



Fondo Europeo Agricolo
per lo sviluppo rurale:
l'Europa investe nelle zone rurali



REPORT FINALE PROGETTO BIO&BIO

Progetto “BIO&BIO”
(Valorizzazione della BIODiversità cerealicola in regime BIOlogico)
Programma di Sviluppo Rurale 2014-2020. Misura 16 – Sottomisura 16.1
Tipologia intervento 16.1 – Az. 2 “Sostegno ai progetti operativi di innovazione(POI)
DICA n. 59 del 28 luglio 2021
(CUP G22C21000320007)

Soggetto Capofila

Terramadre Società Cooperativa Agricola

Partner istituzionali



Partner privati

Azienda Agricola Di Iuorio Domenico
Azienda Agricola Bozzuto Giuseppina
Azienda Agricola Paolucci Lina
Molino Pilla Srl



Fondo Europeo Agricolo
per lo sviluppo rurale:
l'Europa investe nelle zone rurali



Sommario

Obiettivi del progetto	2
WP1: Coordinamento e gestione del progetto.....	2
WP2: Sviluppo e valutazione della biodiversità.....	2
WP3: Analisi infrarosse sulle diverse coltivazioni	2
WP4: Prove di macinazione e caratterizzazione di semole e farine	2
WP5: Analisi economica e nuove modalità di commercializzazione dei prodotti agricoli	2
WP6: Attività di divulgazione e disseminazione.....	2



Fondo Europeo Agricolo
per lo sviluppo rurale:
l'Europa investe nelle zone rurali



Obiettivi del progetto

Il progetto “BIO&BIO” prevedeva attività volte a valorizzare l'agro-biodiversità cerealicola e la coltivazione in biologico nelle aree montane e collinari della Campania, al fine di rendere le aziende agricole di queste zone maggiormente competitive. Inoltre, il progetto nasceva anche dall'esigenza di soddisfare la crescente domanda, da parte dell'industria di prima trasformazione locale, di materia prima (in particolare frumento), attualmente soddisfatta da produzioni fuori regione ed estere.

Al fine di far fronte alle suddette problematiche/necessità con il progetto si è voluto testare la coltivazione, in purezza e come miscugli, di varietà antiche di frumento duro e tenero, notoriamente più resilienti, al fine di valutarne l'adattabilità a questi ambienti marginali. Inoltre, la scelta di coltivarli in biologico è legata al fatto che c'è un crescente interesse da parte di consumatori non solo verso prodotti finiti ottenuti da queste varietà tradizionali, ma che abbiano anche delle specifiche caratteristiche di salubrità, associate proprio alla coltivazione in biologico. Il progetto ha previsto anche prove di macinazione e caratterizzazione di semole e farine e, infine, una valutazione dell'incremento di produzione lorda vendibile (PLV) legata alle attività progettuali, e un'analisi di mercato per valorizzare la competitività delle aziende e del territorio.

Per le sue peculiarità e strutturazione, il progetto ha previsto un approccio metodologico interdisciplinare e, quindi, il coinvolgimento oltre che del Dipartimento di Agraria - DiA (3 gruppi di ricerca: agronomia, scienze degli alimenti e zootecnia), del CNR – Istituto di Scienze Applicate e Sistemi Intelligenti “E. Caianiello”(ISASI), della Società Cooperativa Agricola “Terramadre” (Capofila) e di 3 aziende agricole (az. agricola Di Iuorio Domenico, az. agricola Bozzuto Giuseppina, az. agricola Paolucci Lina) e del Mulino Pilla srl.

Il progetto era articolato in 6 work package (WP):

WP1: Coordinamento e gestione del progetto

WP2: Sviluppo e valutazione della biodiversità

WP3: Analisi infrarosse sulle diverse coltivazioni

WP4: Prove di macinazione e caratterizzazione di semole e farine

WP5: Analisi economica e nuove modalità di commercializzazione dei prodotti agricoli

WP6: Attività di divulgazione e disseminazione.



Fondo Europeo Agricolo
per lo sviluppo rurale:
l'Europa investe nelle zone rurali



WP1: Coordinamento e gestione del progetto

Per quanto riguarda il WP1, sono state svolte numerose riunioni al fine di pianificare, gestire e organizzare le attività da realizzare previste dal progetto ed assistere i partner per gli aspetti finanziari e per la rendicontazione delle spese sostenute. Attraverso mail e chat social sono state condivise informazioni e definite modalità d'intervento sull'andamento delle attività e sugli aspetti finanziari. Le attività di coordinamento tra la società Terramadre Società Cooperativa Agricola (capofila) e gli altri partner del progetto sono state svolte anche grazie al supporto di un consulente scelto attraverso un bando di evidenza pubblica.

Sono state effettuate visite del Capofila Terramadre Società Cooperativa Agricola presso alcuni partner di progetto (aziende agricole, UNINA-DIA e CNR-ISASI) per condividere le innovazioni tecniche previste dal progetto e confrontarsi per la corretta applicazione delle stesse. Sono state svolte diverse riunioni con i partner di progetto per pianificare ed organizzare le attività da realizzare relativamente alla divulgazione.

Durante la realizzazione delle attività previste dal progetto sono stati prodotti i report di aggiornamento su stato di avanzamento del programma di attività coordinati dal capofila e dal responsabile scientifico del progetto.

WP2: Sviluppo e valutazione della biodiversità

L'obiettivo del WP2 è stato sperimentare e mettere in coltivazione in regime biologico, presso le aziende agricole partner, miscugli di varietà e specie antiche appartenenti al genere *Triticum*, al fine di ottenere miscugli adattati e quindi specifici per ogni territorio/azienda.

Nello specifico nell'azienda Paolucci sita a Colle Sannita (BN) è stato coltivato il frumento duro ed in particolare è stato fatto un **confronto tra 3 varietà tradizionali, coltivate in purezza o in miscuglio:**

- Senatore Cappelli -**SC**
- Marzellina -**MZ**
- Saragolla Lucana -**SL**

e 2 varietà moderne:

- Svevo -**SV**
- Pigreco -**PG**

Per il frumento duro le 4 tipologie di miscugli sono state:

- **Mix1:** 33% SC, 33% MZ e 33% SL
- **Mix2:** 50% SC, 25% MZ e 25% SL
- **Mix3:** 25% SC, 50% MZ e 25% SL
- **Mix4:** 25% SC, 25% MZ e 50% SL

Il frumento tenero è stato coltivato presso l'azienda Di Iourio di Castelpagano (BN) ed anche in questo caso è stato fatto un **confronto tra 3 varietà tradizionali, coltivate in purezza o in miscuglio:**

- Risciola -**RS**
 - Romanella -**RM**
 - Gentilrosso -**GR**
- e 2 varietà moderne:**
- Axua -**AX**
 - Alteo -**AL**

Similmente per il frumento tenero i miscugli sono stati:

- **Mix1:** 33% RS, 33% RM e 33% GR
- **Mix2:** 50% RS, 25% RM e 25% GR
- **Mix3:** 25% RS, 50% RM e 25% GR
- **Mix4:** 25% RS, 25% RM e 50% GR

In entrambe le aziende sono state fatte parcelle di 20 m² replicate 3 volte per un totale di 27 parcelle per azienda.

In entrambi i casi la data di semina è stata il 22 dicembre 2021 con una densità di 450 semi per metro quadrato; non è stata fatta alcuna concimazione, ma in entrambe le aziende prima del frumento è stata coltivata una leguminosa. Le raccolte sono state effettuate in entrambi i campi l'11 luglio 2022.

Per il frumento duro ed il tenero sono stati effettuati i seguenti rilievi:

- resa
- n° culmi m⁻²
- n° spighe m⁻²
- HI (harvest index)
- altezza pianta
- peso 1000 semi
- % bianconatura (solo per f. duro)
- % striminzimento
- % proteine
- % umidità

Andamento termo-pluviometrico

Nel primo periodo di coltivazione (dalla semina alla prima decade di marzo) le temperature hanno avuto un trend decrescente, fatta eccezione per le prime due decadi di febbraio in cui il trend è stato risultato invertito, arrivando a -1.4°C. Successivamente, le temperature sono state sempre crescenti superando i 29°C nelle terza decade di giugno. Infine, le **precipitazioni totali durante il ciclo colturale sono state pari a 304 mm** distribuite abbastanza uniformemente fino alla prima decade di aprile. Successivamente si sono alternati periodi di totale assenza di pioggia con periodi caratterizzati da più abbondanti precipitazioni (per esempio circa 30 mm nella prima decade di maggio e oltre 60 nella prima di giugno). La **Figura 1** riporta quanto sopra descritto

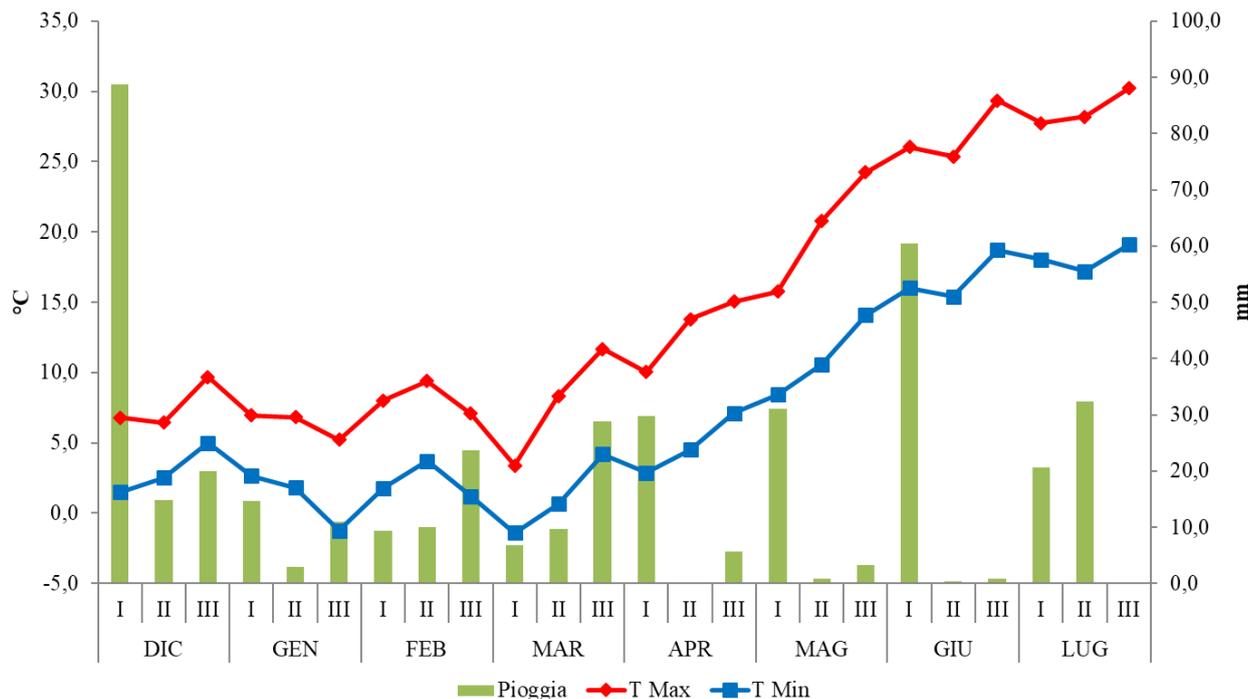


Figura 1. Andamento termopluviometrico nell'annata 2021-2022 (Dati Regione Campania Stazione: S. Marco dei Cavoti -BN)

Frumento duro: resa e componenti

Dalla **Figura 2** si evidenzia che la varietà moderna Svevo raggiunge le produzioni più elevate (3.5 t ha⁻¹) ma non differenti né da quelle dell'altra varietà moderna (Pigreco: 2.4 t ha⁻¹) né dalla resa di Senatore Cappelli (2.6 t ha⁻¹). Tutte le altre varietà, cioè quelle antiche coltivate in purezza o in miscugli, non sono state differenti tra loro e si sono attestate su una produzione media di 1.9 t ha⁻¹.

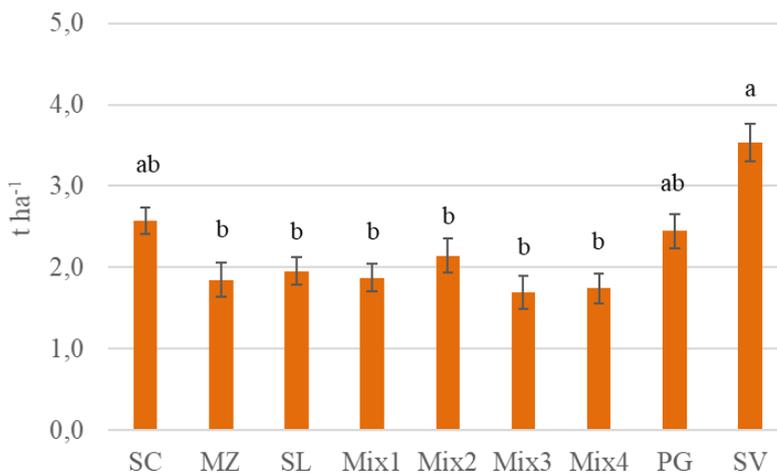


Figura 2. Resa di frumento duro (Azienda Paolucci)

Per quanto riguarda le componenti della resa (**Tabella 1**), esse sono state tutte significativamente influenzate dalle varietà. In particolare, le due varietà moderne hanno mostrato il più alto indice di raccolta (42.6 vs 27.4 della media delle varietà tradizionali in purezza e mix) dovuto alla loro minore taglia. D'altra parte, queste due varietà sono state significativamente più basse (55.9 cm) di tutte le varietà antiche (in purezza e miscugli, in media alte: 93.1 cm e con Senatore Cappelli che ha addirittura superato il metro) tranne che di Marzellina. Infine, il numero di culmi e spighe per metro quadrato è stato influenzato in maniera meno netta, risultando pari a 246.3 e 331, e 239.5 e 282.8, rispettivamente media delle varietà moderne e di quelle antiche.

Tabella 1. Effetto delle varietà sulle componenti della resa di frumento duro (numero di culmi e spighe a metro quadrato, altezza della pianta e indice di raccolta).

