

# **Progetto BioDURUM**

**Rafforzamento dei sistemi produttivi del grano duro biologico italiano**

**Convenzione stipulata in data 20/12/2016**

**tra il Ministero delle politiche agricole, alimentari e forestali - MiPAAF  
ed il Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria - CREA**

**Approvata con DM 95785 del 22/12/2016**

## **RELAZIONE DELLE ATTIVITÀ SVOLTE NEL PERIODO luglio 2019 – giugno 2020**

**(6° e 7° semestre del progetto)**

Progetto

“Rafforzamento dei sistemi produttivi del grano duro biologico italiano”

**Acronimo: BIODURUM**

**Relazione del coordinatore**

**sull'attività svolta dal 1 luglio 2019 – al 30 giugno 2020**

Coordinatore: Dott. Massimo Palumbo (Dirigente di ricerca CREA-CI)

Data di avvio del progetto: 26/01/2017

**MONITORAGGIO DELL'ATTIVITÀ DI RICERCA**

Work Package	Task / Azioni	Grado di realizzazione Task (%)	Grado di realizzazione WP (%)
<b>WP 1 – Coordinamento</b>	<b>1.1</b>	<b>90</b>	<b>90</b>
<b>WP 2 - Sviluppo e implementazione di sistemi colturali diversificati</b>	<b>2.1</b>	<b>100</b>	<b>95</b>
	<b>2.2</b>	<b>95</b>	
	<b>2.3</b>	<b>90</b>	
<b>WP 3 - Metodologie operative agro-ecologiche e innovazioni meccaniche</b>	<b>3.1</b>	<b>100</b>	<b>95</b>
	<b>3.2</b>	<b>100</b>	
	<b>3.3</b>	<b>90</b>	
	<b>3.4</b>	<b>90</b>	
<b>WP 4 - Innovazioni varietali, breeding, varietà/popolazioni idonee ai sistemi colturali bio</b>	<b>4.1</b>	<b>100</b>	<b>95</b>
	<b>4.2</b>	<b>90</b>	
<b>WP 5 - Attivazione di una rete di aziende pilota e co-innovazione</b>	<b>5.1</b>	<b>100</b>	<b>90</b>
	<b>5.2</b>	<b>80</b>	
	<b>5.3</b>	<b>80</b>	
<b>WP 6 - Valutazione della sostenibilità dei sistemi produttivi granoturicolli</b>	<b>6.1</b>	<b>100</b>	<b>95</b>
	<b>6.2</b>	<b>95</b>	
	<b>6.3</b>	<b>90</b>	
<b>WP 7 - Analisi socio-economica di sistemi colturali diversificati</b>	<b>7.1</b>	<b>90</b>	<b>90</b>
	<b>7.2</b>	<b>90</b>	
	<b>7.3</b>	<b>90</b>	

## Articolazione del progetto in WP e azioni

Il progetto BIODURUM si articola in 7 WP (work package), che riguardano le seguenti tematiche:

- WP 1: Coordinamento
- WP 2: Sviluppo e implementazione di sistemi colturali diversificati
- WP 3: Metodologie operative agro-ecologiche e innovazioni meccaniche
- WP 4: Innovazioni varietali, breeding e individuazione di varietà/popolazioni idonee ai sistemi colturali bio
- WP 5: Attivazione di una rete di aziende pilota per la promozione della co-innovazione
- WP 6: Valutazione della sostenibilità dei sistemi produttivi granoduricoli
- WP7: Analisi socio-economica di sistemi colturali diversificati.

Ciascun WP (o pacchetto di lavoro), a sua volta, si articola in diverse task (o piste di lavoro), per un totale di 19 azioni, le cui tematiche ed attività sono successivamente descritte in dettaglio.

## Unità Operative

I gruppi di lavoro impegnati nella realizzazione del progetto sono i seguenti:

- UO 1: CREA-CI, Centro di ricerca Cerealicoltura e Colture Industriali, Acireale (CT)
- UO 2: CREA-CI, Centro di ricerca Cerealicoltura e Colture Industriali, Foggia
- UO 3: FIRAB, Fondazione Italiana per la Ricerca in Agricoltura Biologica e Biodinamica, Roma
- UO 4: CREA-AA, Centro di ricerca Agricoltura e Ambiente, Roma
- UO 5: CREA-PB, Centro di ricerca Politiche e Bioeconomia, Roma e Palermo
- UO 6: CREA-IT, Centro di ricerca Ingegneria e Trasformazioni agroalimentari, Treviso (BG)

**WP 1: Coordinamento**  
 Coordinatore: Massimo Palumbo  
 (CREA-Cerealicoltura e colture industriali - Acireale)

Nei semestri 6° e 7° del progetto BioDURUM (periodo compreso fra il 1° luglio 2019 e il 30 giugno 2020), le attività di Coordinamento sono state finalizzate a favorire lo sviluppo delle attività progettuali e a promuovere un collegamento interattivo fra i partner del progetto e gli stakeholder del sistema produttivo imperniato sulla granicoltura in regime biologico. A tale scopo sono state organizzate e promosse occasioni di incontro (in presenza o in remoto) fra gli attori del progetto e le aziende direttamente coinvolte o semplicemente interessate alle tematiche affrontate.

Fra gli Eventi del progetto BioDURUM nel periodo luglio 2019 – giugno 2020, vanno segnalati, in particolare, i seguenti:

**Luglio - dicembre 2020**

• **26-28/09/2019: partecipazione al 2nd Agroecology Europe Forum 2019, Heraklion (Grecia)**

I ricercatori del CREA Agricoltura e Ambiente impegnati nel progetto hanno preso parte al secondo Forum di Agroecologia in Europa, con la presentazione di una comunicazione orale dal titolo “A participative process to develop a multi-criteria tool for evaluating the sustainability of Italian organic farming systems characterized by durum wheat-based crop rotations” (autori: Ileana Iocola, Massimo Palumbo, Nino Virzì, Giovanni Dara Guccione, Pasquale De Vita, Luca Colombo, Stefano Canali).






**AEEU**  
2nd AEEU Forum - Heraklion

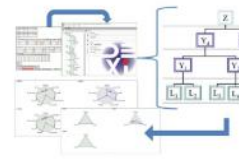



**The BioDurum Project**  
 “Strengthening of Italian organic durum wheat production systems”

The BioDurum Tool

- Evaluate the effects of **crop diversification** at **cropping system/farm scale**;
- Based on **Multi-Criteria Analysis (MCA)** for:
  - analyzing **conflicting and contrasting criteria** (Carpani et al., 2012);
  - managing **incomparable and incommensurable data** (Sadok et., 2008);
- **Ex-post and ex-ante** analysis;
- Operating in a user friendly **digital environment** based on DEXi software
- Design and implementation using **participatory approach** (Craheix et al., 2015)





- **Meeting di progetto BIODURUM, FOGGIA 22-23/10/2019**

Nel mese di novembre 2020, si è svolto presso la sede del CREA Cerealcoltura e Colture Industriali di Foggia un Meeting di due giornate, che ha coinvolto tutti i partner del progetto. L'incontro ha consentito di monitorare lo svolgimento delle attività realizzate, favorire il coordinamento fra le diverse azioni, discutere sui risultati ottenuti nei diversi WP e definire in dettaglio le attività da ultimare nelle fasi finali del progetto.

Si riportano qui di seguito la locandina e il programma dell'evento.

 <p>crea Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria</p>	<p><b>Progetto BIODURUM</b> <b>"Rafforzamento dei sistemi produttivi del grano duro biologico italiano"</b></p>	 <p>BioDurum</p>
<p style="text-align: center;"><b>BIODURUM MEETING 2019</b></p> <p style="text-align: center;">CREA – Centro di ricerca Cerealcoltura e Colture Industriali</p> <p style="text-align: center;">Foggia, 22-23 ottobre 2019</p> <p><b>Obiettivi dell'incontro</b></p> <p>Con la partecipazione di tutti i partner del progetto, il Meeting di ottobre 2019 mira a fare il punto sulle attività sin qui realizzate e sui risultati ottenuti nei diversi WP. Inoltre, si intende definire in dettaglio le attività da ultimare nelle fasi finali del progetto.</p> <p>Per ciascuno dei 7 WP del progetto saranno discussi:</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Obiettivi specifici</li><li>2. Attività svolte e risultati raggiunti</li><li>3. Criticità riscontrate</li><li>4. Attività da svolgere.</li></ol> <p>Inoltre, in considerazione delle immancabili incombenze amministrative, il meeting vedrà il coinvolgimento dei responsabili amministrativi che seguono il progetto, per curare la corretta gestione degli aspetti contabili e programmare/definire le attività di rendicontazione.</p> <p><b>COMITATO ORGANIZZATORE</b></p> <p>Massimo Palumbo – Centro di ricerca Cerealcoltura e Colture Industriali, Acireale – massimo.palumbo@crea.gov.it Pasquale De Vita - Centro di ricerca Cerealcoltura e Colture Industriali, Foggia – pasquale.devita@crea.gov.it Fabiola Sciacca - Centro di ricerca Cerealcoltura e Colture Industriali, Acireale – fabiola.sciacca@crea.gov.it</p>		

### Agenda BIODURUM MEETING 2019

Martedì 22 ottobre 2019, ore 15.00 – 19.00			
Orario	Argomento	Intervento	Note
15:00	Saluti del Direttore del CREA-CI e introduzione ai lavori da parte del coordinatore del progetto (WP1)	Nicola Pecchioni Massimo Palumbo	
15:20	<b>WP 2:</b> Sviluppo e implementazione di sistemi colturali diversificati	Introduce Nino Virzi (CREA-CI Acireale). Tutti	1. Obiettivi specifici 2. Attività svolte e risultati raggiunti 3. Criticità riscontrate 4. Attività da svolgere 5. Domande e discussione
16:00	<b>WP4:</b> Innovazioni varietali, breeding e individuazione di varietà/popolazioni idonee ai sistemi colturali bio	Introduce Pasquale De Vita (CREA-CI Foggia) Tutti	
16:40	<b>Coffee break</b>		
17:00	<b>WP3:</b> Metodologie operative agro-ecologiche e innovazioni meccaniche	Introduce Elio Romano (CREA-IT Treviglio) Tutti	1. Obiettivi specifici 2. Attività svolte e risultati raggiunti 3. Criticità riscontrate 4. Attività da svolgere 5. Domande e discussione
17:40	<b>WP7:</b> Analisi socio-economica di sistemi colturali diversificati	Introduce Pasquale Nino, Giovanni Guccione (CREA-PB) Tutti	
18.20 19.00	Discussione e conclusioni della prima giornata di lavoro	Tutti Massimo Palumbo	
20.00	<b>Cena</b>		

Mercoledì 23 ottobre 2019, ore 8.30 – 13.00			
8.30	<b>WP5:</b> Attivazione di una rete di aziende pilota per la promozione della co-innovazione	Introduce Luca Colombo (FIRAB) Tutti	1. Obiettivi specifici 2. Attività svolte e risultati raggiunti 3. Criticità riscontrate 4. Attività da svolgere 5. Domande e discussione
9.10	<b>WP6:</b> Valutazione della sostenibilità dei sistemi produttivi granoturricoli	Introduce Stefano Canali (CREA-AA). Tutti	
9.50	Discussione sulle interazioni e sul coordinamento fra le attività dei diversi WP. Definizione e pianificazione delle attività progettuali da ultimare.	Massimo Palumbo Tutti	Indicazioni per la predisposizione delle relazioni semestrali. Attività di disseminazione, pubblicazioni previste, siti web ...
10.30	<b>Coffee break</b>		
10.45	<b>Aspetti amministrativi</b> e attività di rendicontazione del progetto	Sergio Camporeale Lucia Gramegna Massimo Palumbo Tutti	Rapporti Biodurum/CREA Gestione progetti. Rapporti CREA/MiPAAF (Convenzione per 4 progetti)
12.45	Conclusioni del meeting e prossime scadenze	Massimo Palumbo	
13:00	Fine lavori		

### Dicembre 2019: partecipazione a Health Grain Forum

Nel mese di dicembre 2019, nell'ambito di Health Grain Forum, piattaforma scientifica europea che opera in tema di sostenibilità e salubrità di alimenti a base di cereali, Luca Colombo di FIRAB ha presentato una relazione in tema di agroecologia, durante la quale ha illustrato l'approccio adottato con il progetto Biodurum.

### Gennaio – giugno 2020

Nei mesi successivi, a causa dell'emergenza sanitaria causata dal diffondersi del contagio da Covid-19, molte delle attività previste – quali incontri tecnici in presenza, visite dei campi sperimentali, seminari, convegni ed eventi divulgativi – sono stati forzatamente annullati o rimandati.

Nei mesi conclusivi del progetto, la cui scadenza è stata per queste ragioni prorogata al 31 dicembre 2020, è previsto un convegno online per la condivisione e la disseminazione dei risultati del progetto.



**Unità Operativa: CREA - Cerealicoltura e colture industriali (CREA-CI) - Acireale**  
(Responsabile scientifico: Nino Virzi)

L'Unità Operativa CREA-CI di Acireale è responsabile delle attività sperimentali del **WP 2**, incentrate sulla tematica dello **"Sviluppo e implementazione di sistemi colturali diversificati"**, ed è coinvolta in attività, oggetto di altri WP, strettamente interconnesse con il tema della diversificazione colturale: **innovazioni varietali** e **valorizzazione della biodiversità** (WP 4), applicazioni dell'**agricoltura digitale** (WP3), **sviluppo di un modello di valutazione della sostenibilità aziendale** specifico per il settore cerealicolo meridionale (WP6).

**WP 2: Sviluppo e implementazione di sistemi colturali diversificati**

Le attività previste nel WP 2 esplorano il tema dell'**avvicendamento colturale** e riguardano anche la valutazione di **mezzi tecnici innovativi** (realizzata dalla U.O. CREA-CI di Foggia) e la **caratterizzazione qualitativa e fitopatologica** delle produzioni meridionali.

- **Azione: Valutazione di differenti percorsi di avvicendamento colturale idonei ai contesti pedoclimatici meridionali**

L'azione riguarda la valutazione della sostenibilità di differenti percorsi di avvicendamento colturale attraverso l'allestimento di **dispositivi sperimentali** e di **prove "on farm"**.

Nell'ottica di praticare una ricerca partecipativa, le scelte agronomiche adottate nella sperimentazione sono state condivise con FIRAB (*leader* del WP5) e con le aziende agricole "pilota" coinvolte nelle attività progettuali.



Nel corso dell'annata trascorsa, presso l'azienda agricola "Li Rosi", in agro di Aidone (EN), è stato allestito dal CREA-CI di Acireale un dispositivo sperimentale parcellare, ricorrendo a differenti specie di **leguminose** coltivate in regime di asciutto:

*Lupinus albus* (lupino bianco), cv Tennis  
*Lupinus angustifolius* (lupino azzurro), cv Polo  
*Lathyrus sativus* (cicerchia), ecotipo siciliano  
*Cicer arietinum* (cece), cv Pascià  
*Cicer arietinum* (cece), cv Principe  
*Cicer arietinum* (cece), ecotipo siciliano "nero di Leonforte"  
*Vicia narbonensis* (veccia), cv Granveliero  
*Lens culinaris* (lenticchia), cv Mirta



Nel corso del ciclo colturale, sulle parcelle sono stati rilevati dati fenologici, avversità biotiche e abiotiche, composizione e incidenza della flora avventizia e sono stati acquisiti dati sulle principali componenti della resa.

Le differenti specie di leguminose a confronto, sia pure con differente intensità, sono state penalizzate dalle semine tardive, a causa dell'impraticabilità del campo per ristagno idrico, e in seguito dalla prolungata siccità primaverile che ha determinato una sensibile contrazione dell'emergenza, ha favorito l'insediamento della flora avventizia e ha condizionato negativamente le prestazioni produttive. A seguito degli inconvenienti descritti, le due specie di Lupino in prova non hanno completato il ciclo biologico.

In **tabella** vengono sintetizzati, in ordine decrescente di resa in granella, i dati emersi dalla sperimentazione.

Leguminose	Varietà/ecotipo	densità semina teorica (n. semi/mq)	dose di semina (kg/ha)	distanza tra le file (cm)	n. piante/mq	altezza piante (cm)	inserzione 1° palco baccelli (cm)	peso 1000 semi (g)	Resa (q/ha)
<b>Cece</b>	cv Principe	50	170	34	28	47	31	296	<b>11,1</b>
<b>Cece</b>	ecotipo locale "nero siciliano"	50	100	34	44	43	29	172	<b>8,0</b>
<b>Cicerchia</b>	ecotipo locale	60	180	34	35	43	21	218	<b>7,7</b>
<b>Lenticchia</b>	cv Mirta	350	140	17	303	29	17	34	<b>5,7</b>
<b>Cece</b>	cv Pascià	50	210	34	37	39	25	285	<b>4,3</b>
<b>Veccia di Narbonne</b>	cv Granveliero	120	190	34	52	45	34	116	<b>0,3</b>

Allo scopo di investigare sulla possibilità di ampliare ulteriormente la diversificazione colturale, presso l'azienda sperimentale CREA di Libertinia è stata allestita nel corso del 2019 una prova di adattabilità di varietà di *Cannabis sativa* in ambienti di coltivazione caldo-aridi e in assenza di irrigazione.

Sono state utilizzate 6 varietà di Canapa industriale, 2 monoiche (m) e 4 dioiche (d), seminate il 5 aprile 2019 in parcelle di 10 m<sup>2</sup>, ricorrendo ad un disegno sperimentale a blocchi randomizzati e 3 repliche.

