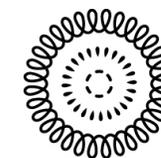




UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
FIRENZE

**DAGRI**  
DIPARTIMENTO DI SCIENZE  
E TECNOLOGIE AGRARIE,  
ALIMENTARI, AMBIENTALI E FORESTALI



Fondazione  
Clima e  
Sostenibilità

# VARITOSCAN-Clima

Valorizzazione delle colture da rinnovo in ambienti toscani in previsione dei futuri cambiamenti climatici

**Marco Mancini**

Michele Moretta - Alberto Masoni - Alessandro Calamai - Enrico Palchetti  
Stefano Benedettelli - Simone Orlandini



Gruppo Operativo “VARITOSCAN Clima”  
PSR 2014-2020 - sottomisura 16.2



Regione Toscana



# Obiettivo

Individuare e fornire agli agricoltori **culture da rinnovo** (nuove specie o genotipi) adatte per essere introdotte nel classico sistema di rotazione toscano.

In particolare valutare varietà (ecotipi) di **MAIS autoctono** e di **MIGLIO** per:

- adattabilità all'ambiente agroclimatico
- valore nutrizionale/salutistico
- produttività

# Partner

**7 partner  
diretti**

P1) IL CERRETO - Azienda Agricola Biologica

CAPOFILA

P2) GARFAGNANA COOP – Alta valle del serchio

P3) Azienda Agricola Vecchioni Giovanna

P4) FCS - Fondazione Clima e Sostenibilità

P5) Scuola Superiore Sant'Anna

P6) DISPAA-Università degli Studi di Firenze

P7) ANCI TOSCANA

Sottomisura 16.2

Sottomisura 1.1 1.2 1.3

**1 partner  
indiretto**

Az. Agr. sperimentale Cesa (AR) - Regione Toscana

# Localizzazione degli interventi

- Test Agronomici
- Moltiplicazione semente
- Valutazione germoplasma
- Centri di Ricerca



# Esigenze ambientali del MAIS

- Piante C4: maggior **efficienza fotosintetica** e maggior capacità di **resistenza** alle alte temperature (Kole et al., 2015);
- Presenza di **composti probiotici** (Charalampopoulos et al., 2002; Gray N., 2011);
- Nel miglio sono conosciuti particolari **tratti genetici di resistenza** a stress che potrebbero essere trasferiti su altre piante C3 (Bandyopadhyay et al., 2017)



*Zea mays*



*Panicum miliaceum*

# Esigenze ambientali del MAIS

- Origine America centrale
- Specie brevidiurna ma oggi presenti individui neutrodiurni
- Ciclo di coltivazione primaverile-estivo
- Germinazione  $T$  minima  $> 10$  °C e  $T$  ottimale  $> 17$  °C
- Lunghezza ciclo colturale variabile da 45 a 150 giorni
- Predilige terreni di medio impasto, freschi e profondi
- Rischio perdita produttività in terreni poveri, ricchi di scheletro o sabbiosi

# Esigenze ambientali del MIGLIO

- Origine Asia centrale
- Ciclo di coltivazione primaverile-estivo
- Germinazione T minima > 13 °C e T ottimale > 20 °C
- Lunghezza ciclo colturale corto: massimo 70-80 giorni
- Coltura rustica, buona capacità di adattamento a terreni poveri e marginali



# Classificazione del MIGLIO



## Pearl millet

(*Pennisetum glaucum*)

oltre il 50% produzione mondiale



## Finger millet

(*Eleusine coracana*)

10% produzione mondiale

30% produzione mondiale

## Wild proso millet

(*Panicum miliaceum*)

## Panic-grass

(*Setaria italica*)



10% differenti specie di miglio definite minori (es: *P. purpureum*, *P. alopecuroides*,....)

(Petrini A., 2005)

# Classificazione del MIGLIO

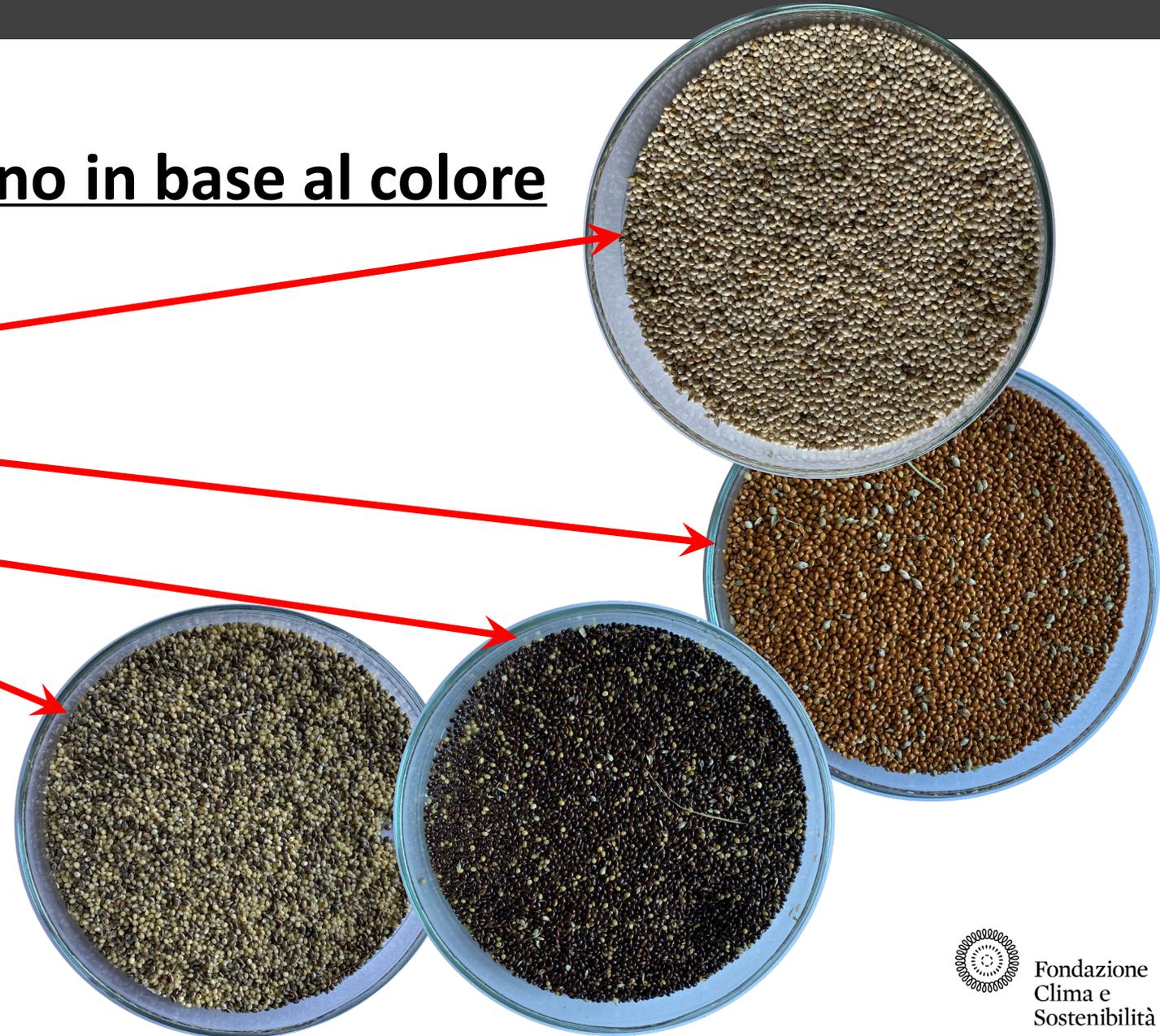
I differenti ecotipi si distinguono in base al colore

