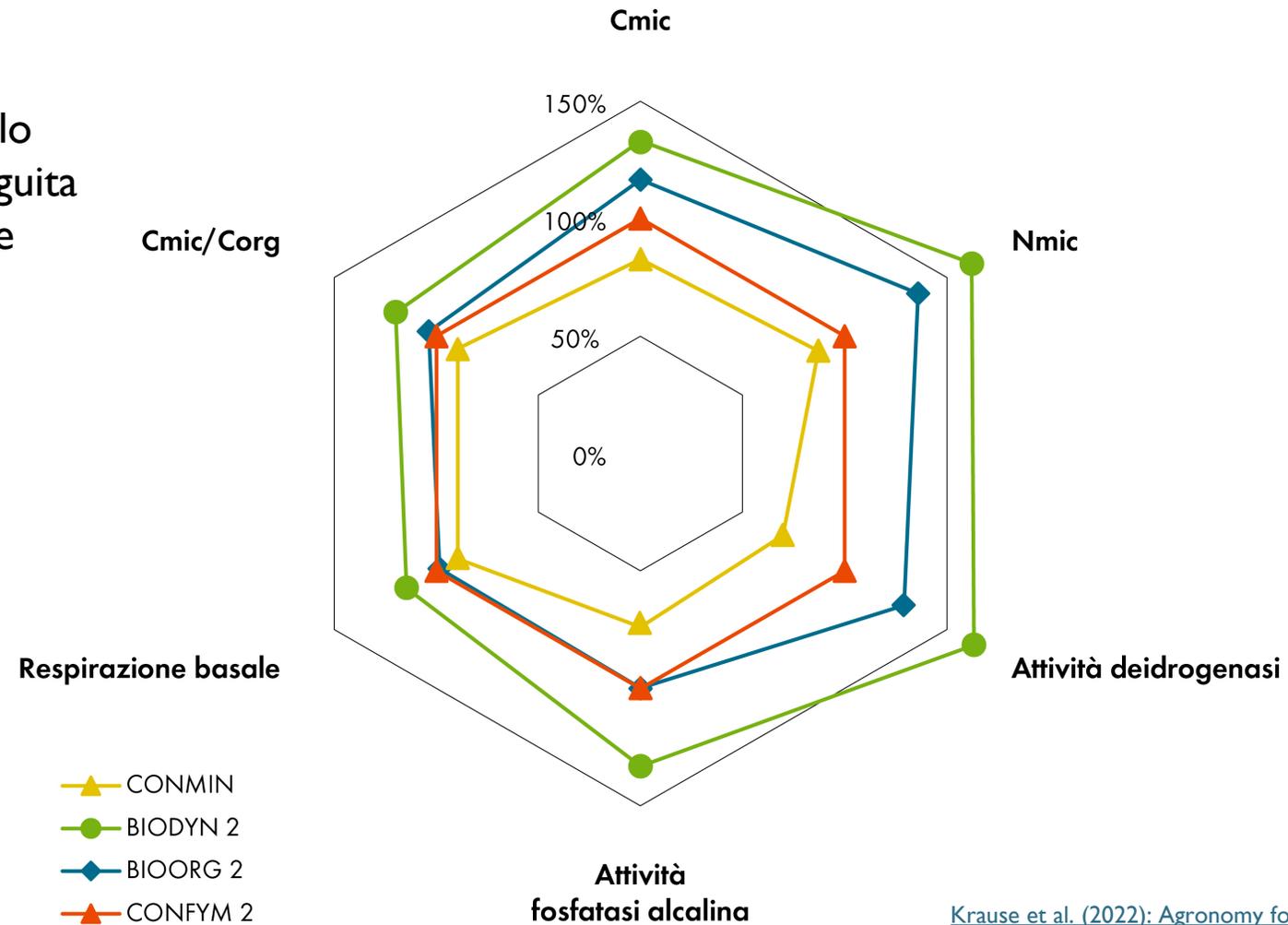
Stabilità degli aggregati del suolo

	Percentuale di aggregati stabili	Significatività
BIODYN 2	50,1 %	a
BIOORG 2	44,2 %	ab
CONFYM 2	38,4 %	b
CONMIN	38,4 %	b
Media complessiva tra tutti i sistemi		
Marzo 2000	55,3 %	a
Marzo 2003	48,2 %	b
Luglio 2003	24,8 %	c

[Fließbach et al. \(2000\): Konferenzbeitrag](#)