*Varietà di canapa industriale impiegate nella sperimentazione*

**Carmagnola (d)**

**Carmagnola selezionata - CS (d)**

**Carmaleonte (m)**

**Eletta Campana (d)**

**Fibranova (d)**

**Futura 75 (m)**





Nonostante il perdurare del periodo siccitoso e del concomitante innalzamento delle temperature, nel corso della stagione primaverile le piantine hanno incrementato rapidamente l'insediamento e l'accrescimento, in modo diversificato tra le varietà a confronto, e durante l'ultima decade di giugno sono stati rilevate le prime date di fioritura delle varietà più precoci (Carmaleonte e Futura 75). Durante i primi mesi della sperimentazione è emersa, per tutte le varietà, la capacità della coltura di competere in modo incisivo sulla flora avventizia e di sfruttare efficacemente le scarse risorse idriche



del suolo. Nel corso del 6° semestre di realizzazione del progetto si è proceduto al rilievo di dati agronomici (epoche di fioritura, percentuale di piante maschili, femminili e monoiche, avversità biotiche e abiotiche) e, dopo la raccolta, è stata determinata l'umidità della biomassa e la resa in seme.

*Parcelle di canapa industriale alla fine della fase vegetativa (Libertinia, luglio 2019)*

La **tabella** riporta i risultati della caratterizzazione fenologica e agronomica delle varietà di canapa industriale in valutazione nel 2019.

Varietà	epoca media fioritura (gg/mm)		Percentuale di piante maschili, femminili e monoiche (%)			umidità biomassa fresca (%)	Resa in seme vagliato ed essiccato (kg/ha)
	maschile	femminile	masc.	femmin.	mono		
<b>Carmagnola</b>	23/7	17/8	46,7	53,3		65,2	<b>161,6</b>
<b>Carmaleonte</b>	21/6	20/6	10,0	55,0	35,0	51,9	<b>121,5</b>
<b>CS</b>	23/7	16/8	57,5	42,5		66,1	<b>241,2</b>
<b>Eletta campana</b>	23/7	18/8	41,7	58,3		66,0	<b>293,7</b>
<b>Fibranova</b>	30/6	28/7	62,5	37,5		64,1	<b>240,0</b>
<b>Futura 75</b>	27/6	27/6	15,0	70,0	15,0	49,9	<b>229,4</b>

Per quanto riguarda le **attività "on farm"** previste presso aziende agrarie "pilota" individuate da FIRAB, dopo il raccolto 2019, nel corso del 6° e 7° semestre di realizzazione del progetto si è proceduto ad affiancare le U.O. FIRAB, CREA-AA e CREA-PB nell'acquisizione dei dati utili alla compilazione del questionario aziendale predisposto per la valutazione delle performance economiche ed ambientali dei sistemi colturali analizzati nell'ambito del progetto.

- **Azione: Monitoraggio delle caratteristiche merceologiche e tecnologiche di varietà di frumento duro coltivate in Sicilia**

Per favorire più adeguata remunerazione degli agricoltori e soddisfare le richieste dei trasformatori (molini, pastifici, panifici) risulta utile disporre di varietà in grado di esprimere, in assenza di trattamenti correttivi di sintesi, caratteristiche tecnologiche soddisfacenti e adeguate ai processi di prima e seconda trasformazione.

Allo scopo di acquisire informazioni sulle caratteristiche qualitative di varietà di frumento duro da destinare alla coltivazione in biologico, il CREA-CI di Acireale ha allestito e condotto in Sicilia una prova sperimentale parcellare per valutare 19 varietà di frumento duro.

La sperimentazione è stata condotta in località Aidone (EN), come descritto in tabella, ed i genotipi sono stati messi a confronto in parcelle estese 10 m<sup>2</sup> ricorrendo ad uno schema sperimentale a blocchi randomizzati con tre ripetizioni.

Località	Altitudine (m slm)	Terreno	Coltura precedente	Concimazione	Data semina	Data raccolta
Aidone (EN)	310	argilloso	erbaio	non effettuata	19/12/2018	11/7/2019

Dopo la trebbiatura delle parcelle, i campioni di granella sono stati sottoposti ad analisi di laboratorio per la determinazione delle principali caratteristiche merceologiche (peso 1000 semi, peso ettolitrico) e qualitative (contenuto in proteine).

Nelle **tabelle** che seguono vengono riportati, in ordine decrescente per ciascuno dei parametri, i risultati della caratterizzazione qualitativa delle varietà a confronto.

Il contenuto proteico medio della granella è risultato piuttosto carente (11,5 %), ma con sensibili differenze fra le varietà in valutazione. La cultivar Aureo ha espresso il valore più elevato (12,5%), seguito dalle varietà Marco Aurelio, Kanakis e Svevo.

Il peso ettolitrico ha fatto registrare valori mediamente elevati (media di campo: 84,3 kg/hL) e le varietà Egeo e Claudio hanno espresso valori medi del parametro particolarmente elevati, superiori a 87 kg/hL.

Per quanto riguarda il peso delle 1000 cariossidi, valori superiori a 45 g sono stati registrati sulle varietà Simeto (50,4 g), Antalis (46,3 g) e Marco Aurelio (45,2 g).

Tenore proteico, Peso ettolitrico e Peso delle 1000 cariossidi delle 19 varietà di frumento duro a confronto nel 2019

Varietà	Proteine		Varietà	Peso ettolitrico		Varietà	Peso 1000 semi
	% s.s.	Indice*		kg/hL	Indice*		(g)
Aureo	12,5	109	Egeo	87,4	104	Simeto	50,4
Marco Aurelio	12,4	108	Claudio	87,3	104	Antalis	46,3
Kanakis	12,4	107	Furio Camillo	86,5	103	Marco Aurelio	45,2
Svevo	12,3	107	Anco Marzio	86,1	102	Emilio Lepido	44,3
Emilio Lepido	12,0	104	Antalis	85,9	102	Claudio	43,0
Daurur	12,0	104	Svevo	85,5	101	Svevo	42,8
Antalis	11,7	101	Iride	85,5	101	Furio Camillo	41,9
Simeto	11,7	101	Odisseo	84,8	101	Egeo	41,2
Furio Camillo	11,7	101	Simeto	84,6	100	Odisseo	40,9
Saragolla	11,6	101	Achille	84,6	100	Aureo	40,9
Anco Marzio	11,6	101	Kanakis	84,2	100	Kanakis	40,4
Egeo	11,1	96	Aureo	84,0	100	Duilio	40,4
Duilio	11,0	95	Duilio	83,7	99	Daurur	39,6
Odisseo	10,9	95	Saragolla	83,3	99	Anco Marzio	39,4
Monastir	10,9	94	Daurur	83,3	99	Monastir	39,2
Tito Flavio	10,9	94	Emilio Lepido	83,1	99	Saragolla	38,9
Claudio	10,8	94	Marco Aurelio	81,2	96	Iride	38,4
Achille	10,8	94	Monastir	81,0	96	Tito Flavio	38,2
Iride	10,7	93	Tito Flavio	79,8	95	Achille	35,5
<b>Media</b>	<b>11,5</b>	<b>100</b>	<b>Media</b>	<b>84,3</b>	<b>100,0</b>	<b>Media</b>	<b>41,4</b>
d.m.s. 5%	0,5		d.m.s. 5%	2,2		d.m.s. 5%	4,5
C.V.	2,1		C.V.	1,2		C.V.	5,1

\* posto uguale a 100 il valore medio di campo

• **Azione: Monitoraggio epidemiologico di varietà di frumento duro coltivate in Sicilia**

Nel periodo considerato, è proseguita l'attività di monitoraggio epidemiologico allo scopo di saggiare il comportamento in campo di varietà di frumento duro rispetto alle principali malattie crittogamiche, con particolare attenzione nei confronti di nuovi ceppi di ruggine gialla, bruna e nera. I risultati ottenuti possono indirizzare gli agricoltori verso la scelta di varietà resistenti e tolleranti, unica arma efficace per salvaguardare le produzioni biologiche che escludono l'uso di prodotti chimici di sintesi. L'attività di monitoraggio è stata condotta dal CREA in agro di Aidone (EN) ed ha consentito di saggiare 19 varietà di frumento duro, registrando l'insorgenza delle malattie e rilevando i dati sulla resistenza/tolleranza/suscettibilità dei genotipi in valutazione.

I risultati del monitoraggio fitopatologico hanno evidenziato la presenza prevalente di ruggine bruna (*Puccinia recondita f.sp. tritici*), comparsa in epoca molto precoce anche in altri areali di coltivazione regionali. Per quanto riguarda le altre ruggini, non sono state registrate manifestazioni di rilievo.

Nella **tabella** viene riportato il giudizio sul comportamento espresso nei confronti della ruggine bruna dalle 19 varietà testate nel corso del 2019.

Varietà	Giudizio
Achille	R
Anco Marzio	R
Antalis	MR
Aureo	MR
Claudio	MR
Daurur	R
Duilio	MS
Egeo	MR
Emilio Lepido	MR
Furio Camillo	MS
Iride	MS
Kanakis	R
Marco Aurelio	MR
Monastir	MR
Odisseo	MR
Saragolla	MS
Simeto	MS
Svevo	MS
Tito Flavio	MS



**Legenda:**

R = resistente; MR = moderatamente resistente; MS = moderatamente suscettibile; S = suscettibile.

**WP 4: Innovazioni varietali, breeding e individuazione di varietà/popolazioni idonee ai sistemi colturali biologici**

Il WP4, coordinato dal CREA-CI di Foggia, si articola in differenti azioni e mira principalmente all'individuazione e allo sviluppo di genotipi di frumento duro idonei alla coltivazione biologica. Nel corso del periodo di riferimento sono stati analizzati i risultati delle prove agronomiche condotte nel corso dell'annata agraria 2018-2019, e raccolte nel luglio 2019, dall'U.O. CREA di Acireale.

- **Azione: Recupero e valorizzazione di antiche varietà autoctone di frumento**

L'attività, condotta in collaborazione con la sede del CREA-CI di Foggia, ha previsto la valutazione di varietà, linee in fase avanzata di selezione, popolazioni autoctone e miscugli, come specificato di seguito:

- 5 linee "CER" (Foggia)
- 5 linee "CTA" (Acireale)
- 3 cv "moderne" (Aureo, Iride, Svevo)
- 2 *landraces* siciliane di *Triticum* (Timilia e Russello)
- 3 *landraces/cv* meridionali (Saragolla, Dauno III, Cappelli)
- 5 mix di genotipi (Siciliano, Meridionale, Varietà moderne, CER e Biodurum)

Le linee codificate con il codice "CER" e "CTA" derivano da un programma di miglioramento genetico orientato alla coltivazione in regime biologico realizzato presso le sedi di Foggia ed Acireale. Per quanto riguarda i Mix, il "Siciliano" si compone di 3 popolazioni locali isolate (Timilia, Russello e Perciasacchi), il "Meridionale" incorpora gli ecotipi Saragolla e Dauno III oltre alla varietà Cappelli; il mix "Varietà moderne" è costituito dalle cv Aureo, Iride e Svevo, il mix "CER" comprende linee in fase avanzata di selezione costituite dal CREA di Foggia e, infine, il mix evolutivo "Biodurum" deriva da un programma di incroci realizzati nell'ambito del programma di miglioramento genetico del CREA in cui sono coinvolti circa 140 genotipi di frumenti tetraploidi appartenenti alla specie *Triticum turgidum* ssp.

La prova condotta in Sicilia, in territorio di Aidone (EN), è stata allestita in parcelle di 10 m<sup>2</sup> secondo uno schema sperimentale a blocco randomizzato e 3 ripetizioni. Durante il ciclo colturale sono stati eseguiti i principali rilievi bio-morfologici, fitopatologici e fenologici. Nel periodo considerato, dopo la raccolta della granella, sono state determinate le rese unitarie e le caratteristiche qualitative dei materiali genetici a confronto. Sono stati elaborati quindi tutti i risultati agronomici, produttivi e qualitativi della sperimentazione.

La **tabella** che segue riporta, in ordine decrescente di produttività, i dati emersi dalla sperimentazione condotta in Sicilia.

Fra i materiali genetici in fase avanzata di selezione, spiccano le prestazioni produttive delle linee CER 2076, CER 2116, CTA 18-13 e CER 2118, mentre tra le varietà "testimoni" emergono le cv Aureo e Svevo. Nel gruppo delle *landraces* a confronto emerge la siciliana Russello e, fra i mix in valutazione, occupano la posizione più elevata della graduatoria il mix delle varietà "moderne" (Aureo + Iride + Svevo) ed il Mix "Sicilia" (Timilia + Russello + Perciasacchi).

Per quanto riguarda il contenuto proteico, valori superiori a 12,5% s.s. sono stati registrati solo sulle varietà "moderne" Svevo e Aureo, seguiti dalla linea CER 2118 e dalla popolazione locale Saragolla.

*Valori medi dei caratteri determinati su linee, varietà, landraces e mix di frumento duro in prova in Sicilia nel 2018-2019*

GenBio 2019	Resa	Spigatura	Altezza pianta	Ruggine bruna	Ruggine nera	Septoria	Fittezza	Incidenza flora avventizia	Proteine	Glutine	Peso hL	Peso 1000 s.
	(t/ha)	(gg da 1/4)	(cm)	(0-9)	(0-9)	(0-9)	(1-9)	(1-9)	(%s.s.)	(% s.s.)	(kg/hL)	(g)
CER 2076	2,42	28	75	3	0	1	6	5	11,8	7,9	82,2	39,8
Aureo	2,39	28	82	3	0	0	6	4,5	12,8	9,3	82,6	40,5
Svevo	2,37	25	74	6	0	2	5	6,5	13,0	9,3	76,2	36,8
CER 2116	2,28	27	85	5	0	0	5	6,5	12,3	8,6	83,1	45,9
Russello	2,25	32	121	2	1	1	7	2,5	11,8	8,5	85,6	45,3
CTA 18-13	2,21	25	74	3	0	1	6	5,5	11,1	7,3	83,1	35,4
CER 2118	2,14	28	82	4	0	0	5	6	12,6	8,7	85,5	48,5
Mix Aureo+Iride+Svevo	2,13	29	77	5	0	3	5	6,5	12,0	8,4	83,1	39,1
Mix Timilia + Russello + Perciasacchi	2,13	33	119	3	2	3	7	2,5	11,6	7,5	80,9	43,7
Timilia	2,02	33	112	4	1	3	7	2	11,5	7,7	82,2	40,1
Dauno III	2,01	33	132	1	0	4	7	2,5	11,2	7,5	81,8	42,3
Mix1 Biodurum Fg	1,96	30	85	3	0	5	6	7	11,7	8,0	80,8	40,8
Saragolla	1,93	33	94	2	0	3	8	3,5	12,6	8,5	80,4	42,4
CTA 28-13	1,91	25	77	0	0	5	6	7	10,6	6,8	82,6	41,3
Mix Cappelli + Dauno III + Saragolla	1,87	33	121	1	3	3	8	2,5	11,3	7,4	83,1	42,7
CTA CIM 208-11	1,85	26	78	2	0	3	6	7	11,1	7,6	84,2	41,1
CTA CIM 366-11	1,85	28	71	3	0	0	5	7	12,1	8,2	83,0	37,7
CER 2134	1,77	30	71	3	0	0	6	7	11,1	7,3	84,3	43,4
Iride	1,63	26	70	4	0	1	5	7,5	11,1	7,3	83,1	35,1
Cappelli	1,56	33	121	3	3	1	7	3,5	10,9	7,2	83,2	44,3
CTA CIM 273-11	1,52	26	76	2	0	0	5	6,5	11,4	7,9	84,6	38,6
CER 2045	1,49	27	76	1	1	2	6	6,5	11,7	8,1	81,9	41,9
Mix Linee CER	1,27	29	76	2	0	0	5	8	12,2	8,4	81,9	41,7
<b>Media</b>	<b>1,96</b>	<b>29,03</b>	<b>89,09</b>	<b>2,8</b>	<b>0,6</b>	<b>1,8</b>	<b>6,00</b>	<b>5,35</b>	<b>11,71</b>	<b>7,98</b>	<b>82,59</b>	<b>41,24</b>
<b>CV</b>	<b>22,86</b>	<b>4,26</b>	<b>11,74</b>	<b>41</b>	<b>158</b>	<b>123</b>	<b>11,24</b>	<b>16,42</b>	<b>4,50</b>	<b>6,31</b>	<b>1,74</b>	<b>6,35</b>

• **Azione: Screening varietale di materiali genetici per i sistemi biologici.**

Nell'ambito dell'azione di *screening* varietale, durante il periodo considerato sono stati rilevati ed elaborati i risultati produttivi e qualitativi del dispositivo sperimentale parcellare (a blocchi randomizzati con 3 ripetizioni), allestito dal CREA-CI di Acireale nel corso dell'annata 2018-2019 presso l'azienda "Li Rosi" di Aidone (EN), ricorrendo a 19 varietà commerciali di frumento duro.

Durante le diverse fasi del ciclo biologico della coltura, sono stati eseguiti i rilievi sulla fittezza delle parcelle, l'epoca di spigatura e le principali fitopatie; a ridosso delle operazioni di raccolta, è stata rilevata l'altezza media delle piante ed eventuali allettamenti. Compilate le operazioni di raccolta, si è proceduto alla determinazione delle prestazioni produttive dei materiali a confronto.

La resa media delle 19 varietà in prova è stata di 3,37 t/ha, con notevoli differenze tra i genotipi a confronto. La varietà con la resa media più elevata è stata Antalis (4,20 t/ha), che ha prodotto il 25%



in più rispetto alla media di campo, seguita dalle cultivar Marco Aurelio (4,15 t/ha), Svevo (4,08 t/ha), Simeto, (4,00 t/ha), Saragolla (3,97 t/ha) ed Emilio Lepido (3,94 t/ha).

In tabella vengono riportati, in ordine decrescente di produttività, i risultati agronomici e biomorfologici registrati sulle 19 varietà a confronto nel 2018-2019.

