

Studio dell'efficienza fertilizzante e dei principali effetti sul suolo in seguito all'impiego di ammendanti compostati: risultati al termine del secondo anno di sperimentazione



Marco Grigatti – Claudio Ciavatta

DISTAL - Dipartimento di Scienze e Tecnologie Agroalimentari - Università di Bologna

BIOWASTE: XXIII Conferenza sul Compostaggio e Digestione Anaerobica.

Sessione tecnica Ecomondo 2021 - Rimini



Framework

- ESISTE UN RINNOVATO INTERESSE NEL RECUPERO DEI RIFIUTI ORGANICI DA IMPIEGARE IN AGRICOLTURA A SEGUITO DEL PROCESSO DI COMPOSTAGGIO.
- ATTENZIONE ALLA CHIUSURA DEL CICLO PER I MATERIALI ORGANICI:
- FOCUS:
 - CARBON SINK
 - POTENZIALE SOSTITUZIONE FERTILIZZANTI MINERALI



I compost selezionati

ACM: ammendante compostato misto;

ACM_{dig}: ammendante compostato misto con prodotti derivanti dalla digestione anaerobica;

ACF: ammendante compostato con fanghi.



Principali caratteristiche dei compost

Compost	ST (%)	SV (%)	pH	CE ($\mu\text{S cm}^{-1}$)	C (%) _{ss}	N (%) _{ss}	C:N	OUR ($\text{mmol O}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ VS h}^{-1}$)
ACM	84,0	59,3	8,68	$6,4 \cdot 10^3$	28,2	2,29	12,4	46
ACM _{dig}	75,9	45,5	7,85	$3,6 \cdot 10^3$	25,4	2,22	11,5	13
ACF	75,2	57,1	8,06	$3,2 \cdot 10^3$	25,0	1,80	14,0	19

Compost	P	K	Ca	S	Fe	Mg	Mn
	$(\text{mg kg}^{-1})_{\text{ss}}$						
ACM	2876	11.414	40.726	2489	4995	5625	187
ACM _{dig}	7584	11.891	62.440	4157	4867	6093	372
ACF	3754	7615	38.969	2621	4700	6411	240



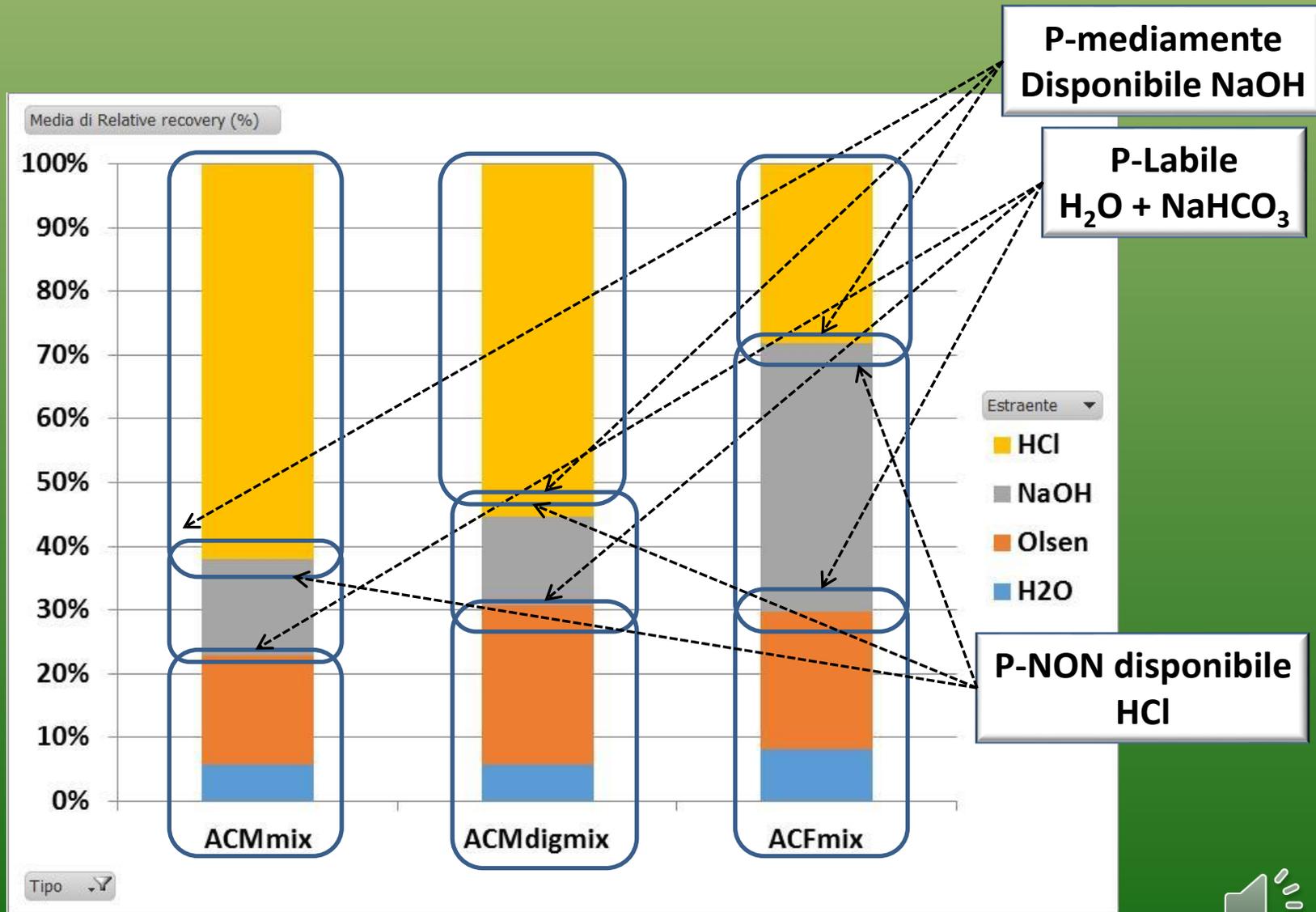
Principali caratteristiche dei compost (metalli pesanti)

Tipo di compost	Cd	Cr*	Cu	Ni	Pb	Zn
	(mg kg ⁻¹) _{ss}					
ACM	0,49	34	71	13	29	116
ACM _{dig}	0,53	27	94	12	21	210
ACF	0,27	39	82	12	23	166
Limite D.Lgs 75/2010 All. 2	1,5		230	100	140	500

*Cr totale

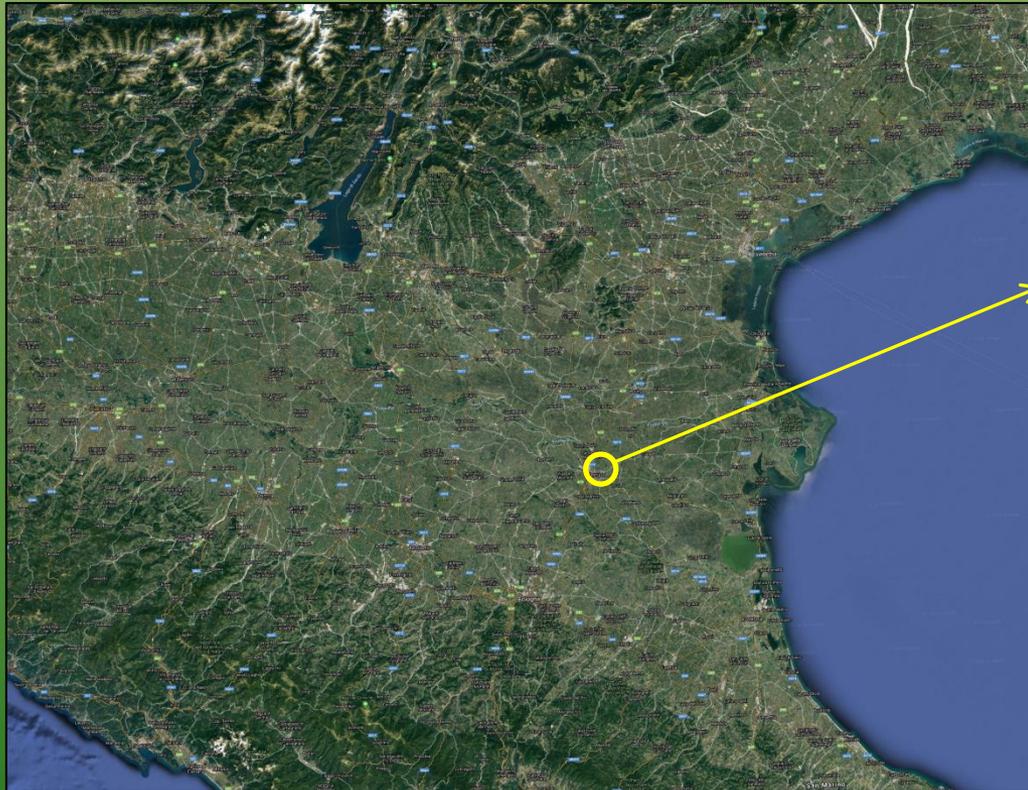


Frazionamento del P



Localizzazione prove agronomiche

Azienda Sperimentale - Fondazione per l'agricoltura F.lli Navarra (Ferrara)



Caratteristiche del terreno

Azienda Sperimentale - Fondazione per l'agricoltura F.lli Navarra (Ferrara)

Il suolo che ospita la prova rappresenta un tipico suolo della Pianura Padana con tessitura franco-limoso (Fluvic Cambisols, WRB), caratterizzato da un pH sub-alcalino (pH 8,25), coerente con il contenuto in carbonati totali (6,08%).

