

CHIUDERE IL CERCHIO: RIUSO DEI BIOSOLIDI SU SUOLI AGRICOLI

**AMMENDANTI COMPOSTATI (COMPOST)
DALL'UMIDO DEI RIFIUTI SOLIDI URBANI
E DA FANGHI DI DEPURAZIONE:
CARATTERISTICHE CHIMICHE E PROPRIETÀ AMMENDANTI**

Martina Mazzon, Paola Gioacchini, Daniela Montecchio,
Claudio Ciavatta, Claudio Marzadori

Alma Mater Studiorum – Università of Bologna

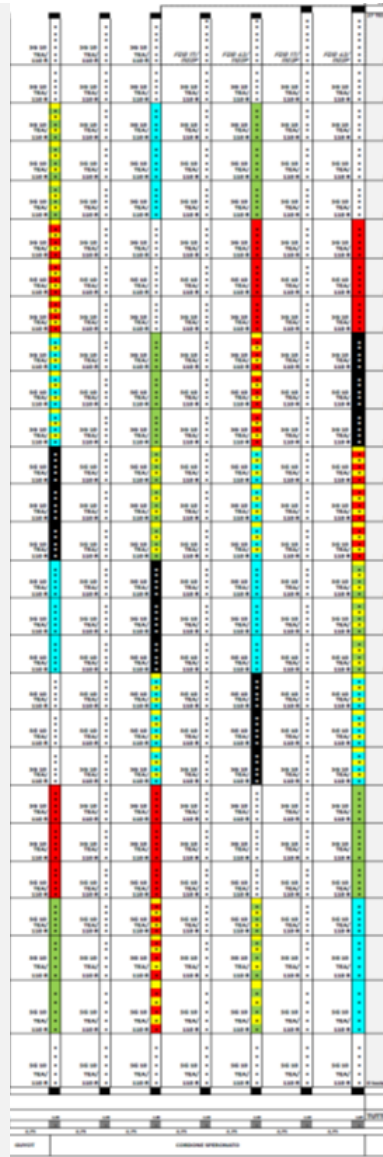
20 giugno 2023

Aula Magna Dip. Scienze e Tecnologie Agro-Alimentari



DIPARTIMENTO DI SCIENZE E TECNOLOGIE
AGRO-ALIMENTARI





Cv. Sangiovese (*Vitis vinifera* L.) innestata su I 10 Richter (*V. berlandieri* x *V. rupestris*)

LA SPERIMENTAZIONE



TRATTAMENTO	DOSE AZOTO (kg _N ha ⁻¹)
Controllo (CK)	-----
Minerale (MIN)	120
ACM basso (ACM 10)	120
ACM alto (ACM 20)	240
GDD basso (GDD 10)	120
GDD alto (GDD 20)	240
ACF basso (ACF 10)	120
ACF alto (ACF 20)	240



ACM = ammendante compostato misto
 ACF = ammendante compostato con fanghi
 GDD = gessi di defecazione da fanghi

MATRICI

ANALISI MATRICI - ACM

ANNO	Campionamenti					D.Lgs 75/2010
	2019	2020 ★	2021 ★	2022 ★	2023	
n. ICA	775/19	803/20	806/21	820/22	854/23	
Umidità (%)	22.7		26.8	11.2	40.2	Max 50%
Reazione (unità pH)	8.2	8.3	8.3	8.2	8.4	6 – 8.5
Conduc. elettrica (1:10 dS/m)	2.6	3.1	3.2	2.3	2.8	
C organico (C %ss)	28.2	27.7	28.4	28.1	28.2	Min. 20%
N totale (N %ss)	2.1	2.2	2.1	2.1	2.3	
Rapporto C/N	13.5	12.6	13.5	13.4	12.3	Max 25
P totale (P ₂ O ₅ %)	1.07	1.36	0.59	1.01	1.03	
K totale (K ₂ O %)	1.30	1.99	1.02	1.27	2.49	
S totale (SO ₃ %)	0.48	0.71	0.34	0.50	0.47	
Ca totale (CaO %)	6.95	11.0	6.7	7.95	6.62	
Mg totale (MgO %)	0.82	0.70	0.53	0.82	0.64	
Na totale (Na ₂ O %)	0.86	0.88	0.79	0.61	1.08	