Varietà	Fittezza (0-9)	Spig. (gg da 1/4)	Altezza pianta (cm)	Ruggine bruna (0-9)	Ruggine nera (0-9)	Produzione (13% um)	
						(t/ha)	Indice*
Antalis	7,5	27	85	2	0	4,20 a	125
Marco Aurelio	7,5	28	81	4	0	4,15 ab	123
Svevo	8,0	24	88	5	0	4,08 ab	121
Simeto	8,0	26	77	6	0	4,00 ac	119
Saragolla	8,0	27	72	5	1	3,97 ad	118
Emilio Lepido	7,5	25	79	3	2	3,94 ae	117
Iride	8,0	26	75	4	0	3,54 af	105
Egeo	7,0	29	88	4	0	3,53 af	105
Furio Camillo	7,5	30	78	5	0	3,43 af	102
Odisseo	7,5	25	81	3	0	3,40 af	101
Claudio	7,5	29	85	2	0	3,32 af	99
Aureo	7,0	30	82	4	0	3,16 bf	94
Achille	7,0	31	82	0	0	3,04 cg	90
Monastir	7,5	29	80	3	0	3,03 cg	90
Daurur	7,0	33	77	0	0	2,96 dg	88
Tito Flavio	7,5	29	80	6	0	2,93 eg	87
Anco Marzio	7,5	26	84	0	0	2,63 fg	78
Duilio	8,0	25	74	4	1	2,63 fg	78
Kanakis	5,0	29	87	0	0	2,12 g	63
<b>Media</b>	<b>7,4</b>	<b>27,6</b>	<b>80,6</b>	<b>2,9</b>	<b>0,2</b>	<b>3,37</b>	<b>100</b>
d.m.s. 5%	1,3	2,0	8,6	1,5	1,5	0,88	
C.V.	8,6	3,4	5,1			12,5	

\* posto uguale a 100 il valore medio di campo

Le lettere (in rosso) poste a fianco dei dati produttivi sono attribuite a seguito di elaborazione statistica (test di Duncan): medie con almeno una lettera in comune non sono considerate statisticamente differenti.

**Unità Operativa: CREA - Cerealicoltura e colture industriali (CREA-CI) - Foggia**  
(Responsabile scientifico: Pasquale De Vita)

**WP 2/2: Valutazione della risposta dei genotipi di frumento duro all'azione dei funghi micorrizici arbuscolari**

Sulla base dei risultati ottenuti nel corso della prima annata agraria, è stata completata l'analisi di un precedente lavoro condotto in ambiente controllato su una collezione di frumento duro i cui risultati sono stati oggetto di una pubblicazione scientifica ISI parzialmente supportata dal contributo del progetto BIODURUM (De Vita *et al.*, 2018). Nel lavoro sono state esaminate oltre 100 varietà di frumenti duri per valutare l'effetto esercitato dalla selezione e dal miglioramento genetico sulla capacità delle radici di instaurare la simbiosi con i funghi micorrizici. Le piante sono state allevate in serra e inoculate con due specie di funghi micorrizici (*Funneliformis mosseae* e *Rhizoglyphus irregulare*) ampiamente diffusi nei suoli italiani. I risultati hanno evidenziato una grande variabilità nella colonizzazione micorrizica delle radici delle varietà esaminate e, contrariamente a quanto ipotizzato, non si è evidenziata alcuna perdita della capacità di stabilire simbiosi da parte delle varietà moderne rispetto a quelle antiche. Per quanto riguarda la specie *F. mosseae*, il livello medio di colonizzazione delle radici delle piante inoculate è stato pari al 22%. Tra le varietà prese in esame, Iride e Saragolla hanno fatto registrare le percentuali più alte di colonizzazione delle radici (43-44%), mentre Vendetta, Baio, L252 e Ceedur hanno mostrato valori più bassi (<10%). Più elevato è stato il livello medio di colonizzazione radicale ottenuto con il simbionte *R. irregulare* (28%). In questo caso le varietà italiane Gianni, Maestrone, Zenit, Valnova, Valforte, Platani, Ofanto, Normanno, Antas e Ancomarzio hanno dimostrato di possedere una maggiore attitudine alla formazione dell'associazione micorrizica, con valori di colonizzazione superiori al 35%. Lo studio ha evidenziato l'importanza dell'identità del fungo simbionte come un fattore che influenza lo sviluppo della simbiosi e la differente attitudine varietale. Le analisi genetiche hanno confermato l'esistenza di una base genetica per il carattere preso in esame e quindi la possibilità di sfruttare la variabilità genetica esistente per incrementare i livelli di micorrizzazione delle radici. L'identificazione dei marcatori molecolari strettamente associati alla simbiosi micorrizica rappresenta uno strumento molto efficace per migliorare l'efficienza di selezione delle piante altamente suscettibili alla simbiosi e sviluppare nuove varietà di grano duro adatte per i sistemi agricoli a basso impatto ambientale.

Pubblicazioni: De Vita, P., Avio, L., Sbrana, C. et al. Genetic markers associated to arbuscular mycorrhizal colonization in durum wheat. *Sci Rep* 8, 10612 (2018).

<https://doi.org/10.1038/s41598-018-29020-6>.

**Acknowledgements**

This research was funded by the University of Pisa (Fondi di Ateneo), the National Research Council, Italy, the Ministry of Education, Universities and Research (MIUR), with the special grant ISCOCEM and the Ministry of Agriculture, Food and Forestry Policies, with the special grant BIODURUM.

### **WP 3/2: Valutazione dell'efficienza di un innovativo dispositivo di semina dei cereali proposto dal CREA-CI per il controllo delle infestanti**

Nel periodo considerato sono stati elaborati i risultati della sperimentazione di tipo dimostrativo, allestita e realizzata presso l'azienda del CREA di Foggia per valutare il sistema di semina Seminbio in una consociazione frumento duro-lenticchia. La prova è stata impostata con l'obiettivo generale di valutare la competizione interspecifica esercitata dalla leguminosa sul cereale e massimizzare la competizione delle colture rispetto alle erbe infestanti. Nella consociazione, il frumento duro svolge la funzione di tutore per la leguminosa dal momento che lo sviluppo della lenticchia è caratterizzato da una spiccata propensione all'allettamento in fase di raccolta quando viene coltivata in purezza.

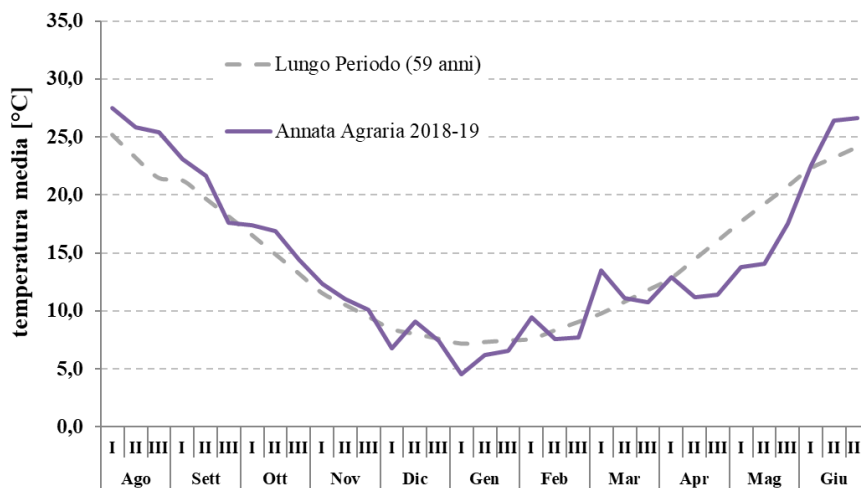
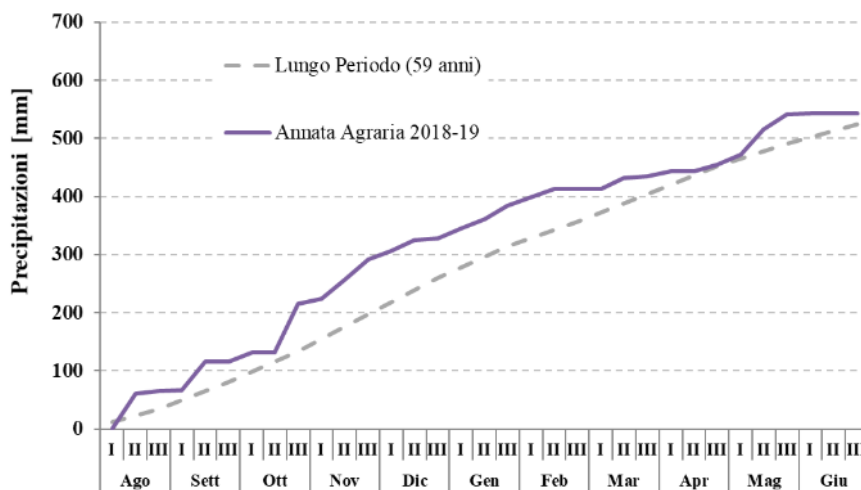
Gli obiettivi specifici sono stati: (i) ottimizzare la distribuzione spaziale delle colture in consociazione (ii) massimizzare il controllo delle infestanti. Sono stati allestiti N. 3 parcelloni di 1000 mq ed è tutta la sperimentazione è stata gestita con attrezzature di tipo aziendale. Le varietà utilizzate sono state cv San Carlo (frumento duro) e cv Elisa (lenticchia), entrambe della ditta ISEA, e sono state allevate sia in purezza, con una densità di 450 e 300 semi germinanti/m<sup>2</sup> rispettivamente per il frumento duro e la lenticchia, mentre nella tesi consociata la dose di semina della lenticchia è rimasta costante e quella del frumento duro è stata ridotta di 1/3. I risultati produttivi e qualitativi, nonché i dati sul contenimento delle infestanti sono in fase di elaborazione e saranno presentati nella prossima relazione.



*Figura 1 Consociazione frumento duro-lenticchia nel 2019*

### **WP 4: Innovazioni varietali, breeding e individuazione di varietà/popolazioni idonee ai sistemi colturali biologici**

Nel corso del periodo di riferimento sono analizzati i risultati delle prove agronomiche condotte nel corso dell'annata agraria 2018-19 presso la sede di Foggia del CREA. La stagione colturale è stata caratterizzata da una piovosità complessiva superiore rispetto alla media di lungo periodo (rispettivamente 543 vs 523 mm). Le precipitazioni hanno avuto un decorso regolare per tutta la durata del ciclo colturale. L'andamento termico, al contrario, è stato irregolare con un brusco innalzamento termico durante la fase di inizio levata mentre durante tutto il periodo di riempimento della granella le temperature medie sono state al di sotto della media di lungo periodo.



#### WP 4/1: recupero e la valorizzazione di antiche varietà autoctone di frumento

Così come nella prima annata agraria, l'attività è stata condotta in collaborazione con la sede del CREA-CI di Acireale (CT) condividendo gli stessi materiali e l'impostazione della prova sperimentale. Sono stati posti a confronto 25 genotipi di frumento duro rappresentativi di varietà, popolazioni antiche siciliane e pugliesi e miscugli. Le linee codificate con il codice CER e CTA derivano da un programma specifico per il biologico realizzato presso le sedi di Foggia ed Acireale (CT). I materiali genetici sono stati allevati replicando lo stesso schema sperimentale del primo anno con parcelle da 10 mq e 3 ripetizione. In tabella 1 sono riportati i risultati della sperimentazione condotta a Foggia nel corso dell'a.a. 2018-19. Così come descritto nella relazione del semestre precedente, nell'ambito di questa specifica attività è stato sviluppato anche un miscuglio evolutivo denominato MIXBIODURUM\_1, oltre a 3 miscugli prodotti in seguito alle combinazioni di genotipi in purezza e denominati rispettivamente: mix linee CER, mix linee CTA, mix old puglia, mix old sicilia, mix testimoni.

**Tabella 1.** Valori medi dei caratteri analizzati per 25 genotipi di frumento duro allevati a Foggia nel corso dell'a.a. 2018-19

Nome	Resa (t/ha)	Peso Ettolitrico (kg/hl)	Epoca Spigatura (giorni da 1 Aprile)	Proteine (% s.s.)
Cer2045	3,0	80,9	21,3	10,2
Cer2076	3,8	81,6	21,3	9,1
Cer2116	3,0	84,9	20,3	11,0
Cer2118	2,9	85,1	19,3	11,7
Cer2134	3,3	84,6	21,7	9,3
<i>Media</i>	<i>3,2</i>	<i>83,4</i>	<i>20,8</i>	<i>10,3</i>
<b>mix linee CER</b>	<b>3,1</b>	<b>83,6</b>	<b>20,0</b>	<b>10,5</b>
CTA 18-13	4,3	85,5	20,3	9,7
CTA 28-13	3,6	82,7	19,3	9,3
CTA CIM 208-11	3,6	83,8	20,0	10,4
CTA CIM 273-11	3,0	83,3	20,0	10,0
CTA CIM 366-11	3,0	85,2	21,3	10,5
<i>Media</i>	<i>3,5</i>	<i>84,1</i>	<i>20,2</i>	<i>10,0</i>
<b>mix linee CTA</b>	<b>3,4</b>	<b>83,6</b>	<b>20,8</b>	<b>10,6</b>
Cappelli	2,5	83,7	22,7	11,8
Dauno III	3,1	83,3	24,3	10,2
SARAGOLLA	2,7	84,0	24,7	11,3
<i>Media</i>	<i>2,8</i>	<i>83,6</i>	<i>23,9</i>	<i>11,1</i>
<b>Mix old puglia (cappelli+daunoIII+saragolla)</b>	<b>2,9</b>	<b>84,2</b>	<b>24,0</b>	<b>11,5</b>
Perciasacchi	2,5	84,5	27,0	10,9
Russello	3,2	84,4	23,0	9,6
Timilia	2,4	80,8	24,0	11,9
<i>Media</i>	<i>2,7</i>	<i>83,2</i>	<i>24,7</i>	<i>10,8</i>
<b>Mix old sicilia (timilia+russello+perciasacchi)</b>	<b>2,8</b>	<b>78,8</b>	<b>23,0</b>	<b>10,4</b>
Aureo	3,3	84,0	20,0	11,7
Nadif	2,9	81,9	20,3	10,5
Iride	3,3	83,8	20,0	8,8
Svevo	2,7	80,7	19,7	10,6
<i>Media</i>	<i>3,0</i>	<i>82,6</i>	<i>20,0</i>	<i>10,4</i>
<b>Mix testimoni</b>	<b>3,5</b>	<b>84,3</b>	<b>19,3</b>	<b>10,2</b>



mix1 biodurum fg	3,0	81,3	21,0	9,6
------------------	-----	------	------	-----

Nel corso del secondo anno di sperimentazione i miscugli derivati dalla combinazione delle linee o varietà hanno fatto registrare un comportamento produttivo in linea con la media aritmetica dei vari parametri analizzati delle linee/varietà allevate in purezza ed in alcuni casi anche superiore, confermando una ottima stabilità produttiva e qualitativa.

#### WP 4/2: screening varietale di materiali genetici sviluppati per i sistemi biologici.

Nella seconda annata agraria è stato valutato il comportamento produttivo di n. 50 linee di frumento duro in fase avanzata di selezione (F6-F8), derivate dal programma di miglioramento genetico per il frumento biologico del CREA-CI di Foggia. I materiali genetici sono stati allevati in parcelle replicate da 10,2 mq secondo uno schema a blocchi completo e randomizzato. In tabella 2 sono riportati i risultati della sperimentazione condotta a Foggia nel corso dell'a.a. 2018-19.

Nome	Resa (t/ha)	Epoca Spigatura (giorni da 1 Aprile)	Peso Ettolitrico (kg/hl)	Proteine (% s.s.)	Contenuto di carotenoidi (ppm)
Cer1608	2,97	23	85,1	11,9	6,8
Cer2003	4,27	22	83,8	9,5	8,0
Cer2004	4,22	23	85,5	12,0	8,0
Cer2005	5,63	22	86,1	10,6	7,5
Cer2013	3,78	23	84,2	10,8	7,1
Cer2036	3,37	26	83,8	11,3	8,1
Cer2042	4,04	22	86,6	9,7	8,1
Cer2088	4,47	22	85,7	9,8	6,2
Cer2093	5,35	21	84,7	10,4	7,6
Cer2097	4,50	24	82,6	11,0	9,1
Cer2109	5,17	21	85,3	10,4	7,4
Cer2110	5,80	22	84,8	9,2	8,0
Cer2112	4,38	23	84,0	9,7	8,2
Cer2119	4,22	22	85,8	12,8	8,5
Cer2121	3,12	25	79,6	12,4	6,5
Cer2127	4,45	23	83,8	11,9	6,3
Cer2132	4,05	22	84,5	9,5	7,0
Cer2133	5,17	20	86,0	12,0	7,3
Cer2136	4,54	21	86,7	10,2	7,5
Cer2137	2,40	21	83,9	12,2	7,1
Cer2149	4,29	22	83,5	8,9	7,5
Cer2161	4,99	22	84,0	10,4	8,2
Cer2162	3,83	23	84,3	11,6	5,5
Cappelli	3,16	26	82,8	12,6	6,4
L2445	4,81	23	82,8	11,9	7,1
Nadif	5,16	21	86,4	11,7	8,3
Iride	5,88	20	87,2	9,9	6,6
Preco	5,58	20	85,3	11,8	9,3
Saragolla	4,91	21	83,1	8,4	8,5
Aureo	3,30	21	84,8	11,6	7,2
<b>Media</b>	<b>4,39</b>	<b>22,4</b>	<b>84,6</b>	<b>10,8</b>	<b>7,5</b>
CV (%)	4,9	6,3	0,8	5,5	5,9
LSD 0,05	0,3	1,9	0,9	0,8	0,4



Le linee in fase avanzata di selezione CER hanno fatto registrare valori medi compresi tra 2,40 e 5,80 t/ha, all'incirca simile all'intervallo registrato per le varietà testimone (3,16 e 5,88 t/ha). Anche per l'epoca di spigatura l'intervallo tra il valore massimo ed il minimo è stato simile (20-26 giorni dal 1 aprile) mentre per gli altri parametri analizzati la variabilità osservata nelle linee CER è stata superiore. Il valore medio di contenuto proteico della granella per tutti i genotipi in prova è stato pari a 10,8 % mentre alcune linee CER hanno fatto registrare valori molto interessanti prossimi al 13% evidenziando una buona efficienza d'uso dell'azoto.