Trattamenti	Culmi	Spighe	Altezza	HI
	$n^{\circ} m^{-2}$	$n^{\circ} m^{-2}$	cm	%
SC	301.7 ± 15.30 ab	272.7 ± 7.88 ab	106.7 ± 6.01 a	26.0 ± 2.13 c
MZ	322.0 ± 32.14 ab	295.7 ± 24.13 ab	73.3 ± 3.33 bc	28.0 ± 1.16 bc
SL	258.3 ± 24.88 ab	231.0 ± 10.58 ab	96.7 ± 1.67 a	25.3 ± 1.50 c
Mix1	355.0 ± 16.50 ab	327.3 ± 10.68 a	85.0 ± 2.89 ab	23.8 ± 0.74 c
Mix2	388.3 ± 39.25 a	340.3 ± 39.98 a	90.0 ± 0.21 ab	24.4 ± 2.53 c
Mix3	244.7 ± 30.39 b	198.7 ± 53.94 b	95.0 ± 5.00 ab	22.2 ± 2.69 c
Mix4	324.0 ± 40.29 ab	313.7 ± 32.64 a	85.0 ± 2.89 ab	27.6 ± 1.58 bc
PG	221.0 ± 29.55 b	215.3 ± 31.06 ab	56.7 ± 7.26 c	43.1 ± 0.66 ab
SV	271.7 ± 10.09 ab	263.7 ± 3.33 ab	55.0 ± 5.00 c	47.1 ± 1.76 a
Significatività	*	*	**	**



Fondo Europeo Agricolo
per lo sviluppo rurale:
l'Europa investe nelle zone rurali



Frumento duro: caratteristiche di qualità

Per quanto riguarda le caratteristiche di qualità della granella, sono risultate significativamente influenzate dalle varietà peso 1000 semi, percentuale di striminzimento e percentuale di proteine (Tabella 3). In particolare, Senatore Cappelli, Saragolla lucana e Mix 3 hanno mostrato i più alti valori di peso 1000 semi, mentre Marzellina quello più basso ma non differente da Mix4. I valori di striminzimento sono stati in generale bassi (in media 2%), con Mix4 che ha mostrato i valori più alti (3.3%) e Svevo quelli più bassi (0.7%). Infine, il contenuto proteico è stato in generale alto nella granella di tutte le varietà (in media 16.6%) con Senatore Cappelli che è arrivato addirittura al 18% mentre le due varietà moderne si sono attestate intorno al 15%, dovuto anche alla maggiore resa registrata per queste varietà.

Tabella 2. Effetto delle varietà sulle caratteristiche di qualità della granella di frumento duro (peso 1000 semi, percentuale di striminzimento e bianconatura, contenuto proteico e percentuale di umidità).

Trattamenti	Peso	Striminzimento	Bianconatura	Proteine	Umidità
	<i>g 1000 semi</i> <i>l</i>	%	%	%	%
SC	53.5 ± 0.17 ab	1.3 ± 0.33 ab	0.7 ± 0.33	18.0 ± 0.33 a	9.0 ± 0.14
MZ	32.8 ± 0.07 f	1.0 ± 0.05 ab	1.3 ± 0.33	16.1 ± 0.45 cd	9.3 ± 0.61
SL	53.5 ± 0.98 ab	1.7 ± 0.33 ab	1.7 ± 0.33	16.2 ± 0.20 bd	8.7 ± 0.41
Mix1	40.6 ± 1.77 de	1.0 ± 0.58 ab	1.0 ± 0.05	16.9 ± 0.28 ac	8.8 ± 0.45
Mix2	44.1 ± 1.08 cd	2.3 ± 0.33 ab	1.0 ± 0.58	17.3 ± 0.25 ac	9.2 ± 0.33
Mix3	54.1 ± 2.41 a	1.7 ± 0.88 ab	1.0 ± 0.05	17.4 ± 0.18 ac	8.1 ± 0.05
Mix4	36.2 ± 0.66 ef	3.3 ± 0.67 a	1.3 ± 0.88	17.6 ± 0.28 ab	8.7 ± 0.12
PG	47.5 ± 0.68 bc	1.0 ± 0.05 ab	1.0 ± 0.58	14.9 ± 0.03 d	9.3 ± 0.45
SV	45.8 ± 0.55 cd	0.7 ± 0.33 b	1.7 ± 0.33	15.3 ± 0.26 d	9.3 ± 0.29
Significatività	**	*	ns	**	ns

Frumento tenero: resa e sue componenti

Dalla **Figura 3** si nota che anche per il frumento tenero le varietà moderne hanno avuto produzioni più elevate; in particolare, in assoluto la maggiore produzione è stata raggiunta da Alteo (3.6 t ha⁻¹) ma questa è stata statisticamente non differente da Axua (l'altra varietà moderna), Risciola, Gentilrosso e Mix4 (produzione media 2.3 t ha⁻¹); le produzioni più basse sono state quelle degli altri 3 miscugli e di Romanella (1.6 t ha⁻¹).

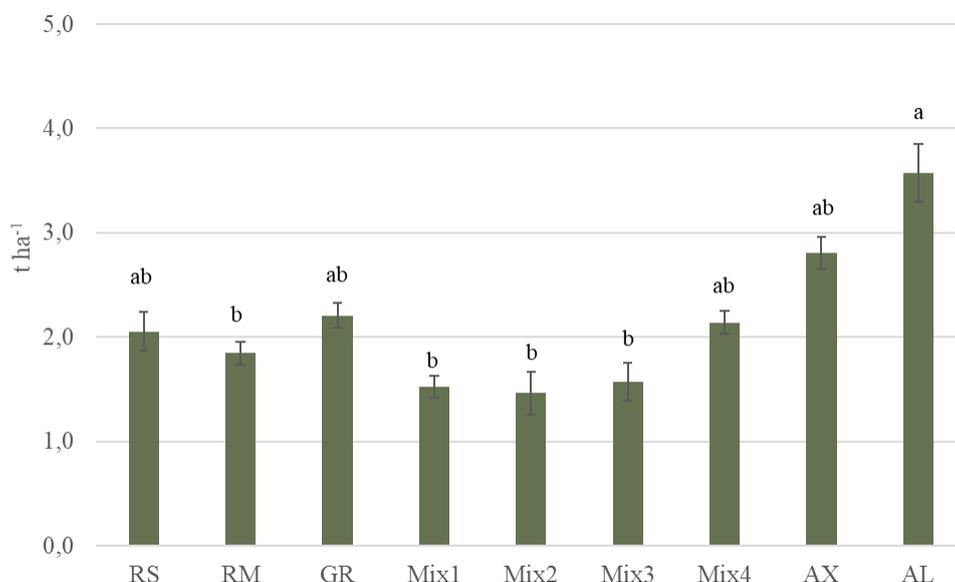


Figura 3. Resa di frumento tenero (Azienda Di Iourio)

Tutte le componenti della resa, tranne l'altezza delle piante, sono state significativamente influenzate dalle varietà (Tabella 3). In particolare, in accordo con quanto visto per la resa, anche per il numero di culmi e spighe a metro quadrato, Alteo ha mostrato i valori più alti ma statisticamente differente solo da Mix1, e Mix1 e Mix2, rispettivamente. Infine, entrambe le varietà moderne hanno mostrato i più alti valori di indice di raccolta (42.6% vs. 27.4%, media di tutte le altre varietà); tra le varietà tradizionali solo Risciola ha superato il 30%.

Tabella 3. Effetto delle varietà sulle componenti della resa di frumento tenero (numero di culmi e spighe a metro quadrato, altezza della pianta e indice di raccolta).

Trattamenti	Culmi	Spighe	Altezza	HI
	n° m ⁻²	n° m ⁻²	cm	%
RS	380.3 ± 43.52 ab	364.3 ± 35.59 ab	70.7 ± 5.36	31.6 ± 0.94 b
RM	414.0 ± 33.86 ab	393.7 ± 35.53 ab	73.3 ± 3.38	29.6 ± 1.05 bc
GR	377.0 ± 46.13 ab	350.3 ± 50.94 ab	91.7 ± 3.28	28.8 ± 1.89 bc
Mix1	275.0 ± 22.27 b	260.3 ± 20.22 b	78.0 ± 1.53	24.9 ± 1.01 bc
Mix2	298.0 ± 41.02 ab	275.3 ± 46.13 b	93.0 ± 8.00	23.3 ± 1.70 c
Mix3	366.7 ± 40.83 ab	340.7 ± 46.13 ab	82.0 ± 1.53	27.7 ± 2.86 bc
Mix4	360.0 ± 34.44 ab	367.0 ± 46.13 ab	89.0 ± 1.00	26.2 ± 1.58 bc
AX	379.7 ± 54.87 ab	377.7 ± 46.13 ab	66.0 ± 5.20	41.2 ± 0.79 a
AL	492.3 ± 22.98 a	484.7 ± 46.13 a	57.3 ± 2.67	43.9 ± 1.26 a
Significatività	*	*	ns	**

Frumento tenero: caratteristiche di qualità

Relativamente alle caratteristiche di qualità della granella di frumento tenero, solo il peso 1000 semi e la percentuale di proteine sono state statisticamente influenzate dalle varietà. In particolare, le varietà tradizionali, coltivate sia in purezza che in miscuglio, hanno mostrato i valori più alti di peso 1000 semi, ma statisticamente differenti solo da Alteo (tranne Romanella). Infine, come per il frumento duro anche per il tenero, le due varietà moderne hanno mostrato i valori più bassi di proteine (10.9% vs. 14.2%, media di tutte le altre varietà). Probabilmente, anche in questo caso, la maggiore produzione delle varietà moderne è andata a discapito del contenuto proteico.

Tabella 4. Effetto delle varietà sulle caratteristiche di qualità della granella di frumento tenero (peso 1000 semi, percentuale di striminzimento, contenuto proteico e percentuale di umidità).

Trattamenti	Peso	Striminzimento	Proteine	Umidità
	<i>g 1000 seeds⁻¹</i>	%	%	%
RS	43.1 ± 1.31 a	0.5 ± 0.33	14.1 ± 0.35 ab	8.6 ± 0.68
RM	41.3 ± 0.64 ab	0.7 ± 0.67	14.5 ± 0.39 a	8.5 ± 0.39
GR	44.9 ± 1.25 a	1.0 ± 0.58	13.9 ± 0.23 b	8.4 ± 0.66
Mix1	43.1 ± 1.44 a	1.0 ± 0.58	14.5 ± 0.20 a	8.8 ± 0.77
Mix2	43.0 ± 1.83 a	1.0 ± 0.57	14.7 ± 0.17 a	8.9 ± 0.13
Mix3	41.7 ± 0.52 a	1.0 ± 0.56	13.9 ± 0.44 b	7.8 ± 0.38
Mix4	44.5 ± 0.64 a	0.3 ± 0.25	13.9 ± 0.18 b	9.1 ± 0.29
AX	39.9 ± 3.05 ab	1.7 ± 0.88	11.6 ± 0.13 c	8.2 ± 0.14
AL	33.6 ± 0.69 b	0.2 ± 0.17	10.2 ± 0.18 d	8.0 ± 0.04
Significatività	**	ns	*	ns

Conclusioni

Per quanto riguarda il frumento duro, è risultato che le 2 varietà moderne hanno confermato le maggiori potenzialità produttive mostrando rese più elevate, con Svevo che ha raggiunto 3.5 t ha⁻¹. Inoltre, esse sono state caratterizzate anche da un più alto indice di raccolta (42.6 vs 27.4 della media delle varietà tradizionali in purezza e mix) dovuto senza dubbio al fatto che le varietà tradizionali son caratterizzate da un maggiore sviluppo in termini di altezza e biomassa. Comunque, è interessante notare che tra le varietà tradizionali, Senatore Cappelli ha avuto performance produttive non differenti da Pigreco (2.6 vs 2.4 t ha⁻¹). Infine, per quanto riguarda i parametri di qualità, è importante notare che Senatore Cappelli ha il più alto contenuto proteico della granella



(18.0%) mostrando, quindi, un elevato potenziale per la coltivazione in queste aree interne.

Anche per il frumento tenero, si è osservato che le 2 varietà moderne hanno raggiunto le rese più elevate, con Alteo che ha raggiunto 3.6 t ha⁻¹, ed un più alto indice di raccolta (45.1 vs 25.3 della media delle varietà tradizionali in purezza e mix), dovuto ugualmente alle maggiori dimensioni delle varietà tradizionali. Comunque, le varietà tradizionali, Risciola, Gentilrosso e Mix4 hanno raggiunto produzioni non differenti da Axua (2.1 vs 2.8 t ha⁻¹). Infine, le varietà tradizionali hanno mostrato i valori più alti di proteine (14.2%). Quindi, considerati questi primi risultati produttivi e qualitativi, Risciola, Romanella e il Mix4 sembrerebbero essere quelli maggiormente performanti negli areali del progetto.

Ad oggi, con i dati del progetto sono stati pubblicati due poster al Convegno della Società Italiana di Agronomia che si è tenuto a Portici il 25-27 Settembre 2023. SI riportano gli screen shot dei due poster.

Adaptability of Three Ancient Varieties of Durum Wheat Cultivated in Purity and as Mixtures to an Inland Hilly Area of Campania Region

Eugenio Cozzolino¹, Ida Di Mola², Lucia Ottaiano², Maria Eleonora Pelosi², Daniele Todisco², Nunzio Fiorentino², Antonio Minoliti², Raffaele Romano³, Mauro Mori²

¹ CREA, Research Center for Cereal and Industrial Crops, Caserta, IT, eugenio.cozzolino@crea.gov.it

² DiA, Univ. Napoli, IT, ida.dimola@unina.it, lucia.ottaiano@unina.it, mariaeleonora.pelosi@unina.it, daniele.todisco@unina.it, nunzio.fiorentino@unina.it, antonio.minoliti@unina.it, mori@unina.it

³ Terramadre Società Cooperativa Agricola, San Giorgio La Molara (BN) IT, raff.romano@libero.it

Adaptability of Three Ancient Varieties of Common Wheat Cultivated in Purity and as Mixtures to an Inland Hilly Area of Campania Region

Ida Di Mola¹, Lucia Ottaiano¹, Eugenio Cozzolino², Maria Eleonora Pelosi¹, Sabrina Nocerino¹, Nunzio Fiorentino¹, Antonio Minoliti¹, Raffaele Romano³, Mauro Mori¹

¹ DiA, Univ. Napoli, IT, ida.dimola@unina.it, lucia.ottaiano@unina.it, mariaeleonora.pelosi@unina.it, sabrina.nocerino@unina.it, nunzio.fiorentino@unina.it, antonio.minoliti@unina.it, mori@unina.it

² CREA, Research Center for Cereal and Industrial Crops, Caserta, IT, eugenio.cozzolino@crea.gov.it

³ Terramadre Società Cooperativa Agricola, San Giorgio La Molara (BN) IT, raff.romano@libero.it

Infine, è stato recentemente sottomesso alla rivista Plants di MDPI anche un articolo in collaborazione con il WP3.