*P. miliaceum album* (bianco)

*P. miliaceum luteum* (giallo)

*P. miliaceum nigrum* (nero)

*P. miliaceum bicolor* (bicolore)

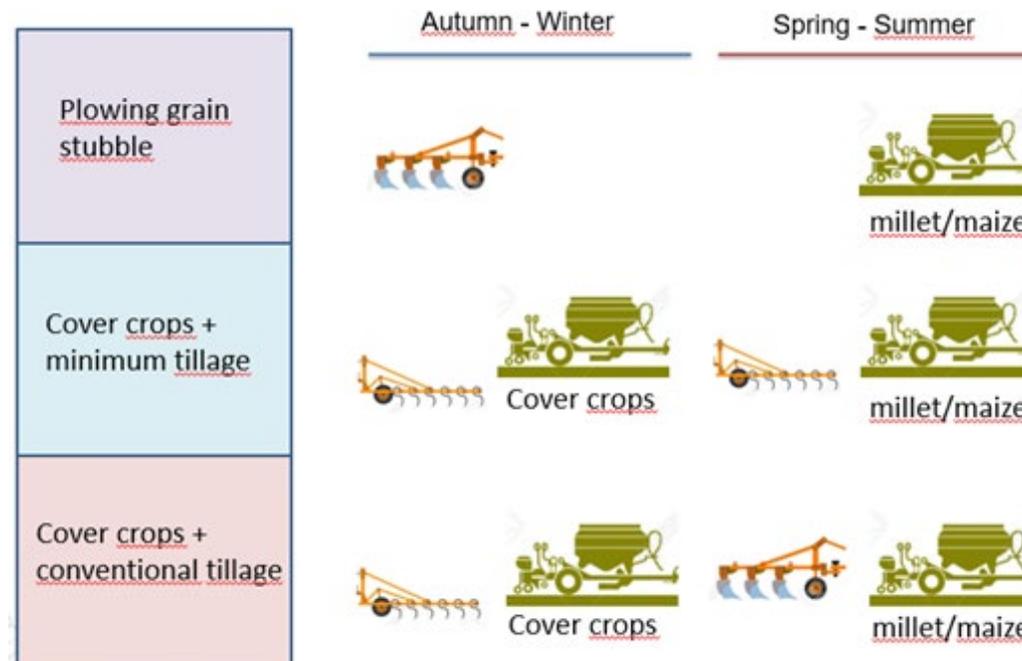


# Prove agronomiche

- **Prove agronomiche di coltivazione**
  - Az. Agr. Il Cerreto → ambiente collinare
  - Az. Agr. Coop. Garfagnana → ambiente montano
  - Az. Agr. Vecchioni → ambiente costiero
- **Caratterizzazione agroclimatica e interazione genotipo-ambiente**
- **Caratterizzazione genetica**
- **Valutazione della qualità nutrizionale**

# Prove agronomiche per coltivazione a basso impatto

- Sovescio → trinciatura → minima lavorazione → semina
- Sovescio → trinciatura → aratura → semina
- Aratura → semina





UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
FIRENZE  
**DAGRI**  
DIPARTIMENTO DI SCIENZE  
E TECNOLOGIE AGRARIE,  
ALIMENTARI, AMBIENTALI E FORESTALI



Fondazione  
Clima e  
Sostenibilità

# Prove agronomiche per coltivazione a basso impatto MIGLIO (var. Sunrise)

- Sovescio → trinciatura → minima lavorazione → semina → 14,93 q/ha
- Sovescio → trinciatura → aratura → semina → 14,99 q/ha
- Aratura → semina → 14,84 q/ha

# Prove agronomiche per coltivazione a basso impatto MAIS (var. ottofile)

- Sovescio → trinciatura → minima lavorazione → semina → 21,65 q/ha
- Sovescio → trinciatura → aratura → semina → 21,75 q/ha
- Aratura → semina → 21,59 q/ha

# Prove di confronto varietale del MIGLIO

80 accessioni di miglio da valutare

- Valutazione della risposta all'*habitus* di crescita
- Definizione delle varietà più promettenti

# Lista delle accessioni di MIGLIO

Plant ID	Plant Name	Origin	Continent
Ames 32316	GE.2013-28	Georgia	East Europe
PI 649372	Index Seminum 295	France, Bas-Rhin	West Europe
Ames 11641	I.Pm. 630	India	South Asia
Ames 11674	I.Pm. 669	India	South Asia
Ames 11678	I.Pm. 673	India	South Asia
PI 170586	KUMDARI BEYAZ	Turkey, Aydin	West Asia
PI 171727	DARI	Turkey, Bolu	West Asia
PI 173749	KIRMIZIDARI	Turkey	West Asia
PI 202294	IPM 1036	Argentina	South America
PI 202295	IPM 686	Argentina	South America
PI 204598	IPM 1038	Turkey	West Asia
PI 207663	MOROCCO	Japan	Southeast Asia
PI 220393	ARZEN	Afghanistan	West Asia
PI 220536	ARZAN	Afghanistan	West Asia
PI 220812	GAL	Afghanistan	West Asia
PI 223791	TAREQ; ARZAN	Afghanistan	West Asia
PI 227245	ARZAN	Iran	West Asia
PI 232929	LOVASZPATONAI PIROS	Hungary	Central Europe
PI 251388	IPM 1091-3	Iran	West Asia
PI 251389	IPM 1092	Iran	West Asia
PI 251403	ARZAN	Iran	West Asia
PI 251406	ARZAN	Iran	West Asia
PI 253789	IPM 1102	Iraq	West Asia
PI 253790	IPM 1103	Iraq	West Asia
PI 269954	NA	Pakistan	South Asia
PI 290726	IPM 1128	United Kingdom, England	West Europe
PI 291363	USSR	China	Southeast Asia
PI 291364	USSR	China	Southeast Asia
PI 296376	CROWN	Canada	North America
PI 346933	NA	Soviet Union, Former	East Europe
PI 346934	PODOLIAN 24/273	Ukraine	East Europe
PI 346937	TLICEVSKOJE	Soviet Union, Former	East Europe
PI 346939	URAL	Kazakhstan	Central Asia
PI 346941	KHARKOV 25	Ukraine	East Europe
PI 346943	NA	Ukraine	East Europe
PI 365840	NA	Australia, Austr. Capital Terr.	Oceania
PI 365842	NA	Australia, Austr. Capital Terr.	Oceania
PI 367683	WHITE FRENCH STRN. 8567-7	Australia, Austr. Capital Terr.	Oceania
PI 367684	WHITE FRENCH COMMERCIAL	Australia, Austr. Capital Terr.	Oceania
PI 427247	NA	Nepal	South Asia
PI 427248	NA	Nepal	South Asia
PI 427250	NA	Nepal	South Asia
PI 433381	Vishenutu	Taiwan	Southeast Asia