ANALISI MATRICI - ACF

Campionamenti

ANNO	2019	2020	2021	2022	2023	D.Lgs 75/2010
	n. ICA	776/19	804/20	807/21	821/22	
Umidità (%)	35.2	61.4	50.0	56.3	Max 50%	
Reazione (unità pH)	8.1	7.9	7.1	7.2	7.1	6 – 8.5
Conduc. elettrica (1:10 dS/m)	1.8	2.2	2.1	1.2	1.8	
C organico (C %ss)	25.1	23.5	25.1	25.9	23.6	Min. 20%
N totale (N %ss)	2.6	1.9	2.7	2.4	1.8	
Rapporto C/N	9.6	12.4	9.3	10.8	13.1	Max 25
P totale (P ₂ O ₅ %)	1.07	2.06	0.65	1.29	0.96	
K totale (K ₂ O %)	0.86	0.87	0.62	0.57	0.94	
S totale (SO ₃ %)	0.93	1.35	0.81	0.91	1.14	
Ca totale (CaO %)	5.16	9.0	4.9	6.7	6.7	
Mg totale (MgO %)	0.79	0.90	0.41	0.84	0.26	
Na totale (Na ₂ O %)	0.20	0.50	0.54	0.10	0.13	

ANALISI MATRICI - GDD

Campionamenti

ANNO	Campionamenti				
	2019	2020 ★	2021 ★	2022 ★	2023
n. ICA	778/19	805/20	808/21	821/22	856/23
Umidità (%)	66.0		62.5	50.0	56.4
Reazione (unità pH)	7.3	8.3	8.3	8.2	8.5
Conduc. elettrica (l:10 dS/m)	2.7	2.4	2.5	3.9	2.9
C organico (C %ss)	15.5	20.2	18.4	25.9	16.8
N totale (N %ss)	2.2	2.4	2.2	2.4	2.0
Rapporto C/N	7.2	8.4	8.3	10.8	8.4
P totale (P ₂ O ₅ %)	1.92	3.02	1.35	1.56	1.44
K totale (K ₂ O %)	0.25	0.20	0.33	0.23	0.37
S totale (SO ₃ %)	10.16	9.1	6.0	12.6	4.87
Ca totale (CaO %)	10.8	26	13.8	12.2	9.4
Mg totale (MgO %)	0.72	0.40	0.38	0.50	1.52
Na totale (Na ₂ O %)	0.19	0.10	0.54	0.18	0.23

CONTAMINANTI

ANALISI MATRICI & SUOLI – METALLI TOTALI

ELEMENTI NUTRITIVI

(mg kg ⁻¹)		Fe	Mn	Cu	Zn	Co	Mo	Cd	Cr	Cr(VI)	Hg	Ni	Pb
MATRICE (media 5 anni)	ACM	5863	290	73.1	128	4.68	1.22	0.33	34.2	nd	nd	16.1	22.2
	ACF	7087	384	85.0	123	2.56	2.12	0.24	51.5	nd	nd	23.9	26.8
	GDD	7686	187	119	206	2.05	2.36	0.32	37.0	nd	nd	13.9	12.6
¶ D.Lgs. 75/2010		–	–	230	500	–	–	1.5	–	0.5	1.5	100	140
SUOLO (media dosi)	CK	31825	1232	51.3	107 ^b	18.8	1.10 ^b	0.21	84.8		0.57	65.5	50.6
	ACM	32813	1288	55.2	143 ^a	19.3	1.19 ^b	0.30	89.4		0.43	67.4	48.0
	ACF	33388	1188	54.9	140 ^a	18.5	1.19 ^b	0.23	88.6		0.43	68.4	48.9
	GDD	32613	1292	61.0	143 ^a	19.2	1.53 ^a	0.24	91.4		0.44	66.8	52.3
Significatività		ns	ns	ns	**	ns	***	ns	ns		ns	ns	ns
§ D.M. 46/2019		–	–	200	300	30	–	5	150	–	1	120	100

¶ Valori soglia D.Lgs. 75 del 2010 – Matrici organiche

§ Valori soglia D.M. 46 del 2019 (All 2 CSC area agricole) – Suolo

verificare il
biodisponibile!