WP3: Analisi infrarosse sulle diverse coltivazioni

Nella presente relazione tecnica sono riportati i risultati finali riguardanti il monitoraggio mediante imaging infrarosso multispettrale di diverse varietà di colture di grano (duro e tenero), nell'attività prevista dall'ASSEGNO PROFESSIONALIZZANTE stipulato dal Consiglio Nazionale delle Ricerche - Istituto di Scienze Applicate e Sistemi Intelligenti "Eduardo Caianiello" (CNR-ISASI) (ART. 22 DELLA LEGGE 240 DEL 30 DICEMBRE 2010 PER LO SVOLGIMENTO DI ATTIVITA' DI RICERCA) avente come oggetto "Monitoraggio e l'analisi degli stati di stress di colture cerealicole mediante imaging infrarosso multispettrale". Il contratto di affidamento è stato stipulato nell'ambito del progetto BIOeBIO: "Valorizzazione della BIODiversità cerealicola in regime BIOlogico" del Programma di Sviluppo Rurale Regione Campania 2014/2020 GAL ALTO TAMMARO-GAL TITERNO Misura 16, Sottomisura 16.1.1 Azione 2-CUP G22C21000320007, (Protocollo CNR n. 1833 del 09/05/2022).

Le analisi di seguito riportate sono state effettuate mediante tecniche di termografia infrarossa su colture di grano tenero e duro, su scala prossimale e remota attraverso l'uso di telecamere LWIR e MWIR. Il monitoraggio effettuato ha permesso di identificare, tra le colture analizzate, quelle soggette a maggiori livelli di stress e la loro risposta ai diversi intervalli spettrali utilizzati.

1. Stato dell'arte

I cereali sono utilizzati come materia prima per molti alimenti in tutto il mondo e in particolare nel bacino del Mediterraneo. Il grano costituisce uno dei cereali più coltivati grazie alla sua versatilità per la preparazione di vari alimenti e al suo valore nutrizionale nella dieta umana. Questa coltura è spesso soggetta a una vasta gamma di stress che ne riducono la produttività; i cambiamenti climatici e altri stress abiotici e biotici, dovuti ad esempio a stress termico e idrico, ma anche a patogeni come batteri, funghi e nematodi, possono essere responsabili di variazioni più o meno marcate delle loro rese colturali. Inoltre, l'adattamento alle specifiche condizioni climatiche e territoriali dell'area mediterranea può giocare un ruolo importante nella loro crescita. A causa di questi problemi, gli attuali tassi di crescita delle rese e della produzione complessiva non sono sufficienti a soddisfare la domanda futura. Per questo motivo, è necessario monitorare e controllare le colture di grano, sviluppando anche nuovi metodi tecnologici per ottimizzare le strategie di gestione, aumentando sia la qualità dei prodotti che la quantità del raccolto annuale. Il monitoraggio dei cereali basato su tecniche di imaging è un approccio interessante per quantificare sia lo stato di salute che le prestazioni delle colture in diverse condizioni ambientali. Tra queste tecniche, l'imaging a infrarosso è un metodo remoto e non invasivo che rappresenta un approccio di analisi eccezionale applicato in molti campi, dall'agricoltura ai controlli non distruttivi. Come riportato in letteratura, è essenziale



considerare le richieste di temperatura in ogni fase fenologica per tenere conto delle variazioni della resa del grano dovute alle condizioni climatiche. Negli ultimi anni, questa tecnica è stata utilizzata per valutare le caratteristiche fisiche e fisiologiche delle piante, tra cui: tassi di traspirazione, capacità termica delle foglie, contenuto idrico locale, velocità del flusso d'acqua, risposta all'interazione con i raggi UV. Inoltre, si è rivelata uno strumento prezioso per la diagnosi e l'individuazione delle piante a diversi tipi di stress biotici e abiotici, adattandosi bene alle esigenze emergenti delle strategie di gestione dell'agricoltura di precisione. L'imaging a infrarossi è stato ampiamente utilizzato per il rilevamento prossimale (in campo, in camere di crescita e in serra) o remoto (droni e sistemi UAV) dello stress delle piante. In questa attività, realizzata nell'ambito del progetto regionale italiano "Valorizzazione della BIOdiversità cerealicola in regime BIOlogico - BIOeBIO" (PSR Campania 2014-2020), è stato eseguito un monitoraggio multispettrale all'infrarosso di diverse varietà di colture di frumento (duro e tenero) effettuato sia su scala prossimale che remota. Sono state testate e confrontate le prestazioni di due telecamere con sensori nell'intervallo spettrale rispettivamente dell'infrarosso a onde lunghe (LWIR) e dell'infrarosso a onde medie (MWIR), nella specifica condizione ambientale del campo sperimentale per monitorare lo stato di diverse varietà di grano. Inoltre, l'analisi effettuata ha permesso di confrontare e identificare, tra le varietà monitorate, quelle soggette a maggiori livelli di stress durante le diverse fasi fenologiche di crescita e le rispettive percentuali di copertura del suolo, introducendo due indici per la loro stima. I risultati ottenuti forniscono informazioni interessanti sia sullo sviluppo di nuovi sistemi di monitoraggio a infrarossi sia sul livello di adattamento delle varietà di grano monitorate alle specifiche condizioni climatiche di crescita a cui sono state sottoposte, tipiche dell'area mediterranea.

2. Materiali e metodi impiegati

2.1. Imaging infrarosso

Le misure sono state eseguite utilizzando sia una termocamera MWIR FLIR X6580 sc con un rivelatore raffreddato all'antimoniuro di indio (InSb) (FPA 640x512 pixel e NETD ~20 mK a 25 °C) che monta un obiettivo focale da 50 mm con banda spettrale 3. 5-5 μm e IFOV 0,3 mrad, sia una LWIR AVIO TVS500 con un rivelatore microbolometrico non raffreddato (gamma spettrale 8-14 μm). 5-5 μm e IFOV 0,3 mrad e un LWIR AVIO TVS500 con un rivelatore microbolometrico non raffreddato (intervallo spettrale 8-14 μm , FPA 320 \times 240 pixel e NETD ~ 60 mK a 25 °C) che monta una lente focale da 22 mm con IFOV 1,68 mrad. I software commerciali ResearchIR (FLIR Systems) e IRT Analyzer (GRAYESS inc.), con cui sono fornite le termocamere, sono utilizzati per il monitoraggio della temperatura in tempo reale e per le operazioni di base. La Figura 1 mostra le immagini delle due termocamere (MWIR 1a e LWIR 1b) e una tabella (1c) che ne riporta le

principali caratteristiche tecniche.

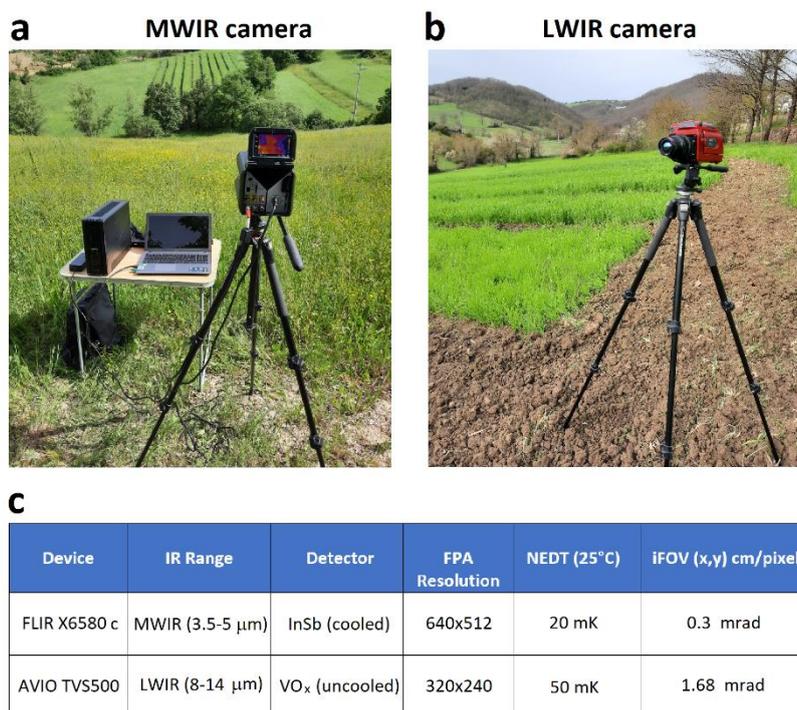


Figura 1. Immagini delle due camere utilizzate per il monitoraggio infrarosso, a) MWIR e b) LWIR e c) la tabella riporta le loro principali caratteristiche tecniche.

2.2. Specifiche sperimentali e materiale vegetale

Le misurazioni in campo sono state effettuate durante le stagioni vegetative 2021-2022, in due aziende agricole private situate nell'area dell'Alto Tammaro (Benevento, Regione Campania - Italia), in particolare a Colle Sannita (Latitudine: 41° 22' 48.5" N, Longitudine: 14° 52' 09.5" E, Altitudine: 695 m) e a Castelpagano (Latitudine: 41° 25' 50.7" N, Longitudine: 14° 48' 15.1" E, Altitudine: 805 m). Nella prima azienda sono state messe a confronto cinque diverse varietà di grano duro: Pigreco, Svevo, Saragolla, Senatore Cappelli e Marzellina, di cui le ultime tre sono varietà tradizionali; nella seconda sono state testate cinque varietà di grano tenero: Alteo, Taxum, Risciola, Romanella e Gentil Rosso, e anche in questo caso le ultime tre sono varietà tradizionali.

Le semine sono state effettuate il 21 dicembre 2021, con una densità di 500 semi per metro quadro. Ogni parcella sperimentale era di 2,5 x 20 m ed è stata replicata tre volte. Non sono state effettuate concimazioni né interventi per il controllo di erbe infestanti e patogeni, poiché entrambe le aziende seguono la coltivazione biologica. Il monitoraggio a infrarossi è stato effettuato in quattro diverse fasi fenologiche delle colture: all'allungamento dello stelo (21 aprile 2022), all'inizio della fioritura (26 maggio 2022), nella maturazione lattiginosa-cerosa (13 giugno 2022) e nella maturazione completa (30 giugno 2022). I raccolti sono stati effettuati l'11 luglio 2022 in entrambe le aziende.



3. Risultati e discussione

3.1 Confronto tra gli intervalli spettrali MWIR e LWIR per il monitoraggio del grano

La progettazione di un sistema di monitoraggio ad alte prestazioni che possa operare anche a distanza, basato su tecnologie a infrarossi, richiede l'ottimizzazione di vari parametri fisico-ottici, tra cui la scelta del sensore e quindi della gamma spettrale da utilizzare è un punto cruciale.

I sensori MWIR e LWIR sono sviluppati utilizzando rispettivamente rivelatori fotonici e termici. I rivelatori a fotoni vantano molti vantaggi tecnici rispetto alla controparte termica, tra cui una risposta rapida e un rapporto segnale/rumore inferiore.

D'altra parte, i rivelatori termici sono più leggeri e meno costosi, sostanzialmente per l'assenza di un sistema di raffreddamento, necessario invece per i sensori fotonici che si basano sull'uso di semiconduttori. Tuttavia, la scelta ottimale è strettamente legata sia al tipo di campioni da studiare sia alle condizioni atmosferiche medie presenti durante le misure sperimentali.

Al fine di fornire maggiori informazioni su questo aspetto, in questo lavoro sono state realizzate misure all'infrarosso di cinque parcelle di grano duro, prese all'inizio della fase di crescita (26 maggio 2022), utilizzando due termocamere rispettivamente negli intervalli spettrali LWIR e MWIR sia in scala prossimale che remota.

Nella **Figura 2** sono riportate le principali informazioni ottenute con entrambe le termocamere su cinque tipi di grano duro realizzati in scala remota, da una collina a circa 350 m dal campo sperimentale.

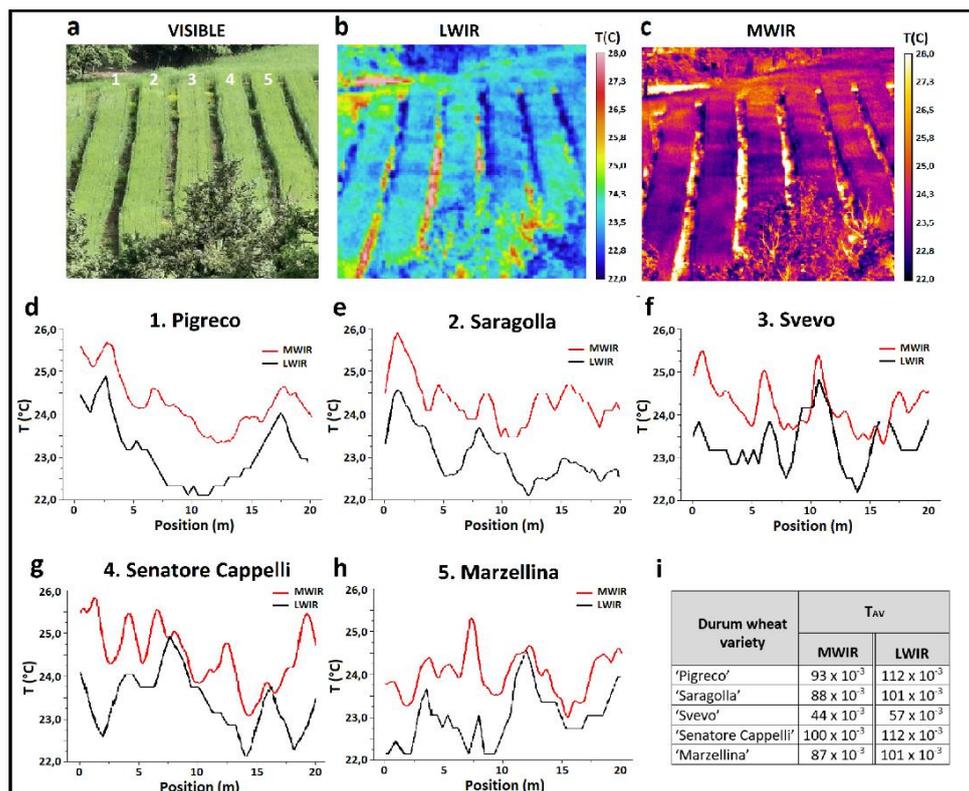


Figura 2. Confronto del monitoraggio a infrarossi realizzato su scala remota utilizzando due gamme spettrali: a) immagine visibile degli appezzamenti delle cinque varietà di grano duro, b) immagini LWIR e c) MWIR del campo sperimentale, d)-h) confronto dei profili di temperatura misurati con le due telecamere sui cinque grani duri monitorati, i) tabella riportante i valori di TAV stimati per le cinque colture. In particolare, le figure 2a-c mostrano un confronto tra un'immagine visibile, una LWIR e una MWIR del campo sperimentale, mentre le figure 2d-h riportano i profili di temperatura misurati con le due telecamere (linee rosse MWIR, linee nere LWIR) presi dall'alto verso il basso delle file di colture.

