RISULTATI SPERIMENTALI DI CAMPO E LABORATORIO RELATIVI ALL'APPLICAZIONE SU COLTURE ESTENSIVE DI AMMENDANTI E CORRETTIVI A BASE ORGANICA

MARCO GRIGATTI, GIAMPAOLO NITTI, CLAUDIO CIAVATTA, CLAUDIO MARZADORI

ALMA MATER STUDIORUM - UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

DIPARTIMENTO DI SCIENZE E TECNOLOGIE AGROALIMENTARI (DISTAL)

Framework

- ✓ ESISTE UN RINNOVATO INTERESSE NEL RECUPERO DEI RIFIUTI ORGANICI DA IMPIEGARE IN AGRICOLTURA
- ✓ ATTENZIONE ALLA CHIUSURA DEL CICLO PER I MATERIALI ORGANICI:
- ✓ FOCUS:
  - ➢ POTENZIALE SOSTITUZIONE FERTILIZZANTI MINERALI
  - ➢ CONSERVAZIONE/INCREMENTO DEL CARBONIO ORGANICO (*SOSTANZA ORGANICA*)

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-limosa (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 cmolc 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).

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

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)	**(mg kg^{-1})**	**5,2**
Capacità di scambio cationico (CSC)	($cmol_c$ kg^{-1})	22,2

Prodotti testati

- Ammendante compostato misto (*ACM*)
- Ammendante compostato da fanghi agroalimentari (*ACF_a*)
- Gesso di defecazione da fanghi - Biosolfato (*GDD_std*)
- Gesso di defecazione da fanghi - Granfondo (*GDD_new*)

Principali caratteristiche dei prodotti

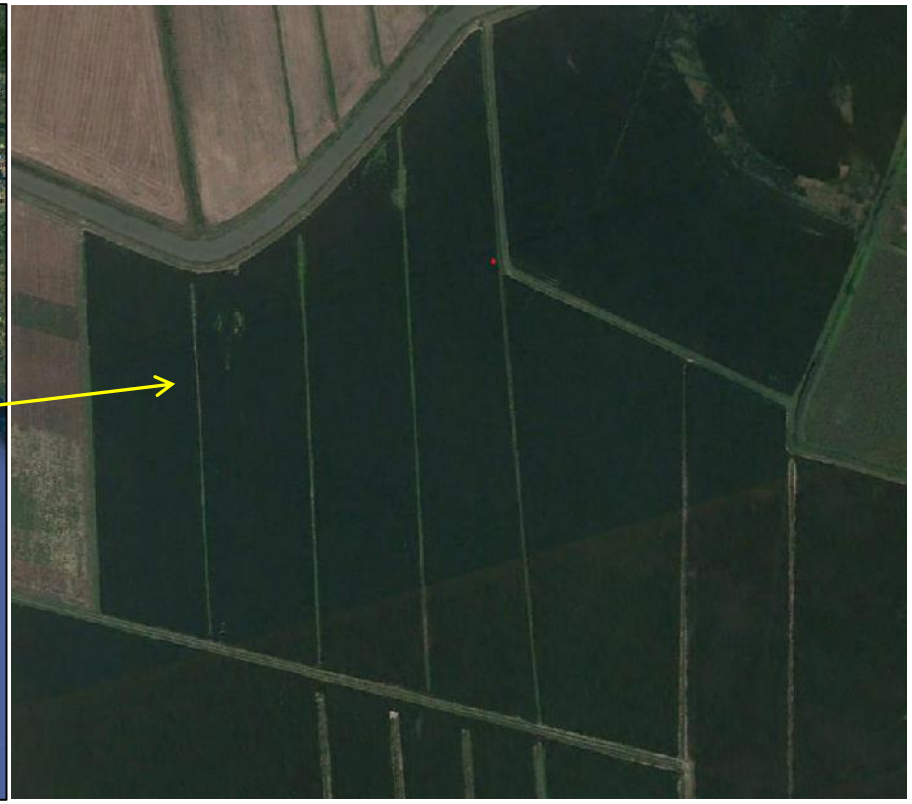
Prodotto	Umidità (%)	C_{org} (%)ss	N (%)ss	P_2O_5 (%)	K_2O (%)	SO_3 (%)	CaO (%)
ACM	29	23,0	2,3	1,6	1,8	-	-
ACF	40	31,6	2,6	2,0	1,4	-	-
GDDF_STD (Biosolfato)	74	15,0	0,8	2,2	0,3	*17,8*	*21,4*
GDDF_NEW (Granfondo)	50	18,1	1,5	1,1	0,7	*15,2*	*20,3*

Principali caratteristiche dei prodotti

Prodotto	*Pb*	*Cd*	*Ni*	*Zn*	*Cu*	*Hg*	*Cr VI*
	(mg kg^{-1})						
ACM	20	0,28	20	178	140	0,12	<0,1
ACF	14	0,32	23	167	75	0,16	<0,1
GDDF_STD (Biosolfato)	23	<0.5	35	318	38	<0,5	<0,5
GDDF_NEW (Granfondo)	12	<0.5	21	206	105	<0,5	<0,5
Limiti (D.lgs 75/2010)	*140*	*1,5*	*100*	*500*	*230*	*1,5*	*0,5*

Localizzazione prove agronomiche

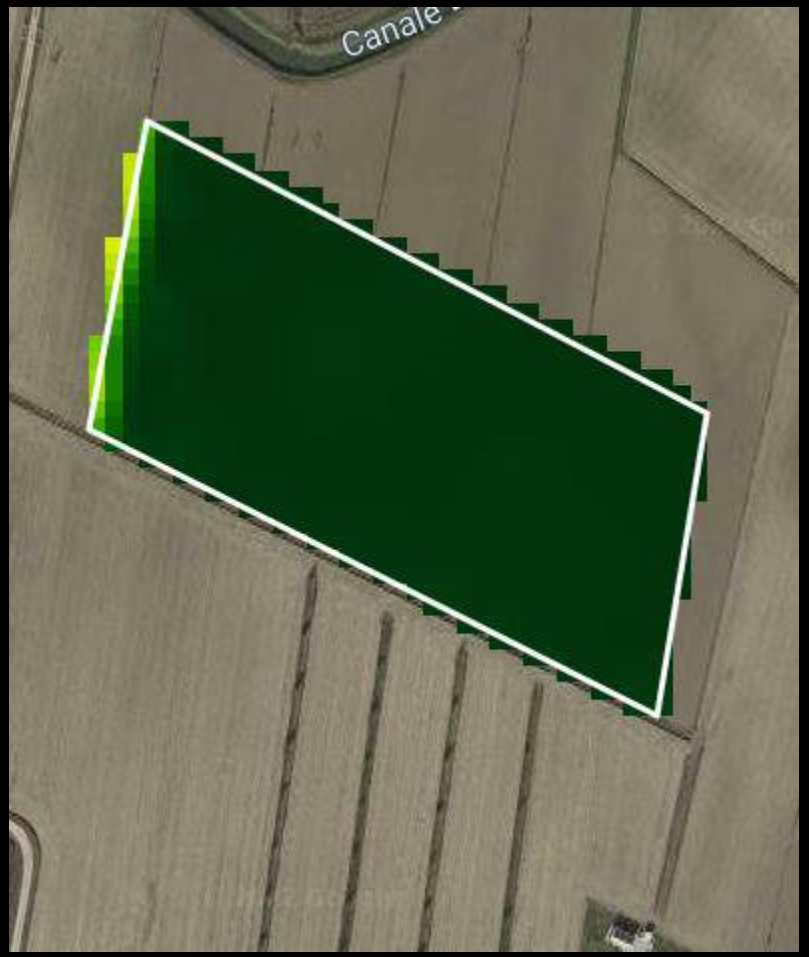
Azienda Sperimentale - Fondazione per l'agricoltura F.lli Navarra (Ferrara)



Precessione: SOIA di primo raccolto

NDVI 11 Settembre 2018

NDVI 21 Settembre 2018



Prove agronomiche
Impostazione sperimentale

Anno	*Percorso agronomico*		Coltura
	Organico	*Misto*	
1	Organico	Organico + Fert-N	Frumento tenero
2	Organico	Organico + Fert-N	Mais da granella irriguo
3	Organico	Organico + Fert-N	Mais da granella irriguo

Prove agronomiche
Confronto: N-disponibile

Anno	*Percorso agronomico*		Coltura
	Organico	*Misto*	
1	**Organico*** *(180 kg N ha^{-1})*	**Organico + Fert-N**** *(90 + 90 kg N ha^{-1})*	**Frumento tenero**
2	**Organico** *(280 kg N ha^{-1})*	**Organico + Fert-N** *(140 + 140 kg N ha^{-1})*	**Mais da granella irriguo**
3	**Organico** *(280 kg N ha^{-1})*	**Organico + Fert-N** *(140 + 140 kg N ha^{-1})*	**Mais da granella irriguo**

***40% come da MAS (massima applicazione standard in zone vulnerabili da nitrati), secondo il Regolamento 3/2017 della Regione Emilia Romagna (40%);**
****100% come da MAS; limite N disponibile come da MAS per frumento tenero: 180 kg ha^{-1}.**

Prove agronomiche
Tesi a confronto

Ammendante compostato misto (*ACM*)

Ammendante compostato da fanghi agroalimentari (ACF_a)

Gesso di defecazione da fanghi - Biosolfato (*GDD_std*)

Gesso di defecazione da fanghi - Granfondo (*GDD_new*)

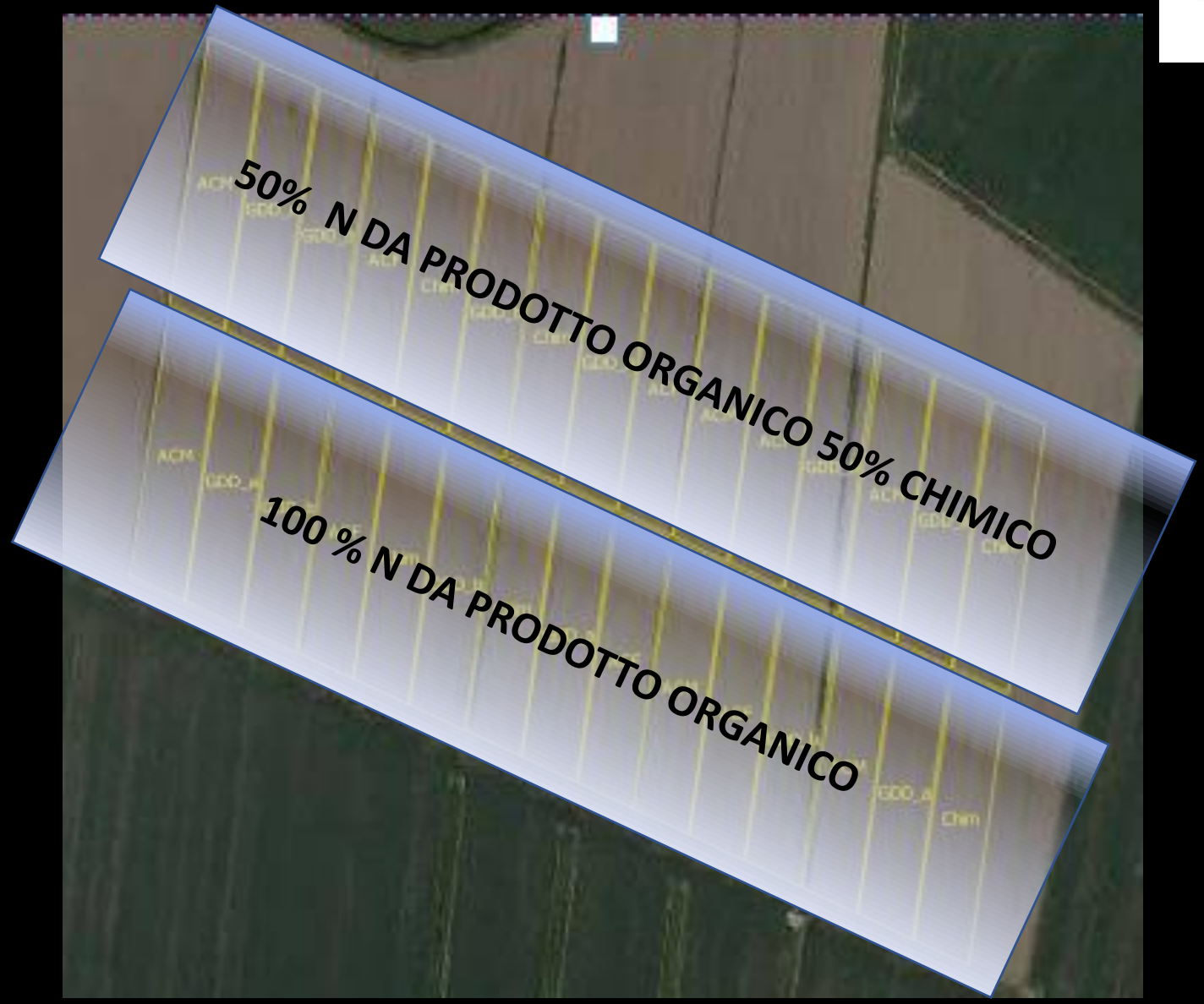
Fertilizzazione chimica aziendale N-P (*Chim*)

