



Metodi diretti di controllo delle infestanti nella coltivazione biologica della barbabietola

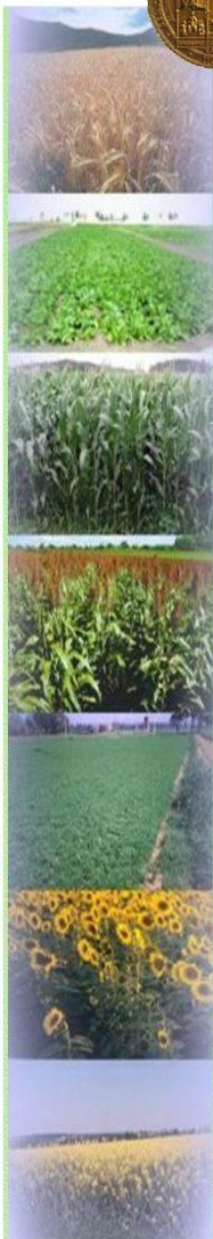
**Convegno finale sulle attività e i risultati conseguiti
per il progetto BITBIO**

Minerbio (BO), 26/04/2022

Lorenzo Barbanti, Giulia Galeone, Roberta Calone

DISTAL (Dipartimento di Scienze e Tecnologie Agro-alimentari),
Università di Bologna

www.distal.unibo.it



BITBIO

Messa a punto di strumenti innovativi di difesa a bassi input per la Barbabietola da zucchero in agricoltura biologica e integrata.

Obiettivo generale del progetto

Utilizzare tecniche di **difesa** e metodi preventivi per la coltivazione della **barbabietola** da zucchero in agricoltura **biologica**, basati su un **approccio agroecologico**, al fine di razionalizzare l'uso dei prodotti fitosanitari e migliorare la qualità delle risorse idriche.

Progetto BITBIO - Azione B3

Sviluppo di metodi diretti di controllo delle infestanti nella coltivazione di barbabietola biologica: Studio di macchine sarchiatrici interfilari con effetto sulla fila coltivata, e valutazione di diverse distanze interfilari.

I mezzi meccanici per il controllo delle malerbe nell'interfila rappresentano al momento lo strumento più valido per la pulizia dalle infestanti.

Il diserbo manuale prevede un consumo di tempo che può raggiungere le 150 ore ha⁻¹.

L'obiettivo dell'azione è sviluppare una tecnica di diserbo basata su macchine di tipo innovativo, in grado di estendere il lavoro svolto nell'interfila (~30 cm su 45) allo spazio sulla fila (~15 cm), senza eccessivi danni per le bietole.

Prove sperimentali nel 2020

- Diserbatrici meccaniche (sarchiatrici innovative, strigliatori, altro)
- Distanze interfilari (standard, binata, doppia)

Prove sperimentali nel 2021

- Diserbatrici meccaniche (sarchiatrici innovative, strigliatori, altro)
- Distanze interfilari (standard, binata, doppia)
- Distanze interfilari x densità di piante

Le aziende ospitanti (partner del PSR)

- Fondazione Navarra – Gualdo (FE)
- Delta – Tresigallo (FE)
- Badile – Massa Fiscaglia (FE)
- Az. Agr. ex-CoProB, Ostellato (FE)

Macchine innovative per il diserbo meccanico

Nuove tecnologie per il rilevamento della posizione della coltura rispetto alle infestanti → maggiore efficacia del controllo delle malerbe e riduzione dei costi operativi.

BIOSARCHIO

Sarchiatrice con sistema di controllo basato su una telecamera che determina la posizione della fila coltivata, rispetto alla quale può operare aggiustamenti in continuo della posizione dell'attrezzo tramite sistema idraulico.

Dispone inoltre di elementi rotolanti obliquamente sul terreno («margherite») in grado di estendere l'azione scerbante allo spazio più prossimo alla fila coltivata.

BIOSARCHIO



Organi lavoranti sulla fila delle barbabietole



Lettore ottico che riconosce la fila coltivata



Particolare su «margherite»

Az. Delta



Telecamera ↑
Margherite ↓

Rotosark (dal sito
web del costruttore)



Diserbatrici meccaniche

Trattamenti sperimentali (parcelle 50 m x 5,4 m)

 Testimone non diserbato

 Aziendale

 Aziendale + strigliatura

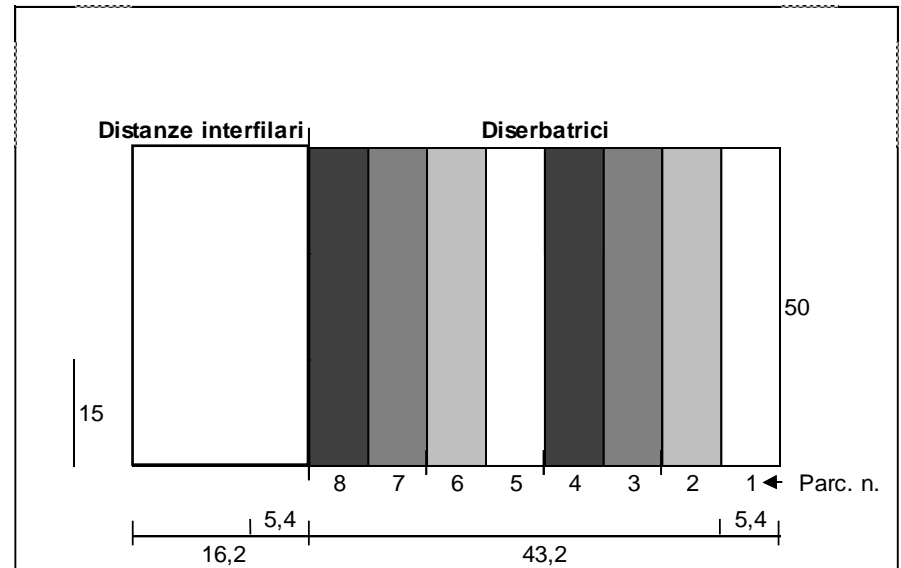
 Aziendale + Biosarchio



BITBIO 2021 - PSR 2014-2020, Focus Area 4B

Prove diserbatrici meccaniche e sesti di impianto

Az. Agr. Delta, Tresigallo (44° 49' N, 11° 54' E)



