



RAFFORZAMENTO DEI SISTEMI PRODUTTIVI DEL GRANO DURO BIOLOGICO ITALIANO

Risultati finali del progetto BIODURUM

a cura di Massimo **Palumbo**, Fabiola **Sciacca**, Nino **Virzì**

 **BioDurum**

mipaaf
ministero delle politiche
agricole alimentari e forestali

 **crea**
Consiglio per la ricerca in agricoltura
e l'analisi dell'economia agraria

Rafforzamento dei sistemi produttivi del grano duro biologico italiano

Risultati finali del progetto BIODURUM

a cura di Massimo **Palumbo**, Fabiola **Sciacca**, Nino **Virzi**



Il presente documento è stato prodotto nell'ambito dell'attività del progetto BioDURUM - "Rafforzamento dei sistemi produttivi del grano duro biologico italiano", finanziato dal Ministero delle Politiche Agricole, Alimentari e Forestali (MIPAAF), nell'ambito della Convenzione stipulata in data 20/12/2016 tra il MIPAAF ed il CREA - Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria, approvata con DM 95785 del 22/12/2016.

Coordinatore del progetto BioDURUM:

MASSIMO PALUMBO - *CREA, Cerealicoltura e Colture Industriali, Acireale (CT)*

Autori:

MASSIMO PALUMBO, FABIOLA SCIACCA, NINO VIRZÌ - *CREA, Cerealicoltura e Colture Industriali, Acireale (CT)* | PASQUALE DE VITA, IVANO PECORELLA - *CREA, Cerealicoltura e Colture Industriali, Foggia* | GIOVANNI DARA GUCCIONE - *CREA, Politiche e Bioeconomia, Palermo* | PASQUALE NINO - *CREA, Politiche e Bio-economia, Perugia* | CARLO BISAGLIA, MASSIMO BRAMBILLA, ELIO ROMANO - *CREA, Ingegneria e Trasformazioni agroalimentari, Treviglio (BG)* | STEFANO CANALI, ILEANA IOCOLA - *CREA, Agricoltura e Ambiente, Roma* | LUCA COLOMBO, VINCENZO RITUNNANO - *FIRAB, Fondazione Italiana per la Ricerca in Agricoltura Biologica e Biodinamica, Roma*

I contributi sono stati redatti da:

Presentazione: ROBERTA CAFIERO

Prefazione: NICOLA PECCHIONI

Capitolo 1: MASSIMO PALUMBO

Capitolo 2: GIOVANNI DARA GUCCIONE

Capitolo 3: NINO VIRZÌ, MASSIMO PALUMBO, ELIO ROMANO, FABIOLA SCIACCA, PASQUALE DE VITA

Capitolo 4: ELIO ROMANO, MASSIMO BRAMBILLA, CARLO BISAGLIA

Capitolo 5: PASQUALE DE VITA, IVANO PECORELLA, MASSIMO PALUMBO, FABIOLA SCIACCA, NINO VIRZÌ

Capitolo 6: LUCA COLOMBO

Capitolo 7: ILEANA IOCOLA, LUCA COLOMBO, GIOVANNI DARA GUCCIONE, PASQUALE DE VITA,

MASSIMO PALUMBO, FABIOLA SCIACCA, NINO VIRZÌ, VINCENZO RITUNNANO,

STEFANO CANALI

Capitolo 8: PASQUALE NINO

Grafica e impaginazione: FABIO LAPIANA

ISBN: 9788833850948

Indice

- 5 **Presentazione**
- 9 **Prefazione**
- 11 **Capitolo 1** | Il progetto BIODURUM per il rafforzamento dei sistemi produttivi del grano duro biologico
- 25 **Capitolo 2** | Grano duro biologico: il contesto produttivo e il mercato
- 31 **Capitolo 3** | Sviluppo e implementazione di percorsi agronomici innovativi per una cerealicoltura biologica sostenibile
- 47 **Capitolo 4** | Agricoltura digitale: metodologie operative agro-ecologiche e innovazioni
- 57 **Capitolo 5** | Innovazioni varietali, breeding e individuazione di varietà e popolazioni idonee ai sistemi colturali biologici
- 69 **Capitolo 6** | Il coinvolgimento degli attori nella ricerca e nell'innovazione partecipata
- 79 **Capitolo 7** | Lo strumento BioDurum_MCA per la valutazione della sostenibilità delle aziende cerealicole biologiche
- 97 **Capitolo 8** | Analisi degli aspetti economici delle aziende biologiche nelle regioni meridionali e possibili implicazioni della riforma PAC sul settore biologico

Presentazione

La pubblicazione di questo quaderno dedicato al progetto BIODURUM avviene in un momento particolarmente difficile nella vita del nostro Paese, dell'Europa e del mondo intero. La grave pandemia che ha colpito e sconvolto le nostre vite segnala l'ormai indifferibile necessità di un forte cambiamento di rotta nel nostro modo di produrre il cibo e sviluppare la nostra agricoltura. L'Unione europea per prima ha voluto indicarci la via per un cambiamento radicale dinanzi alle sempre più incombenti e gravi problematiche ambientali, a partire dal cambiamento climatico, attraverso la nuova strategia per la biodiversità, il *Green Deal* e la strategia *Farm to fork*, quest'ultima specificamente volta a migliorare la sostenibilità del settore agricolo.

L'obiettivo per tutti, in Europa, non è solo ridurre, come chiede la strategia, del 50% l'utilizzo dei fitofarmaci di sintesi e degli antibiotici, e del 20% l'uso dei fertilizzanti chimici, ma è soprattutto far crescere la vera ed unica agricoltura realmente sostenibile, l'agricoltura biologica, in modo che possa raggiungere, e magari anche superare, l'estensione del 25% delle superfici agricole europee entro l'anno 2030. Un "percorso green" sul cammino per raggiungere, entro il 2050, la neutralità climatica nel nostro continente, una sfida ambiziosa che vede l'agricoltura biologica sempre più protagonista.

Se l'obiettivo è creare sistemi alimentari sempre più sostenibili, rispettando l'ambiente e il benessere delle persone, il progetto *BIODURUM*, finanziato dall'ufficio PQAI1 - Agricoltura Biologica del MIPAAF, ha raggiunto perfettamente il suo scopo, essendosi posto come traguardo l'individuazione e la messa in opera di percorsi agronomici innovativi in grado di tutelare la sostenibilità ambientale, economica e sociale dei sistemi produttivi di grano duro biologico.

La produzione di cereali nel nostro Paese si colloca alla base di filiere di estrema rilevanza per il "made in Italy", a partire dalla filiera della pasta, una nostra eccellenza.

za internazionalmente riconosciuta. La filiera del frumento duro può considerarsi una filiera specialmente strategica per l'agroalimentare italiano, anche se caratterizzata spesso da limitata redditività e da problematiche di ordine competitivo, strutturale e organizzativo.

La produzione biologica rappresenta oggi un'opportunità e un valore aggiunto sempre più interessante per l'agricoltore, garantendo la qualità dei prodotti, la tutela dell'ambiente e la gestione sostenibile delle risorse, e venendo nel contempo incontro anche alle mutate esigenze dei consumatori, per i quali la pasta biologica, prodotta proprio con le migliori qualità di grano duro, vola alta nel ranking delle scelte.

Il progetto *BIODURUM* si inquadra perfettamente nelle priorità individuate dal "Piano strategico nazionale per lo sviluppo del sistema biologico" conclusosi a fine 2020: un progetto ben articolato, che ha toccato il settore del frumento duro biologico sotto diversi aspetti, prevedendo attività di ricerca e sperimentazione sia in campi sperimentali che nei terreni messi a disposizione dalle aziende agricole partner del progetto. Gli aspetti trattati si sono inseriti in modo calzante nella cornice eterogenea di tematiche che l'agricoltore, quale imprenditore, si trova ad affrontare quotidianamente. Il progetto *BIODURUM* è stato volto ad individuare percorsi agronomici innovativi, con particolare riferimento all'avvicendamento colturale in chiave agro-ecologica, nel rispetto della sostenibilità ambientale ed economica e prevedendo l'introduzione nelle aziende agricole di nuove tecniche individuate nell'ambito dello stesso progetto.

Sono da considerarsi di notevole valenza, in ambito progettuale, la ricerca e l'introduzione di innovazioni di tipo meccanico, con ricorso anche a tecniche e tecnologie proprie dell'agricoltura di precisione nonché il recupero, lo sviluppo e la valorizzazione del patrimonio genetico del frumento duro, con l'individuazione delle varietà più idonee alla coltivazione secondo il metodo biologico.

Di particolare importanza è stato anche il coinvolgimento e la partecipazione attiva di aziende agricole e *stakeholders* con scambi di conoscenze ed esperienze tra i portatori di interesse, nonché la condivisione di innovazioni e criticità: in tal modo l'agricoltore è divenuto realmente parte integrante della ricerca, poiché riveste il ruolo di protagonista per far fronte alle continue sfide che gli operatori biologici sono chiamati quotidianamente ad affrontare.

Desidero infine ricordare che il MiPAAF contribuisce a rendere accessibili e consultabili gli output progettuali con la pubblicazione costante delle relazioni

tecnico-scientifiche dei progetti finanziati e di ogni materiale divulgativo utile, ivi incluso il materiale prodotto da *BIODURUM*, nella sezione “Ricerca e Sperimentazione” del Sistema d’Informazione Nazionale sull’Agricoltura Biologica - SINAB (www.sinab.it).

Dott.ssa **ROBERTA CAFIERO**

*Dirigente MiPAAF-PQA11,
Agricoltura Biologica e Sistemi di qualità
alimentare nazionale e affari generali*

Prefazione

L'opera "Rafforzamento dei sistemi produttivi del grano duro biologico italiano" è una presentazione testuale dei risultati del progetto BIODURUM, finanziato dall'ufficio PQAI1 - Agricoltura Biologica del MIPAAF. È suddiviso in capitoli che ricalcano la suddivisione in "Workpackage" di attività scientifiche del progetto, e riporta in maniera estesa ed elegante quanto nel corso del progetto si è studiato, agito, analizzato, elaborato e discusso tra i partner.

È solo sul finire di un progetto di ricerca che si può compiere una verifica complessiva del lavoro svolto, e, al di là della doverosa rendicontazione del finanziamento speso, rendersi conto di quanto si sia costruito in termini di conoscenze ed esperienza accumulate, come nel caso di BIODURUM. Ed è in tale momento che si avverte una forte esigenza di comunicare i risultati raggiunti e le *lessons learnt*.

Tra i molti modi possibili di comunicare i risultati delle attività di ricerca, un libro è una via meno semplice e meno immediata rispetto a documentari, cortometraggi, podcast, presentazioni animate, molto diversa da forum e blog di discussione permanente, o da pagine social dove l'interazione in tempo reale con i portatori di interesse o semplici curiosi è un fatto quotidiano.

Un libro è fatto per restare, oggi sempre di più in memorie e cloud, sempre meno in librerie di uffici o studi personali, ma pur sempre per restare. Quale punto fermo che demarca la conclusione di un percorso progettuale, il libro di BIODURUM fornisce gli spunti per future iniziative di ricerca, o anche per progetti personali di specialisti del settore e imprenditori. Sicuramente il processo di costruzione di tale punto fermo, e conclusivo, del percorso ha richiesto uno sforzo non irrilevante agli autori dei capitoli che lo compongono, per elaborare la sintesi degli anni di attività e riportarla sia in grafici tabelle ed immagini, che in paragrafi dedicati ai diversi risultati di progetto.

È uno sforzo del quale però ci pare sia valsa la pena, a giudicare dal contenuto ric-

co e diversificato del testo, che ci porta dalla iniziale analisi di contesto alle soluzioni verificate “sul campo” e “in azienda”, di sviluppo di sistemi colturali bio diversificati per superare la monosuccessione di grano duro che bene non fa alla fertilità dei suoli, soprattutto in aree collinari ed esposte all'erosione; di metodologie operative agro-ecologiche ed innovazioni di gestione della coltura con strumenti digitali più che semplicemente meccaniche. Al centro un importante capitolo, che ci ricorda come nella storia del progresso in agricoltura l'“antico” di oggi sia stato una grande innovazione nel passato, e di come sia fondamentale anche per il Bio non trascurare un continuo progresso genetico per rispondere, con una bilanciata composizione di geni che sottendono a caratteri visibili, alle sfide di sostenibilità ed efficienza di uso delle risorse che attendono il grano duro nel nostro paese. Il progetto ha dedicato un capitolo, ora inserito nel libro, alla ricerca partecipata, che dovrebbe avere non solo il pregio di portare i ricercatori a condividere e scambiarsi idee e proposte con gli attori aziendali e della filiera, ma anche quello di consentire un travaso delle innovazioni già disponibili a tutto il mondo produttivo attraverso l'amplificazione generata dai soggetti che partecipano alle attività di ricerca. Partecipazione alla ricerca che ha anche consentito di contribuire allo sviluppo del sistema di supporto alle decisioni *Biodurum MCA*, al quale è dedicato un altro capitolo, per la valutazione della sostenibilità economica ed ambientale delle aziende specializzate in grano duro Bio in areali meridionali. In ultimo il libro ci offre una analisi economica, a scala regionale, della profittabilità della coltivazione del grano duro biologico rispetto alla coltivazione in convenzionale.

L'auspicio che da direttore di un Centro di ricerca pubblica in agricoltura mi sento di fare è rivolto al lettore dell'opera, che spero usi queste pagine come strumento e punto di inizio per porsi ulteriori domande e curiosità, e porti il settore del Bio verso lo sviluppo di ulteriori innovazioni, trovando soddisfazione in una agricoltura sempre più circolare e vicina agli ecosistemi, e svincolata da qualsiasi tentazione di ritorno al passato.

Prof. **NICOLA PECCHIONI**

Direttore CREA

Centro di ricerca Cerealicoltura e Colture Industriali

Il progetto BIODURUM per il rafforzamento dei sistemi produttivi del grano duro biologico

Il progetto BioDurum - “Rafforzamento dei sistemi produttivi del grano duro biologico italiano”, finanziato dal Ministero delle Politiche Agricole, Alimentari e Forestali, ha preso le mosse alla fine del 2016, con il coinvolgimento di soggetti e di competenze diverse, per contribuire ad affrontare le priorità individuate dal “Piano strategico nazionale per lo sviluppo del sistema biologico” del 2016. Tale documento programmatico, infatti, prevede un “Piano per la ricerca e l’innovazione in agricoltura biologica” (Azione 10), nell’ambito del quale viene evidenziata la necessità di “sostenere azioni di ricerca che vedano il concorso attivo degli attori della ricerca scientifica, in particolare gli istituti vigilati dal MIPAAF, e le realtà socioeconomiche che operano nel comparto delle produzioni biologiche”. Tale azione, secondo il Piano, va realizzata “attraverso percorsi co-partecipati, multidisciplinari, caratterizzati da un approccio di sistema” al fine di garantire innovazione nei sistemi produttivi, incrementare la quota di valore aggiunto a vantaggio del settore primario e ridurre l’aleatorietà dei risultati economici aziendali.

Per quanto concerne il comparto cerealicolo, il Piano individua alcuni elementi di criticità e sottolinea che “particolare attenzione va dedicata alla cerealicoltura”. Da un punto di vista economico, “un elemento a cui prestare particolare attenzione è la crescente incidenza delle importazioni bio. Infatti, l’aumento duraturo della domanda interna, non assecondato da adeguati ritmi di crescita dell’offerta, può contribuire a spiegare gli incrementi, a ritmi molto sostenuti, delle importazioni di prodotto biologico dai paesi terzi”. In particolare, prosegue il documento, “dal confronto tra produzioni nazionali e importazioni emerge, tra i dati più significativi, una crisi a livello nazionale della produzione cerealicola biologica”. Ulteriori elementi di criticità individuati dal Piano strategico sono costituiti da “questioni di carattere logistico-organizzativo della filiera (difficoltà a reperire sementi e materiale vegetale adeguati al metodo di produzione biologico e mangimi biologici, carenze

infrastrutturali e logistiche, difficoltà di comunicazione lungo la filiera, che genera scarsa trasparenza e ostacoli a un accorciamento della stessa)”.

Fra le tematiche prioritarie di Ricerca & Innovazione in agricoltura biologica, il Piano strategico nazionale per lo sviluppo del sistema biologico indica al primo posto “il rafforzamento delle filiere di produzione vegetale ritenute strategiche”, e in primo luogo “delle produzioni cerealicole, per le quali si è assistito negli ultimi anni ad una perdita di competitività dopo l’ingresso dei nuovi Paesi nella UE”. In secondo luogo, il Piano evidenzia l’importanza del “miglioramento genetico delle specie frutticole, orticole e cerealicole per l’agricoltura biologica”. La terza priorità riguarda “lo studio di nuovi sistemi colturali per l’adattamento ai cambiamenti climatici”. In tale direzione sono auspiccate ricerche orientate a ideare, implementare e valutare - dal punto di vista tecnico, ambientale ed economico - nuovi sistemi colturali, fra cui quelli cerealicoli, in grado di adattarsi alle mutate condizioni ambientali e di assicurare redditi adeguati alle aziende del settore.

A partire da tali premesse, in data 20 dicembre 2016, è stata stipulata una Convenzione 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.

La convenzione comprende quattro progetti di ricerca concernenti altrettanti settori strategici per lo sviluppo dell’agricoltura biologica:

- “RETIBIO 2 - Attività di sostegno alle reti di ricerca e alle attività di carattere tecnico e normativo del MiPAAF nel settore dell’agricoltura biologica, coordinato dal CREA, ufficio Progetti;
- “BIOPAC - Innovazione e sostenibilità nella gestione dei frutteti Biologici: Pesco, Albicocco e Ciliegio”, coordinato dal CREA Agricoltura Frutticoltura e Olivicoltura;
- “TIPIBIO - Genotipi avicoli adatti all’allevamento biologico e filiere proteiche avicole biologiche, coordinato dal CREA Zootecnia e Acquacoltura;
- “BIODURUM - Rafforzamento dei sistemi produttivi del grano duro biologico italiano”, coordinato dal CREA Cerealicoltura e Colture Industriali.

Obiettivo generale del progetto BIODURUM è definire percorsi innovativi per i sistemi cerealicoli biologici, con particolare riferimento a quelli meridionali basati sul frumento duro. Le attività progettuali, pertanto, mirano a fornire risposte concrete agli operatori del settore, in modo particolare per quanto riguarda il raggiun-

gimento di un reddito adeguato per le aziende della filiera, la qualità dei prodotti, la tutela dell'ambiente e la gestione sostenibile delle risorse.

Il progetto BIODURUM è articolato in 7 Work Package (WP), come di seguito indicato.

