

# Prove di grano duro su sodo in Sardegna e Puglia

di G. Carboni, M. Dettori,  
L. Mameli, M. Rinaldi,  
S.A. Colecchia, A. Belocchi,  
F. Quaranta

Il Servizio per la ricerca sui sistemi colturali erbacei dell'Agenzia Agris Sardegna e il CREA - Centro di ricerca cerealicoltura e colture industriali (CI) - sede di Foggia, in collaborazione con il CREA - Centro di ricerca ingegneria e trasformazioni agroalimentari (IT) - sede di Roma, hanno avviato una sperimentazione interregionale di valutazione dell'adattamento di varietà di frumento duro alla semina su sodo in Sardegna e in Puglia per l'annata agraria 2017-18.

La crescente diffusione della semina su sodo e, più in generale, delle tecniche di gestione conservativa, è legata all'esigenza di salvaguardare la sostenibilità delle produzioni agricole, ottimizzare i mezzi di produzione, contrastare e prevenire i fenomeni depauperativi a carico del terreno e, non ultimo, garantire il mantenimento o ripristinare la fertilità naturale del suolo agrario. In particolare, la semina su sodo permette di mantenere o addirittura di incrementare il contenuto di sostanza organica nel medio-lungo periodo, oltre a migliorare la disponibilità e l'efficienza di uso dell'acqua nel sistema suolo-pianta (Lal, 1997). Inoltre, il minor numero di interventi meccanici nella preparazione ed effettuazione delle semine consente di ridurre i costi di coltivazione.

**I dati Fao attualmente disponibili indicano una superficie pari a circa 160 milioni di ettari nel 2016, con una tendenza al costante aumento.** Questo incremento interessa anche le aree granicole dell'Italia peninsulare e insulare in quanto la semina su sodo permette di ottimizzare i rapporti acqua-suolo-pianta associati a una riduzione delle perdite evapotraspirative con conseguente stabilizzazione delle rese anche in coincidenza di annate siccitose (Carboni et al., 2006; Carboni, 2011; Troccoli et al., 2015; Lai et al., 2017).

La sperimentazione condotta con tecniche di agricoltura conservativa in due regioni vocate alla durogranicoltura ha evidenziato per alcune varietà performance produttive e qualitative di sicuro interesse

**TABELLA 1 - Benatzu (CA): principali risultati della prova di confronto tra 26 varietà di frumento duro in semina su sodo nell'annata 2017-18**

Varietà	Produzione		Proteine granella (% s.s.)	Peso elettrolitico (kg/hL)	Peso 1.000 semi (g)	Spigatura dal 1° apr. (giorni)	Altezza pianta (cm)
	t/ha (13% um.)	indice					
Claudio	9,08 a	128	12,6 ik	80,7 a	40,7 b	17 ef	99 ac
Antalis	8,82 ab	125	13,1 fk	80,7 a	40,4 b	15 hi	88 jl
Ettore	8,10 bc	114	13,0 gk	80,2 ab	36,5 ej	18 e	91 fj
Giulio	8,09 bc	114	13,3 ei	79,3 ad	39,4 be	23 c	88 il
Egeo	7,99 c	113	12,9 gk	80,5 a	37,2 ci	18 e	102 a
Kanakis	7,88 cd	111	12,5 jk	79,8 ac	38,9 bg	18 e	97 be
Furio Camillo	7,86 cd	111	13,3 ei	79,0 bd	39,2 bf	18 e	95 bf
Tito Flavio	7,76 ce	110	12,4 k	75,1 kl	41,0 b	25 b	99 ab
Monastir	7,75 ce	109	12,7 hk	76,4 hk	40,4 bc	18 e	92 ei
Platone	7,61 cf	107	13,4 dh	79,6 ac	39,8 bd	27 a	90 gk
Secolo	7,50 cf	106	13,2 ej	75,8 il	35,8 gk	18 e	94 dh
Marco Aurelio	7,46 cf	105	14,2 bc	72,1 m	38,6 bi	22 c	92 fj
Iride	7,38 cf	104	12,9 gk	75,8 il	33,8 jl	16 fh	84 lm
Simeto	7,37 cf	104	13,5 dg	75,0 l	45,1 a	17 ef	83 m
Marakas	7,25 cf	102	12,8 gk	78,2 df	36,1 fk	18 e	90 hk
Odisseo	7,09 df	100	12,6 ik	77,4 eh	36,7 dj	22 c	89 hk
Alemanno	6,93 ef	98	12,6 ik	78,5 ce	44,3 a	16 fh	99 ab
Core	6,84 f	97	13,1 ek	76,6 gj	38,7 bh	14 i	94 cg
Ramirez	6,83 f	96	13,0 fk	76,9 fj	35,5 ik	20 d	97 ad
Cleto	6,79 f	96	13,1 ek	76,5 hj	40,7 b	27 a	94 cg
Svevo	6,04 g	85	14,5 b	77,2 ei	35,7 hk	15 hi	92 ei
Duilio	5,90 g	83	13,8 be	78,0 dg	39,8 bd	16 gi	89 ik
Aureo	5,52 gh	78	16,0 a	74,6 l	33,0 kl	16 gi	98 ad
Saragolla	5,34 gh	75	13,7 cf	71,2 m	31,6 l	15 hi	86 km
Tirex	4,83 h	68	14,0 bd	75,7 jl	33,0 kl	15 hi	88 il
Salgado	4,08 i	58	14,3 bc	66,7 n	23,8 m	17 ef	84 lm
<b>Media</b>	<b>7,08</b>	<b>100</b>	<b>13,3</b>	<b>76,8</b>	<b>37,5</b>	<b>19</b>	<b>92</b>
DMS 5%	0,73		0,6	1,2	2,8	1,3	3,9
CV (%)	6,3		2,8	1,0	4,5	4,3	2,6

Le medie con almeno una lettera in comune non sono statisticamente differenti per  $P \leq 0,05$ , secondo il test di Duncan.