Il calcare attivo (2,88%), presente per una quota significativa rappresenta quasi la metà dei carbonati totali.

La capacità di scambio cationico (CSC) risultava pari a $22,2 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$.

Il terreno presenta un moderato contenuto in sostanza organica (SO 1,69%), terreni con valori attorno all'1,5% di SO sono infatti considerati poveri (Gherardi, 2017).



Analisi di base del suolo prelevato prima dell'inizio della prova agronomica nei terreni individuati presso la Fondazione Navarra

Parametro	U.M.	Valori riscontrati*
Reazione (in acqua)	(unità di pH)	8,25
Conducibilità elettrica (CE) a 25 °C	(dS m ⁻¹)	0,21
Granulometria		
Sabbia	(%)	25
Limo	(%)	54
Argilla	(%)	21
Carbonio organico (C)	(%)	0,98
Sostanza organica (SO)	(%)	1,69
Carbonati totali (CaCO ₃)	(%)	5,3
Calcare attivo (CaCO ₃)	(%)	2,2
Azoto (N) totale	(%)	0,09
Azoto (N) ammoniacale	(mg kg ⁻¹)	87,2
Azoto (N) nitrico	(mg kg ⁻¹)	5,4
Fosforo assimilabile Olsen (P)	(mgkg ⁻¹)	5,2
Capacità di scambio cationico (CSC)	(cmol _c kg ⁻¹)	22,2

*I valori sono riferiti alla media dei valori riscontrati in tutto l'appezzamento interessato dalla prova.

Prove agronomiche

Impostazione sperimentale

Anno	Percorso agronomico		Coltura
	<i>Carbon Sink</i>	<i>Nutrienti</i>	
1	Compost	Compost	Frumento tenero
2	Compost	Fertilizzante - N	Mais da granella irriguo
3	Compost	Fertilizzante - N	Mais da granella irriguo





- **Parcelle 16 · 4 m = 64 m²**
- **3 Repliche**
- **2 percorsi agronomici = 30 Parcelle**



Tesi a confronto – Frumento (Anno 1)

Trattamento	N-totale da compost (kg ha ⁻¹)	N-disponibile da compost* (kg ha ⁻¹)	N-disponibile da fert-chimico** (kg ha ⁻¹)	N disponibile Tot. (kg ha ⁻¹)
Ctrl-NF	-	-	-	-
ACM	450	180	-	180
ACMdig	450	180	-	180
ACF	450	180	-	180
Chim	-	-	180	180

Tabella 1 - Trattamenti a confronto e quantitativi di azoto (N) apportati al suolo.

*40% come da MAS (massima applicazione standard in zone vulnerabili da nitrati), secondo il Regolamento 3 della Regione Emilia Romagna (40%);

**100% come da MAS; limite N disponibile come da MAS per frumento tenero: 180 kg ha⁻¹. Precessione: Soia.



Tesi a confronto - Mais (Anno 2)

Prova	Trattamento	N totale da compost (kg ha ⁻¹)	N disponibile da compost* (kg ha ⁻¹)	N disponibile da fert-chimico** (kg ha ⁻¹)	N disponibile totale (kg ha ⁻¹)
Carbon Sink	Ctrl-NF	-	-	-	-
	ACM	700	280	-	280
	ACM _{dig}	700	280	-	280
	ACF	700	280	-	280
	Chim	-	-	280	280
Nutrienti	Ctrl-NF	-	-	-	-
	ACM	-	-	280	280
	ACM _{dig}	-	-	280	280
	ACF	-	-	280	280
	Chim	-	-	280	280

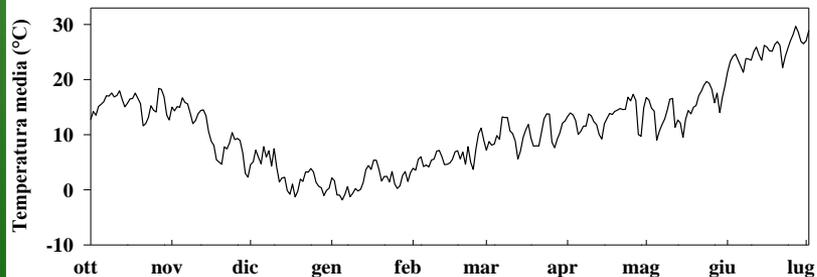
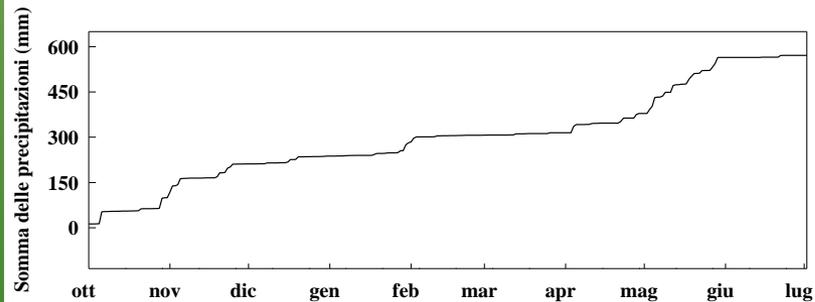
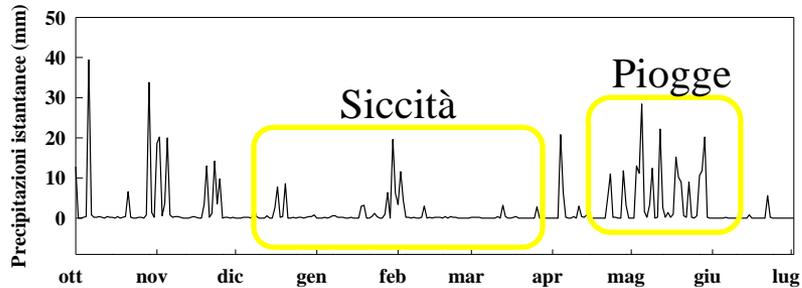
Tabella 1 - Trattamenti a confronto e quantitativi di azoto (N) apportati al suolo.

*40% come da MAS (massima applicazione standard in zone vulnerabili da nitrati), secondo il Regolamento 3 della Regione Emilia Romagna (40%);

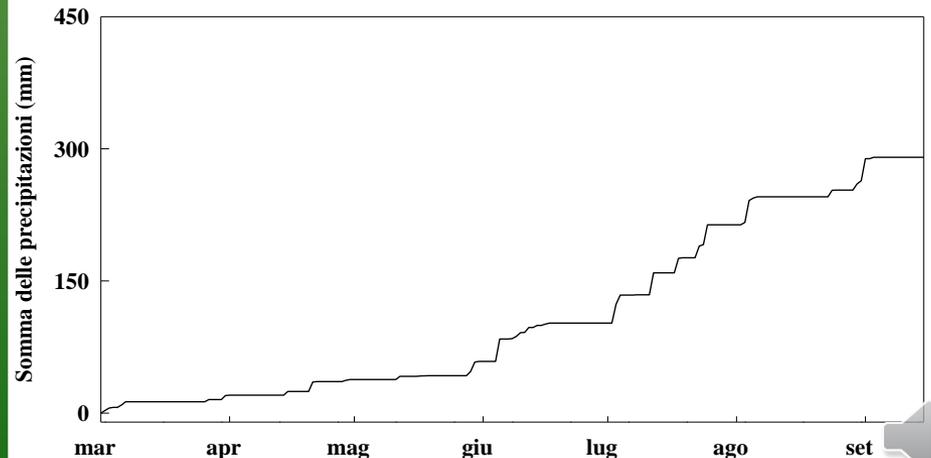
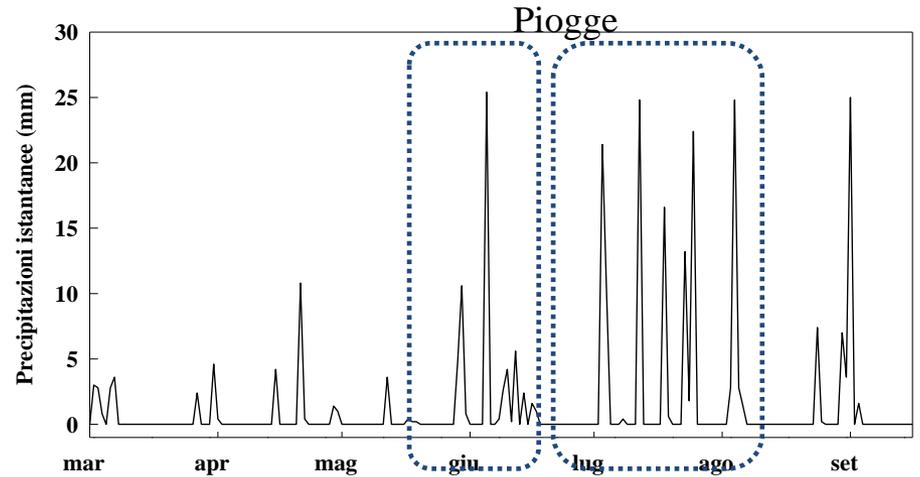
**100% come da MAS; limite N disponibile come da MAS per frumento tenero: 180 kg ha⁻¹. Precessione: Frumento