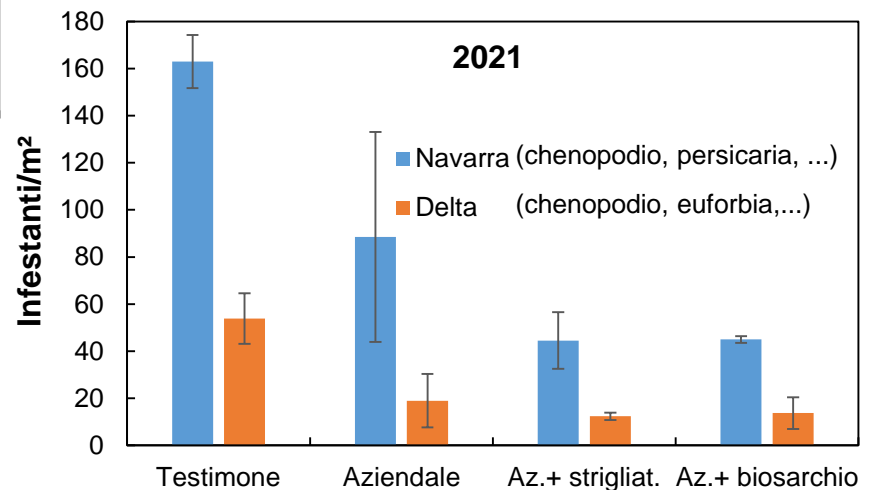
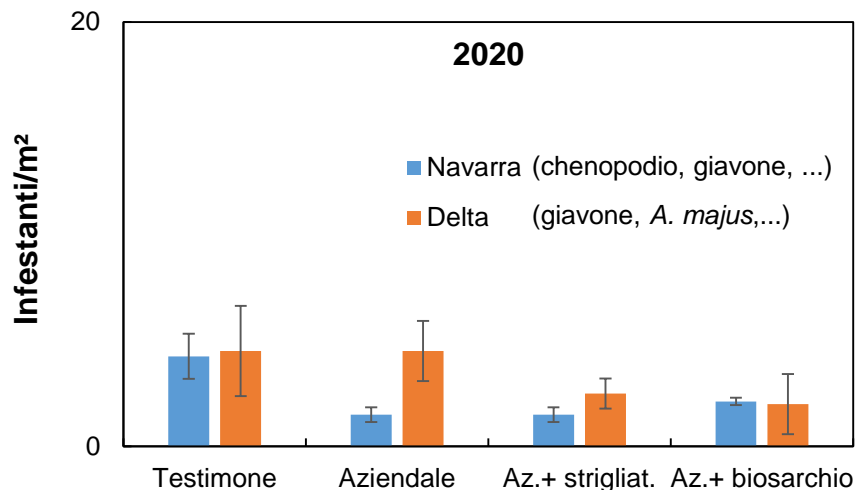
Pratiche colturali nelle aziende ospitanti le prove

Azienda	Anno	Preces- sione	Fertilizzaz. autunnale	Concimazione primaverile	Varietà	Semina	Distanze
Navarra	2020	soia	digestato liq. 50 t/ha	-	Beniamina	20/3	45 × 10,8
«	2021	«	«	-	Bali	3/3	«
Delta	2020	pomodoro	Biotech 300 kg/ha	Mycostart Bio 35,7 kg/ha + Radical 2,8 L/ha	Preziosa	10/3	45 × 13
«	2021	«	«	«	Bali	1/3	«
Badile	2020	pomodoro	pollina 6 t/ha	5-8-12 Bio 300 kg/ha	Raison	19/2	45 × 14,3
«	2021	«	«	«	Bali	24/2	«

Pratiche di diserbo effettivamente realizzate nel 2021

Az.	Semina	Tesi	Trattamento effettivo	Costo (€/ha)
Navarra	3/3	Testimone	- (sfalcio infestanti 28/5 su parte della superficie)	- (100)
		Aziendale	2 sarchiature (9/4, 22/4) + sfalcio infestanti...	140 (+100)
		Aziendale + strigliatura	2 sarchiature (9/4, 22/4) + strigliatura (19/4) + sfalcio infestanti...	190 (+100)
		Az. + biosarchio	2 sarchiature (9/4, 22/4) + biosarchio (6/5) + sfalcio infestanti...	240 (+100)
Delta	1/3	Testimone	-	-
		Aziendale	3 sarchiature (30/3, 5/4, 2/5)	210
		Aziendale + strigliatura	3 sarchiature (30/3, 5/4, 2/5) + strigliatura (7/5)	260
		Az. + biosarchio	2 sarchiature (30/3, 5/4) + biosarchio (6/5)	240
Badile	24/2	Testimone	A mano (20/5)	- (mdo)
		Aziendale	2 fresature (20/4, 4/5) + ripasso a mano (20/5)	200 (+mdo)
		Aziendale + strigliatura	2 fresature (20/4, 4/5) + ripasso a mano (20/5)	200 (+mdo)
		Az. + biosarchio	Fresatura (20/4) + rotosark (4/5) + ripasso a mano	200 (+mdo)

Infestazione residua al 15/6 nelle due annate



Nel 2020 infestazione modesta, anche per l'avvio del programma sperimentale a bietole emerse, quando le aziende stavano già intervenendo.

Nel 2021 infestazione forte alla Fondazione Navarra, media all'az. Delta.

L'az. Badile, in entrambe le annate con modesta infestazione iniziale, ha sempre preferito operare la scerbatura manuale sull'intera superficie sperimentale.

Alcune immagini delle prove 2021

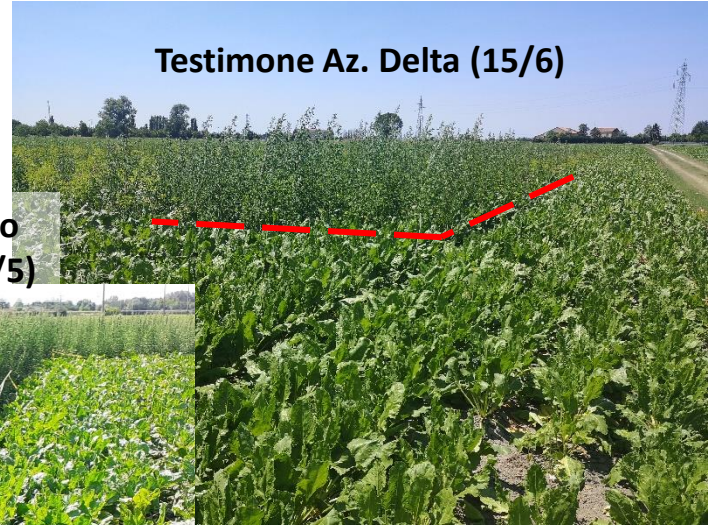
Sfalcio infestanti - Navarra (28/5)