**Unità Operativa: FIRAB**  
**Fondazione Italiana per la Ricerca in Agricoltura Biologica e Biodinamica**  
(Responsabile scientifico: Luca Colombo)

**WP 5 - Attivazione di una rete di aziende pilota per la promozione della co-innovazione**

• **Linea 1 di attività: WP 5/1: coinvolgimento delle aziende pilota**

Referenti FIRAB: Luca Colombo, Francesco Ancona, Vincenzo Ritunnano e Vincenzo Vizioli

Nel periodo considerato, il coinvolgimento delle aziende biologiche dei due areali investiti dal progetto si è ulteriormente consolidato ed è continuato nel quadro dei processi di co-ricerca, anche grazie alla facilitazione assicurata dai tecnici FIRAB coinvolti nel progetto che hanno continuato a operare l'attività di accompagnamento tecnico delle aziende e di cura del collegamento funzionale con il progetto.

Gli elementi di partecipazione sono stati anche estesi ad altre realtà territoriali con le quali si è inteso condividere scopi e risultati parziali di progetto, nel quadro di un'azione di *outreach* territoriale condotta dai tecnici FIRAB per verificare gradimento rispetto ai percorsi intrapresi dal progetto e possibilità di replicabilità in contesti omologhi.

Di come l'ampliamento a una rete di cerealicoltori biologici del Mezzogiorno, già attivata in embrione nel quadro del percorso di definizione di indicatori di sostenibilità in collaborazione con l'U.O. CREA-AA, possa prospettare un'opportunità di capitalizzazione di approcci e risultati si è discusso nel corso della riunione di progetto tenutasi a Foggia nell'ottobre 2019 in particolare con il contributo del tecnico Vincenzo Ritunnano e con Luca Colombo, responsabile FIRAB di progetto.

Anche l'opera di campionamento di biomasse e granelle effettuata a valle della stagione colturale 2018-2019 nei due territori oggetto di ricerca ha permesso ai tecnici di ragionare con le aziende in merito alla gestione colturale e ai risultati dei processi di diversificazione posti in atto. Analogo processo di confronto è avvenuto alla vigilia della stagione di semina per la campagna 2019-2020.

• **Linea 2 di attività: WP 5/2: definizione di pratiche agricole e piani culturali innovativi**

Referenti FIRAB: Luca Colombo, Francesco Ancona, Vincenzo Ritunnano e Vincenzo Vizioli

L'azione di progetto si esercita in modo coordinato, ma indipendente in due areali granoduricoli meridionali che seguono logiche colturali dipendenti dalle condizioni agropedoclimatiche e dai relativi contesti socio-economici da cui discendono distinte opportunità commerciali. Tali diverse situazioni saranno trattate distintamente nella presente relazione, come già precedentemente avvenuto.

*Areale apulo-lucano*







In questo contesto, oltre alle prove sperimentali relative alla gestione delle rotazioni Biodurum nelle aziende biologiche aderenti al progetto, si va sviluppando un percorso di uso e valorizzazione di miscugli di frumenti duri volti a valutare il potenziale di resilienza di appezzamenti coltivati con materiale eterogeneo e a comprenderne i percorsi di trasformazione e commercializzazione,

possibilmente valorizzandone sia la valenza ambientale che quella nutrizionale legata a una maggiore varietà di composizione biochimica.

Sulla base dei dati e delle informazioni raccolte presso queste aziende si è anche intrapresa un'attività di approfondimento delle valenze di sostenibilità dei sistemi colturali adottati: tale percorso, realizzato in collaborazione con l'U.O. CREA-AA porta alla messa a punto di specifici indicatori di sostenibilità tarati sui sistemi granoturricoli biologici. La pertinenza degli indicatori individuati, la loro 'pesatura' propedeutici a una loro validazione con le aziende e i tecnici coinvolti è stata condotta nel corso dei mesi di lockdown del 2020 tramite teleconferenze e sessioni di affinamento dello strumento di monitoraggio e valutazione di performance.

### *Areale siciliano*

FIRAB, in collaborazione con l'U.O. CREA-CI di Acireale, ha condotto verifiche degli andamenti colturali e realizzato prelievi di campione nelle tre aziende siciliane coinvolte nel progetto.

<p>Campionamenti di biomassa e di piante di frumento duro in Az. La Placa relativi agli appezzamenti oggetto di rotazione Biodurum, condotti nell'estate 2019.</p>		
<p>Campionamenti di biomassa relativi agli appezzamenti oggetto di rotazione Biodurum ospitanti frumento duro e canapa in Az. Chiara Alessandra, condotti nell'estate 2019.</p>		
<p>Campionamenti di biomassa relativi agli appezzamenti oggetto di rotazione Biodurum ospitanti frumento duro e sulla in Az. Pottino, condotti nell'estate 2019.</p>		

I campionamenti, che seguivano il rilevamento dati e prelievo campioni primaverili effettuati in relazione alla flora spontanea nei campi di frumento duro o di colture poste in avvicendamento a esso, sono avvenuti secondo modalità omogenee sui campi delle 3 realtà produttive selezionate, facendo emergere una certa difformità di risultati dipendenti sia dalle modalità gestionali delle aziende che dai contesti pedoclimatici in cui queste operano.

In entrambi gli areali produttivi, i campioni raccolti sono stati trasmessi ai partner di progetto e alle

Uu.Oo. di riferimento per la conduzione delle analisi.

Va inoltre sottolineato come i tecnici FIRAB, sulla base del confronto con le aziende coinvolte, hanno proposto di integrare anche la componente sociale nella valutazione di performance, così verificando l'interazione tra le diverse dimensioni (ambientale, economica e sociale) di sostenibilità. Si è pertanto avviata una nuova consultazione con le aziende coinvolte nel progetto per meglio realizzare una valutazione più complessiva della sostenibilità e ciò ha determinato una nuova raccolta di dati da integrare nel sistema di valutazione di performance che tenesse anche conto di innovazioni introdotte dalle aziende (colture innovative per gli areali di riferimento come la canapa, oppure l'adozione di materiali eterogenei), non inizialmente contemplati nello schema sperimentale di progetto. Ciò ha contribuito allo sviluppo in forma più articolata e completa dello strumento di valutazione di performance posto in essere dall'U.O. CREA-AA.

Va fatto infine presente che gli ultimi elementi informativi legati alle pratiche adottate dalle aziende e funzionali alla taratura dello strumento su-menzionato sono stati raccolti nel corso della pandemia Covid-19 tramite interviste condotte in remoto tramite strumenti informatici.

- **Linea 3 di attività: WP 5/3: partecipazione attiva al processo di co-innovazione attraverso lo scambio costante delle esperienze e dei risultati delle sperimentazioni**

Referenti FIRAB: Luca Colombo, Francesco Ancona, Vincenzo Ritunnano e Vincenzo Vizioli

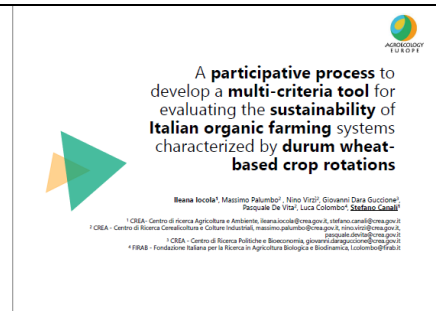
I due semestri coperti dalla presente relazione hanno visto realizzare l'opera di scambio esperienze e risultati del percorso di co-innovazione lungo due principali direttrici.

Su un versante, il consolidamento del confronto con la rete di aziende biologiche dei due areali, volta a comprendere benefici e difficoltà gestionali delle rotazioni Biodurum avviate e a valutare la sensibilità degli indicatori di performance identificati per la valutazione di sostenibilità dei percorsi intrapresi. Nello specifico dell'area apulolucano, si è inoltre approfondito il tema del ricorso a miscugli di accessioni di frumenti duri che risultano meritevoli di ulteriori prove e di una scalabilità dei percorsi di coltivazione e uso in filiera. In particolare, FIRAB ha programmato in questo areale momenti di confronto collettivo sui temi della sostenibilità delle rotazioni centrate su frumento duro biologico e sul ricorso a miscugli: tali incontri non si sono potuti realizzare a causa delle restrizioni imposte dalla pandemia Covid-19 e si intende pertanto rilanciare questi confronti nel corso del secondo semestre 2020 valorizzando la proroga concessa al progetto, sia per una fase di definitiva validazione dei percorsi che per una loro restituzione agli operatori di settore.

L'altro versante della condivisione di esperienze pertiene all'ambito scientifico e internazionale. Questa attività ha avuto luogo in due contesti.

- La prima si colloca nell'ambito del secondo Forum per l'Agroecologia in Europa, tenutosi a Heraklion (Grecia) il 26-28 settembre 2019, nel corso del quale è stato presentato un lavoro coordinato dalla Dott.ssa Ileana Iocola del CREA-AA e presentato dal Dr. Stefano Canali, con la presenza per FIRAB di Luca Colombo.

Locandina e slide di apertura della presentazione powerpoint illustrata ai partecipanti del secondo Forum per l'Agroecologia in Europa, a Creta nel settembre 2019.



Una seconda iniziativa di condivisione delle attività e dei presupposti scientifici del progetto Biodurum è stata realizzata nel contesto dell'Health Grain Forum, piattaforma scientifica europea che opera in tema di sostenibilità e salubrità di una nutrizione a base di cereali e che ha tenuto a Milano i suoi lavori per il 2019, nel corso dei quali Luca Colombo di FIRAB è stato invitato a presentare una relazione in tema di agenda trasformativa dell'agroecologia durante la quale ha anche illustrato l'approccio adottato con il progetto Biodurum (maggiori dettagli sul programma al seguente link: [https://healthgrain.org/wp-content/uploads/2019/10/Final\\_Programme\\_HGF\\_Workshop\\_Milan\\_20191126.pdf](https://healthgrain.org/wp-content/uploads/2019/10/Final_Programme_HGF_Workshop_Milan_20191126.pdf)).

Slide di apertura ed esempio di contenuto legato al progetto Biodurum della presentazione powerpoint illustrata ai partecipanti del secondo Forum Health Grain a Milano nel dicembre 2019.





**Unità Operativa: CREA - Agricoltura e Ambiente (CREA-AA), Roma**  
(Responsabile scientifico: Stefano Canali)

**Attività svolte nell'ambito dei WP 2, 3 e 5**

A seguito della raccolta dei dati tecnico-economici effettuata nelle aziende coinvolte nel progetto con il questionario descritto nella relazione dei semestri precedenti e al fine di promuovere efficienti percorsi di co-innovazione e scambio di esperienze dei risultati, i tecnici della FIRAB, in accordo con le aziende coinvolte, hanno sollevato la necessità di **valutare la sostenibilità delle tecniche di gestione dei sistemi colturali ed aziendali nel loro complesso** ossia integrando anche la componente sociale e valutando come le diverse dimensioni (ambientale, economica e sociale) interagiscono fra loro e contribuiscono alla sostenibilità generale delle aziende.

A tal fine, le **aziende coinvolte nel progetto**, sia nell'areale siciliano (Azienda Pottino, Azienda la Placa, Azienda Alessandra) che in quello appulo-lucano (Azienda Bosco delle Rose, Azienda Di Leo) sono state nuovamente **consultate dai ricercatori del CREA coinvolti in BioDurum e dai tecnici della FIRAB** per meglio identificare i corpi aziendali con le rispettive rotazioni ed innovazioni da sottoporre ad una valutazione più complessiva della sostenibilità.

Nello specifico sono stati identificati i seguenti campi per le diverse aziende:

- **Azienda Pottino** (Areale siciliano)

Anno raccolta	Campo ID1 = 14 Ha
2016	Frumento duro (cv. Senatore Cappelli)
2017	Sulla (foraggio)
2018	Sulla (granella)
2019	Frumento duro (cv. Senatore Cappelli)

- **Azienda La Placa** (Areale siciliano)

Anno raccolta	Campo ID1 = 1 Ha	Campo ID2 = 1 Ha
2016	Frumento duro (cv. Timilia)	Sulla (sovescio)
2017	Trifoglio alessandrino (sovescio)	Sulla (granella)
2018	Frumento duro (cv. Timilia)	Frumento tenero (cv. Maiorca)
2019	Cece (cv. Sultano)	Frumento duro (cv. Biancolilla)

- **Azienda Alessandra** (Areale siciliano)

Anno raccolta	Campo ID1 = 2 Ha	Campo ID2 = 2 Ha
2016	Canapa (cv. Futura75)	Frumento duro (cv. Margherito)
2017	Frumento tenero (cv. Maiorca)	Canapa (cv. Futura75)
2018	Lenticchia (cv. Verde piccola)	Cece (cv. Sultano)
2019	Canapa (cv. Futura75)	Frumento duro (cv. Margherito)



- **Azienda Bosco delle Rose (Areale appulo-lucano)**

Anno raccolta	Campo G= 1 Ha	Campo H = 1 Ha	Campo I= 1 Ha
2017	Favino (sovescio)	Favino (sovescio)	Favino (sovescio)
2018	Favino+Orzo (sovescio) seguito da Girasole	Frumento duro (miscuglio Biodurum)	Cece
2019	Farro dicocco	Favino (granella)	Frumento duro (miscuglio Biodurum)

- **Azienda Di Leo (Areale appulo-lucano)**

Anno raccolta	Campo A = 1 Ha	Campo B = 1 Ha	Campo C = 1 Ha	Campo D = 6 Ha	Campo E = 5 Ha	Campo F= 1 Ha
2017	Cece (cv. Sultano)	Cece (cv. Sultano)	Cece (cv. Sultano)	Cece (cv. Sultano)	Cece (cv. Sultano)	Cece (cv. Sultano)
2018	Veccia+Avena (sovescio)	Veccia+Avena (da seme)	Frumento duro (miscuglio Biodurum)	Veccia+Avena (sovescio)	Farro dicocco	Frumento duro (cv. Dauno)
2019	Frumento duro (miscuglio Biodurum)	Frumento duro (miscuglio Biodurum)	Veccia+Avena (sovescio)	Frumento duro (cv. Dauno)	Cece (cv. Sultano)	Veccia+Avena (sovescio)

Nel **primo semestre del 2020** i ricercatori del CREA in collaborazione con i tecnici della FIRAB sono stati impegnati **nella raccolta dei dati mancanti** delle aziende da integrare con quelli già raccolti tramite il questionario tecnico-economico **al fine della valutazione complessiva delle rotazioni e di alcune innovazioni di diversificazione colturale** (es. uso di miscugli, introduzione della canapa negli avvicendamenti cerealicoli) **messe in atto dalle aziende**. A causa dell'emergenza relativa al COVID-19, la maggior parte delle interviste è stata condotta da remoto tramite l'ausilio di strumenti di videochiamata quali Skype e Team.

### Attività svolte nell'ambito dei WP 6

Uno degli obiettivi del WP6 è lo sviluppo di uno strumento di supporto alle decisioni basato sull'analisi multicriteriale per la valutazione della sostenibilità delle aziende biologiche del sud Italia che coltivano frumento duro.

Lo strumento, chiamato **BioDurum\_MCA**, è stato progettato per essere capace di:

- valutare gli effetti della diversificazione colturale;
- analizzare i *trade-off*, ovvero operare una valutazione simultanea e bilanciata degli aspetti positivi e negativi che si generano dall'introduzione di un cambio della struttura e della gestione (ad esempio, una nuova tecnica colturale) dei sistemi colturali e aziendali, considerando i vari ambiti della sostenibilità (agroambientale, economica, sociale);

effettuare valutazioni sia di sistemi produttivi già esistenti (valutazioni *ex-post*), sia di scenari o possibili strategie (valutazioni *ex-ante*) prima della loro effettiva realizzazione, al fine di selezionare le opzioni più sostenibili.

Lo strumento **BioDurum\_MCA** può essere utilizzato da diversi utenti aventi varie finalità come ad esempio: (i) **un imprenditore agricolo** (dopo un'apposita formazione) per effettuare un'autovalutazione della sua azienda; (ii) **un tecnico o un consulente aziendale** per suggerire all'agricoltore azioni specifiche per migliorare la sostenibilità delle attività aziendali; (iii) **un ricercatore** per evidenziare i punti critici della gestione di un gruppo di aziende.

Lo strumento è basato sull'integrazione di due software:

1. il **file Excel BioDurum\_MCA.xlsm** dove l'utente deve inserire i dati aziendali necessari per il calcolo automatico di 64 indicatori (35 per la sostenibilità ambientale, 16 per quella economica e 13 per quella sociale). I valori degli indicatori sono poi trasformati dal software Excel in classi di sostenibilità (es. alta, media, o bassa) ottenute per ogni singolo aspetto misurato dagli indicatori;
2. lo strumento di valutazione "aggregata" della sostenibilità **BioDurum\_MCA.dxi** sviluppato in ambiente DEXi (<https://kt.ijs.si/MarkoBohanec/dexi.html>). Tramite una macro, le classi di sostenibilità degli indicatori sono trasferite allo strumento DEXi ed aggregate in un modello decisionale con struttura gerarchica. La base della struttura gerarchica è rappresentata dai risultati degli indicatori che vengono quindi aggregati fino alla valutazione dei tre classici ambiti della sostenibilità (agroambientale, economica e sociale). Il vertice della gerarchia è invece rappresentato dalla sostenibilità generale, data dall'aggregazione dei tre precedenti ambiti. I risultati di valutazione della sostenibilità vengono restituiti dal software DEXi sia sotto forma di classi di sostenibilità sia in forma grafica (grafici radar).