## Come sono state impostate le prove

Nel corso dell'annata agraria 2017-18 le prove di confronto varietale su sodo sono state eseguite in **Sardegna** presso l'azienda sperimentale Agris «S. Michele» nel territorio di Ussana-Donori (Cagliari) nei due siti denominati «Ussana» e «Benatzu» rappresentativi rispettivamente delle aree a fertilità medio-bassa ed elevata degli areali cerealicoli della Sardegna meridionale. Per la **Puglia** le prove hanno riguardato i siti di Foggia e di Candela (Foggia), due importanti aree cerealicole della regione, entrambe con terreni di buona fertilità agronomica e con il sito di Foggia caratterizzato da un clima più caldo e asciutto rispetto a quello di Candela. **Il confronto varietale su sodo ha riguardato 26 varietà di grano duro comuni** inserite nella Rete nazionale varietale convenzionale che viene realizzata, ormai da diversi decenni e in condizioni ambientali identiche, nelle stesse località (Pruneddu *et al.*, 2018; Codianni *et al.*, 2018).

**Nelle quattro località è stato effettuato un trattamento diserbante presemina con un prodotto disseccante a base di glyphosate.** Sia in Puglia sia in Sardegna la semina è stata effettuata con una seminatrice parcellare Wintersteiger Plotseed XXL dotata di organi lavoranti a doppio disco «Acra plant» per consentire la semina diretta su cotico erboso. Su tutte le prove sono stati effettuati i principali rilievi già previsti nei protocolli della Rete nazionale di confronto varietale. La **tabella A** (consultabile all'indirizzo online riportato a fine articolo) mostra la scheda agronomica relativa alle prove svolte nel corso dell'annata 2017-18 nei diversi siti. I risultati sono stati elaborati statisticamente per singola località. Per la separazione delle medie è stato adottato il test di comparazione multipla di Duncan ( $P \leq 0,05$ ). ●

A ciò si aggiunge che la **riduzione dei costi di coltivazione contribuisce a salvaguardare la sostenibilità economica, progressivamente erosa da un prezzo mondiale che attualmente non garantisce la remuneratività della coltura.** Inoltre, l'esigenza di ricorrere a tecniche agronomiche sostenibili dal punto di vista ecologico ed economico diviene prioritaria negli areali non irrigui dell'Italia Centro-meridionale, dove le alte temperature, già a partire dal periodo primaverile, e la variabilità inter e intra annuale delle precipitazioni inducono una forte variabilità sia delle rese sia della qualità della granella.

Tuttavia, **la semina su sodo può presentare a lungo termine effetti negativi quali il compattamento del suolo dovuto al mancato rivoltamento della zolla per il venir meno delle operazioni di aratura.** Inoltre, il maggior tenore di umidità del suolo, se **da un lato garantisce una maggiore disponibilità idrica per gli apparati radicali, dall'altro favorisce l'insorgenza di attacchi di *Septoria* e *Fusarium*** e il successivo maggiore accumulo di micotossine sulla granella in post-raccolta. Infine, l'uso del disseccante può favorire nel tempo lo sviluppo di una flora di sostituzione con prevalenza di specie infestanti poliennali.

## Prove e criteri di valutazione

La valutazione degli effetti di lungo periodo della semina su sodo, soprattutto per quanto attiene alla fertilità residua del suolo, e l'individuazione delle varietà più adatte a tale tecnica, in un contesto di massimizzazione e razionalizzazione delle produzioni, hanno fatto emergere l'esigenza di or-

ganizzare prove sperimentali di confronto varietale. Negli ultimi anni la sperimentazione condotta in Sardegna e in Puglia ha dimostrato i buoni risultati ottenibili con questa tecnica sul grano duro, sia dal punto di vista produttivo sia qualitativo (Carboni *et al.*, 2014; 2015; 2017; Colecchia *et al.*, 2015; 2018; Rinaldi *et al.*, 2018a; 2018b). Tale attività sperimentale ha peraltro evidenziato l'esigenza di approfondire gli aspetti relativi all'interazione «genotipo × tecnica culturale» quale ulteriore criterio di valutazione per la scelta culturale e per la selezione genotipica ai fini del miglioramento genetico del grano duro.

Nel quadro di tali problematiche, e per fornire indicazioni di scelta varietale agli agricoltori che fanno ricorso alla semina su sodo, verranno presentati congiuntamente i risultati del confronto varietale in Sardegna e in Puglia. Si tratta di un primo caso di sperimentazione a carattere interregionale che permette di avere un quadro più completo di analisi e interpretazione dei dati sperimentali. Per questo scopo specifico si è fatto ricorso alla GGE (Genotype plus Genotype-by-Environment) (Yan e Kang, 2003; Yan, 2014). Si tratta di una tecnica di analisi statistica dell'interazione «genotipo × ambiente» che permette un'interpretazione e una chiara visualizzazione grafica dei risultati produttivi e qualitativi relativi alle varietà comuni impiegate nelle due regioni per l'annata agraria 2017-18 (vedi riquadro pubblicato online all'indirizzo riportato a fine articolo).