Testimone vs. scerbato a mano - Navarra (28/5)



Testimone Az. Delta (15/6)







Aziendale Navarra (15/6)
non sfalciato sfalciato

Testimone Navarra (15/6)
non sfalciato sfalciato



Produzione sfalciato vs. non sfalciato - Fondaz. Navarra, 2021

Trattamento	Radici t/ha	Polarizz. %	Sacc. Gr. t/ha	Na	K	α N	PSD %	PLV €/ha
Non sfalciato ⁽¹⁾	14,1 	16,4	2,3	1,4	4,7	4,5	90,1	1082 
Sfalciato ⁽¹⁾	25,8 	16,4	4,3	1,1	4,5	4,5	90,6	1975 

⁽¹⁾ media di aziendale, aziendale + strigliatura, aziendale + biosarchio.

Strumenti di intervento tardivo come barre falcianti che operano al di sopra della parete fogliare della coltura, nel caso di forti infestazioni possono contribuire alla produzione finale (oltre che al contenimento della produzione di seme infestante).

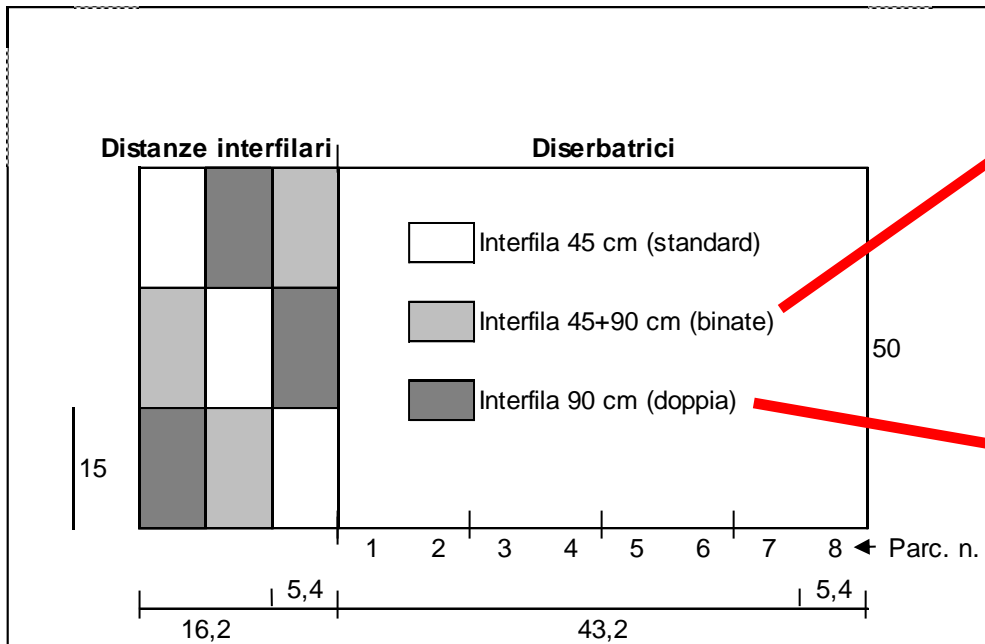
Distanze interfilari a confronto

Valutazione della copertura del terreno con diverse interfile ed effetti sulla produzione finale.

BITBIO 2021 - PSR 2014-2020, Focus Area 4B

Prove diserbatrici meccaniche e sestini di impianto

Az. Agr. Fondazione Navarra, Gualdo-Ducentola (44° 47' N, 11° 44' E)



Rilievi e determinazioni

- Grado di copertura del terreno mediante l'App Canopeo
- NDVI = stato di vegetazione (strumento GreenSeeker)
- Produzione quanti-qualitativa (campioni finali)

CANOPEO



GREEN SEEKER

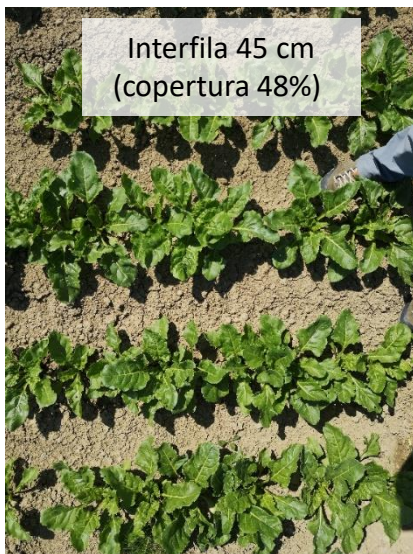


Alcuni effetti delle interfile



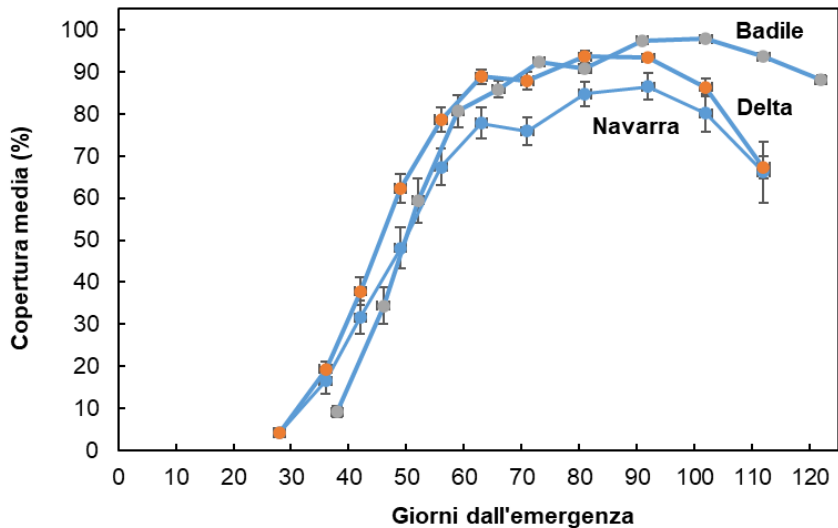
Az. Delta, 6/5/2020
Sviluppo disomogeneo
per emergenza scalare
(copertura 19%)

