

6 Aprile 2022 ore 17:00 - 20:00
Convegno Finale

CEREALI RESILIENTI 2.0

DIVERSITÀ NEI CEREALI PER L'ADATTAMENTO AI
CAMBIAMENTI CLIMATICI – SECONDA FASE

Variazione della qualità delle farine in funzione dell'anno e
dell'ambiente di coltivazione

Stefano Benedettelli
stefano.benedettelli@unifi.it

Anno	Zona	Località	Tipologia
1	Costa	SanDonato Orbetello	F
		San Vincenzo	F
		Sterpaia (Piombino)	M
	Pianura	Gambassi	F
		Travalle	F
		Torrita	M
	Collina	Santa Luce 1	F
		Santa Luce 2	F
		Peccioli	M
	Montagna	Barberino	F
		Semproniano	M
		Vicchio - Ginestra	F
		Vicchio - Molezzano	F
		Borgo San Lorenzo	F
		Semproniano	F

Anno	Zona	Località	Tipologia
2	Costa	San Donato Orbetello	F
		Paganico	F
	Pianura	Gambassi	F
		Torrita	M
	Collina	Monteroni d'Arbia	F
		Ponte d'Arbia	F
		Orciano	F
		Peccioli	M
		Ponte d'Arbia	F
		Manciano	F
		Corsanello (SI)	F
		Santa Luce	F
	Montagna	Semproniano	M
		Molezzano	F
		Sorano (Amiata)	F
		Semproniano	F

Zone interessate



Strategia del Campionamento: aree di saggio.

Tre aree di saggio per ogni appezzamento.

Variabili considerate:

- In campo misurate 50 piante per area di saggio:
 - a. Altezza Pianta;
 - b. Altezza base spiga.
- Campionate 100 spighe per area di saggio:
 - a) Frequenza spighe aristate;
 - b) Lunghezza spiga;
 - c) Larghezza spiga;
 - d) Numero spighette;
 - e) Densità spiga;
 - f) Peso spiga;
 - g) Numero cariossidi;
 - h) Peso cariossidi;
 - i) Peso di 1000 cariossidi.
- Raccolta «bulk» del seme da ogni area di saggio.



Analisi di laboratorio su seme, raccolta «massale» da ogni area di saggio.

Caratteristiche reologiche:

- a) Tenacità P;
- b) Estensibilità L;
- c) Forza dell'impasto W;
- d) Rapporto P/L;
- e) Contenuto di glutine secco %/s.s.;
- f) «indice» di glutine;
- g) Contenuto di proteine totali %/s.s.;
- h) Contenuto in carbonio %/ s.s.;

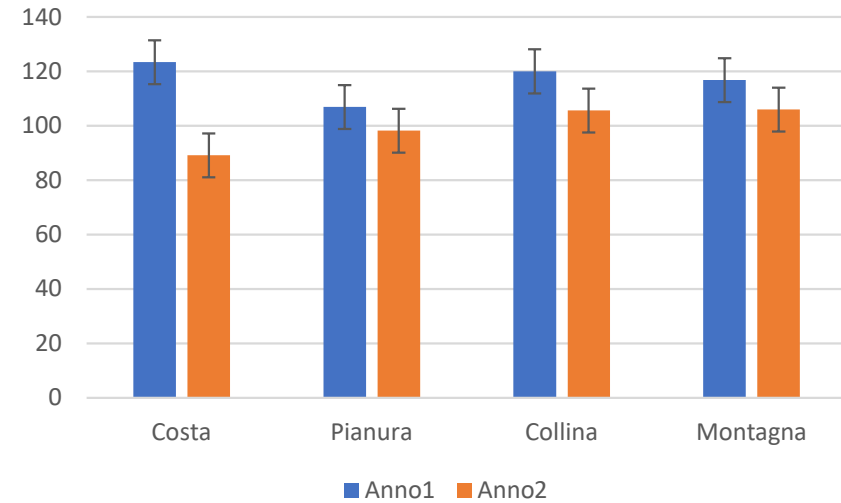
Caratteristiche nutraceutiche;

- a) Contenuto di Flavonoidi frazione solubile mg/g;
- b) Contenuto di Flavonoidi frazione legata mg/g;
- c) Contenuto di Polifenoli frazione solubile mg/g;
- d) Contenuto di Polifenoli frazione legata mg/g;
- e) Attività anti-radicalica ART frazione solubile;
- f) Attività anti-radicalica ART frazione legata;
- g) Digeribilità proteica – pepsina e pancreatina.

Dati morfometrici.