- WP 1: Coordinamento (responsabile Massimo Palumbo, CREA, Acireale CT)
- WP 2: Sviluppo e implementazione di sistemi colturali diversificati (responsabile Nino Virzi, CREA, Acireale CT)
- WP 3: Metodologie operative agro-ecologiche e innovazioni meccaniche (responsabile Elio Romano, CREA, Treviglio BG)
- WP 4: Innovazioni varietali, breeding e individuazione di varietà e popolazioni idonee ai sistemi colturali bio (responsabile Pasquale De Vita, CREA, Foggia)
- WP 5: Attivazione di una rete di aziende pilota per la promozione della co-innovazione (responsabile Luca Colombo, FIRAB, Roma)
- WP 6: Valutazione della sostenibilità dei sistemi produttivi granoduricoli (responsabile Stefano Canali, CREA, Roma)
- WP7: Analisi socio-economica di sistemi colturali diversificati (responsabile Pasquale Nino, CREA, Roma)

Ciascun WP (o pacchetto di lavoro), a sua volta, è stato articolato in diverse task (o piste di lavoro), per un totale di 18 azioni di ricerca.

Alcune caratteristiche peculiari hanno contraddistinto Biodurum, rappresentando dei veri punti di forza di questo progetto di ricerca.

Innanzitutto, il coinvolgimento dei portatori di interesse del settore. Grazie ai rapporti consolidati, da tempo instaurati dal CREA sul territorio siciliano e pugliese, nonché al contributo di FIRAB, tutti gli attori della filiera cerealicola (ditte sementiere, aziende agricole, centri di stoccaggio, molini, pastifici e panifici, consumatori) sono stati coinvolti in tutte le fasi del progetto, dalla sua ideazione alla realizzazione delle attività di ricerca, fino alla disseminazione dei risultati. In tal senso, l'esperienza dei partner del progetto ha favorito quanto espresso dal 'Piano strategico nazionale per lo sviluppo del sistema biologico', che auspicava "il coinvolgimento delle imprese agricole nei progetti sperimentali, affinché vi sia un approccio integrato diretto a favorire la divulgazione dei risultati agli agricoltori".

Un secondo aspetto qualificante il progetto è rappresentato dalla multidisciplinarietà delle tematiche trattate e del partenariato. Esso è costituito da quattro diversi Centri di ricerca facenti parte del Consiglio per la Ricerca in Agricoltura e l'analisi dell'Economia Agraria (CREA) e da una fondazione specializzata nella ricerca ri-

guardante l'agricoltura biologica.

In particolare, i gruppi di ricerca, comprendenti ricercatori e tecnici, hanno costituito le seguenti Unità Operative (UO) impegnate nella realizzazione del progetto:

- 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, Treviglio (BG).

La compagine così costituita ha messo insieme ricercatori e tecnici con competenze ed *expertise* diversificate e complementari, quali l'agronomia e lo studio dei sistemi colturali, la genetica agraria e il *breeding*, l'economia e la politica agraria, l'agricoltura *smart* e digitale, lo studio e la valutazione della sostenibilità dei sistemi colturali. Ciò ha consentito, nel corso del progetto, di mettere in campo *know how* differenti ma sempre connessi, favorendo l'arricchimento delle esperienze di ciascuno dei partecipanti e una visione olistica delle questioni da affrontare. L'approccio multidisciplinare della ricerca ha permesso di considerare le relazioni esistenti fra i diversi aspetti della realtà agricola, risultate evidenti, non solo perché essi riguardano tutti i segmenti della filiera ma anche perché ogni aspetto (agronomico, genetico, ambientale, economico, sociale) non può prescindere dall'interazione con gli altri.

Un ulteriore punto di forza che ha caratterizzato il progetto Biodurum è stato l'approccio "laico" e privo di preconcetti o di posizioni ideologiche nello studio e nello sviluppo di tutte le tematiche della ricerca. Una seria e onesta attività di ricerca, pur se mossa da curiosità appassionata per la realtà, non ha già risposte precostituite e non "deve" dimostrare qualcosa di già saputo. D'altra parte, la bontà e la sostenibilità di un regime colturale non può essere un preconcetto né può essere stabilita per decreto.

Tale atteggiamento ha consentito ai ricercatori e agli attori coinvolti nel progetto di non disconoscere le tante criticità che si incontrano nel mondo del biologico. Infatti, come lo stesso 'Piano strategico nazionale per lo sviluppo del sistema biologico' ha evidenziato, "innumerevoli sono le problematiche che oggi l'agricoltura biologica e biodinamica si trovano a dover affrontare".

Le visite aziendali e le attività del progetto, così come illustrato nei capitoli successivi, hanno fatto emergere tanti progressi ma anche molteplici criticità dei sistemi colturali cerealicoli in regime biologico. Ad esempio, le sperimentazioni condotte “sul campo” (*on farm*, come si suole dire), seppur realizzate presso aziende biologiche di consolidata esperienza, hanno dovuto spesso fare i conti con situazioni in cui le piante infestanti hanno preso il sopravvento sulla coltura del frumento, riducendo le rese (e la qualità delle produzioni) ai minimi termini.

Un'altra questione spesso trascurata riguarda gli aspetti fitosanitari della coltura del frumento in regime biologico. La sostanziale assenza di trattamenti anticrittogamici provoca inevitabilmente un incremento delle infezioni di patogeni, che riducono le rese e possono penalizzare la qualità e la salubrità del prodotto. Diverse ricerche, come confermano numerosi agricoltori, hanno evidenziato che negli ultimi anni, in molte aree a tipica vocazione cerealicola, si assiste a un'ampia diffusione di malattie come la ruggine gialla e la ruggine nera e alla comparsa di nuovi ceppi di funghi patogeni, con infezioni particolarmente gravi.

Un altro punto critico, come rilevato in tanti contatti con gli operatori e i fruitori dell'universo bio, riguarda certamente l'efficienza del sistema dei controlli, fattore che risulta di fondamentale importanza per le conseguenze che può avere sul sentimento di fiducia dei consumatori nei confronti dei prodotti biologici.

Le tematiche affrontate nell'ambito di Biodurum sono, come già accennato, molto diversificate e sono state oggetto delle ricerche svolte dai gruppi di lavoro, che hanno interagito organicamente fra loro. In modo molto sintetico, gli argomenti affrontati dalle attività del progetto, che saranno trattati nei successivi capitoli di questo volume, possono essere così riassunti:

- Il contesto economico attuale della granicoltura in regime biologico e le prospettive future di mercato in Italia e all'estero.
- La definizione di percorsi agronomici innovativi, con particolare riferimento alla diversificazione colturale, in grado di tutelare sostenibilità ambientale, economica e sociale.
- La valutazione e l'applicazione di innovazioni di agricoltura digitale e di meccanica agraria, quali ad esempio gli strumenti di mappatura dei suoli.
- L'individuazione di vecchi e nuovi materiali genetici (varietà, *landraces* e miscugli) di frumento duro da destinare alla coltivazione secondo il metodo biologico.
- Il coinvolgimento degli attori nella ricerca partecipata e l'attivazione di una rete

di aziende pilota per la promozione delle innovazioni.

- La valutazione della sostenibilità agroambientale, economica e sociale dei sistemi produttivi cerealicoli e degli effetti delle innovazioni introdotte con la ricerca.
- L'analisi economica e la definizione di indicazioni utili per i decisori istituzionali riguardo le scelte di politica agraria, sulla base delle valutazioni di ordine economico, tecnico, sociale ed ambientale.

Nel periodo 2017-2020, le attività del gruppo che ha curato il coordinamento del progetto sono state orientate a favorire lo sviluppo e l'interazione delle attività progettuali.

Pertanto, con lo scopo di promuovere un network interattivo fra i partner del progetto e gli stakeholder del sistema produttivo imperniato sulla granicoltura in regime biologico, sono state organizzate, sostenute e promosse numerose occasioni di incontro fra i centri di ricerca, le aziende direttamente coinvolte e gli attori della filiera cerealicola in biologico. Inoltre, le attività svolte nell'ambito del progetto hanno consentito di produrre diverse comunicazioni in convegni e workshop nazionali e internazionali.

Non si può non ricordare che negli ultimi dieci mesi di attività anche il progetto Biodurum ha dovuto fare i conti con le drammatiche circostanze dovute alla pandemia da Covid-19. Le conseguenze dell'emergenza sanitaria hanno comportato, così come in tutti i settori della vita sociale ed economica, notevoli difficoltà a svolgere in presenza numerose attività previste, come visite aziendali, incontri, meeting. Nonostante tali impedimenti, i partner del progetto e tutti gli attori coinvolti sono riusciti, con dedizione e senso di responsabilità, a ultimare tutte le azioni del progetto e a conseguire considerevoli risultati.

Fra le attività della fase finale del progetto va menzionato il Convegno, tenutosi in modalità web il 26 novembre 2020, in cui sono stati presentati a un vasto pubblico i risultati finali del progetto Biodurum. D'altra parte, la modalità *online*, resasi necessaria per adeguarsi alle restrizioni dovute dalla pandemia da Covid-19, si è tramutata in una grande opportunità perché ha consentito una partecipazione molto ampia di portatori d'interesse provenienti da ogni parte d'Italia. Tutte le presentazioni illustrate nel corso del convegno sono reperibili sul sito del MiPAAF (SINAB) e del CREA.

Conclusioni

Il progetto Biodurum ha permesso di elaborare indicazioni specifiche e puntuali, per rendere più competitiva e sostenibile la cerealicoltura in regime biologico, soprattutto al Sud. E lo ha fatto condividendo e sviluppando iniziative e soluzioni con le aziende agricole biologiche e con tutti gli attori della filiera.

Le innovazioni più rilevanti - come quelle riguardanti le scelte varietali, le possibilità offerte dall'agricoltura digitale e gli strumenti per la valutazione della sostenibilità delle aziende bio - sono state presentate, oltre che nel presente volume anche nelle numerose pubblicazioni scientifiche prodotte e sui siti del SINAB, del CREA e di FIRAB, nei quali è possibile trovare maggiori dettagli sulle metodologie utilizzate e sui risultati ottenuti.

Tanto è stato fatto, anche grazie alla partecipazione delle imprese agricole e agro-alimentari, ma tanto resta ancora da fare. Pertanto, ci auguriamo che la ricerca possa andare avanti con nuovi progetti, ulteriori sperimentazioni e nuove collaborazioni fra enti di ricerca e portatori d'interesse.

Principali eventi realizzati nell'ambito del progetto BioDurum

Di seguito, vengono elencati i principali eventi che hanno riguardato le attività del progetto BIODURUM.

2017

- **13 marzo 2017, BioDurum kick-off meeting**, presso CREA Agricoltura e Ambiente (via della Navicella, 2 - Roma). La riunione ha consentito ai gruppi di ricerca che interagiscono in BioDurum di condividere le specifiche capacità e competenze e di approfondire con i rappresentanti dell'Ufficio Agricoltura Biologica del MiPAAF gli obiettivi del progetto e gli impatti attesi dell'attività di ricerca.
- **15 maggio 2017, Resuttano (CL): Meeting aziende bio e partner Biodurum in Sicilia**. Il 15 maggio 2017 si è tenuto presso l'azienda "Monaco di mezzo", un meeting ospitato da una delle aziende biologiche coinvolte nel progetto, a cui hanno partecipato il coordinatore del progetto, tecnici e ricercatori di FIRAB,

dell'AIAB, del CREA di Acireale, due aziende biologiche coinvolte nel progetto ed un'azienda sementiera.



Un momento di confronto fra ricercatori e stakeholder presso una delle aziende coinvolte nel progetto

- **10 luglio 2017: Skype conference**, confronto sulle tematiche e le attività del progetto con rappresentanti del CREA, MiPAAF, SINAB e Coldiretti.
- **22 settembre 2017: Meeting presso la sede FIRAB a Matera**, fra CREA, FIRAB e aziende dell'area apulo-lucana coinvolte nel progetto.
- **17 ottobre 2017: Skype conference di tutto il partenariato del progetto**. All'incontro hanno partecipato, oltre un rappresentante dell'ufficio Agricoltura Biologica del MiPAAF, i responsabili dei gruppi di ricerca coinvolti nel progetto.
- **31 ottobre 2017: Visita e meeting presso l'azienda agricola "San Giovannello"**, sita in agro di Villarosa (EN), con la partecipazione di ricercatori e tecnici del CREA-Politica e Bioeconomia, CREA-Cerealicoltura di Acireale, FIRAB, AIAB e diverse aziende cerealicole bio.
- **22-24 novembre 2017: partecipazione di diversi ricercatori del CREA all'11° Convegno nazionale della Associazione Italiana Scienza e Tecnologia dei Cereali (AISTEC)**, con presentazione di diversi contributi inerenti i temi del progetto.

2018

- **22 marzo 2018: Acireale (CT), Meeting multi-attoriale del progetto BioDurum** in areale siciliano, presso il CREA Cerealicoltura e Colture Industriali, sul tema “Sviluppo di uno strumento per la valutazione della sostenibilità”, con la partecipazione di diverse aziende agricole e di trasformazione oltre che dei ricercatori del CREA-AA, del CREA-CI e di FIRAB.



Momenti di lavoro del workshop multi-attoriale siciliano

- **27 marzo 2018: Cerignola (FG), Meeting multi-attoriale per lo sviluppo di uno strumento di valutazione della sostenibilità.** L'iniziativa si è svolta presso l'azienda pilota Bosco delle Rose in agro di Cerignola, con la partecipazione di una ventina tra produttori e operatori della filiera cerealicola pugliese.
- **4-5 maggio 2018: Matera, Meeting multi-attoriale** per lo sviluppo di uno strumento di valutazione della sostenibilità e sopralluogo presso tutte le aziende pilota dell'areale lucano.



Visita dei campi sperimentali del Crea in Sicilia.

- **10 maggio 2018: Libertinia (CT), visita guidata delle prove sperimentali realizzate dal CREA-Cerealicoltura e Colture Industriali di Acireale.** Alla giornata di campo hanno partecipato numerosi agricoltori, rappresentanti di aziende biologiche, operatori della filiera cerealicola, tecnici agricoli e ricercatori.
- **11 maggio 2018: Foggia, visita guidata delle prove sperimentali e Giornata divulgativa** organizzata dal CREA-Cerealicoltura e Colture industriali di Foggia, con larga partecipazione di tecnici, ricercatori, agricoltori ed operatori impegnati nel settore del grano duro biologico.
- **Marzo – giugno 2018 – Visite tecniche presso le aziende bio coinvolte nel progetto in Sicilia,** con la partecipazione dei tecnici di FIRAB e dei ricercatori del CREA-Cerealicoltura e Colture Industriali di Acireale: azienda Pottino (Monaco di Mezzo - CL); azienda San Giovannello di Carla La Placa, sita a Villarosa EN; azienda Terre di Ramursura di Chiara Alessandra, sita a Piazza Armeria EN.
- **22 maggio 2018: Focus group organizzato da ISMEA** con operatori e attori istituzionali presso il CREA di Foggia.
- **3 giugno 2018: visita ai campi Biodurum** nell'ambito dell'evento "Orizzonti di paesaggio", iniziativa pubblica dell'azienda Bosco delle rose.
- **4 giugno 2018: visita al campo Biodurum** in agro di Picciano Matera.
- **27-29 giugno 2018, Capri: 2nd International GRAB-IT workshop** "Organic farming and agroecology as a response to global challenges", occasione di incontro fra i ricercatori e di visibilità in un contesto internazionale di ricerca sull'agricoltura biologica, in cui sono state presentate, sotto forma di comunicazioni orali e poster, le attività realizzate nell'ambito di BioDurum.
- **8-12 luglio 2018, Wageningen (The Netherlands) - Meeting internazionale EurAgEng 2018.** I ricercatori del CREA-IT, Centro di ricerca Ingegneria e Trasformazioni agroalimentari di Treviglio, hanno partecipato, con la presentazione di due comunicazioni scientifiche derivanti dall'attività del progetto BioDurum, alla conferenza internazionale "New engineering concepts for a valued agriculture" presso l'università di Wageningen.
- **12-14 settembre 2018, Marsala (TP) - Società Italiana di Agronomia.** Due comunicazioni scientifiche derivanti dalle attività di ricerca realizzate nell'ambito del progetto Biodurum sono state presentate al XLVII Convegno Nazionale della Società Italiana di Agronomia (SIA 2018).
- **18-20 settembre 2018, Bologna. Meeting internazionale sul frumento duro: "From Seed to Pasta".** Nell'ambito del meeting internazionale sul grano duro, i

ricercatori del CREA di Acireale hanno presentato una comunicazione riguardante le caratteristiche qualitative delle popolazioni siciliane di grano duro, adottate nelle prove sperimentali del progetto e utilizzate in panificazione.

- **22-23 ottobre 2018, Acireale - BIODURUM MEETING presso il CREA – Centro di ricerca Cerealicoltura e Colture Industriali.** Il Meeting di ottobre 2018 ha favorito un ampio confronto fra i ricercatori coinvolti nel progetto e ha perseguito i seguenti obiettivi: i) fare il punto sulle attività svolte nei diversi WP; ii) evidenziare le criticità da affrontare; iii) assestare e definire con maggior dettaglio le attività future.
- **22-24 novembre 2018, Foggia - Incontro di lavoro fra i ricercatori e i tecnici del CREA – Centro di ricerca Cerealicoltura e Colture Industriali.** L'incontro, a cui hanno partecipato tutti i ricercatori e tecnici del CREA-CI coinvolti nelle attività del progetto Biodurum, ha consentito di analizzare insieme i risultati delle attività sperimentali già svolte e di concordare metodologie da attuare nelle attività da realizzare, sia in campo che in laboratorio.

2019

- **29 gennaio 2019, Acireale - 2° workshop multi-attoriale sulla sostenibilità.** Il secondo workshop multi-attoriale per il territorio siciliano si è tenuto presso il CREA – Centro di ricerca Cerealicoltura e Colture Industriali di Acireale e ha avuto come oggetto lo sviluppo di un software per la valutazione della sostenibilità dei sistemi produttivi cerealicoli meridionali.



Rilievi presso i campi sperimentali del CREA - Cerealicoltura e Colture industriali, in Sicilia.

- **15 febbraio 2019, Galdo di Lavello (PZ): 2° Workshop multi-attoriale sulla sostenibilità - Puglia e Basilicata.** Il secondo meeting è stato mirato a determinare, di concerto con gli attori coinvolti, i criteri di valutazione della performance del sistema culturale.
- **22 maggio 2019, Foggia: Giornata della Biodiversità presso il CREA-Cerealicoltura e Colture Industriali di Foggia.** Organizzata nell'ambito della settimana della Biodiversità della Regione Puglia dal titolo "Alla ricerca dei grani perduti", la giornata ha visto la partecipazione di oltre 40 persone, tra agricoltori, tecnici, ricercatori ed operatori del settore. I partecipanti hanno avuto modo di osservare le prove di campo del progetto Biodurum e le attività legate alla piattaforma SEMINBIO.