Come visibile dai grafici, in tutti i casi i profili ottenuti nella gamma MWIR mostrano temperature più elevate di quelle misurate nella gamma LWIR. Questo risultato può essere spiegato considerando le condizioni atmosferiche in cui sono state effettuate le misure, caratterizzate da una temperatura media ambientale di 27°C e da un'umidità nell'intervallo 75-78%, valori tipici dei mesi di maggio-giugno per l'area geografica in cui si trova il campo sperimentale. Come è noto, infatti, i sensori basati sulla gamma MWIR hanno una maggiore trasmittanza in condizioni di elevata umidità e tempo sereno, mentre i sensori basati sulla gamma LWIR mostrano prestazioni migliori in condizioni di nebbia e polvere, avendo una maggiore tolleranza alla turbolenza atmosferica. Dai dati acquisiti si calcola l'indice di temperatura media della coltura $T_{AV} = (T_{MAX} - T_{MIN}) / T_{MAX}$ dove T_{MAX} e T_{MIN} sono rispettivamente la temperatura media massima e minima misurata sulle file della coltura. I valori ottenuti con le due gamme spettrali per le cinque varietà di grano duro monitorate sono riportati e confrontati nella tabella riportata in figura 2i. I risultati ottenuti indicano come, nella specifica condizione atmosferica di misura, i dati acquisiti nella gamma LWIR possano indurre una

sovrastima di questo parametro rendendo così le valutazioni effettuate con questo tipo di sensore da remoto (anche ad esempio attraverso l'utilizzo di droni e sistemi UAV) meno affidabili di quelle ottenute nella gamma MWIR. Questa differenza di prestazioni e di affidabilità dei risultati è evidente nel caso di valutazioni effettuate su scala prossimale. Nella **Figura 3**, a titolo di esempio, sono riportate le misure sperimentali realizzate su una coltivazione di grano duro (varietà "Svevo") presa in scala prossimale.

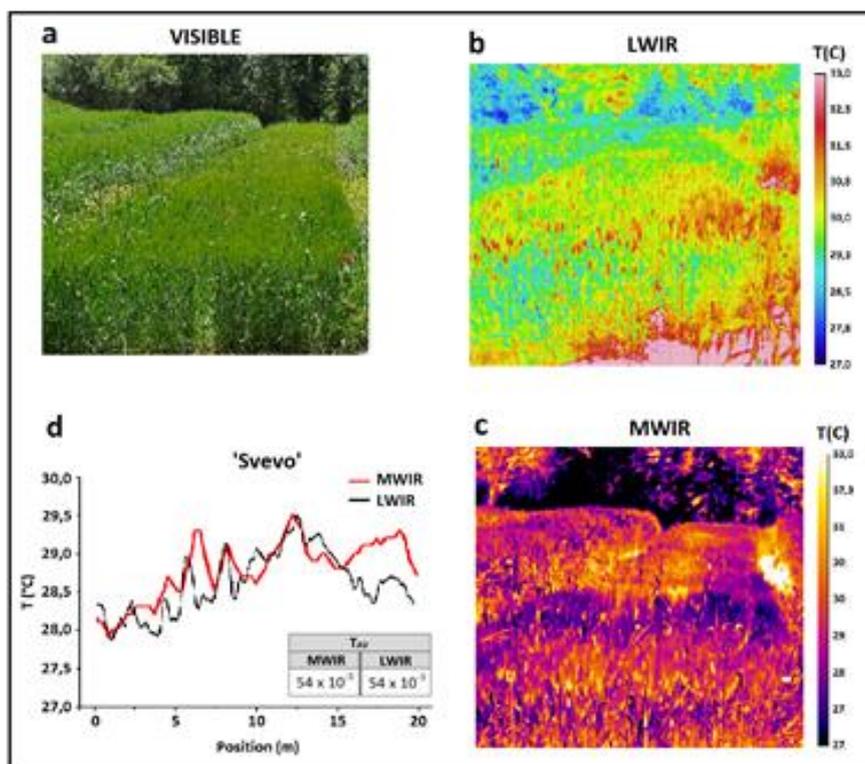


Figura 3. Confronto del monitoraggio all'infrarosso realizzato su scala prossimale utilizzando due gamme spettrali: a) immagine visibile degli appezzamenti della varietà 'Svevo', b) immagini LWIR e c) MWIR del campo sperimentale, d) confronto dei profili di temperatura misurati con le due telecamere sulla varietà di grano tenero considerata e tabella dei valori di T_{AV} stimati per la coltura.

Come nel caso dell'analisi a distanza, la **Figura 3a** mostra un'immagine visibile del grano, **3b** e **3c** un confronto tra le sue immagini LWIR e MWIR rispettivamente, mentre nella figura **3d** i profili di temperatura misurati con le due telecamere.

Come si può notare dal grafico in **3d**, anche se le temperature misurate sono leggermente diverse, l'indice T_{AV} calcolato e riportato in tabella è praticamente lo stesso.

Quest'ultimo risultato evidenzia come gli effetti dovuti all'elevata umidità per misure effettuate su scala prossimale siano trascurabili e, quindi, anche per il suo minor costo commerciale, la tecnologia LWIR può essere preferita alle telecamere basate su MWIR in questo tipo di

sperimentazione.

3.2 Valutazione della copertura del suolo delle varietà di grano duro

Dalle immagini all'infrarosso acquisite, è stata valutata la percentuale di copertura del suolo da parte delle diverse colture di grano monitorate. L'analisi è stata effettuata nello stato fenologico di allungamento dello stelo (21 aprile 2022) delle colture. Per ottenere questo parametro da ogni immagine termografica acquisita, sono stati valutati il numero di pixel associati alla vegetazione (N_v) e quelli associati al suolo (N_s). Nella **Figura 4**, a titolo di esempio, sono mostrate un'immagine visibile di una zolla di coltivazione (**4a**), la corrispondente immagine termografica (**4b**) e due sue rappresentazioni in cui sono riportati solo i pixel associati alla vegetazione (**4c**) o al suolo (**4d**).

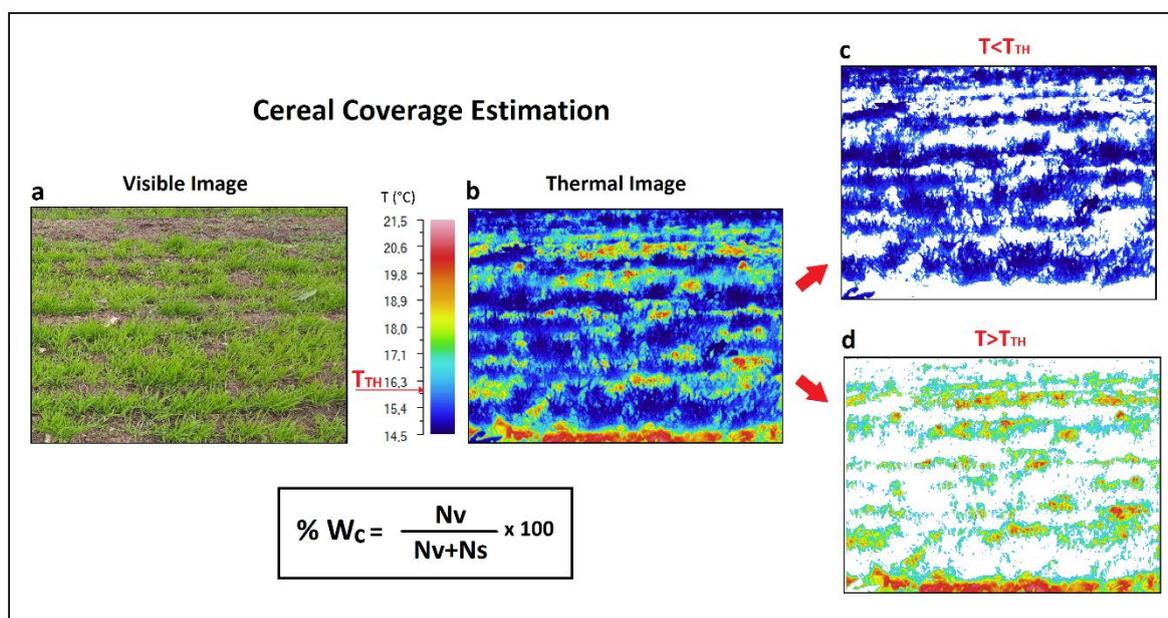


Figura 4. Analisi per la stima della copertura cerealicola: a) immagine visibile di una zolla di terreno, la corrispondente immagine termografica (4b) e due sue rappresentazioni in cui sono riportati solo i pixel associati alla vegetazione (4c) o al terreno (4d).

La separazione delle due classi di pixel è stata effettuata considerando il diagramma di temperatura associato all'immagine, dove è possibile individuare un valore di soglia T_{TH} che permette di discriminare la distribuzione della temperatura della vegetazione da quella del suolo ($T_{TH} = 16,1$ °C nella **Figura 4b**). I pixel N_v che si riferiscono alla vegetazione sono quelli con una temperatura $T_v < T_{TH}$ mentre quelli che si riferiscono al suolo N_s con una temperatura $T_s > T_{TH}$. La percentuale di copertura del grano ($\% W_C$) può quindi essere calcolata con la seguente relazione: $\% W_C = [N_v / (N_v + N_s)] \times 100$. Va detto che questo tipo di valutazione basata sulla scelta di una T_{TH} è soggetta a un errore intrinseco dovuto alla presenza nel diagramma di pixel relativi alla vegetazione con $T_v > T_{TH}$ e pixel relativi al suolo con $T_s < T_{TH}$. Tuttavia, nella ragionevole ipotesi che il numero di tali pixel sia approssimativamente uguale e trascurabile rispetto a N_v e N_s , il metodo proposto

consente di stimare la percentuale di copertura del suolo delle colture di grano e di confrontare i diversi tipi di filari di cereali considerati. Nella **Tabella 1** è riportato il confronto dei valori di %W_C stimati rispettivamente per cinque varietà di grano duro e cinque varietà di grano tenero monitorate.

Durum wheat variety	%W _C	Common wheat variety	%W _C
'Pigreco'	83	'Alteo'	85
'Saragolla'	91	'Risciola'	86
'Svevo'	92	'Romanella'	88
'Senatore Cappelli'	93	'Taxum'	83
'Marzellina'	89	'Gentil Rosso'	93

Tabella 1. %W_C stimata per le diverse varietà di grano duro e tenero monitorate.

I valori riportati per ciascuna specie di cereali rappresentano la media calcolata da cinque immagini all'infrarosso acquisite in modo casuale lungo le colture. Le %W_C stimate sono comprese nell'intervallo 83% - 93% per entrambe le specie di frumento, con i valori più alti (93%) riscontrati nel caso della varietà "Senatore Cappelli" per il frumento duro e della varietà "Gentil Rosso" per il frumento tenero.

4. Monitoraggio del livello di stress del grano tenero: Indice NRST

Diverse varietà di frumento tenero sono state monitorate mediante l'uso dell'imaging all'infrarosso nella gamma LWIR, effettuando misure in scala di prossimità, al fine di valutare il loro livello di adattabilità alle condizioni ambientali a cui sono sottoposte durante il periodo di crescita.

Le analisi sono state eseguite in quattro diverse fasi fenologiche delle colture: allungamento dello stelo (21 aprile 2022), inizio della fioritura (26 maggio 2022), maturazione lattiginosa-cerosa (13 giugno 2022) e maturazione completa (30 giugno 2022), acquisendo 20 immagini termiche per ogni varietà lungo tutte le file, in modo casuale. A titolo di esempio, nella **Figura 5a** sono mostrate sia un'immagine visibile che un'immagine termica acquisite nelle quattro fasi di crescita per una delle varietà studiate.