Prove agronomiche - Impostazione sperimentale

- **Blocchi randomizzati;**
- **3 repliche;**
- **30 Parcelle (75 × 16)**

= 1200 m^2

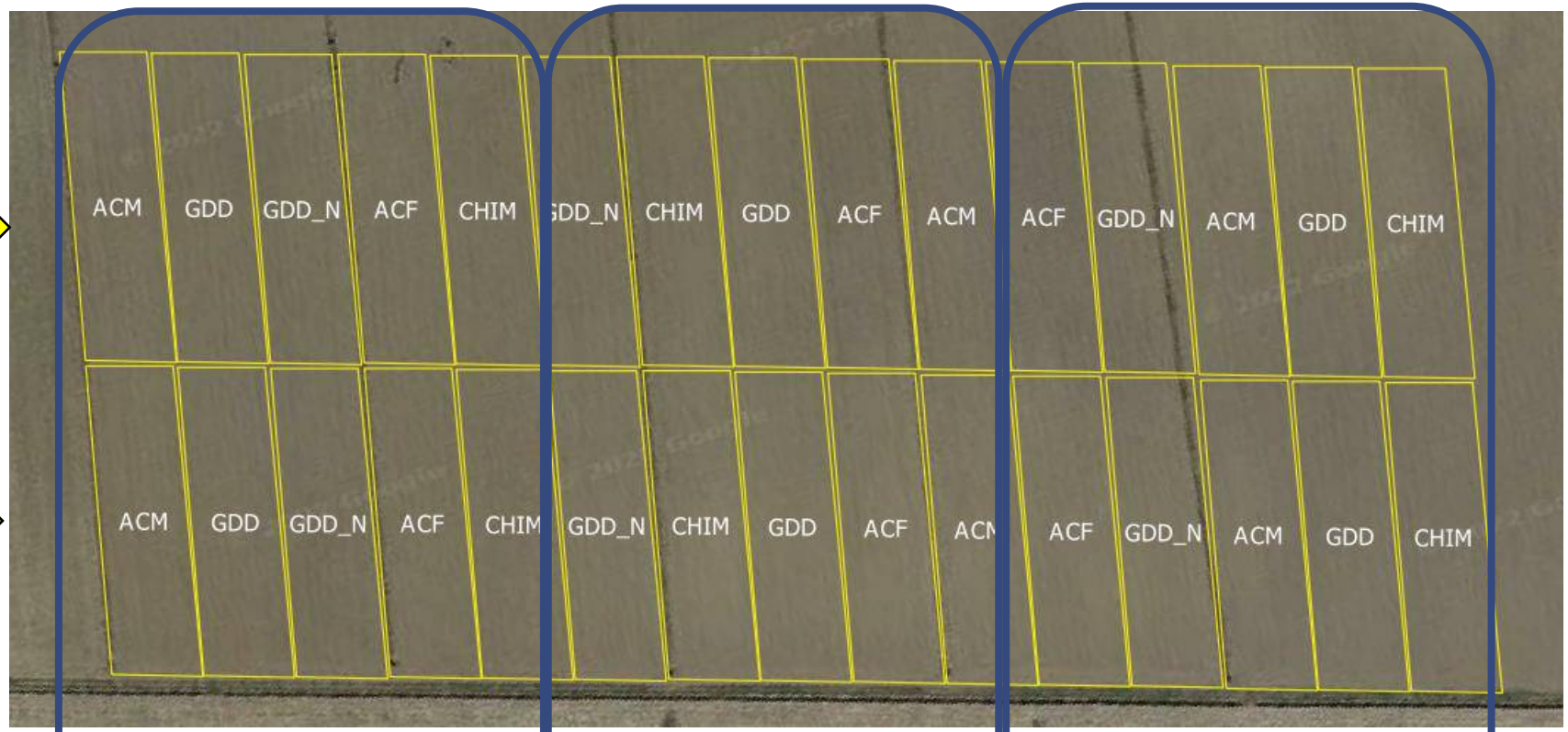
- **Totale = 3,6 ha**



Prove agronomiche
Impostazione sperimentale

50% N DA PRODOTTO ORGANICO + 50% CHIMICO

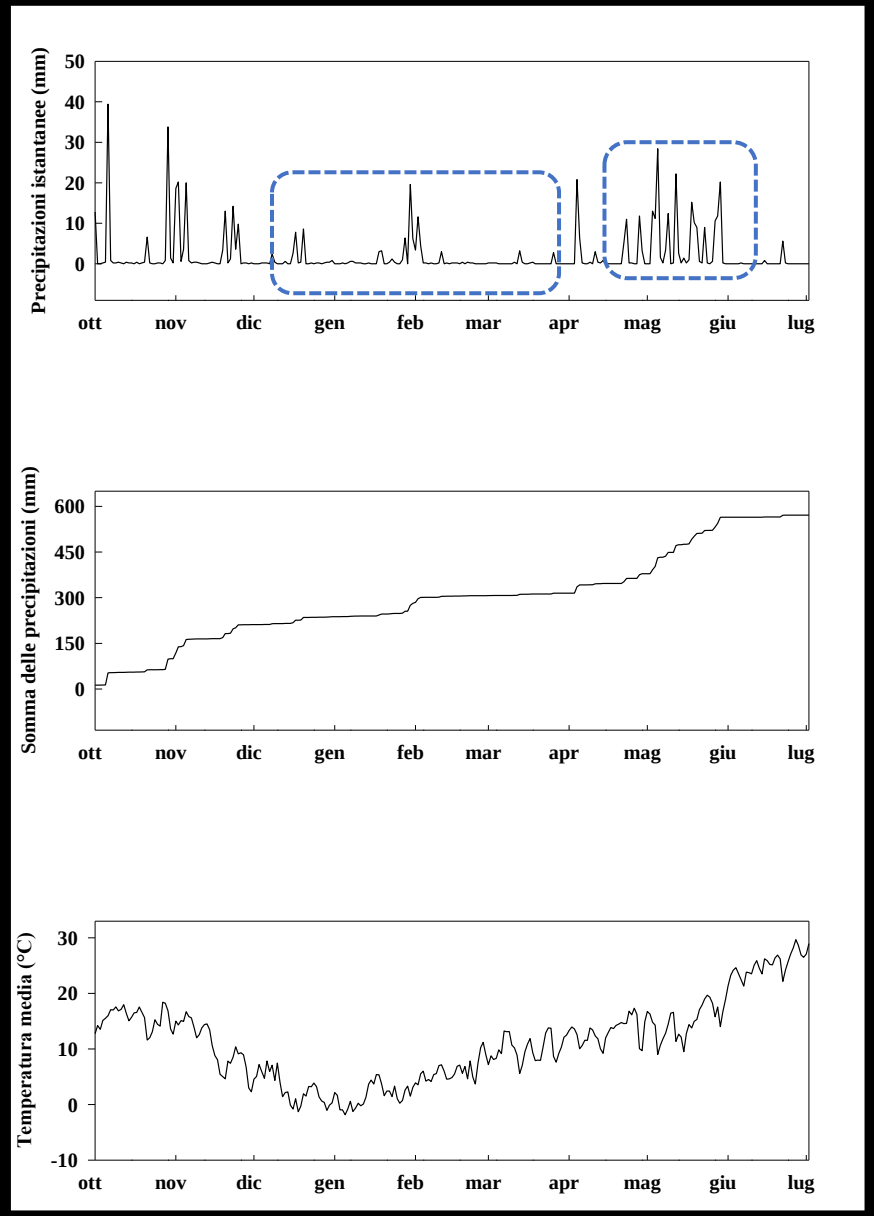
100 % N DA PRODOTTO ORGANICO



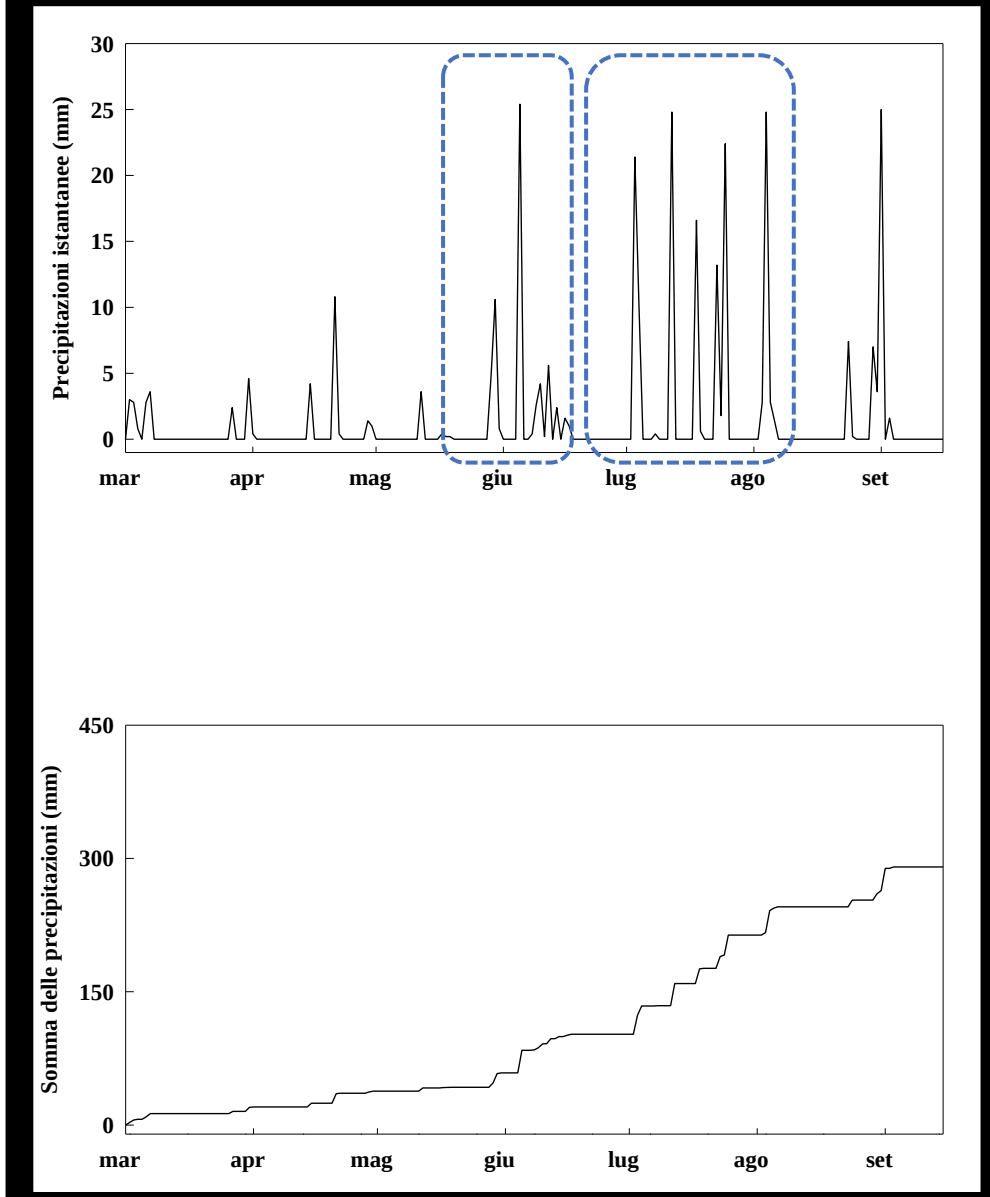
Prove agronomiche

RISULTATI

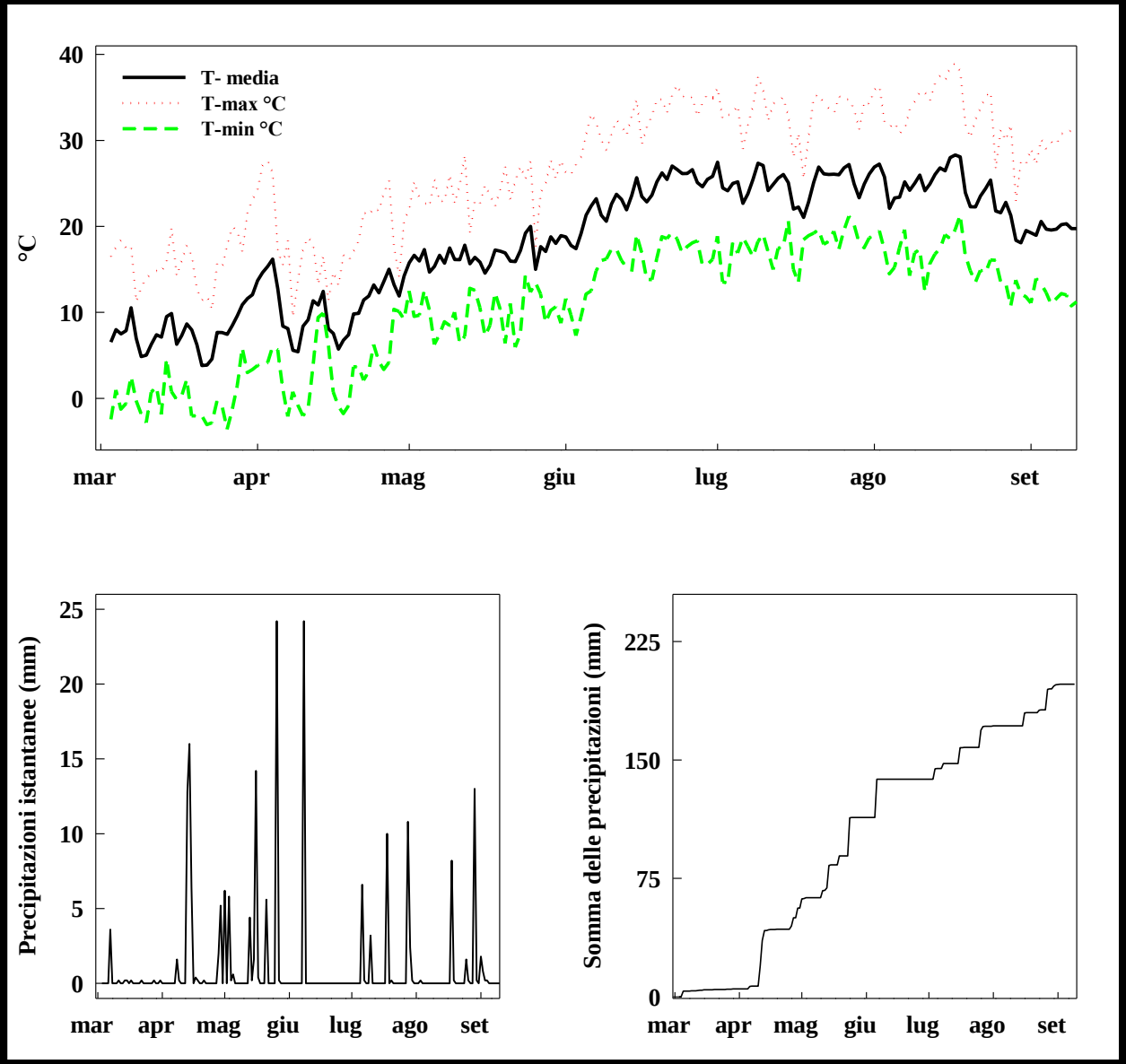
Andamento meteo (2018/19)
Anno 1 - Frumento