Visita dei campi sperimentali realizzati dal CREA-Cerealicoltura e Colture Industriali di Foggia

- **27 maggio 2019, Cerignola (FG): visita al campo di coltivazione biologica del miscuglio di grano duro "Biodurum".** Durante la visita presso l'azienda agricola "Bosco delle Rose" – a cui hanno partecipato ricercatori, docenti universitari e tecnici e produttori bio del territorio apulo-lucano – sono state effettuate osservazioni fenologiche e rilievi in campo, confronto tra ricercatori, tecnici e agricoltori sul miglioramento genetico partecipativo ed evolutivo.
- **28 maggio 2019, Aidone (EN): visita alle prove sperimentali di grano duro biologico** allestite dal CREA-Cerealicoltura e Colture Industriali di Acireale, presso un'azienda agricola certificata bio, in territorio di Aidone (EN). Sono state illustrate le principali linee di ricerca del progetto BIODURUM e presentati i materiali genetici a confronto in prove di valutazione condotte dal CREA: varietà commerciali, linee in fase di selezione, miscugli, popolazioni locali di "grani antichi".



Visita dei campi sperimentali realizzati dal CREA-Cerealicoltura e Colture Industriali di Acireale, presso l'azienda di Libertinia (CT)

- **26-28 settembre 2019, Heraklion, Creta (Grecia) - 2nd Agroecology Europe Forum.** I ricercatori del CREA-AA hanno partecipato al Forum, con 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”.
- **22-23 ottobre 2019: Foggia, Meeting di progetto BIODURUM.** Nel mese di ottobre 2019, si è svolto presso la sede del CREA Cerealicoltura e Colture Industriali di Foggia un Meeting di due giornate, che ha coinvolto tutti i partner del progetto.
- **Dicembre 2019: partecipazione a Health Grain Forum.** Nell’ambito di Health Grain Forum, il responsabile di FIRAB ha presentato una relazione in tema di agroecologia, durante la quale ha illustrato l’approccio adottato con il progetto Biodurum.

2020

Nel 2020, a causa dell'emergenza sanitaria causata dalla pandemia 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.

Ricercatori, tecnici e attori del progetto hanno proseguito le attività, compatibilmente con le disposizioni legate al contenimento del contagio, e hanno svolto diverse call conference in modalità *online*, per il coordinamento delle azioni progettuali.

- **26 novembre 2020: Convegno web conclusivo del progetto**, con la partecipazione del dirigente dell'Ufficio Agricoltura biologica del MiPAAF, durante il quale sono stati presentati a un vasto pubblico i risultati finali del progetto Biodurum.

Grano duro biologico: il contesto produttivo e il mercato

Il valore della produzione cerealicola (ai prezzi di base) è stato, nel 2016, di circa 4,2 miliardi di euro, cioè il 15,5% del valore totale delle coltivazioni agricole (27 miliardi di euro circa), mentre nel 2018 è stato pari a 3,8 miliardi di euro (13,1% delle coltivazioni agricole). Il grano duro rappresenta il 30% del valore della produzione cerealicola totale (1,2 miliardi di euro) e, nel nostro Paese, circa 200 mila aziende producono frumento duro (ISTAT, 2016).

La superficie coltivata a grano duro in Italia è pari a 1 milione e 270 mila ettari circa, nella quale è stata realizzata una produzione di circa 4 milioni di tonnellate (ISTAT, 2019). Le tre regioni principali, in termini di superficie sono nell'ordine Puglia, Sicilia e Basilicata che assieme rappresentano il 59% della superficie totale a frumento duro del nostro Paese e che, in termini quantitativi, rappresentano il 51,7% del prodotto raccolto in Italia (tabella 2.1).

Come illustrato nella tabella precedente, secondo i dati SINAB, nel 2019, la superficie biologica seminata a grano duro in Italia è pari a ettari 141.129, che raggiunge l'11,5% della superficie totale coltivata nello Stivale. Puglia, Sicilia e Basilicata rappresentano il 70,5% della superficie nazionale a grano duro biologico, confermando che la coltura ha radici profonde nel mezzogiorno e nell'isola maggiore, soprattutto per via delle favorevoli condizioni pedoclimatiche.

In Sicilia, dal 2016 al 2019, si registra un incremento del 16% della superficie biologica certificata, mentre Puglia e Basilicata registrano un leggero decremento pari, rispettivamente, allo 0,5 e al 2,3%.

L'incidenza della superficie biologica su quella complessiva è particolarmente elevata in Basilicata, dove raggiunge il 21,5%, mentre in Sicilia e Puglia è meno consistente, risultando pari, rispettivamente, al 12,6% e al 10,2%. In complesso, dal 2016 al 2019, l'incremento delle superfici coltivate a grano duro biologico, a livello nazionale, si attesta al 3% (Tabella 2.2).

Tab. 2.1 - Il grano duro in Italia, superfici e produzioni

Frumento duro in complesso	2018			2019		
	superficie totale ettari	prod. totale quintali	prod. raccolta quintali	superficie totale ettari	prod. totale quintali	prod. raccolta quintali
Italia	1.278.401	42.463.627	41.445.466	1.223.960	39.634.178	38.491.411
Basilicata	115.707	3.307.247	3.276.272	115.160	3.269.939	3.248.175
Sicilia	273.025	7.591.250	7.506.612	263.525	7.174.250	7.068.012
Puglia	345.500	9.901.000	9.482.500	345.000	9.983.500	9.592.645
Totale 3 regioni	734.232	20.799.497	20.265.384	723.685	20.427.689	19.908.832
% 3 regioni su Italia	57,43	48,98	48,90	59,13	51,54	51,72
Dati bio		% sul dato nazionale	Stima prod. tonnellate*		% sul dato nazionale	Stima prod. tonnellate*
Italia	132.519	10,37	394.906,23	141.129	11,53	420.564,60
Basilicata	23.666	20,45	70.525,64	24.833	21,56	74.002,48
Puglia	35.287	10,21	105.154,85	39.912	11,57	118.938,29
Sicilia	34.433	12,61	102.609,00	34.769	13,19	103.610,59
Totale 3 regioni	93.386		278.289	99.514	46,00	296.551
% 3 regioni su Italia	70,47			70,51		

* Le rese sono calcolate sulla base delle informazioni fornite dagli Organismi di certificazione e sono indicative della media produttiva a livello nazionale.

Fonte: nostre elaborazioni su dati ISTAT e SINAB.

Tab. 2.2 - Superfici a grano duro biologico in Italia, ettari

Regione	2016	2017	2018	2019	Incremento % 2019/2016
Abruzzo	1.578	1.333	1.420	1.805	14
Basilicata	25.347	22.822	23.666	24.833	-2
Calabria	5.715	5.222	4.666	4.013	-30
Campania	3.500	3.111	4.760	3.756	7
Emilia-Romagna	4.888	3.377	4.406	4.717	-4
Friuli-Venezia Giulia	44	41	52	3	-93
Lazio	5.561	4.571	5.465	5.855	5
Liguria	2	3	3	36	2047
Lombardia	231	204	300	317	38
Marche	6.763	6.009	7.187	8.518	26
Molise	1.575	1.096	1.384	1.589	1
P.A. Bolzano	7	7	8	-	-100
P.A. Trento	0	0	0	3	757
Piemonte	215	183	265	329	53
Puglia	40.118	33.847	35.287	39.912	-1
Sardegna	1.063	876	741	868	-18
Sicilia	29.891	37.543	34.433	34.769	16
Toscana	8.933	6.773	7.444	7.977	-11
Umbria	1.153	596	751	784	-32
Valle d'Aosta	3	0	0	2	-42
Veneto	736	325	282	1.045	42
ITALIA	137.321	127.939	132.519	141.129	3

Fonte: nostre elaborazioni su dati SINAB.

Nel 2017, gli operatori cerealicoli biologici in Italia, secondo uno studio specifico sul comparto condotto dal SINAB e pubblicato nel 2019, ragguagliano le 22.416 unità. Di queste, 20.375 sono produttori esclusivi, con una media di 15 ettari per operatore, 764 sono produttori/preparatori (appena il 3,75 del totale degli operatori che opera anche in un segmento a valle della produzione) e 1.277 sono preparatori esclusivi (Tabella 2.3).

Gli stessi dati, se riportati a livello delle prime 4 regioni per numero di operatori cerealicoli, denotano che Puglia e Basilicata si collocano oltre la media nazionale di 15 ettari per operatore, attestandosi, rispettivamente, a 21,3 e a 22 ettari per azienda. Le 4 regioni rappresentano il 53% degli operatori cerealicoli del paese e il 56% dei produttori esclusivi.

Il dato scende al 25% del rispettivo nazionale se ci riferiamo ai produttori – preparatori (187) o ai preparatori esclusivi (318). Ciò denota la cronica difficoltà delle aziende del mezzogiorno a chiudere la filiera. Infatti, il più delle volte, il compito di trasformare la materia prima viene demandato agli operatori delle regioni del nord Italia.

Tab. 2.3 - Produttori e Preparatori nella filiera cerealicola biologica in Italia e nelle prime 4 regioni per numero di operatori, 2017

Cereali biologici	Superficie totale	Operatori	Produttori esclusivi	Ettari/Azienda	Produttori-Preparatori	Produttori preparatori/Produttori esclusivi	Preparatori esclusivi	Aziende/Preparatori
	Ettari							
Italia	305.871	22.416	20.375	15	764	3,75	1.277	16
Basilicata	34.175	1.594	1.556	22	8	0,51	30	52
Calabria	16.908	3.403	3.353	5	34	1,01	16	210
Puglia	52.659	2.709	2.476	21,3	78	3,15	155	16
Sicilia	57.881	4.122	3.938	14,7	67	1,70	117	34
Totale 4 regioni	161.623	11.828	11.323	14,3	187	1,65	318	36
% prime 4 regioni su totale Italia	53	53	56		24		25	

Fonte: SINAB, *I cereali biologici quaderno tematico 1*.

Tab. 2.4 - Importazione di grano duro biologico in Italia

	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Turchia	24.486,76	46.129,68	-	6.016,98	13.000,00	26.242,50
Canada	259,66	563,20	427,06	624,90	43,40	297,90
Emirati Arabi Uniti						2.999,60
	24.746,42	46.692,88	427,06	6.641,88	13.043,40	29.540,00

Fonte: SINAB, *Bio in cifre, vari anni*.

Da una nostra stima, effettuata sulla base delle superfici certificate e delle rese medie produttive, su base nazionale, in Italia si produrrebbero circa 400 mila tonnellate di grano duro biologico. Il quantitativo corrisponderebbe al 10% della produzione nazionale di frumento duro.

Nel 2019 sono state importate 29.500 tonnellate di grano duro provenienti per la maggiore parte dalla Turchia (26.200 t). Il volume di prodotto importati dal paese mediorientale è cresciuto notevolmente negli ultimi due anni. In particolare, si è registrato un incremento pari al 100% circa rispetto al 2018 e addirittura del 335% con riferimento al 2017.

Si deve risalire al 2015 per trovare un dato più elevato riferito all'importazione di grano duro biologico; il ricorso all'acquisto di materia prima dall'estero è probabilmente legato alla pessima annata verificatasi nelle regioni tradizionalmente produttrici che ha determinato una riduzione dell'offerta di prodotto biologico italiano.

Un recente sondaggio dell'Associazione italiana dei mulini e dei pastifici (ITALMOPA, 2020), incentrato sulle nuove tendenze di consumo del pane in Italia, ha dimostrato che il mercato dei derivati di cereali biologici è in “buona salute”¹. La dimensione del mercato è molto interessante, dato che l'84% degli italiani consuma abitualmente pane. Inoltre, secondo questo sondaggio, il consumo di pane è destinato ad aumentare secondo orientamenti specifici: il 24% degli intervistati preferiscono il pane biologico, 19% il pane da farine di “grano antico”, il 18% il pane da farine macinate a pietra e il 14% il pane ottenuto da farine di soli grani nazionali/regionali.

I dati del report *Bio in cifre* denotano una crescita continua dei consumi (+2,3% nel primo semestre 2019), dopo il +1,4% nel 2018, in particolare per il comparto dei cereali per la prima colazione, ma anche per i sostituiti del pane e la pasta.

Da un'indagine, svolta da FIRAB (2020) nell'ambito del progetto CONSEMI (Consolidamento di filiere cerealicole innovative basate su SEMI adattati ai sistemi agro-ecologici) finanziato dalla misura 16 del PSR Veneto 2014-2020, emergono alcuni risultati interessanti. In particolare, successivamente all'emergenza Covid19, è stato evidenziato come il pane e la pizza fatti in casa sono ritornati un'abitudine per molti italiani. La riscoperta di farine da varietà locali, in particolare biologiche, si deve, in parte alla diffusione attraverso i “social” di informazioni circa le caratteristiche di questi cereali, ma anche al fatto che tali produzioni garantiscono la valorizzazione

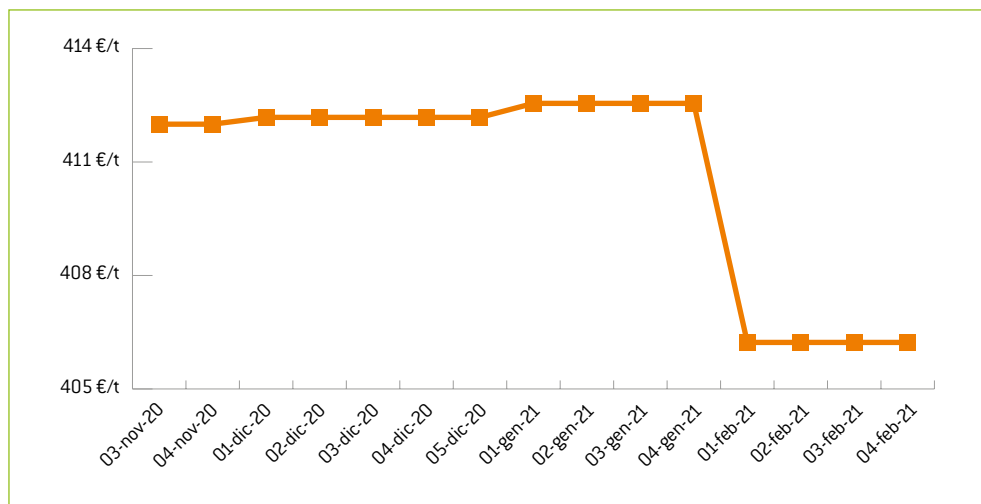
1. Report presentato nel corso della Conferenza “I nuovi trend di consumo del pane in Italia. I drivers che orientano la scelta del consumatore” tenutasi a Rimini nel gennaio 2020.

della biodiversità (ad esempio la vendita di prodotti riportanti il nome della varietà da conservazione) e una maggiore capacità di adattamento ai cambiamenti climatici.

Secondo Drugova (2019) il mercato del grano biologico è collegato al mercato del grano convenzionale, poiché ci sono prove di relazioni dinamiche, a lungo e a breve termine, tra i prezzi del biologico e i *futures* convenzionali. I prezzi del grano biologico e convenzionale tendono a muoversi nella stessa direzione, suggerendo una potenziale relazione di lungo periodo tra le serie di prezzi. Ma la differenza tra i prezzi (cioè la *premium price* per il biologico) varia nel tempo. La natura di queste relazioni, infatti è cambiata negli anni, ma i *futures* convenzionali possono comunque essere utili per prevedere i prezzi del grano biologico nel breve periodo.

In Italia, attualmente il prezzo del grano duro biologico sulla piazza di Foggia (dato Ismea-Mercati a fine febbraio 2021) si attesta intorno ai 406 euro/tonnellata (Figura 2.1).

Fig. 2.1 - Prezzi medi settimanali del frumento duro biologico (anno-mese-settimana)



Fonte: ISMEA Mercati, 2021.

Contemporaneamente cresce, anche, il mercato dei grani “antichi” certificati che nella stragrande maggioranza dei casi sono coltivati col metodo biologico. In Sicilia, ad esempio, sono aumentate le superfici seminate, grazie anche al lavoro degli agricoltori, delle associazioni di agricoltori e del CREA DC (Difesa e Certificazione), dell’As-

sensorato regionale dell'agricoltura dello sviluppo rurale e della pesca mediterranea che, ciascuno per la propria parte, hanno contribuito alla produzione, certificazione e tracciabilità del seme. Secondo i dati (semine 2019) forniti dal CREA DC di Palermo, sono stati certificati circa 105 ettari (87 ettari di grano duro e 18 ettari di grano tenero). Le varietà da conservazione di grano duro certificate sono Bidi, Faricello, Gioia, Perciasacchi, Russello, Scavuzza, Scorsonera, Timilia Reste Bianche e Timilia Reste Nere.

Il prezzo dei grani locali dipende molto dalle varietà: il Perciasacchi biologico viene acquistato a 70 euro al quintale. Interessante, in prospettiva, il mercato dei miscugli di grani duri che vengono valorizzati intorno ai 70 euro al quintale oltre iva franco azienda (Dara Guccione, 2020).

Bibliografia

- Dara Guccione G., (2020), *Istat: in crescita del 2,3% le semine previste per la prossima annata 20/21*, Mensile Agrisicilia, anno XI n. 9, pag. 33-35, settembre, ISSN 2039-8212.
- Drugova T., (2019), *The Organic Wheat Market: Three Essays On Pricing, Consumer Segments, And The Importance Of Labels*, Utah State University, Logan, USA.
- ISMEA, (2021), *Prezzi frumento duro biologico*, available on line <http://www.ismeamercati.it/flex/cm/pages/ServeBLOB.php/L/IT/IDPagina/2763#MenuV>, (accessed on 8 March 2021).
- ISTAT, (2020), Available online: http://dati.istat.it/Index.aspx?DataSetCode=DCSP_COLTIVAZIONI, (accessed on 10 December 2020).
- ITALMOPA, (2020), available on http://www.italmopa.com/wp-content/uploads/2020/01/Conferenza-Italmopa-Sigep-2020_Comunicato-stampa.pdf, Accessed on 5 December 2020.
- Pietromarchi, A, (2020), *CONSEMI Indagine sulla Presenza di Omologhe Filiere in Veneto*, Fondazione Italiana per la Ricerca in Agricoltura Biologica e Biodinamica FIRAB Eds: Rome, Italy.
- SINAB, (2020), *Bio in Cifre*; Uffici SINAB c/o MiPAAF: Roma, 2020. Available online: www.sinab.it (accessed on 10 December 2020).
- SINAB, (2019), *I cereali biologici quaderno tematico 1*. Pubblicazione realizzata nell'ambito del progetto DIMECOBIO III – DM 92922 del 21/12/2017. Febbraio. Disponibile sul sito web: www.sinab.it

Sviluppo e implementazione di percorsi agronomici innovativi per una cerealicoltura biologica sostenibile

Premessa

Nelle aree non irrigue del sud Italia, la coltivazione di specie a ciclo autunno-vernino è una scelta obbligata per gran parte degli agricoltori. In questi ambienti, anche grazie alle agevolazioni introdotte dalla politica agricola comunitaria, la coltivazione in regime biologico del frumento duro si è progressivamente consolidata e, ad oggi, rappresenta una valida risorsa per la valorizzazione delle aree marginali del meridione.