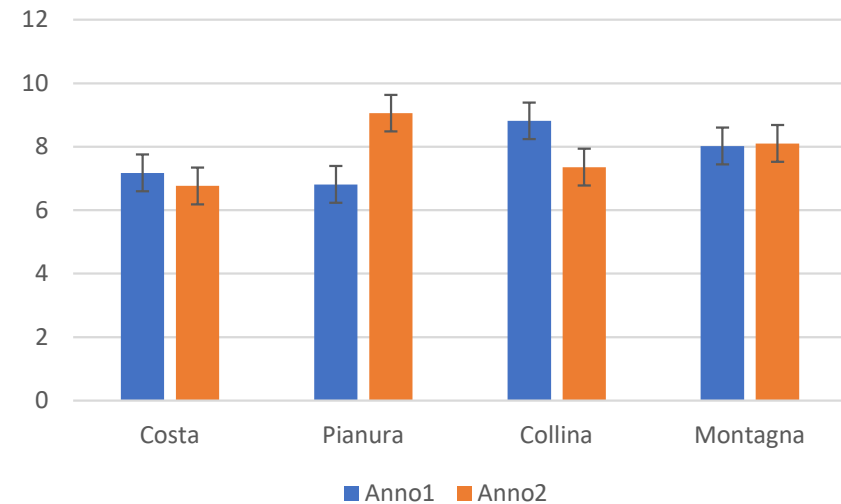
Variabile dipendente:	Altezza pianta cm					
Fonti di variazione	Devianza	g.l	Varianza	F	p	Sig.
Anno (A)	367770,263	1	367770,2626	28,25221294	0,0130	*
Zona (Z)	141587,121	3	47195,70705	3,625587223	0,1591	n.s.
Interazione AxZ	39052,190	3	13017,39667	42,93473459	0,0000	**
Azienda(Zona)	656514,179	19	34553,37783	113,9659598	0,0000	**
Qualità (Q)	105457,008	2	52728,50417	3,483379299	0,1330	n.s.
Interazione AxQ	21880,821	2	10940,41067	36,08429859	0,0000	**
Interazione ZxQ	35999,596	8	4499,94954	14,84199522	0,0000	**
Errore	1234591,054	4072	303,1903375			
Totale	2602852,233	4110				

Altezza pianta cm

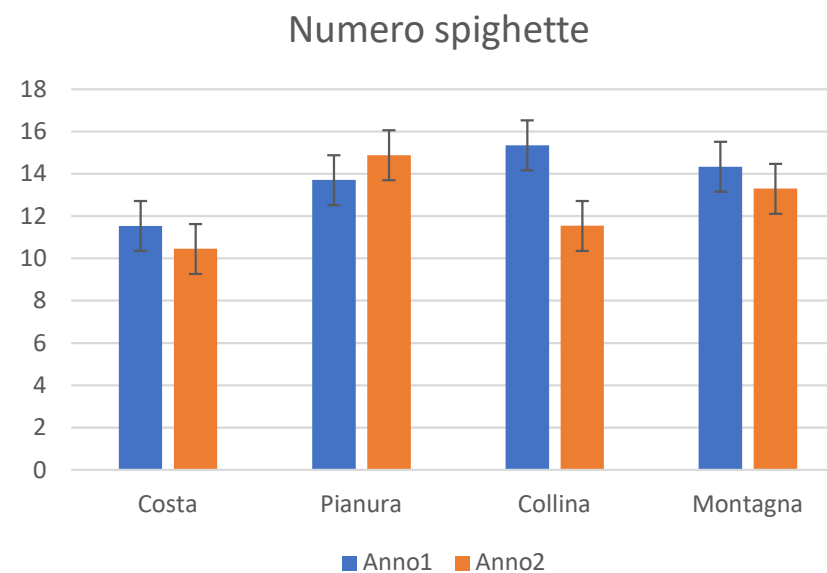


Variabile dipendente:	Lunghezza spiga cm					
Fonti di variazione	Devianza	g.l	Varianza	F	p	Sig.
Anno (A)	5,611	1	5,611210066	0,005853309	0,9438	n.s.
Zona (Z)	820,857	3	273,6188635	0,285424316	0,8347	n.s.
Interazione AxZ	2875,917	3	958,6389408	293,232668	0,0000	**
Azienda(Zona)	6691,293	19	352,1733386	107,7243196	0,0000	**
Qualità (Q)	1303,405	2	651,7027057	9,222557242	0,0318	*
Interazione AxQ	76,200	2	38,09984729	11,65414777	0,0000	**
Interazione ZxQ	215,000	6	35,83335334	10,96086269	0,0000	**
Errore	24332,724	7443	3,269209217			
Totale	36321,007	7479				