**TABELLA 2 - Ussana (CA): principali risultati della prova di confronto tra 26 varietà di frumento duro in semina su sodo nell'annata 2017-18**

Varietà	Produzione		Proteine granella (% s.s.)	Peso elettrolitico (kg/hL)	Peso 1.000 semi (g)	Spigatura dal 1° apr. (giorni)	Altezza pianta (cm)
	t/ha (13% um.)	indice					
Claudio	4,70 a	128	11,5 ch	80,8 ab	36,2 de	21 gj	81 ac
Antalis	4,62 a	126	11,8 cg	81,2 ab	38,2 bd	20 il	75 jl
Secolo	4,45 ab	121	11,6 ch	77,9 fj	33,2 f	20 hl	79 fj
Kanakis	4,38 ab	119	11,1 h	80,0 bc	32,9 f	21 gj	79 il
Monastir	4,27 ac	116	11,5 ch	77,1 hk	36,3 de	20 jl	75 a
Tito Flavio	4,18 ad	114	11,1 gh	78,2 dh	43,6 a	25 bd	79 be
Egeo	4,14 ad	113	11,4 dh	80,7 ab	32,7 f	22 fh	83 bf
Giulio	4,02 ae	109	11,6 ch	80,8 ab	38,0 bd	24 ce	76 ab
Ettore	3,92 ae	107	11,6 ch	80,9 ab	38,2 bd	22 eg	77 ei
Svevo	3,83 ae	104	12,1 bd	80,3 ac	37,0 d	19 l	79 gk
Core	3,79 ae	103	11,2 gh	79,2 cf	43,3 a	19 l	79 dh
Iride	3,78 ae	103	11,0 h	78,6 dg	32,6 f	20 hl	69 fj
Simeto	3,73 ae	101	12,5 ab	77,9 ej	45,9 a	21 gk	69 lm
Platone	3,72 ae	101	11,3 fh	81,4 a	38,4 bd	26 ab	74 m
Furio Camillo	3,54 be	96	12,0 be	80,7 ab	39,7 bc	22 eg	76 hk
Cleto	3,51 be	95	11,3 eh	78,3 dh	40,5 b	27 a	80 hk
Odisseo	3,47 be	94	11,5 dh	76,7 jk	31,6 fg	26 ac	70 ab
Marakas	3,34 cf	91	12,0 be	77,7 gk	29,4 g	22 gi	74 cg
Tirex	3,30 cf	90	12,2 bc	76,5 k	31,6 fg	19 kl	72 ad
Marco Aurelio	3,22 df	88	12,5 ab	76,7 jk	40,6 b	24 df	73 cg
Duilio	3,21 df	87	12,1 bd	79,4 cd	38,1 bd	19 l	72 ei
Alemanno	3,20 df	87	11,9 bf	79,2 ce	37,8 cd	20 il	79 ik
Saragolla	3,03 ef	82	11,5 dh	76,7 ik	34,0 ef	19 kl	69 ad
Aureo	3,01 ef	82	12,8 a	78,0 ej	29,8 g	21 gk	78 km
Ramirez	3,01 ef	82	11,8 bf	78,0 ei	34,1 ef	22 fh	79 il
Salgado	2,41 f	65	11,1 gh	77,3 gk	34,0 ef	20 il	67 lm
<b>Media</b>	<b>3,68</b>	<b>100</b>	<b>11,7</b>	<b>78,9</b>	<b>36,5</b>	<b>22</b>	<b>76</b>
DMS 5%	1,04		0,7	1,2	2,6	1,7	5,9
CV (%)	17,2		3,4	0,9	4,4	4,7	4,7

Le medie con almeno una lettera in comune non sono statisticamente differenti per  $P \leq 0,05$ , secondo il test di Duncan.



I dati Fao sul grano duro indicano una superficie di circa 160 milioni di ettari nel 2016 con una tendenza al costante aumento

## Risultati per località

Le tabelle da 1 a 4 riportano i risultati produttivi e qualitativi rispettivamente per i siti di Benatzu, Ussana, Candela e Foggia per le 26 varietà comuni a tutte le località e a quelle della Rete nazionale convenzionale per l'annata agraria 2017-18 (Pruneddu et al., 2018; Codianni et al., 2018).

**Benatzu.** Sui terreni fertili di Benatzu, **Claudio e Antalis risultano le varietà più produttive**, rispettivamente con 9,08 e 8,82 t/ha e indici pari rispettivamente a 128 e 125 (tabella 1). Ottimi risultati sono stati inoltre ottenuti da **Ettore** (8,10 t/ha; indice: 114) e **Giulio** (8,09 t/ha; indice: 114). È interessante notare come queste **quattro varietà siano anche le sole a mostrare buoni valori di peso ettolitrico**, con 80,7 kg/hL per Claudio e Antalis e 80,2 kg/hL per Ettore.

A esse **si aggiunge Egeo** (80,5 kg/hL) che, con una resa di 7,99 t/ha, rientra comunque nel **novero delle varietà più produttive**. Anche per il **peso 1.000 semi si registrano valori mediamente bassi** con poche varietà che superano i 40 g. Tra quelle più produttive si segnalano ancora Claudio e Antalis, rispettivamente con 40,7 g e 40,4 g. Il **contenuto proteico** percentuale medio, pari a 13,3% risulta piuttosto elevato, confermando così la maggiore fertilità di questo sito pur in un contesto non eccellente visto l'andamento meteorologico sfavorevole dal punto di vista qualitativo. Risultano quindi apprezzabili i valori attorno al 13% fatti registrare da Antalis (13,1%) ed Ettore (13,0%) e, soprattutto, Giulio (13,3%) per quanto riguarda le varietà che hanno fatto registrare le rese più alte. Marco Aurelio invece si conferma per il buon equilibrio tra resa (indice 105) e proteina (14,2%).

**Ussana.** (tabella 2) **Claudio e Antalis si confermano anche a Ussana le varietà più produttive**, con rese pari rispettivamente a 4,70 e 4,62 t/ha (indici: 128 e 126, rispettivamente), a fronte di una media di campo di 3,68 t/ha. Buoni risultati sono stati inoltre conseguiti da Secolo (4,45 t/ha; indice: 121), Kanakis (4,38 t/ha; indice: 119), Monastir (4,27; indice: 116) e Tito Flavio (4,18 t/ha; indice: 114). **Solo 9 varietà hanno fatto registrare valori di peso ettolitrico uguali o superiori a 80 kg/hL.** Fra esse si segnalano in particolare Platone (81,4 kg/hL), Antalis (81,2 kg/hL).