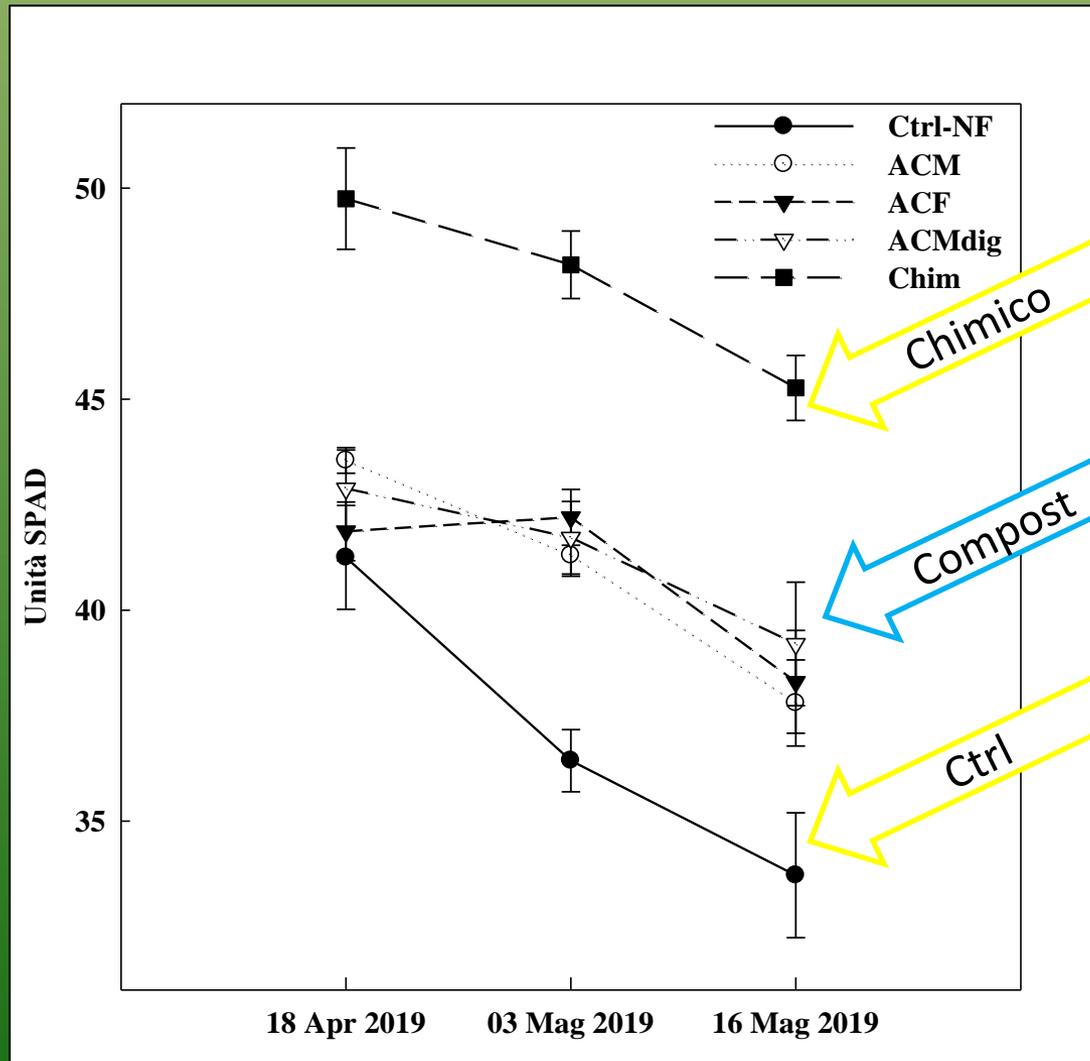
Andamento meteo (2018/19) Anno 1 - Frumento



Andamento meteo (2020) Anno 2 - Mais



Andamento del tenore in clorofilla (SPAD) in Frumento – Anno 1 *predittore della produzione*

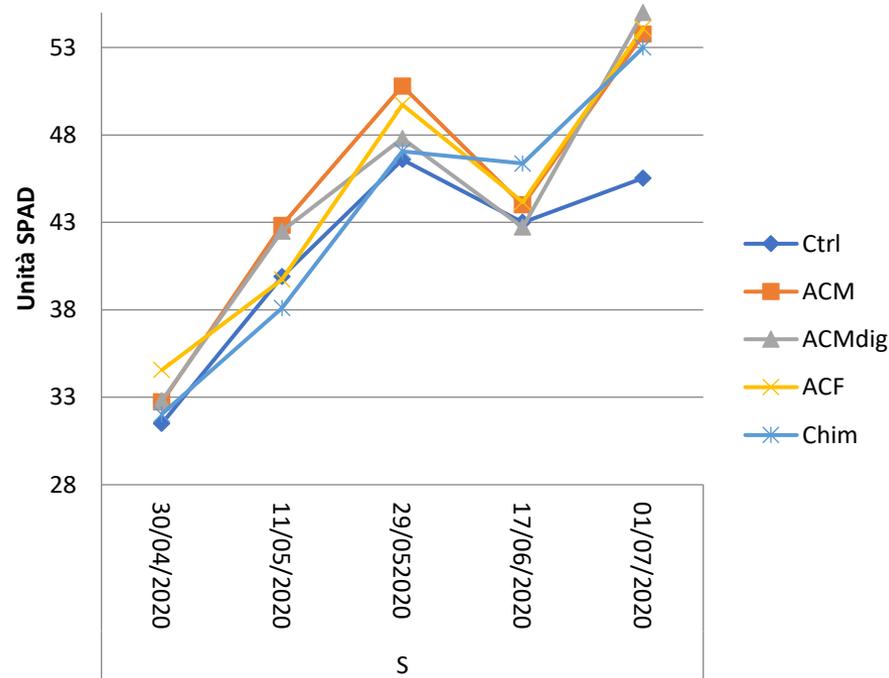
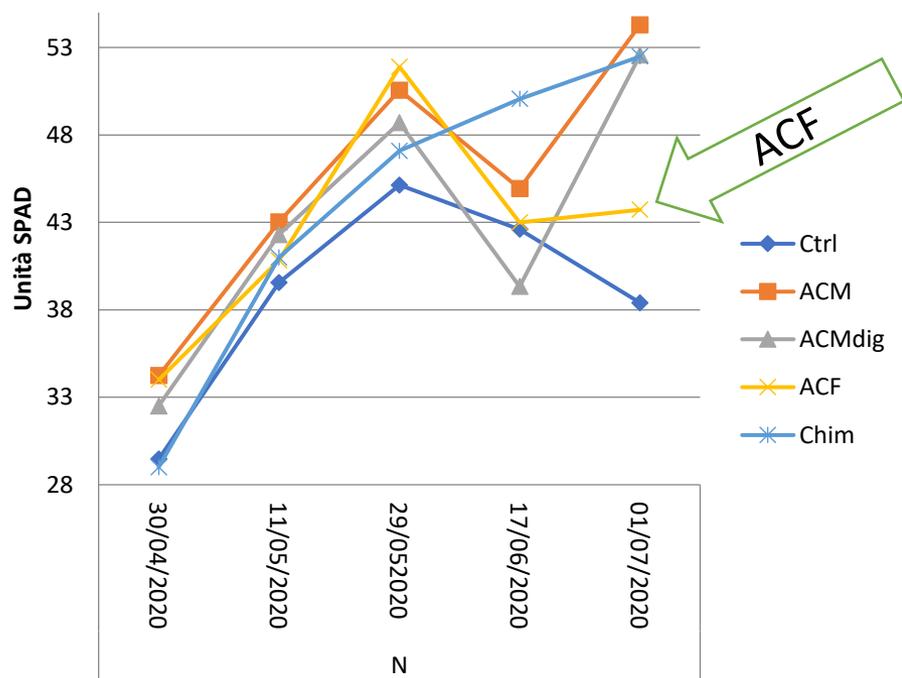