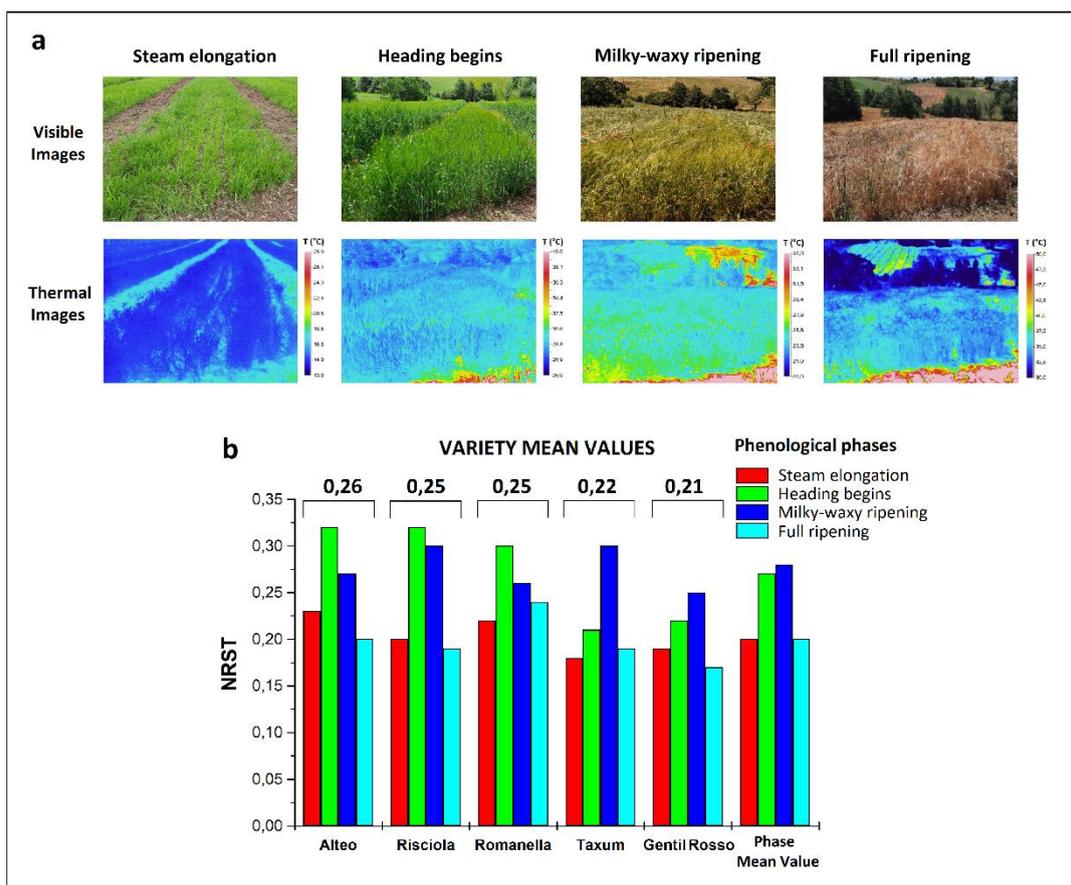


Figura 5. Analisi per la stima del livello di stress dei cereali: a) immagini visibili e corrispondenti immagini termiche acquisite in quattro fasi di crescita per una delle varietà indagate, b) grafico dell'indice NRST misurato per ciascuna varietà di frumento tenero monitorata nelle quattro fasi fenologiche considerate.

Nelle immagini termiche acquisite, i pixel relativi alla vegetazione e al suolo sono stati separati come descritto nella sezione precedente, e sono stati calcolati i valori medi della temperatura della varietà di grano (T_{MW}) e del suolo (T_{MS}) in ogni fase di crescita analizzata. Con questi due valori è stato calcolato un nuovo indice, il Normalized Relative Soil Temperature (NRST) ottenuto con la seguente relazione $NRST = (T_{MS} - T_{MW}) / T_{MS}$. Nella **Tabella 2** e nella **Figura 5b** sono riportati e graficizzati rispettivamente gli indici NRST ottenuti per ciascuna varietà di frumento tenero nelle quattro fasi fenologiche monitorate.

NRST Index					
Variety	Phenological phases				Variety mean value
	Steam elongation	Heading begins	Milki-waxy ripening	Full ripening	
'Alteo'	0.23	0.32	0.27	0.20	0.26
'Risciola'	0.20	0.32	0.30	0.19	0.25
'Romanella'	0.22	0.30	0.26	0.24	0.25
'Taxum'	0.18	0.21	0.30	0.19	0.22
'Gentil Rosso'	0.19	0.22	0.25	0.17	0.21
Phase Mean Value	0.20	0.27	0.28	0.20	

Tabella 2. Indice NRST stimato per le varietà di grano monitorate durante le quattro fasi fenologiche considerate.

In tutte le misure effettuate è stato riscontrato $T_{MS} > T_{MW}$, quindi, considerando la relazione NRST sopra riportata, valori NRST più bassi corrispondono a una minore differenza $T_{MS} - T_{MW}$ e viceversa. In generale, questa differenza è tanto minore quanto più alto è il valore di T_{MW} . Nell'ipotesi che questa differenza possa essere correlata al livello di stress della coltura, valori più bassi di NRST indicano una tendenza della vegetazione a un livello di stress più elevato, mentre valori più alti dello stesso indice una tendenza ad un livello di stress più basso e quindi una maggiore adattabilità della varietà. Considerando il valore medio dell'NRST riportato nell'ultima colonna della **Tabella 2**, 'Alteo' rappresenta la varietà che ha mostrato una maggiore adattabilità alle condizioni ambientali di crescita, mentre 'Gentil Rosso' ha mostrato un livello medio di stress più elevato durante le quattro fasi di crescita monitorate. Inoltre, considerando i valori medi di fase riportati nell'ultima riga della stessa tabella, sia la fase dell'allungamento dello stelo che quella relativa alla piena maturazione rappresentano le fasi fenologiche di crescita in cui tutte le varietà mostrano un livello medio di stress più elevato e quindi, in base ai risultati ottenuti, rappresentano gli stati che necessitano di maggiore controllo e monitoraggio da parte dell'agricoltore. A differenza di altri indici presenti in letteratura normalizzati rispetto alla temperatura dell'aria T_{air} , la scelta nel nuovo indice qui introdotto, nella quale si considera la temperatura del suolo come riferimento, si basa su due considerazioni principali:

- 1) la T_{MS} descrive meglio le condizioni ambientali locali a cui è sottoposto uno specifico filare di grano rispetto al T_{air} , in quanto risente con maggiore sensibilità di eventuali differenze sia nell'irraggiamento (presenza di zone d'ombra) sia nell'umidità del suolo,
- 2) a differenza della misura del T_{air} che richiede uno strumento aggiuntivo, il TMS può essere estrapolato direttamente dai fotogrammi termici acquisiti, facilitando così la progettazione di sistemi di analisi automatici e remoti.



Fondo Europeo Agricolo
per lo sviluppo rurale:
l'Europa investe nelle zone rurali



5. Attività divulgativa

I risultati principali ottenuti nell'attività descritta sono stati divulgati, insieme agli obiettivi generali del progetto BIOeBIO, nell'ambito della conferenza internazionale "Remote Sensing for Agriculture, Ecosystems, and Hydrology XXV" (SPIE Sensors & Imaging) che si è tenuta a Berlino in Germania (5-9 Settembre 2022). La conferenza è stato un importante momento di disseminazione dei risultati sperimentali ottenuti dalle attività svolte in campo previste dal WP3 del progetto BIOeBIO. Tale partecipazione va a soddisfare quanto richiesto dagli obiettivi di divulgazione del progetto stesso in merito al "*diffondere il contributo all'avanzamento delle conoscenze nell'ambito della comunità scientifica*". I dati presentati si riferiscono alle valutazioni termografiche (Imaging infrarosso) raccolte in campo dal gruppo CNR ISASI durante le diverse missioni svolte nelle aziende Paolucci, Di Iuorio e Bozzuto coinvolte nel progetto nel periodo di monitoraggio Aprile-Luglio 2022. Nell'ambito della conferenza le attività svolte sono state divulgate e diffuse sotto forma di poster e di articolo scientifico pubblicato nei proceeding del convegno, e nei quali sono stati indicati chiaramente tutti i riferimenti al progetto stesso.

6. Conclusioni

Nell'attività descritta è stata effettuata un monitoraggio nell'infrarosso in campo di diverse varietà di cereali appartenenti alle specie del grano duro e del grano tenero. È stato effettuato un confronto tra le informazioni ottenute sui due intervalli spettrali LWIR e MWIR, evidenziando i vantaggi e le criticità del loro utilizzo sia su scala prossimale che remota. Sono stati introdotti, calcolati e discussi due indici per la stima della copertura del suolo (%WC) e del livello di stress (NRST) per le colture di grano. I risultati ottenuti forniscono informazioni utili per individuare nuove figure di merito e per progettare nuovi sistemi di rilevamento automatico all'infrarosso che soddisfino anche le esigenze delle strategie di agricoltura di precisione. Inoltre, gli stessi risultati hanno fornito indicazioni delle specie di grano duro e tenero che meglio si sono adattate, durante il periodo di crescita, alle specifiche condizioni microclimatiche dei campi monitorati. I risultati principali ottenuti sono stati divulgati nell'ambito di una conferenza internazionale riguardante le tematiche del progetto ed hanno dato adito ad una pubblicazione su un proceeding internazionale.

WP4: Prove di macinazione e caratterizzazione di semole e farine

L'obiettivo del WP4 è stato quello di caratterizzare farine ottenute dalla macinazione di differenti campioni di frumento (A, B, C), a diverso tasso di abburattamento (1, 2). Sono state determinate la composizione prossimale, l'attività antiossidante, i polifenoli totali, gli indici di idratazione, la granulometria, i parametri di gelatinizzazione dell'amido, i parametri farinografici e reologici.

Composizione prossimale delle farine. Il contenuto di proteine è stato determinato con il metodo UNI EN ISO 20483; il contenuto di grasso è stato determinato utilizzando il metodo riportato da Bahrami et al. 2014; l'umidità è stata valutata con il metodo riportato sulla G.U. del 21/06/1985 n. 145; il contenuto di fibra alimentare è stato determinato mediante il metodo enzimatico-gravimetrico (G.U. n° 186-1994). Il contenuto di carboidrati è stato determinato per differenza.

Attività antiossidante e polifenoli totali. L'attività antiossidante delle farine è stata determinata mediante saggio QUENCHER come descritto da Serpen et al. 2007. I polifenoli totali sono stati determinati mediante saggio Folin-Ciocalteu.

Indici di idratazione. Sono stati determinati con il metodo riportato da Anderson et al., 1969.

Granulometria. L'analisi granulometrica è stata effettuata con un granulometro a diffrazione laser (Mastersizer 3000, Malvern Instruments, UK).

Gelatinizzazione amido. L'analisi calorimetrica è stata effettuata con un calorimetro a scansione differenziale (DSC, TA Instruments QSC Q200). Una sospensione di acqua e farina è stata riscaldata da 25°C a 90°C, a 5°C/min. Dai termogrammi sono state determinate l'entalpia (ΔH , J/g) e la temperatura di gelatinizzazione (T_{picco} , °C).

Analisi farinografica e reologica. Le analisi farinografiche sono state condotte mediante farinografo Brabender (Farinograph-AT, Brabender® GmbH & Co. KGi). Per le prove reologiche è stato utilizzato un reometro rotazionale (HAAKE MARS, ThermoScientific). Sono state effettuate prove di *strain sweep* e di *creep-recovery*.

Risultati

In **Tabella 1** sono riportati umidità, proteine, ceneri, grasso, fibra, carboidrati dei campioni di farina analizzati. Le farine con un più alto tasso di abburattamento hanno un maggior contenuto di proteine, ceneri, fibra, grassi, e un minor contenuto di carboidrati. Il campione C2 ha il più alto contenuto di proteine, ceneri, grasso e fibre.

Tabella 1. Umidità, proteine, ceneri, grasso, fibra e carboidrati. I valori sono riportati in percentuale sul peso fresco.

CAMPIONE	UMIDITA' %	PROTEINE %	CENERI %	GRASSO %	FIBRA %	CARBOIDRATI %
A1	12,72±0,2 ^{a,b}	9,75±0,2 ^d	0,7±0,01 ^d	0,88±0,13 ^d	2,62±0,18 ^e	73,42±0,07 ^a
A2	12,31±0,19 ^{b,c}	10,51±0,06 ^c	1±0,03 ^c	0,96±0,14 ^d	5,73±0,07 ^c	69,38±0,02 ^b
B1	12,54±0,39 ^{a,b}	9,2 ^e	0,48±0,01 ^e	1,32±0,02 ^c	2,25±0,01 ^f	74,03±0,39 ^a
B2	11,93±0,2 ^c	10,4±0,29 ^c	1,14±0,02 ^b	1,56±0,06 ^b	5,98±0,07 ^b	68,86±0,48 ^c
C1	12,8±0,2 ^a	10,78 ^b	0,98±0,04 ^c	1,8±0,02 ^a	3,55±0,06 ^d	70,12±0,17 ^b
C2	12,06±0,1 ^c	11,11±0,03 ^a	1,32±0,02 ^a	1,85±0,13 ^a	9,72±0,04 ^a	63,76±0,3 ^d

Lettere diverse indicano differenze statisticamente significative tra campioni ($p < 0,05$).

In **Tabella 2** sono riportati il contenuto di polifenoli totali e l'attività antiossidante dei campioni di farina analizzati. Il Campione C2 presenta il più alto valore di polifenoli e attività antiossidante. Non si evidenziano particolari differenze in termini di polifenoli totali dovute al tasso di abburattamento per i campioni A1 e A2.

Tabella 2. Polifenoli totali e capacità antiossidante dei campioni di farina analizzati.

CAMPIONE	Polifenoli totali ($\mu\text{mol eq GAE/ g campione}$)	Attività antiossidante ($\mu\text{mol eq Trolox/ g campione}$)
A1	4,67 ^b	0,37 ^e
A2	4,69 ^b	0,58 ^b
B1	3,68 ^e	0,44 ^d
B2	4,36 ^c	0,58 ^b
C1	4,15 ^d	0,51 ^c
C2	5,54 ^a	0,75 ^a

Lettere diverse indicano differenze statisticamente significative tra campioni ($p < 0,05$).

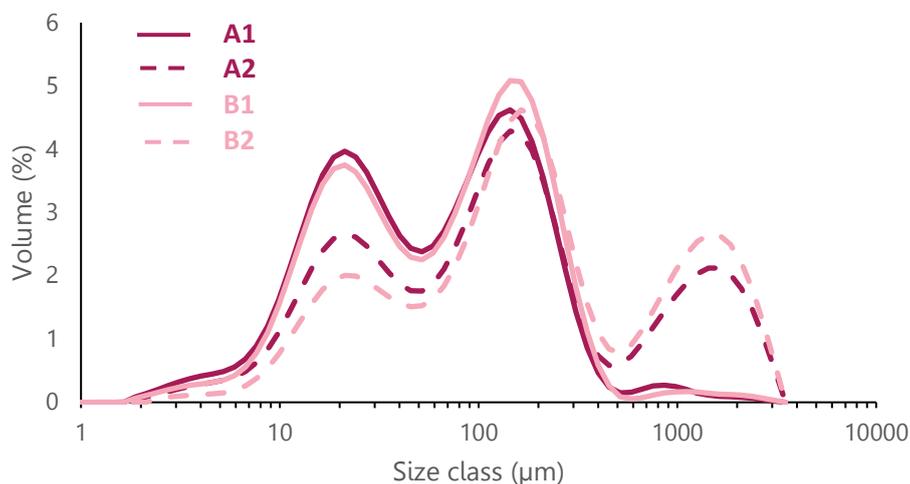
In **Tabella 3** sono mostrati gli indici di idratazione dei campioni di farina analizzati. L'indice di assorbimento WAI è più alto quando il tasso di abburattamento è più alto, per la presenza di un maggiore contenuto di fibra. I campioni C1 e C2 presentano i valori più alti di indice di solubilità WSI%. I campioni di farina a più alto tasso di abburattamento, inoltre, mostrano valori di *swelling power* SP più alti, in particolare il campione A2.