Il processo di ideazione, creazione e realizzazione dello strumento BioDurum\_MCA ha previsto la piena partecipazione di diversi attori (e potenziali utenti) direttamente o indirettamente coinvolti nella filiera produttiva del frumento duro biologico. Sulla base degli incontri multi-attoriali nel **secondo semestre del 2019** sono stati identificati:

- **gli indicatori base** per quantificare i diversi aspetti della sostenibilità identificati dagli attori ed **integrati in una apposita struttura gerarchica di aggregazione** delle diverse componenti. Gli indicatori sono stati identificati e opportunamente disegnati principalmente considerando: (a.) la loro rilevanza scientifica; (b.) la fattibilità, ossia sono basati su dati di input realmente presenti nelle aziende e (c.) la scala temporale che, dove possibile, è quella della lunghezza della rotazione nella quale è inserito il frumento duro al fine di poter catturare gli effetti della diversificazione colturale;
- i **pesi** da assegnare ai diversi elementi della struttura gerarchica identificata nello strumento BioDurum\_MCA.

In Tabella 1 è riportata la struttura gerarchica dello strumento BioDurum\_MCA che permette l'aggregazione degli indicatori base provenienti da Excel in elementi via via più complessi fino ad arrivare ai tre ambiti della sostenibilità (agroambientale, economica e sociale) e alla sostenibilità totale che rappresenta l'apice dell'aggregazione (il livello 0). I diversi elementi o variabili sono aggregati in funzione di apposite regole decisionali (definite "*if-then*") nel software DEXi in base ai pesi e alle classi di sostenibilità di ogni variabile.

Nel suo complesso la struttura gerarchica BioDurum\_MCA è formata dalle seguenti 109 variabili (o attributi) di cui 64 sono gli indicatori base (tipologia B) e 45 le variabili o componenti aggregate (tipologia A). Man mano che si sale nell'aggregazione aumenta il numero delle classi di sostenibilità passando da 2 fino ad arrivare a 7 (dalla classe più negativa a quella più positiva: molto bassa; bassa; mediamente bassa; media; mediamente alta; alta; molto alta) nei tre ambiti agroambientale, economico e sociale e nella sostenibilità totale.

**Tabella 1.** Struttura gerarchica dello strumento BioDurum\_MCA e relativi pesi assegnati ad ogni elemento della struttura

Livello gerarchico	Attributi della struttura gerarchica	Acronimi	Tipologia attributi	Pesi	Classi
0	<b>SOST_TOTALE</b>	<b>SOST_TOT</b>	A	<b>100</b>	<b>7</b>
I	<b>SOST_AGROAMBIENTALE</b>	<b>. SOST_AGROAMB</b>	A	<b>43</b>	<b>7</b>
II	<b>GESTIONE RISORSE NATURALI</b>	<b>.. GEST_RIS_NAT</b>	A	<b>47</b>	<b>5</b>
III	<b>SUOLO</b>	<b>... SUOLO</b>	A	<b>39</b>	<b>4</b>
IV	<b>Erosione</b>	<b>.... Erosione</b>	A	<b>33</b>	<b>4</b>
V	%Copertura	..... Cop	B	62	4
V	Pendenza	..... Pend	B	38	3
IV	<b>SOC</b>	<b>.... SOC</b>	A	<b>39</b>	<b>4</b>
V	Carbon Input	..... CInp	B	52	4
V	Lavorazioni	..... Lav	B	48	4
IV	<b>Struttura</b>	<b>.... Struttura</b>	A	<b>27</b>	<b>3</b>
V	Problematiche	..... Probl	B	67	3
V	<b>Controllo</b>	<b>..... Controllo</b>	A	<b>33</b>	<b>3</b>
VI	Compattezza macchinari	..... Mac_comp	B	33	3
VI	Rigenerazione struttura	..... Rig_str	B	67	3
III	<b>BIODIVERSITA'</b>	<b>... BIODIVER</b>	A	<b>39</b>	<b>3</b>
IV	<b>Genetica</b>	<b>.... Genetica</b>	A	<b>29</b>	<b>3</b>
V	Diversità cultivar	..... Div_cult	B	40	3
V	Varietà locali	..... Loc_cult	B	60	4
IV	<b>Specifica</b>	<b>.... Specifica</b>	A	<b>42</b>	<b>3</b>
V	<b>Diversità spaziotemporale</b>	<b>..... Div_spazio_temp</b>	A	<b>67</b>	<b>3</b>
VI	Specie totali rotazione	..... N_rot	B	38	3
VI	Aree rotazionali	..... Rot_spaz	B	43	3
VI	Consociazioni	..... Con	B	19	3
V	%Leguminose	..... Leg	B	33	3
IV	<b>Habitat</b>	<b>.... Habitat</b>	A	<b>29</b>	<b>3</b>
V	Aree a Focus Ecologico	..... EFA	B	67	3
V	Dimensione appezzamenti	..... Dim	B	33	3
III	<b>ACQUA</b>	<b>... ACQUA</b>	A	<b>22</b>	<b>3</b>
IV	<b>Impatto Quantità</b>	<b>.... Impat_quant</b>	A	<b>50</b>	<b>3</b>
V	Volumi	..... H2O_mc	B	33	3
V	Riuso	..... H2O_riuso	B	33	3
V	Microirrigazione	..... H2O_microirr	B	33	3

IV	<b>Impatto Qualità</b>	... Impat_qual	A	<b>50</b>	<b>3</b>
V	Rischio perdita N	.... N_ris	B	67	3
V	Rischio perdita P	.... P_ris	B	33	3
II	<b>PRATICHE COLTURALI</b>	.. PRAT_COLT	A	<b>38</b>	<b>5</b>
III	<b>FERTILIZZAZIONI</b>	... FERTIL	A	<b>43</b>	<b>3</b>
IV	<b>Azoto</b>	... Azoto	A	<b>65</b>	<b>3</b>
V	Bilancio N	.... N_BIL	B	57	3
V	Riuso risorse N	.... N_Azie	B	43	3
IV	<b>Fosforo</b>	... Fosforo	A	<b>35</b>	<b>5</b>
V	Bilancio P	.... P_BIL	B	40	3
V	Riuso risorse P	.... P_riuso	B	40	4
V	P non rinnovabile	.... P_non_rinn	B	20	3
III	<b>GESTIONE FITOSANITARIA</b>	... GEST_FIT	A	<b>28</b>	<b>4</b>
IV	Tecniche preventive	... Tec_prev	B	50	4
IV	<b>Gestione curativa</b>	... Gest_cur	A	<b>50</b>	<b>4</b>
V	Tecniche curative	.... Tec_cur	B	70	3
V	Rame	.... Cu	B	30	3
III	<b>ENERGIA</b>	... ENERG	A	<b>29</b>	<b>3</b>
IV	<b>Consumi</b>	... CONSUMI	A	<b>43</b>	<b>4</b>
V	Consumi diretti	.... Cons_dir	B	59	4
V	Consumi indiretti	.... Cons_indir	B	41	4
IV	<b>Autonomia</b>	... AUTONOMIA	A	<b>57</b>	<b>3</b>
V	Produz. energia rinnovabile	.... E_rinn	B	67	2
V	Reimpiego	.... Reimp	B	33	3
II	<b>ATTENZIONE AMBIENTALE</b>	.. ATTEN_AMB	A	<b>15</b>	<b>5</b>
III	<b>CAMBIAMENTI CLIMATICI</b>	... CAMB_CLIM	A	<b>64</b>	<b>3</b>
V	Adattamento	... Adatt_CC	B	67	3
V	Mitigazione	... Mit_CC	B	33	3
III	<b>GESTIONE RIFIUTI</b>	... RIF	B	<b>36</b>	<b>3</b>
I	<b>SOST_ECONOMICA</b>	. SOST_ECON	A	<b>35</b>	<b>7</b>
II	<b>VITALITA' ECONOMICA</b>	.. VIT_ECON	A	<b>44</b>	<b>5</b>
III	<b>Risultato</b>	... Risultato	A	<b>47</b>	<b>3</b>
IV	Efficienza economica	... EF	B	50	3
IV	Rese frumento	... Rese	B	30	3
IV	Rstabilità produzioni	... Stab	B	20	3
III	<b>Indipendenza</b>	... Indipendenza	A	<b>47</b>	<b>3</b>
IV	Sussidi	... Suss	B	33	3
IV	<b>Input</b>	... Input	A	<b>67</b>	<b>3</b>
V	Sementi	.... Inp_Sem	B	40	3
V	Fertilizzanti azotati	.... Inp_N	B	40	3
V	Altri input	.... Altri_Inp	B	20	3
III	<b>Multifunzionalità</b>	... Mult	B	<b>6</b>	<b>3</b>
II	<b>VALORIZZAZIONE</b>	.. VALORIZZAZIONE	A	<b>35</b>	<b>3</b>
III	<b>Qualità</b>	... Qualità	A	<b>67</b>	<b>3</b>

IV	Qualità Tecnologica	... QTE	B	50	3
IV	Qualità Sanitaria	... QSA	B	50	3
III	<b>Certificazioni</b>	... Cert	B	<b>33</b>	<b>3</b>
II	<b>MERCATI</b>	.. MERCATI	A	<b>20</b>	<b>5</b>
III	<b>Meccanismi di vendita</b>	... Mecc_vend	A	<b>41</b>	<b>3</b>
IV	Numero canali di vendita	... Ncan	B	67	3
IV	Tipologie di contratto	... Tip_contr	B	33	3
III	<b>Filiere locali</b>	... Fil_loc	A	<b>41</b>	<b>3</b>
IV	%Destinazione prodotti in filiere locali	... Dprod	B	50	3
IV	Rilevanza	... Ril	B	50	3
III	<b>Contributo sviluppo nuove filiere</b>	... Nuov_fil	B	<b>18</b>	<b>3</b>
I	<b>SOST_SOCIALE</b>	. SOST_SOC	A	<b>22</b>	<b>7</b>
II	<b>LAVORO</b>	.. LAVORO	A	<b>24</b>	<b>5</b>
III	<b>Contributo all'occupazione</b>	... Contr_occ	B	<b>44</b>	<b>3</b>
III	<b>Tipologia di contratti</b>	... Tip_contr	A	<b>22</b>	<b>3</b>
IV	%Contratti temporanei	... Lav_temp	B	53	3
IV	Inclusione Sociale	... Inc_soc	B	47	2
III	<b>Sicurezza sul lavoro</b>	... Sic	B	<b>33</b>	<b>3</b>
II	<b>CAPITALE UMANO</b>	.. CAP_UMAN	A	<b>47</b>	<b>5</b>
III	<b>Cooperazione</b>	... COOPERAZIONE	A	<b>50</b>	<b>3</b>
IV	Attività gestite in comune	... Att_com	B	32	3
IV	Macchinari in comune	... Mac_com	B	32	2
IV	Partecipazione a consorzi	... Consr	B	36	3
III	<b>Innovazione</b>	... INNOVAZIONE	A	<b>50</b>	<b>3</b>
IV	Propensione	... Prop	B	35	3
IV	<b>Aggiornamento</b>	... Aggior	A	<b>35</b>	<b>3</b>
IV	Formazione	... Form	B	67	3
IV	Parco macchine e attrezzature	... Tip_mach	B	33	3
IV	Ricerca e Sperimentazione	... Ric	B	31	2
II	<b>SVILUPPO TERRITORIO</b>	.. TERRITORIO	A	<b>29</b>	<b>3</b>
III	<b>Comunicazione e sensibilizzazione</b>	... Com	B	<b>50</b>	<b>3</b>
III	<b>Valore Paesaggio</b>	... Val_paes	B	<b>50</b>	<b>3</b>

Il **primo semestre del 2020** ha visto i ricercatori del CREA impegnati al perfezionamento dello strumento BioDurum\_MCA con: (a.) **attività di validazione** che hanno previsto un'analisi di sensitività e la valutazione degli output del modello; (b.) **la creazione di apposite macro** per facilitare il dialogo fra le due componenti di cui è composto il tool e per permettere uno scambio semi-automatico dei dati; (c.) **stesura del manuale** per un corretto utilizzo dello strumento da parte degli utenti

<b>Sommario</b>	
INTRODUZIONE.....	1
IL PROCESSO DI REALIZZAZIONE DELLO STRUMENTO.....	1
I FILE DELLO STRUMENTO BIODURUM_MCA.....	3
IL FILE EXCEL BIODURUM_MCA.XLSM.....	4
1. ANAGRAFICA_AZIENDA.....	5
2. CAMPI.....	5
3. AVVICENDAMENTI.....	7
4. PRATICHE.....	10
5. FRUMENTO.....	12
6. EFA.....	13
7. STRATEGIE GESTIONALI.....	16
8. INFO AZIENDALI.....	18
VERIFICA.....	20
RISULTATI.....	21
CREAZIONE DEL FILE TXT PER TRASFERIRE I RISULTATI IN DEXI.....	22
IL FILE BIODURUM_MCA.DXI.....	25
1. MODEL.....	25
2. OPTIONS.....	28
3. EVALUATION.....	30
4. CHARTS.....	32
DIAGRAMMA RIASSUNTIVO PER L'USO DELLO STRUMENTO.....	36
CONTATTI E CONTRIBUTI.....	37

**Figura 1.** Struttura del manuale dello strumento BioDurum\_MCA

Attualmente lo strumento è in fase prototipale. La versione definitiva verrà rilasciata alla fine del progetto su un'apposita pagina del sito web del CREA e messo a disposizione gratuitamente degli utenti.



**Unità Operativa: CREA - Politiche e Bioeconomia (CREA-PB), Roma e Palermo**  
(Responsabile: Pasquale Nino, con la collaborazione di Giovanni Dara Guccione)

Nel periodo di riferimento, sono state realizzate una serie di attività incentrate sui seguenti aspetti:

1. contributo alla messa a punto di uno strumento per la valutazione, da un punto di vista agronomico e socio-economico, della sostenibilità dei sistemi produttivi cerealicoli e degli effetti delle innovazioni introdotte;
2. possibili implicazioni Nuova PAC su settore bio.

Il CREA-PB (attraverso la propria sede in Sicilia) ha contribuito alla formulazione del questionario per la raccolta dei dati tecnico-economici, per la valutazione delle performance delle diverse rotazioni individuate nelle aziende coinvolte nel progetto, relativamente agli elementi utili al calcolo del Margine Lordo delle colture (PLV al netto dei costi specifici) e del costo di trasformazione (Sezione 4 e 5 del questionario), nonché allo loro integrazione nello strumento di elaborazione, valutazione ed interpretazione dei dati raccolti basato su software Excel®.

È stato fornito, inoltre, supporto all'affinamento del prototipo dello strumento Biodurum\_MCA, a cura di Stefano Canali e Ileana Iocola, per la valutazione della sostenibilità delle aziende biologiche a frumento duro del Sud Italia. Nei file Excel BioDurum\_MCA.xlsm sono stati caricati i dati delle aziende siciliane sottoposte a valutazione.

Nello specifico i file sono stati compilati utilizzando i dati rilevati attraverso i questionari somministrati durante lo svolgimento del progetto. In ultimo è stata effettuata una verifica sulla facilità di utilizzo del prototipo e sulla correttezza dei dati inseriti.

Inoltre, al fine di poter disporre di elementi di confronto a scala territoriale più ampia (livello regionale) sono stati analizzati i dati contenuti nel database della Rete di informazione contabile agricola (RICA<sup>1</sup>) per le tre regioni di interesse (Basilicata, Puglia e Sicilia), sia per analizzare le dinamiche economiche della coltivazione del Grano duro Biologico rispetto alla coltivazione in convenzionale, sia considerando diverse possibili rotazioni. Tale analisi può fornire un quadro generale che sarà integrato dalle elaborazioni, valutazioni ed interpretazioni relative alle condizioni operative di campo, attraverso lo strumento di cui al punto precedente.

### **Analisi dati Rica**

Il campione di aziende biologiche preso in esame è stato posto a confronto con il campione di aziende convenzionali al fine di misurare la distanza tra le performance delle due tipologie aziendali. L'analisi è stata effettuata considerando una serie di indici (tabella 1), quantificando la loro variazione ( $\Delta$ ), espressa in percentuale, prendendo come riferimento la coltivazione convenzionale della produzione di grano duro (benchmark).

<sup>1</sup> Informazioni dettagliate sulla RICA sono disponibili sul sito <https://rica.crea.gov.it/>.

Tabella 1. indici considerati nell'analisi

Indici	UM	Descrizione
Resa	q.li/ha	Quantità prodotta
Prezzo	€/q.le	Prezzo di vendita
PLV	€/ha	Produzione lorda vendibile. Valore della produzione agricola ottenuta dalla vendita, sia dei prodotti primari che trasformati, dall'autoconsumo, dalle regalie, salari in natura, dalle variazioni di magazzino, dagli aiuti pubblici in conto esercizio del primo pilastro della PAC.
CS	€/ha	Costi specifici. Spese sostenute per l'acquisto di concimi, mezzi di difesa, sementi, contoterzismo, l'acqua per irrigazione, assicurazioni, certificazioni e reimpieghi dei prodotti aziendali.
ML	€/ha	Margine Lordo. Rappresenta un valore della redditività delle attività produttive aziendali (coltivazioni e allevamenti), ottenuto quale differenza tra PLV ed i costi specifici.

Fonte: Glossario RICA <https://rica.crea.gov.it/APP/glossario/>

Gli indici sono stati quindi classificati in una scala da 1 a 5, corrispondente a una variazione di  $\pm 100\%$  rispetto al benchmark. I punteggi di ciascun indice sono stati calcolati seguendo una linea numerica continua tra 1 e 5, dove il valore 3 rappresenta lo 0% (nessuna variazione tra l'indice considerato e il benchmark), 1 rappresenta  $\leq 100\%$ , (l'indice ha una performance peggiore rispetto al benchmark) e  $5 \geq 100\%$ , (l'indice ha una performance migliore rispetto al benchmark – Figura 1).