L'incremento della domanda di prodotti biologici, le richieste sempre più esigenti di consumatori e trasformatori, la volatilità dei mercati, le indicazioni della politica agricola comunitaria, oltre che considerazioni di ordine ambientale, impongono costanti progressi del processo produttivo. Nello stesso tempo, l'esigenza di adattare produzioni e pratiche agricole all'evolversi del contesto nel quale operano gli agricoltori deve conciliarsi con i limiti imposti dalle condizioni ambientali delle aree di coltivazione meridionali, soprattutto alla luce degli effetti sempre più evidenti del cambiamento climatico.

Il progetto Biodurum, in considerazione delle priorità individuate nel "Piano strategico nazionale per lo sviluppo del sistema biologico", ha dedicato specifiche attività sperimentali e dimostrative alla valutazione di percorsi agronomici innovativi rivolti alla durogranicoltura biologica, con particolare riferimento allo sviluppo di sistemi colturali diversificati (avvicendamenti e consociazioni), all'adozione di metodologie operative agro-ecologiche orientate al potenziamento della fertilità biologica del suolo (microrganismi) e al contenimento della flora infestante attraverso l'impiego di innovazioni meccaniche.

Attività e Risultati

3.1 Sviluppo e implementazione di sistemi colturali diversificati mediante nuovi piani di avvicendamento e consociazione

L'avvicendamento delle colture, soprattutto nel sistema colturale biologico, è un requisito imprescindibile per preservare la fertilità del terreno, ridurre la diffusione delle fitopatie e contenere l'invasione della flora infestante. Tuttavia, nei contesti pedo-climatici meridionali, la scelta delle colture da inserire nelle rotazioni con il frumento duro è limitata alle specie in grado di adattarsi all'aridocoltura e di assicurare, al contempo, adeguata redditività agli agricoltori.

Fra le colture miglioratrici, ossia capaci di migliorare la fertilità chimica, fisica e biologica del terreno, le leguminose da granella e da foraggio sono tradizionalmente inserite negli avvicendamenti colturali praticati in ambienti siccitosi.

La sperimentazione condotta nell'ambito del progetto Biodurum ha riguardato la valutazione di differenti percorsi colturali imperniati sulla diversificazione delle colture, attraverso l'adozione di avvicendamenti e consociazioni del frumento duro con specie leguminose ed altre specie botaniche compatibili con la coltivazione in ambienti siccitosi non irrigui.

Nell'ottica di praticare una ricerca partecipativa, in Sicilia e nell'areale Appulo-Lucano sono state coinvolte aziende agricole che hanno già avviato percorsi "virtuosi" in materia di diversificazione colturale. Presso tali aziende, sono stati acquisiti i dati necessari per la valutazione della sostenibilità ambientale, economica e sociale delle tecniche di gestione dei sistemi colturali adottati, con particolare riferimento alle rotazioni e ad alcune innovazioni di diversificazione colturale (es. uso di miscugli, introduzione della canapa negli avvicendamenti cerealicoli). Le attività ed i risultati di questa azione specifica del progetto, condivisa dalle unità operative coinvolte (FIRAB, CREA - Cerealicoltura e Colture Industriali, CREA - Agricoltura e Ambiente e CREA - Politiche e Bioeconomia) è dettagliata nel capitolo VII.

Allo scopo di indagare sulla possibilità di ampliare ulteriormente la diversificazione delle colture, sono state realizzate specifiche attività sperimentali e dimostrative in Sicilia e in Puglia.

3.1.1 Valutazione di ecotipi locali e varietà di leguminose da granella e cultivar di canapa

Presso un'azienda agricola siciliana, ubicata in un'area interna rappresentativa dell'agricoltura estensiva mediterranea (Aidone, prov. di Enna), nel corso dell'annata 2018-2019 il CREA - Cerealicoltura e Colture Industriali di Acireale ha allestito una prova "on farm", ricorrendo a varietà ed ecotipi locali di differenti leguminose:

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 "nero di Leonforte"
Vicia narbonensis (veccia), cv Granveliero
Lens culinaris (lenticchia), cv Mirta



Le colture a confronto, sia pure con differente intensità, sono state penalizzate dalla prolungata siccità, 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, la veccia e le due specie di lupino in prova non hanno completato il ciclo biologico, mentre le altre leguminose a confronto hanno espresso, sia pure in modo differente fra specie e fra genotipi, valori produttivi sensibilmente inferiori rispetto alle potenzialità delle colture.

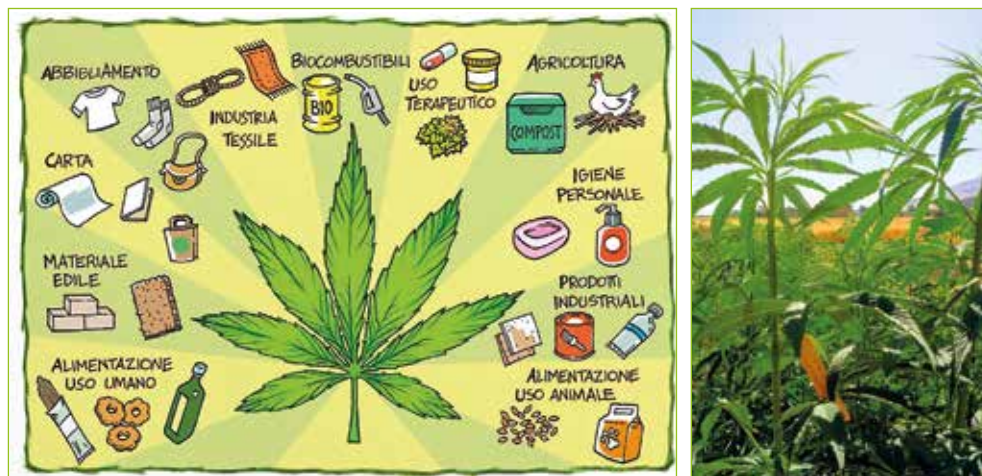
Tab. 3.1 - Valori medi dei parametri analizzati ad Aidone (EN) nell'annata 2018-19.

Leguminose	Varietà/ecotipo	densità semina teorica (n. semi germinabili/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)
Cece	cv Principe	50	170	34	28	47	31	296	11,1
Cece	ecotipo locale nero di Leonforte	50	100	34	44	43	29	172	8,0
Cicerchia	ecotipo locale	60	180	34	35	43	21	218	7,7
Lenticchia	cv Mirta	350	140	17	303	29	17	34	5,7
Cece	cv Pascià	50	210	34	37	39	25	285	4,3

In tabella 3.1 vengono sintetizzate le principali informazioni sull'impostazione delle semine e sono riportati, in ordine decrescente di resa in granella, i dati bio-agronomici emersi dalla valutazione condotta nell'annata agraria 2018-2019.

Nonostante la redditività possa essere penalizzata da rese produttive aleatorie, i benefici agronomici-ambientali apportati dalle leguminose si traducono in un miglioramento nell'efficienza d'uso dell'azoto e in risparmi sulle concimazioni delle colture in successione. Tuttavia, per quanto la produttività delle leguminose abbia fatto registrare in Italia un incremento nel corso degli ultimi 60 anni, si ritiene utile incentivare l'attività di miglioramento genetico finalizzato alla costituzione di varietà più produttive e, di conseguenza, più redditizie, adattabili ad ambienti di coltivazione mediterranei e dotate di caratteristiche morfo-fisiologiche idonee alla meccanizzazione.

Allo scopo di investigare sulla possibilità di ampliare ulteriormente la diversificazione colturale, il progetto Biodurum ha previsto la valutazione dell'adattabilità della canapa industriale (*Cannabis sativa*) agli ambienti di coltivazione caldo-aridi e in assenza di irrigazione.



Fonte: a sinistra https://www.terranuova.it/var/terranuova/storage/images/il-mensile/l-ultimo-numero/terra-nuova-giugno-2017/1267885-1-ita-IT/Terra-Nuova-Giugno-2017_articleimage.jpg; a destra foto di Nino Virzi.

Negli ultimi anni, dopo un lungo periodo di oblio, si registra in Italia un crescente interesse nei confronti della coltivazione della canapa, pianta particolarmente versatile negli impieghi, sia nei settori tradizionali (cartario, tessile e alimentare) sia in settori più innovativi (bioedilizia, cosmetico, farmaceutico, erboristico, bioplastiche, biocarburanti).

La canapa è una coltura “rustica”, ossia adattabile a differenti contesti pedo-climatici, caratterizzata da una ridotta richiesta di input energetici e tollerante alla siccità e alle avversità biotiche. Inoltre, dotata di un apparato radicale in grado di raggiungere

strati profondi del terreno, è efficiente nell'utilizzazione dei nutrienti e dell'acqua e capace di contenere lo sviluppo delle piante infestanti (effetto rinettante). Per queste ragioni, la canapa potrebbe concorrere ad ampliare la diversificazione colturale dei sistemi cerealicoli meridionali, inserendosi proficuamente negli avvicendamenti.

Tuttavia, sperimentazioni condotte nel recente passato sull'adattabilità della canapa ai tipici ambienti di coltivazione siciliani non irrigui hanno evidenziato la scarsa attitudine alla produzione di biomassa (fibra e canapulo), in quanto la semina primaverile espone la pianta agli effetti negativi della prolungata siccità. Di conseguenza, appare utile individuare genotipi adattabili alle condizioni di coltivazione meridionali, da destinare alla produzione di seme (per ricavarne olio e farine) e di infiorescenze per impieghi innovativi (ad es. estrazione di principi attivi per uso farmacologico/erboristico/cosmetico).

Attualmente, la disponibilità di materiali genetici è limitata ad un ristretto pool di varietà, selezionate in ambienti pedo-climatici molto differenti da quelli tipici delle aree mediterranee e prevalentemente destinate alla produzione di fibra. L'attività di sperimentazione condotta in Sicilia dal CREA - Cerealicoltura e Colture Industriali di Acireale ha puntato alla valutazione dell'adattabilità di differenti varietà di canapa agli ambienti di coltivazione caldo-aridi meridionali da destinare a produzioni alternative alla fibra.

Nel corso del 2020, presso l'azienda agraria di Libertinia (CT) è stata allestita una prova parcellare, secondo uno schema a blocchi randomizzati con 3 repliche, utilizzando 7 varietà di Canapa, di cui 3 cv monoiche e 4 dioiche, coltivate senza ricorrere ad irrigazione.

Varietà di canapa industriale impiegate nella sperimentazione:

Varietà monoiche:

Carmaleonte

Codimono

Futura 75

Varietà dioiche:

Carmagnola

Carmagnola selezionata - CS

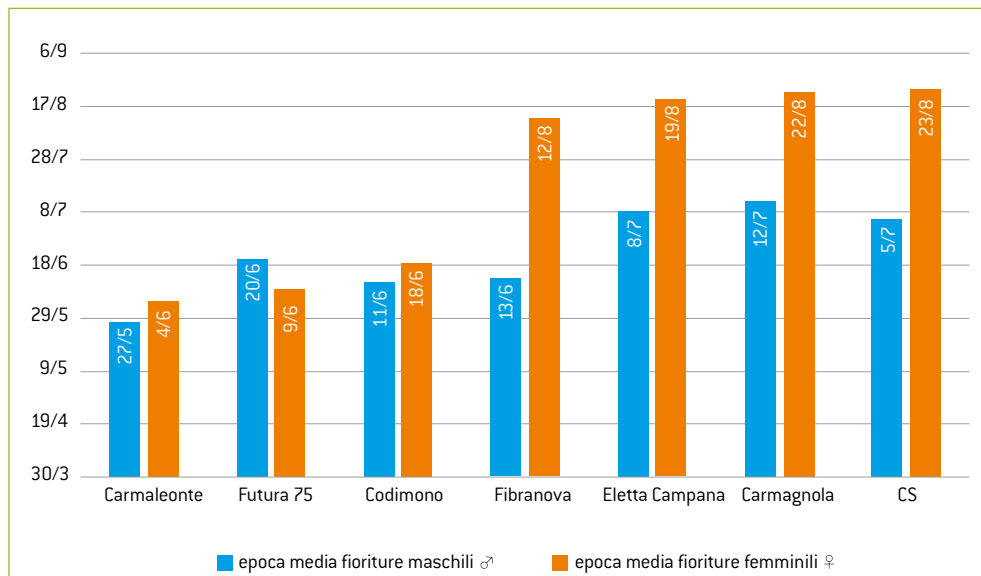
Eletta Campana

Fibranova



Le parcelle, estese 20 m², sono state seminate il 6 aprile 2020, ricorrendo ad una dose di semina calcolata per ottenere un investimento teorico di 100 piante/m².

Fig. 3.1 - Epoche medie di fioritura maschile e femminile delle varietà in valutazione



Tab. 3.2 - Incidenza percentuale delle piante femminili nelle varietà dioiche

Varietà dioiche	% piante femminili
Eletta Campana	62,4
CS	64,0
Fibranova	64,3
Carmagnola	60,4
Media	62,8

Tab. 3.3 - Valori medi dei parametri agronomici rilevati sulle varietà di canapa in valutazione nel 2020

Varietà	Numero di piante/m ²	Altezza piante (cm)	Resa in seme (kg/ha)
Eletta Campana	36	215	147,0
CS	40	215	126,8
Fibranova	42	189	120,0
Futura 75	34	162	114,7
Codimono	30	175	99,3
Carmagnola	16	227	80,9
Carmaleonte	16	117	60,7
Media	30,5	186	107,1
Significatività (*)	**	***	*

*: *= signif. per $P < 0.05$; **= signif. per $P < 0.01$; ***= signif. per $P < 0.001$

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, sia pure in modo diversificato tra le varietà a confronto. Fin dalle prime fasi di accrescimento è emersa, per tutte le varietà, la capacità della coltura di contenere l'insediamento della flora avventizia e di sfruttare efficacemente le scarse risorse idriche del suolo.

A partire dall'ultima decade di maggio, sono state rilevate le prime date di fioritura delle varietà più precoci, le monoiche Carmaleonte e Futura 75 e, nel corso della stagione estiva, sono proseguiti i rilievi, completati a fine agosto per le varietà tardive (figura 3.1).

La caratterizzazione delle varietà riguardo all'epoca di fioritura evidenzia differenze sensibili fra le varietà dioiche e le monoiche, mediamente dell'ordine di 60 giorni.

Per quanto riguarda l'incidenza delle piante femminili nelle varietà dioiche a confronto, sono stati rilevati valori simili fra i genotipi, con un valore medio prossimo al 63% (tabella 3.2).

La tabella 3.3 riporta, in ordine decrescente rispetto alla resa in seme, i risultati della caratterizzazione agronomica delle varietà di canapa industriale in valutazione nel 2020 in Sicilia. L'elaborazione dei dati (ANOVA) ha evidenziato la significatività statistica delle differenze osservate fra le varietà, in modo particolare per il parametro altezza delle piante e investimento unitario alla raccolta (numero di piante/m²).

La produzione media in seme si è attestata su valori contenuti (107 kg/ha) ed ha risentito del deficit idrico e del concomitante stress termico subiti dalle piante nel corso della stagione estiva. Le produzioni unitarie delle diverse varietà a confronto sono variate sensibilmente, con un range compreso fra 147 kg/ha (Eletta Campana) e 60,7 kg/ha rilevati sulla varietà monoica Carmaleonte.

3.1.2 Diversificazione culturale mediante la pratica della consociazione di frumento duro e lenticchia

Oltre alla rotazione delle colture, vi sono altre pratiche che contribuiscono a rendere i sistemi culturali più sostenibili. Tra queste, la consociazione (*intercropping*) rappresenta uno degli strumenti più promettenti a disposizione degli agricoltori biologici per migliorare la produttività e la redditività delle aziende agricole. La pratica della consociazione, infatti, migliora l'efficienza dei sistemi agricoli per effetto della complementarità delle colture, che si traduce in un migliore utilizzo delle risorse (acqua, suolo, nutrienti), un maggior controllo delle infestanti ed una regolazione

naturale delle popolazioni di patogeni.

Nei sistemi cerealicoli, sia pure limitatamente, vengono privilegiate due pratiche di consociazione cereale-leguminosa: la bulatura, un tempo diffusa, che prevede la semina primaverile di una leguminosa foraggera su una coltura in atto di un cereale autunno-vernino, ed il *mix cropping*, che prevede la coabitazione, fin dalla semina, del cereale e di una leguminosa da granella annuale.

Con riferimento a quest'ultima tipologia di consociazione, nel corso dell'annata agraria 2018-19 il CREA - Cerealicoltura e Colture Industriali di Foggia ha allestito una prova dimostrativa per valutare la consociazione frumento duro – lenticchia. Consapevoli che il sistema biologico si avvantaggia di una visione "integrata" dell'agrotecnica (in cui interventi agronomici, biologici e meccanici devono essere organicamente collegati fra loro) la prova ha previsto l'impiego di un innovativo sistema di semina, dettagliato più avanti, in grado di ottimizzare la distribuzione spaziale delle colture consociate. La prova è stata impostata con l'obiettivo di valutare la competizione interspecifica esercitata dalla leguminosa sul cereale e massimizzare la competizione delle colture rispetto alle erbe infestanti.

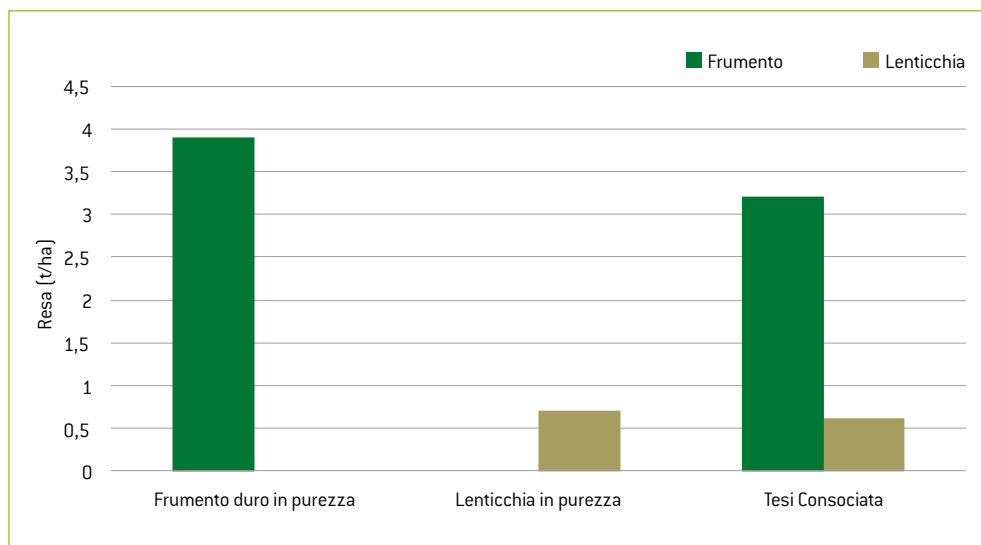
In particolare, sono state messe a confronto 3 tesi in altrettanti parcelloni estesi 1000 mq, impiegando le varietà San Carlo (frumento duro) ed Elisa (lenticchia), allevate sia in purezza, adottando una densità rispettivamente di 450 e 300 semi germinanti/m², che in consociazione (figura 3.2), nella quale la dose di semina del frumento duro è stata ridotta a 150 semi/m², lasciando invariato l'investimento unitario della lenticchia.