ANALISI MATRICI & SUOLI - ORGANICI

SUOLO
AGRICOLO

Parametro	MATRICE			SUOLO			[§] D.M. 46/2019
	ACM	ACF	GDD	ACM	ACF	GDD	
ORGANICI AROMATICI (mg kg _{ss} ⁻¹)	<0.005	0.007	0.022				
IPA (mg kg _{ss} ⁻¹)	0.23	0.05	0.04	< 0.01	< 0.01	< 0.01	0.1 - 5
FENOLI CLORURATI (mg kg _{ss} ⁻¹)	<0.01	<0.01	<0.01				
IDROCARBURI C10-C40 (mg kg _{ss} ⁻¹)	490	540	1670	< 5	< 5	< 5	50
PCDD-PCDF (ng I-TEQ kg _{ss} ⁻¹)	0.20	1.30	0.90	0.20	0.20	0.30	6 [¶]
FITOFARMACI (mg kg _{ss} ⁻¹)				< 0.001	< 0.001	< 0.001	0.1
PCB (mg kg _{ss} ⁻¹)				< 0.006	< 0.006	< 0.006	0.02

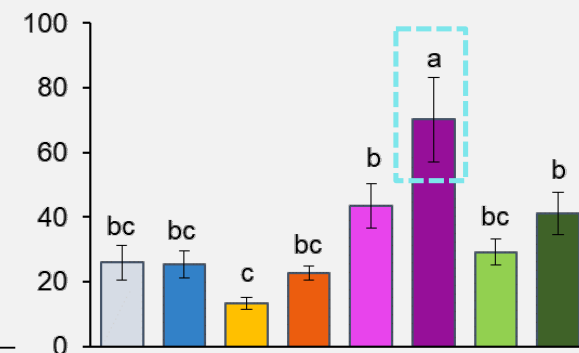
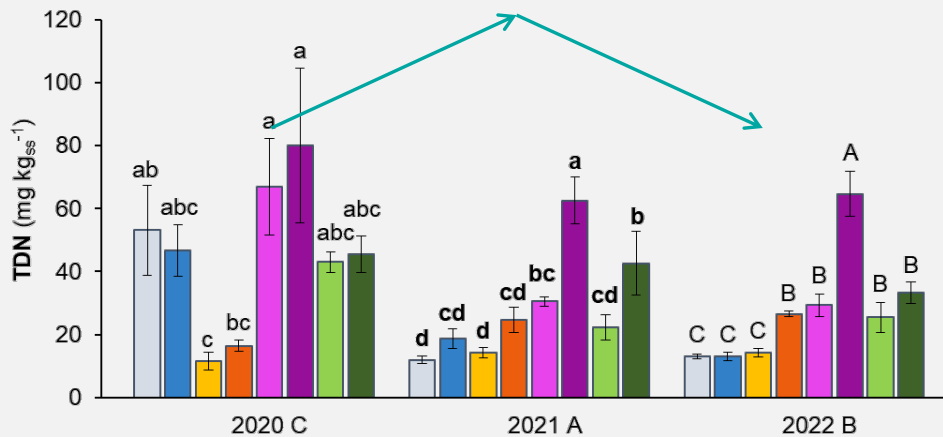
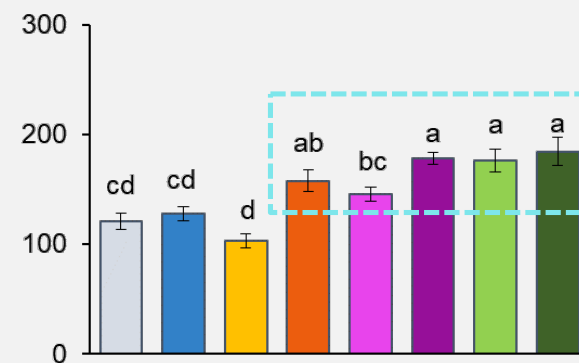
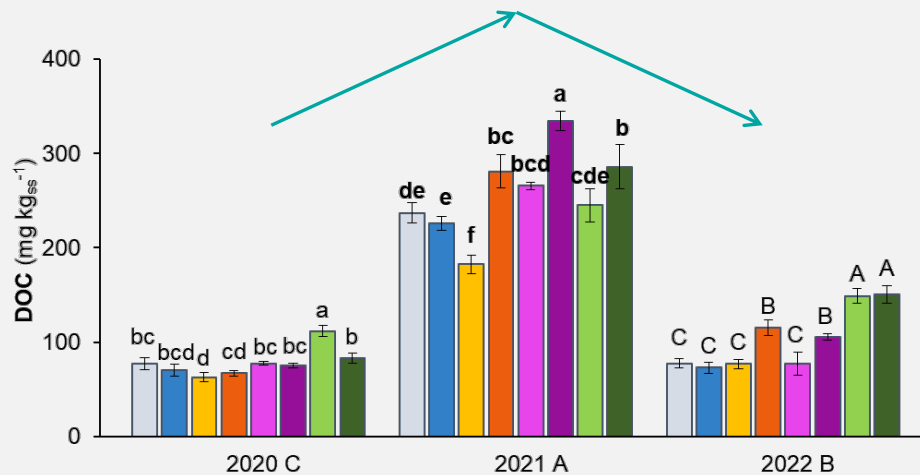
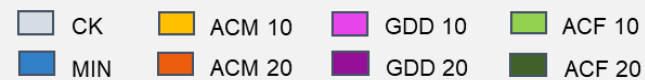
[§] Valori soglia D.M. 46 del 2019 (All 2 CSC area agricole) – Suolo