Tabella 3. Indice di assorbimento di acqua (WAI), indice di solubilità (WSI), *swelling power* (SP)

CAMPIONE	WAI	WSI %	SP
A1	1,97±0,03 ^d	5,66±0,12 ^e	2,05±0,05 ^d
A2	5,31±0,06 ^a	6,22±0,08 ^d	5,66±0,07 ^a
B1	1,88±0,02 ^e	7,03±0,14 ^c	2,03±0,02 ^d
B2	2,16±0,04 ^b	6,93±0,26 ^c	2,31±0,04 ^b
C1	1,96±0,01 ^d	8,23±0,09 ^a	2,13±0,01 ^c
C2	2,08±0,02 ^c	7,78±0,14 ^b	2,26±0,01 ^b

Lettere diverse indicano differenze statisticamente significative tra campioni ($p < 0,05$).

In **Figura 1** sono illustrate le curve granulometriche dei campioni di farina analizzati. I campioni A1 e B1 presentano una distribuzione granulometrica bimodale, con particelle comprese tra 1.6 e 500 μm circa, mentre per il campione C1 la distribuzione è monomodale. I campioni a più alto tasso di abburattamento (A2, B2, C2) presentano una popolazione di particelle di dimensioni più grandi, tra 500 e 3500 μm .



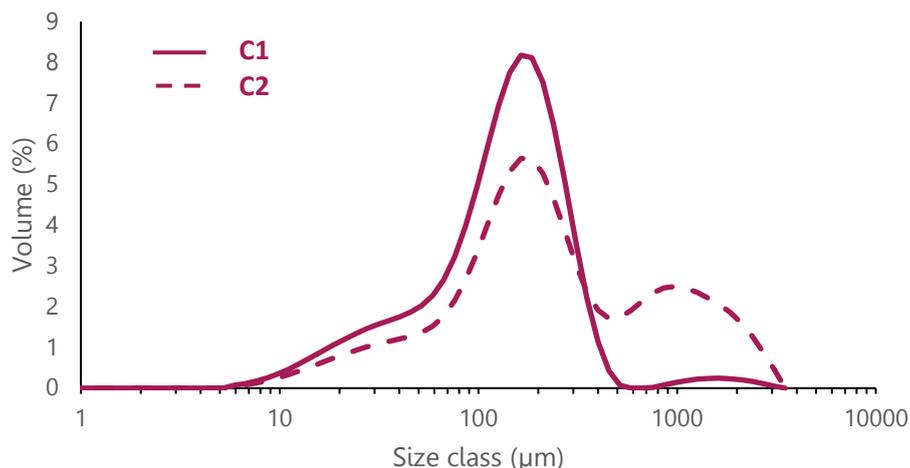


Figura1. Curve granulometriche dei campioni di farina analizzati.

In **Tabella 4** sono riportati il decimo, il cinquantesimo e il novantesimo percentile (D_{10} , D_{50} e D_{90}); più alto è il tasso di abburattamento più alti sono i valori di D_{10} , D_{50} e D_{90} .

Tabella 4. Decimo (D_{10}), cinquantesimo (D_{50}) e novantesimo (D_{90}) percentile

CAMPIONE	D_{10} µm	D_{50} µm	D_{90} µm
A1	12,46±0,33 ^f	62,76±1,01 ^f	242,33±5,64 ^c
A2	15,87±0,06 ^d	129,33±1,15 ^d	1526,67±20,8 ^b
B1	13,77±0,15 ^e	76,97 ^e	253,67±12,3 ^c
B2	20,57±0,21 ^c	174,00 ^b	1703,33±70,9 ^a
C1	34,36±0,3 ^b	149,67±1,2 ^c	305,4±6 ^c
C2	48,57±0,65 ^a	218±2,65 ^a	1013,33±50,3 ^b

Lettere diverse indicano differenze statisticamente significative tra campioni ($p < 0,05$).

In **Figura 2** è illustrato un termogramma tipico di un campione di sospensione farina/acqua. Il picco che caratterizza il termogramma è correlato alla gelatinizzazione dell'amido. L'area sottesa alla curva è l'energia di gelatinizzazione, la temperatura in corrispondenza del picco è la temperatura di gelatinizzazione. I risultati ottenuti sono riportati in tabella 5. I campioni C1 e C2 presentano una più alta temperatura di gelatinizzazione. Tra i diversi campioni di farina non ci sono differenze in termini di energia di gelatinizzazione.

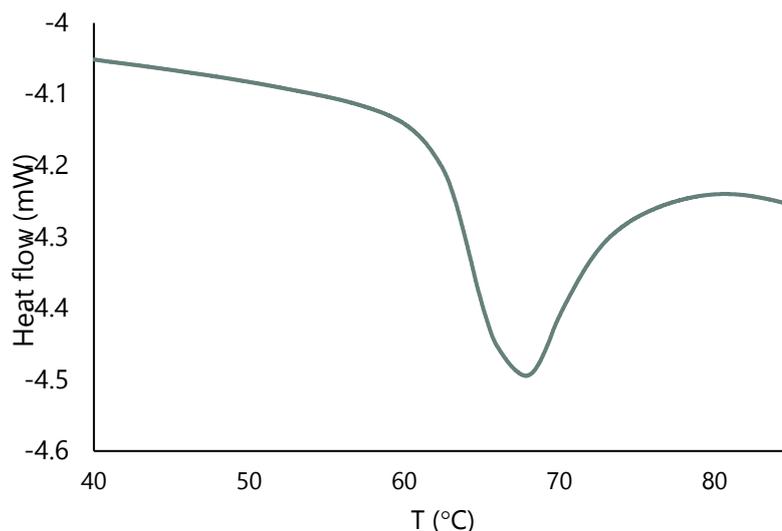


Figura 2. Termogramma di una sospensione di farina e acqua.

Tabella 5. Temperatura (T_{picco}) ed energia (ΔH) di gelatinizzazione dei campioni di farina analizzati.

CAMPIONI	T_{picco} (°C)	ΔH (J/gamido)
A1	63,57±0,15 ^c	1,77±0,09 ^a
A2	64,57±0,33 ^d	1,71±0,1 ^a
B1	65,29±0,11 ^c	1,70±0,09 ^a
B2	66,85±0,21 ^b	1,67±0,16 ^a
C1	67,32±0,18 ^a	1,66±0,22 ^a
C2	67,60±0,03 ^a	1,52±0,1 ^a

Lettere diverse indicano differenze statisticamente significative tra campioni ($p < 0,05$).

In **Figura 3** sono mostrati i farinogrammi dei campioni di farina analizzati. In tutti i casi l'andamento è quello tipico delle farine deboli, caratterizzati da un breve tempo di sviluppo dell'impasto, bassa stabilità e un grado di rammollimento relativamente alto. In tabella 6 sono riportati i parametri farinografici valutati per tutti i campioni. Più alto è il tasso di abburattamento maggiori sono i valori di assorbimento di acqua, tempo di sviluppo e stabilità, mentre minore è il grado di rammollimento.

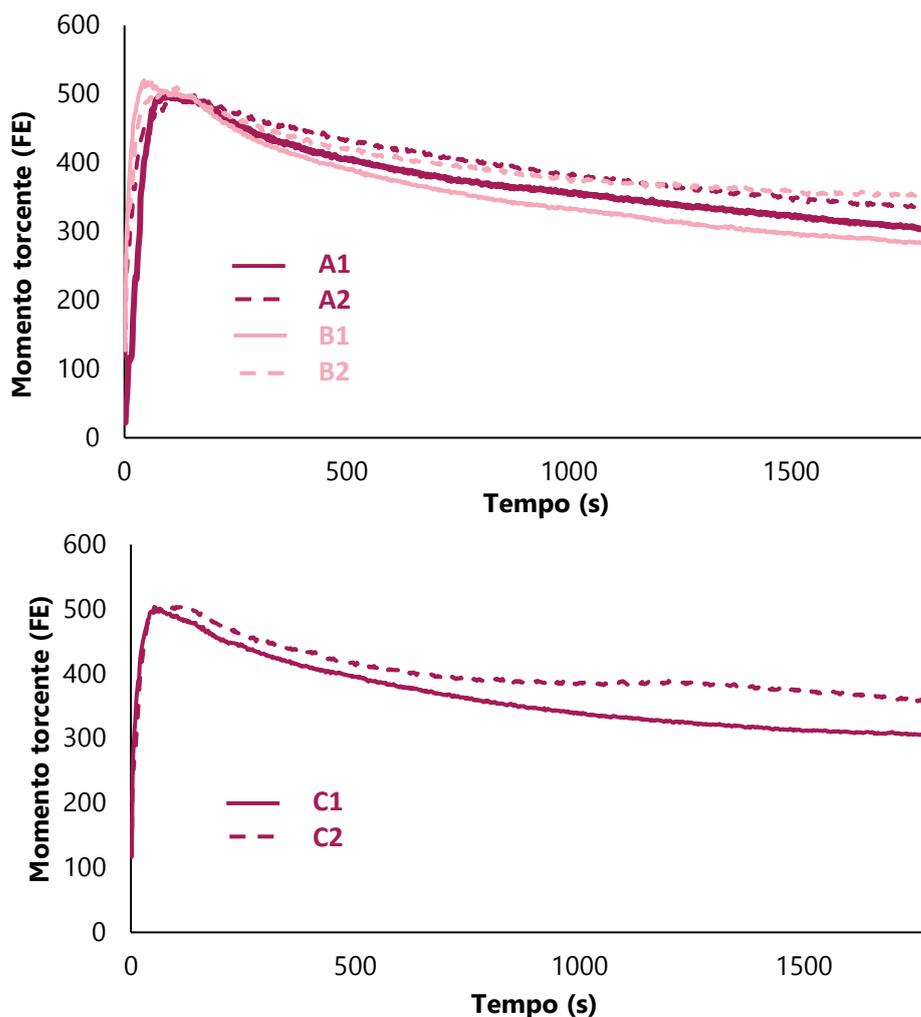


Figura 3. Curve farinografiche dei campioni di farina analizzati.

Tabella 6. Assorbimento acqua (WZ%), tempo di sviluppo (DDT), stabilità (S), grado rammollimento (DS).

CAMPIONE	WZ %	DDT min	S min	DS
A1	54,33±0,21 ^d	1,37±0,19 ^c	3,05±0,11 ^b	101,33±4,93 ^c
A2	56,90±0,36 ^b	1,91±0,07 ^a	3,80±0,12 ^a	72,67±3,05 ^d
B1	52,43±0,06 ^e	0,77±0,06 ^d	2,70±0,02 ^c	134,67±2,52 ^a
B2	56,60±0,26 ^b	1,59±0,05 ^b	2,83±0,09 ^{b,c}	95,33±3,2 ^c
C1	55,77±0,38 ^c	0,87±0,06 ^d	2,17±0,28 ^d	115,00±10 ^b
C3	58,83±0,15 ^a	1,29±0,13 ^c	2,72±0,13 ^c	95,33±3,21 ^c

Lettere diverse indicano differenze statisticamente significative tra campioni ($p < 0,05$).

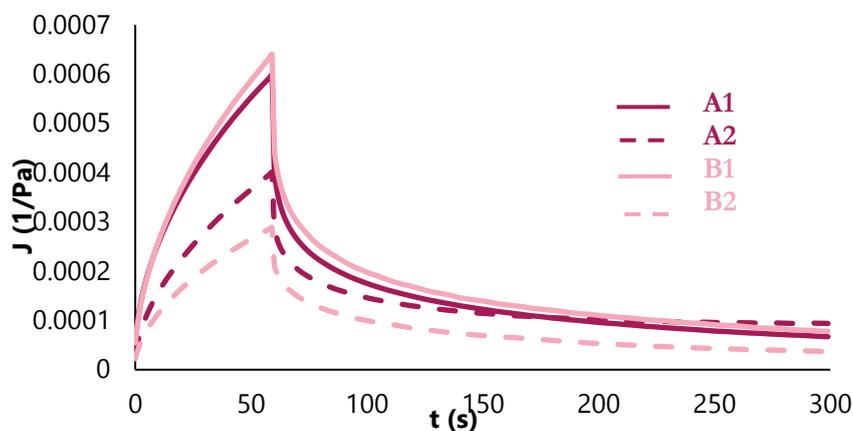
In **Tabella 7** sono riportati i parametri ricavati dalle prove di *strain sweep*. Tutti i campioni mostrano un comportamento da solido viscoelastico, con un modulo elastico (G') maggiore del modulo viscoso (G''). In generale, gli sfarinati meno raffinati presentano valori di G' , G'' maggiori. Gli impasti ottenuti dalle farine a più alto tasso di abburattamento richiedono un maggiore sforzo di scorrimento (τ^*).

Tabella 7. Modulo elastico (G'), modulo viscoso (G''), sforzo di scorrimento (τ^*)

CAMPIONI	G' (Pa)	G'' (Pa)	τ^* (Pa)
A1	8130,73 ^c	3776,14 ^c	360,95 ^c
A2	12512,45 ^b	5635,69 ^b	360,87 ^c
B1	8233,72 ^c	3663,86 ^c	410,35 ^c
B2	17260,64 ^a	6989,33 ^a	720,92 ^b
C1	7576,74 ^c	3306,04 ^c	391,5 ^c
C2	19179,96 ^a	7822,52 ^a	868,05 ^a

Lettere diverse indicano differenze statisticamente significative tra campioni ($p < 0,05$).

In **Figura 4** sono illustrate le curve di *creep-recovery* dei campioni di farina analizzati. Quando a un impasto viene applicato uno sforzo costante, si osserva un aumento della deformazione nel tempo (*creep*); se lo sforzo viene rimosso, l'impasto tende a recuperare parte della deformazione che aumenta all'aumentare del tempo (*recovery*). Gli impasti ottenuti dalle farine meno raffinate risultano essere più rigidi, infatti, si deformano di meno in fase di *creep*, come pure recuperano meno la forma in fase di *recovery*.