Qualità biologica del suolo

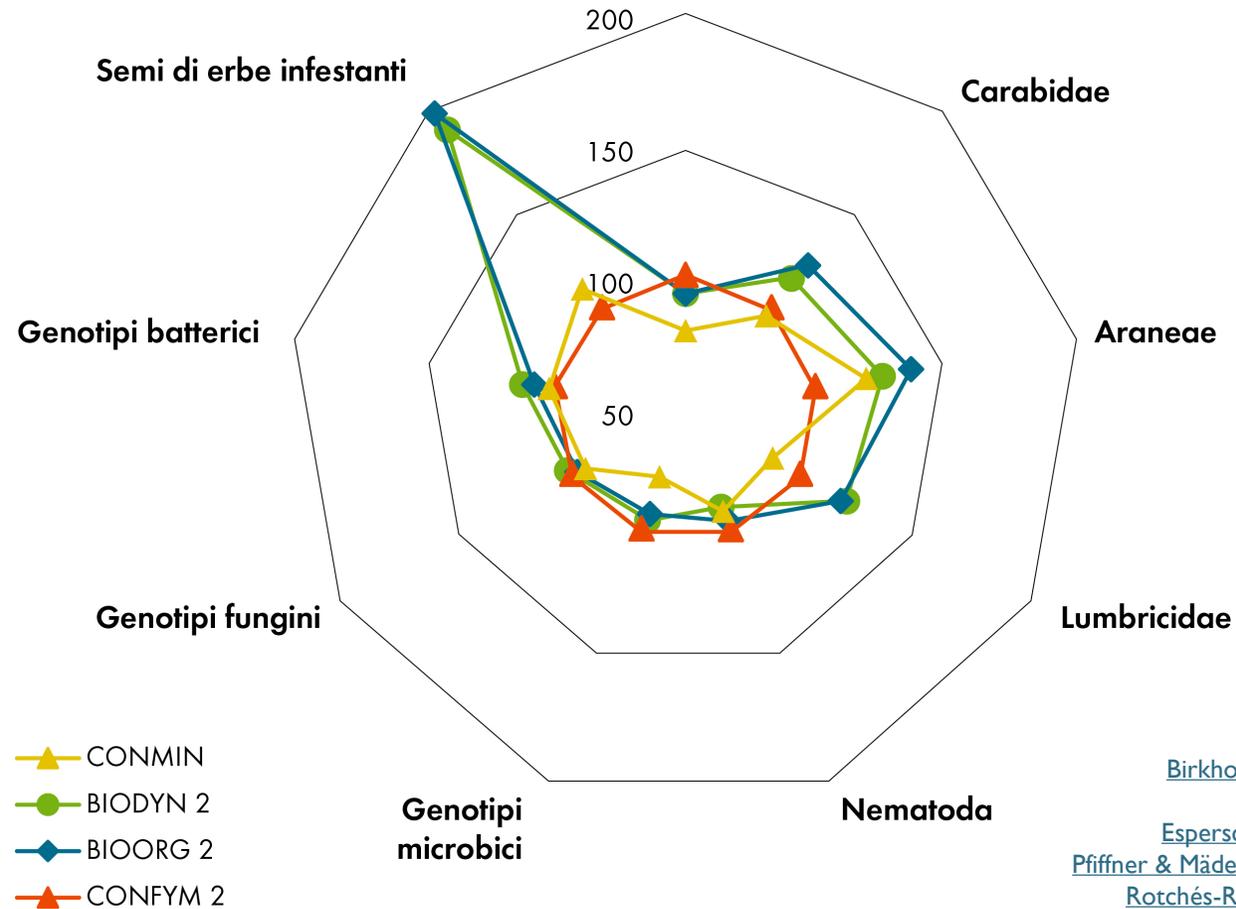
- Qualità biologica del suolo maggiore in BIODYN, seguita da BIOORG, CONFYM e CONMIN



[Krause et al. \(2022\): Agronomy for Sustainable Development](#)