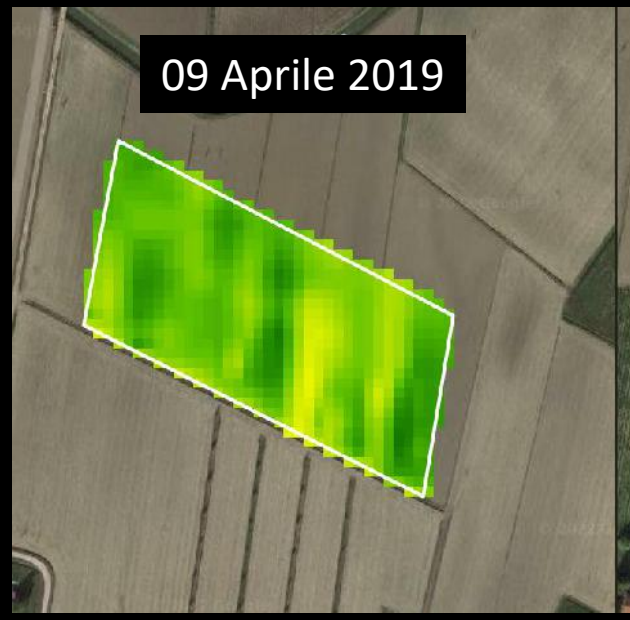


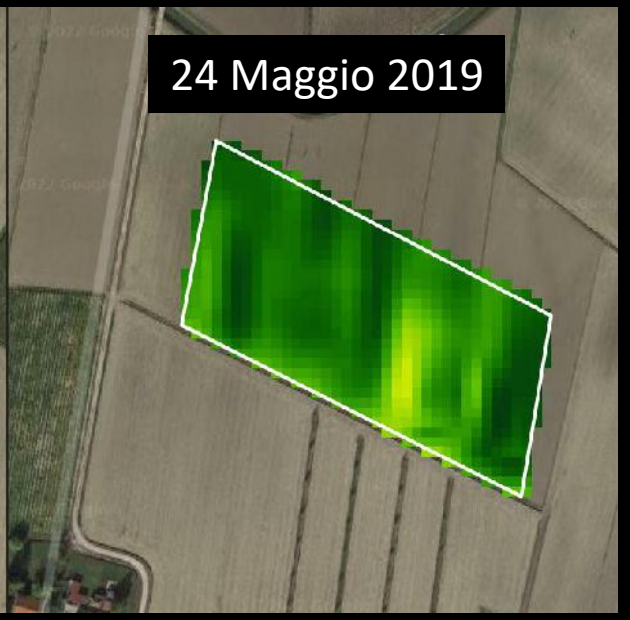
Andamento meteo (2020)
Anno 2 - Mais



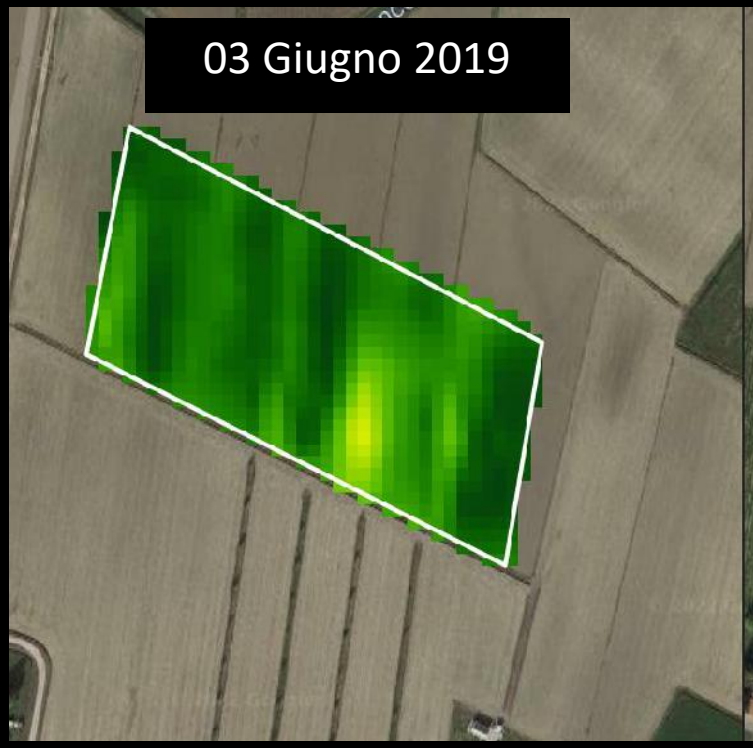
Andamento meteo (2021)
Anno 3 - Mais

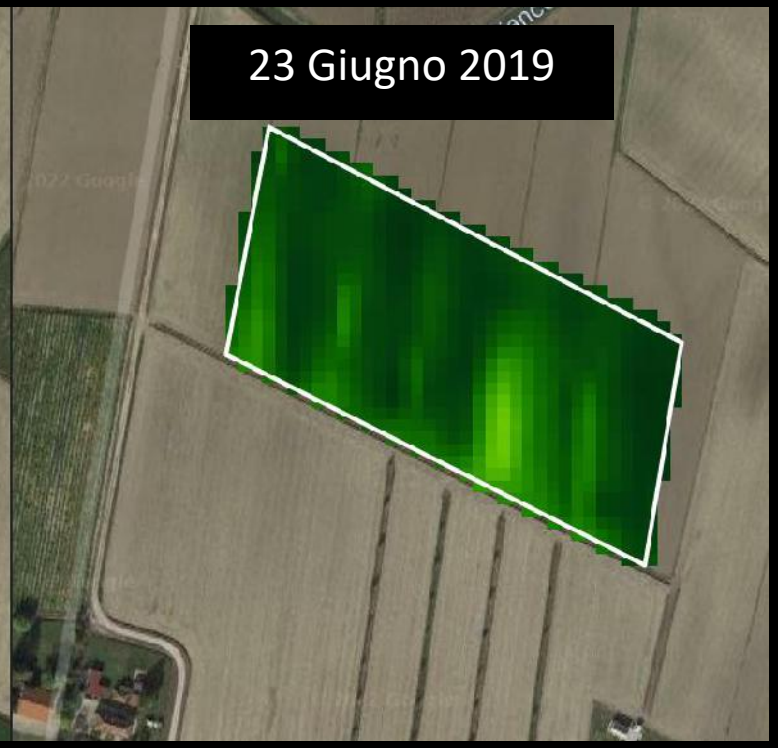


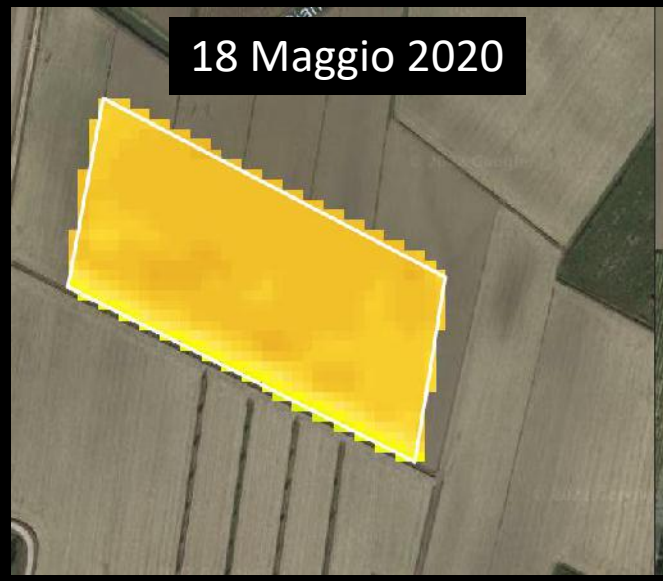


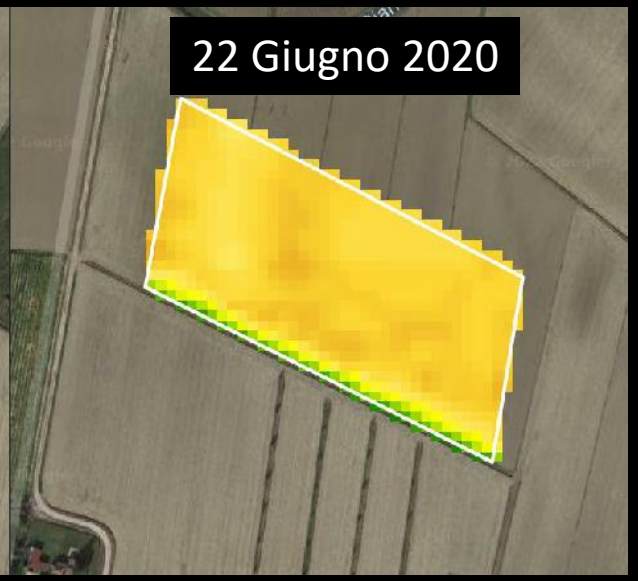


NDVI FRUMENTO TENERO 2018-2019

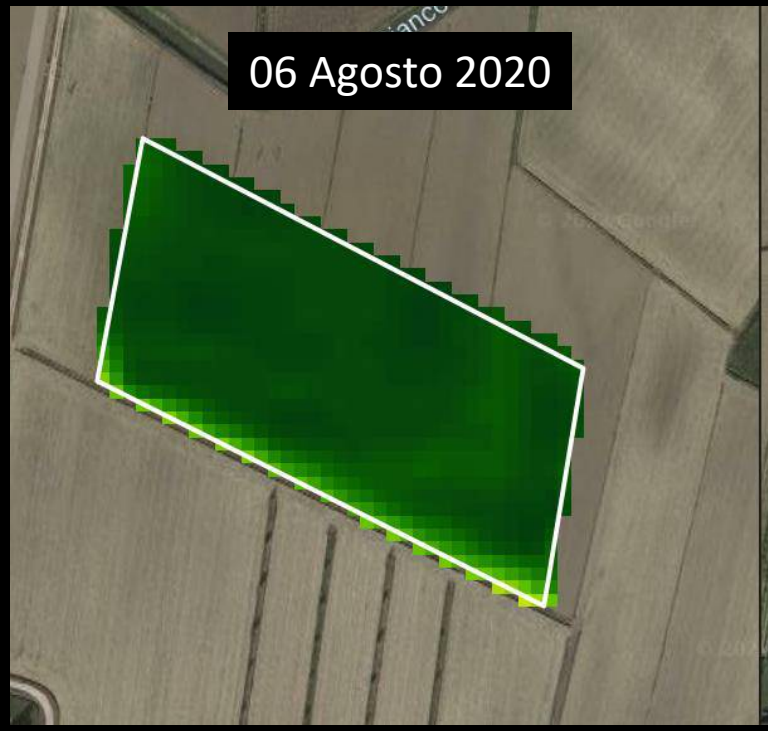




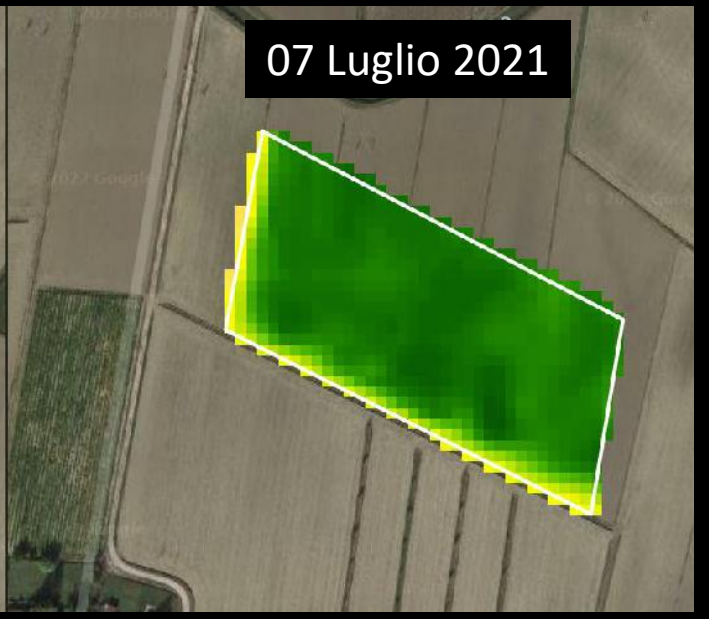


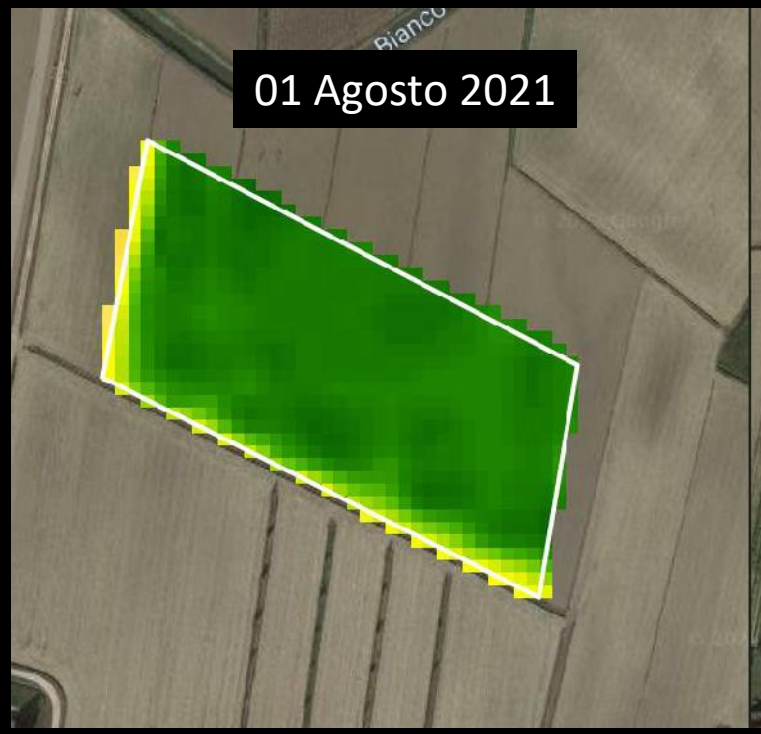


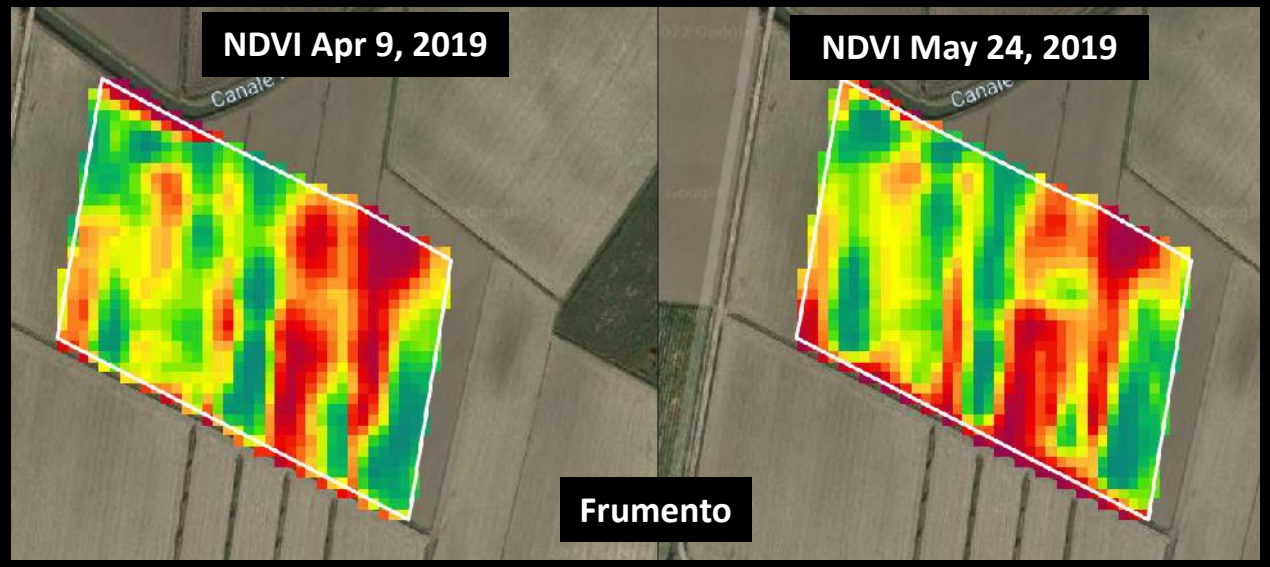
NDVI
Mais da granella Irriguo
2020

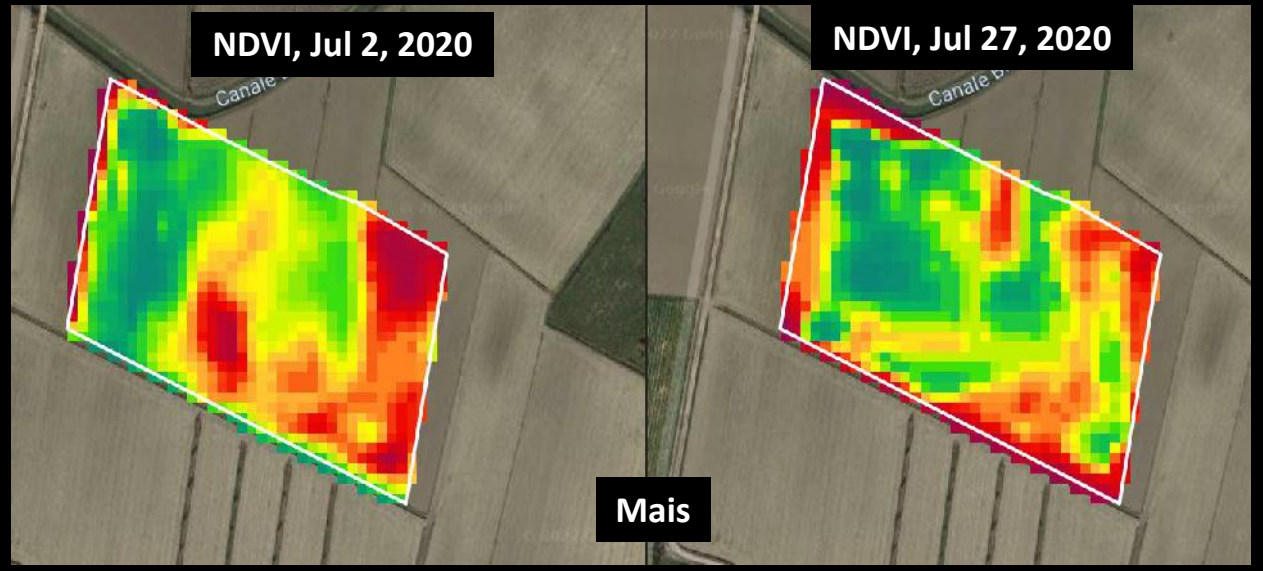


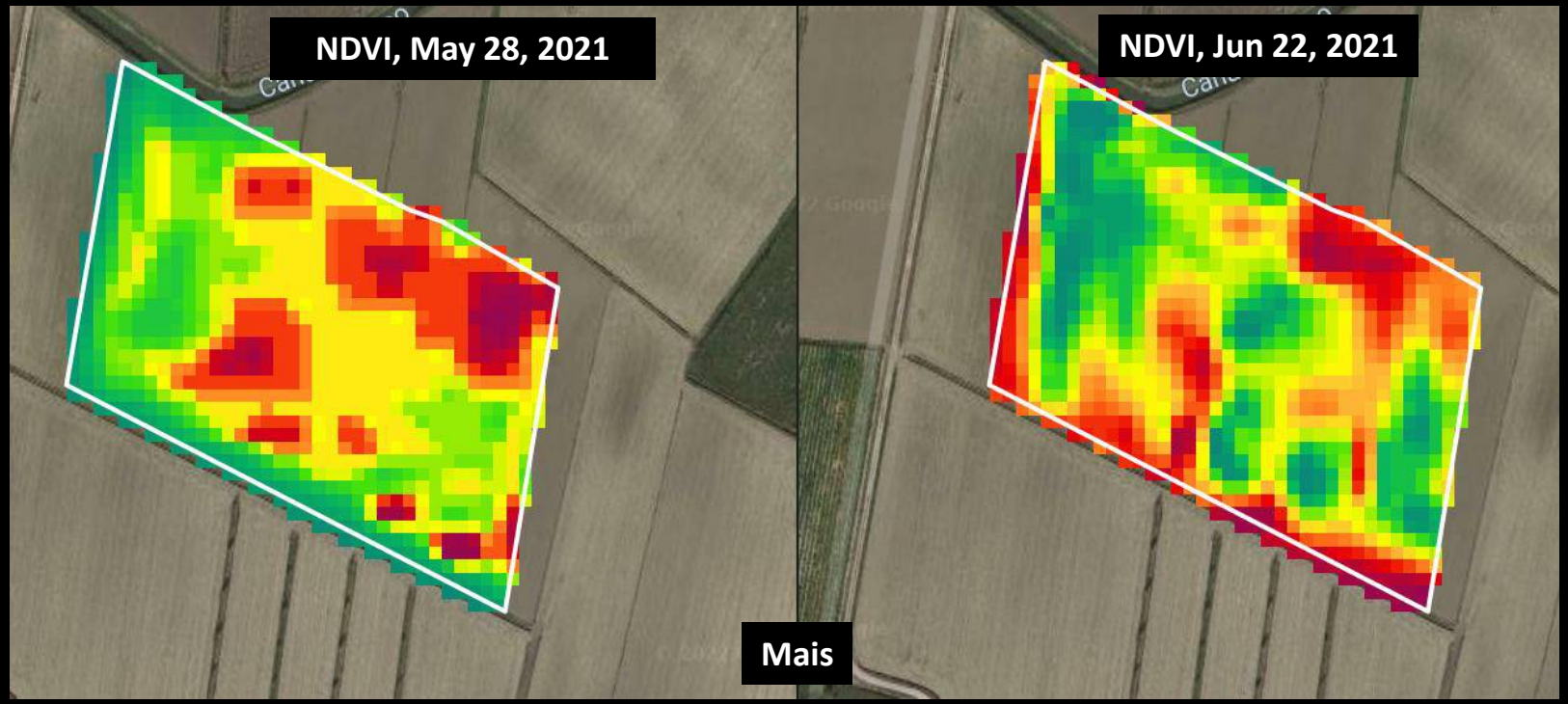
NDVI
Mais da granella irriguo
2021






NDVI Apr 9, 2019
NDVI May 24, 2019
Frumento


NDVI, Jul 2, 2020
NDVI, Jul 27, 2020
Mais


NDVI, May 28, 2021
NDVI, Jun 22, 2021
Mais

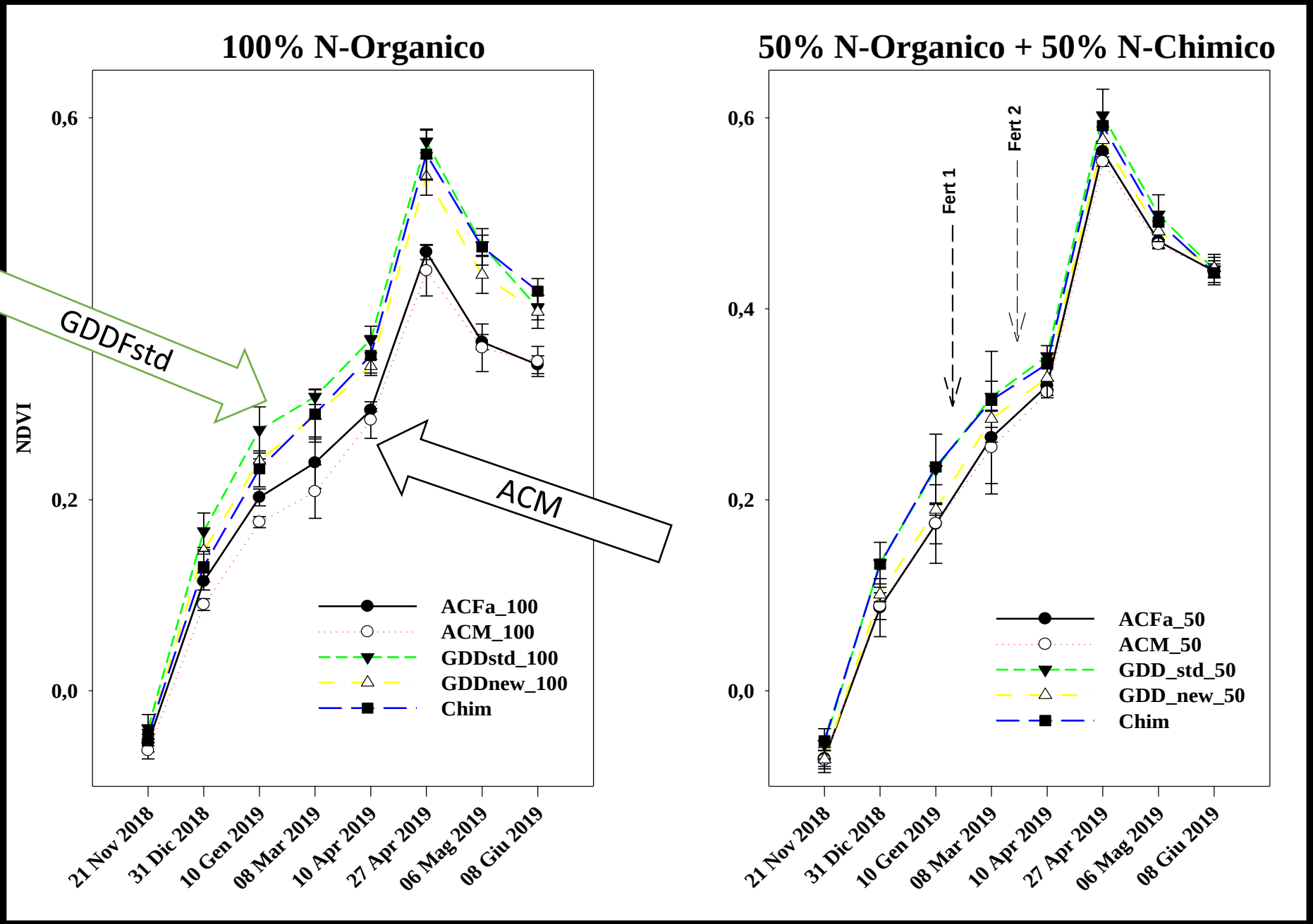
25 Marzo 2019 vs. 24 Marzo 2022