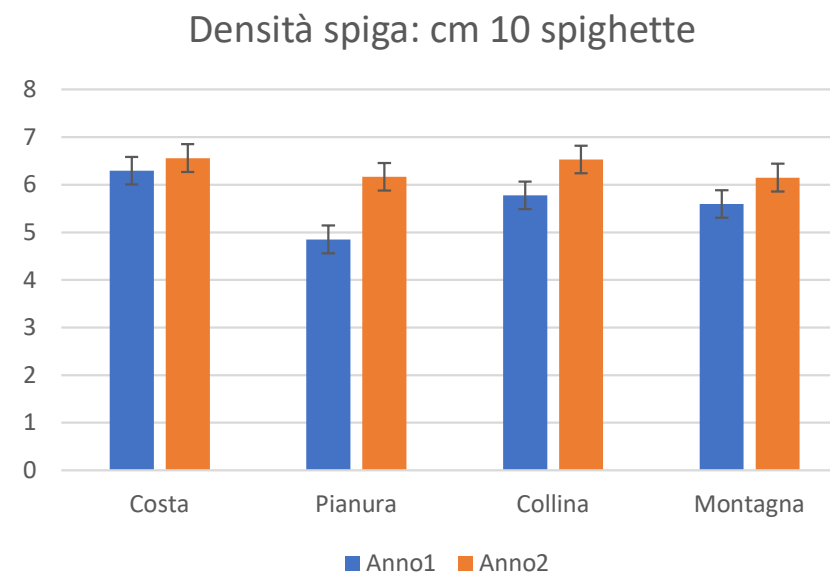
Lunghezza spiga cm



Variabile dipendente:	Numero spighette					
Fonti di variazione	Devianza	g.l	Varianza	F	p	Sig.
Anno (A)	2997,887	1	2997,886896	1,515351421	0,3060	n.s.
Zona (Z)	7622,984	3	2540,994534	1,284404586	0,4209	n.s.
Interazione AxZ	5935,033	3	1978,344334	285,5883839	0,0000	**
Azienda(Zona)	19386,394	19	1020,336501	147,2929901	0,0000	**
Qualità (Q)	3215,354	2	1607,676765	6,198860324	0,0347	*
Interazione AxQ	30,093	2	15,04673769	2,172105951	0,1140	n.s.
Interazione ZxQ	1556,102	6	259,3503775	37,43911205	0,0000	**
Errore	51933,651	7497	6,927257709			
Totale	92677,497	7533				



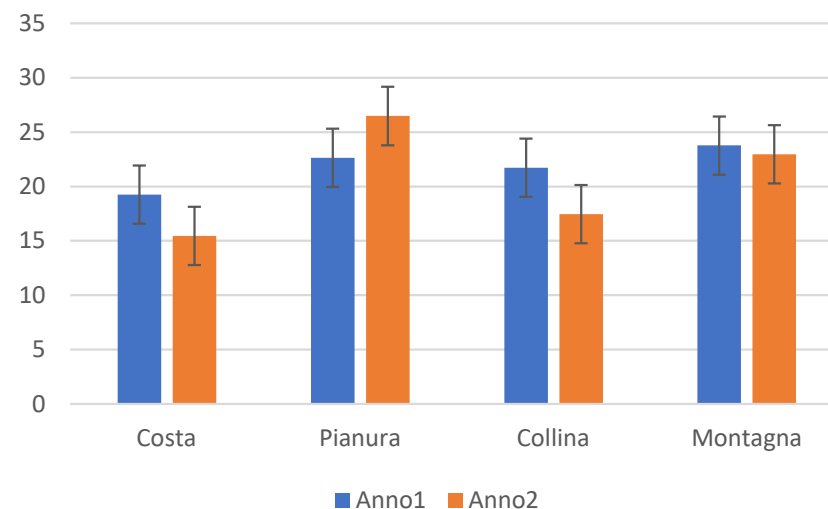
Variabile dipendente:	Densità Spiga cm					
Fonti di variazione	Devianza	g.l	Varianza	F	p	Sig.
Anno (A)	982,788	1	982,78793	24,95020645	0,0154	*
Zona (Z)	922,630	3	307,5432785	7,807654181	0,0627	n.s.
Interazione AxZ	118,170	3	39,38997186	26,70061777	0,0000	**
Azienda(Zona)	1199,307	19	63,12142256	42,78705713	0,0231	*
Qualità (Q)	62,109	2	31,05462635	0,647754732	0,5706	n.s.
Interazione AxQ	63,587	2	31,79372511	21,55147773	0,0000	**
Interazione ZxQ	105,741	6	17,6234727	11,94612705	0,0000	**
Errore	11059,917	7497	1,475245712			
Totale	14514,249	7533				



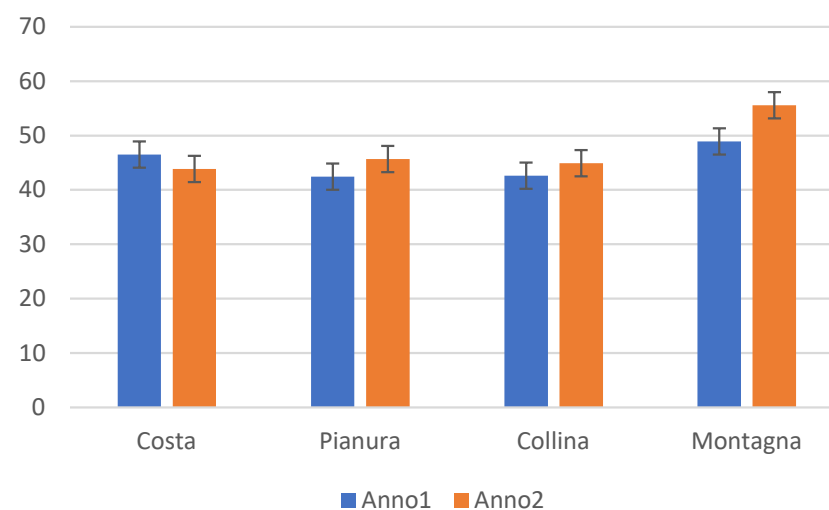
Variabile dipendente:	Numero cariossidi spiga					
Fonti di variazione	Devianza	g.l	Varianza	F	p	Sig.
Anno (A)	5549,243	1	5549,243425	1,308978233	0,3356	n.s.
Zona (Z)	47037,344	3	15679,11469	3,698453693	0,1556	n.s.
Interazione AxZ	12718,111	3	4239,370285	66,60394745	0,0000	**
Azienda(Zona)	99723,582	19	5248,609602	82,45991613	0,0000	**
Qualità (Q)	17433,280	2	8716,640191	3,735505376	0,1216	n.s.
Interazione AxQ	1452,158	2	726,0788039	11,40728723	0,0000	**
Interazione ZxQ	10026,170	6	1671,02837	26,25321175	0,0000	**
Errore	476996,366	7494	63,65043585			
Totale	670936,255	7530				