Az. Badile, 30/4/2020



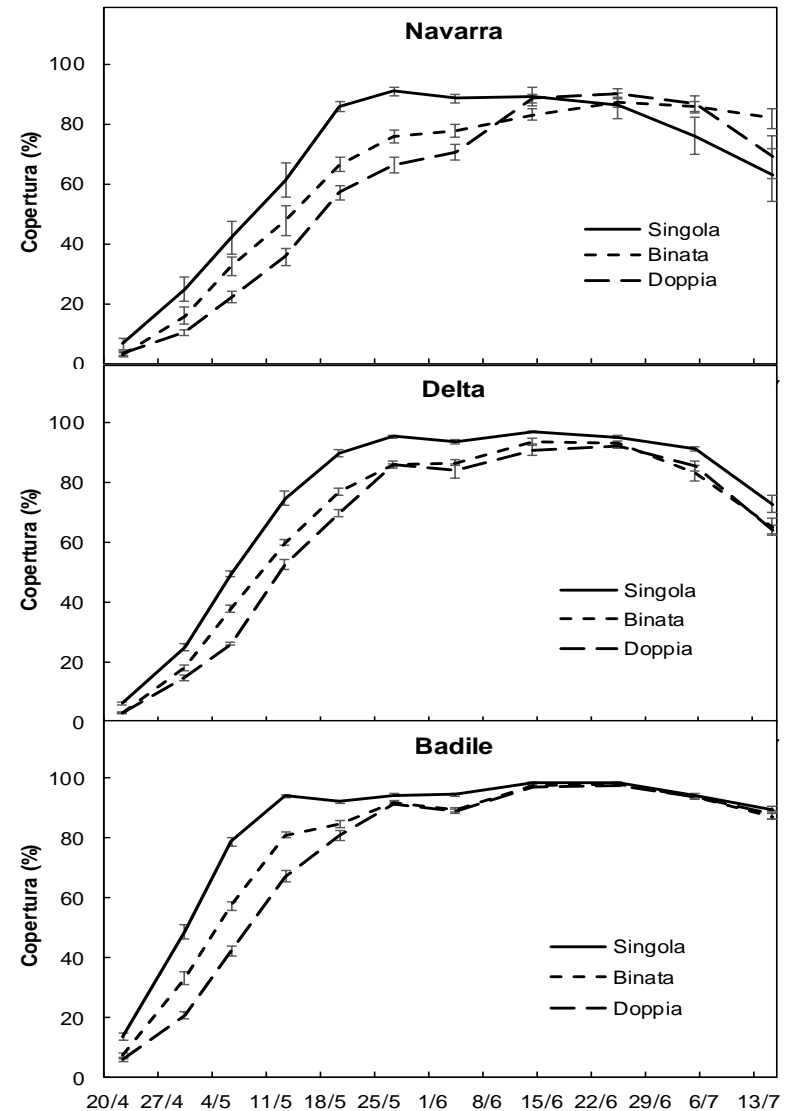
Copertura del terreno

Andamento medio 2021

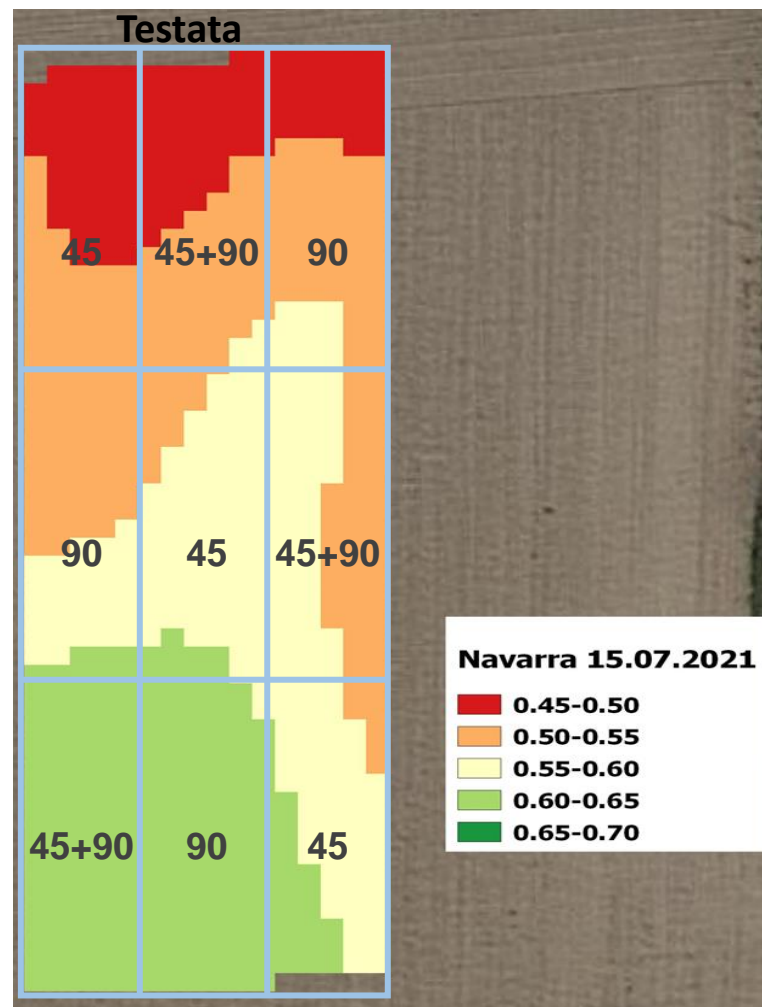
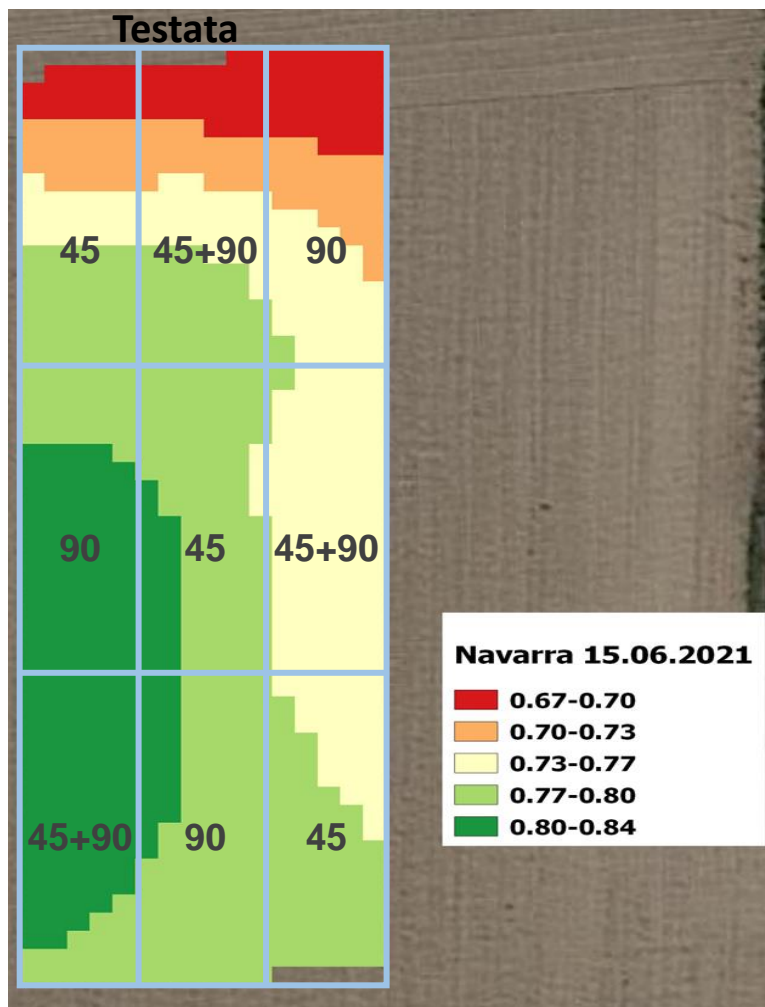
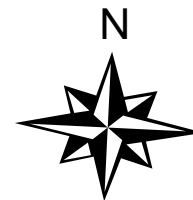