Plant ID	Plant Name	Origin	Continent
PI 436622	Lung Shu no. 5	China	Southeast Asia
PI 436624	Lung Shu no. 14	China	Southeast Asia
PI 436625	Lung Shu no. 16	China	Southeast Asia
PI 442533	NA	Belgium	West Europe
PI 476399	Raoluoga	Soviet Union, Former	East Europe
PI 516181	MINERVA	Romania	East Europe
PI 517016	GR 656	Morocco	North Africa
PI 517017	GR 658	Morocco, Ouarzazate	North Africa
PI 517018	GR 664	Morocco	North Africa
PI 517019	GR 665	Morocco, Ouarzazate	North Africa
PI 531399	BOLGAR 161	Bulgaria	East Europe
PI 531401	CSASZARRETI 6	Hungary	Central Europe
PI 531402	DOMACE BIELE	Czechoslovakia	Central Europe
PI 531403	DUNAKILITI "A"	Hungary	Central Europe
PI 531406	HANACKE MANA	Czechoslovakia	Central Europe
PI 531407	HARKOVSKOE 2	Germany	West Europe
PI 531413	VESZELOPODOLJANSZKOE 403	Germany	West Europe
PI 531416	MALCALTOR "A"	Hungary	Central Europe
PI 531419	PROSOS	Kenya	Eastern Africa
PI 531421	SARATOVSKOE 953	Soviet Union, Former	East Europe
PI 531422	SARATOVSKOE 953	Soviet Union, Former	East Europe
PI 531423	STRELECKIE BRUNATE	Poland	Central Europe
PI 531427	TOJDENSKOE 215	Soviet Union, Former	East Europe
PI 531430	VESZELOPODOLJANSZKOE 403	Soviet Union, Former	East Europe
PI 536011	SUNUP	United States, Nebraska	Central America
PI 578073	EARLYBIRD	United States, Nebraska	Central America
PI 578074	HUNTSMAN	United States, Nebraska	Central America
PI 583347	SUNRISE	United States, Nebraska	Central America
PI 583348	NE1	United States, Nebraska	Central America
PI 633425	Horizon	United States, Nebraska	Central America
PI 649371	Index Seminum #568	Germany, Saxony	West Europe
PI 649376	Cheongsong 4	Korea, South	East Asia
PI 649377	Cheongwon 5	Korea, South	East Asia
PI 649379	Eumseong 5	Korea, South	East Asia
PI 649383	Panhandle	United States, Nebraska	Central America
PI 649384	Minco	United States, Minnesota	Central America
PI 662288	Ames 5819	China	Southeast Asia

# Prove di confronto varietale del MIGLIO

valutazione 80 accessioni

Trait	2018			2019		
	Media	Range	h <sup>2</sup> b	Media	Range	h <sup>2</sup> b
Altezza pianta (cm)	67.48 b	25-104	0.85	69.82 a	33-111	0.86
Numero foglie	6.70 a	3-11	0.82	6.52 a	3-10	0.87
Numero accestimenti	3.9 a	2-6	0.83	3.7 a	2-6	0.82
Resa per pianta (g)	8.54 a	2.6-16.7	0.71	8.96 a	2.8-15.9	0.75
Resa ad ettaro (kg ha <sup>-1</sup> )	1708 b	842-2982	0.55	1832 a	891-3125	0.58
Biomassa secca Tot. (kg ha <sup>-1</sup> )	6001 b	2889-9664	0.53	6279 a	2767-10627	0.58
Harvest Index	0.28 b	0.25-0.33	0.58	0.30 a	0.27-0.35	0.59
Peso 100 semi (g)	0.56 a	0.35-0.71	0.73	0.54 a	0.32-0.71	0.77
GDD alla fioritura	740.8 b	581-891	0.77	743.3 a	592-899	0.79
Giorni alla maturazione	97.8 b	80-109	0.73	98.8 a	83-111	0.75



Article

## Evaluation of the Agronomic Traits of 80 Accessions of Proso Millet (*Panicum miliaceum* L.) under Mediterranean Pedoclimatic Conditions

Alessandro Calamai <sup>1</sup>, Alberto Masoni <sup>1,2,\*</sup>, Lorenzo Marini <sup>1</sup>, Matteo Dell'acqua <sup>3</sup>, Paola Ganugi <sup>1</sup>, Sameh Boukail <sup>3</sup>, Stefano Benedettelli <sup>1</sup> and Enrico Palchetti <sup>1</sup>

<sup>1</sup> DAGRI, Department of Agriculture, Food, Environment and Forestry, University of Florence, Piazzale delle Cascine 18, 50144 Firenze, Italy; alessandro.calamai@unifi.it (A.C.); lo.marini@unifi.it (L.M.); paola.ganugi@unifi.it (P.G.); stefano.benedettelli@unifi.it (S.B.); enrico.palchetti@unifi.it (E.P.)

<sup>2</sup> Department of Biology, University of Florence, 50019 Florence, Italy

<sup>3</sup> Institute of Life Sciences, Scuola Superiore Sant'Anna, 56127 Pisa, Italy;

matteo.dellacqua@santannapisa.it (M.D.); sameh.boukail@santannapisa.it (S.B.)