Andamento del vigore vegetative (NDVI) del frumento nel corso della prova.

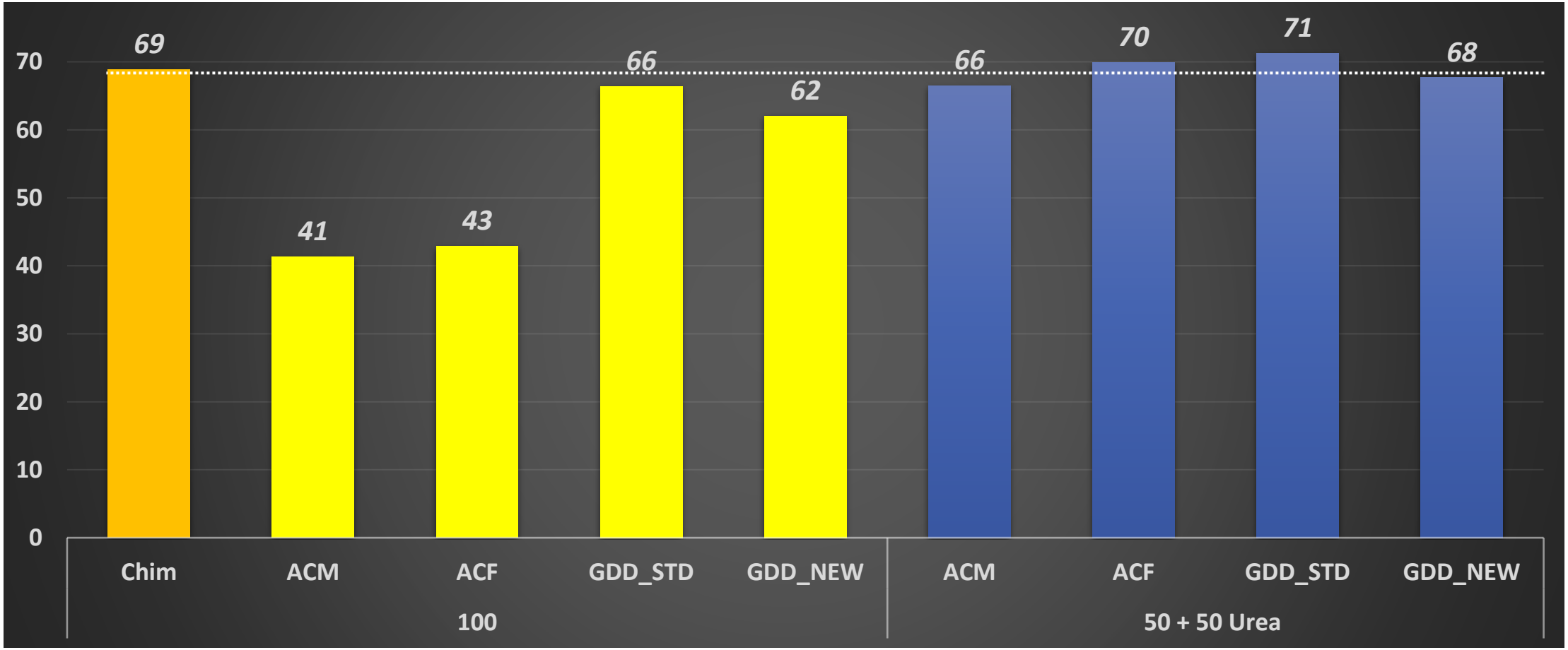
Trattamento	Livello	Epoche di rilevo dati satellitari							
		21/11/18	31/12/18	10/01/19	08/03/19	10/4/19	27/4/19	6/5/19	8/6/19
		NDVI (Normalized Difference Vegetation Index)							
ACF_a	100	-0,05	0,11	0,20	0,24	0,29	0,46	0,37	0,34
ACM	100	-0,06	0,09	0,18	0,21	0,28	0,44	0,36	0,34
GDDF_STD	100	-0,04	0,17	0,27	0,31	0,37	0,58	0,47	0,40
GDDF_NEW	100	-0,05	0,15	0,24	0,29	0,34	0,54	0,44	0,40
ACF_a	50	-0,07	0,09	0,17	0,27	0,32	0,56	0,47	0,44
ACM	50	-0,07	0,09	0,18	0,25	0,31	0,55	0,47	0,44
GDDF_STD	50	-0,06	0,13	0,23	0,31	0,35	0,60	0,50	0,44
GDDF_NEW	50	-0,07	0,10	0,19	0,28	0,33	0,58	0,48	0,44
Chimico		*-0,05*	*0,13*	*0,23*	*0,30*	*0,35*	*0,58*	*0,48*	*0,43*

NDVI FRUMENTO TENERO - 2018-2019

Satellite ad alta risoluzione m 3*3



Produzione di granella in frumento tenero – 2018/2019 (q.li/ha)