Analogamente, **pochissime varietà mostrano valori di peso 1.000 semi superiori a 40 g**. Tra esse si segnalano Simeto (45,9 g), Core (43,3 g) e Tito Flavio (43,6 g), quest'ultima risultata anche tra le più produttive (4,18 t/ha). Nonostante il generale striminzimento delle cariossidi, anche il **contenuto proteico percentuale**, con una media di campo di 11,7%, è risultato piuttosto basso, a confermare l'andamento fortemente sfavorevole dell'annata dal punto di vista qualitativo, soprattutto nei suoli meno vocati. Tra le varietà più produttive, nessuna ha infatti raggiunto un tenore proteico del 12%.

Rispetto alla Sardegna, le prove realizzate in Puglia mostrano valori di media di campo più bassi con risultati mediamente superiori per quanto riguarda peso ettolitrico, peso 1.000 semi e contenuto proteico percentuale.

**Candela.** La tabella 3 mostra i risultati ottenuti dalle varietà in prova a Candela. In particolare, sono risultate le **più produttive**, nell'ordine: Secolo (7,05 t/ha; indice: 121), Furio Camillo (6,75 t/ha; indice: 116), Giulio (6,64 t/ha; indice: 114), Tito Flavio (6,43 t/ha; indice: 111), Antalis (6,21 t/ha; indice: 107), Marakas (6,12 t/ha; indice: 105) e Platone (6,08 t/ha; indice: 105). Tutte mostrano inoltre **valori di peso ettolitrico superiori a 81 kg/hL** con punte di 83,9 kg/hL per Platone, 83,7 kg/hL per Antalis, 83,3 kg/hL per Giulio e 83,2 kg/hL per Furio Camillo. Anche nel caso del **peso 1.000 semi e del tenore proteico**, queste varietà confermano l'ottima adattabilità al sito e alla semina su sodo, in quanto mostrano tutte valori sensibilmente superiori alle medie di campo. Si segnalano in particolare, Tito Flavio (47,2 g e 15,2% rispettivamente) e Furio Camillo (47,0 g e 15,7%).

**Foggia.** Nella prova di Foggia (tabella 4), **Claudio si conferma la varietà più produttiva** (4,32 t/ha; indice: 124) seguita da Platone (4,12 t/ha; indice: 118), Tito Flavio (4,06 t/ha) e Monastir (4,05 t/ha), entrambe con indice pari a 116, e infine, Ramirez (4,00 t/ha; indice: 115). Anche in questo caso, le varietà più produttive confermano l'adattabilità a questa tecnica grazie a ottimi valori di qualità merceologica e del contenuto proteico. In particolare, **sono veramente notevoli i risultati fatti registrare da Claudio e da Platone per il peso ettolitrico** (rispettivamente 85,3

**TABELLA 3 - Candela (FG): principali risultati della prova di confronto tra 26 varietà di frumento duro in semina su sodo nell'annata 2017-18**

Varietà	Produzione		Proteine granella (% s.s.)	Peso elettrolitico (kg/hL)	Peso 1.000 semi (g)	Spigatura dal 1° apr. (giorni)	Altezza pianta (cm)
	t/ha (13% um.)	indice					
Secolo	7,05 a	121	14,9 c	82,8 bf	47,0 bc	26 dg	82 fj
Furio Camillo	6,75 ab	116	15,7 bc	83,2 ad	47,0 bc	27 bf	84 ch
Giulio	6,64 ac	114	15,2 bc	83,3 ad	43,5 df	28 ab	84 ch
Tito Flavio	6,43 ad	111	15,2 bc	81,3 eh	47,2 bc	30 a	87 ab
Antalis	6,21 ad	107	14,6 c	83,7 ac	47,0 bc	27 bf	80 j
Marakas	6,12 ad	105	15,7 bc	83,1 ad	42,1 eg	28 ac	88 a
Platone	6,08 ae	105	15,1 bc	83,9 ac	41,5 fg	29 a	76 k
Tirex	5,99 ae	103	15,5 bc	83,9 ac	42,5 eg	25 g	81 gj
Odisseo	5,98 ae	103	15,1 bc	82,4 bg	43,6 df	30 a	81 hj
Salgado	5,98 ae	103	14,5 c	79,1 j	36,5 hi	26 dg	73 kl
Marco Aurelio	5,90 bf	102	16,6 ab	79,5 ij	47,8 ab	27 bd	87 ab
Monastir	5,85 bg	101	14,1 c	80,0 hj	43,7 df	26 dg	83 dh
Iride	5,84 bg	101	14,6 c	80,9 gi	40,4 g	26 cg	75 kl
Egeo	5,73 bg	99	14,4 c	84,5 a	44,6 ce	25 eg	85 af
Alemanno	5,69 bg	98	14,4 c	83,0 ae	47,0 bc	26 cg	83 dh
Ettore	5,68 bg	98	15,6 bc	84,0 ab	45,9 bd	27 be	84 ch
Svevo	5,67 bg	98	15,7 bc	82,2 cg	41,4 fg	25 eg	81 hj
Kanakis	5,64 bg	97	14,1 c	81,2 fh	36,7 hi	27 be	84 bg
Simeto	5,61 cg	97	15,3 bc	79,5 ij	50,1 a	26 dg	72 l
Claudio	5,52 cg	95	14,8 c	84,7 a	47,5 b	27 bf	85 ae
Duilio	5,44 dg	94	15,2 bc	82,4 bg	46,5 bc	26 dg	83 ei
Saragolla	5,37 dg	92	14,5 c	79,9 hj	36,8 h	25 fg	73 kl
Cleto	5,35 dg	92	14,7 c	82,4 bg	46,5 bc	29 a	87 ac
Ramirez	4,97 eg	86	14,2 c	76,6 k	34,2 i	27 be	80 ij
Core	4,81 fg	83	14,5 c	81,8 dg	47,0 bc	25 fg	82 ej
Aureo	4,77 g	82	17,5 a	80,9 gi	43,3 df	26 dg	86 ad
<b>Media</b>	<b>5,81</b>	<b>100</b>	<b>15,1</b>	<b>81,9</b>	<b>43,7</b>	<b>27</b>	<b>82</b>
DMS 5%	0,92		1,4	1,5	2,4	1,6	2,7
CV (%)	9,7		5,5	1,1	3,4	3,6	2,0

Le medie con almeno una lettera in comune non sono statisticamente differenti per  $P \leq 0,05$ , secondo il test di Duncan.