Variabile dipendente:	Peso 1000 cariossidi g					
Fonti di variazione	Devianza	g.l	Varianza	F	p	Sig.
Anno (A)	6857,618	1	6857,61842	0,755891301	0,4486	n.s.
Zona (Z)	80334,661	3	26778,22017	2,951669581	0,1989	n.s.
Interazione AxZ	27216,685	3	9072,228255	3,698849076	0,0113	*
Azienda(Zona)	81115,814	19	4269,253355	1,740622412	0,0238	*
Qualità (Q)	2678,205	2	1339,102422	0,545967056	0,5793	n.s.
Interazione AxQ	3689,313	2	1844,656323	0,752087045	0,4714	n.s.
Interazione ZxQ	20882,916	6	3480,485946	1,419033105	0,2030	n.s.
Errore	18311981,6	7466	2452,716525			
Totale	18534756,8	7502				

Numero cariossidi spiga

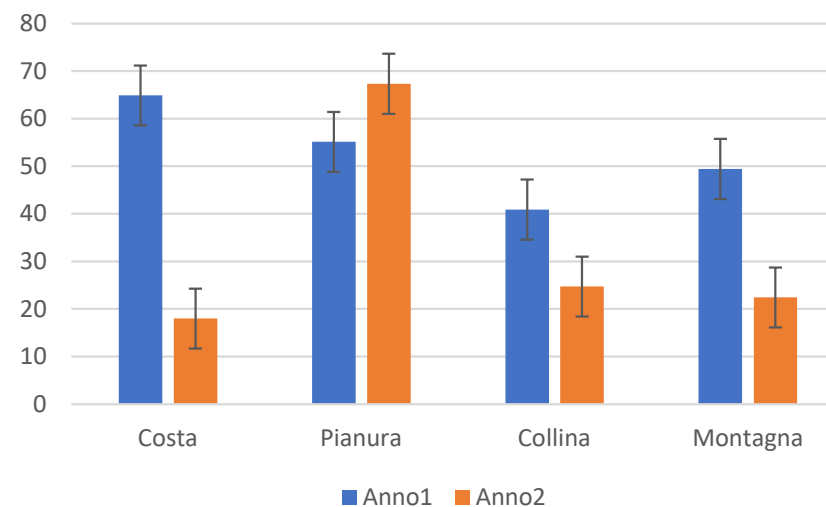


Peso 1000 cariossidi g



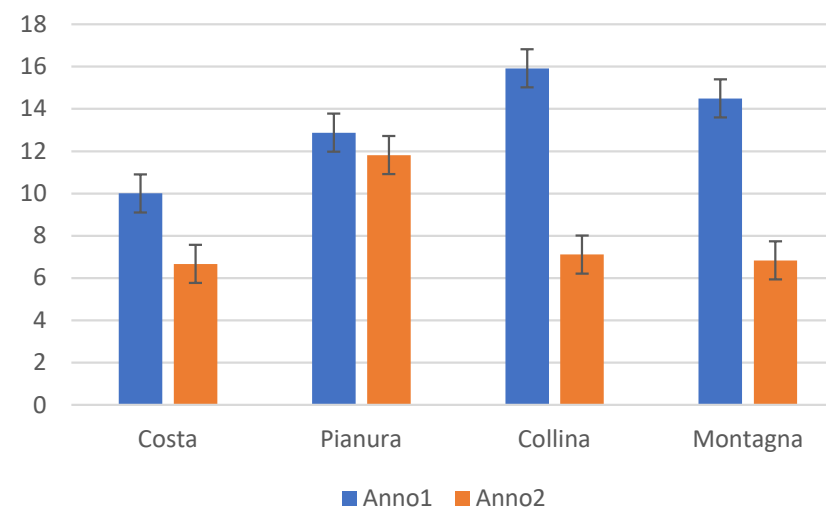
Variabile dipendente:	% Spighe aristate					
Fonti di variazione	Devianza	g.l	Varianza	F	p	Sig.
Anno (A)	6275,406	1	6275,405669	3,493003516	0,1584	n.s.
Zona (Z)	8550,363	3	2850,121043	1,586428567	0,3569	n.s.
Interazione AxZ	5389,693	3	1796,564372	5,003189027	0,0035	**
Qualità (Q)	368,779	2	184,3896972	0,513500392	0,6008	n.s.
Interazione AxQ	168,184	2	84,0917657	0,234184205	0,7919	n.s.
Interazione ZxQ	1058,951	6	176,4917597	0,491505703	0,8124	n.s.
Errore	23340,450	65	359,0838488			
Totale	45151,826	82				