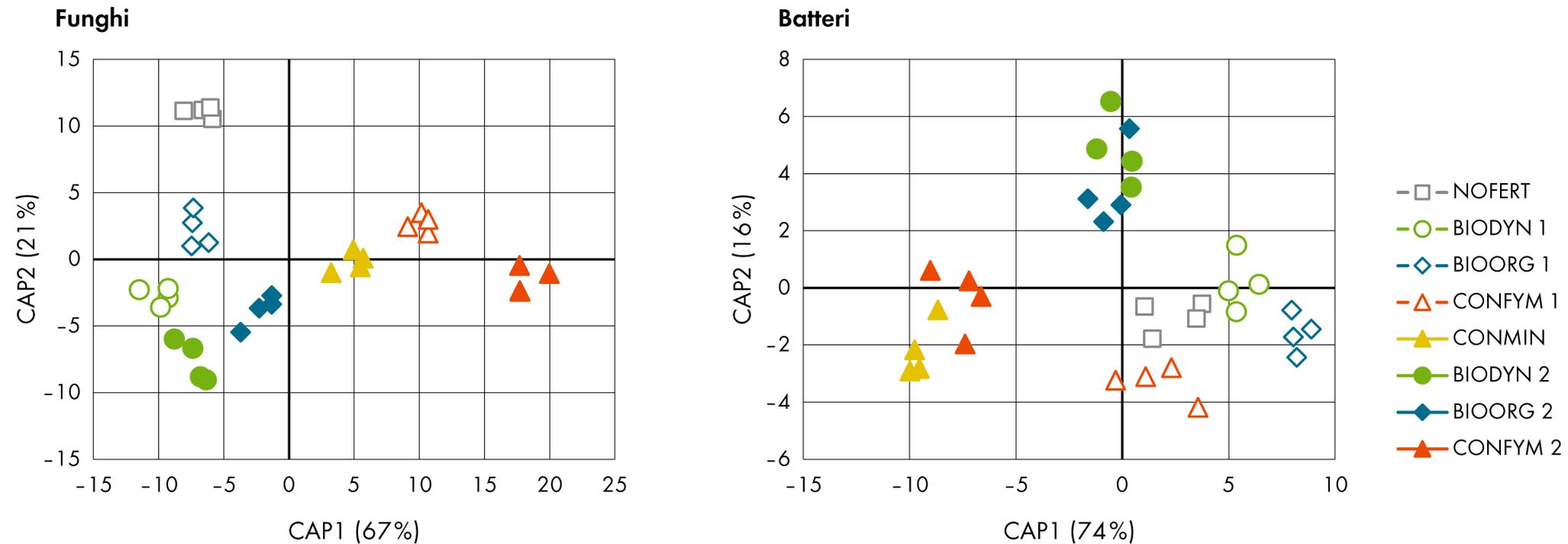
Diversità delle specie

- BIOORG e BLOODYN hanno mostrato una maggiore diversità nella microflora, la macrofauna e le erbe infestanti.



[Birkhofer et al. \(2008\): Soil Biology and Biochemistry](#)
[Hartmann et al. \(2015\): ISME Journal](#)
[Esperschütz et al. \(2007\): FEMS Microbiology Ecology](#)
[Pfißner & Mäder \(1997\): Biological Agriculture & Horticulture](#)
[Rotchés-Ribalta et al. \(2020\): Applied Vegetation Science](#)

Diversità microbica del suolo



Consumo energetico e potenziale di effetto serra nella sperimentazione DOK (1985-1998) secondo un bilancio ecologico

Sistema	Consumo energetico		Potenziale effetto serra	
	GJ ha ⁻¹ yr ⁻¹	MJ kg ⁻¹ resa SS	kg CO ₂ -eq ha ⁻¹ yr ⁻¹	kg CO ₂ -eq kg ⁻¹ resa SS
BIODYN	13,6 (65 %)	1,6 (80 %)	2804 (63 %)	0,35 (81 %)
BIOORG	14,5 (69 %)	1,8 (90 %)	2920 (65 %)	0,36 (84 %)
CONFYM	21,0 (100 %)	2,0 (100 %)	4474 (100 %)	0,43 (100 %)
CONMIN	26,9 (128 %)	2,8 (140 %)	4121 (92 %)	0,44 (102 %)

[Nemecek et al. \(2011\)](#)

- Risparmio energetico: L'agricoltura biologica non utilizza fertilizzanti e pesticidi chimici di sintesi. Rispetto all'agricoltura convenzionale, il consumo di energia è quindi inferiore del 30 %.
- Questo vantaggio si riduce al 10-20 % per unità di resa.

Ringraziamenti

Finanziamento

- Ufficio federale dell'agricoltura UFAG
- Ufficio federale dell'ambiente UFAM
- Fondazione nazionale svizzero per la ricerca scientifica
- Fondo Coop per lo sviluppo sostenibile
- Commissione europea

Affittanza agricola del area di studio Therwil

- Cooperativa Agrico, Birsmatthof, Therwil
- Famiglia Stamm, Oberwil

Istituzioni partner

Squadre di ricerca in campo

Consulenti agricoli



FiBL online



www.fibl.org



www.bioaktuell.ch



[fiblfilm](https://www.youtube.com/fiblfilm)



[Podcast «FiBL Collaboration»](#)



[@FiBLaktuell](https://www.facebook.com/FiBLaktuell)



[linkedin.com/company/fibl](https://www.linkedin.com/company/fibl)



[@fiblorg](https://twitter.com/fiblorg)

Contatto

Istituto di ricerca sull'agricoltura biologica FiBL
Ackerstrasse 113, Box 219
5070 Frick
Svizzera

Telefono +41 (0)62 865 72 72

info.suisse@fibl.org
www.fibl.org