Ricorrere a tecniche agronomiche sostenibili ed ecologiche sta diventando una priorità negli areali non irrigui dell'Italia centro-meridionale



Tra i diversi vantaggi che può apportare, la semina su sodo permette di mantenere o incrementare il contenuto di sostanza organica nel medio-lungo periodo

e 85,1 kg/hL) e da **Tito Flavio** e **Monastir** per il peso 1.000 semi (rispettivamente 50,3 e 50,1 g). Nel caso del contenuto proteico percentuale, tra le varietà che hanno fatto registrare le maggiori rese, è interessante il valore di **Tito Flavio**, pari a 14,6%. Valori più elevati si riscontrano invece in corrispondenza di rese inferiori.

## Performance migliori e varietà da segnalare

Considerando le quattro località e le varietà in prova da almeno un biennio, **Claudio** e **Antalis** hanno mostrato i risultati migliori a indicare una eccellente adattabilità all'annata e alla tecnica, con ottime rese associate a buone caratteristiche qualitative della granello. In particolare, **Antalis** conferma gli ottimi risultati ottenuti in prove analoghe condotte in Sardegna (Carboni et al., 2017), a testimoniare la buona

**TABELLA 4 - Foggia: principali risultati della prova di confronto tra 26 varietà di frumento duro in semina su sodo nell'annata 2017-18**

Varietà	Produzione		Proteine granella (% s.s.)	Peso elettrolitico (kg/hL)	Peso 1.000 semi (g)	Spigatura dal 1° apr. (giorni)	Altezza pianta (cm)
	(13% um.) t/ha	indice					
Claudio	4,32 a	124	13,8 d	85,3 a	47,2 ah	33	67
Platone	4,12 ab	118	13,6 d	85,1 ab	45,0 cj	33	62
Tito Flavio	4,06 ac	116	14,6 ad	80,8 df	50,3 ab	33	70
Monastir	4,05 ac	116	13,9 cd	80,8 df	50,1 ac	33	68
Ramirez	4,00 ac	115	13,6 d	82,9 ad	42,3 hj	33	68
Antalis	3,99 ac	114	13,7 d	83,4 ad	48,2 af	33	65
Kanakis	3,89 ac	111	14,3 ad	81,8 cf	41,1 ij	33	72
Furio Camillo	3,85 ac	110	14,3 ad	84,3 ac	47,3 ah	33	64
Iride	3,78 ac	108	13,7 d	81,9 cf	42,7 gj	32	68
Odisseo	3,74 ac	107	13,6 d	81,3 df	43,6 fj	33	67
Secolo	3,71 ac	106	13,5 d	82,4 bf	47,5 ag	32	73
Ettore	3,67 ad	105	14,8 ad	85,3 a	47,0 ah	33	69
Svevo	3,64 ad	104	15,7 a	82,7 ae	45,0 cj	31	70
Tirex	3,48 ad	100	14,7 ad	83,3 ad	48,0 af	33	70
Giulio	3,43 ad	98	14,4 ad	82,8 ad	46,9 ah	34	68
Marco Aurelio	3,42 ad	98	15,4 ac	79,7 f	50,0 ad	33	64
Egeo	3,34 ad	96	14,0 bd	84,7 ab	44,8 dj	32	62
Saragolla	3,34 ad	96	13,7 d	79,9 ef	42,7 gj	32	69
Duilio	3,28 ad	94	14,6 ad	82,6 ae	48,9 ae	32	69
Marakas	3,07 ad	88	14,6 ad	81,7 cf	44,1 ej	32	67
Aureo	2,95 bd	85	15,5 ab	81,8 cf	44,3 ej	33	62
Salgado	2,91 bd	83	14,1 bd	80,8 df	40,4 j	33	71
Alemanno	2,89 bd	83	14,5 ad	80,6 df	48,3 af	33	68
Core	2,81 cd	81	14,7 ad	80,8 df	48,9 ae	32	72
Cleto	2,45 d	70	14,6 ad	80,9 df	46,0 bi	34	68
Simeto	2,44 d	70	15,7 a	81,4 df	51,8 a	32	72
<b>Media</b>	<b>3,49</b>	<b>100</b>	<b>14,4</b>	<b>82,3</b>	<b>46,2</b>	<b>33</b>	<b>68</b>
DMS 5%	1,04		1,3	2,3	4,3	n.s.	n.s.
CV (%)	18,3		5,3	1,7	5,7	3,1	9,2

Le medie con almeno una lettera in comune non sono statisticamente differenti per  $P \leq 0,05$ , secondo il test di Duncan.

stabilità produttiva e adattabilità alla semina su sodo di questa varietà. Si segnalano, inoltre, **Kanakis** per la Sardegna e **Secolo** per la Puglia. Tra le varietà al primo anno di prova, **Giulio** e **Platone** hanno fatto registrare buoni risultati produttivi. Occorre sottolineare che tutte queste varietà mostrano anche caratteristiche qualitative molto interessanti.