% spighe aristate



Variabile dipendente:	Produzione q/ha					
Fonti di variazione	Devianza	g.l	Varianza	F	p	Sig.
Anno (A)	240,848	1	240,8479911	5,317582314	0,1044	n.s.
Zona (Z)	47,399	3	15,7998219	0,348837676	0,7949	n.s.
Interazione AxZ	135,878	3	45,29276217	1,518569377	0,2214	n.s.
Qualità (Q)	144,058	2	72,02923669	2,414986144	0,0999	n.s.
Interazione AxQ	77,890	2	38,94509395	1,305745647	0,2710	n.s.
Interazione ZxQ	181,956	6	30,32596464	1,016764689	0,4255	n.s.
Errore	1461,471	49	29,82594201			
Totale	2289,501	66				

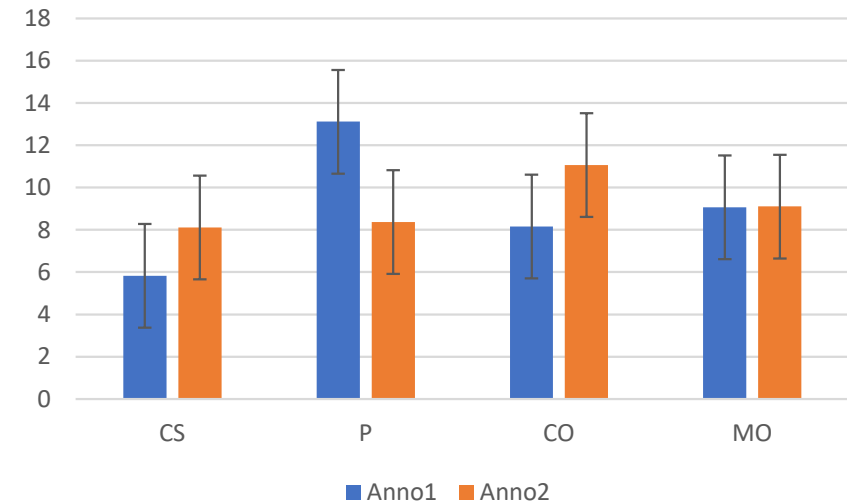
Produzione q/ha



Qualità delle farine

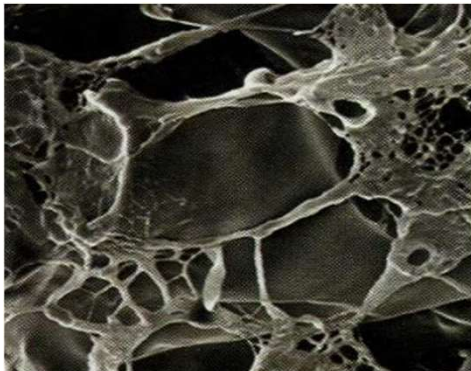
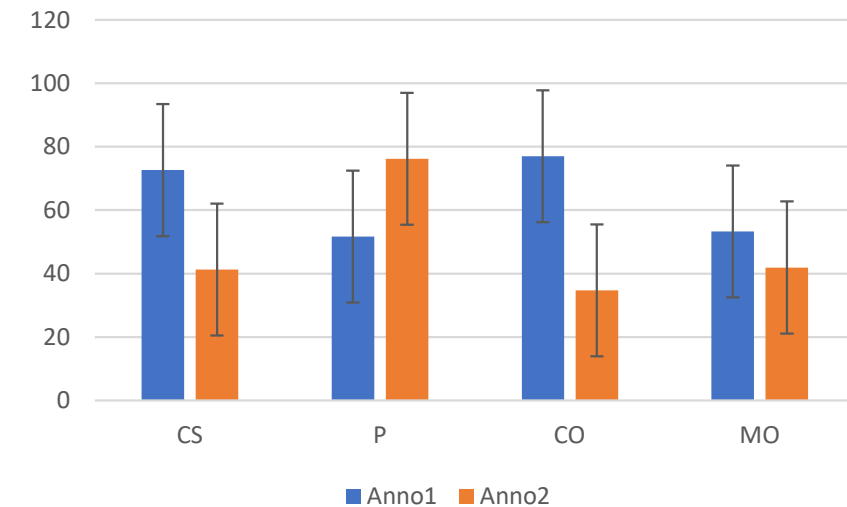
Variabile dipendente:	% glutine secco / s.s.					
Fonti Variazione	Devianza	g.l	Varianza	F	p	Sig.
Anni	0,0290	1	0,0290	0,0048	0,9490	n.s.
Zona	14,9690	3	4,9897	0,8290	0,5594	n.s.
Errore	18,0571	3	6,0190			
Totale	33,0550	7				

% Glutine secco /s.s.