[¶] espresso in WHO-TEQ

RISULTATI PROVE DI CAMPO

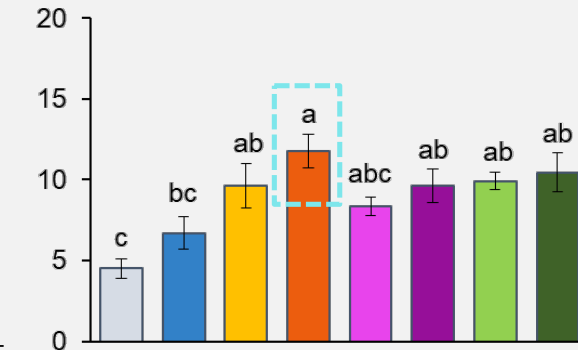
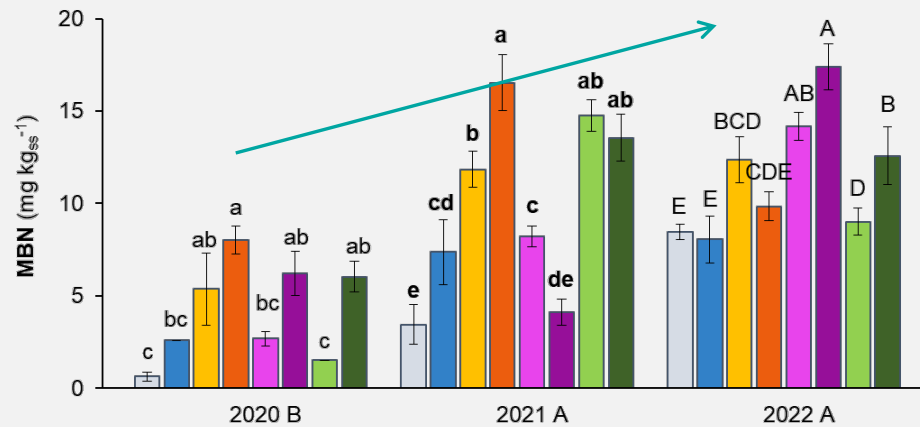
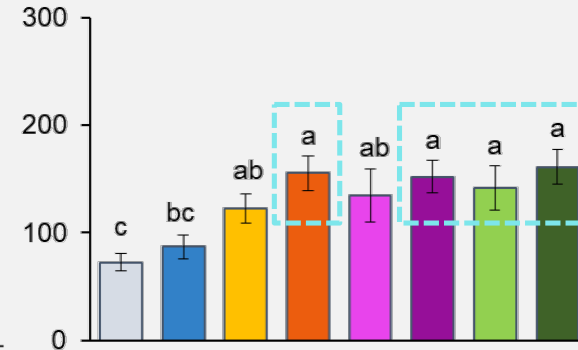
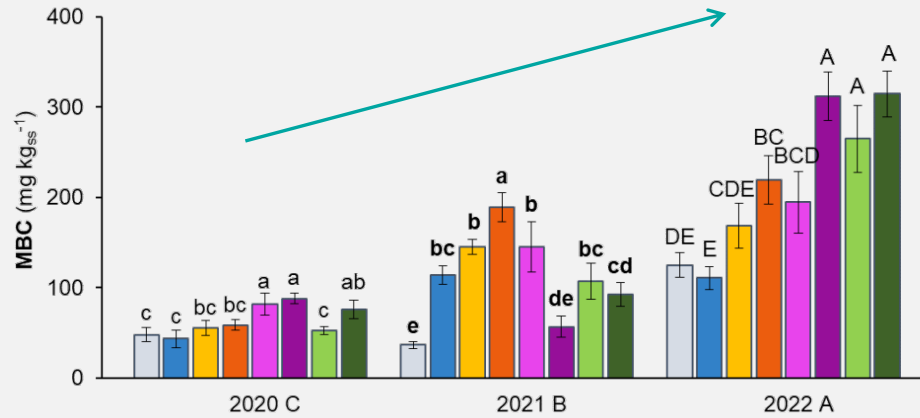
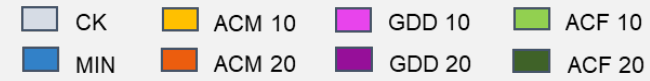
CARBONIO & AZOTO ESTRAIBILI