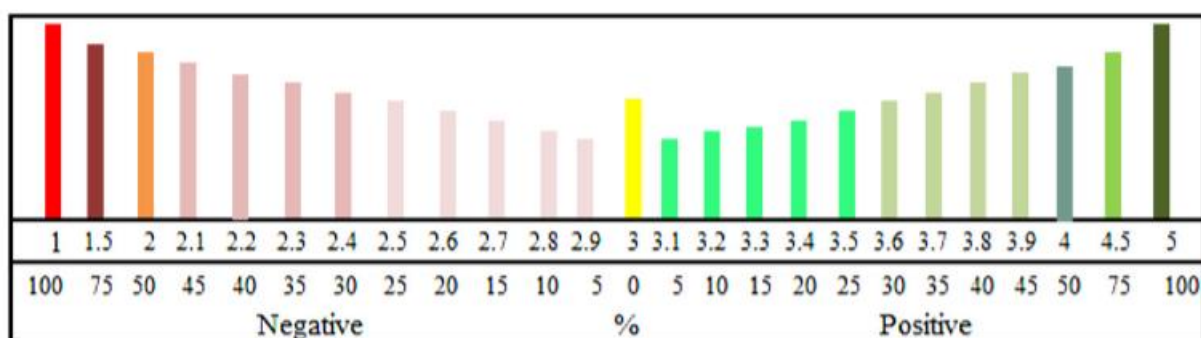


Figura 2. Scala di valori per attribuzione del punteggio degli indici

Al fine di costruire un quadro di sintesi del valore dei differenti indici per il grano duro bio e della loro variazione ( $\Delta$ ) in relazione al valore del grano duro in convenzionale, è stato considerato il valore medio degli anni 2014-2018, associando a ciascun indice il relativo punteggio come evidenziato nella figura 1.

Il risultato dell'analisi è riportato nelle tabelle seguenti articolate per ciascuna Regione.

Inoltre, per ciascuna regione il risultato di sintesi dell'analisi è rappresentato da tabelle che riportano, per ciascun indice, la variazione percentuale rispetto al benchmark ed il punteggio assegnato. I dati sono quindi rappresentati in un grafico di tipo radar, in cui la linea tratteggiata in rosso rappresenta il limite per misurare l'impatto; a) positivo (valore che si estende oltre la linea) b) negativo (valore all'interno della linea) rispetto al valore degli indici del benchmark.

### a) Regione Basilicata

Nelle tabelle e grafici seguenti vengono riportati i valori degli indici per gli anni 2014-2018, relativamente a grano duro biologico e convenzionale.

Tabella 2. Valore degli indici Grano duro bio Basilicata

DIMENSIONI DEL PROCESSO	Coltura		Frumento duro			
	UM	2014	2015	2016	2017	2018
Osservazioni	nr	21	37	41	51	52
Superficie coltura	ha	480,48	944,46	1.130,71	1.384,11	1.428,02
<b>INDICI</b>						
Resa	q.li/ha	26	30	28	29	28
Prezzo	€/q.le	37	33	28	31	34
PLV	€/ha	979	990	763	893	954
CS	€/ha	186	229	181	227	225
ML	€/ha	814	770	604	687	743

Tabella 3. Valore degli indici Grano duro convenzionale Basilicata

DIMENSIONI DEL PROCESSO	Coltura		Frumento duro			
	UM	2014	2015	2016	2017	2018
Osservazioni	nr	127	125	140	130	129
Superficie coltura	ha	1.723,00	1.647,63	1.837,83	1.923,90	1.767,20
<b>INDICI</b>						
Resa	q.li/ha	29	29	31	29	30
Prezzo	€/q.le	32	28	24	23	25
PLV	€/ha	991	836	747	684	783
CS	€/ha	282	292	280	277	303
ML	€/ha	742	573	495	432	507

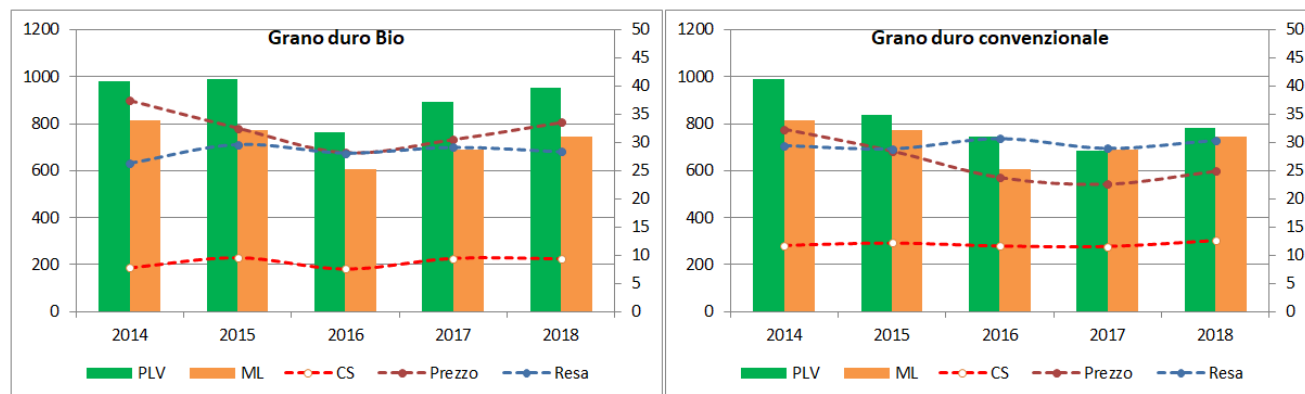


Figura 3. Andamento temporale degli indici per Grano duro bio e convenzionale (Basilicata). Nei due grafici le diverse scale degli assi si riferiscono agli indici PLV, ML, CS (€/ha), asse y sinistro, rese (q.li/ha) e prezzo (€/q.le) asse y destro

Il risultato di sintesi dell'analisi è riportato nella figura 3.

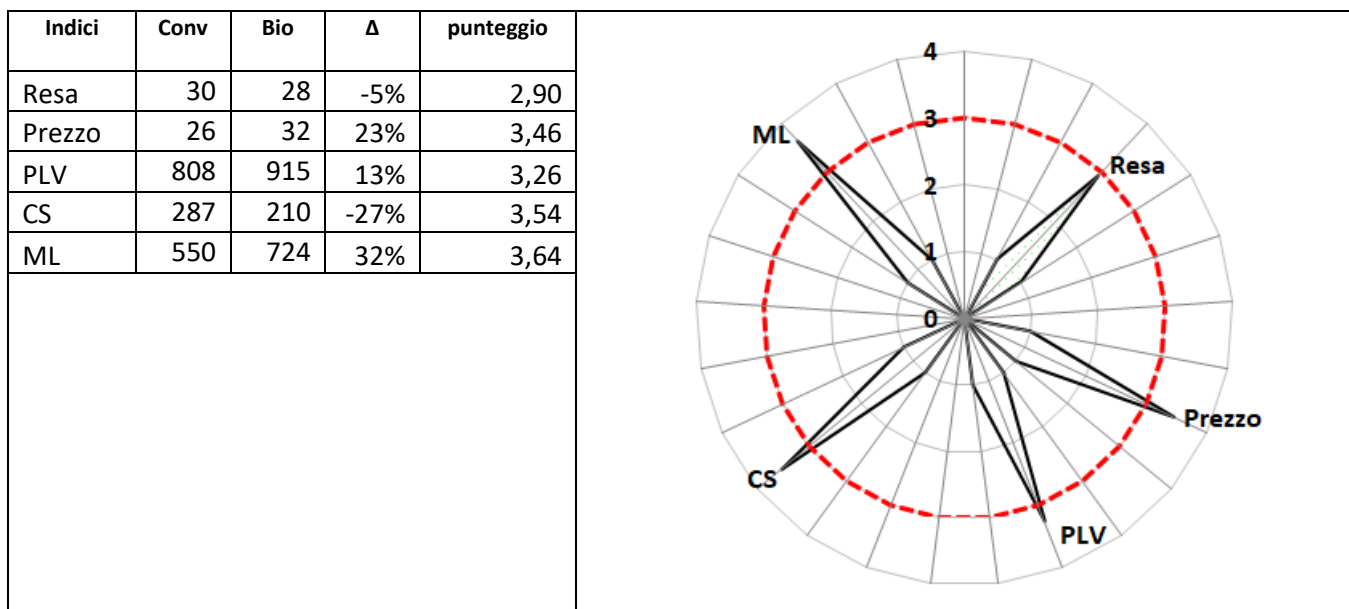


Figura 4. Risultato di sintesi dell'andamento medio dei diversi indici considerati (Basilicata)

Dall'analisi dell'andamento degli indici si osserva una riduzione nelle rese medie ad ettaro (-5%), della coltivazione bio rispetto a quella convenzionale. Mentre sul lato del prezzo si osserva un incremento del +23 %, il cui effetto combinato determina un incremento della Produzione Lorda Vendibile (**PLV**), del +13 % del biologico rispetto al convenzionale.

I costi specifici (**CS**) risultano mediamente inferiori del 27 %, determinando un incremento del 32 % del Margine Lordo (**ML**) del biologico rispetto al convenzionale.

## b) Regione Puglia

Tabella 4. Valore degli indici Grano duro bio Puglia

DIMENSIONI DEL PROCESSO	Coltura		Frumento duro			
	UM	2014	2015	2016	2017	2018
Osservazioni	nr	46	34	49	51	51
Superficie coltura	ha	1.171,62	968,68	1.089,71	1.384,11	1.036,64
<b>INDICI</b>						
Resa	q.li/ha	27	26	29	27	27
Prezzo	€/q.le	39	33	27	32	32
PLV	€/ha	1051	852	781	880	950
CS	€/ha	289	267	254	314	258
ML	€/ha	787	620	552	576	718

Tabella 5. Valore degli indici Grano duro Convenzionale Puglia

DIMENSIONI DEL PROCESSO	Coltura		Frumento duro			
	UM	2014	2015	2016	2017	2018
Osservazioni	nr	169	127	170	156	156
Superficie coltura	ha	3.481,33	2.574,81	3.094,01	2.639,50	2.315,34
<b>INDICI</b>						
Resa	q.li/ha	37	34	43	38	33
Prezzo	€/q.le	31	30	21	23	23
PLV	€/ha	1164	1024	927	894	768
CS	€/ha	373	383	357	362	340
ML	€/ha	798	647	578	534	441

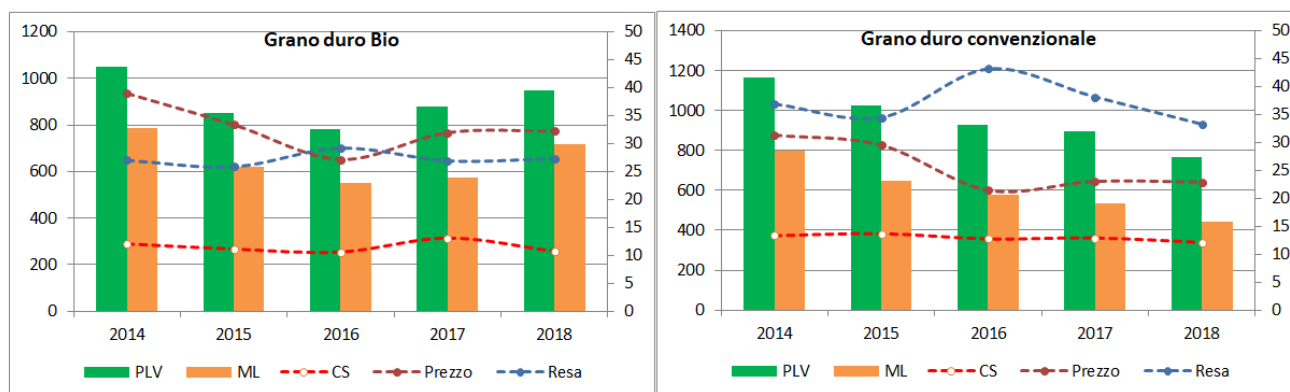


Figura 5. Andamento temporale degli indici per Grano duro bio e convenzionale (Puglia). Nei due grafici le diverse scale degli assi si riferiscono agli indici PLV, ML, CS (€/ha), asse y sinistro, rese (q.li/ha) e prezzo (€/q.le) asse y destro

Il risultato di sintesi dell'analisi è riportato nella figura 5.

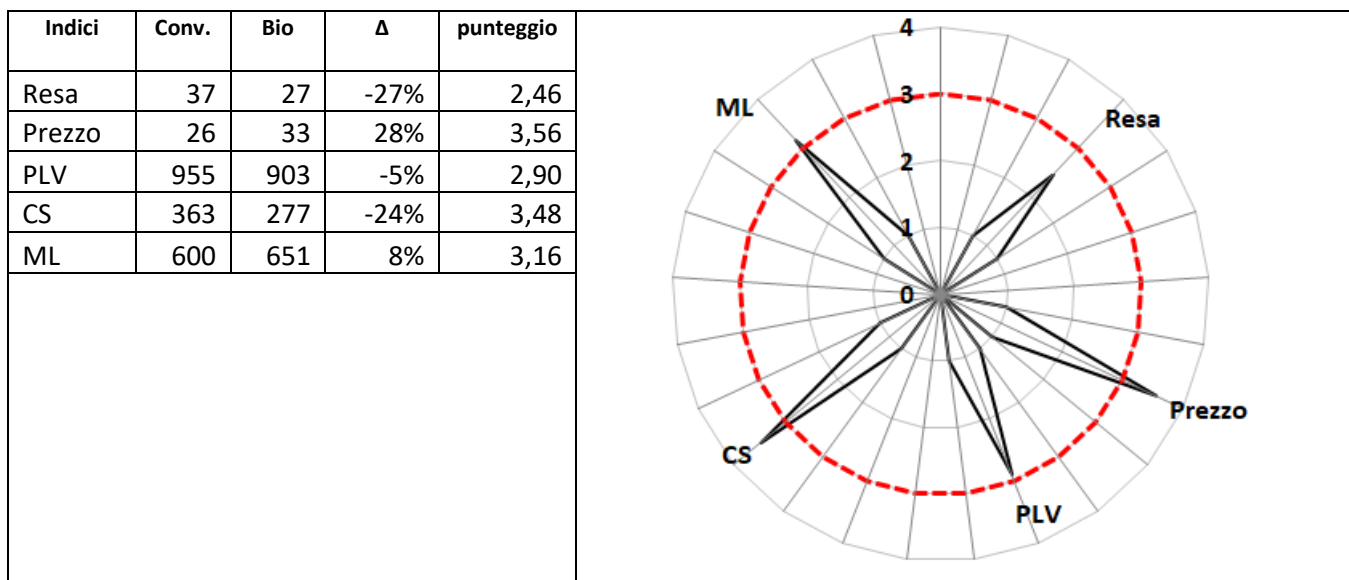


Figura 6. Risultato di sintesi dell'andamento medio dei diversi indici considerati (Puglia)

Dall'analisi dell'andamento degli indici si osserva una riduzione nelle rese medie ad ettaro (-27%), della coltivazione bio rispetto a quella convenzionale. Mentre sul lato del prezzo si osserva un incremento del +28 %, il cui effetto combinato determina una lieve diminuzione della Produzione Lorda Vendibile (**PLV**), del 5 % del biologico rispetto al convenzionale.

I costi specifici (**CS**) risultano mediamente inferiori del 24 %, determinando un incremento dell' 8 % del Margine Lordo (**ML**) del biologico rispetto al convenzionale.



## b) Regione Sicilia

Tabella 6. Valore degli indici Grano duro bio (Sicilia)

DIMENSIONI DEL PROCESSO	Coltura	Frumento duro				
	UM	2014	2015	2016	2017	2018
Osservazioni	nr	43	55	57	66	76
Superficie coltura	ha	583,42	562,78	706	765,19	798,02
<b>INDICI</b>						
Resa	q.li/ha	25	26	24	27	28
Prezzo	€/q.le	30	29	26	27	30
PLV	€/ha	748	720	578	688	848
CS	€/ha	255	228	166	178	204
ML	€/ha	521	547	448	548	685

Tabella 7. Valore degli indici Grano duro convenzionale (Sicilia)

DIMENSIONI DEL PROCESSO	Coltura	Frumento duro				
	UM	2014	2015	2016	2017	2018
Osservazioni	nr	143	128	130	140	144
Superficie coltura	ha	1.857,21	1.773,68	1.715,32	1.978,76	1.683,81
<b>INDICI</b>						
Resa	q.li/ha	29	29	32	35	33
Prezzo	€/q.le	27	25	22	21	21
PLT	€/ha	815	764	757	803	730
PLV	€/ha	786	738	733	773	705
CS	€/ha	345	351	291	285	285
ML	€/ha	470	413	466	518	445

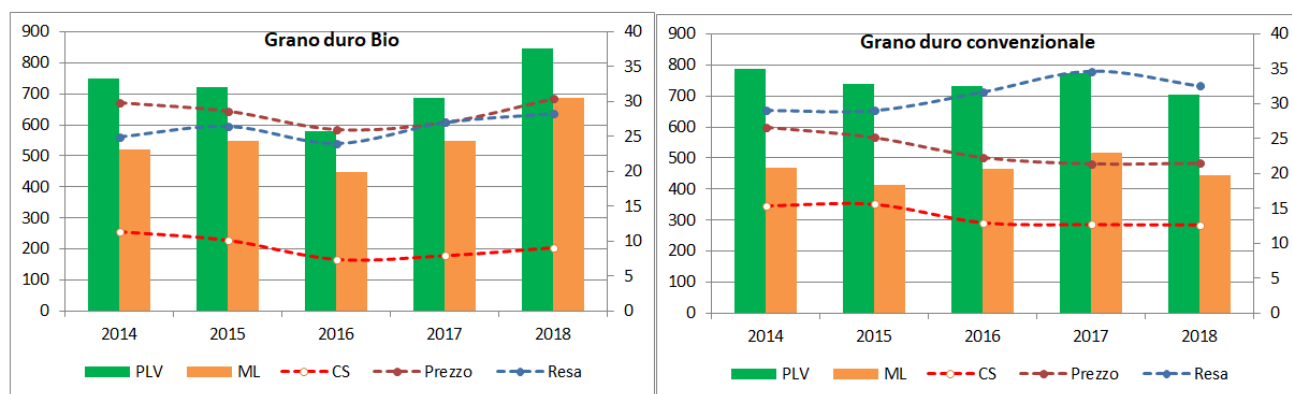


Figura 7. Andamento temporale degli indici per Grano duro bio e convenzionale (Sicilia). Nei due grafici le diverse scale degli assi si riferiscono agli indici PLV, ML, CS (€/ha), asse y sinistro, rese (q.li/ha) e prezzo (€/q.le) asse y destro



Il risultato di sintesi dell'analisi è riportato nella figura 7.