\* Correspondence: alberto.masoni@unifi.it

*Agriculture* **2020**, *10*, 578; doi:10.3390/agriculture10120578



# Prove di confronto varietale del MIGLIO



## Miglio sotto tunnel

- Confronto varietale di 25 accessioni in due blocchi completamente randomizzati;
- Rilevamenti dei parametri morfologici (altezza, indice accostamento, compattezza del racemo finale panicolo, precocità) dati produttivi (peso 1000 semi, peso specifico, t/ha) dati qualitativi



# Etichette nutrizionali

MIGLIO	valore energetico	ceneri	proteine	carboidrati totali	zuccheri semplici	grassi	Na	fibra
ACCESSIONE	(Kcal/100g)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(mg/100g)	(%)
2	367	3,8	9,0	74,4	0,6	3,75	4,7	19,9
3	398	3,2	8,8	68,8	0,6	9,7	4,0	17,5
27	365	3,3	10,9	70,7	1,0	4,4	4,2	18,0
106	389	3,7	12,4	65,1	0,8	8,8	3,6	36,3
132	376	4,2	12,1	65,6	0,9	7,17	6,8	28,4
174	357	6,5	11,9	68,4	0,8	4	8,1	20,7
183	394	3,5	10,9	65,5	1,3	9,8	1,1	16,6
185	362	4,7	8,9	73,4	1,3	3,6	0,8	21,2
189	359	4,5	10,2	73,1	1,2	2,9	1,2	19,3
191	369	4,8	11,4	69,9	1,2	4,9	1,2	25,5
198	372	3,6	12,1	69,4	1,7	5,1	7,6	11,7
202	354	6,3	11,7	68,3	1,2	3,8	9,1	23,8
208	372	2,78	12,5	69,7	1,1	4,8	0,5	22,5
209	352	7,8	12,3	67,4	1,6	3,7	9,7	29,9
211	365	3,3	13,5	70,2	1,6	3,4	8,7	33,4
648	362	3,5	11,9	70,7	1,2	3,4	7,7	24,6
655	360	4,1	13,2	70,1	1,0	2,9	1,8	28,1
656	372	2,6	9,4	75,3	1,1	3,7	0,4	24,6
660	369	3,4	14,0	69,0	1,4	4,1	2,8	22,1
668	369	3,98	13,1	68,6	1,5	4,7	1,1	27,9
671	366	3,5	13,8	68,0	1,5	4,3	1,1	19,9
673	368	4,3	11,5	70,2	1,5	4,5	2,3	26,5
675	369	2,9	10,9	73,0	1,3	3,7	3,9	20
679	357	5,2	12,0	69,0	1,8	3,6	2,0	20,6
700	357	4,3	12,9	70,7	1,7	2,6	1,5	15,4
<i>minimo</i>	352	2,6	8,8	65,1	0,6	2,6	0,4	11,7
<i>massimo</i>	398	7,8	14,0	75,3	1,8	9,8	9,7	36,3
<i>media</i>	368	4,2	11,6	69,8	1,2	4,7	3,8	23,0

alto contenuto di fibre

assenza di glutine

alto contenuto di carboidrati a basso contenuto glicemico



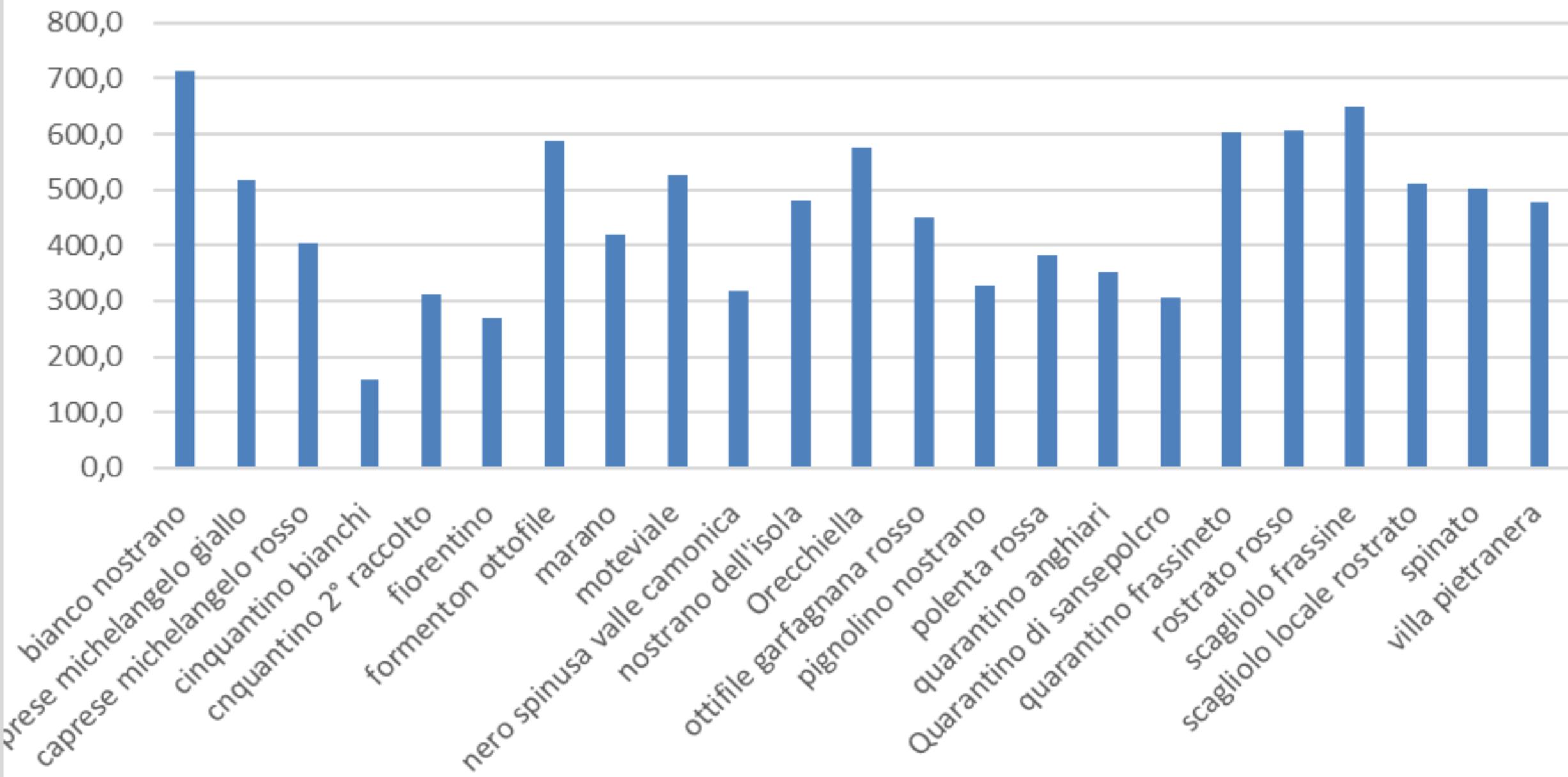
# Prova sperimentale Mais

- Confronto varietale di 24 accessioni in due blocchi completamente randomizzati
- Rilevamenti dei parametri morfologici (altezza, numero di ranghi, biomassa, precocità) dati produttivi (peso 1000 semi, peso specifico, t/ha) dati qualitativi