Trattamenti



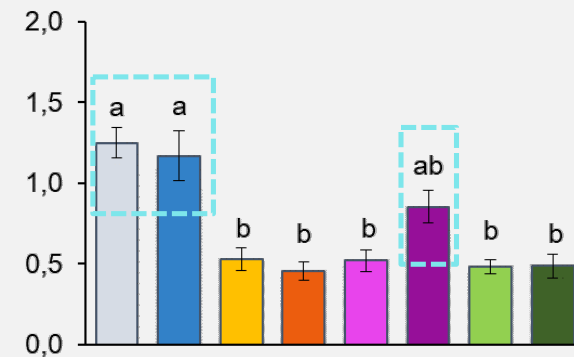
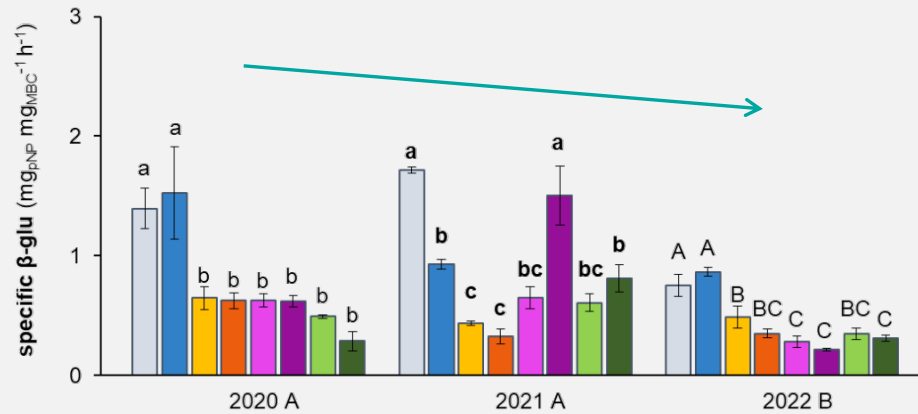
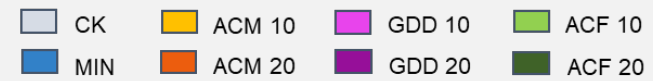
CARBONIO & AZOTO MICROBICI

Trattamenti



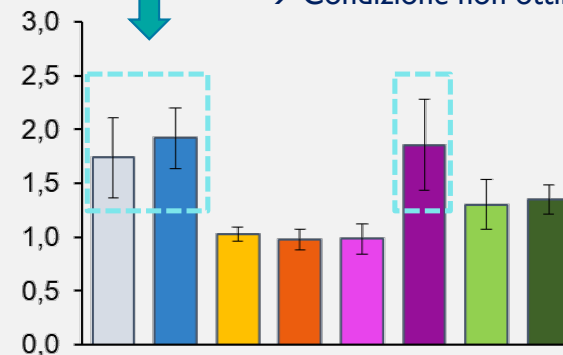
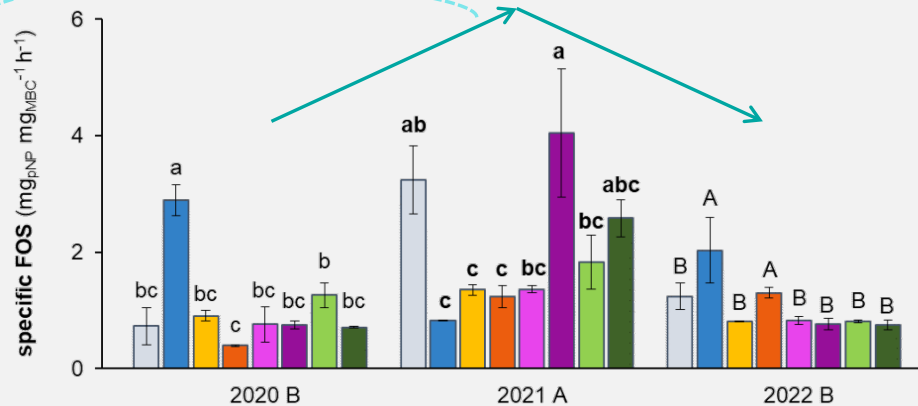
ATTIVITÀ ENZIMATICHE SPECIFICHE