Fig. 3.2 - Consociazione frumento duro-lenticchia nel 2019



I dati produttivi registrati nella sperimentazione condotta a Foggia sono riportati in figura 3.3.

Fig. 3.3 - Valori medi di resa (t/ha) registrati nella tesi consociata (frumento duro-lenticchia) e nelle due tesi in purezza di frumento duro e lenticchia allevate a Foggia durante l'annata agraria 2018-2019



Nonostante i risultati esprimano una maggiore produttività delle due colture allevate in purezza, con un incremento medio, rispetto alla tesi consociata, del 18% per il frumento duro e del 14% della lenticchia, tuttavia, se facciamo riferimento alla resa per unità di superficie, i risultati offrono un'altra chiave di lettura. A parità di superficie utilizzata, infatti, la tesi consociata ha fatto registrare una resa superiore rispetto alle tesi in purezza di circa il 60%. Inoltre, la presenza delle erbe infestanti registrata nella tesi consociata è risultata inferiore rispetto alle due tesi in purezza.

Visto l'interesse dimostrato da parte di agricoltori e operatori del settore che hanno avuto la possibilità di visitare la piattaforma agronomica allestita a Foggia, si ritiene opportuno dare seguito a questo tipo di sperimentazione ed avviare una specifica attività di selezione di specie e varietà in grado di esaltare le potenzialità delle consociazioni.

3.2 Incremento della fertilità e della componente microbiologica del suolo: valutazione della risposta dei genotipi di frumento duro all'azione dei funghi micorrizici arbuscolari (AMF)

Fra gli strumenti a disposizione della moderna agricoltura figurano i formulati a base di microrganismi, sempre più impiegati come biostimolanti. A questa categoria appartengono i funghi micorrizici arbuscolari (AMF) ed i batteri promotori della crescita (PGPR).

La scoperta delle micorrize e della loro interazione benefica con le radici delle piante coltivate risale alla metà del 1800, ma solo recentemente sta crescendo l'attenzione nei confronti della simbiosi microrganismi-pianta e del suo impiego.

La simbiosi AMF-pianta induce importanti benefici: migliora l'assorbimento dal suolo di acqua, macro- e micro-nutrienti, aumenta la tolleranza a stress biotici e abiotici, migliora la fertilità fisica e biologica del suolo.

Nell'ottica di esplorare percorsi agronomici innovativi, il progetto Biodurum ha previsto attività, su scala sperimentale e aziendale, finalizzate alla valutazione della risposta del frumento duro all'azione dei funghi micorrizici arbuscolari.

Allo scopo di valutare l'effetto dell'applicazione di un preparato microbiologico a base di funghi micorrizici (AMF) e batteri promotori della crescita (PGPR) sulla resa e sulle componenti della produzione del frumento duro, nel corso dell'annata 2017-2018, il CREA-Cerealicoltura e Colture Industriali di Foggia ha allestito una prova parcellare con 2 tesi a confronto: controllo non trattato e trattamento con AMF+PGPR. A tal fine, sono stati impiegati 200 genotipi di frumento duro di varia origine e provenienza, disposti in campo secondo uno schema sperimentale a blocco randomizzato.



CREA-CI Foggia: parcelle in emergenza (gennaio 2018) a sinistra e prossime alla raccolta (giugno 2018) a destra.

Nel corso delle operazioni di semina del frumento, è stato distribuito nel terreno il preparato, in forma polverulenta, a base di un consorzio di AMF e PGPR costituito da diverse specie di funghi micorrizici (*Scutellospora calospora*, *Acaulospora laevis*, *Gigaspora margarita*, *Glomus aggregatum*, *Rhizophagus irregularis*, *Funneliformis mosseae*, *G. fasciculatum*, *G. etunicatum* e *G. deserticola*) e differenti specie del genere *Bacillus* (*Bacillus amyloliquefaciens*, *B. brevis*, *B. circulans*, *B. coagulans*, *B. firmus*, *B. halodenitrificans*, *B. laterosporus*, *B. licheniformis*, *B. megaterium*, *B. mycoides*, *B. pasteurii*, *B. polymyxa*, e *B. subtilis*).

In tabella 3.4 vengono sintetizzati i risultati dell'elaborazione statistica dei dati sperimentali. L'analisi della varianza (ANOVA) ha evidenziato, per effetto del trattamento, differenze statisticamente significative per tutti i caratteri biomorfologici analizzati. Al contrario, non sono emerse differenze statisticamente significative fra i genotipi di frumento duro esaminati, ad eccezione del parametro numero di semi/spiga e dall'interazione "Trattamento x Genotipo".

Tab. 3.4 - Risultati dell'ANOVA per i caratteri produttivi valutati a Foggia nel corso dell'annata agraria 2017- 2018

Fattori	Peso spiga		Lunghezza spiga		Numero spighe/ spiga		Numero semi/spiga		Peso semi/spiga	
	MS	p	MS	p	MS	p	MS	p	MS	p
Trattamento (T)	4,46	***	9,64	***	15,70	*	940	***	1,92	*
Genotipo (G)	0,55	ns	1,01	ns	3,40	ns	103	*	0,37	ns
T x G	0,50	ns	1,10	ns	4,30	ns	89	ns	0,34	ns
Errore	0,49		0,95		3,70		84		0,34	

*: $p < 0.05$; ***: $p < 0.001$; ns: non significativo.

In tabella 3.5 vengono dettagliati i risultati dei rilievi condotti sulle principali componenti della resa. L'inoculo AMF+PGPR ha esercitato un effetto positivo su tutti i parametri produttivi presi in esame.

Tab. 3.5 - Valori medi dei caratteri analizzati per i 2 trattamenti posti a confronto a Foggia nell'annata agraria 2017-18

Tesi	Peso spiga (g)	Lunghezza spiga (cm)	Numero spighe/spiga	Numero semi/spiga	Peso semi/spiga (g)
AMF + PGPR	3,51	8,12	21,13	53,22	2,67
Non trattato	3,37	7,90	20,85	51,05	2,57

I risultati, per quanto incoraggianti, evidenziano che per ottimizzare l'efficacia del

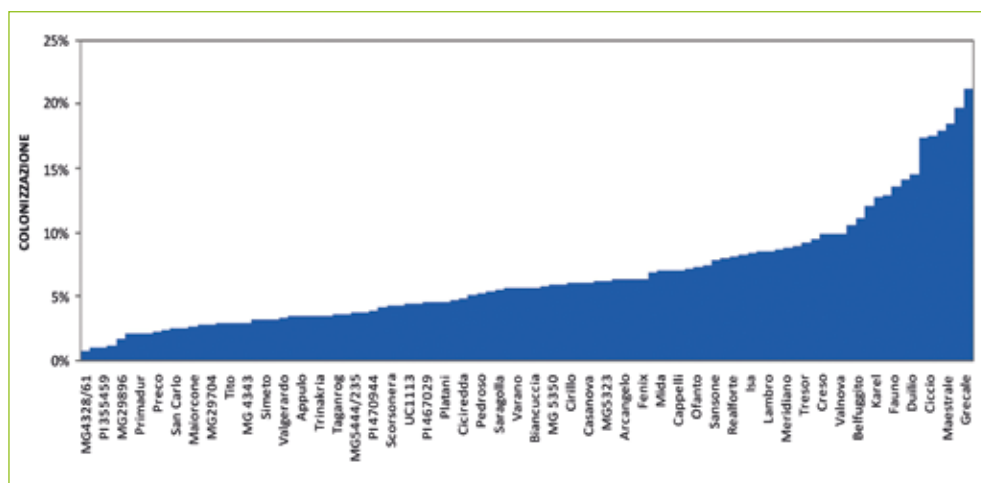
trattamento in “pieno campo” a base di microrganismi rimane ancora molto da comprendere sulle interazioni tra questi preparati microbiologici e la rizosfera e suggeriscono di abbinare la scelta di ricorrere a questi formulati con adeguati interventi: 1) quantificare l’inoculo naturalmente presente nel suolo (funghi e/o batteri indigeni), in modo da orientare la scelta su consorzi di microrganismi in grado di ottimizzare gli effetti della colonizzazione; 2) definire la composizione chimico-fisica dei suoli, in particolare per quanto riguarda la dotazione di fosforo; 3) privilegiare, nella scelta del formulato commerciale più idoneo, la presenza di “*phosphate solubilizing bacteria*” (PSB), in grado di assimilare velocemente il fosforo presente nella rizosfera e promuovere l’attività dei funghi micorrizici.

Inoltre, il progetto Biodurum ha consentito di acquisire ulteriori conoscenze, indagando sull’effetto esercitato dal miglioramento genetico sulla capacità delle radici di instaurare la simbiosi con i funghi micorrizici

In ambiente controllato (serra), oltre 100 varietà di frumento duro sono state allevate e inoculate con due specie di funghi micorrizici (*Funneliformis mosseae* e *Rhizoglyphus irregularis*), ampiamente diffusi nei suoli italiani.

I risultati hanno evidenziato una grande variabilità nella colonizzazione micorrizica delle radici delle varietà esaminate (figura 3.4) e, contrariamente a quanto ipotizzato nel passato, non è stata riscontrata alcuna perdita nella capacità di stabilire simbiosi da parte delle varietà moderne rispetto a quelle “antiche”.

Fig. 3.4 - Risposta dei genotipi di frumento duro all’azione dei funghi micorrizici arbuscolari (AMF) nelle prove realizzate in ambiente controllato



Lo studio ha evidenziato la differente attitudine varietale alla colonizzazione delle radici ed il ruolo che esercita l'identità del fungo nello sviluppo della simbiosi.

Le analisi molecolari 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 ai sistemi agricoli a basso impatto ambientale.

3.3 Innovazioni meccaniche applicate al contenimento delle erbe infestanti

La competizione esercitata dalle infestanti rappresenta una delle problematiche più importanti da affrontare nei sistemi cerealicoli biologici, in quanto penalizza la resa e la qualità delle produzioni.

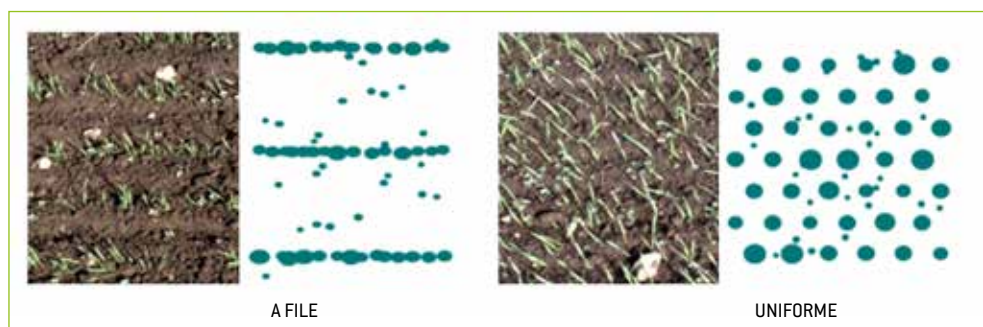
Le strategie di contenimento delle erbe infestanti adottabili dalle aziende cerealicole biologiche possono contare sul ricorso, preferibilmente sinergico, di interventi preventivi (falsa semina, lavorazione del terreno, consociazione, avvicendamento colturale), interventi diretti (strigliatura) e indiretti (scelta di varietà competitive, densità di semina, epoca di semina).

Il progetto Biodurum, nell'ottica di identificare metodologie operative basate su soluzioni a forte componente agro-ecologica, ha dedicato una specifica azione alla valutazione dell'efficienza di un innovativo sistema di semina dei cereali, denominato "SEMINBIO", ideato e realizzato dal CREA-CI di Foggia, progettato per:

- i) ottimizzare la disposizione spaziale dei semi,
- ii) garantire una migliore copertura del suolo da parte delle piante coltivate,
- iii) assicurare alla coltura una maggiore abilità competitiva nei confronti delle erbe infestanti.

La modalità classica di semina dei cereali prevede l'impiego di seminatrici meccaniche e/o pneumatiche a righe, che depositano la semente nel terreno lungo file comunemente distanti circa 17-20 cm. Il prototipo di seminatrice "Seminbio" consente di ridurre la distanza tra le piante a valori molto ridotti (≤ 5 cm), simulando una semina "a spaglio uniforme", con la disposizione del seme a quinconce, garantendo, al contempo, la corretta profondità di semina.

La possibilità di disporre nel terreno la stessa quantità di seme impiegata nella semina convenzionale, ma in maniera più uniforme, garantisce, a partire dalla prime fasi di crescita della coltura, una migliore e più rapida copertura del terreno. Ciò ostacola l'insediamento delle piante infestanti, permettendo al cereale di usufruire di una maggiore quantità di luce, acqua e sostanze nutritive.



Per verificare la funzionalità e l'affidabilità meccanica del prototipo di seminatrice SEMINBIO, è stata allestita una piattaforma di confronto agronomico attraverso la predisposizione di una serie di prove in pieno campo in cui il sistema tradizionale di semina a righe è stato messo a confronto con il nuovo sistema di semina (Figura 3.5).

Fig. 3.5 - Lenticchia seminata a file distanti 17 cm (a sinistra) a confronto con la tesi Seminbio (a destra) nel corso dell'annata agraria 2017-18



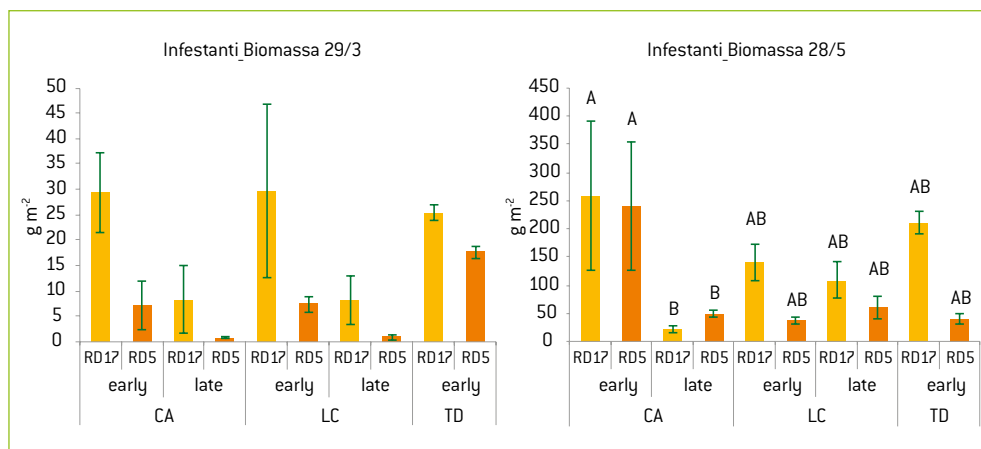
Il disegno sperimentale adottato è stato a split-plot (3 ripetizioni) con 3 trattamenti: epoca di semina, disposizione spaziale delle piante in campo (semina tradizionale e "Seminbio") e specie agrarie (frumento duro, cece e lenticchia). L'unità principale era rappresentata dall'epoca di semina (precoce e tardiva) e dalla disposizione spazia-

le delle piante (file di 5 cm e 17 cm), mentre le specie sono state suddivise all'interno delle unità principali e seminate adottando una dose di semina costante per le tre specie a confronto.

Per tutti i trattamenti in valutazione, a cura del CREA - Ingegneria e Trasformazioni agroalimentari di Treviglio (BG), durante la stagione colturale sono stati condotti, in diverse epoche, rilievi sulla biomassa delle infestanti e sul grado di copertura del suolo, mediante l'utilizzo di un drone equipaggiato per la determinazione dell'indice di vegetazione NDVI e la stima delle infestanti presenti nei vari trattamenti.

In figura 3.6 sono riportati i risultati riferiti alla quantità di biomassa delle infestanti (g/m^2) registrati, in due differenti fasi di crescita delle colture, per le varie specie agrarie (cece, CA; lenticchia, LC; frumento duro, TD) nelle diverse modalità di semina (interfila 5 cm, RD5; interfila 17 cm, RD17) ed epoche di semina (precoce/early e tardiva/late).

Fig. 3.6 - Valori medi di biomassa delle infestanti (g/m^2) registrati nei vari trattamenti a Foggia nel corso dell'a.a. 2017-18



Le barre indicano \pm Standard Error.

I risultati ottenuti dal primo campionamento (29 marzo) hanno evidenziato un comportamento differenziato nelle tesi a confronto. In particolare, nelle tre colture in valutazione, la quantità di biomassa di erbe infestanti rilevata nelle parcelle seminate in modo tradizionale è stata sensibilmente superiore rispetto all'incidenza di infestazione rilevata sulle parcelle seminate con il sistema "Seminbio".

La biomassa delle infestanti registrata nel corso dell'ultimo rilievo (28 maggio) ha evidenziato differenze statisticamente significative tra la semina precoce e quella tardiva del cece, mentre non sono state riscontrate differenze significative per quanto riguarda le altre due specie.

I risultati dell'attività condotta hanno evidenziato la validità agronomica del sistema di semina SEMINBIO. La riduzione dell'interfila di semina, infatti, ha aumentato la capacità competitiva di tutte e tre le specie esaminate, assicurando un maggior controllo della flora infestante. Tuttavia, tali effetti positivi sono stati più evidenti soprattutto nelle semine precoci, ossia in presenza di una maggiore quantità di infestanti, rispetto alle colture seminate in epoca tardiva. D'altra parte, se ritardare l'epoca di semina dei cereali e delle leguminose rappresenta una strategia consolidata per contrastare lo sviluppo delle infestanti, è altrettanto vero che, nelle aree semi-aride, la riduzione del ciclo colturale legata al posticipo della semina sottopone la coltura ad una maggiore esposizione alle temperature elevate e alla siccità e determina una contrazione della resa e della qualità.