**Gianluca Carboni**  
**Marco Dettori, Lucia Mameli**  
*Agenzia Agris Sardegna*

**Michele Rinaldi**  
**Salvatore Antonio Colechia**

*Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria*  
*Centro di ricerca cerealicoltura e colture industriali*  
*Foggia*

**Andreina Belocchi, Fabrizio Quaranta**

*Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria*  
*Centro di ricerca ingegneria e trasformazioni agroalimentari*  
*Roma*

**V** Per commenti all'articolo, chiarimenti o suggerimenti scrivi a: [redazione@informatoreagrario.it](mailto:redazione@informatoreagrario.it)

Questo articolo è corredato di bibliografia/contenuti extra. Gli Abbonati potranno scaricare il contenuto completo dalla Banca Dati Articoli in formato PDF su: [www.informatoreagrario.it/bdo](http://www.informatoreagrario.it/bdo)

# Prove di grano duro su sodo in Sardegna e Puglia

## BIBLIOGRAFIA

- Carboni G., Viridis A., Musio F., 2006. Lavorazioni conservative per un grano duro migliore. *L'Informatore Agrario*, 44: 32-37.
- Carboni G., 2011. Evaluation of conservation tillage and rotation with legumes as adaptation and mitigation strategies of climate change on durum wheat in Sardinia. Tesi di dottorato.
- Carboni G., Dettori M., Mameli L., Bellocchi A., Quaranta F., 2014. Grano duro e semina su sodo: le varietà più adatte. *L'Informatore Agrario*, 36: 47-49.
- Carboni G., Dettori M., Mameli L., Bellocchi A., Quaranta F., 2015. Prove varietali su sodo, i risultati per il grano duro. *L'Informatore Agrario*, 42: 47-50.
- Carboni G., Dettori M., Mameli L., Bellocchi A., Quaranta F., 2017. Le varietà di grano duro più adatte alla semina su sodo. *L'Informatore Agrario*, 39: 49-52.
- Codianni E., Gosparini M., Fornara M., Quaranta F., Romano P.M., Colonna M., Preiti G., Gualtieri P., Mori M., Di Mola I., Paone S., Iannucci A., Colecchia S.A., Rinaldi M., Pecchioni M., 2018. Le varietà di grano duro per le semine 2018. Dettaglio regionale dei risultati - Areale Sud peninsulare. Speciale dell'Informatore Agrario, 31: 58-59.
- Colecchia S.A., Rinaldi M., De Vita P., 2015. Effects of tillage systems in durum wheat under rainfed Mediterranean conditions. *Cereal Research Communications*, 43(4):704-716. DOI: 10.1556/0806.43.2015.015.
- Colecchia S.A., Codianni P., Rinaldi M., 2018. Duro, le varietà più adatte per l'agricoltura conservativa. *Terra e Vita*, 16: 60-62.
- FAO, 2016. AQUASTAT Main Database - Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). Website accessed on [02/10/2017 9:40].
- Lai P., Monni N., Carboni G., Mulè P., 2017. Tecniche di agricoltura conservativa, manuale divulgativo sviluppato con i contributi delle Agenzie Laore e Agris.
- Lal R., 1997. Residue management, conservation tillage and soil restoration for mitigating greenhouse effect by CO<sub>2</sub>-enrichment. *Soil and Tillage Research*, 43: 81-107.
- Pruneddu G., Motzo R., Giunta F., Carboni G., Dettori M., Mameli L., Balmas V., 2018. Le varietà di grano duro per le semine 2018. Dettaglio regionale dei risultati - Sardegna. Speciale dell'Informatore Agrario, 31: 61-62.
- Rinaldi M., De Santis, A.P., Colecchia S.A., Saia S., 2018a. Conversion to No Tillage consisted in reduced soil penetration resistance below tillage depth after 3 years in a vertisol. *Proceedings of the XLVII Conference of the Italian Society for Agronomy*, ISBN 978-88-904387-4-5, 12-14 September 2018, Marsala (TP: 80-81).
- Rinaldi M., Troccoli A., De Santis A.P., Colecchia S.A., Barca E., 2018b. Durum wheat yield and quality in a No-Tillage experiment. *Proceedings of the XLVII Conference of the Italian Society for Agronomy*, ISBN 978-88-904387-4-5, 12-14 September 2018, Marsala (TP): 72-73.
- Troccoli A., Maddaluno C., Mucci M., Russo M., Rinaldi M., 2015. Is it appropriate to support the farmers for adopting Conservation Agriculture? Economic and environmental impact assessment. *Italian Journal of Agronomy*, 10:169-177. DOI:10.4081/ija.2015.661.
- Yan W., 2014. *Crop Variety Trials: Data Management and Analysis*. John Wiley & Sons pp. 360.
- Yan, W., Kang, M.S. 2003. *GGE biplot analysis: A graphical tool for breeders, geneticists, and agronomists*. Boca Raton, FL: CRC Press pp. 271.

**TABELLA 1 - Scheda agronomica dei campi di prova allestiti con semina su sodo**

Località	Altitudine (m slm)	Ambiente pedoclimatico (USDA, 2002)	Tipo di terreno	Coltura precedente	Data		Concimazione (kg/ha)		
					semina (2017)	raccolta (2018)	pre-semina		copertura
							N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	
Ussana (CA)	110	Petrocalcic palexeralf	argilloso-sabbioso poco profondo	favino	21-12	13-7	36	92	44
Benatzu (CA)	80	Vertic epiaquet	argilloso profondo	favino	21-12	17-7	36	92	44
Candela (FG)	489	Calcic chromoxerert	argilloso	favino	23-11	4-7	0	0	104
Foggia	70	Vertisol typic	limo-argilloso	frumento	21-12	17-7	0	0	78

# SINTESI DEI RISULTATI ALLA LUCE DELL'ANALISI GGE

Per valutare i genotipi più adatti alla semina su sodo nelle varie località per l'annata 2017-18, per interpretare i risultati sperimentali e, infine, per una più efficace visualizzazione degli stessi su grafico, si è fatto ricorso alla GGE (Genotype and Genotype x Environment) biplot analysis (Yan and Kang, 2003). Tale analisi statistica ha l'intento di semplificare l'interpretazione dei dati per ottenere una rappresentazione grafica semplice delle relazioni esistenti fra le varietà, gli ambienti di coltivazione e le interazioni tra le varietà e i diversi ambienti. Con tale tecnica è possibile:

- distinguere e raggruppare gli ambienti di coltivazione con caratteristiche simili;
- analizzare e comprendere le cause dell'interazione genotipo-ambiente;
- individuare le migliori varietà per i diversi ambienti di coltivazione;
- valutare la stabilità produttiva delle varietà.