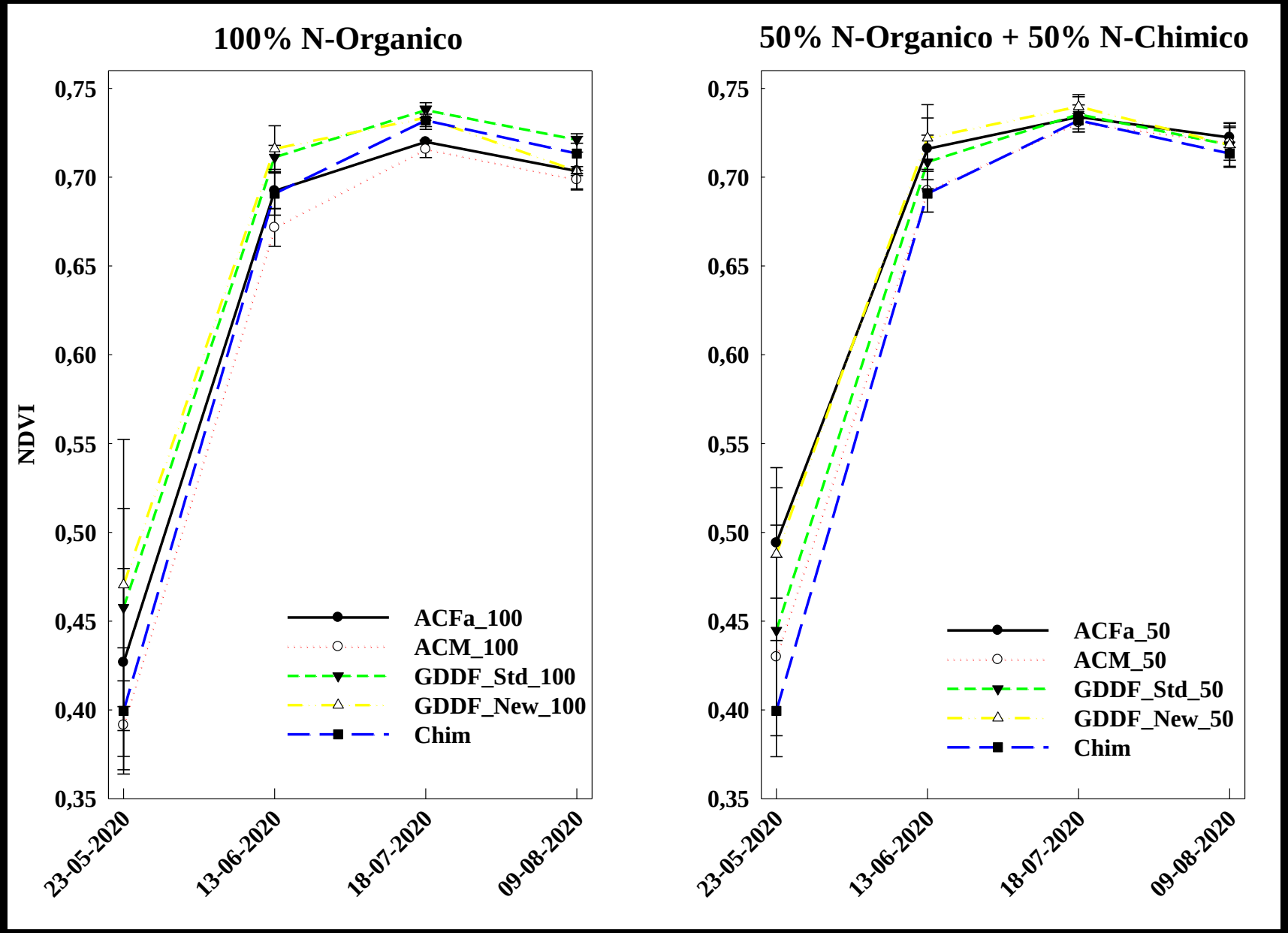


Andamento dell'indice indice NDVI nel corso della prova agronomica. ANNO 2020- MAIS

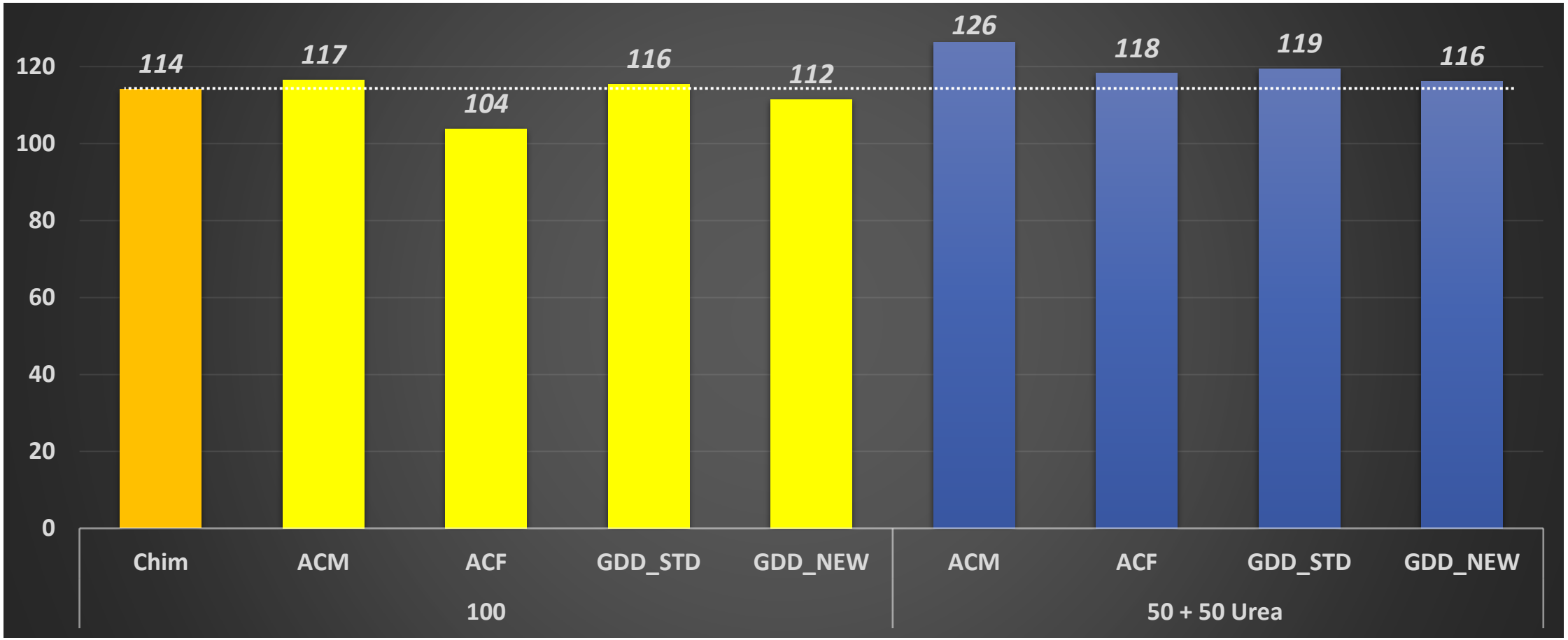
Data	Trattamento/livello									
	ACFa		ACM		GDDF_STD		GDDF_NEW		Chim	
	NDVI									
	100	50	100	50	100	50	100	50		
23/05/2020	0,43	0,49	0,39	0,43	0,46	0,44	0,47	0,49	0,37	
13/06/2020	0,69	0,72	0,67	0,69	0,71	0,71	0,72	0,72	0,68	
18/07/2020	0,72	0,73	0,72	0,73	0,74	0,74	0,73	0,74	0,73	
09/08/2020	0,70	0,72	0,70	0,72	0,72	0,72	0,70	0,72	0,71	

NDVI MAIS DA GRANELLA IRRIGUO - 2020

Satellite ad alta risoluzione m 3*3



Produzione di granella in mais - 2020 (q.li/ha)

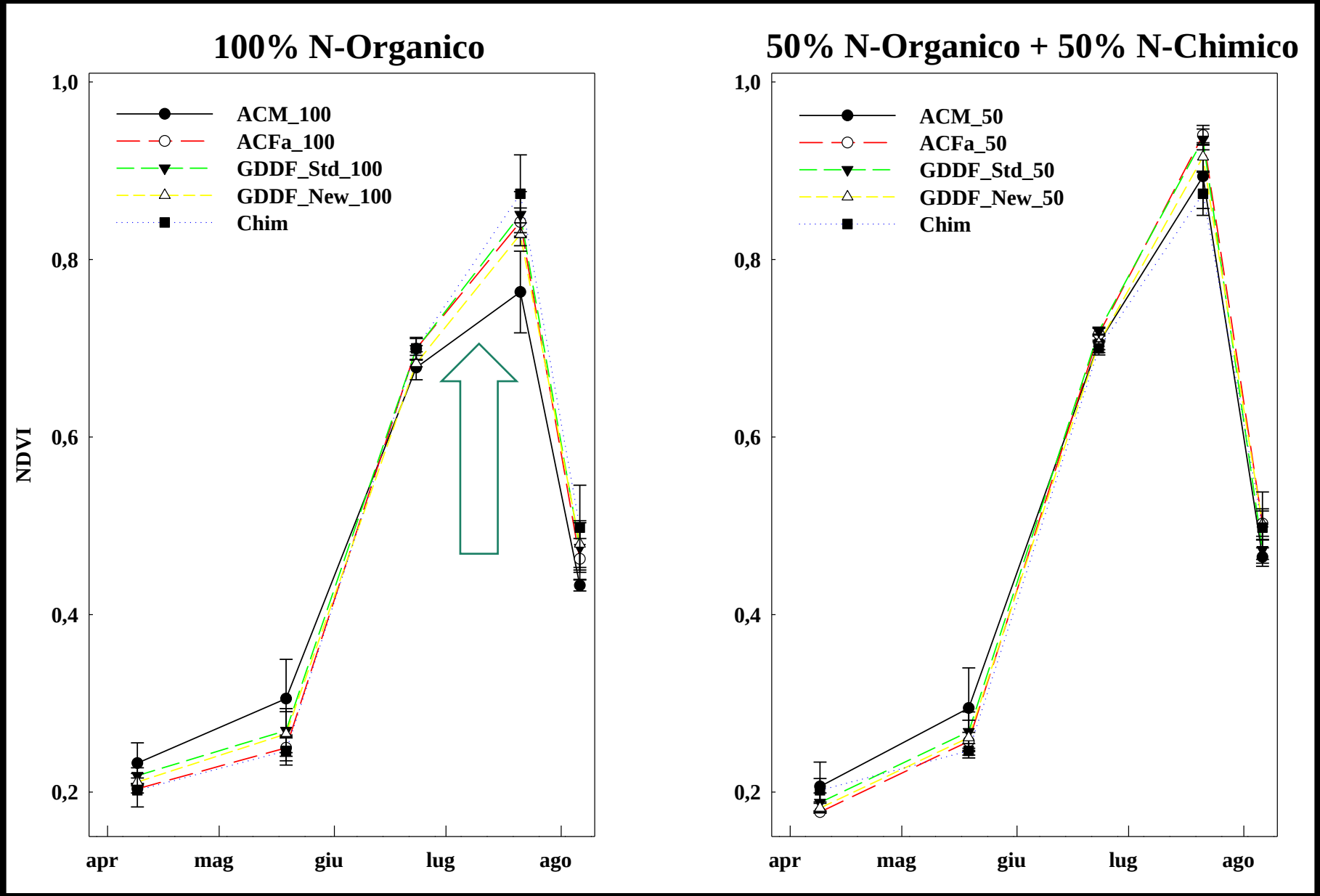


Andamento dell'indice indice NDVI nel corso della prova agronomica nei diversi trattamenti nel corso della stagione vegetativa 2021 - Mais

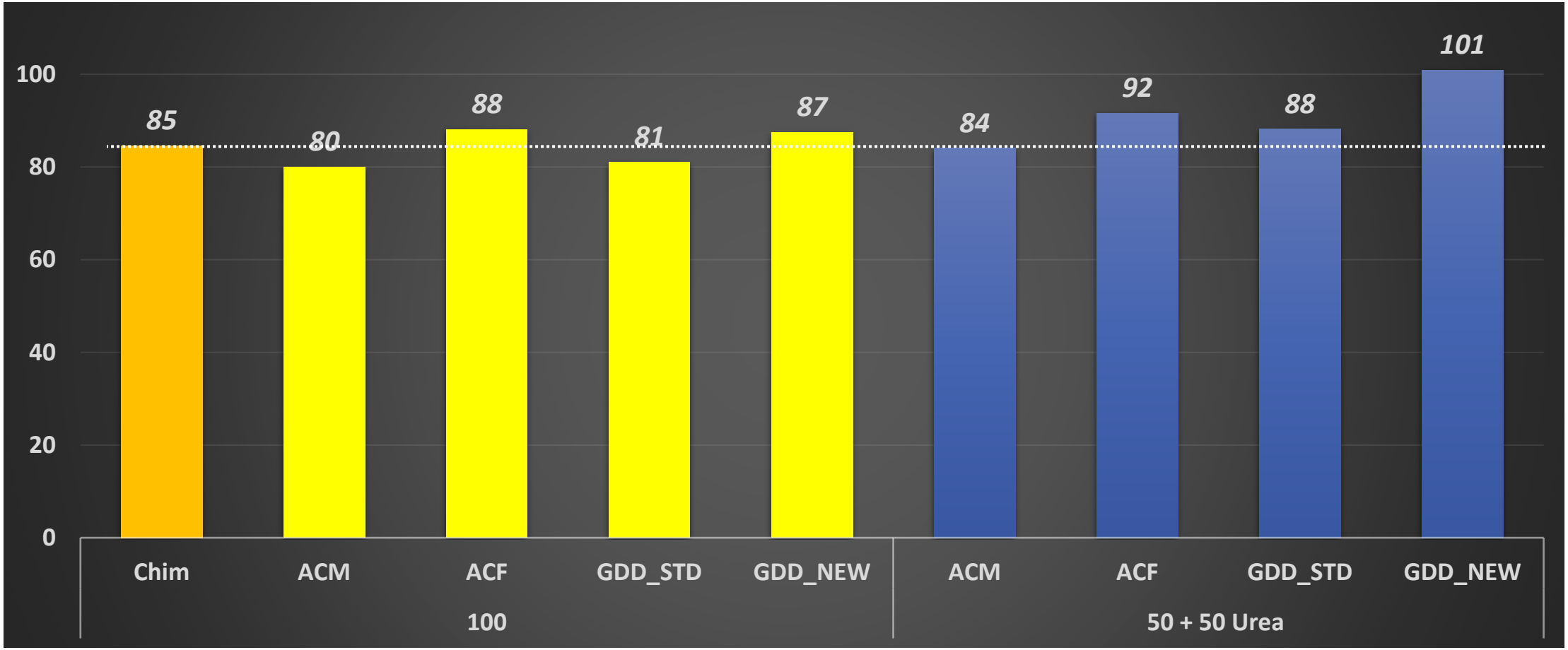
Data	Trattamento/livello								
	ACM		ACFa		GDDF_STD		GDDF_NEW		Chim
	100	50	100	50	100	50	100	50	
	NDVI								
19/05/2021	0,29	0,31	0,26	0,25	0,27	0,27	0,26	0,27	0,25
23/06/2021	0,71	0,68	0,72	0,70	0,72	0,70	0,71	0,68	0,70
21/07/2021	0,89	0,76	0,94	0,84	0,94	0,85	0,92	0,83	0,87
06/08/2021	0,46	0,43	0,50	0,46	0,47	0,48	0,50	0,48	0,50