Agricoltura digitale: metodologie operative agro-ecologiche e innovazioni

Motivazioni

La possibilità di raccogliere informazioni derivanti dall'abbinamento delle coordinate geografiche di ciascun punto della superficie aziendale con le informazioni relative alle caratteristiche della coltura in atto ha introdotto, negli anni '90, il termine di *agricoltura di precisione*. La geolocalizzazione dei mezzi agricoli ha permesso, infatti, di sfruttare le informazioni in ingresso (input) raccogliibili attraverso sensori prossimi a bordo della trattrice, o da droni sorvolanti i terreni, o in maniera più remota, dai satelliti equipaggiati di sensori.

Inoltre, una rappresentazione grafica che riassume tutte le caratteristiche di ogni punto del campo coltivato permette di creare come output le mappe di variabilità della coltura dalle quali è possibile ottenere utili "sunti di elaborazione" che consistono nelle mappe di prescrizione. Tali mappe costituiscono la base necessaria per l'espletamento dell'essenza del passaggio dall'agricoltura di precisione all'agricoltura digitale che ha come motto l'aristotelico obiettivo di *fare la cosa giusta nel posto giusto e nel momento giusto* (Etica Nicomachea, II).

Le operazioni agricole, a seguito dell'introduzione dell'agricoltura di precisione, delle elaborazioni operate nell'ambito dell'agricoltura digitale e grazie alla predisposizione delle mappe di prescrizione, sono state tutte riorganizzate per l'esecuzione in modalità *a rateo-variabile* (*variable-rate*) non solo per la distribuzione di input alla coltura (sia per la difesa, che per la concimazione), ma anche per le attività la cui modalità di esecuzione risente della intrinseca variabilità del terreno (ad es. profondità di lavorazione o di semina).

Nell'ambito dell'agricoltura biologica, poiché l'attenzione nei confronti degli input consentiti può sfociare in maggiori spese e nell'impossibilità di operare alcuni trattamenti a vantaggio di altre strategie basate sulla capacità competitiva della coltura,

l'agricoltura di precisione consegna un notevole contributo sia in termini di risultati economici che di gestione agronomica.

Pertanto, nel contesto del progetto BIODURUM, l'analisi dell'inserimento dell'agricoltura digitale è stato ben ponderato ed applicato in tutte le fasi della sperimentazione. In particolare, sono stati utilizzati: i) tecnologie di monitoraggio delle condizioni del terreno prima della semina; ii) droni di diversa tipologia per la lettura degli indici spettrali più correlati con l'attività fotosintetica della coltura; iii) approcci prossimali per l'analisi di immagine a scopo sperimentale per la lettura della densità della biomassa e della massa infestante; iv) indici spettrali anche dei satelliti.

Tali strumenti, messi a disposizione dall'agricoltura digitale, hanno aiutato nella scelta delle azioni da operare, nella valutazione delle condizioni della coltura e delle parcelle sperimentali e nell'osservazione della variabilità nella resa alla fine del ciclo colturale.

Attività

Nel corso degli anni di sperimentazione del progetto BIODURUM, le attività si sono diversificate in base all'oggetto dell'osservazione. Nell'interazione con gli altri partner di ricerca è stato necessario rivolgere gli strumenti dell'agricoltura digitale sia ai campi sperimentali, ove erano in valutazione le parcelle dei genotipi in prova, sia ai terreni dedicati alla produzione biologica in cui, su larga scala, era svolta la coltivazione delle varietà di frumento duro. Le acquisizioni si sono svolte presso i campi sperimentali del CREA-CI nelle province di Catania e di Foggia: in quest'ultima si è lavorato anche in aziende del comprensorio le cui caratteristiche hanno permesso di raccogliere il frumento duro con una mietitrebbia geolocalizzata. Le conseguenti elaborazioni sono consistite in processi di applicazione di algoritmi per l'adattamento e la rimozione di errori sistematici di acquisizione, operazioni di sovrapposizione di strati informativi, processi di *clustering* ovvero di identificazione di zone simili di terreno o di coltura. Per quanto riguarda i rilievi prossimali con fotocamera sulla coltura, i processi di analisi avevano lo scopo di indagare la presenza della biomassa infestante e sono stati quindi caratterizzati da algoritmi dedicati all'analisi di immagine.

La mappatura geoelettrica del terreno, eseguita con metodo ARP (*Automatic Resistivity Profiling*), con un carrello a tre assi (fig. 4.1), ha permesso di determinare

sperimentalmente la distribuzione della resistività del sottosuolo.

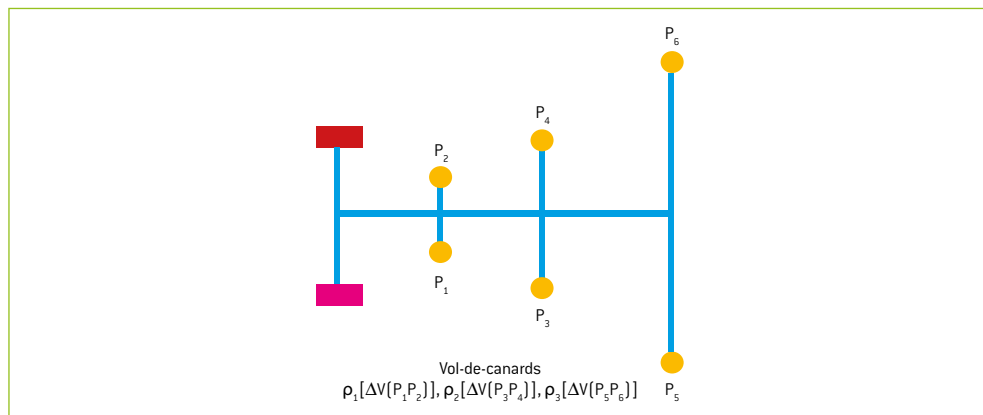
Le misure si effettuano immettendo una corrente elettrica continua di intensità nota nel terreno attraverso una coppia di elettrodi posizionati in una coppia di ruote metalliche e misurando la differenza di potenziale attraverso una seconda coppia di elettrodi su una successiva coppia di ruote metalliche.

Fig. 4.1 - Carrello a tre assi per la mappatura geoelettrica



La strumentazione multi-elettrodica definita come “ARP” è impiegata per descrivere sia variazioni orizzontali che verticali della resistività elettrica del suolo grazie alla particolare configurazione elettrodica con geometria a V definita “vol de canards” (Panissod *et al.*, 1997) rappresentata in figura 4.2.

Fig. 4.2 - Configurazione elettrodica “vol de canards”



Fonte: Panissod *et al.*, 1997.

Il principio di misura è simile a quello relativo al sondaggio elettrico basato su configurazione a geometria lineare usata per misurare variazioni verticali di resistività elettrica: la distanza tra gli elettrodi e la posizione dei dipoli di misura del potenziale rispetto a quello di iniezione di corrente controllano la profondità di investigazione di questi sistemi. Aumentando (simmetricamente rispetto al dipolo di trasmissione) la distanza tra gli elettrodi di misura, si accresce la profondità di investigazione. Una singola misura ottiene un singolo punto di resistività apparente ad una determinata profondità.

Attraverso il metodo si realizza una mappatura completa della resistività elettrica del suolo a tre profondità diverse, da 0 a 50 cm, da 0 a 100 cm e da 0 a 200 cm.

Le unità di suolo sono state poi caratterizzate osservando sia le variazioni orizzontali che verticali della resistività apparente.

La metodologia utilizzata per il rilievo pedologico ha previsto una fase preliminare in cui sono state individuate aree pedologicamente omogenee attraverso un rilievo eseguito con A.R.P. Successivamente all'elaborazione delle carte di resistività, sono stati scavati 10 profili scelti in punti rappresentativi, descritti e fotografati per studiarne la stratigrafia e le caratteristiche fisiche degli orizzonti pedologici. Da tutti i profili scavati, sono stati prelevati campioni di terra rappresentativi per le analisi di laboratorio.

Ogni campione è il prodotto di più sotto-campioni prelevati a profondità variabile da 10 a 50 cm, quella maggiormente interessata dalle radici dei seminativi.

Il confronto dei risultati analitici con i rilievi della sonda geoelettrica e le descrizioni dei profili ha reso possibile preparare una carta dei suoli a scala di dettaglio.

I rilievi prossimali su campioni di biomassa sono stati effettuati con fotocamere digitali aventi risoluzione di 1.5 mm x 1.5 mm. Gli scatti sono stati raccolti in maniera randomizzata sul frumento all'inizio della fase di accostamento, per osservare la presenza della biomassa infestante e della coltura stessa.

Attività di ricerca è stata dedicata allo studio dello stato dell'arte relativo all'*image processing*.

Le indagini bibliografiche e l'interazione con pacchetti "EBImage" ed "Imager" del software "R", ha permesso la preparazione di un algoritmo dedicato alla valutazione delle immagini raccolte, in particolare per l'espressione dell'impatto, in termini percentuali, della biomassa infestante e del suo trend di crescita e diffusione nella coltura.

I sorvoli con droni dotati di camera multispettrale, effettuati nelle fasi fenologi-

che di levata e fioritura del frumento duro, hanno avuto l'obiettivo di verificare le differenti risposte in termini di indici spettrali, in particolare NDVI (Normalized Difference Vegetation Index), da parte delle parcelle dei genotipi posti a confronto.

La raccolta e la rielaborazione di mappe spettrali satellitari, principalmente dai due satelliti gemelli *Sentinel2* ha avuto la principale finalità di preparare mappe con indici spettrali confrontabili, seppur con risoluzione inferiore (8m x 8m), a quelle ottenute dai droni. Inoltre, le informazioni satellitari sono state utilizzate come ulteriore fonte informativa per la preparazione delle mappe di prescrizione applicate alla distribuzione rateo-variabile della concimazione nel secondo anno di prove su campi di frumento duro in provincia di Foggia.

La mappatura della resa con mietitrebbie geolocalizzate ha permesso di osservare le disomogeneità di resa dei campi coltivati del progetto BIODURUM. Le mappe ottenute sono state quindi processate, insieme alle altre fonti informative, per l'eliminazione dei possibili errori di acquisizione, per uniformarne la risoluzione e permettere quindi la sovrapposibilità.

Risultati

La lettura della resistività del suolo nelle tre profondità ha evidenziato una notevole variabilità nelle superfici osservate. Ne riportiamo un caso rappresentativo in figura 4.3.

Fig. 4.3a - Distribuzione della georesistività con punti di campionamento

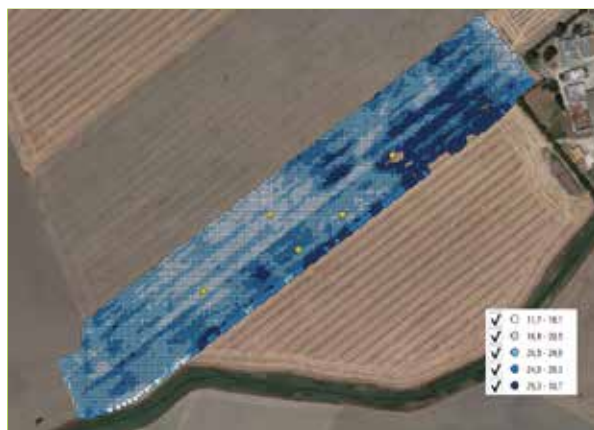
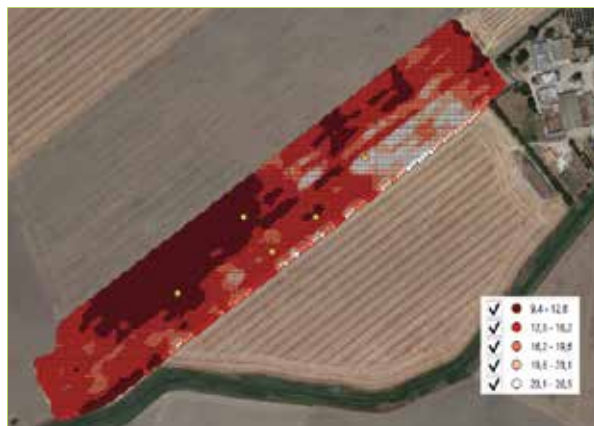


Fig. 4.3b - Distribuzione del contenuto in sabbia



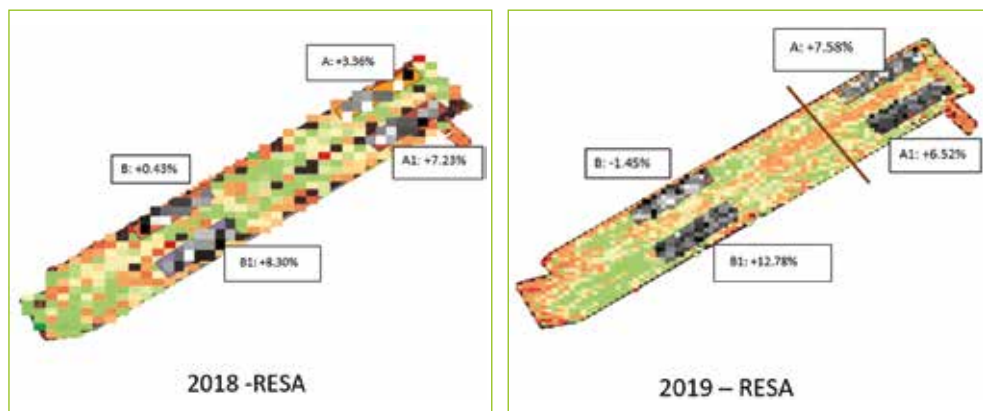
In base alla variabilità osservata sono stati scelti i punti di campionamento mirato di terreno da analizzare da cui sono stati ottenuti i valori di tessitura, di sostanza organica, di capacità di scambio cationico e di attività dell'acqua. Sono stati anche definite le categorie USDA del terreno raccolto che, nel caso del terreno in esempio erano due e sono riportate in figura 4.4. In base alle informazioni raccolte, alle informazioni satellitari degli indici spettrali della coltura (NDVI e Modified Chlorophyll Absorption Ratio Index 2 MCARI2), e alle mappe di resa degli anni precedenti, è stata predisposta la mappa di prescrizione riportata in figura 4.5.

Fig. 4.4 - Mappa di classificazione del suolo USDA



Fig. 4.5 - Mappa di prescrizione per la distribuzione dell'input nutrizionale

Nei campi osservati, la resa media in granella del 2019 ha avuto un aumento rispetto al 2018 (fig. 4.6). Le zone di media disponibilità idrica hanno mostrato una maggiore sensibilità alla concimazione azotata. Al contrario, le zone più asciutte, così come le zone più umide, non hanno mostrato una variazione rispetto all'anno precedente.

Fig. 4.6 - Incremento percentuale delle rese nei sub-plot in studio nel biennio 2018-2019

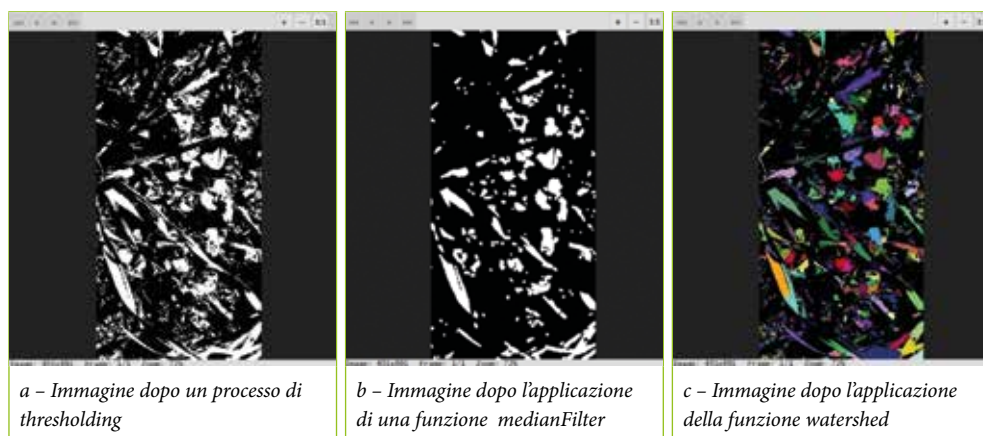
La nutrizione con i fertilizzanti organici biologici ha pertanto avuto una sua efficacia che risulta particolarmente evidente nelle zone con media disponibilità idrica mentre ciò non emerge nelle zone siccitose, caratterizzate da una minore resa, seppur

nella condizione di maggiore concimazione.

Questo indica che le caratteristiche costituzionali del terreno (tessitura e struttura) che partecipano al mantenimento dello stato di idratazione, possano incidere nella determinazione della resa e costituiscano elemento fondamentale per la scelta della distribuzione di input nutrizionali alla coltura.

Le indagini relative all'analisi delle immagini raccolte nella coltura con fotocamere prossimali hanno permesso l'applicazione di algoritmi dedicati alla semplificazione del contenuto attraverso processi discriminanti basati sulle soglie di colore (thresholding), filtri e riempimenti (Perrault *et al.* 2007, Otsu, 1997). Un esempio è riportato in figura 4.7.

Fig. 4.7



L'algoritmo predisposto è stato quindi utilizzato per un campione di 200 immagini: il processo ha evidenziato una buona corrispondenza tra il valore di biomassa infestante quantificata dall'*image processing* e quello riscontrato nelle rilevazioni parcellari, in particolare nelle prime fasi della crescita della coltura.

Il sistema di valutazione basato sull'*image processing* ha mostrato una sensibilità dell'80% ed una specificità dell'82%, con una percentuale di interpretazioni corrette pari all'80%, di sovrastime pari al 1.2%, e di sottostime del 18.8% dei casi.

Per quanto riguarda l'attività di corrispondenza tra l'osservazione attraverso droni e dati parcellari dei genotipi di frumento osservati nell'ambito del progetto BIO-DURUM, la matrice delle correlazioni tra NDVI, produzione parcellare e altri parametri osservati, ha mostrato come l'indice spettrale ottenuto nel mese di maggio

abbia una significativa correlazione (>70%) con la resa e (>40%) per il contenuto proteico e di glutine ($p\text{-value}<0.05$).

Si è notata inoltre la significativa correlazione negativa tra indice NDVI e insorgenza di ruggine e presenza di erbe infestanti.

Ricadute

Gli studi condotti nell'ambito del progetto BIODURUM con i tools disponibili oggi dall'agricoltura digitale, hanno mostrato che la possibilità di conoscere maggiormente la coltura ed il contesto di coltivazione, in particolare il terreno, siano fondamentali nell'ottimizzazione della gestione. Questi concetti sempre validi trovano una maggior radicazione in un contesto di coltivazione biologica quale quella del frumento in studio.

La necessità di operare scelte rispettose delle esigenze dei genotipi, della corretta modalità di gestione delle operazioni agricole, dal tipo di lavorazione alla densità di semina, trovano luce nelle informazioni fornite dalle analisi informatiche delle fonti raccolte.