Trattamenti



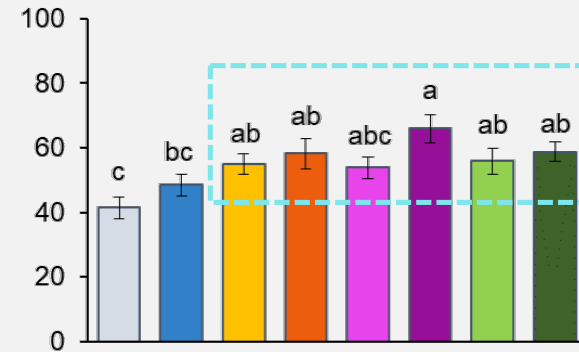
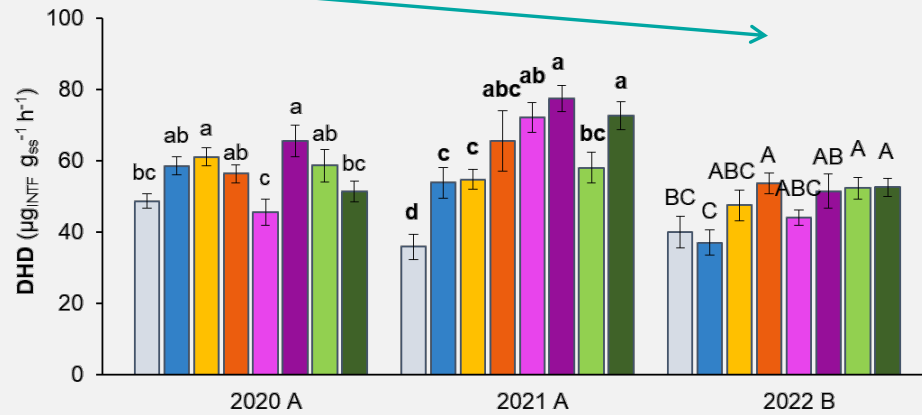
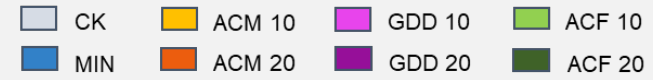
< biomassa +
> attività enzimatica
→ Condizione non ottimale

Trend simile a quello di DOC e TDN → attività per recupero P

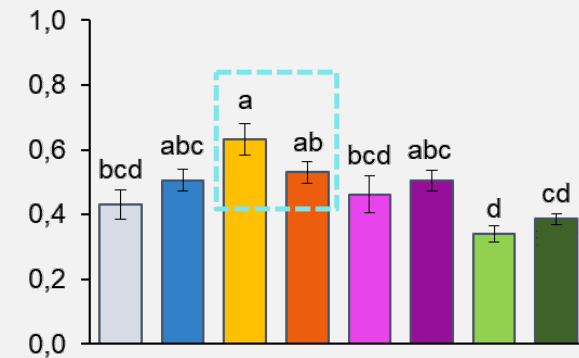
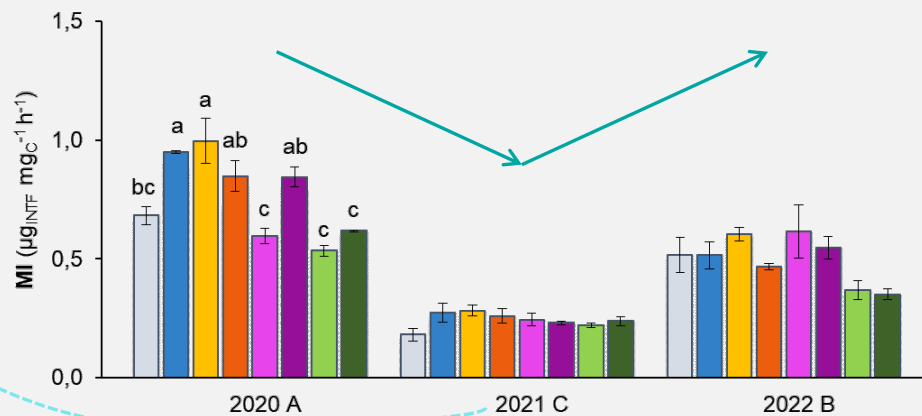