NDVI MAIS DA GRANELLA IRRIGUO - 2021

Satellite ad alta risoluzione m 3*3

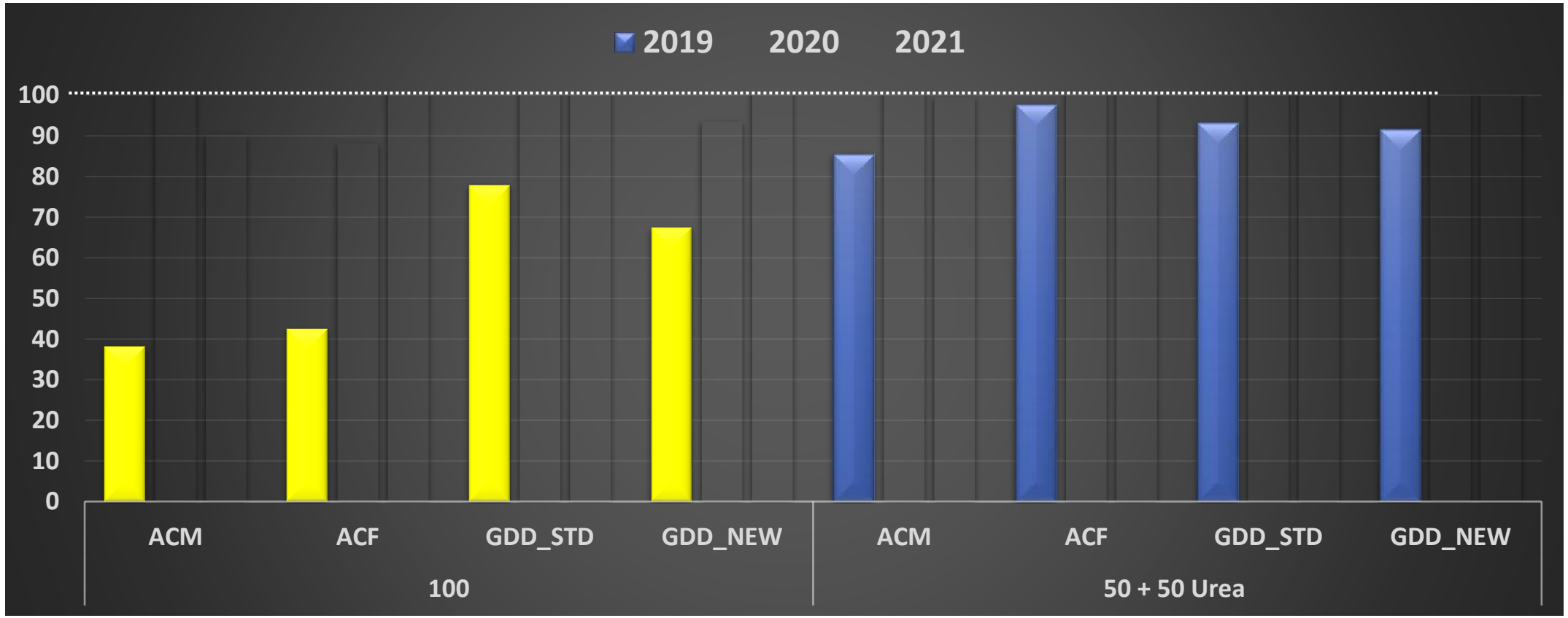


Produzione di granella in mais - 2021 (q.li/ha)



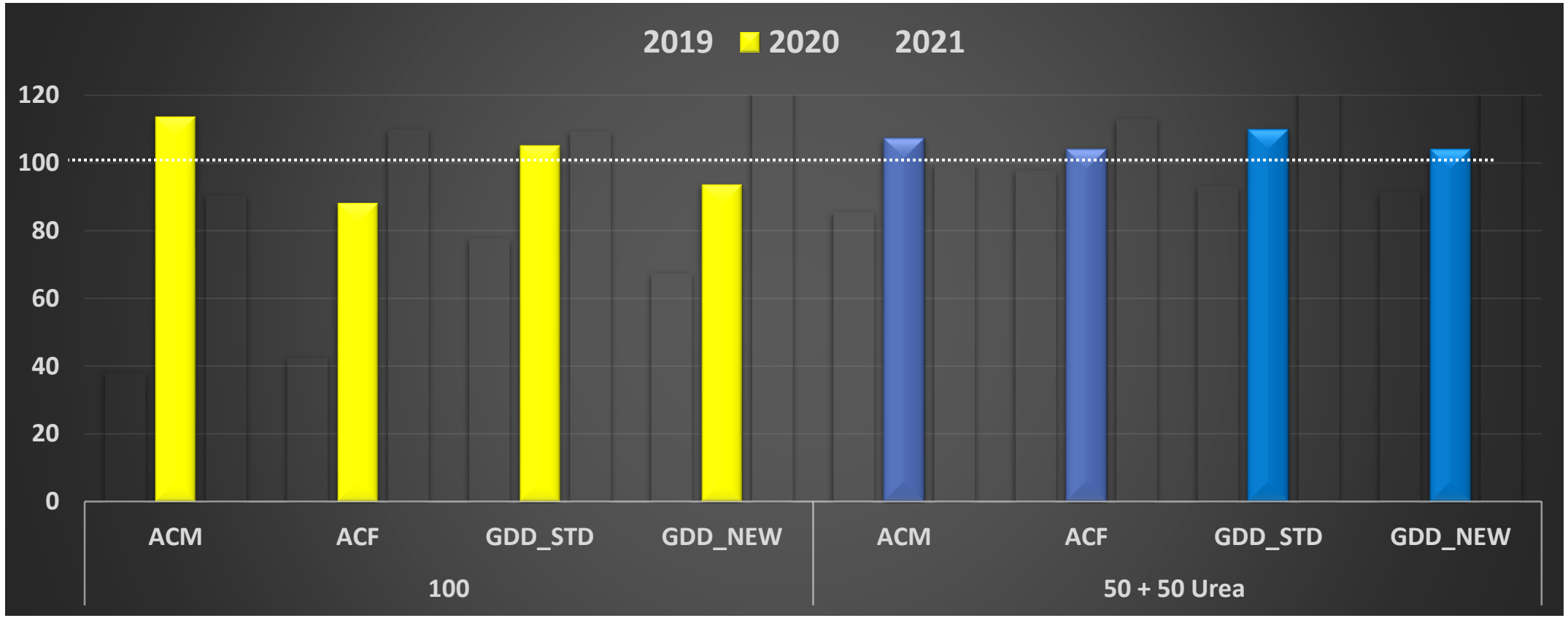
Efficienza agronomica relativa dell'AZOTO (N-EAR % *VS.* CHIM)

$$(N\ utilizzato_{org}/N\ distribuito_{org})/(N\ utilizzato_{chim}/N\ distribuito_{chim})\cdot 100$$



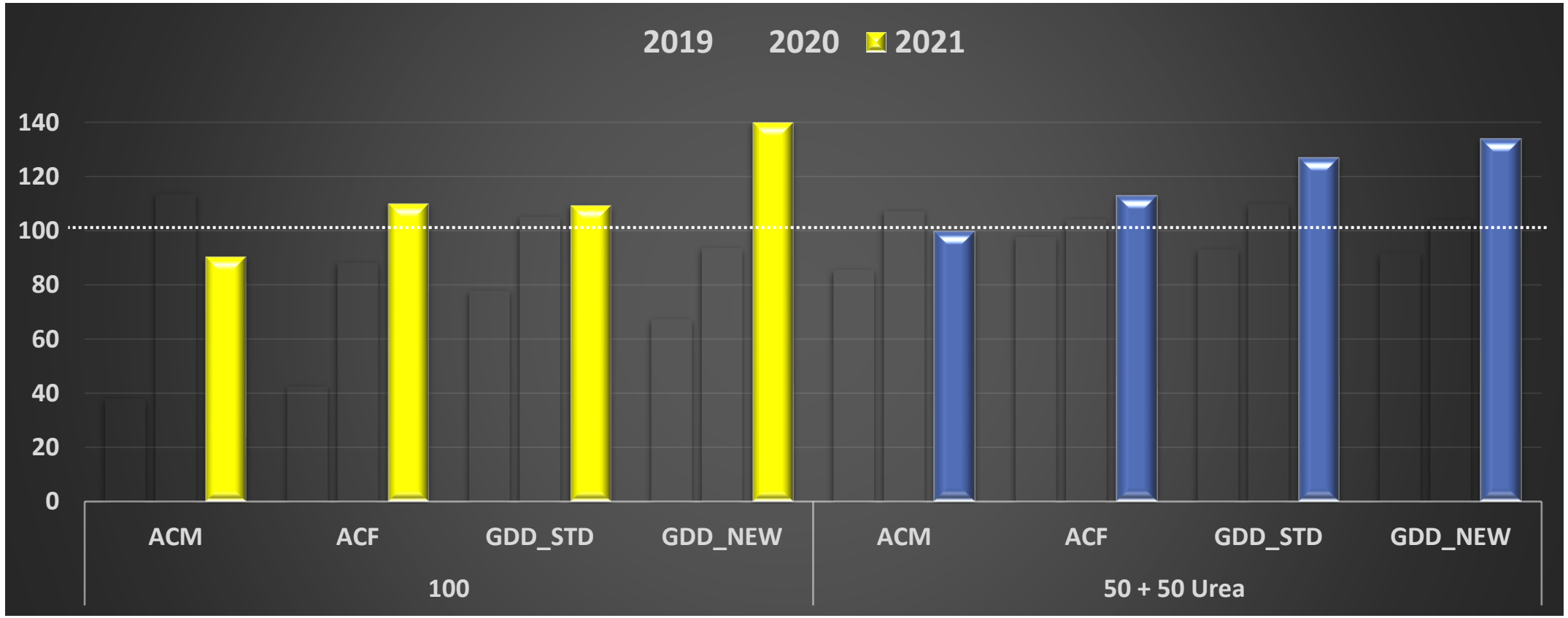
Efficienza agronomica relativa dell'AZOTO (N-EAR % *VS.* CHIM)

$$(N\ utilizzato_{org}/N\ distribuito_{org})/(N\ utilizzato_{chim}/N\ distribuito_{chim})\cdot 100$$



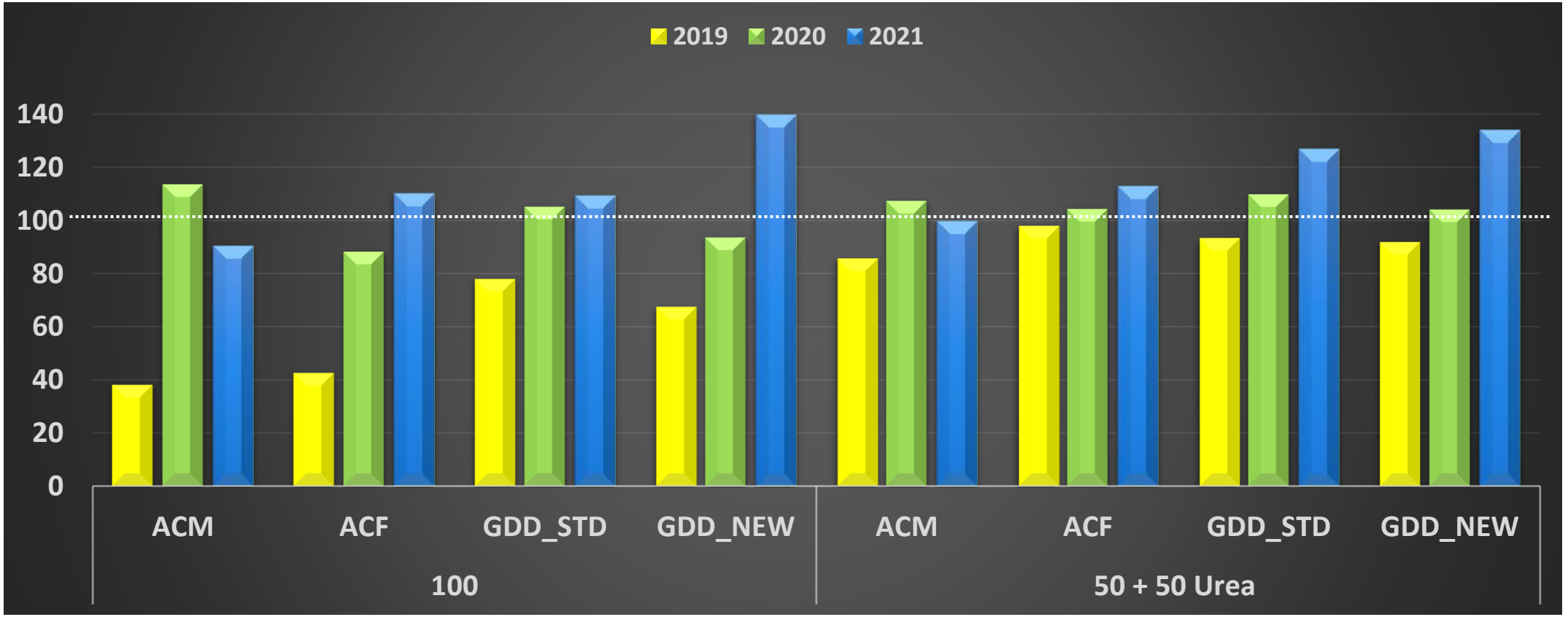
Efficienza agronomica relativa dell'AZOTO (N-EAR % *VS.* CHIM)

$$(N\ utilizzato_{org}/N\ distribuito_{org})/(N\ utilizzato_{chim}/N\ distribuito_{chim})\cdot 100$$