La copertura del terreno delle tre distanze interfilari tende a convergere nelle fasi avanzate del ciclo.

Andamenti specifici 2021



NDVI 2021 da satellite - Navarra



Il campo denota zone a diverso vigore in funzione delle caratteristiche del terreno, non delle distanze interfilari. Col procedere della stagione il quadro peggiora.

Produzione alla raccolta 2021 – Analisi statistiche

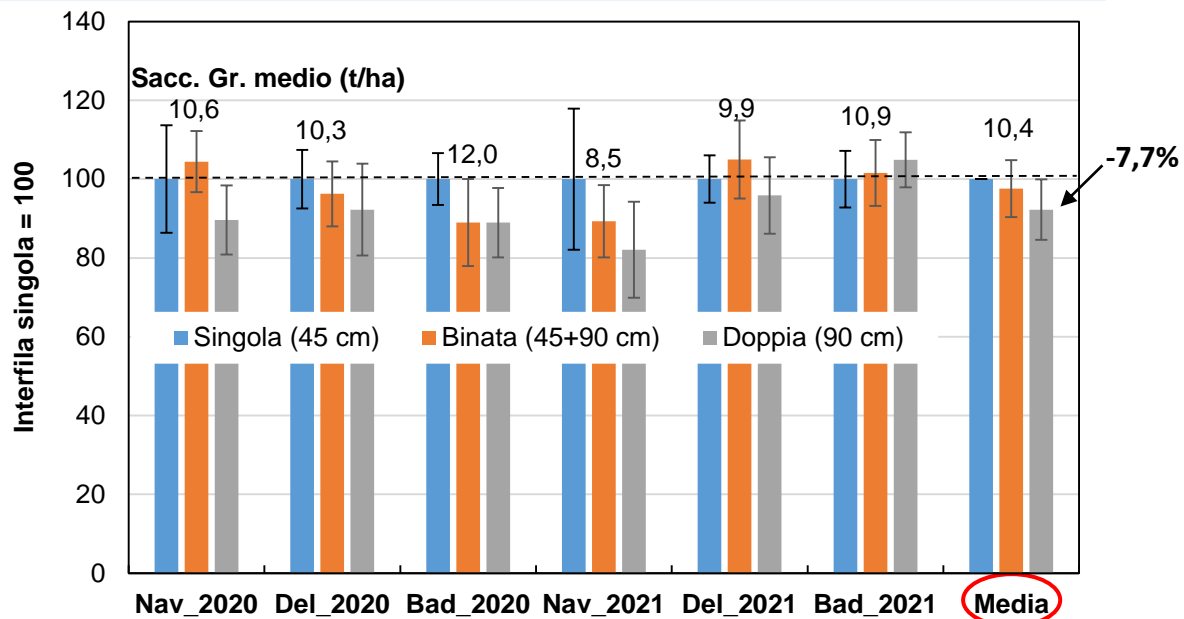
Azienda	Radici	Polarizz.	Sacc. Gr.	Na	K	aN	PSD	PLV
Navarra	ns	(+)	*	*	*	(+)	**	**
Delta	ns	*	ns	*	*	ns	**	(+)
Badile	*	**	ns	**	**	**	**	ns
Tutte	ns	**	ns	**	**	**	**	*
Interazione Interf. × Az.	*	ns	*	*	(+)	ns	*	*

Effetto delle distanze interfilari nella media delle tre aziende

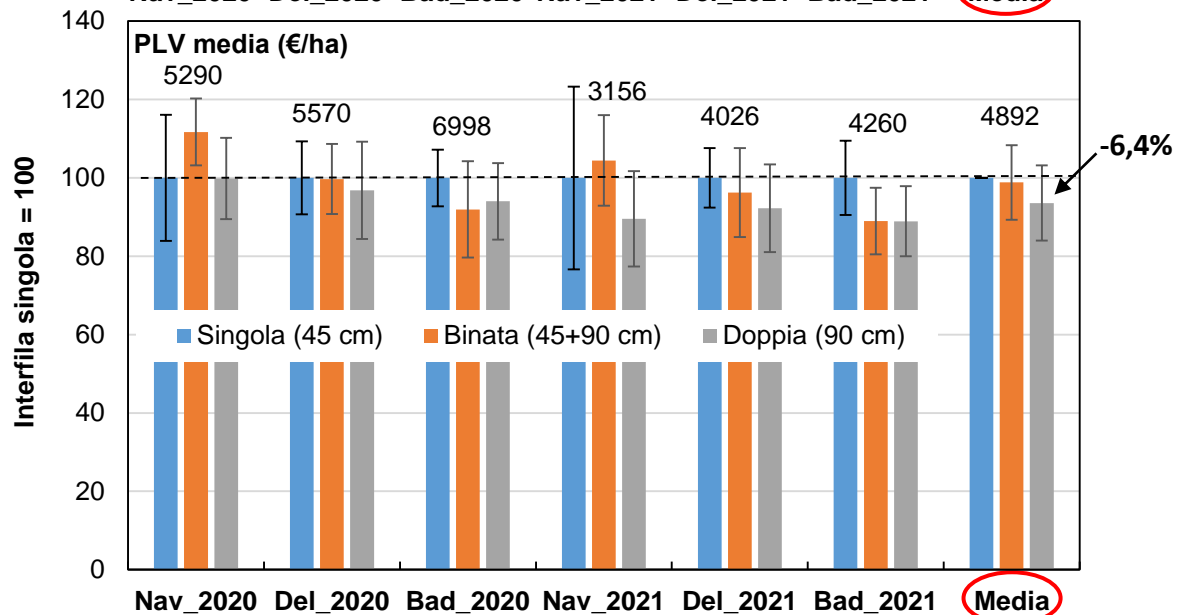
Interfila	Radici t/ha	Polarizz. %	Sacc. Gr. t/ha	Na	K	aN	PSD %	PLV €/ha
Singola	58,7	17,1 a	9,99	1,52 c	4,68 b	3,31 b	91,36 a	4677 a
Binata	58,6	16,6 b	9,70	1,73 b	4,81 b	3,47 b	90,60 b	4500 ab
Doppia	58,3	16,4 b	9,47	2,10 a	5,08 a	4,06 a	89,40 c	4361 b