Andamento del tenore in clorofilla (SPAD) in Mais – Anno 2

predittore della produzione

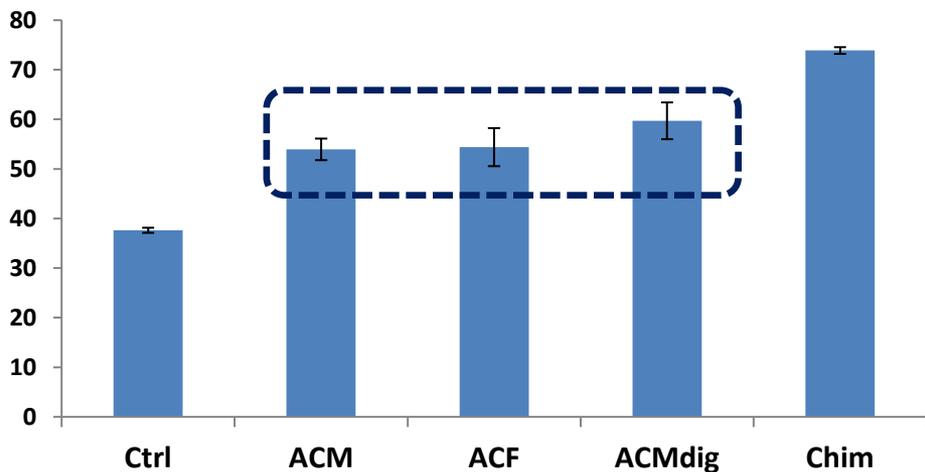
Carbon Sink

Nutrienti

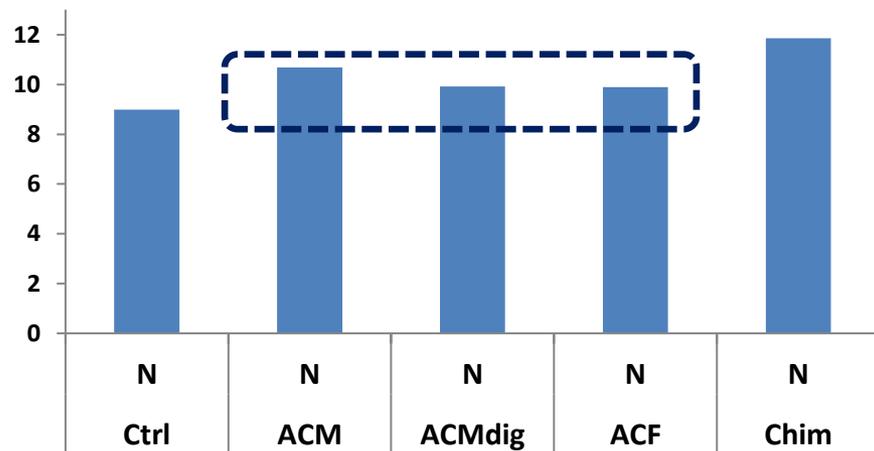


Produzione e qualità della granella in Frumento – Anno 1

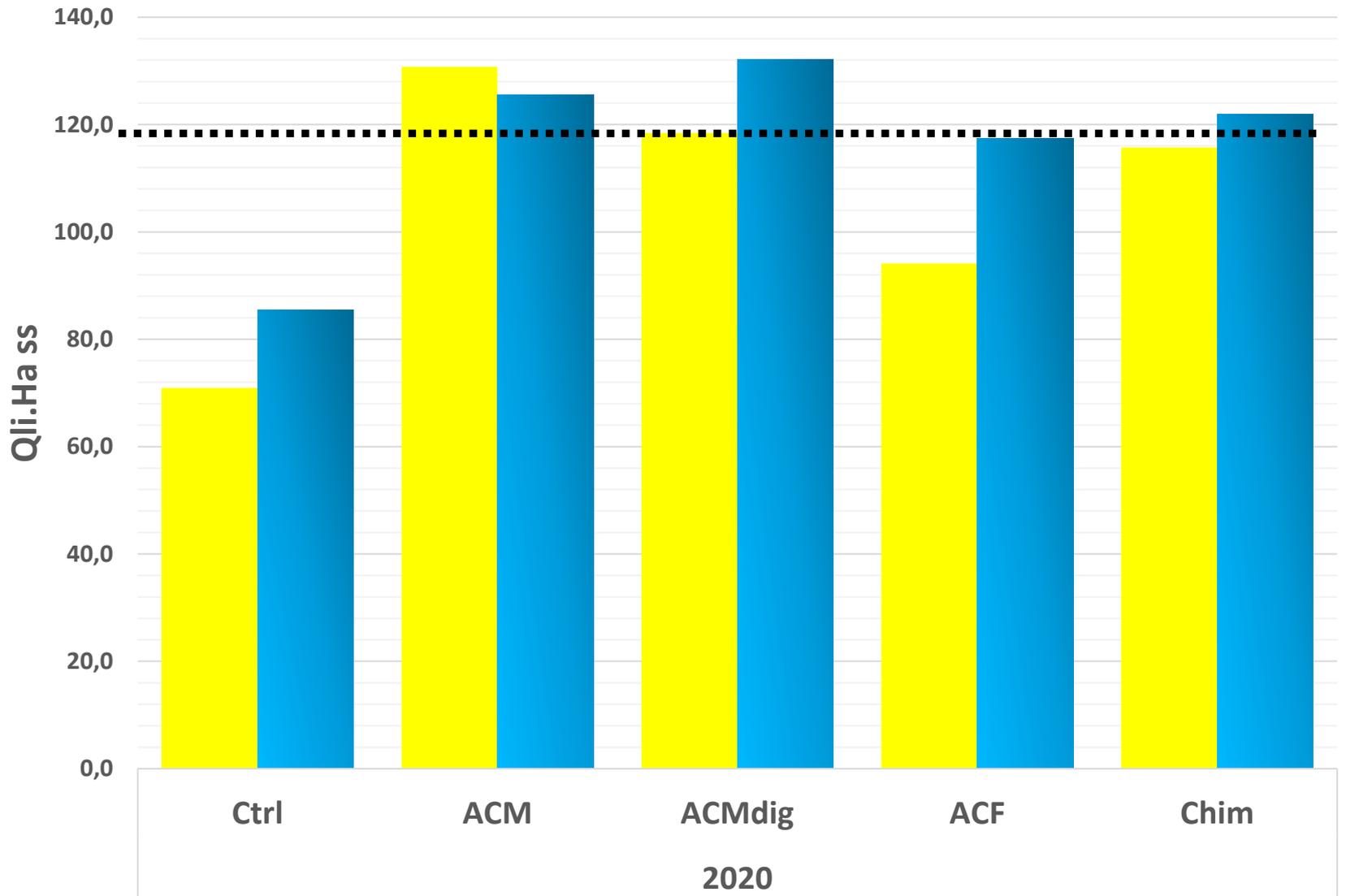
Produzione granella (q.li ha-1) ss



Proteine (%)



Produzione granella Mais (Anno 2)



Carbon Sink

BIOWASTE: XXIII Conferenza sul
Compostaggio e Digestione Anaerobica.
Marco Grigatti - Claudio Ciavatta DISTAL

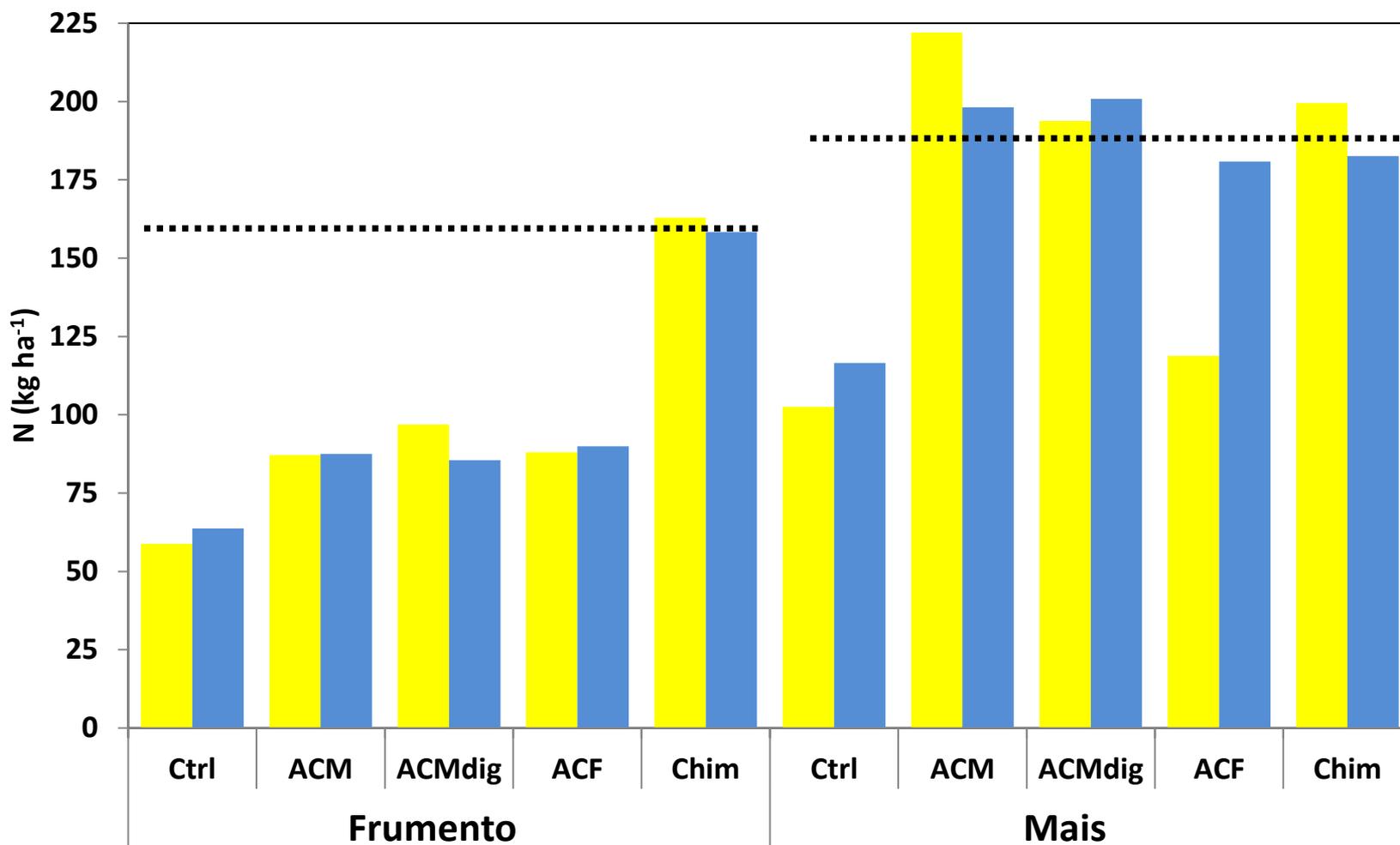
Nutrienti



Asportazioni di Azoto (N) in Frumento e Mais (kg ha⁻¹)