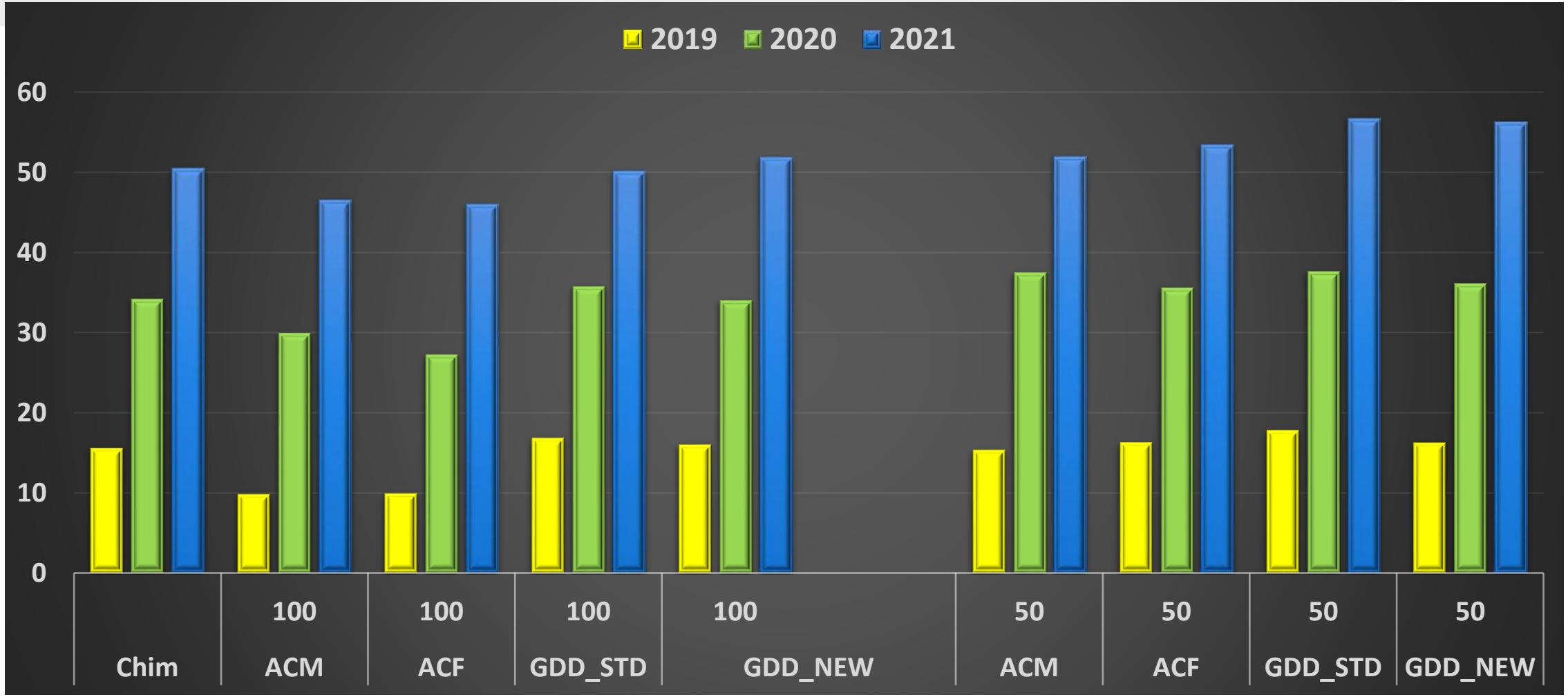
Efficienza agronomica relativa dell'AZOTO (N-EAR % *VS.* CHIM)

$$(N\ utilizzato_{org}/N\ distribuito_{org})/(N\ utilizzato_{chim}/N\ distribuito_{chim})\cdot 100$$



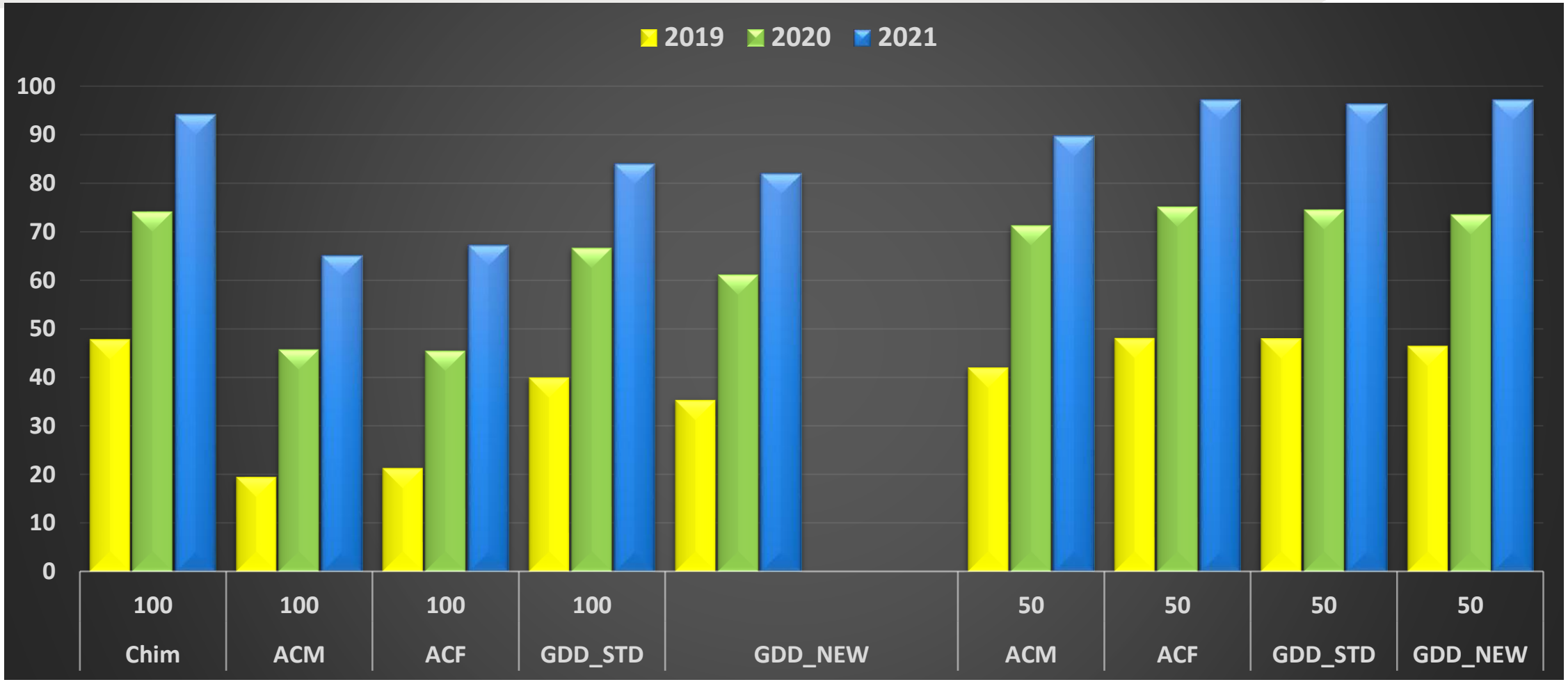
Asportazioni cumulate di Fosforo – granella (kg ha^{-1})

NON E' STATO DISTRIBUITO P MINERALE AI TRATTAMENTI (NE ORGANICO NE MISTO)



Asportazioni cumulate di Potassio – granella (kg ha^{-1})

NON E' STATO DISTRIBUITO K MINERALE AI TRATTAMENTI (NE ORGANICO NE MISTO)



Metalli nella granella – Frumento 2019

Livello/Tesi	Pb	Cd	Ni	Zn	Cu	Hg	Cr tot
	(mg kg^{-1})						
Chim	*0,55*	*n.r.*	*0,65*	*19,9*	*4,11*	*n.r.*	*1,69*
100 % Organico							
ACM	0,57	n.r.	0,58	16,1	2,95	n.r.	1,16
ACF	0,60	n.r.	0,64	15,5	3,00	n.r.	0,72
GDD_STD	0,53	n.r.	0,53	19,2	3,64	n.r.	0,61
GDD_NEW	0,53	n.r.	0,54	19,3	3,36	n.r.	0,65
50% Organico + 50% Chimico							
ACM	0,53	n.r.	0,41	20,3	4,05	n.r.	0,84
ACF	0,48	n.r.	0,53	20,8	4,33	n.r.	0,92
GDD_STD	0,49	n.r.	0,61	21,0	4,01	n.r.	0,71
GDD_NEW	0,56	n.r.	0,49	18,9	4,01	n.r.	0,72

Metalli nella granella – Mais 2020

Livello/Tesi	Pb	Cd	Ni	Zn	Cu	Hg	Cr tot
	(mg kg^{-1})						
Chim	***0,32***	***n.r.***	***0,04***	***13,6***	***1,80***	***n.r.***	***n.r.***
100 % Organico							
ACM	**n.r.**	**n.r.**	**0,14**	**15,1**	**1,83**	**n.r.**	**n.r.**
ACF	**0,21**	**n.r.**	**0,07**	**14,5**	**1,74**	**n.r.**	**n.r.**
GDD_STD	**0,14**	**n.r.**	**0,16**	**15,0**	**1,98**	**n.r.**	**n.r.**
GDD_NEW	**0,29**	**n.r.**	**0,17**	**21,1**	**2,07**	**n.r.**	**n.r.**
50% Organico + 50% Chimico							
ACM	**n.r.**	**n.r.**	**0,08**	**14,4**	**1,88**	**n.r.**	**n.r.**
ACF	**0,24**	**n.r.**	**0,11**	**12,9**	**1,78**	**n.r.**	**n.r.**
GDD_STD	**0,48**	**n.r.**	**0,10**	**19,7**	**1,77**	**n.r.**	**n.r.**
GDD_NEW	**0,23**	**n.r.**	**0,11**	**16,4**	**1,85**	**n.r.**	**n.r.**

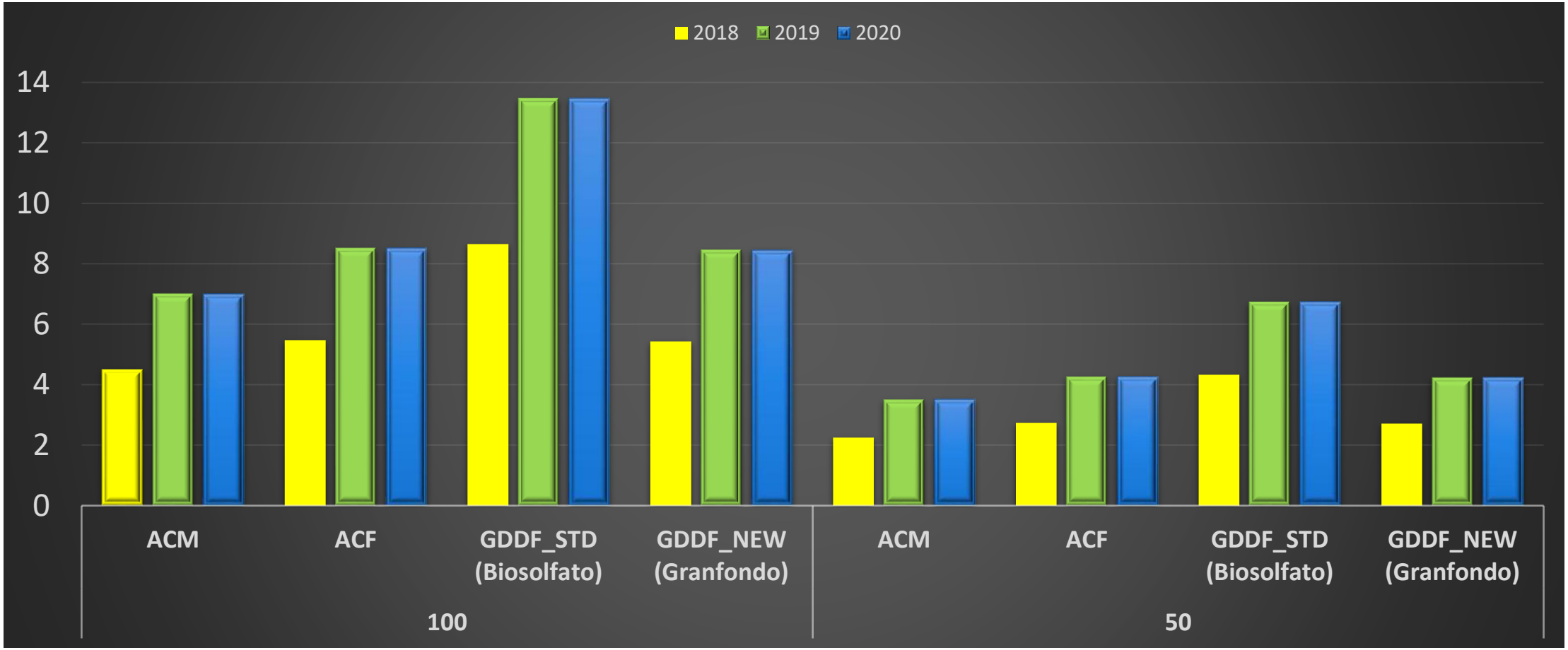
Metalli nella granella – Mais 2021

Livello/Tesi	Pb	Cd	Ni	Zn	Cu	Hg	Cr tot
	(mg kg^{-1})						
Chim	*n.r.*	*n.r.*	*n.r.*	*15,9*	*1,13*	*n.r.*	*n.r.*
100 % Organico							
ACM	**n.r.**	**n.r.**	**n.r.**	**16,4**	**0,84**	**n.r.**	**n.r.**
ACF	**n.r.**	**n.r.**	**n.r.**	**15,5**	**1,11**	**n.r.**	**n.r.**
GDD_NEW	**n.r.**	**n.r.**	**n.r.**	**16,4**	**0,88**	**n.r.**	**n.r.**
GDD_STD				**17,0**	**1,18**		
50% Organico + 50% Chimico							
ACM	**n.r.**	**n.r.**	**n.r.**	**15,9**	**0,87**	**n.r.**	**n.r.**
ACF	**n.r.**	**n.r.**	**n.r.**	**15,3**	**1,00**	**n.r.**	**n.r.**
GDD_NEW	**n.r.**	**n.r.**	**n.r.**	**16,8**	**0,60**	**n.r.**	**n.r.**
GDD_STD	**n.r.**	**n.r.**	**n.r.**	**18,1**	**1,17**	**n.r.**	**n.r.**

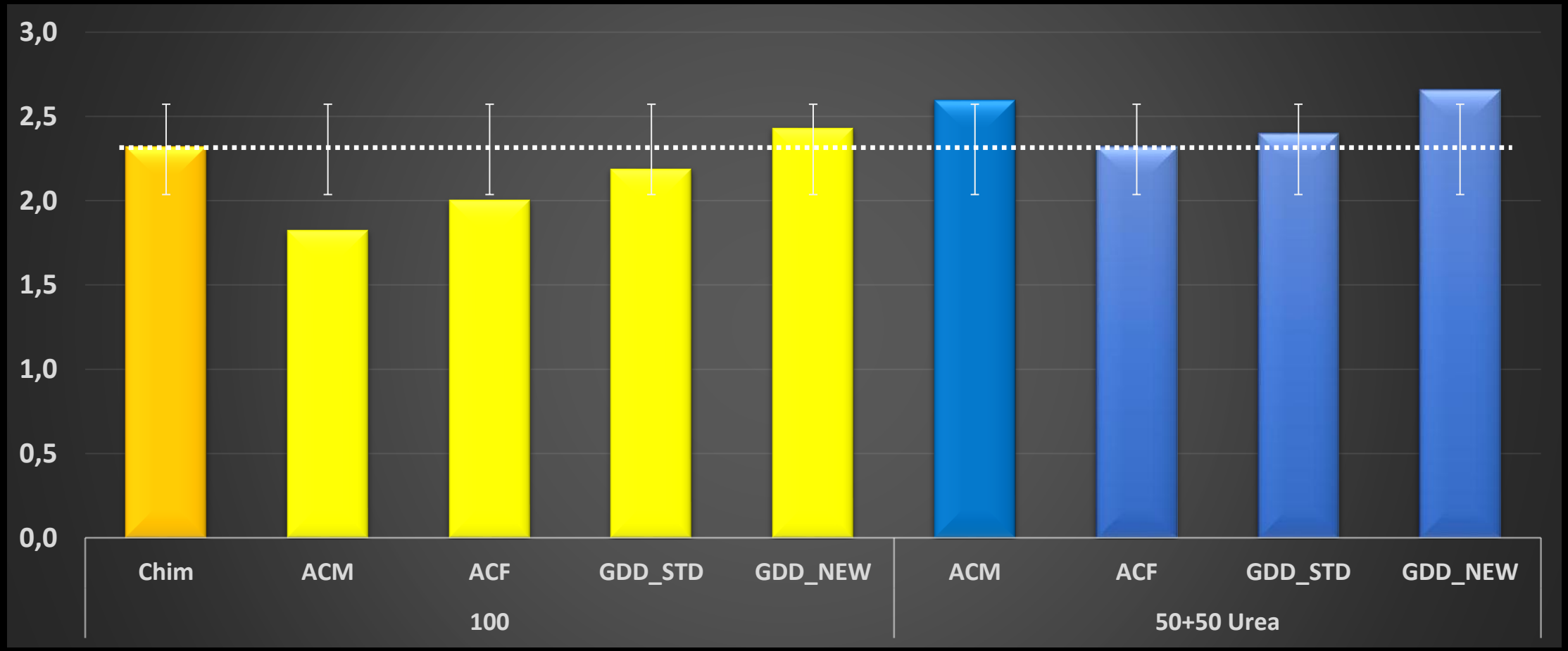
Prove agronomiche - Risultati

SOSTANZA ORGANICA

Apporti di Carbonio Organico (ton ha^{-1})