Produzioni nelle due annate 2020 e 2021

Saccarosio grezzo



**Produzione Lorda Vendibile
– costo seme e scerbatura**



Costi seme + scerbatura

180 €/unità seme
1,65 unità/ha (interfila 45 cm)

297 €/ ha (interfila 45 cm)

198 €/ ha (interfila 45+90 cm)

149 €/ ha (interfila 90 cm)

- 1/3 dei K

K dimezzati

40 h/ha scerbatura manuale
17,5 €/h manodopera
(interf. 45 cm)

700 €/ ha (interfila 45 cm)

467 €/ ha (interfila 45+90 cm)

350 €/ ha (interfila 90 cm)

- 1/3 dei K

K dimezzati

TOTALE

997 €/ ha seme + scerbatura (interfila 45 cm)

665 €/ ha seme + scerbatura (interfila 45+90 cm)

499 €/ ha seme + scerbatura (interfila 90 cm)

m ² /ha	Int. cm	m di fila/ha
10.000	45	22.222
10.000	45 + 90	14.815
10.000	90	11.111

Ostellato – anno 2021

Prova sperimentale con sestii d'impianto alternativi tra le file e sulla fila nella coltivazione della barbabietola da zucchero.

Interfile

- Standard 45 cm
- Binata 45 + 90 cm
- Da mais 75 cm
- Doppia 90 cm



Densità

- 11,1 p/m² (alta)
- 7,4 p/m² (media)
- 5,6 p/m² (bassa)

Nella pratica, queste diverse applicazioni si esplicano con una maggiore o minore distanza tra una pianta e l'altra sulla fila.

Ostellato

BITBIO 2021 - PSR 2014-2020, Focus Area 4B

Prova sesti di impianto

Az. Agr. ex-CoProB, Ostellato



12 combinazioni risultanti dalle 4 interfile per le 3 densità.



La distanza tra le piante sulla fila varia da un minimo di 10 cm (11,1 p./m², interfila 90 cm) a un massimo di 40 cm (5,6 p./m², interfila 45 cm)