Carbon Sink

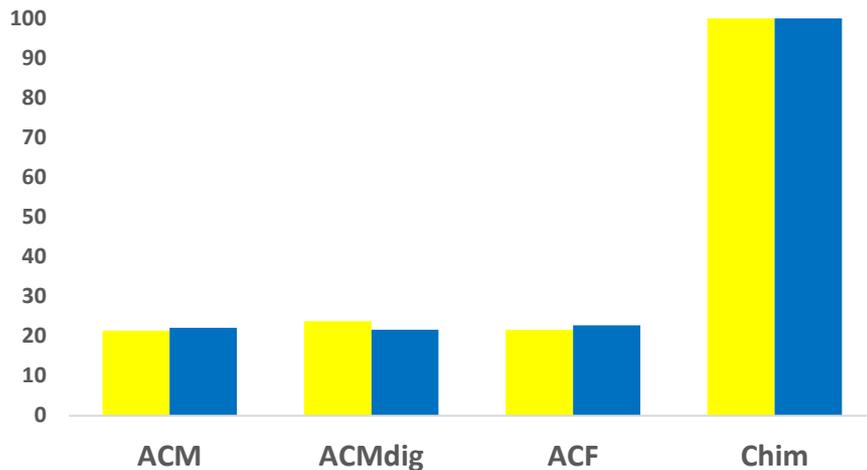
Nutrienti



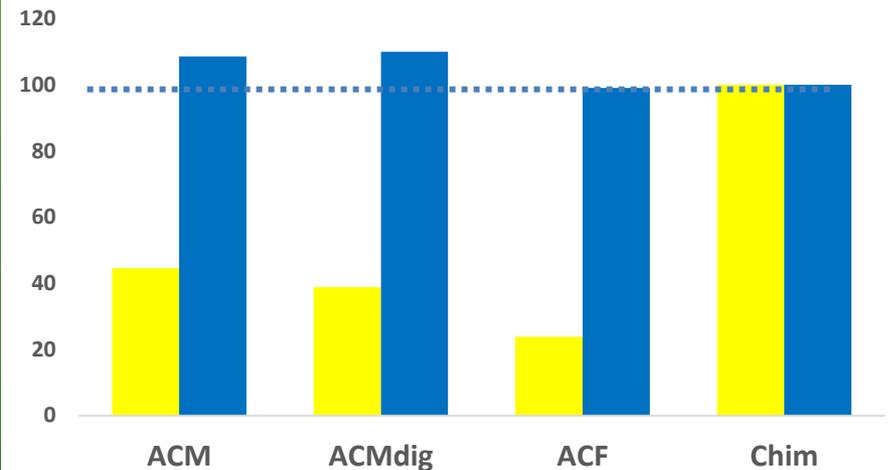
Efficienza d'uso dell'azoto

Efficienza agronomica relativa = $(N_{utilizzato_{comp}}/N_{distribuito_{comp}})/(N_{utilizzato_{chim}}/N_{distribuito_{chim}}) \cdot 100$

EAR (%) Anno 1 - Frumento



EAR (%) Anno 2 - Mais



Carbon Sink

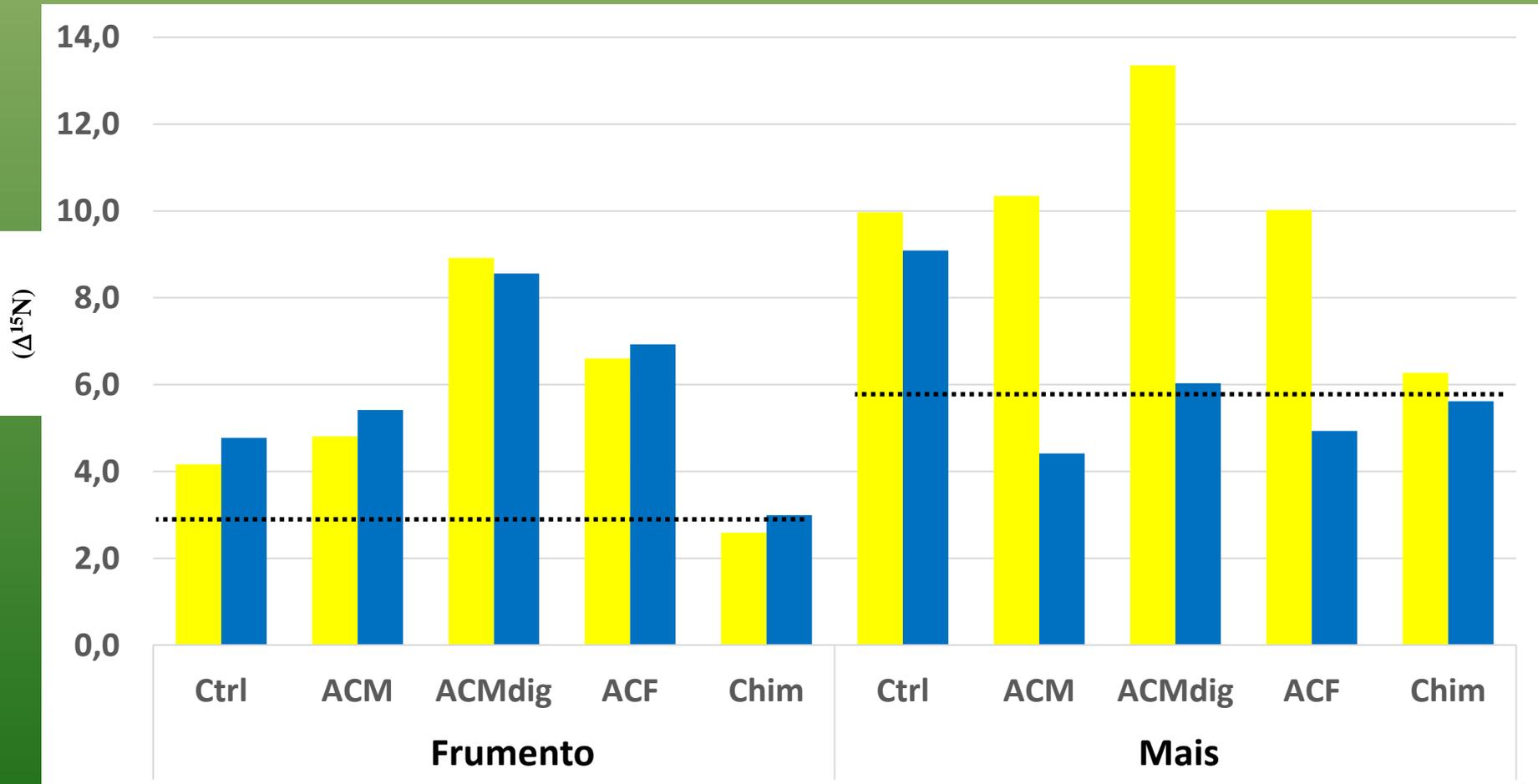
Nutrienti



Azoto nella pianta derivante da compost ($\Delta^{15}\text{N}$)

Carbon Sink

Nutrienti



Apporti di elementi in seguito alla applicazione dei vari trattamenti. Frumento (Anno 1)

Trattamento	N disponibile	P _{tot.}	P _{labile}	K _{tot}	S _{tot}	Mg _{tot}	Mn _{tot}
	(kg ha ⁻¹)						
Ctrl-NF	-	-	-	-	-	-	-
ACM	180	106	24	271	48	161	6,8
ACM _{dig}	180	180	56	272	88	168	7,8
ACF	180	124	40	244	67	222	5,8
Chim	180	138	138	-	-	-	-



Apporti di elementi in seguito alla applicazione dei vari trattamenti. Mais (Anno 2)

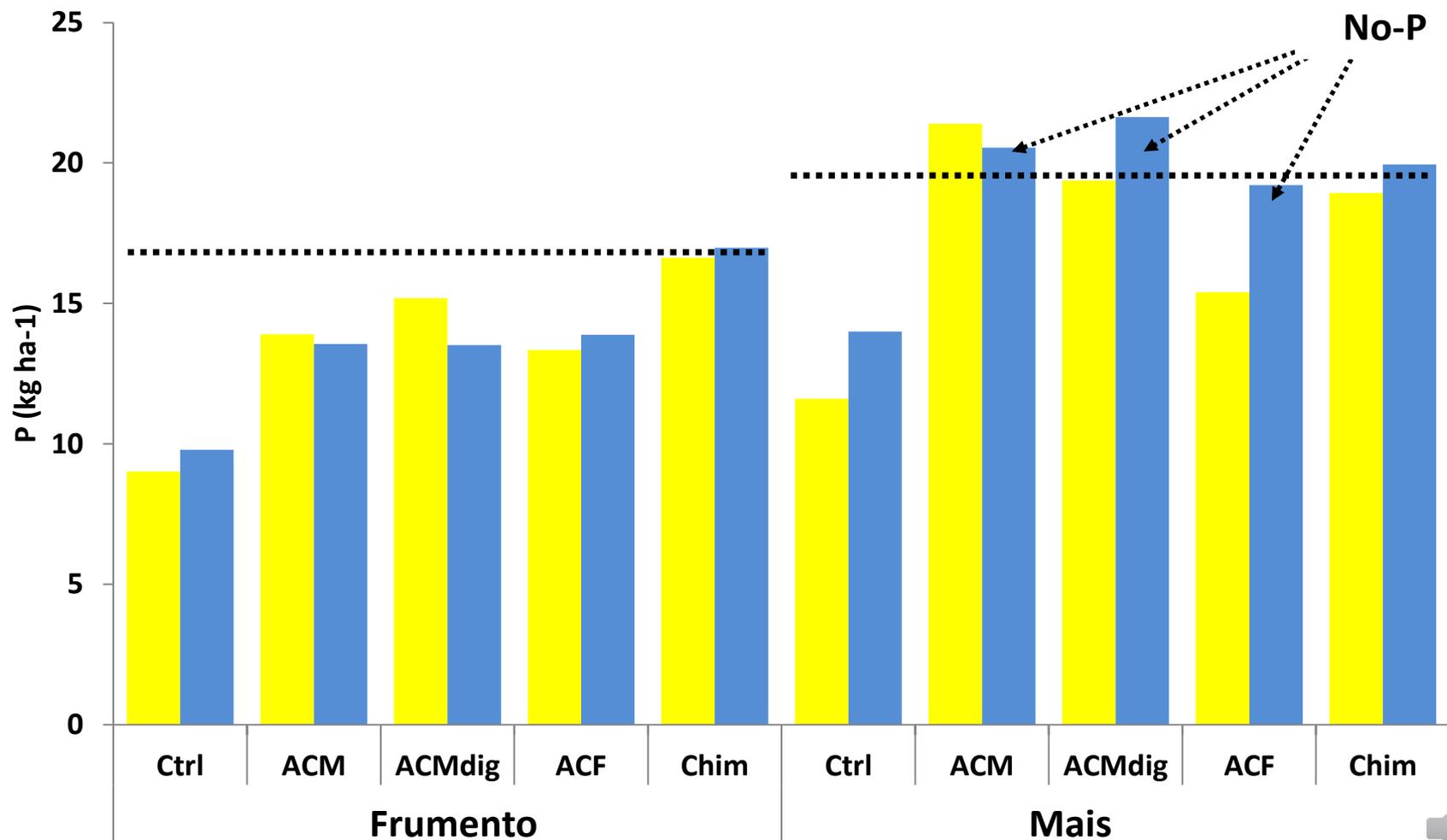
Prova	Trattamento	N	P _{tot.}	P _{labile}	K _{tot}	S _{tot}	Mg _{tot}	Mn _{tot}
		disponibile	(kg ha ⁻¹)					
Carbon Sink	Ctrl-NF	-	-	-	-	-	-	-
	ACM	280	103	22	407	89	201	7
	ACM _{dig}	280	225	52	352	123	181	11
	ACF	280	125	24	253	87	213	8
	Chim	280	138	138	90	36	-	-
Nutrienti	Ctrl-NF	-	-	-	-	-	-	-
	ACM	280	-	-	-	-	-	-
	ACM _{dig}	280	-	-	-	-	-	-
	ACF	280	-	-	-	-	-	-
	Chim	280	138	138	90	36	-	-