ALTRI INDICATORI SEMPLICI

Trattamenti

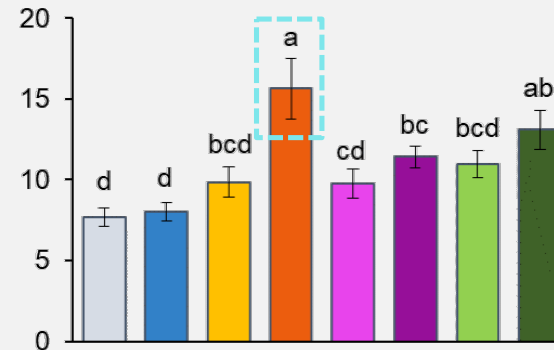
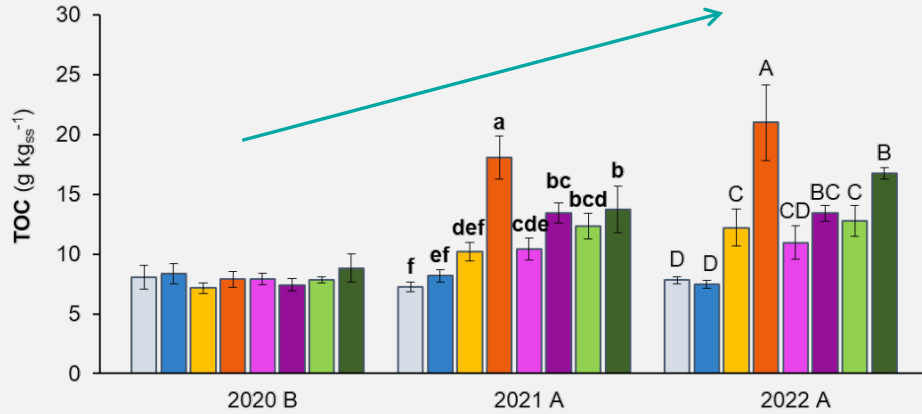
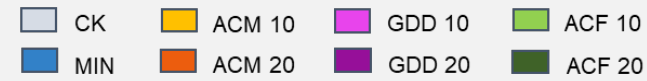


Maggiore stress metabolico

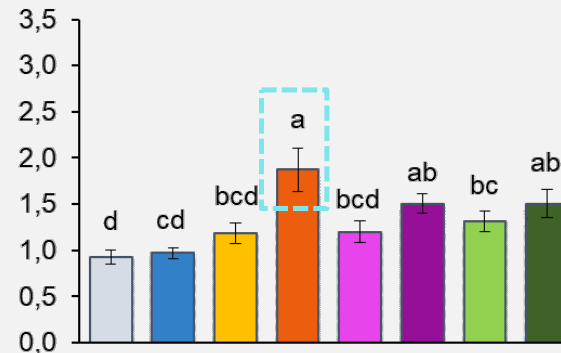
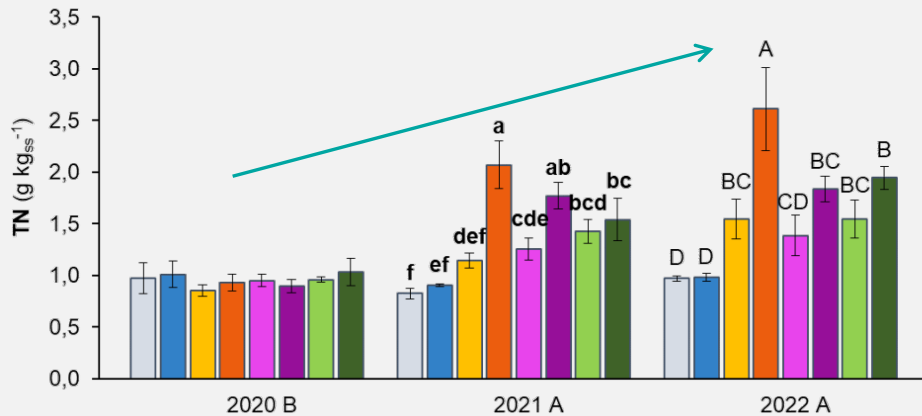