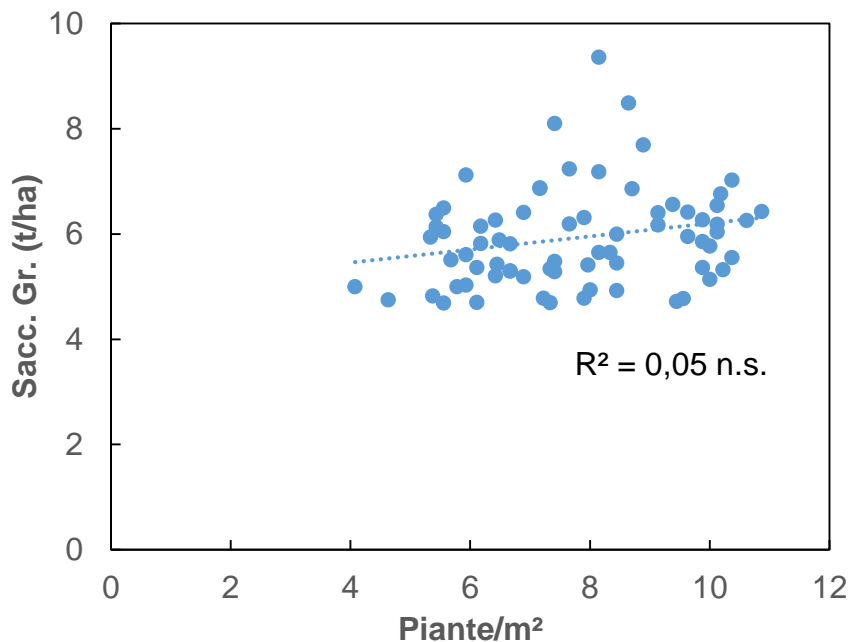
43,2

5,40

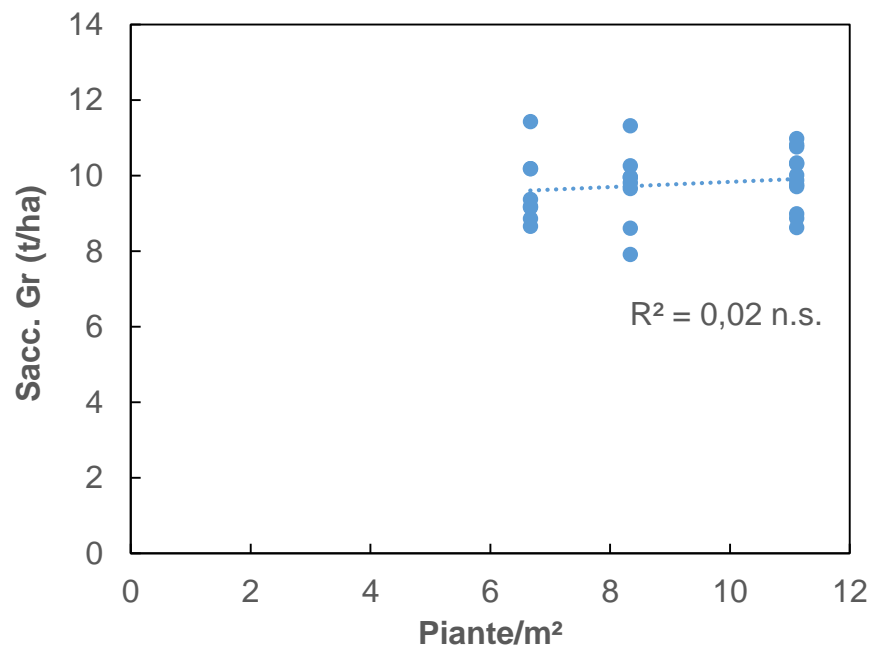
Tesi	Interfila	Dist. Bb	Dens./m ²	+ diradam.		- diradam.	
				Sem. cm	% diradam	Sem. cm	% diradam
1	45	20	11,1	9,8	51	15	
2	45	30	7,4	14,7	51	22,5	
3	45	40	5,6	20,1	50	30	
4	45+90	15	11,1	9,8	35	11,3	
5	45+90	22,5	7,4	14,7	35	16,9	
6	45+90	30	5,6	20,1	33	22,5	
7	90	10	11,1	6,5	35	7,5	
8	90	15	7,4	9,8	35	11,3	
9	90	20	5,6	13,3	34	15	
10	75	12	11,1	8	35	9	
11	75	18	7,4	10	46	13,5	
12	75	24	5,6	13	45	18	

Correlazioni tra densità piante e produzione di saccarosio

Ostellato 2021



Cadriano 2019



La prova di Cadriano del 2019 si è svolta a interfile di 45, 60 e 75 cm, con densità 6,7, 8,3 e 11,1 piante/m².
In entrambe le prove non è stata osservata alcuna correlazione tra densità di piante (a diverse interfile) e produzione finale.

Conclusioni

- L'attività sulle **diserbatrici meccaniche** ha previsto il confronto fra diverse soluzioni (sarchiatrici tradizionali, striglieri, una sarchiatrice con organi lavoranti anche sulla fila).
- Gli **inerbimenti** al termine del programma di interventi meccanici, nel secondo anno sono risultati più **consistenti** rispetto al primo anno, in particolare alla Fondazione Navarra dove il programma più completo ha lasciato ~40 piante/m², con prevalenza di chenopodio.
- L'attività sulle **distanze interfilari** si è focalizzata su spaziature che non comportassero modifiche agli attuali cantieri di raccolta a interfila 45 cm.
- Il **grado di copertura del terreno** da parte degli apparati fogliari si è **differenziato fra le tre interfile (45, 45+90 e 90 cm) nelle fasi iniziali**, mentre in fase avanzata le differenze sono apparse sfumate, con una tendenza generalizzata al calo della copertura fogliare.
- Alla raccolta nel 2021 le produzioni sono state inferiori a quelle del 2020. Nel complesso delle 6 prove nelle 2 annate, **l'interfila 90 cm ha prodotto -8% saccarosio grezzo e -6% PLV al netto dei minori costi**, rispetto ai 45 cm. Si conferma una qualità (PSD) inferiore.
- Non è emerso un effetto significativo sulla produzione della **densità di piante** a diverse interfile nella prova del 2021 (Ostellato) e in una precedente prova del 2019 (Cadriano).
- Un **maggior spaziamento tra le file appare pertanto possibile** a beneficio di una più agevole gestione delle malerbe. Con interfile larghe (75 - 90 cm), la regolarità dell'investimento sulla fila appare il punto chiave per assicurare una produzione prossima a quella dei 45 cm.

ERPICE STRIGLIATORE

- Si utilizza nelle prime fasi colturali e agisce su tutta la superficie coltivata.



Efficacie su:

- Infestanti appena emerse
- Cuscuta

Particolare dei denti
in prossimità delle
bietole

ERPICE STRIGLIATORE



Sarchiatori a dita e a torsione

Più delicati sul raccolto rispetto all'erpice e possono essere facilmente combinati con la zappatura interfilare.



«Innovation in mechanical weed control in crop rows», Rommie Y Van Der Weide, 2008

I sarchiatori a dita e a torsione operano ai lati della fila e sotto le foglie della coltura.

FRESATRICE INTERFILARE

- Eliminazione di infestanti già abbastanza grandi presenti nell'interfila e interrimento di concimi in copertura.



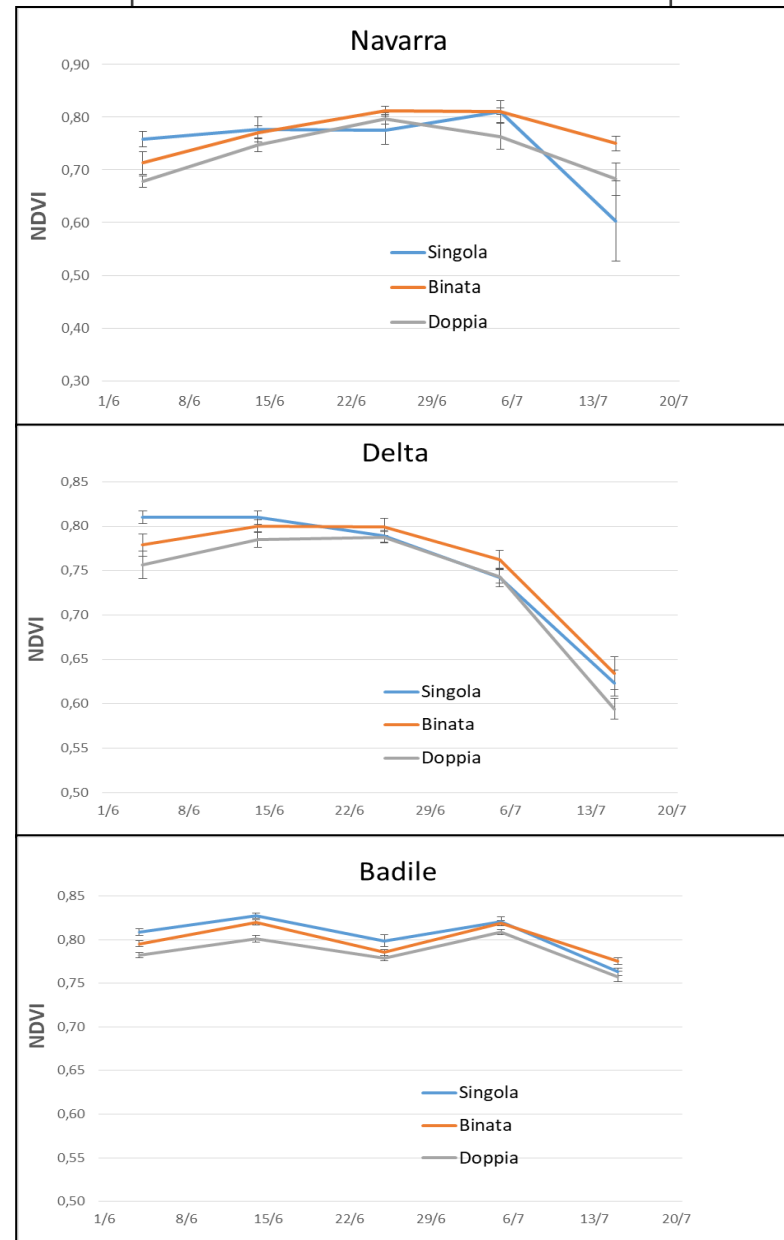
Elementi scatolati posizionati lungo gli spazi interfilari al cui interno ruotano denti di fresa che lavorano superficialmente il terreno.