Asportazioni di Fosforo (P) in Frumento e Mais (kg ha⁻¹)

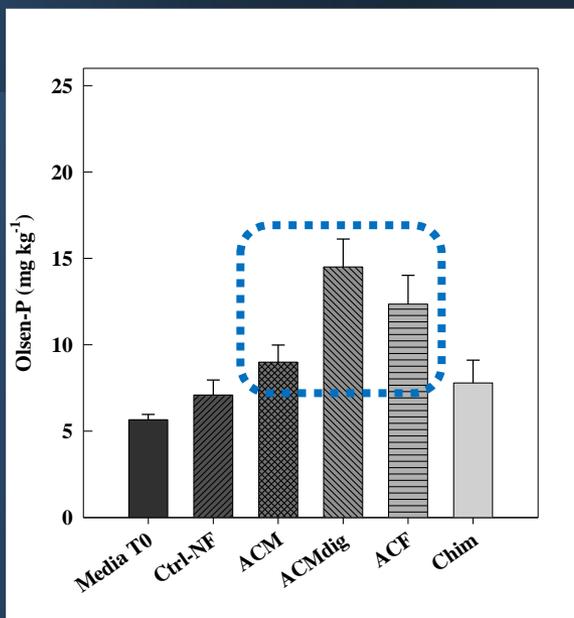
Carbon Sink

Nutrienti

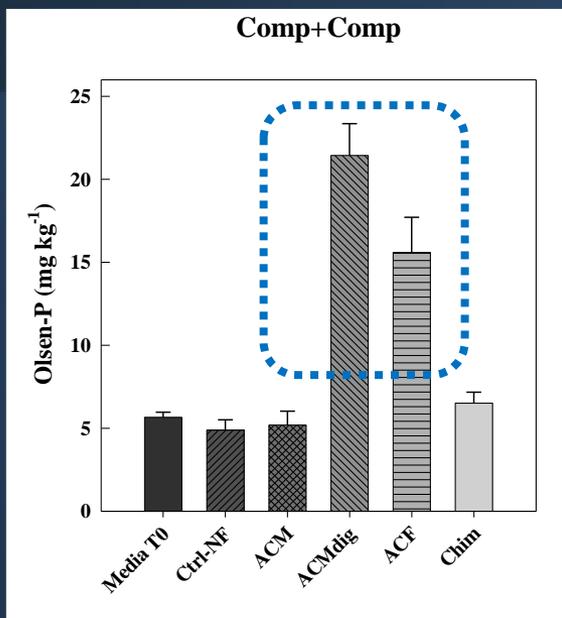


P disponibile (P-Olsen) e sue variazioni nel suolo vs. Ctrl NF

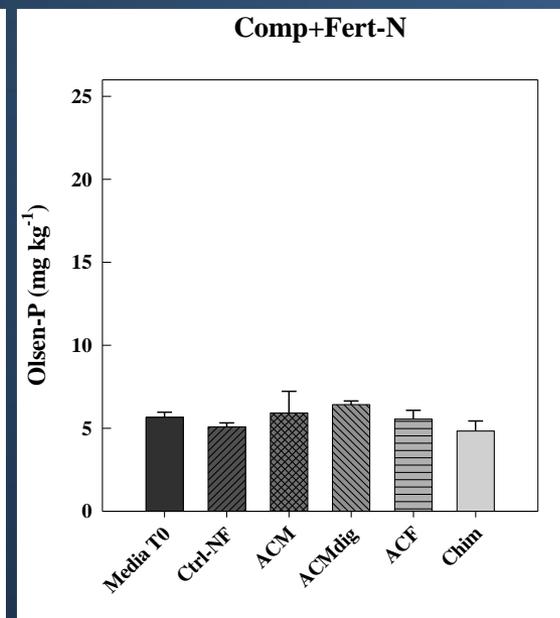
Anno 1 Frumento



Anno 2 Mais