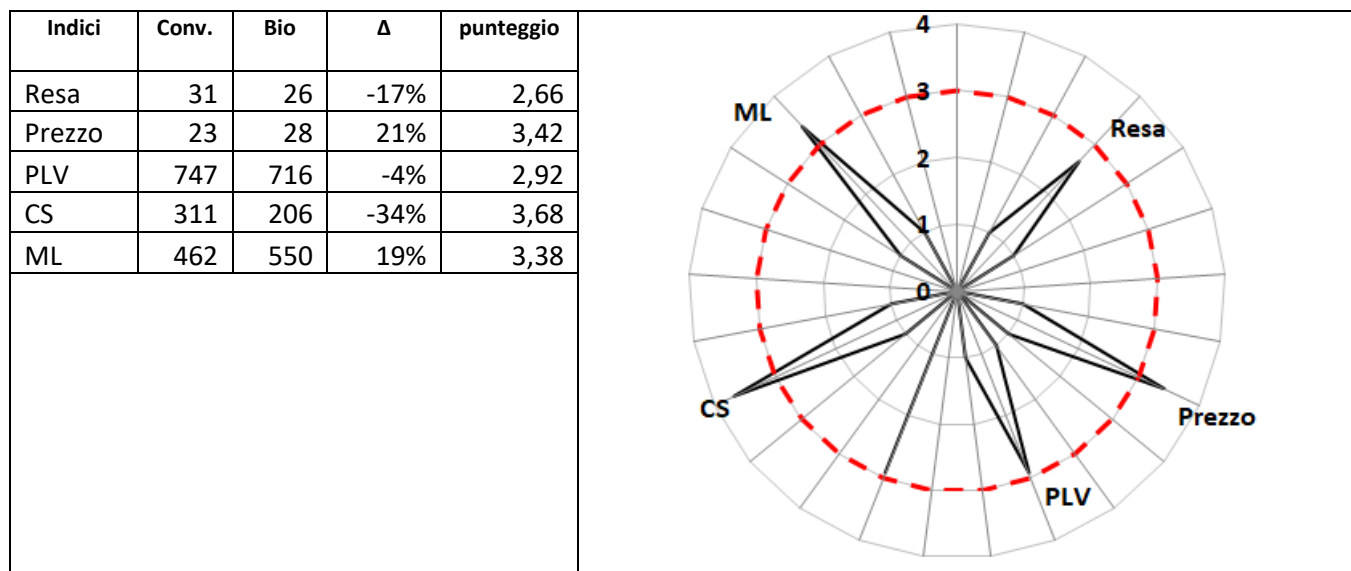


Figura 8. Risultato di sintesi dell'andamento medio dei diversi indici considerati (Sicilia)

Dall'analisi dell'andamento degli indici si osserva una riduzione nelle rese medie ad ettaro (-17%), della coltivazione bio rispetto a quella convenzionale. Mentre sul lato del prezzo si osserva un incremento del +21 %, il cui effetto combinato determina una lieve diminuzione della Produzione Lorda Vendibile (**PLV**), del 4 % del biologico rispetto al convenzionale.

I costi specifici (**CS**) risultano mediamente inferiori del 34 %, determinando un incremento del 19 % del Margine Lordo (**ML**) del biologico rispetto al convenzionale.

## Possibili implicazioni Nuova PAC su settore bio

Il 1° giugno 2018 la Commissione Europea ha presentato al Parlamento e al Consiglio europeo le proposte legislative per la riforma della Politica Agricola Comune valida per il periodo 2021-2027<sup>2</sup>, che individuano un percorso della PAC post 2020 per incrementare la sostenibilità del settore agricolo, attraverso una serie di strumenti che, contestualmente allo sviluppo economico e sociale delle aree rurali e alla competitività delle aziende agricole, dovrebbero contribuire in maniera più efficiente al raggiungimento degli obiettivi ambientali e climatici.

Il pacchetto di proposte per la PAC prevede importanti novità rispetto all'attuale periodo di programmazione, delle quali la più importante è sicuramente il nuovo regolamento sul Piano strategico della PAC, uno strumento che integra le misure del I e del II Pilastro, che dovrà essere elaborato da ciascuno Stato membro sulla base delle proprie esigenze, individuate attraverso l'analisi di contesto. Il Piano, che definirà gli obiettivi specifici che intende conseguire e attraverso quali interventi assicurare coerenza tra esigenze e strumenti, dovrà essere approvato dalla Commissione e il raggiungimento degli obiettivi sarà valutato annualmente attraverso un set comune di indicatori.

Secondo la proposta legislativa sui pagamenti diretti della Commissione europea, gli Stati membri sono tenuti a introdurre obbligatoriamente uno o più regimi ecologici. Si tratta di interventi che devono avere un impatto positivo sul clima e sull'ambiente e che i singoli agricoltori possono scegliere di attuare nelle loro aziende agricole, in cambio di un supplemento sotto forma di pagamento diretto annuale disaccoppiato e, possibilmente, come "impegno di ingresso" (*entry-level*) per eventuali impegni aggiuntivi rafforzati da assumere sulle misure agro-ambientali del secondo pilastro.

La proposta legislativa della Commissione europea non fornisce dettagli in merito alle tipologie di interventi che possono essere previsti dagli Stati membri. Di sicuro potranno essere anche più di uno e dovranno prevedere impegni sinergici alle priorità della Pac e soprattutto coerenti e funzionali ad altri strumenti di politica agro-ambientale del Paese (es. nitrati, pesticidi, biodiversità, ammoniaca, emissioni etc.), cui sicuramente l'agricoltura biologica può contribuire in modo fondamentale.

Inoltre, la PAC post 2020 dovrà integrarsi con la strategia di sviluppo complessiva della UE indicata nella comunicazione relativa al "Green Deal Europeo", in cui si evidenzia la necessità di attuare politiche "profondamente trasformative", che dovrebbero portare l'UE a non generare emissioni nette di gas a effetto serra nel 2050 e soprattutto a disaccoppiare la crescita economica dall'uso delle risorse.

Una parte del Green Deal è destinata a promuovere politiche ed interventi a favore della salubrità e sanità alimentare, della valorizzazione qualitativa delle produzioni, del benessere degli animali. Obiettivi e modalità di intervento su questa tematica sono contenute nella comunicazione "from farm to fork" pubblicata nel mese di maggio 2020. La strategia mira a:

- Garantire che gli europei possano contare su alimenti sani, economicamente accessibili e sostenibili
- Far fronte ai cambiamenti climatici
- Proteggere l'ambiente e preservare la biodiversità
- Garantire un giusto compenso economico nella catena alimentare

---

<sup>2</sup> Visto il ritardo dell'insediamento della Nuova Commissione, e le difficoltà create dal COVID 19, la data di avvio della nuova PAC subirà un ritardo di circa 2 anni.

- Potenziare l'agricoltura biologica: la Commissione rilancerà lo sviluppo delle aree dell'UE dedicate all'agricoltura biologica, affinché il 25% del totale dei terreni agricoli sia dedicato all'agricoltura biologica entro il 2030.



Figura 9. Integrazione della PAC nel Green Deal Europeo, e relazione con la "Farm to Fork Strategy"

Questi obiettivi dovranno essere raggiunti attraverso strumenti sui quali è prevista un'ampia consultazione, con tutti i portatori di interesse (produttori e altri operatori del settore agro-alimentare, cittadini, ONG). In particolare, nella comunicazione su Il Green Deal europeo, la Commissione ha sottolineato come i piani strategici nazionali "dovrebbero portare all'uso di pratiche sostenibili quali l'agricoltura di precisione, l'agricoltura biologica, l'agroecologia, l'agrosilvicoltura, nonché a norme più rigorose in materia di benessere degli animali, siano valutati sulla base di solidi criteri climatici e ambientali".

**Unità Operativa: CREA - Ingegneria e Trasformazioni agroalimentari (CREA-IT),  
Treviglio (BG)**  
(Responsabile scientifico: Elio Romano)

**WP 3: Metodologie operative agro-ecologiche e le innovazioni meccaniche:**

- *Valutazione dell'efficienza delle agrotecniche tradizionali e specifiche per il biologico, supportate da tecnologie di geolocalizzazione*
- *Valutazione dell'efficienza di un innovativo dispositivo di semina dei cereali proposto dal CREA-Cerealicoltura di Foggia per il controllo delle infestanti (in collaborazione con CREA-CI)*

Le attività del CREA-IT di Treviglio nell'ambito del progetto BIODURUM riguardano il Work Package n.3. Nella seconda metà del 2019 e nella prima metà dell'anno 2020, gli obiettivi di questo pacchetto di lavoro hanno mantenuto la finalità precedentemente perseguita, nel rispetto degli intenti progettuali, dello studio delle metodologie agricole operative nel rispetto dell'ecosistema ambiente e dell'integrazione in esse di innovazioni meccaniche per migliorarne l'applicabilità e l'efficienza.

Pertanto, le attività di questo periodo di svolgimento del progetto hanno continuato a vertere nello studio di modelli organizzativi basati sull'agricoltura digitale, ovvero l'insieme degli approcci informatici che legano le pratiche tradizionali ed innovative alla possibilità della loro riconduzione a dati informatici ed alla geolocalizzazione, per la possibile conseguente osservazione e tracciabilità.

È proseguita l'attività, nelle aziende individuate per la conduzione delle attività sperimentali, dell'acquisizione delle informazioni geolocalizzate per poter valutare lo stato della coltura insediata nel primo anno di prova e le scelte da operare nello stesso anno e nell'anno successivo.

La condivisione dei risultati ottenuti con i partner del progetto, nonché con le aziende pilota e a livelli più divulgativi, permetteranno la maggior consapevolezza delle possibilità attuali delle conduzioni meccanizzate per favorire il passaggio o la permanenza al regime biologico di produzione del frumento duro.

Le utilità potenziali dall'applicazione delle tecniche in studio possono avere ripercussioni positive sul miglioramento della tracciabilità degli output per implementare un sistema di qualità; sulla capacità di distribuzione degli input colturali secondo la modalità del Rateo Variabile (RV); sulla possibile diversificazione delle scelte operative; sulla riduzione dell'impatto ambientale ed economico degli interventi; sulla valorizzazione e l'incremento di affidabilità della certificazione dell'intera produzione.

**1.1.1 Attività svolte in collaborazione col CREA-CI di Foggia**

Per quanto riguarda la collaborazione nella ricerca, nel secondo semestre del 2019, col gruppo di lavoro del CREA-CI di Foggia, sono stati esportati i dati della produzione, raccolti attraverso mietitrebbia geolocalizzata con sistema di registrazione della granella raccolta, dai campi sottoposti a prova di concimazione con fertilizzante organico.



I campi erano stati preliminarmente mappati, nell'ambito dello stesso progetto Biodurum, attraverso il sistema di rilevamento della conducibilità geoelettrica basato sulla tecnologia ARP (Automated Resistivity Profiling) che utilizza un dispositivo multielettrodo brevettato (fornito da Geocarta SA, Francia), in cui gli elettrodi a base di ruote vengono inseriti nel terreno e fatti rotolare lungo la superficie. Una corrente elettrica è stata iniettata nel terreno utilizzando una coppia di ruote e la resistenza è misurata su tre ulteriori coppie di ruote che fungono da potenziali dipoli. L'intervallo di campionamento è stato di 0,2 m. Il sistema era montato su una quad bike.

In questo modo sono state individuate le zone omogenee dei campi in termini di conducibilità elettrica e quindi le zone a maggiore ritenzione idrica, quelle a media disponibilità idrica e quelle tendenzialmente drenanti tendenti ad avere una scarsa disponibilità di acqua per la coltura.

Inoltre, l'elaborazione geostatistica delle aree, eseguita con analisi multivariata ed attribuzione delle coordinate ai cluster secondo la procedura k-means, aveva tenuto conto anche delle mappe di resa degli anni precedenti. In questo modo l'elaborazione ha potuto considerare sia l'aspetto della potenzialità produttive delle zone del terreno, sia l'aspetto del contributo della tessitura nella determinazione della differenziazione delle zone.

Attraverso i metodi di analisi geostatistica, sono stati quindi confrontate le mappe geoelettriche e le mappe di produzione, applicando schemi sperimentali di indagine statistica basata sulla lettura di sub-plot ripetuti.

Lo schema sperimentale ha previsto la preparazione sulle zone omogenee per disponibilità idrica, di tre diversi livelli di concimazione, condotte secondo la seguente distribuzione temporale:

Tesi	Fase di Levata (Unità di Azoto/Ha)	Fase di Foglia a Bandiera (Unità di Azoto/Ha)	Totale (Unità di Azoto/Ha)
A (50)	17	17	34
B (100)	34	17	51
C (80)	27,2	17	44,2

I parcelloni di prova sono stati quindi disegnati con una forma regolare, in funzione delle zone omogenee ricercate e sono riportate nella seguente figura 1.

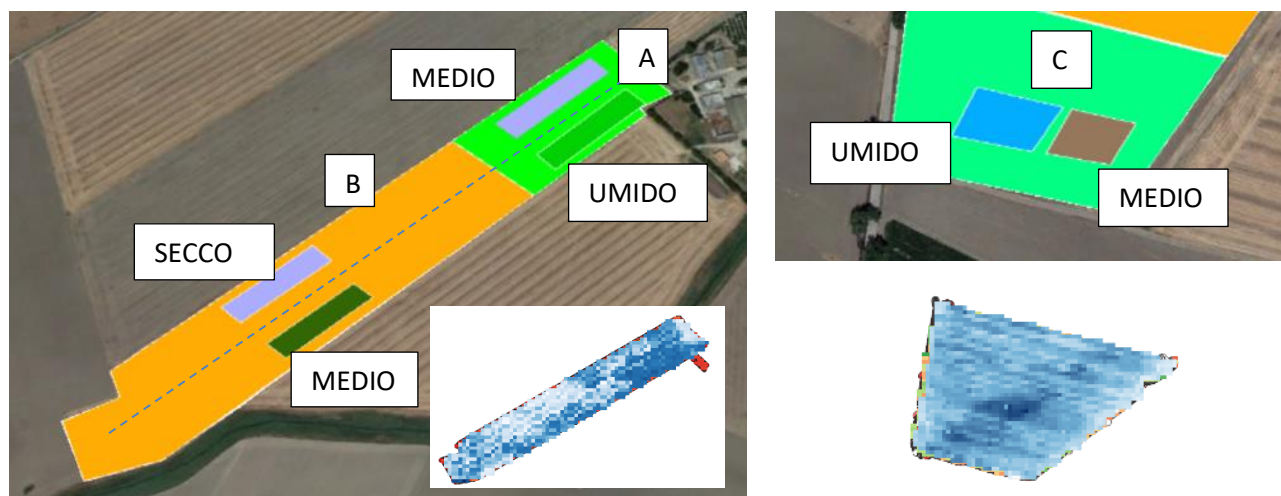


Fig. 1 – Parcelle di campionamento individuati in base alla concimazione ed ai valori ARP

La resa media dei campi osservati, nel 2019 ha avuto un aumento rispetto al 2018, mostrando le variazioni riportate in figura 2, in cui è possibile osservare che le zone di media disponibilità idrica hanno mostrato una variazione rispetto alla produzione media più sensibile alla concimazione azotata. Le zone più asciutte così come le zone più umide non hanno mostrato una variazione rispetto all'anno precedente. La nutrizione con fertilizzanti organici biologici ha pertanto avuto una sua efficacia, mostrando una maggiore risposta nelle zone con una media disponibilità idrica, mentre le zone siccitose hanno mostrato comunque una minore resa, seppur nella condizione di maggiore concimazione.

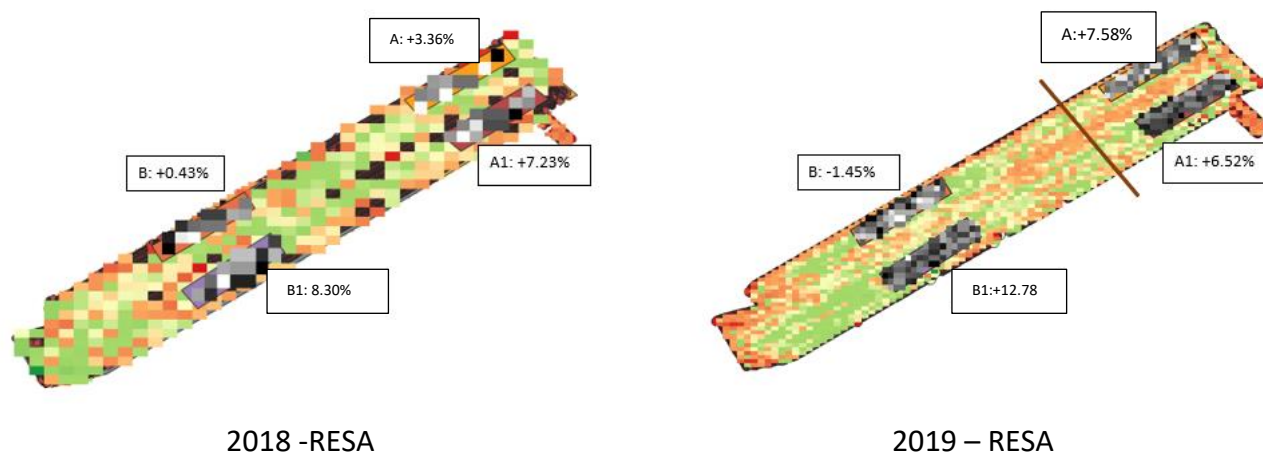


Fig. 2 – Mappe di produzione nei due anni di osservazione, con le indicazioni della variazione percentuale della resa dei parcelloni

L'osservazione dei valori percentuali di variazione di resa rispetto al valore medio dello stesso campo mostrano in fig. 3 come il loro aumento non sia attribuibile unicamente al fattore nutrizionale, bensì anche dall'aspetto della costituzione del terreno, rilevata attraverso il suddetto metodo ARP. Questo indica come la caratteristica costituzionale del terreno che lo mantiene più o meno umido, incida anch'esso nella determinazione della resa e costituisce elemento fondamentale per la scelta della distribuzione di input nutrizionali alla coltura.