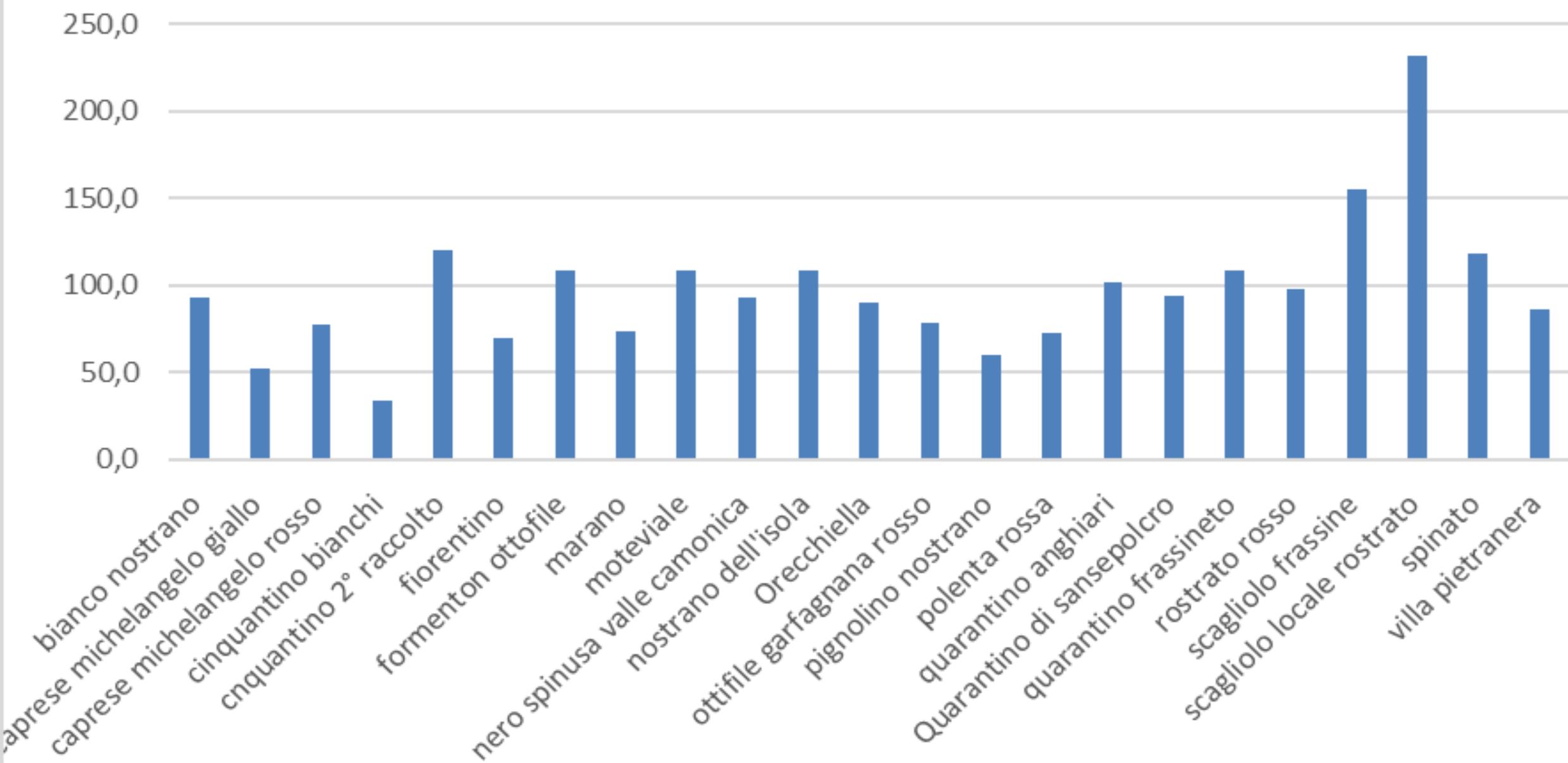


- **Valutazione qualità nutraceutica:** sulle migliori accessioni di mais e miglio verranno valutate le caratteristiche qualitative:
- analisi elementare di macro e microelementi
- nutraceutiche (contenuto di polifenoli, digeribilità, attività anti-radicalica e contenuto proteico)
- Contenuto di fibre, carboidrati e % proteina

## Peso fresco Biomassa (gr)



## Peso granella /pianta (gr)



# La vocazionalità agroclimatica

La vocazionalità agroclimatica di miglio e mais è stata calcolata sulla base di indici termici e pluviometrici definiti per le località di sperimentazione.

Tra gli indici bioclimatici basati sulla temperatura ritroviamo i gradi giorno di crescita (GDD) (es. indice di Huglin e di Winkler per la viticoltura).

Per il **mais** i gradi giorno di crescita per definire la vocazionalità (Baldoni e Giardini, 1989) si basano sull'indice NOAA (GUTN). Questo utilizza temperature medie giornaliere e la soglia ritenuta base per i processi fisiologici di 10 °C.

Come valore di riferimento è stata utilizzata la classe di maturità FAO 600, corrispondente a 1450 GG, al fine di verificare in quali località e in quali anni si raggiunge la maturazione entro il periodo considerato.

# Le disponibilità termiche

<b>Classe di Maturità mais FAO</b>	<b>GUTN (°C)</b>	<b>Durata media del ciclo nel comprensorio bolognese</b>
100	1230	121
200	1300	127
300	1340	130
400	1365	133
500	1400	136
600	1450	140
700	1520	146
800	1600	153

# La vocazionalità agroclimatica

L'analisi delle somme termiche è stata eseguita sia considerando i cumulati nel periodo di riferimento **aprile-agosto**.

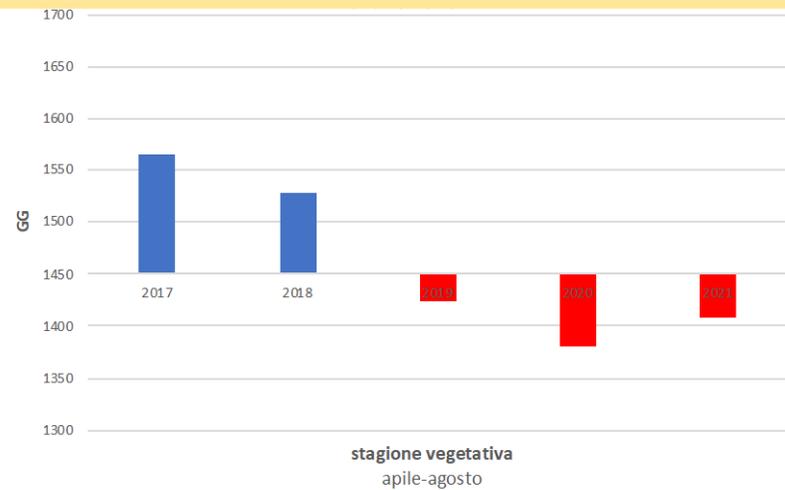
Come valore di riferimento è stata utilizzata la classe di maturità FAO 600, corrispondente a 1450 GG, al fine di verificare in quali località e in quali anni si raggiunge la maturazione entro il periodo considerato.