CARBONIO & AZOTO TOTALI

Trattamenti

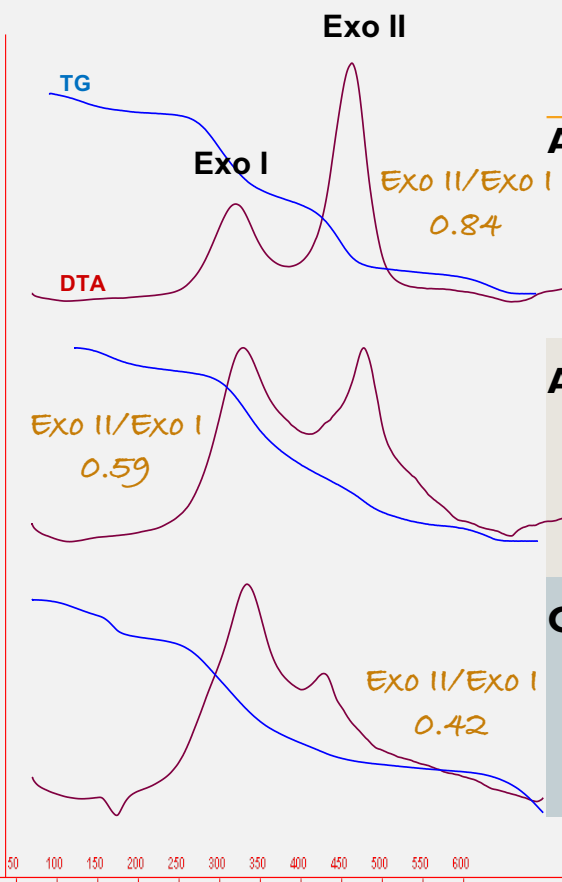


Anno	C/N
2020	8.36 a
2021	8.60 a
2022	7.99 b



Trattamento	C/N
CK	8.38 ab
MIN	8.33 ab
ACM 10	8.39 a
ACM 20	8.43 a
GDD 10	8.18 ab
GDD 20	7.73 b
ACF 10	8.38 ab
ACF 20	8.71 a

CARBONIO ADDIZIONATO IN OGNI TRATTAMENTO



	Coeff. di mineral.	Anno					C aggiunto in 5 anni (t ha ⁻¹)
		2019	2020	2021	2022	2023	
ACM Dose di N (kg ha ⁻¹)							
						12.3	
						4.90	26.1
						9.81	52.2
ACF Dose di N (kg ha ⁻¹)							
						13.1	
						3.93	16.6
						7.87	33.1
GDD Dose di N (kg ha ⁻¹ yr ⁻¹)							
	C/N						
120		7.19	8.4	8.3	10.8	8.4	
240		1.44	1.68	1.66	2.16	1.68	
		4.31	3.36	3.32	4.32	3.36	
		0.6					8.6
							18.7

Determinazione dello stock di C nel suolo!!



CONSIDERAZIONI FINALI

ANALISI MATRICI

Parametri tendenzialmente stabili nel tempo. Valori di metalli totali e contaminanti organici entro i limiti di legge

ANALISI SUOLO

Variabilità tra gli anni in quasi tutti i parametri

- ❖ GDD maggiore contenuto di C ed N estraibili → minore stabilità della matrice?
- ❖ ACM maggiore capacità di accumulare C organico nel suolo

L'apporto di ACM e ACF

- ✓ Favorisce la biomassa microbica
 - determina una riduzione delle attività enzimatiche specifiche → minore attività per unità di biomassa = minore stress microbico per il recupero di nutrienti
- ✓ ACM → migliore indice metabolico (MI) = migliore efficienza metabolica nell'uso del C
- ✓ Incremento di TOC e TN



Always be a
WORK
IN PROGRESS

Martina Mazzon

Alma Mater Studiorum – Università di Bologna

martina.mazzon2@unibo.it

Un ringraziamento a: Prof. Moreno Toselli, Prof.ssa Elena Baldi