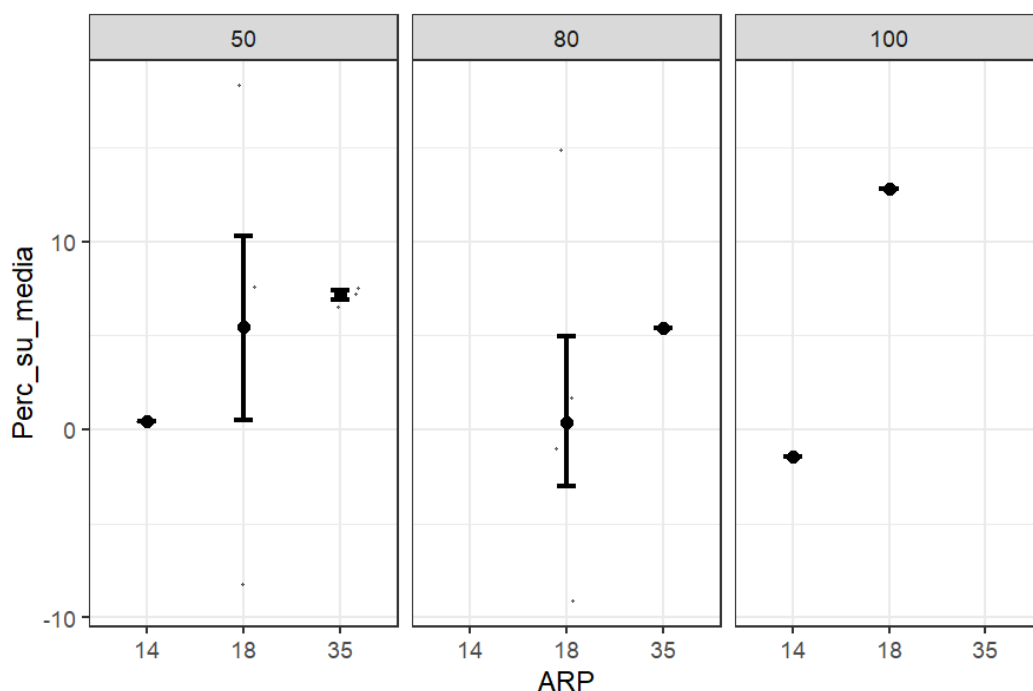


Fig. 3 – Distribuzione dei valori nelle tre tesi di concimazione e nelle tre zone individuate differenti per conducibilità (ARP: 14=drenante; 18=medio; 35=poco drenante)

La figura 4 mostra come la concimazione abbia avuto un effetto statisticamente meno rilevante rispetto a quanto abbia influito la zona definita dalla mappatura ARP. Le tre tesi di concimazione, seppur nel valore complessivo siano crescenti, hanno mostrato valori di risposta di resa delle zone trattate, molto variabili, quindi i boxplot rappresentati sono ampi e non permettono la distinzione statistica di una tesi rispetto ad un'altra. Al contrario la figura 5 mostra le distribuzioni dei valori delle zone con ARP differenti. Si nota che le zone più siccitose e le zone più umide hanno fatto rilevare valori tra loro differenti e con variabilità molto basse.

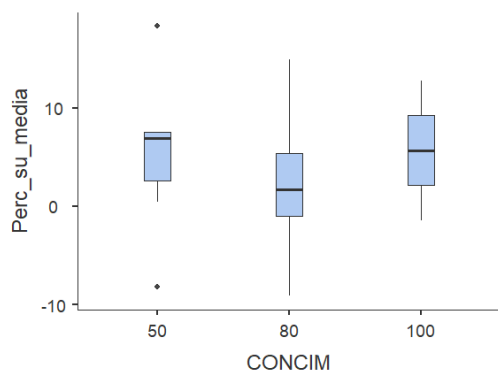


Fig. 4 – Variazione percentuale di resa nelle tre tesi sottoposte a concimazione organica differente

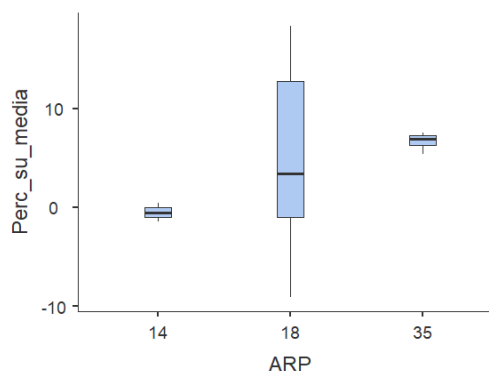


Fig. 5 - Variazione percentuale di resa nelle tre zone con caratteristiche del suolo differenti

La figura 6 mostra il risultato dell'elaborazione statistica basata sull'analisi multivariata delle componenti principali (PCA). Questo tipo di analisi statistica spiega, attraverso un grafico, l'influenza delle variabili osservate sulla vicinanza reciproca ed il posizionamento delle zone individuate nel campo, sul piano. In questo caso sono stati considerati gli effetti della nutrizione,

delle caratteristiche del terreno (ARP), della resa e dell'indice NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*) ottenuto dall'elaborazione statistica condotta con l'uso del software R sui dati rilevati nel mese di maggio e di giugno 2019.

Si osserva che mentre la resa è correlata con gli indici NDVI e quindi questi possono essere precursori della resa, la nutrizione e le caratteristiche del terreno hanno direzioni opposte e non correlate. Questo determina che nella parte superiore del grafico si siano localizzati principalmente le zone con la concimazione maggiore, nella parte inferiore sinistra quelle meno concimate e con minore resa. Nella parte inferiore destra si trovano le parti con una concimazione media e una buona resa. Ma in tutte le zone del grafico si osserva come il corrispondente sub-plot più umido di terreno abbia avuto sempre una maggiore resa. Anche questo tipo di analisi quindi conferma quanto sia importante collegare la pianificazione delle pratiche agricole con la conoscenza della variabilità del terreno e la predisposizione di mappe di prescrizione basate sull'individuazione di aree omogenee dall'analisi di diverse fonti informative.

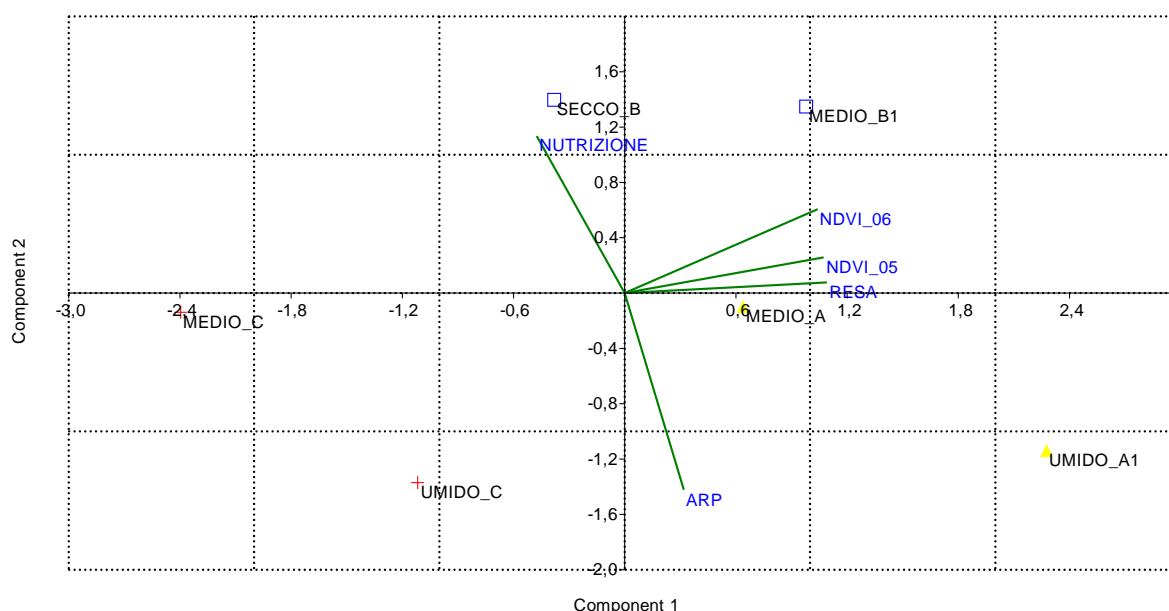


Fig. 6 – Grafico della distribuzione dei punti in base ai fattori osservati: Conducibilità (ARP), Nutrizione, Ndi, Resa

Queste sperimentazioni, seppur molto limitate nel tempo, necessitando quindi di ulteriori conferme o approfondimenti in anni successivi, suggeriscono comunque l'importanza della valutazione delle caratteristiche del terreno, prima della determinazione delle scelte sulle operazioni agricole da condurre. La lavorazione del terreno, la scelta varietale, la profondità di semina, la concimazione, influenzano certamente la resa del frumento, come di qualsiasi coltura. La scelta su come condurre queste operazioni, nella consapevolezza della variabilità delle caratteristiche del suolo, con la predisposizione di mappe di variabilità basate su diversi livelli informativi, permetterebbe una migliore efficacia delle stesse e un minor impatto ambientale ed economico, potendo per esempio nel caso della concimazione con materiale organico, ridurre l'apporto di questi input solo in zone circoscritte con una notevole riduzione dei consumi energetici e un miglior vantaggio per la coltura ricadente in zone più svantaggiate.

Le attività svolte nel primo semestre del 2020 sono state rivolte alla raccolta delle mappe satellitari dei campi osservati a Foggia per continuare a monitorare, ad elevata frequenza, gli indici dell'attività fotosintetica delle colture seminate sugli stessi campi (figura 7), attraverso le elaborazioni degli indici spettrali (NDVI, NDRE, MCARI2, ed altri) dalle bande fornite dall'ESA (European Space Agency).



*Fig. 7 – Mappa dell'indice NDVI elaborata dalle bande spettrali fornite dall'ESA (European Space Agency)*

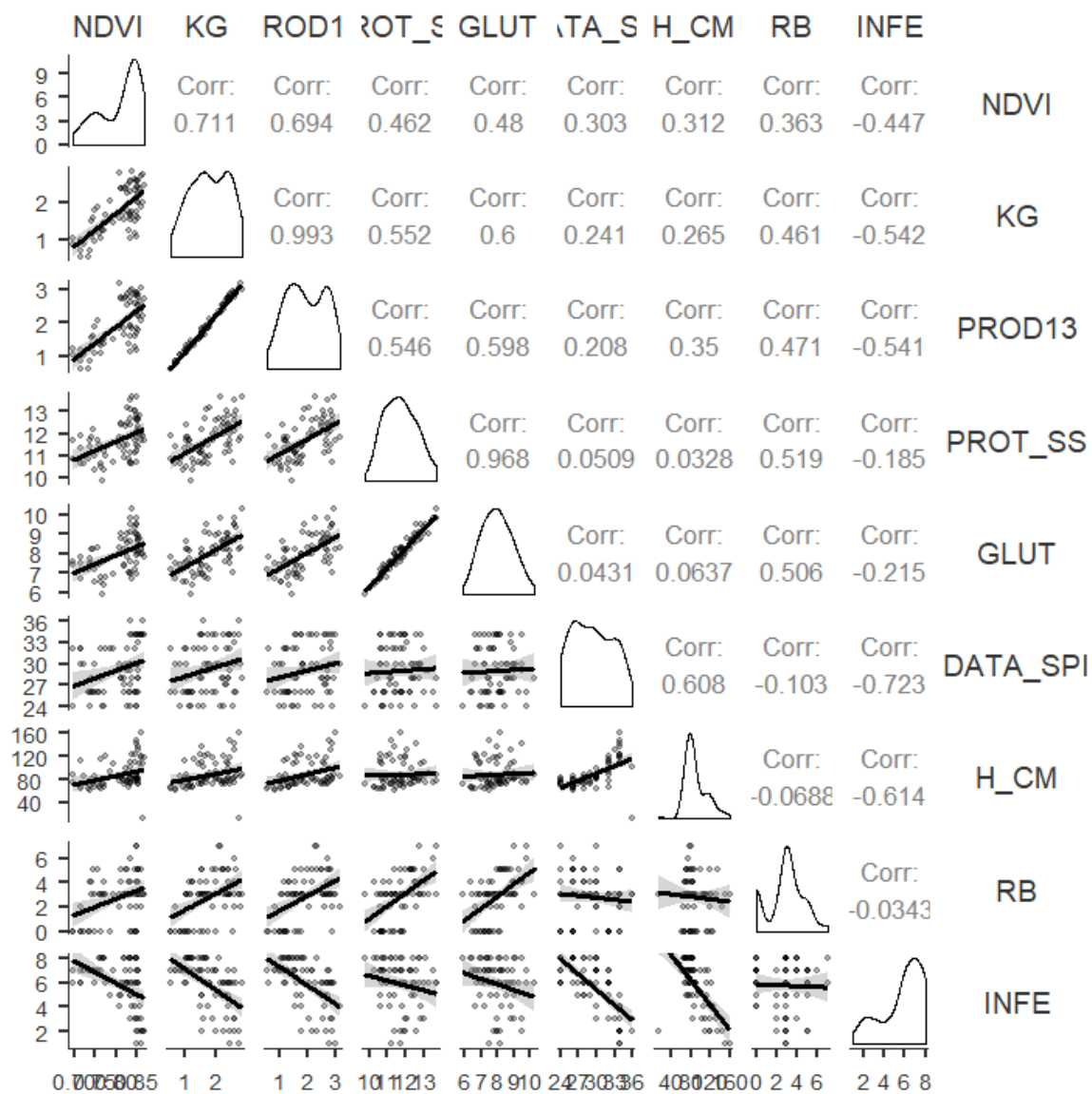
### **1.1.2 Attività svolte in collaborazione col CREA-CI di Acireale (CT)**

Per quanto riguarda la collaborazione col CREA-CI di Acireale, sono stati raccolti i dati parcellari dei genotipi di frumento osservati nell'ambito di questo progetto per uno studio circa la corrispondenza con i valori dell'indice spettrale NDVI ottenuto dal drone durante i voli del 2019.

La matrice delle correlazioni tra NDVI e produzione parcellare ed altri parametri osservati, riportata nella tabella 1, mostra come l'indice spettrale ottenuto nel mese di maggio abbia mostrato una correlazione maggiore del 70% con la produzione delle parcelle con elevata significatività statistica ( $p\text{-value} < 0.05$ ) e maggiore del 40% per il contenuto proteico e di glutine, sempre con elevata significatività statistica. Si nota inoltre la correlazione negativa tra indice NDVI e insorgenza di ruggine (RB) e presenza di erbe infestanti (INFE).

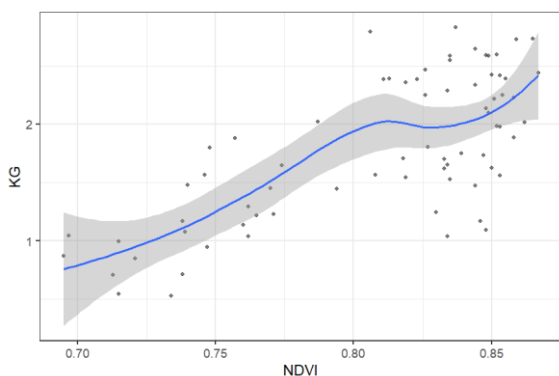


Tab. 1 – Matrice delle correlazioni tra i fattori che hanno mostrato maggiore significatività statistica

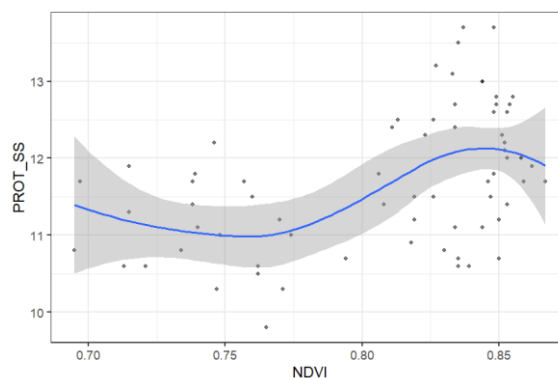


Le figure 8 e 9 mostrano la linea di regressione con l'intervallo di fiducia relativa alla possibile regressione della produzione e del contenuto proteico rispetto all'indice NDVI.





*Fig. 8 – Regressione tra indice NDVI e produzione parcellare (Kg)*



*Fig. 9 – Regressione tra indice NDVI e contenuto proteico (%s.s.)*

L'attività nel primo semestre del 2020 è stata dedicata prevalentemente alla ricerca e collezione delle mappe satellitari, con i vari indici spettrali, al lavoro di selezione delle stesse per lo scarto di quelle affette da alterazioni da presenze nuvolose. Tali mappe satellitari, sempre ad elevata frequenza, pu r non permettendo l'applicazione diretta al pari di quelle ottenute con drone, a causa della minore risoluzione, sono comunque preziose consentendo il monitoraggio dei campi confinanti, al fine di osservare l'andamento dell'attività fotosintetica delle colture seminate per osservarne la variazione degli indici nelle fasi fenologiche.