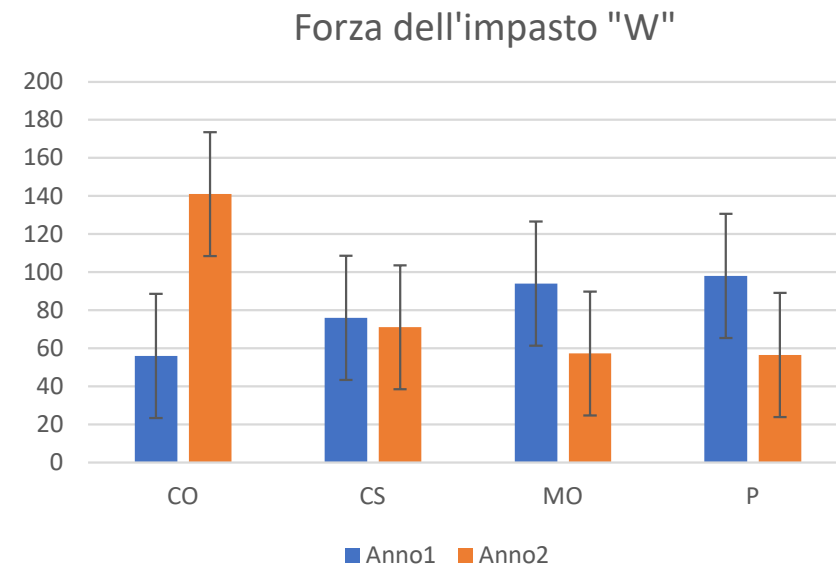


Variabile dipendente:	Indice di glutine					
Fonti Variazione	Devianza	g.l	Varianza	F	p	Sig.
Anni	457,2986	1	457,2986	1,0616	0,3787	n.s.
Zona	267,7870	3	89,2623	0,2072	0,8857	n.s.
Errore	1292,3211	3	430,7737			
Totale	2017,4067	7				

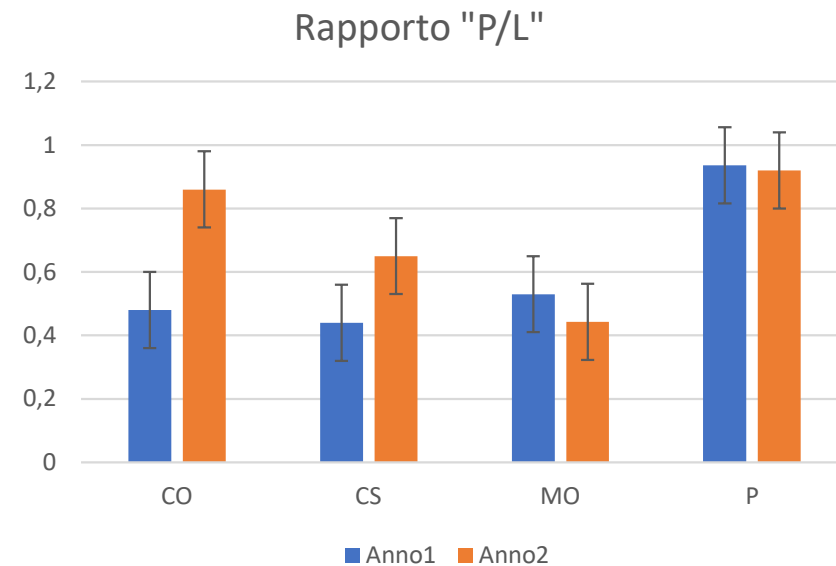
"Indice" Glutine



Variabile dipendente:	Forza dell'impasto "W"					
Fonti Variazione	Devianza	g.l	Varianza	F	p	Sig.
Anni	0,382813	1	0,382813	0,000223	0,989035	n.s.
Zona	810,5234	3	270,1745	0,157047	0,918653	n.s.
Errore	5161,023	3	1720,341			
Totale	5971,93	7				



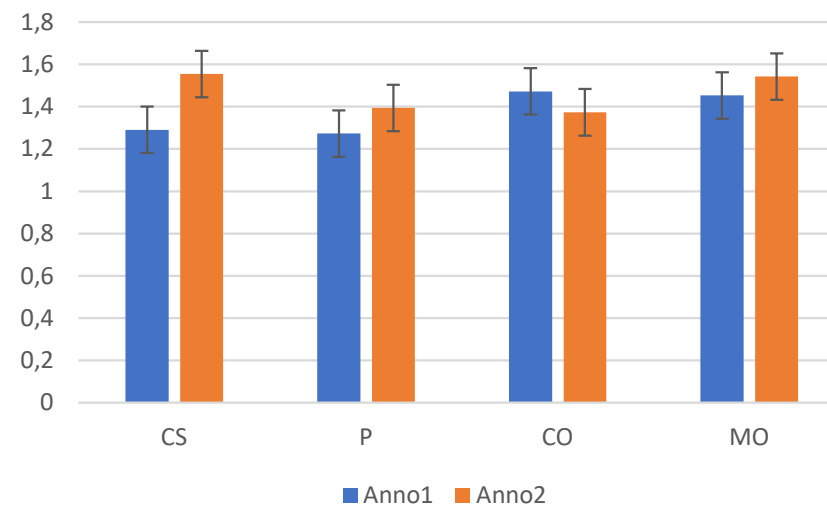
Variabile dipendente:	Rapporto P/L					
Fonti Variazione	Devianza	g.l	Varianza	F	p	Sig.
Anni	0,029585	1	0,029585	1,293424	0,338034	n.s.
Zona	0,230618	3	0,076873	3,360762	0,173022	n.s.
Errore	0,068621	3	0,022874			
Totale	0,328824	7				