SO al termine del terzo anno – 2021
(%)



Carbonio labile

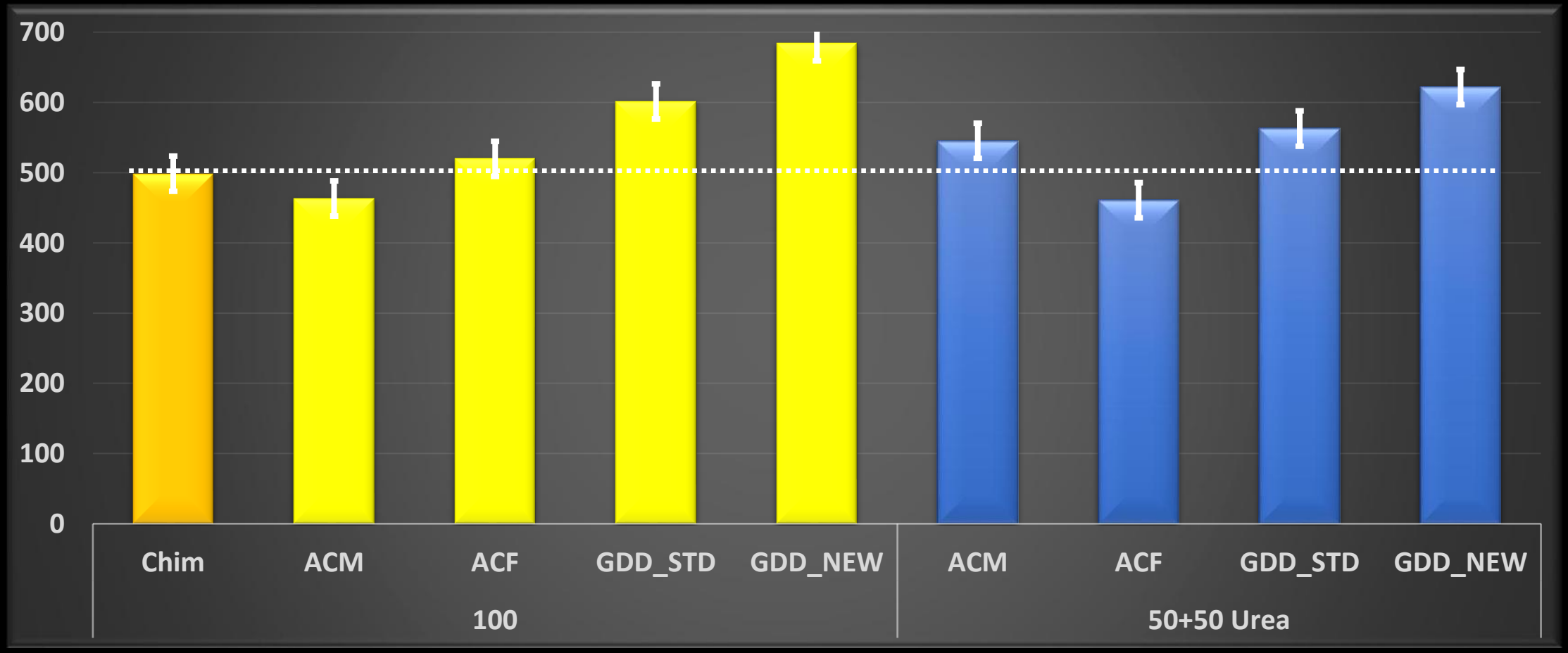
Debole ossidante ($KMnO_4$)

- Carbonio attivo;
- A disposizione della biomassa microbica;

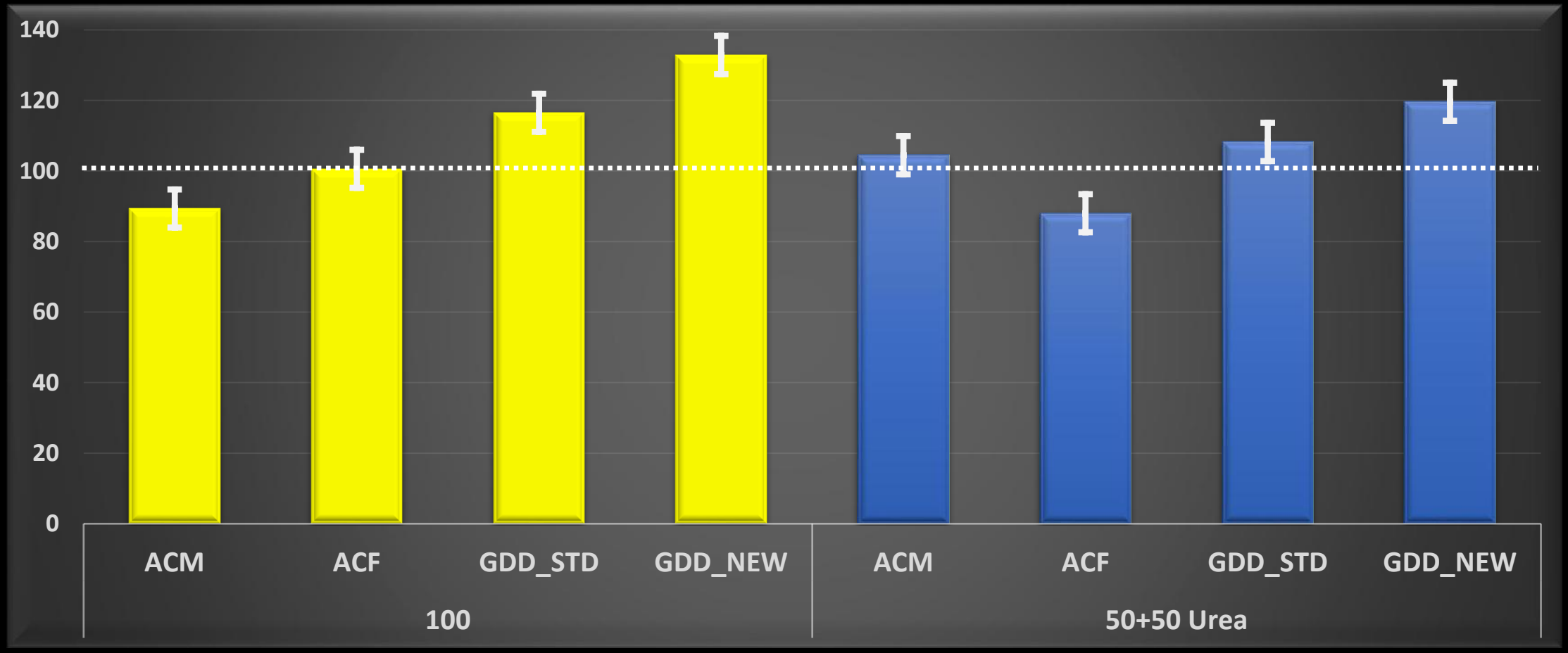
→ Carbon management index (CMI);

- Indice di «funzionalità» del suolo.
- [C_{labile}/C_{tot} Trattamento]/ [C_{labile}/C_{tot} Chim]

Carbonio Labile al terzo anno di applicazione - 2021 (mg kg^{-1})



Carbon Management Index (%) vs. Chim - 2021



CMI (%) vs. Chim – 2018-20-21

Conclusioni e prospettive

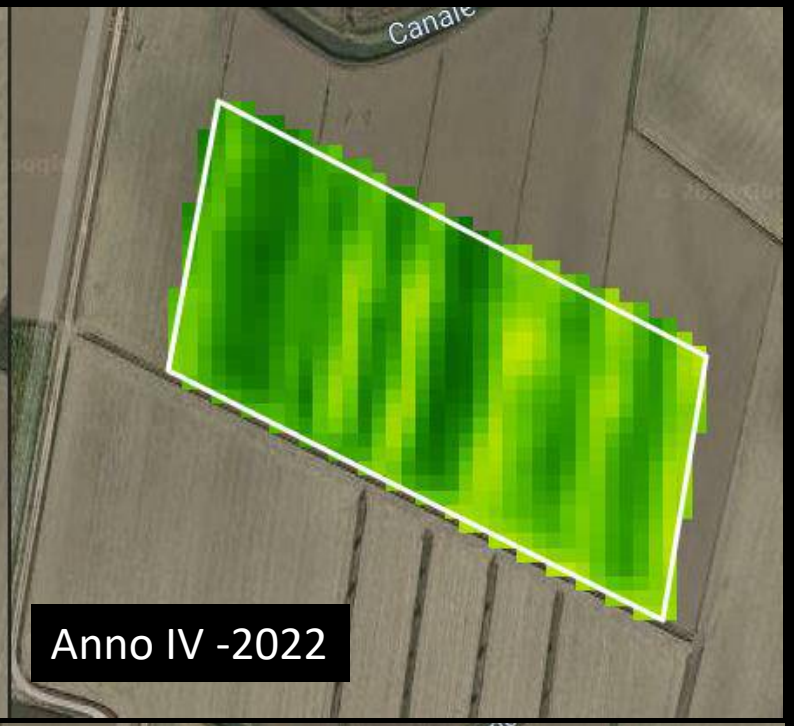
I prodotti testati si sono rivelati ottimi sostitutivi dei fertilizzanti minerali:

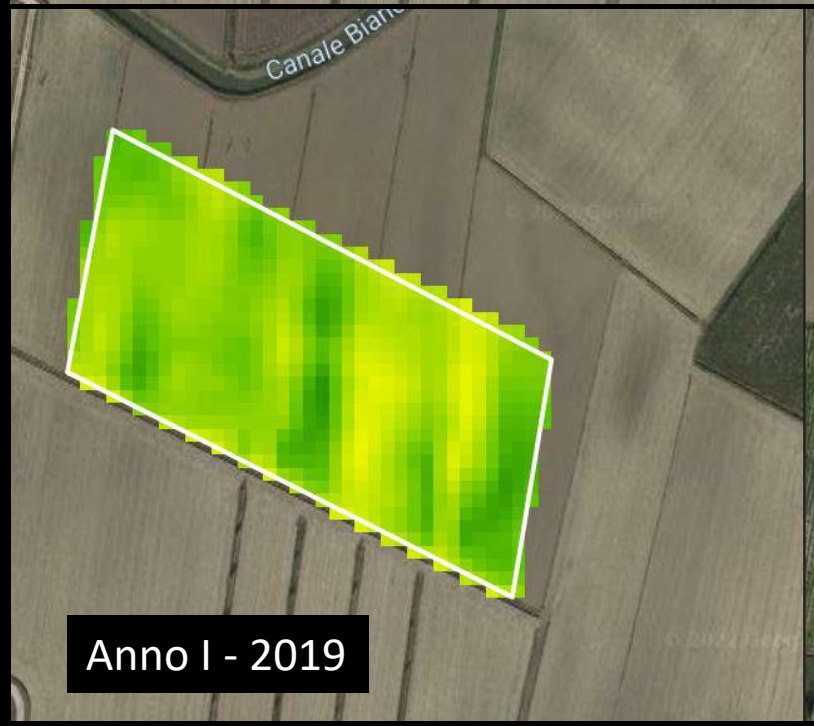
- Azoto: primo anno qualche carenza in ACM e ACF.
  - Anni successivi: ottime performance agronomiche.
  - Efficienza Azoto: più regolare nel *percorso misto*.
- Utilizzo del Fosforo: più regolare nel *percorso misto*.
- Gestione del Carbonio:
  - Tendenza all'incremento nel *percorso organico*;
  - Più regolare nel *percorso misto*.

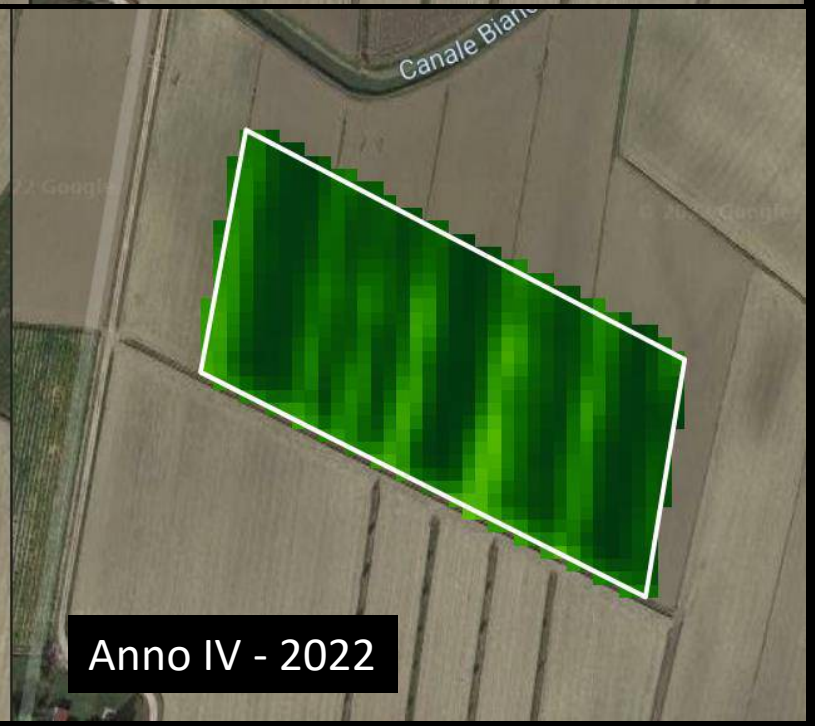
Frumento tenero

28 Febbraio 2019
vs.
27 Febbraio 2022

25 Marzo 2019
vs.
24 Marzo 2022







Grazie per l’attenzione

marco.grigatti@unibo.it