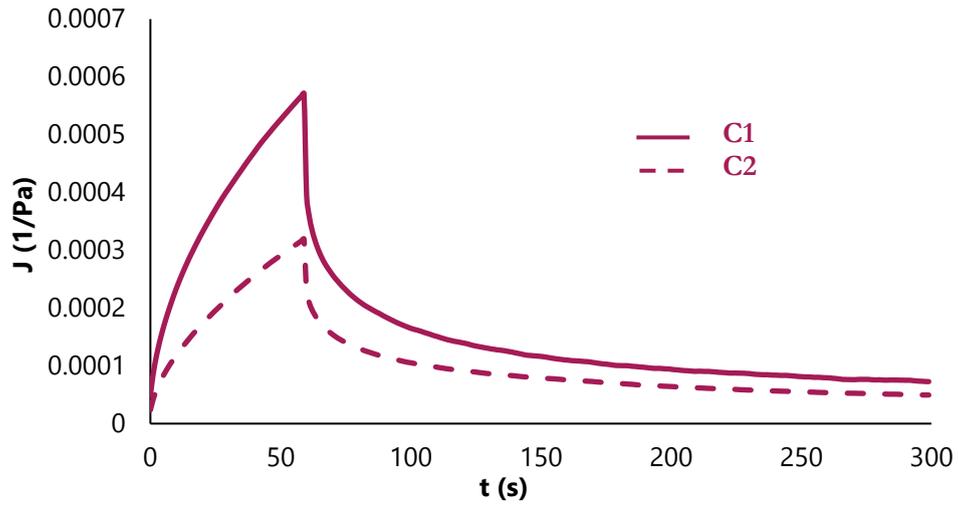


Figura 4. Curve di *creep-recovery* dei campioni di farina analizzati.



WP5: Analisi economica e nuove modalità di commercializzazione dei prodotti agricoli

Le prove di campo costituiscono una parte cruciale dell'attività di ricerca, consentendo una comprensione approfondita delle variabili coinvolte nella produzione agricola e nella commercializzazione dei prodotti agricoli. Durante il corso delle attività, sono state condotte prove di campo dettagliate al fine di raccogliere dati sperimentali essenziali. È stata condotta una raccolta accurata dei dati sperimentali derivanti da prove di macinazione e caratterizzazione di semole e farine di grani biologici. I dati raccolti sono stati poi elaborati al fine di identificare pattern significativi e ottenere informazioni chiave. Gli esiti delle analisi sono stati interpretati e confrontati con gli obiettivi del progetto, fornendo così indicazioni cruciali per le decisioni future.

Il WP5 si è concentrato sull'analisi economica e sullo sviluppo di nuove strategie per la commercializzazione dei prodotti agricoli. Sono state condotte analisi economiche per identificare le migliori strategie di prezzo e distribuzione dei prodotti biologici. Sono state sviluppate nuove strategie di commercializzazione basate sull'analisi del mercato e delle tendenze dei consumatori. Queste strategie sono state progettate per aumentare la visibilità dei prodotti agricoli e ampliare la loro presenza sul mercato.

Analisi della filiera produttiva del grano tenero e duro.

Il grano tenero è un cereale appartenente alla specie botanica *Triticum aestivum* ed è una delle varietà di frumento più comuni e coltivate a livello mondiale. Questo cereale è noto per la sua versatilità e ampie applicazioni nella produzione alimentare. Il chicco di grano tenero è di forma ovale e può variare in colore da bianco a marrone chiaro, a seconda della varietà. È coperto da uno strato esterno chiamato crusca, che viene rimosso durante il processo di molitura per ottenere la farina. Il grano tenero è ricco di carboidrati complessi, che forniscono energia sostenuta all'organismo; contiene proteine, tra cui glutine, che conferisce l'elasticità all'impasto e rende il grano tenero ideale per la panificazione; è una buona fonte di fibre alimentari, che contribuiscono alla salute del sistema digestivo e contiene vitamine del gruppo B, come niacina e tiamina, e minerali come ferro e magnesio. Il grano tenero è macinato per produrre farina, ingrediente principale in una vasta gamma di prodotti da forno come pane, pasta, biscotti e torte, ma è utilizzato anche nella produzione di mangimi per animali, specialmente per il bestiame.

Il grano maturo viene raccolto e trasferito al mulino, dopodiché subisce una serie di puliture e l'insilaggio. La prima pulitura è utile per eliminare le impurità quali paglia e sassi, le successive per eliminare i grani più piccoli o i residui vegetali. L'insilatura consiste nell'inserimento del grano in silos per la stratificazione e conservazione, in attesa della macinazione. Dalla fase di macinazione si ottengono un prodotto principale (farine di frumento tenero) destinato ai panifici e uno o più prodotti secondari, comunemente denominati "sottoprodotti" (crusca, cruschetto, farinetta, farinaccio, tritello) destinati prevalentemente all'alimentazione animale (come materie prime per mangimi o mangimi semplici) (**Figura 1**).

Il processo di trasformazione del grano duro in semola coinvolge diverse fasi. Dopo la raccolta, il grano duro viene pulito per rimuovere impurità come sassi, paglia e detriti. Successivamente, i chicchi di grano vengono essiccati per ridurre il contenuto di umidità al livello desiderato. Il grano duro essiccato viene portato ai mulini, dove è sottoposto a una serie di macinazioni. Durante questo processo, il grano è macinato per produrre una polvere grossolana chiamata semola. La semola è di consistenza più grossolana rispetto alla farina e viene confezionata e stoccata perché destinata ai pastifici. Anche in questo processo produttivo si ottengono una serie di sottoprodotti destinati alle aziende zootecniche, quali cruschetto e crusca (**Figura 2**).

Analisi del mercato e delle tendenze dei consumatori e nuove strategie di commercializzazione.

Prima di definire le nuove strategie di commercializzazione, è fondamentale comprendere l'attuale scenario del mercato del grano e le tendenze dei consumatori per prodotti biologici. Queste sono influenzate dai cambiamenti nei modelli di consumo dei prodotti a base di grano guidati da:

- una maggiore consapevolezza sull'impatto che gli alimenti hanno sulla salute (crescente domanda di prodotti integrali e salutari)
- preoccupazione per le conseguenze che i processi produttivi hanno sull'ambiente (preferenze per prodotti biologici e sostenibili)
- preoccupazione per l'etica e la trasparenza dei prodotti alimentari e delle loro etichette
- connettività digitale quale strumento di informazione sui prodotti alimentari
- innovazioni alimentari per i prodotti a base di grano (esplorazione di farine e cereali alternativi)

Figura 1. Filiera produttiva del grano tenero

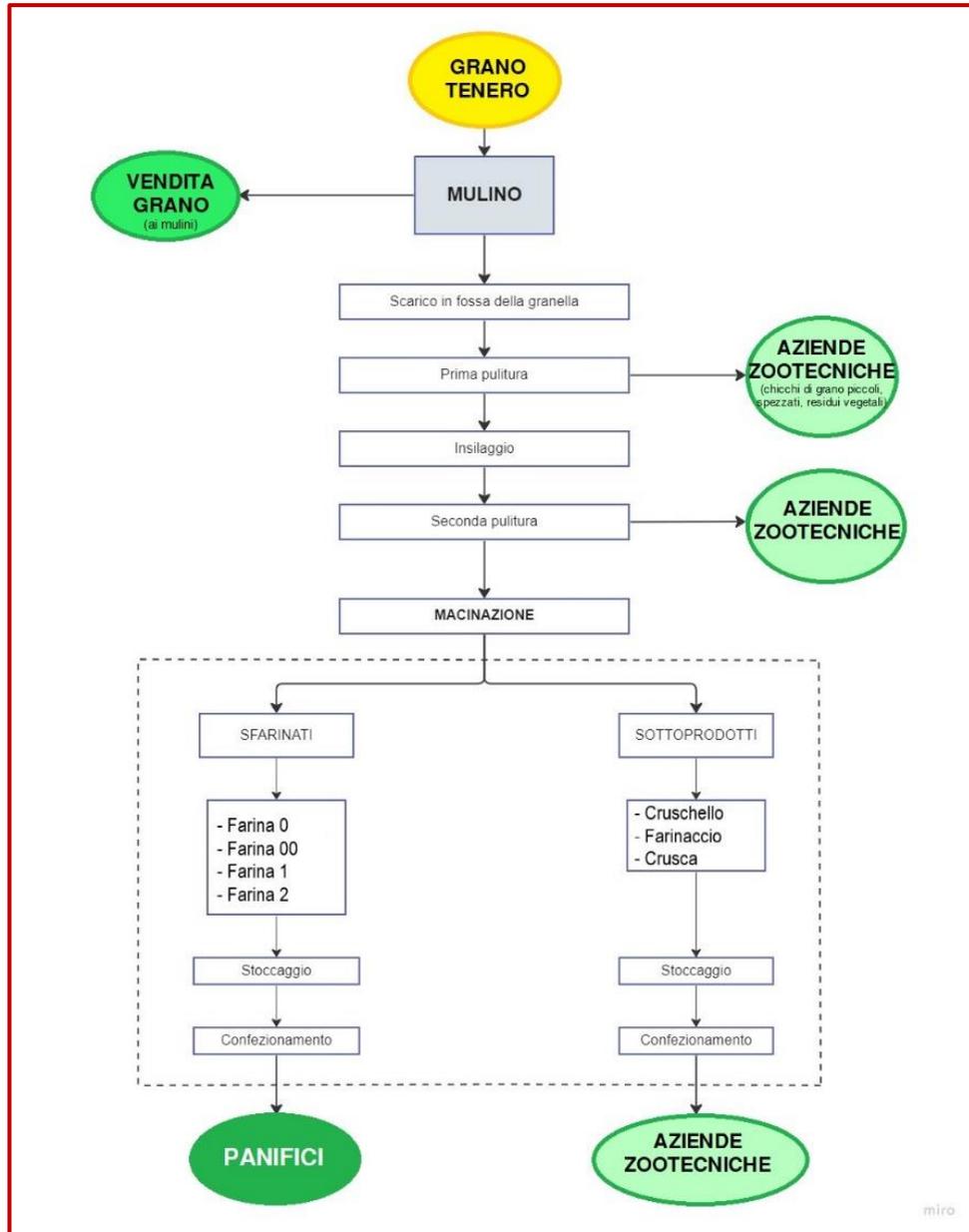
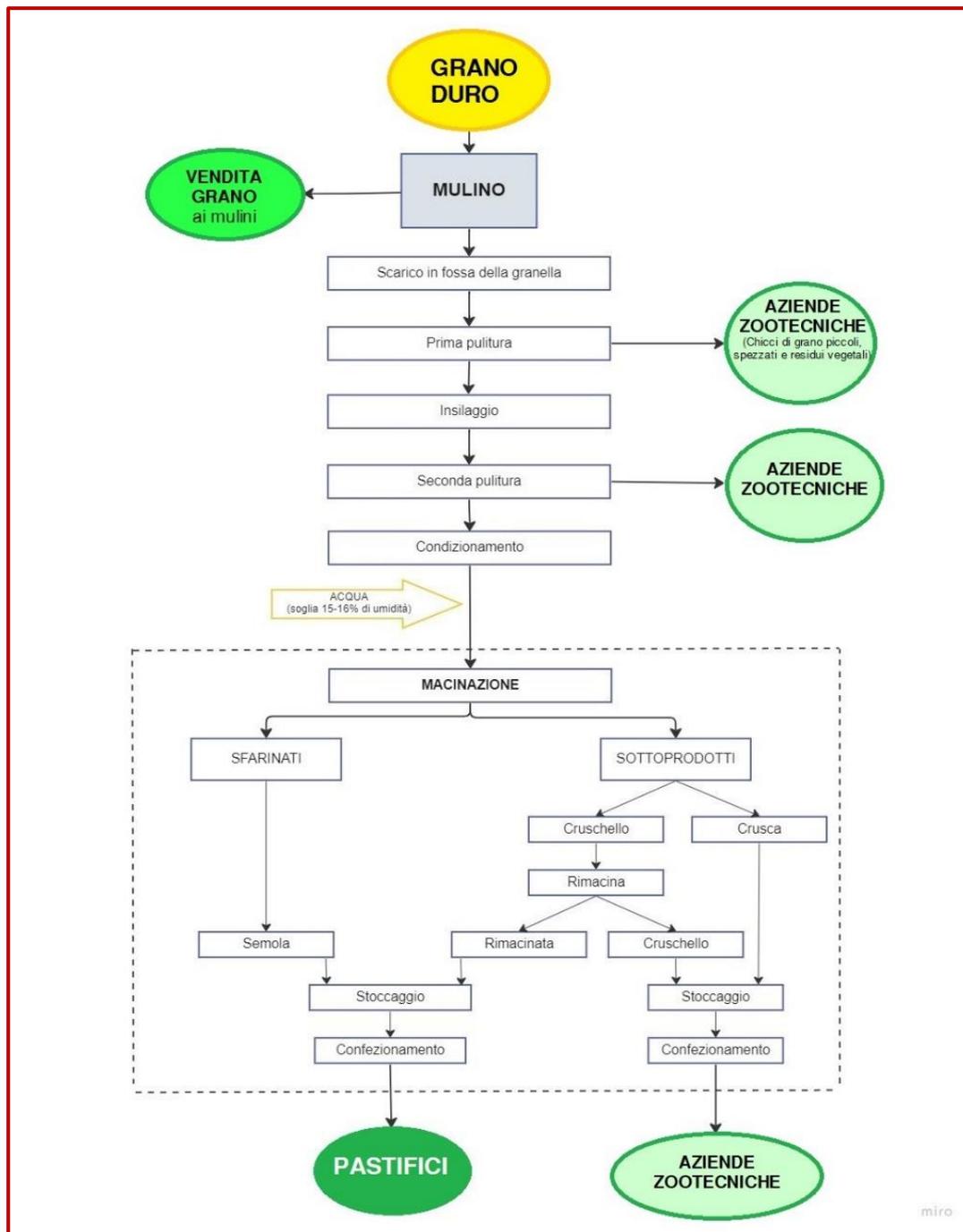


Figura 2. Filiera produttiva del grano duro



Le aziende che riescono a rispondere in modo efficace a queste tendenze attraverso prodotti innovativi, trasparenza e sostenibilità hanno l'opportunità di costruire relazioni solide con i consumatori e di prosperare sul mercato in continua evoluzione.