Caratteristiche nutrizionali

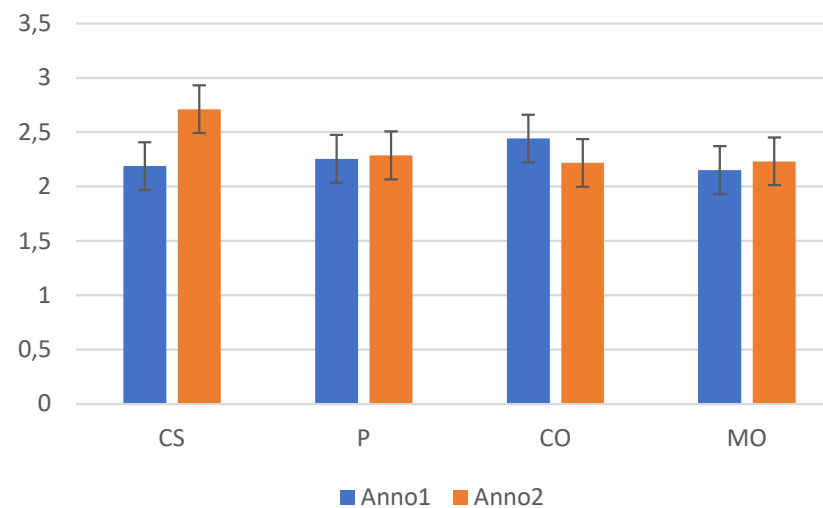
Variabile dipendente:	Polifenoli frazione solubile mg/g s.s.					
Fonti Variazione	Devianza	g.l	Varianza	F	p	Sig.
Anni	0,0175	1	0,0175	1,5734	0,2986	n.s.
Zona	0,0271	3	0,0090	0,8114	0,5662	n.s.
Errore	0,0335	3	0,0112			
Totale	0,0781	7				

Polifenoli frazione solubile

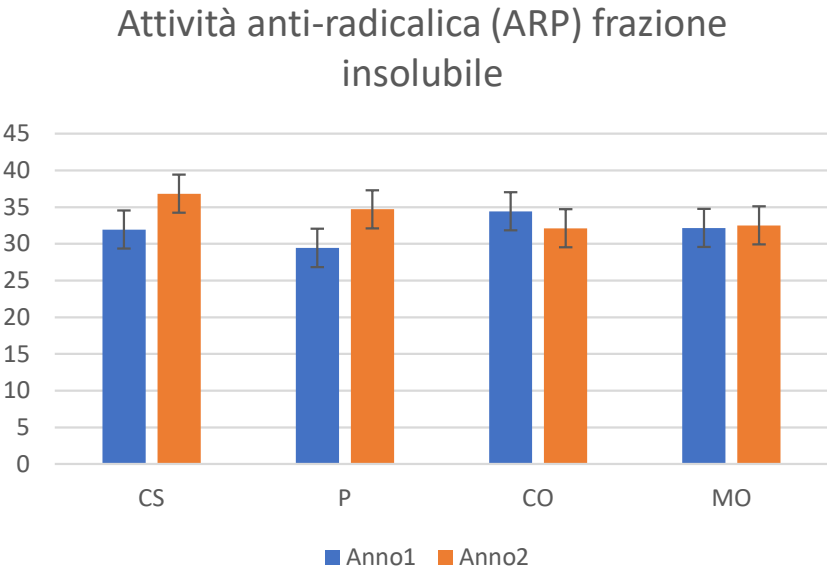


Variabile dipendente:	Polifenoli frazione insolubile mg/g s.s.					
Fonti Variazione	Devianza	g.l	Varianza	F	p	Sig.
Anni	0,0212	1	0,0212	0,4410	0,5541	n.s.
Zona	0,0714	3	0,0238	0,4947	0,7111	n.s.
Errore	0,1444	3	0,0481			
Totale	0,2371	7				