Al fine di valutare l'incidenza della variabilità interannuale sono stati calcolati gli indici agroclimatici per gli ultimi 5 anni (periodo 2017-2021) e non per i soli 2 anni di prove.

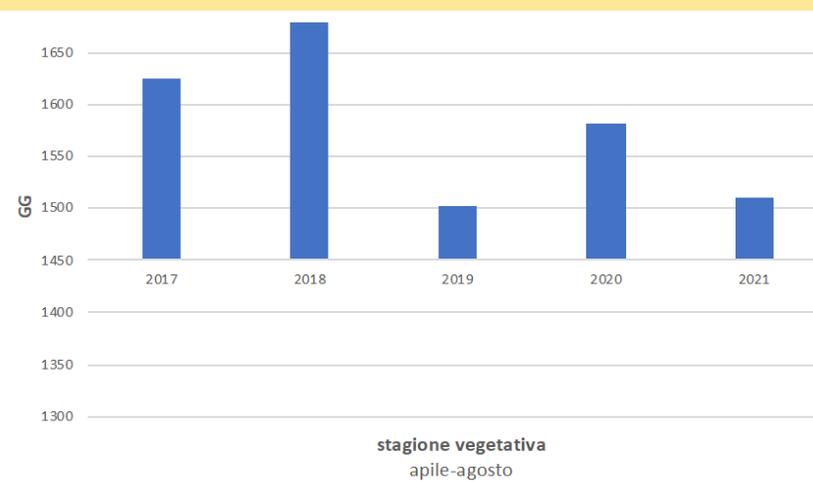
Oltre alle 4 località oggetto delle prove sono stati calcolati gli indici anche per la Val d'Orcia, a integrazione di un quadro conoscitivo della Toscana.