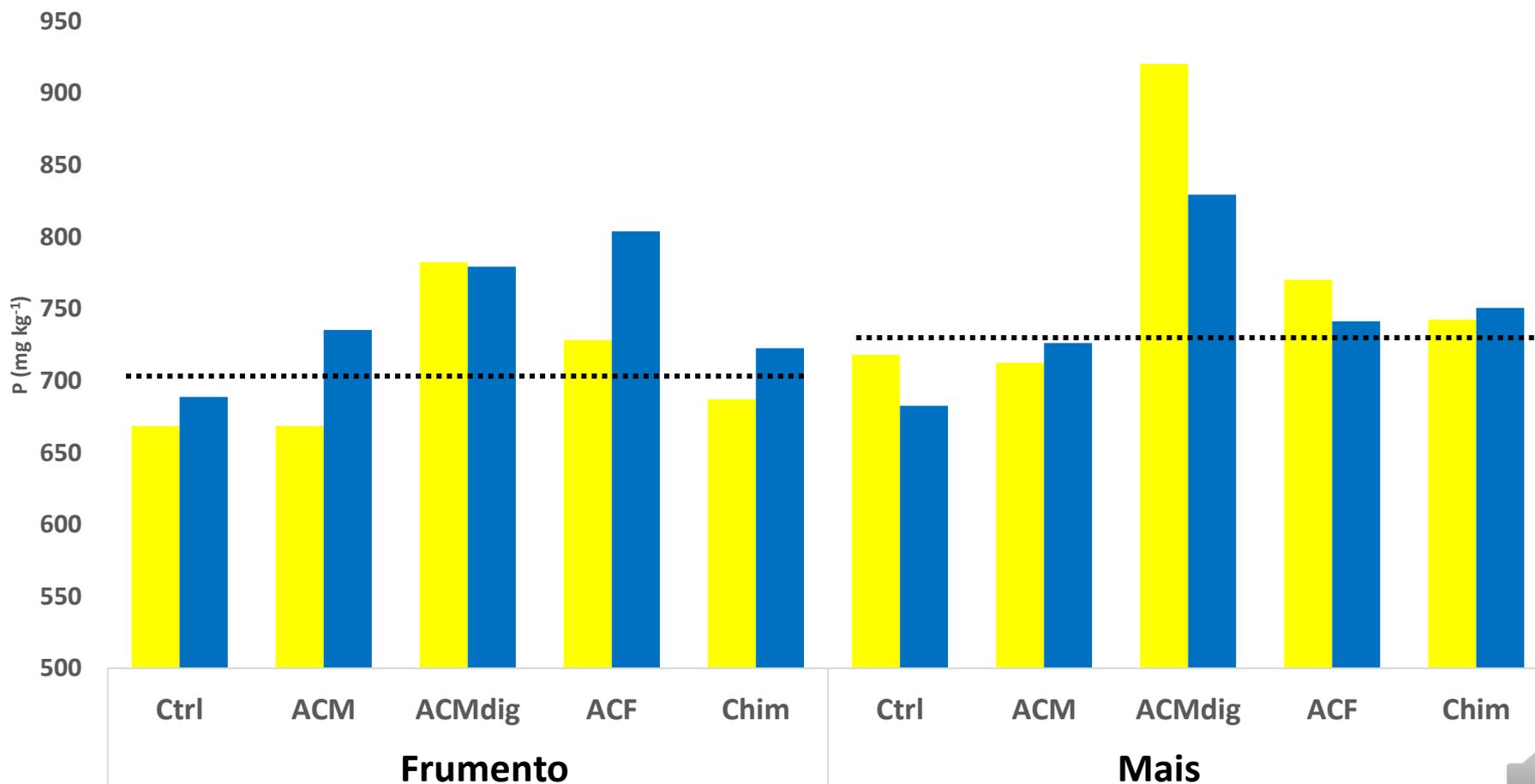
Anno 2 Mais



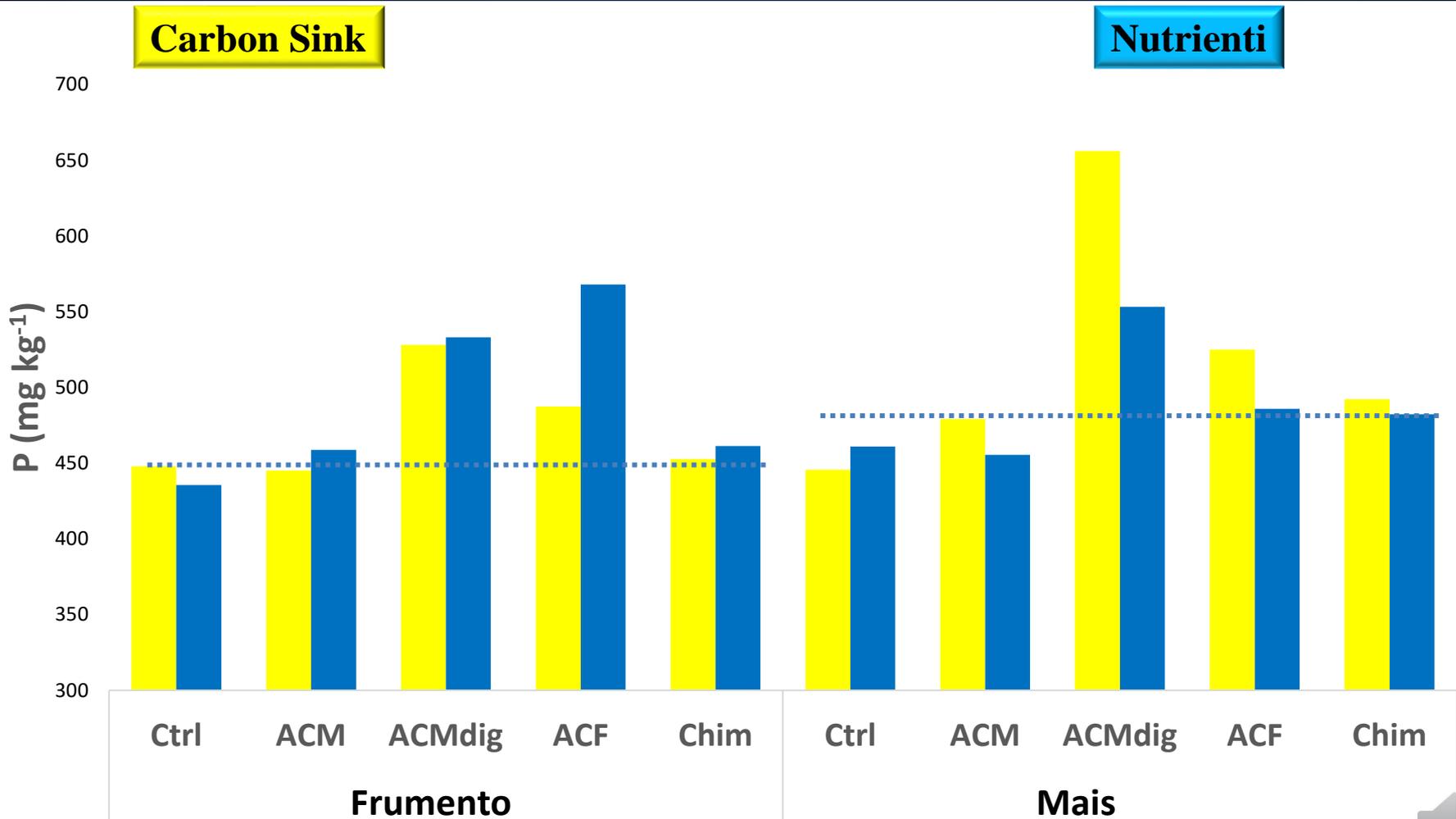
P totale e sue variazioni nel suolo

Carbon Sink

Nutrienti



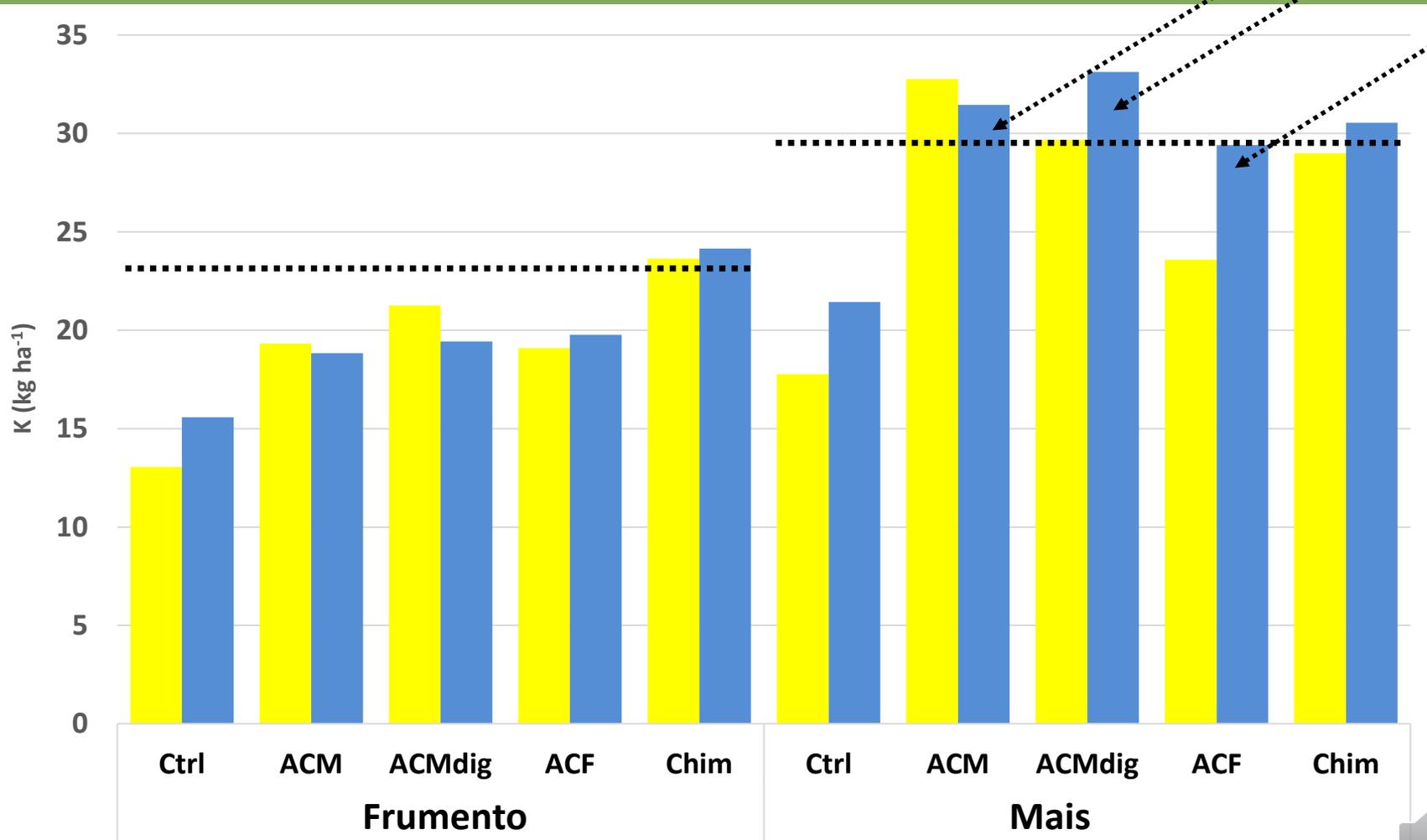
P inorganico e sue variazioni nel suolo



Asportazioni di Potassio (K) in Frumento e Mais (kg ha⁻¹)