I risultati ottenuti nelle diverse località sono stati sottoposti ad analisi statistica sia per le varietà che per gli ambienti e le informazioni vengono visualizzate su un grafico denominato «GGE biplot» per valutare il comportamento delle diverse va-

rietà e individuare quelle più adatte ai diversi ambienti di coltivazione.

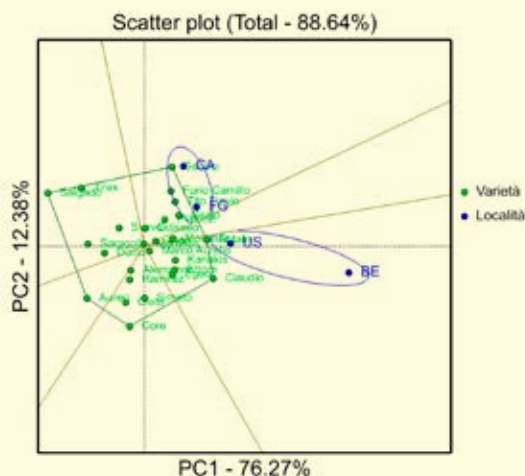
Per interpretare un grafico «biplot» sono necessarie alcune informazioni preliminari. Per quanto concerne la resa, la vicinanza spaziale di una varietà a un dato ambiente di coltivazione sul grafico indica buone rese di questa in quello specifico ambiente. Quando due ambienti di coltivazione appaiono ravvicinati sul grafico, sulla base dell'angolo formato fra i punti e l'origine degli assi, ciò indica che le loro condizioni di coltivazione sono simili. In particolare, più stretto è l'angolo dei vettori, più simili sono le condizioni di coltivazione. Al contrario, maggiore è l'angolo formato dai vettori, maggiori sono le differenze tra gli ambienti di coltivazione. Infine, quando l'angolo formato dai vettori raggiunge 90°, vuol dire che tra gli ambienti di coltivazione non vi è nessuna correlazione. In questo caso si parla di ambienti diversi all'interno dei quali le varietà fanno registrare comportamenti diversi. Considerazioni analoghe possono essere fatte per le varietà.

Il grafico A permette di visualizzare quanto descritto in linea teorica. L'analisi GGE ha infatti permesso di individuare due macroambienti: uno

definito dalle località Candela e Foggia e ascrivibile quindi alla Puglia; l'altro, definito dalle località Benatzu e Ussana e ascrivibile quindi alla Sardegna. Dalla «vicinanza» tra le varietà (in verde) e le località (in blu) si evince che in Puglia, per quanto riguarda la resa, Secolo risulta la varietà più interessante e ottiene i risultati migliori a Candela. Invece, in Sardegna Claudio e Antalis risultano essere le più indicate, quest'ultima in particolare per la località di Ussana. Il grafico A visualizza chiaramente l'esistenza di due macroaree che, in questo caso, sono facilmente evidenziabili da un punto di vista geografico, in funzione anche della condizione di insularità della Sardegna. Ciò permette di analizzare i due ambienti Sardegna e Puglia separatamente allo scopo di ottenere una migliore discriminazione delle varietà per i diversi ambienti in funzione della resa.

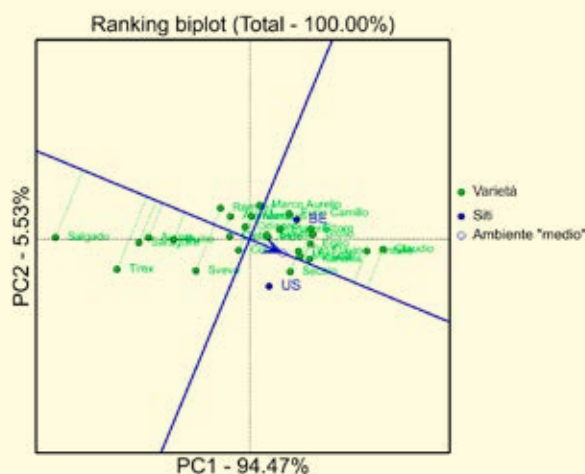
Il grafico B è utile soprattutto per individuare le varietà più produttive e stabili in Sardegna. In particolare, il grafico fa riferimento al cosiddetto «ambiente medio», rappresentato dalla freccia blu. Tale condizione teorica individua la situazione ambientale nella quale mediamente le

**GRAFICO A – GGE biplot <sup>(1)</sup> basato sulla visualizzazione dei macroambienti (CA e FG, Puglia; US e BE, Sardegna) in funzione della resa per le 26 varietà comuni in prova nell'annata agraria 2017-18**



(1) Genotype and Genotype x Environment.

**GRAFICO B – GGE biplot <sup>(1)</sup> basato sui risultati produttivi delle 26 varietà comuni in prova nell'annata agraria 2017-18 per le località Benatzu e Ussana (Sardegna)**



(1) Genotype and Genotype x Environment.

varietà dovrebbero essere coltivate sulla base delle condizioni osservate nelle sperimentazioni precedenti. Secondo tale visualizzazione, le varietà più distanti dall'origine e concordi con il verso dell'asse sono le più produttive e risultano concentrate nella parte destra del grafico. Per le varietà meno produttive vale il discorso opposto. Tali varietà risultano quindi concentrate nella metà sinistra del grafico.