# Le disponibilità termiche 5 località

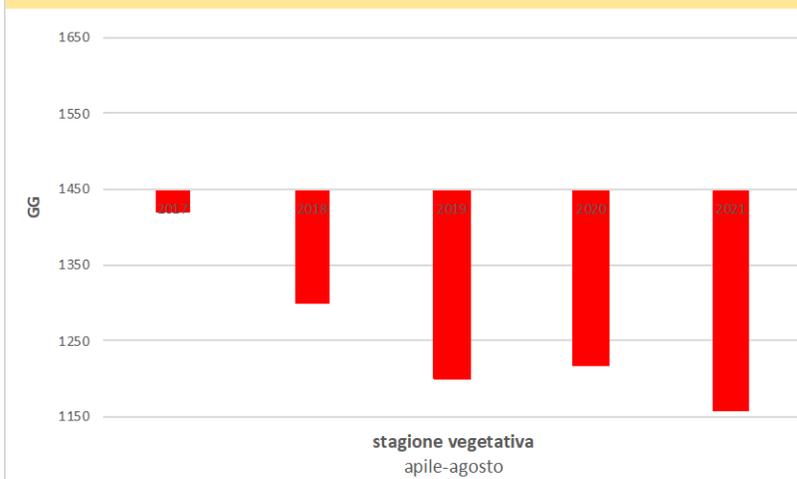
## Val di Chiana



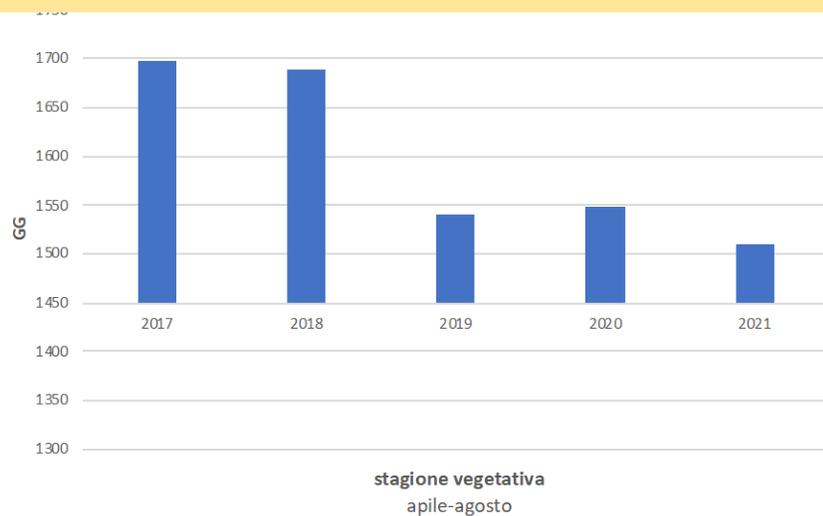
## Val di Cornia



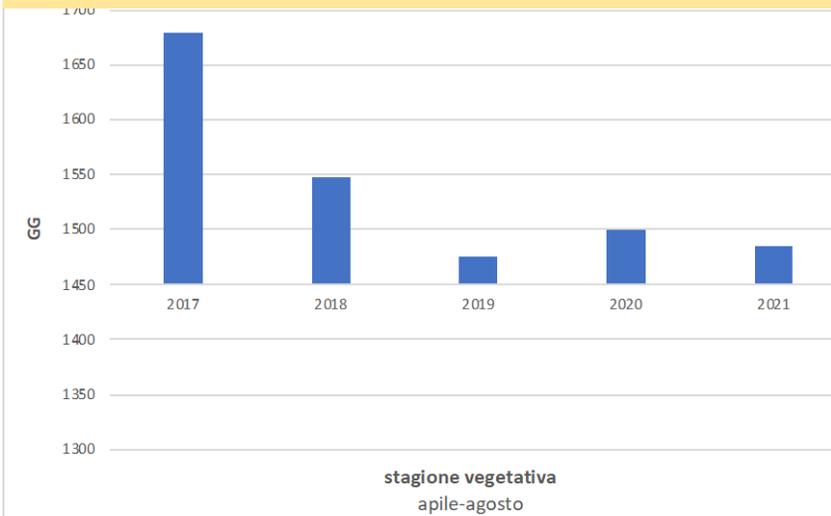
## Garfagnana



## Val di Cecina



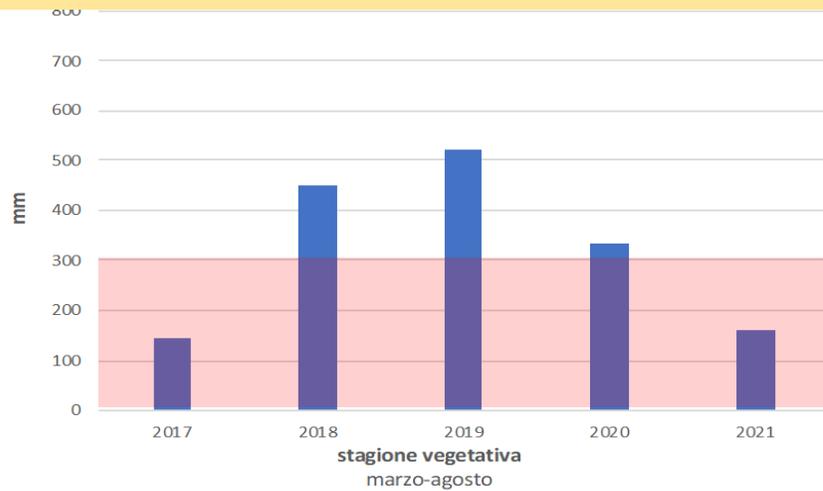
## Val d'Orcia



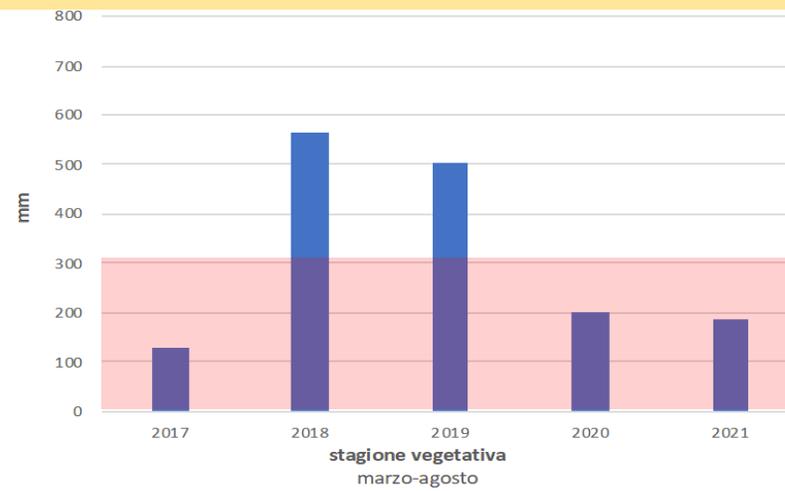
# Le disponibilità idriche in 5 località

(marzo - agosto)