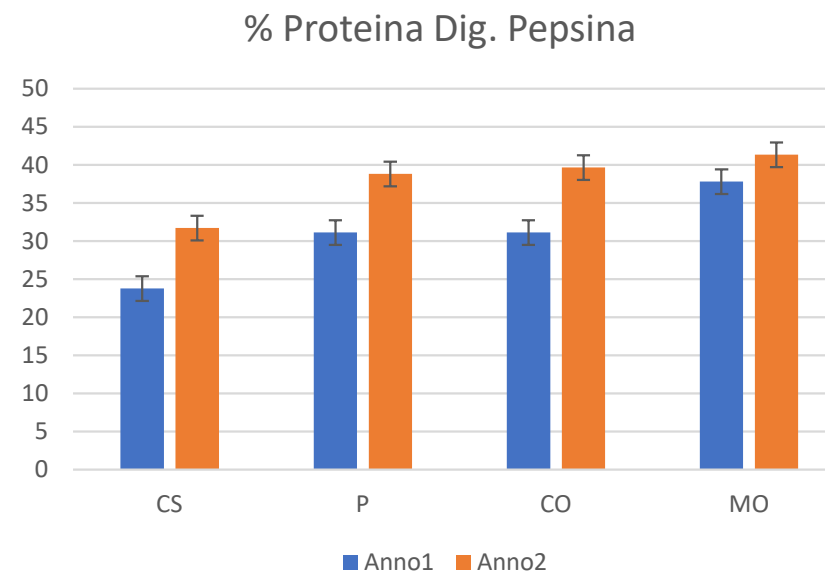
Polifenoli frazione insolubile



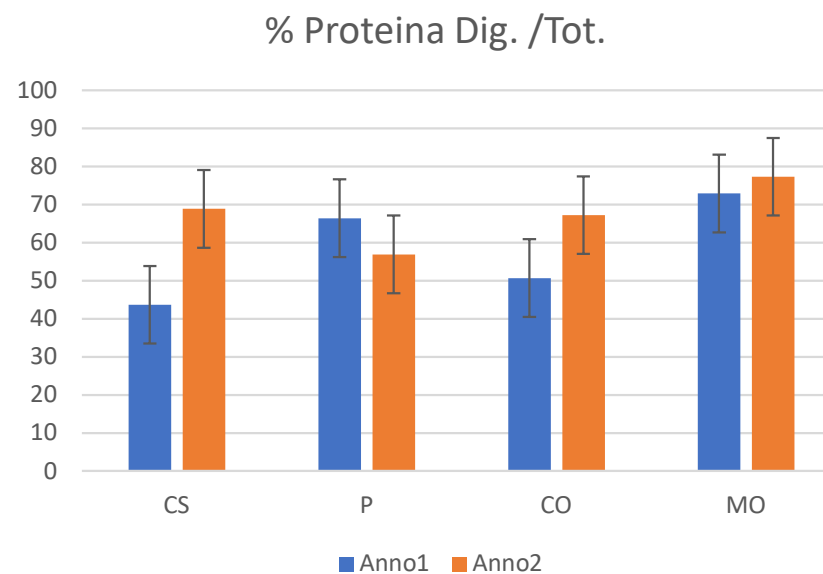
Variabile dipendente:	Attività anti-radicalica (ARP) frazione insolubile					
Fonti Variazione	Devianza	g.l	Varianza	F	p	Sig.
Anni	8,3872	1	8,3872	1,2498	0,3450	n.s.
Zona	6,5585	3	2,1862	0,3258	0,8092	n.s.
Errore	20,1321	3	6,7107			
Totale	35,0778	7				



Variabile dipendente:		% Proteina idrolizzata con pepsina				
Fonti Variazione	Devianza	g.l	Varianza	F	p	Sig.
Anni	95,981	1	95,981	36,658	0,009	**
Zona	144,833	3	48,278	18,439	0,019	*
Errore	7,855	3	2,618			
Totale	248,669	7				



Variabile dipendente:		% Proteina idrolizzata Totale				
Fonti Variazione	Devianza	g.l	Varianza	F	p	Sig.
Anni	167,714	1	167,714	1,472	0,312	n.s.
Zona	420,232	3	140,077	1,230	0,434	n.s.
Errore	341,699	3	113,900			
Totale	929,646	7				



Presenza di micotossine nella farina

Anno	Zona	T2-HT2 ppb	DON ppb	Ocratoss.A ppb
1	CS	31,0	70,0	<LOD
1	P	14,0	29,0	<LOD
1	CO	14,0	28,0	<LOD
1	MO	27,0	22,0	<LOD
1	MO	11,0	<LOD	<LOD
1	MO	25,0	17,0	<LOD
1	MO	13,0	10,0	<LOD
1	MO	2,4	14,0	<LOD
2	CS	16,3	12,0	<LOD
2	P	8,0	15,0	<LOD
2	CO	22,3	18,0	<LOD
2	CO	21,0	10,0	<LOD
2	CO	12,0	33,0	<LOD
2	CO	23,0	28,0	<LOD
2	MO	18,5	24,0	<LOD
2	MO	33,0	1,6	<LOD

Conclusioni

- La forte variazione osservata tra le aziende entro ogni Macro Area Climatica (MAC) non può essere imputata tutta alle forze evolutive;
- La variazione delle dimensioni della spiga e del peso delle 1000 cariossidi, sono determinate da una densità di piante a m² non uniforme, è necessaria, quindi, una maggiore attenzione alla preparazione dei campi e alla distribuzione del seme;
- Adottare strategie per il mantenimento e la riproduzione della semente in ogni MAC;
- La qualità delle farine risulta equilibrata tra le caratteristiche tecnologiche e le caratteristiche nutrizionali,
- Maggiore attenzione alle condizioni di coltivazione per ridurre la presenza di micotossine.