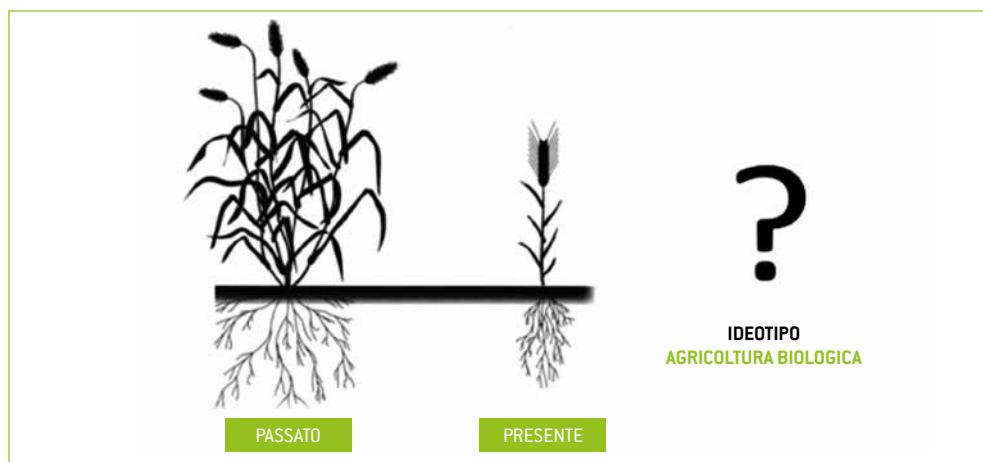
La possibilità di elaborare mappe di prescrizione per la riduzione degli input nutrizionali, di difesa ed energetici, fanno sì che l'agricoltura digitale possa corrispondere tutte le potenzialità per una coltivazione biologica del frumento maggiorente facilitata nelle scelte, nella gestione, nella sostenibilità.

Bibliografia

- Nobuyuki Otsu, "A threshold selection method from gray-level histograms". IEEE Trans. Sys., Man., Cyber. 9 (1): 62-66. doi:10.1109/TSMC.1979.4310076 (1979)
- Panissod, C., Dabas, M., Jolivet, A., Tabbagh, A. A novel mobile multipole system (MUCEP) for shallow (0-3m) geoelectrical investigation: The 'Vol-de-canards' array (1997) Geophysical Prospecting, 45 (6), pp. 983-1002. doi: 10.1046/j.1365-2478.1997.650303.x (1997)
- S. Perreault and P. Hebert, "Median Filtering in Constant Time", IEEE Trans Image Process 16(9), 2389-2394, 2007

Innovazioni varietali, breeding e individuazione di varietà e popolazioni idonee ai sistemi colturali biologici

Gli obiettivi e le priorità nello sviluppo di nuovo germoplasma adatto ai sistemi cerealicoli biologici sono necessariamente diversi da quelli destinati ai sistemi agricoli convenzionali poiché diverse sono le caratteristiche varietali richieste. Inoltre, il miglioramento genetico per l'agricoltura biologica deve tener conto oltre che degli aspetti agronomici anche di quelli ecologici e socio-economici, in quanto vengono richieste varietà che, nel rispetto dell'autenticità della specie/varietà, contribuiscano alla sostenibilità ambientale e diano un prodotto di elevata qualità e sicurezza alimentare. A tal fine, le priorità rispetto all'ideotipo di pianta convenzionale risultano modificate ed includono i seguenti aspetti: i) uso efficiente delle sostanze nutritive e dell'acqua (migliore sviluppo dell'apparato radicale ed abilità ad interagire positivamente con i microrganismi del suolo); ii) capacità di sostenere la competizione con le infestanti (accestimento, fogliosità, early vigour, buona capacità di recupero dopo erpicature meccaniche, etc.); e iii) resistenza alle principali malattie di origine fungina e virale.



Attualmente le varietà di frumento duro impiegate nei sistemi agricoli convenzionali vengono utilizzate anche nelle aziende biologiche. Il motivo è rappresentato non tanto dalla mancanza di ditte sementiere “biologiche” disposte a preparare seme biologico bensì dalla mancanza di varietà adatte ai sistemi agricoli biologici. D'altra parte, il fatto che le stesse varietà vengano coltivate in aziende biologiche e in aziende a coltura convenzionale, non significa che queste rappresentino “le migliori” varietà per sistemi di agricoltura biologica.

Anche le conoscenze in merito al comportamento delle varietà di frumento duro, coltivate con il metodo biologico, verso le malattie fungine, sono attualmente piuttosto lacunose. Infatti, sebbene l'importanza relativa dei principali patogeni possa cambiare in condizioni biologiche rispetto all'agricoltura convenzionale, non si hanno informazioni sperimentali, per lo meno in Italia, riguardo l'effettiva entità di tali cambiamenti.

A tutt'oggi poco è stato realizzato nel settore e risultano ancora carenti le conoscenze relative alla scelta varietale per cui gli agricoltori, spesso basandosi su criteri non oggettivi, scelgono le varietà da coltivare tra i vecchi genotipi o tra le varietà più recenti inconsapevoli dei relativi limiti.

Il coinvolgimento degli agricoltori nei programmi di miglioramento genetico permette una migliore identificazione e definizione dei criteri di selezione e degli obiettivi. Nei programmi di miglioramento genetico partecipativo sia la selezione entro popolazione che la valutazione delle varietà vengono condotte in maniera congiunta dai ricercatori e dagli agricoltori. In genere, il materiale di partenza viene prodotto nei Centri di ricerca ed è rappresentato da popolazioni sviluppate incrociando un certo numero di varietà ed ottenendo le cosiddette *Composite Cross Population* o Popolazioni Evolutive, oppure mescolando il seme di diverse linee/varietà ottenendo miscugli. Questi materiali attraverso cicli di moltiplicazione nelle aziende agricole evolvono in funzione della pressione esercitata dall'ambiente di coltivazione e dell'azione esercitata dagli agricoltori, mantenendo tuttavia, un giusto grado di diversità genetica. Le popolazioni evolutive, inoltre, offrono la possibilità di effettuare una selezione entro popolazione e generare 1) un nuovo materiale eterogeneo evoluto oppure 2) avviare un nuovo percorso di selezione per linea pura.

In considerazione di quanto sopra esposto, l'obiettivo del progetto è stato quello di valutare l'idoneità di genotipi di frumento duro (popolazioni locali, varietà obsolete e moderne, linee in fase di selezione, miscugli e materiali eterogenei) alla coltivazione con metodo biologico attraverso la valutazione dell'efficienza di utilizzazione delle

risorse disponibili, della capacità di adattamento al metodo biologico nonché alla resistenza alle principali patologie (i.e. ruggine bruna).

Tutto ciò ha permesso di individuare materiale genetico da proporre alle aziende agricole ed alle ditte sementiere, attualmente estremamente interessate alla produzione e diffusione di “varietà” e/o “popolazioni” specificatamente destinate all’agricoltura biologica, e di migliorarne la qualità della produzione.

Attività svolta e risultati ottenuti

Gli obiettivi di ricerca sono stati perseguiti realizzando una collaborazione tra le strutture del CREA impegnate nelle attività di miglioramento genetico del frumento duro (sedi di Foggia e Acireale, CT) e gli agricoltori afferenti alla rete FIRAB ed operanti nell’areale appulo-lucano. Attualmente, le sedi del CREA sono responsabili della conservazione e del mantenimento di importanti collezioni di germoplasma per diverse specie di cereali e di frumento duro, nonché di uno specifico programma di miglioramento genetico per il settore biologico, da cui ogni anno derivano numerose linee in avanzata fase di selezione.

Recupero e valutazione di vecchie varietà autoctone e valutazione di nuove linee breeding di frumento duro allevate in condizioni di agricoltura biologica

Sono stati caratterizzati 25 genotipi di frumento duro rappresentativi di varietà, vecchie popolazioni siciliane e pugliesi, 2 miscugli regionali (mix old puglia, mix old sicilia), linee in avanzata fase di selezione, 2 miscugli moderni (mix linee CER, mix linee CTA, ed una popolazione evolutiva (CCP) denominata BIODURUM (Tabella 5.1).

Il materiale eterogeneo BIODURUM derivava da un programma di incroci realizzati nell’ambito del programma di miglioramento genetico del CREA in cui sono stati utilizzati circa 140 genotipi di frumenti tetraploidi appartenenti alla specie *Triticum turgidum* ssp., incrociati in varie combinazioni. Le linee codificate con il codice CER e CTA derivavano da un programma di *breeding* specifico per la coltivazione in regime biologico realizzato in Puglia e in Sicilia, presso le sedi di Foggia ed Acireale (CT). Le nuove linee sono state sviluppate tenendo conto dei principi, dei criteri e delle

priorità dell'agricoltura biologica con un approccio di tipo tradizionale sfruttando la variabilità genetica esistente (ibridazione intra- interspecifica e selezione anche mediante l'uso di marcatori molecolari). I materiali genetici sono stati allevati in prove parcellari replicate.

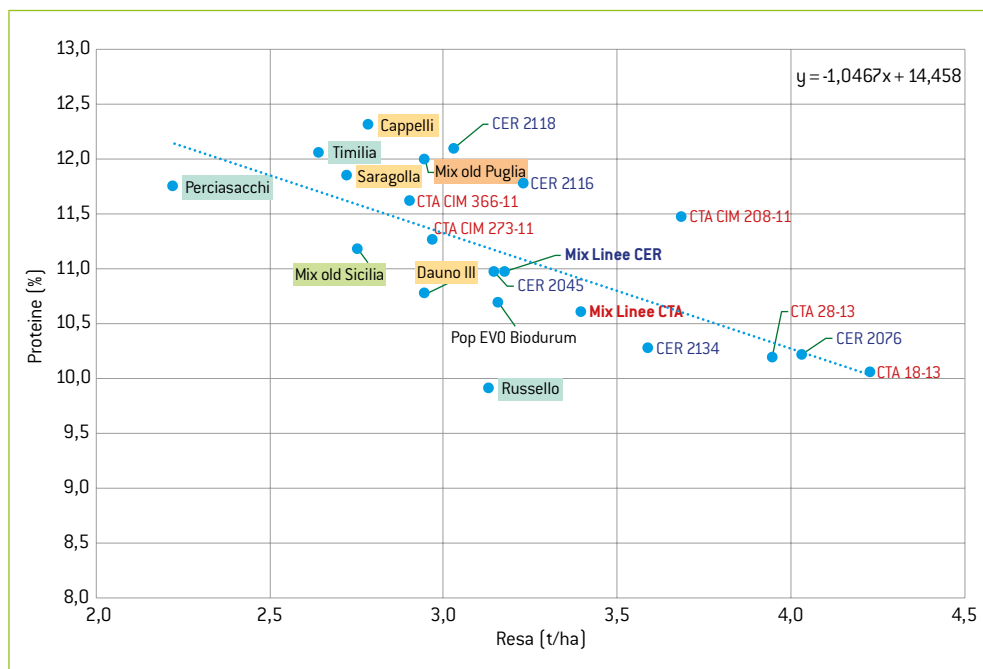
Tab. 5.1 – Elenco dei genotipi in prova in Puglia e in Sicilia in due annate agrarie

Vecchie Varietà	Materiali Eterogenei	Linee In Fase Di Selezione
Cappelli [C]	Mix Puglia [C+D+S]	Cer2003
Dauno Iii [D]	Mix Sicilia [T+R+P]	Cer2076
Saragolla Old [S]	Mix Linee Cer	Cer2045
Timilia [T]	Mix Linee Cta	Cer2116
Russello [R]	Popolaz. Evolutiva Biodurum	Cer2118
Perciasacchi [P]		Cta 18-13
		Cta 28-13
		Cta Cim208-11
		Cta Cim273-11
		Cta Cim366-11

Nei sistemi cerealicoli biologici la disponibilità di azoto rappresenta il principale fattore limitante la produttività e la qualità della produzione. Con l'apporto di fertilizzanti organici, il rilascio dell'elemento fertilizzante seppur presente nel terreno spesso non è sincronizzato con i momenti di massima asportazione della coltura, con effetti negativi sulla resa e sulla qualità della granella. Uno scarso livello di proteine nella granella incide negativamente sull'ottenimento di semola di elevata qualità pastificatoria e compromette la produzione di pasta di alta qualità. In queste condizioni è necessario sviluppare varietà in grado di utilizzare al meglio le risorse naturali presenti nel suolo ed in particolare con un'elevata efficienza di utilizzazione dell'azoto (NUE). Per definizione, la NUE altro non è che la produzione di granella per chilogrammo di azoto utilizzato, sia naturale sia fornito con la fertilizzazione organica. Nei cereali, i bassi valori di efficienza riportati in letteratura (30-40%) stanno ad indicare, che una buona parte del fertilizzante azotato somministrato alla coltura non viene utilizzato efficacemente. Esiste tuttavia un consistente margine di miglioramento, in gran parte ancora inesplorato, grazie all'ampia variabilità genetica presente all'interno della specie.

Nelle Figure 5.1 e 5.2 sono riportati i risultati medi delle prove di confronto tra vecchie varietà locali, materiali eterogenei e linee in avanzata fase di selezione realizzate a Foggia ed Aidone (EN).

Fig. 5.1 - Risultati medi delle prove di confronto realizzate a Foggia nel periodo di studio



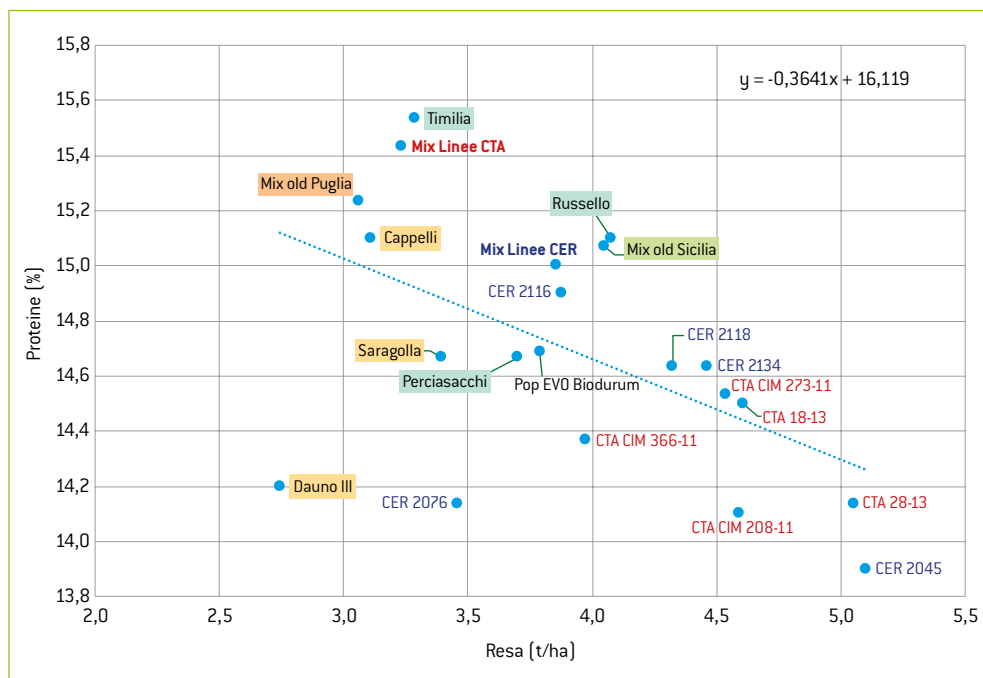
In entrambe le località, l'analisi ha evidenziato una correlazione negativa tra resa e tenore proteico della granella. Le varietà obsolete, sia pugliesi che siciliane, hanno fatto registrare valori medi di resa più bassi rispetto alle nuove linee in fase di selezione. Un comportamento opposto è stato osservato, invece, per il contenuto in proteine e in glutine. Per questo carattere, i valori medi più elevati sono stati registrati per le vecchie varietà, per la nota correlazione negativa fra rese e tenore proteico (figure 5.1 e 5.2).

A Foggia i miscugli derivati dalla combinazione delle linee o varietà hanno fatto registrare un comportamento produttivo in linea con la media aritmetica dei valori riscontrati per le linee e le varietà allevate in purezza.

Nella prova condotta in Sicilia, invece, è stato osservato un differente comportamento e le *performace* produttive e qualitative dei miscugli sono state inferiori rispetto a quelle delle linee/varietà coltivate in purezza.

Interessante è stato il comportamento della popolazione evolutiva Biodurum che in entrambe le località ha evidenziato un'ottima stabilità di resa e tenore proteico della granella.

Figura 5.2 - Risultati medi delle prove di confronto realizzate ad Aidone (EN) nel periodo di studio



Valutare il potenziale delle varietà locali, delle nuove linee e dei materiali eterogenei al fine incrementare la resilienza, l'adattabilità e la produttività dei sistemi agricoli biologici è stato uno degli obiettivi prioritari del progetto BIODURUM ed i risultati conseguiti, sebbene preliminari, incoraggiano allo sviluppo di nuovi genotipi e di nuove popolazioni evolutive, in grado di stabilizzarsi nei vari ambienti pedo-climatici a cui sono destinate.

A tal fine è necessario operare una corretta scelta delle linee parentali (in base alle caratteristiche produttive, qualitative e di resistenza alle malattie) per la costituzione dei materiali eterogenei, in grado di assicurare alle aziende agricole un rendimento stabile nel tempo ed un maggiore capacità di adattamento ai cambiamenti climatici.

Valutazione quanti-qualitativa e screening di materiali genetici sviluppati per i sistemi biologici

Sono state condotte attività per la valutazione di n. 50 linee di frumento duro in fase avanzata di selezione (F6-F8), derivate dal programma di miglioramento genetico per il frumento biologico condotto dal CREA-CI di Foggia.

Sui nuovi genotipi, allevati in prove parcellari, sono state valutate sia le caratteristiche produttive (quantitative e qualitative) sia quelle relative alla resistenza alle avversità. In particolare, è stata predisposta una griglia di valutazione al fine di identificare i migliori genotipi per caratteristiche di rusticità, stabilità delle rese e di caratteristiche tecnologiche, qualitative e sanitarie del prodotto. I materiali genetici sono stati allevati in parcelle replicate da 10,2 m² secondo uno schema a blocchi completo e randomizzato.

In tabella 5.2 sono riportati i risultati della sperimentazione condotta a Foggia nel corso dell'annata agraria 2018/2019. Le linee in fase avanzata di selezione hanno fatto registrare valori medi compresi tra 2,40 e 5,80 t/ha, all'incirca simile a quello delle varietà di riferimento (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 del contenuto proteico della granella 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.