Nel caso specifico, Claudio e Antalis, che occupano le posizioni più estreme nella parte destra del grafico, risultano le varietà più produttive. Altre varietà, a seconda della loro vicinanza alle sigle BE o US, ottengono i risultati migliori proprio in corrispondenza dell'una o dell'altra località. Nello specifico, Secolo mostra ottimi risultati produttivi a Usana, mentre Ettore, Giulio e, in misura minore, Furio Camillo risultano ben adattati al suolo più fertile di Benatzu. In contrasto, le varietà meno produttive sono quelle posizionate nella parte sinistra del grafico.

Il grafico C mostra le stesse modalità interpretative in riferimento alle località di Candela e Foggia. Pertanto, Secolo, Furio Camillo e Tito Flavio risultano essere le varietà

più produttive, seguite da Antalis. In particolare, Tito Flavio e Antalis mostrano una maggiore stabilità di resa perché collocate molto vicino all'asse dell'ambiente medio. Analogamente, Secolo e, in misura minore, Furio Camillo e Giulio mostrano una maggiore affinità per Candela. Infine, Platone, Monastir e Claudio hanno fatto registrare migliori risultati produttivi a Foggia.

Infine, il grafico D completa le informazioni desumibili per ciascuna varietà nei diversi siti sperimentali evidenziando le relazioni tra resa, precocità (spigatura), caratteristiche merceologiche (peso ettolitrico e peso 1000 semi) e caratteristiche tecnologiche (contenuto proteico percentuale).

Il grafico D conferma che Claudio e Antalis risultano essere le varietà mediamente più produttive in tutte le località. Inoltre, nel corso dell'annata 2017-18 è dimostrabile una correlazione tra la maggiore resa e il peso ettolitrico. In contrasto, si osserva come il contenuto proteico risulti elevato nelle varietà Burgos e Aureo, spazialmente vicine alla scritta «Proteine» sul grafico. Tuttavia, tali varietà risultano anche più lontane dalla scritta «Resa». Anche in questo caso, la distanza spaziale sul grafico

da una variabile o, nello specifico, da una caratteristica varietale, è misura della performance ottenuta dalla varietà per quella caratteristica. Più concretamente, Burgos e Aureo risultano caratterizzate dal maggior tenore proteico ma sono anche le meno produttive del lotto varietale per tutte le località considerate. Infine, è interessante notare come, per le condizioni ambientali di questa annata, le varietà più tardive siano quelle che hanno manifestato pesi unitari delle cariossidi più elevati.

**Gianluca Carboni**  
**Marco Dettori, Lucia Mameli**

*Agenzia Agris Sardegna*

**Michele Rinaldi**

**Salvatore Antonio Colecchia**

*Consiglio per la ricerca in agricoltura*

*e l'analisi dell'economia agraria*

*Centro di ricerca cerealicoltura*

*e colture industriali*

*Foggia*

**Andreina Belocchi, Fabrizio Quaranta**

*Consiglio per la ricerca in agricoltura*

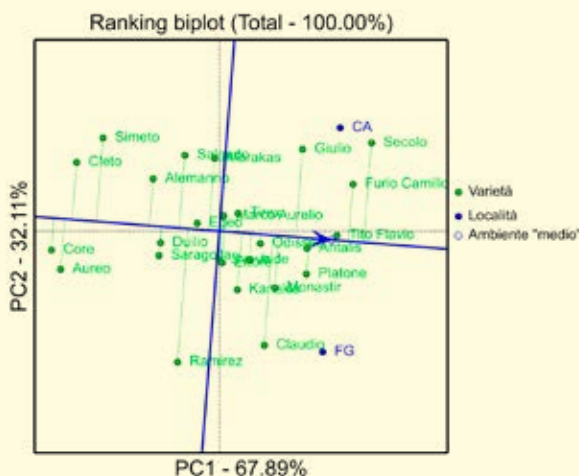
*e l'analisi dell'economia agraria*

*Centro di ricerca ingegneria*

*e trasformazioni agroalimentari*

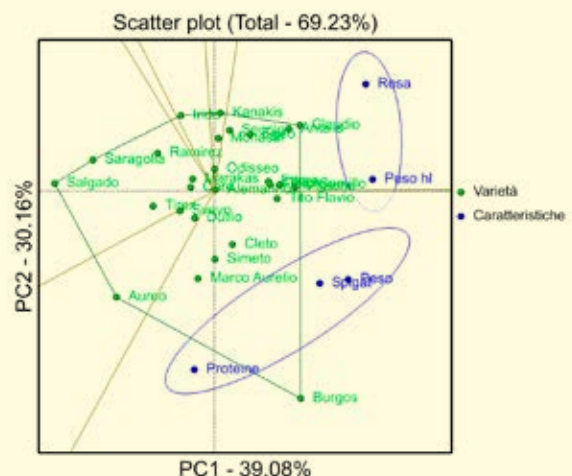
*Roma*

**GRAFICO C – GGE biplot <sup>(1)</sup> basato sui risultati produttivi delle 26 varietà comuni in prova nell'annata agraria 2017-18 per le località Candela e Foggia (Puglia)**



(1) Genotype and Genotype x Environment.

**GRAFICO D – GGE biplot <sup>(1)</sup> basato sui principali caratteri bioagronomici e qualitativi delle 26 varietà comuni in prova nell'annata agraria 2017-18 per Sardegna e Puglia**



(1) Genotype and Genotype x Environment.



# L'INFORMATORE AGRARIO

[www.informatoreagrario.it](http://www.informatoreagrario.it)



Edizioni L'Informatore Agrario

Tutti i diritti riservati, a norma della Legge sul Diritto d'Autore e le sue successive modificazioni. Ogni utilizzo di quest'opera per usi diversi da quello personale e privato è tassativamente vietato. Edizioni L'Informatore Agrario S.r.l. non potrà comunque essere ritenuta responsabile per eventuali malfunzionamenti e/o danni di qualsiasi natura connessi all'uso dell'opera.