L'aumento della consapevolezza sulla salute ha portato i consumatori a cercare prodotti a base di grano integrali che contengono facilitano la digestione, oltre a fornire un senso di sazietà prolungato. La presenza di nutrienti come vitamine del gruppo B e minerali come il ferro rende



Fondo Europeo Agricolo
per lo sviluppo rurale:
l'Europa investe nelle zone rurali



questi prodotti altamente nutrienti. L'aumento dei casi di celiachia e sensibilità al glutine ha spinto molte persone a cercare alternative senza glutine. Questa tendenza ha dato origine a una vasta gamma di prodotti a base di grano senza glutine, dalla pasta al pane, offrendo scelte sicure per coloro con esigenze dietetiche particolari. La crescente preoccupazione per l'ambiente e la salute ha portato alla preferenza per prodotti a base di grani biologici. Questi prodotti sono coltivati senza l'uso di pesticidi e fertilizzanti chimici, riducendo così l'impatto ambientale e promuovendo pratiche agricole più sostenibili. Lo stile di vita frenetico ha innescato una crescente domanda di snack a base di grano che sono non solo salutari, ma anche facili da consumare in movimento. Barrette di cereali integrali, biscotti integrali e popcorn a base di grano offrono un'alternativa gustosa ai dolci e snack meno salutari. La diversificazione della dieta ha portato all'esplorazione di cereali alternativi come il farro, ricco di fibre e proteine, e la quinoa, una fonte completa di proteine vegetali. Questi cereali offrono nuovi sapori e varietà, soddisfacendo le esigenze dei consumatori attenti alla nutrizione. I consumatori moderni sono interessati a conoscere la storia dietro i prodotti che acquistano. La trasparenza sull'origine degli ingredienti, le pratiche agricole etiche e la responsabilità sociale delle aziende produttrici sono diventate importanti nella decisione di acquisto. L'accesso facile alle informazioni attraverso internet e i social media ha reso i consumatori più consapevoli delle opzioni disponibili. Questo ha spinto i produttori a essere più reattivi alle esigenze del mercato, accelerando l'innovazione e l'adattamento ai cambiamenti delle preferenze dei consumatori.

Le nuove strategie di commercializzazione comprendono alternative diverse. Investire nel marchio e nella qualità dei prodotti biologici a base di grano è essenziale. Questo può includere la certificazione biologica, il marchio di origine controllata, l'adozione di standard di produzione elevati e la promozione di pratiche agricole sostenibili. La diversificazione dei prodotti biologici a base di grano rappresenta una strategia in grado di soddisfare una gamma più ampia di preferenze dei consumatori. Inoltre, la creazione e lo sviluppo di partnership con i canali di distribuzione e con piattaforme on line permetterebbe con catene di supermercati, negozi di prodotti biologici, ristoranti e panifici può aumentare la visibilità dei prodotti a base di grano. Le degustazioni e le dimostrazioni nei negozi possono attirare l'interesse dei consumatori. La presenza online è cruciale nella società odierna.

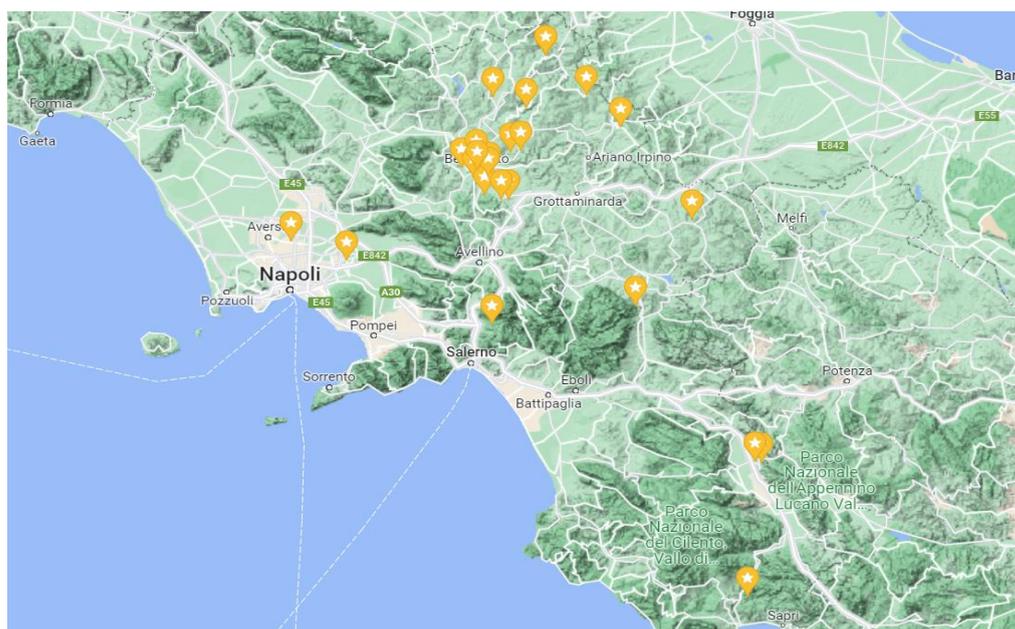
Altra strategia cruciale è l'educazione del consumatore: informare i consumatori sui benefici per la salute derivanti dal consumo dei prodotti biologici a base di grano, sulle pratiche agricole sostenibili e sul processo di produzione può aumentare la fiducia dei consumatori nel marchio. Infine, le strategie di commercializzazione non possono prescindere dal monitoraggio e adattamento continuo in quanto il mercato è in costante evoluzione.

Il monitoraggio delle vendite, raccogliere feedback dai clienti e adattare le strategie, di conseguenza, è essenziale per un successo a lungo termine.

Analisi economica.

L'analisi economica ha previsto la stima del prezzo giusto della farina ottenuta dai grani biologici. Il prezzo giusto è la capacità del processo produttivo di assicurare una adeguata remunerazione dei fattori produttivi conferiti, in relazione all'obiettivo perseguito dall'imprenditore agricolo e alle sue possibilità di utilizzare le proprie risorse in impieghi alternativi. Dunque, il prezzo giusto è pari alla somma dei costi espliciti e dei costi impliciti remunerati al costo opportunità. Se il rapporto tra ricavi totali e costo totale di produzione (RI/CPR) è pari a 1, il prezzo riconosciuto all'imprenditore agricolo è giusto, se inferiore a 1 non remunera tutti i costi impliciti. Le aziende produttrici di grano biologico oggetto dell'indagine sono state 25 di cui: 16 operative nella provincia di Benevento, 4 nella provincia di Salerno, 1 nella provincia di Caserta, 3 ad Avellino ed 1 a Napoli. (**Figura 3**).

Figura 3. Aziende coinvolte nell'analisi



Considerando le 25 aziende biologiche del campione abbiamo ottenuto una stima del prezzo giusto del grano tenero e del grano duro coltivato con metodo biologico utilizzando cv moderne e cv antiche. I risultati sono riportati in **Tabella 1**. La notevole differenza tra grani antichi e cv convenzionali è da imputare in larghissima parte alle differenti rese rilevate.



Fondo Europeo Agricolo
per lo sviluppo rurale:
l'Europa investe nelle zone rurali



Tabella 1. Prezzo giusto medio per i grani

PREZZO GIUSTO medio	(CPR/q)
Duro convenzionale	30 Euro/q
Duro antichi	104 Euro/q
Tenero convenzionale	25 Euro/q
Tenero antichi	88 Euro/q

WP6: Attività di divulgazione e disseminazione

Il progetto ha visto impegnato il Capofila, Terramadre Società Cooperativa Agricola nell'azione di divulgazione e disseminazione dei risultati, il quale si è avvalso di consulenti esterni per svolgere quest'attività.

In particolare, il 20 aprile 2022 presso il Palazzo Paolo V – Sala Congressi – Benevento si è tenuto un seminario che aveva come tema centrale lo stato di avanzamento del Progetto Bio&Bio.

Durante la giornata ci sono stati anche interventi istituzionali, come quelle del Dott. Antonio Di Maria, Sindaco referente della strategia nazionale area interna Tammaro Titerno e dell'On. Nicola Caputo, Assessore all'Agricoltura – Regione Campania.



Foto Seminario 20 aprile 2022 - Palazzo Paolo V – Sala Congressi – Benevento

Successivamente, presso l'Azienda Bozzuto si è svolta una visita dimostrativa ai campi sperimentali, che si è conclusa con una degustazione di prodotti tipici dei territori del GAL. In tale occasione, è stato registrato un servizio trasmesso su TG di CANALE 21.

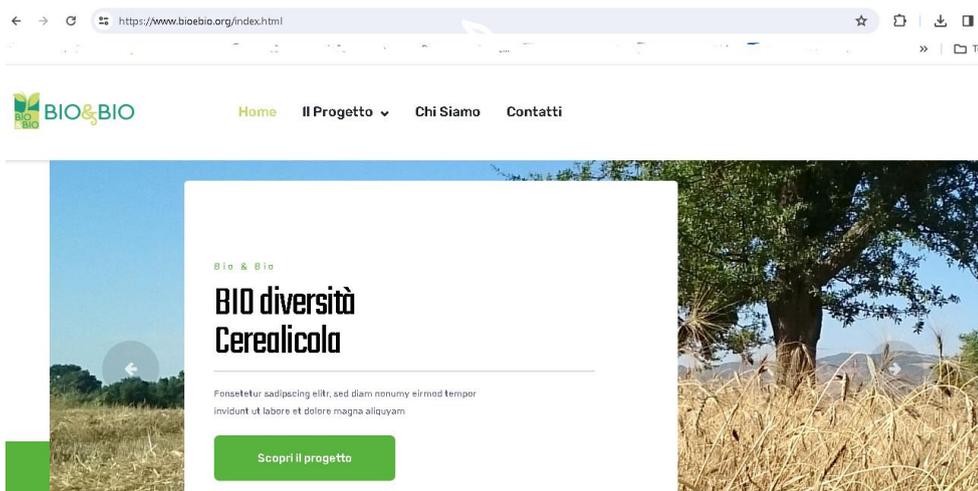


Foto Visita ai campi 20 aprile 2022

Tra le attività svolte c'è stata la creazione di un logo, di una pagina Facebook e di un sito web, in modo tale che contenuti, news e risultati del progetto Bio&Bio sono stati divulgati costantemente ad un ampio pubblico.



Logo Bio&Bio



Screenshot Sito Web

Inoltre, sono stati realizzati due brevi videoclip ed un filmato illustrativo del progetto, il materiale video è stato divulgato attraverso la pagina facebook e il sito internet.

Il 18 maggio 2023 si è tenuta una giornata dimostrativa “Trasformazione della granella e caratteristiche qualitative della semola”, presso il Molino Pilla, dove la Prof.ssa Cavella e la Dott.ssa Angela Borriello, Dipartimento di Agraria - Università degli Studi Federico II di Napoli, hanno dapprima spiegato i sistemi di molitura e le metodologie di valutazione della qualità degli sfarinati e poi enunciato come i sistemi di molitura influiscono sulle proprietà fisico-chimiche degli sfarinati. Per concludere il Dott. Raffaele Romano ha confrontato le caratteristiche qualitative delle varietà tradizionali e moderne.



Foto Giornata Dimostrativa 18 Maggio 2023 – Molina Pilla

Il 5 ottobre 2023 si è tenuta una giornata dimostrativa “Coltivazione dei cereali tra agronomia ed economia”, presso Terramadre Società Cooperativa Agricola, durante la quale è intervenuto il Dott. Massimo Ripa, ISASI CNR, che ha ampiamente mostrato ai presenti l’applicazione del

monitoraggio termico per verificare lo stato di salute delle coltivazioni di cereali.

Per concludere, il Prof. Mauro Mori, Dipartimento di Agraria - Università degli Studi Federico II di Napoli, ha fatto una disamina degli stadi fenologici del frumento, fornendo delle linee guida sulla gestione di tale coltura in biologico.



Foto Giornata Dimostrativa 5 Ottobre 2023 – Terramadre Società Cooperativa Agricola

Il 12 ottobre 2023 è stato organizzato un seminario “Coltivazione dei cereali tra agronomia ed economia”, presso Terramadre Società Cooperativa Agricola. Il seminario ha visto grazie agli interventi del Prof. Mauro Mori e del Prof. Gianni Cicia, Dipartimento di Agraria, Università degli Studi Federico II di Napoli, trattare argomenti di fondamentale importanza, come la gestione delle concimazioni nella coltivazione dei frumenti BIO e l’implementazione di una catena del valore “GIUSTA” per i grani antichi.



Foto Seminario 12 Ottobre 2023 – Terramadre Società Cooperativa Agricola

Il 17 ottobre 2023 si è tenuta l’ultima giornata dimostrativa del progetto Bio&Bio presso

Terramadre Società Cooperativa Agricola. Tradizione e sperimentazione sono state le parole chiave della serata; infatti, i grani legati alla tradizione e al territorio, sono stati inseriti in un contesto moderno facendo esempi pratici di monitoraggio multispettrale infrarosso e DSS. L'incontro è stato arricchito da diversi interventi dei partner di progetto.



Foto Giornata Dimostrativa 17 Ottobre 2023 – Terramadre Società Cooperativa Agricola

Il 25 ottobre 2023 a Portici, presso l'Aula Cinese del Dipartimento di Agraria, si è svolto l'incontro pubblico di chiusura dei progetti PSR Gal Alto Tammaro e Titerno, dove sono stati presentati i risultati finali, tecnici ed economici, del progetto Bio&Bio. Durante l'incontro finale si è auspicata la continuazione della ricerca sui cereali tradizionali, coinvolgendo anche altri trasformati come pasta e pane. L'obiettivo resta quello di rendere possibile la nascita di tante micro-filiere locali legate ai cereali tradizionali, soprattutto in quei territori più deboli del nostro paese, dove al momento non si intravedono alternative sostenibili.



Foto Evento Finale 25 Ottobre 2023 – Aula Cinese del Dipartimento di Agraria - Portici

Benevento, 19 febbraio 2024

Il Legale Rappresentante

Terramadre Società Cooperativa Agricola


TERRAMADRE
SOCIETÀ COOPERATIVA AGRICOLA
Il Presidente
Nicola De Leonardis

Il Responsabile Tecnico Scientifico
Prof. Mauro Mori