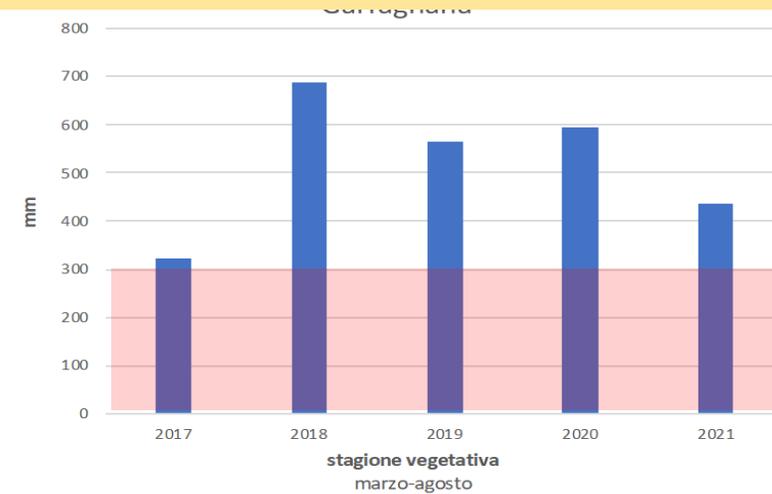
## Val di Chiana



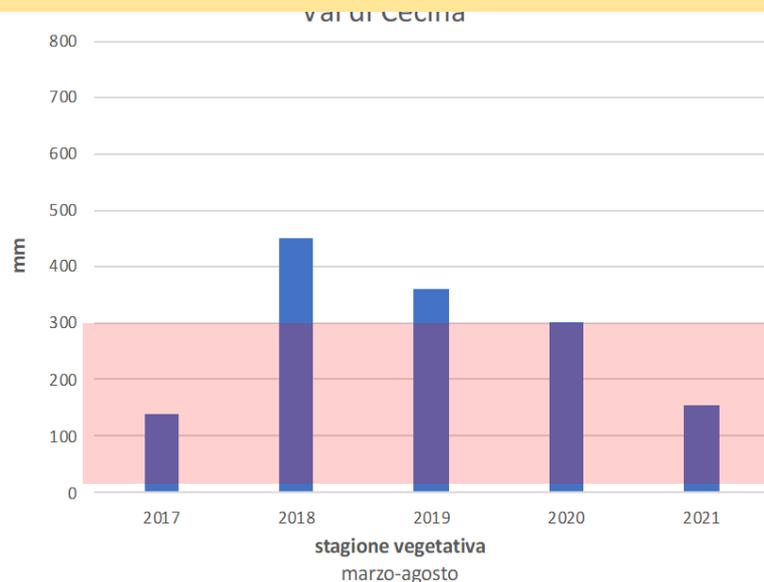
## Val di Cornia



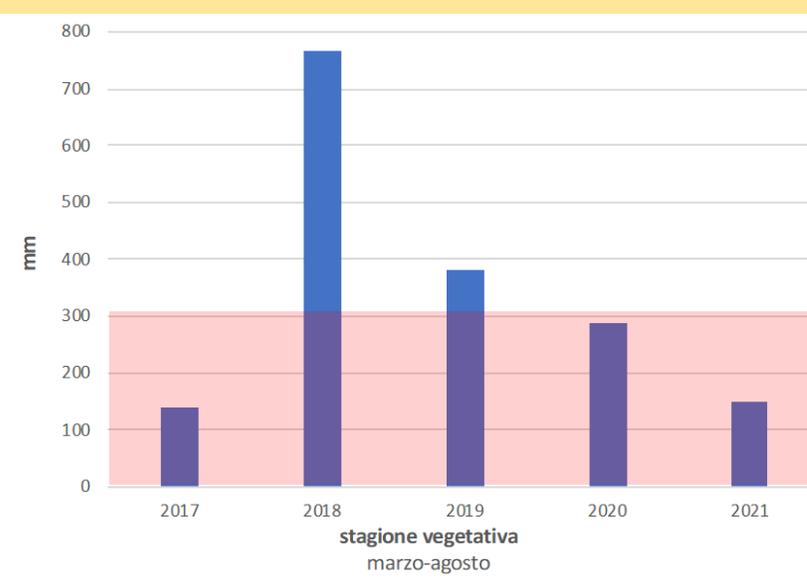
## Garfagnana



## Val di Cecina



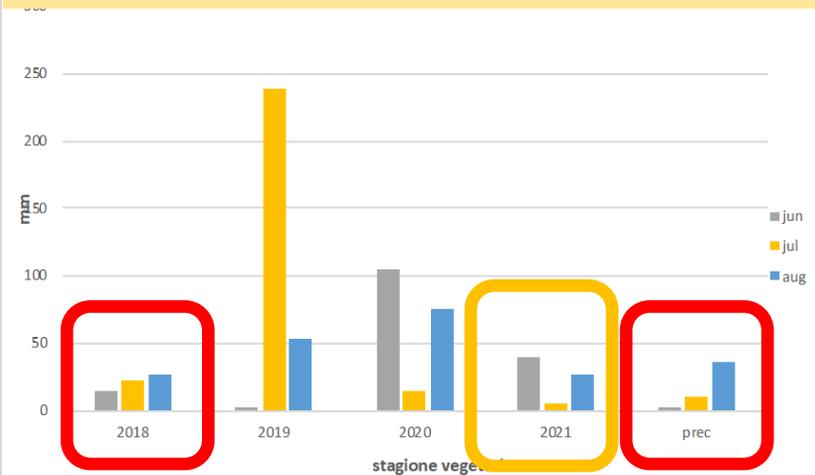
## Val d'Orcia



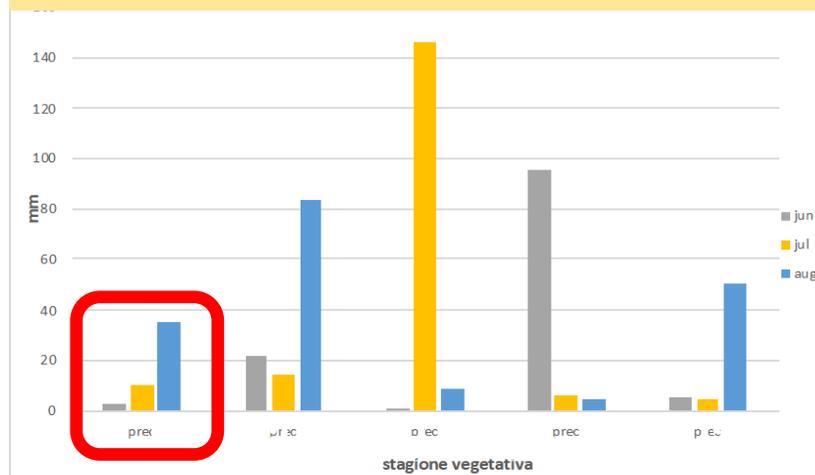
# Le disponibilità idriche in 5 località

(giugno – luglio - agosto)

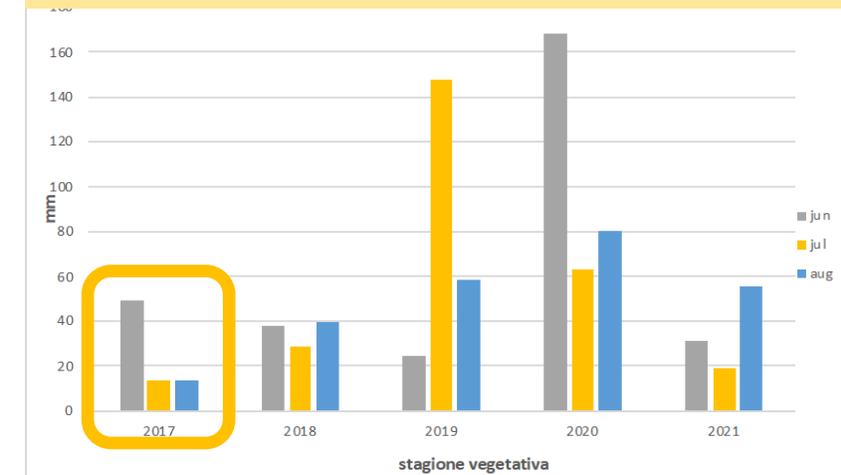
## Val di Chiana



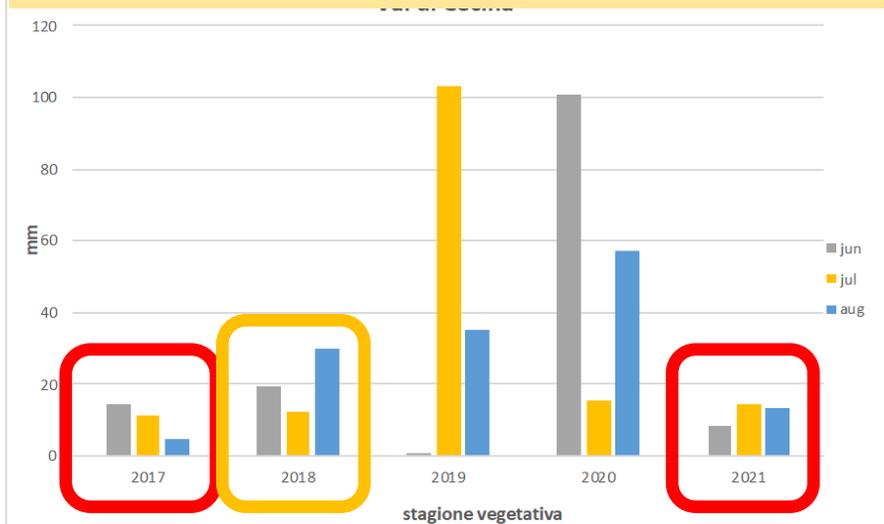
## Val di Cornia



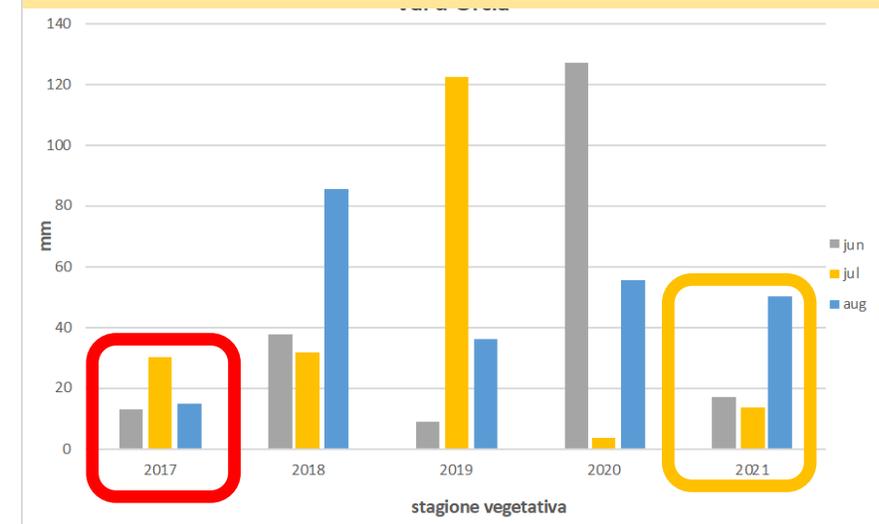
## Garfagnana



## Val di Cecina



## Val d'Orcia





**grazie per l'attenzione**