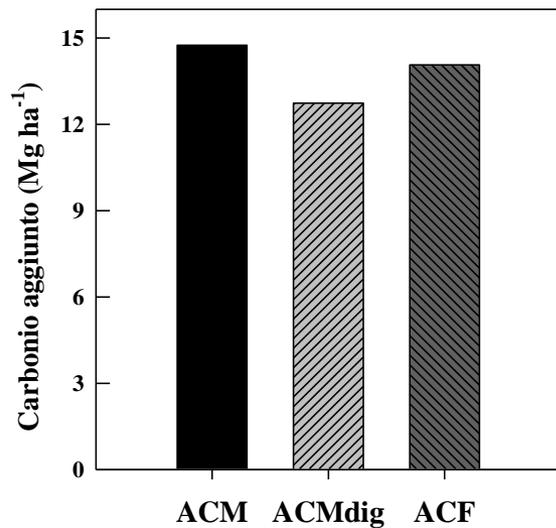
Carbon Sink

Nutrienti

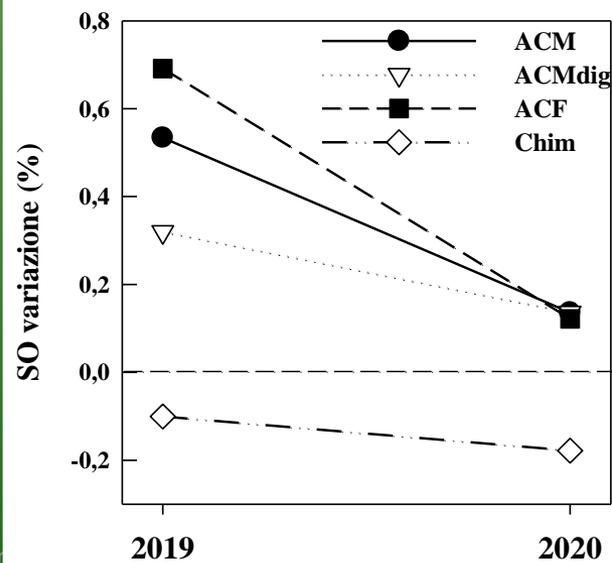
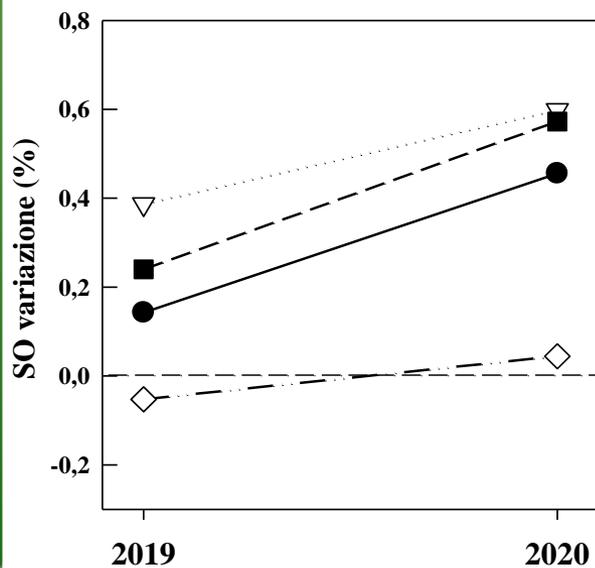
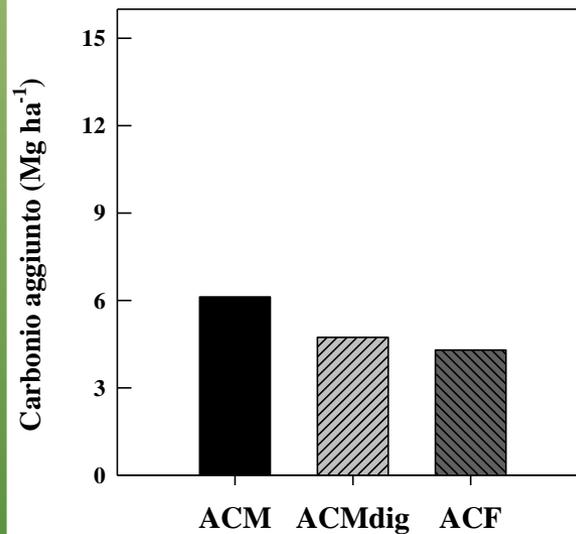


C organico distribuito e variazioni della SO nel suolo vs. Ctrl-NF

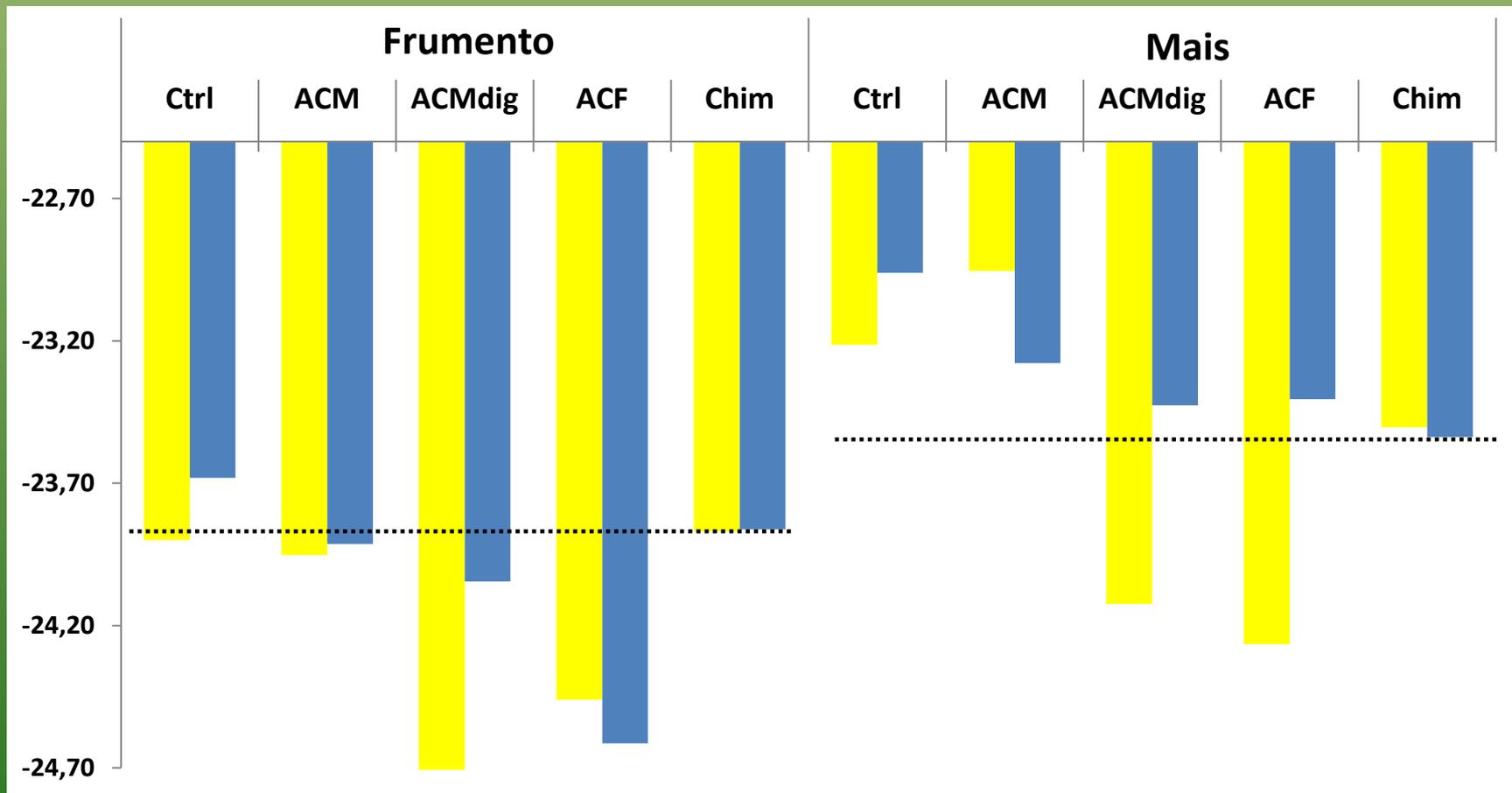
Compost+Compost



Compost+Fert-N



Carbonio organico del suolo derivante da compost ($\Delta^{13}\text{C}$)



Carbon Sink

Nutrienti



Conclusioni e prospettive

- In frumento tenero i diversi compost presentavano qualche deficit produttivo al primo anno di applicazione;
 - *Ciclo autunno-vernino non favorevole alla mineralizzazione della SO applicata.*
- In mais da granella (nel percorso Carbon Sink), i diversi compost presentavano produzioni anche superiori alla fertilizzazione aziendale;
 - *Solo ACF presentava qualche deficit (prodotto molto stabile).*
- In mais il percorso *Nutrienti* ha dimostrato produzioni superiori od in linea con quanto mostrato dalla fertilizzazione aziendale.



Conclusioni e prospettive

- **AZOTO:** al primo anno di applicazione i diversi compost presentavano Efficienza Agronomica Relativa (EAR) $\ll 40\%$
- **AZOTO:** al secondo anno nel percorso Carbon Sink rimane modesta l'EAR (25-45%);
 - *Il $\Delta^{15}\text{N}$ ci indica che la dotazione dell'annata precedente risulta fondamentale per la produzione.*
- **AZOTO:** l'EAR nella successione *Nutrienti* $\geq 100\%$ vs. Chimico:
 - *Il $\Delta^{15}\text{N}$ ci suggerisce che il compost è strategico per incrementare le efficienze d'uso del fertilizzante chimico.*



Conclusioni e prospettive

- **Fosforo:** al termine del primo ciclo di coltivazione l'utilizzo del P da parte di frumento era limitato dalla disponibilità di azoto.
- **Fosforo:** al termine del secondo ciclo di coltivazione la mineralizzazione dell'N ha favorito l'utilizzo del P in mais: in *Carbon Sink* era in linea alla fertilizzazione aziendale.
 - *Solo ACF presentava qualche deficit (scarsa disponibilità di N).*
- **Fosforo:** nel percorso *Nutrienti* tutti i compost presentavano un utilizzo del P \geq Fertilizzazione aziendale.
 - *Strategico per incrementare il P «mining».*



Conclusioni e prospettive

- **SOSTANZA ORGANICA:**

- Elevato potenziale di accumulo di SO nel suolo (CARBON SINK) nella applicazione consecutiva di compost;
 - *L'analisi del $\Delta^{13}\text{C}$ ci suggerisce che compost non stabili = Minore C*

- **SOSTANZA ORGANICA:**

- Discreta conservazione della SO anche nel percorso Nutrienti;
 - *L'analisi del $\Delta^{13}\text{C}$ evidenzia come applicazioni successive di Fertilizzante azotato in seguito a distribuzione di compost non perfettamente stabili induca una veloce mineralizzazione del C apportato.*



Grazie per la vostra attenzione

marco.grigatti@unibo.it