NDVI

La azz. Navarra e Delta hanno mostrato una progressiva flessione vegetativa, senza particolari differenze di comportamento fra le tre interfile.

Nell'az. Delta non sono state osservate apprezzabili differenze nello stato di vegetazione.

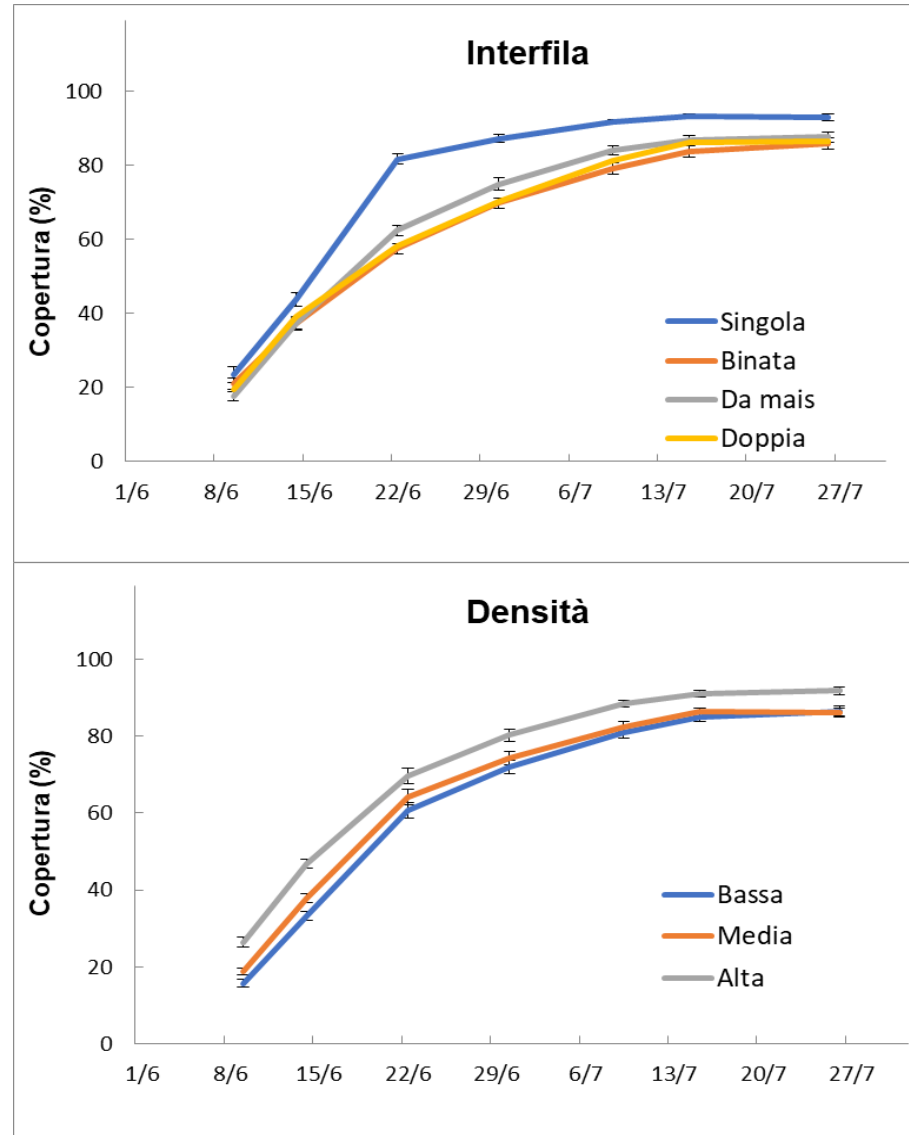
Andamenti specifici 2021



Copertura fogliare Ostellato

La copertura del terreno nelle quattro distanze interfilari tende a convergere nelle fasi avanzate del ciclo, sebbene inizialmente le bietole dell'interfila standard abbiano registrato una crescita più rapida.

La densità alta (11,1 p./m²) presenta lungo tutto l'arco di tempo un grado di copertura leggermente più alto rispetto alla densità media e bassa (7,4 e 5,6 p./m²).



Produzione alla raccolta Ostellato – Analisi statistiche 2021

	Interfila e densità	Radici t/ha	Polarizz. %	Sacc. Gr. t/ha	Na	K	aN	PSD %	PLV €/ha
Interfile	Singola (45 cm)	54,6 a	12,8	7,0 a	2,3	4,3	3,7	87,79	2764 a
	Binata (45+90 cm)	44,0 b	13,2	5,8 b	2,3	4,4	3,8	87,96	2360 b
	Da mais (75 cm)	41,9 b	13,0	5,4 b	2,4	4,2	3,7	87,94	2173 b
	Doppia (90 cm)	43,1 b	12,9	5,5 b	2,4	4,4	3,8	87,53	2225 b
Densità	5,6 p./m ²	46,2	12,8	5,9	2,4	4,6 a	3,9 a	87,09 b	2335
	7,4 p./m ²	45,8	13,2	6,0	2,2	4,3 b	3,9 a	88,10 a	2457
	11,1 p./m ²	45,8	12,9	5,9	2,4	4,1 b	3,5 b	88,22 a	2350
	Interazione Interf. × Dens.	ns	ns	ns	ns	ns	(+)	ns	ns