Tab. 5.2 - Risultati della prova di confronto fra nuovi genotipi condotta a Foggia nell'annata agraria 2018/2019

Nome linea	Resa (t/ha)	Epoca di 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

segue >>

segue >> **Tab. 5.2 - Risultati della prova di confronto fra nuovi genotipi condotta a Foggia nell'annata agraria 2018/2019**

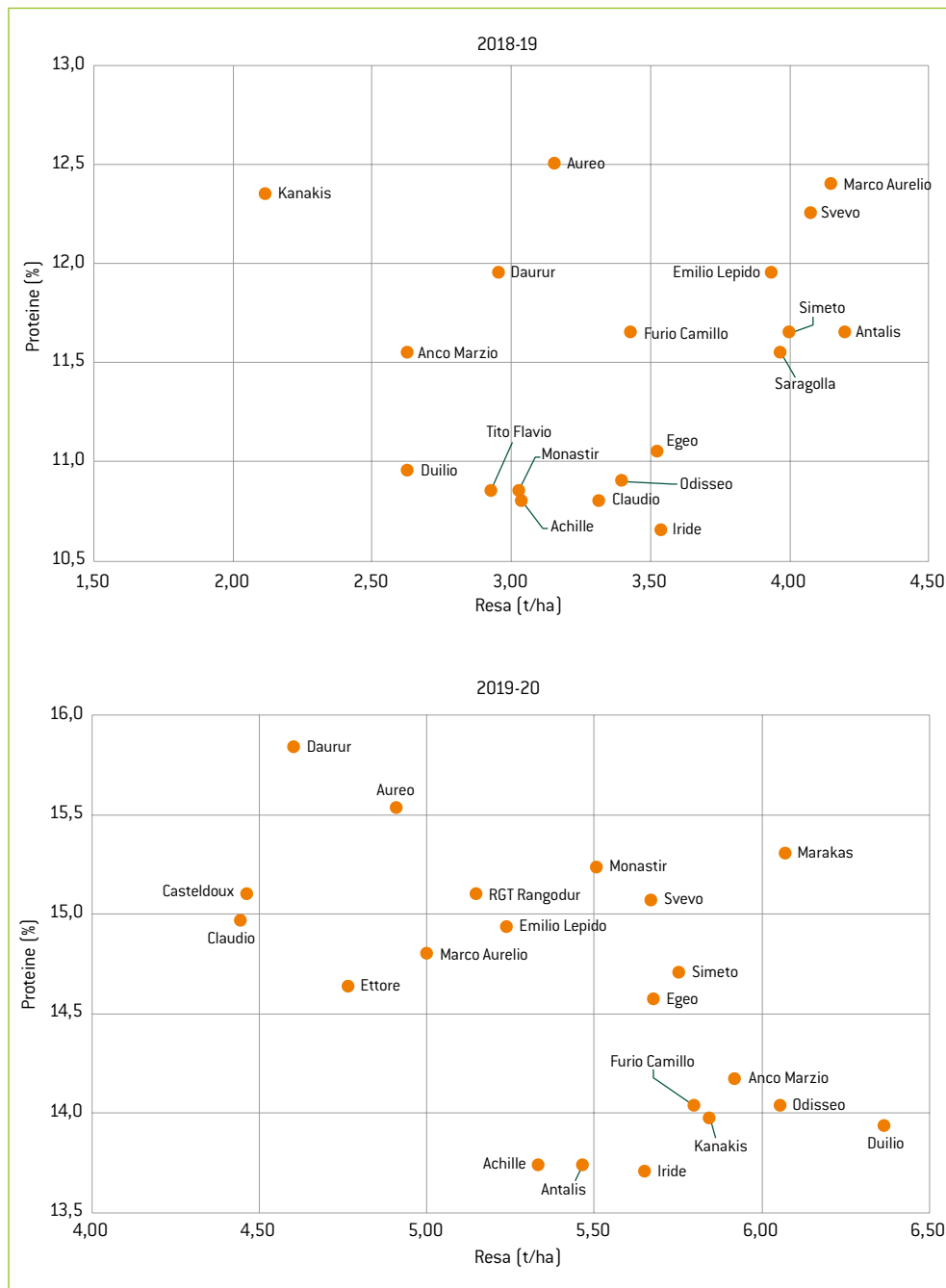
Nome linea	Resa (t/ha)	Epoca di spigatura (giorni da 1 aprile)	Peso ettolitrico (kg/hL)	Proteine (% s.s.)	Contenuto di carotenoidi (ppm)
Cer2109	5,17	21	85,3	10,4	7,4
Cer2110	5,80	22	84,8	9,2	8,0
Cer2112	4,38	23	84,0	9,7	8,2
Cer2119	4,22	22	85,8	12,8	8,5
Cer2121	3,12	25	79,6	12,4	6,5
Cer2127	4,45	23	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
Media	4,39	22,4	84,6	10,8	7,5
CV (%)	4,90	6,3	0,8	5,5	5,9
LSD _{0,05}	0,30	1,9	0,9	0,8	0,4

Valutazione quanti-qualitativa di varietà commerciali allevate in condizione di agricoltura biologica

Le prove di confronto tra 23 varietà commerciali di frumento duro in coltura biologica sono state realizzate dal CREA di Acireale ad Aidone (EN), nel corso del biennio 2018/2019 – 2019/2020, nell'ambito della Rete Nazionale di confronto coordinata dal CREA. I risultati merceologici e produttivi vengono presentati per ciascun anno di prova come valori medi di resa e proteine (figura 5.3).

I risultati del primo anno hanno evidenziato un buon comportamento, in termini produttivi e qualitativi, delle varietà di Marco Aurelio e Svevo mentre il secondo anno Marakas ha fatto registrare la migliore *performance* produttiva ed un elevato tenore proteico della granella.

Fig. 5.3 - Risultati delle prove di confronto varietale condotte in Sicilia in due annate agrarie



Valutazione epidemiologica e risposta alle principali patologie dell'apparato fogliare di varietà di frumento duro

Nell'ambito delle Reti nazionali in coltura biologica, il CREA coordina le prove epidemiologiche per valutare la risposta delle principali varietà di frumento duro alle principali patologie. Nell'ambito del progetto Biodurum, la sede di Acireale ha realizzato una sperimentazione biennale in località di Aidone (EN) ed ha formulato un giudizio sul comportamento di ciascuna varietà.

Un aspetto non trascurabile della durogranicoltura biologica è la resistenza o la suscettibilità delle cultivar alle avversità biotiche che colpiscono l'apparato fogliare e la spiga. L'agricoltura biologica non consente l'uso di prodotti antiparassitari di sintesi e pertanto la principale alternativa è quella dell'uso di varietà resistenti. In Italia, la diffusione di nuove razze patogene e di varietà non resistenti ha fatto registrare una intensificazione degli attacchi di oidio, ruggini, septoria e fusariosi con riduzioni delle rese e peggioramento della qualità. Diventa quindi strategico il miglioramento genetico per lo sviluppo di varietà resistenti alle principali patologie del frumento duro.

Tab. 5.3 - Comportamento in campo delle varietà di frumento duro rispetto alle infezioni di Ruggine bruna (Aidone, EN)

Varietà	2019	2020
Achille	R	R
Anco Marzio	R	R
Antalis	MR	R
Aureo	MR	R
Claudio	MR	R
Daurur	R	R
Duilio	MS	R
Egeo	MR	R
Emilio Lepido	MR	R
Furio Camillo	MS	MR
Iride	MS	R
Kanakis	R	R
Marco Aurelio	MR	R
Monastir	MR	R
Odisseo	MR	R
Saragolla	MS	R
Simeto	MS	MS
Svevo	MS	R
Tito Flavio	MS	R

R = resistente; MR = moderatamente resistente;

MS = moderatamente suscettibile; S = suscettibile.

Nelle Regioni del Sud Italia la ruggine bruna (*Puccinia recondita* f. sp. *tritici*) rappresenta una delle principali patologie dell'apparato fogliare del frumento duro e infezioni di un certo rilievo si verificano in tutte le annate agrarie anche se, naturalmente, la diffusione della malattia varia nei diversi ambienti al variare di diverse condizioni (resistenza o suscettibilità varietale, virulenza del patogeno, condizioni meteorologiche, ecc.). Nell'ambito del progetto Biodurum, sono state valutate, dal punto di vista fitopatologico, le principali varietà commerciali diffuse in Italia, e sono state effettuate prove sperimentali per studiare l'epidemiologia dei diversi agenti patogeni del frumento duro.

In tabella 5.3 vengono riportati i risultati dell'indagine condotta dalla sede del CREA di Acireale (CT) presso il campo di Aidone (EN). In genere, la patologia si manifesta sulla lamina fogliare con uredosori, contenenti le uredospore di colore bruno-arancione, disposti irregolarmente. Nel 2019 i rilievi, effettuati sulle varietà in prova coltivate in biologico, hanno mostrato su diverse cultivar evidenti infezioni di ruggine bruna. Nell'anno successivo, invece, gli attacchi sono stati contenuti e le varietà hanno dimostrato un comportamento resistente o moderatamente resistente alla patologia; solo la varietà Simeto ha mostrato una moderata suscettibilità.

Ricadute delle attività del progetto BIODURUM

Fra le molteplici ricadute del progetto Biodurum sui sistemi cerealicoli biologici e sull'intera filiera basata sull'impiego di frumento duro biologico, quelle dovute alle attività di recupero, sviluppo e valutazione dei materiali genetici possono risultare di notevole rilevanza pratica, nel breve e medio periodo. La disponibilità di vecchie e nuove varietà di frumento duro e di materiali eterogenei particolarmente idonei, per caratteristiche produttive, qualitative e di resilienza, ai sistemi 'biologici' rappresenta certamente un essenziale punto di forza per il settore. In particolare, l'individuazione, la costituzione e lo sviluppo di genotipi caratterizzati da i) elevata efficienza dell'uso di azoto (NUE), ii) capacità di competere con le specie spontanee infestanti; iii) elevata resistenza alle principali patologie e iv) resilienza ed elevata adattabilità alle condizioni di stress ambientali, risulta fondamentale per assicurare la sostenibilità economica ed ambientale del metodo biologico che deve fare a meno di trattamenti con fertilizzanti, prodotti diserbanti e fitofarmaci di sintesi.

Nel prossimo futuro le nuove linee/varietà rispondenti ai requisiti di novità, di-

stinguibilità, uniformità e stabilità, così come la popolazione evolutiva Biodurum, saranno proposte a registrazione presso il Registro Nazionale delle Varietà. Diversi stakeholders italiani, tra cui cooperative agricole, associazioni di produttori, ditte sementiere e strutture private di raccordo tra produzione, trasformazione e commercializzazione di prodotti biologici hanno già manifestato vivo interesse per i risultati di questa ricerca.

Il coinvolgimento degli attori nella ricerca e nell'innovazione partecipata

Introduzione

L'approccio partecipativo alla ricerca agricola si propone come una metodologia per il potenziamento dell'autonomia degli agricoltori attraverso il rafforzamento e la valorizzazione delle capacità sperimentali, delle conoscenze esperienziali e delle tecniche e tecnologie agroecologiche o a basso input ad esse associati. Si tratta pertanto di un processo di accompagnamento delle esperienze sul campo che accorcia la distanza operativa e cognitiva tra i soggetti interessati, identificando conoscenze, risorse, competenze e opportunità disponibili nel territorio (De Leener, 2001).

Il concetto di ricerca partecipativa emerge negli anni '80 in risposta ad una modalità di trasmissione di tecnologie sviluppate secondo un modello lineare di trasferimento tecnologico (dalla stazione al campo) predominante negli anni dello sviluppo su cui era incardinata la cosiddetta Rivoluzione Verde, modello che presupponeva sia un ruolo passivo dell'agricoltore destinato ad adottare remissivamente le soluzioni sviluppate dal sistema di ricerca che una universalità degli approcci e dei pacchetti tecnologici (Colombo e Meschinelli, 2014). L'inadeguatezza dell'approccio standardizzante e *top down* alla gestione della complessità dei sistemi agrari, così come alle circostanze di vita degli agricoltori, ha progressivamente spinto alla costruzione di un approccio alternativo volto alla co-generazione di conoscenze e tecnologie in cui i tecnici e i ricercatori si mettono in gioco nell'incontro tra diversi sistemi di saperi in diretta interazione con gli agricoltori. Lo stesso dicasi per i produttori, chiamati a dialogare sulla base di linguaggi e obiettivi eccentrici alla ordinarietà

Si ringraziano sentitamente Francesco Ancona, Vincenzo Ritunnano e Vincenzo Vizioli per la loro imprescindibile collaborazione nella realizzazione delle attività di progetto in capo a FIRAB, e Alessia Mazzù e Giacomo Sarrocco per il sostegno alla razionalizzazione del materiale e alla disseminazione del lavoro FIRAB in Biodurum

dell'esperienza aziendale (Delate et al, 2016).

L'approccio partecipativo richiede pertanto una osmosi tra gli attori coinvolti, dando vita a un confronto nel corso di tutte le tappe del processo decisionale: dalla definizione del problema di ricerca, delle opportunità e delle priorità, passando per la progettazione dell'azione di ricerca e dei suoi metodi/protocolli, fino alla raccolta dei dati, alla loro analisi ed elaborazione, alla valutazione e validazione dei risultati e alla loro disseminazione. In questo contesto di mutua evoluzione professionale, sia gli agricoltori che i ricercatori 'apprendono facendo e cooperando' mentre il processo decisionale si plasma sulla base delle esperienze pratiche.

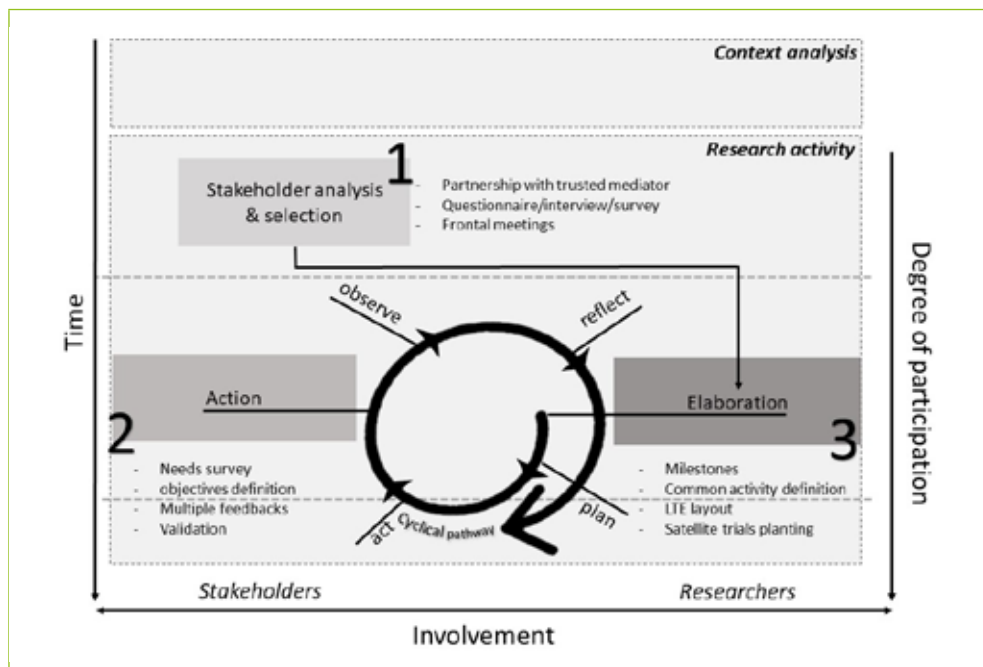
Se quanto enunciato rappresenta le fondamenta del processo partecipativo nella co-ricerca, l'ambizione che il progetto Biodurum ha potuto coltivare in questa direzione è stata contenuta in considerazione della sua natura di progetto 'affidato' dal Ministero al CREA, Ente di ricerca da esso vigilato, seppure in un quadro che recepiva le istanze manifestate dalle organizzazioni di settore e dalle rappresentanze istituzionali volte a superare le criticità che il sistema granoturicolo biologico stava affrontando. Conseguenza dei tempi stretti di definizione delle azioni di ricerca e della progettazione, non è stato infatti possibile promuovere iniziative di dialogo e di co-costruzione della proposta progettuale e tantomeno raccogliere una previa adesione di aziende interessate a indirizzare e cooperare alla sperimentazione. In questa direzione, il concorso di FIRAB come Unità Operativa, pur con la sua vocazione specialistica nella ricerca per l'agricoltura biologica e partecipativa, non ha potuto comunque vicariare il necessario processo di confronto e l'integrazione di una visione autenticamente frutto della voce dei soggetti produttivi.

L'adesione delle aziende si è dovuta quindi realizzare dentro uno schema di coinvolgimento *ex-post*: sulla base dell'attivazione del cruciale contributo di figure tecniche nei due areali di sperimentazione, FIRAB ha dapprima prodotto una scheda di presentazione del progetto, delle sue finalità e modalità operative e delle sue esigenze realizzative, e, successivamente, con il concorso dei tecnici specializzati in agricoltura biologica, ha proceduto alla presa di contatto con aziende granoturicole biologiche per raccoglierne le istanze e la partecipazione.

L'esperienza maturata nel progetto e gli insegnamenti legati a un processo interattivo parziale risultano pertanto privi di una ciclicità legata a disegno, realizzazione, valutazione e ritrattatura tipica di un percorso integralmente cooperativo e riflessivo, così come ad esempio suggerito da Ciaccia et al. (2019) che hanno elaborato lo schema indicato in Figura 6.1. Ciononostante, permette – forse proprio in virtù dei li-

miti affrontati – di formulare considerazioni che traggano insegnamento dai vincoli affrontati e individuino modalità mitigative o alternative che possano permettere un successivo dispiegamento di percorsi di ricerca più compiutamente partecipativi.

Fig. 6.1 - Quadro metodologico di un processo di ricerca partecipativa



Fonte: Ciaccia et al. 2019.

Dal pionierismo sperimentale alla co-costruzione della conoscenza

Il primo sviluppo del biologico è avvenuto per lo più in base alla capacità sperimentale di agricoltori precursori del metodo che operavano in assenza di supporto scientifico (Padel, 2001). In un quadro che precedeva gli attuali strumenti informatici, audiovisivi e mediatici e con un movimento biologico ancora embrionale, le esperienze locali di valore sono rimaste spesso circoscritte e condivise all'interno di ristrette comunità di produttori biologici rendendo l'approccio empirico l'opzione principale per dare risposta ai problemi che venivano identificati, pur se scarsamente

amplificato. Solo in una fase più recente, e con gradualità a partire dagli anni '90, istituti di ricerca e tecnici hanno cominciato a dedicare crescente attenzione scientifica al sistema di produzione biologico e alle sue innovazioni, non necessariamente tramite concorrenza di competenze scientifiche ed esperienziali.

Oggi, i principi di compenetrazione attoriale dei percorsi sperimentali e di innovazione e l'indispensabilità della pertinenza locale dell'investigazione ispirano i processi di ricerca e sviluppo europei, dove l'interazione tra diversi portatori di interessi e di pratiche indirizza il rinnovamento della conoscenza in agricoltura. Il varo dei Partenariati Europei di Innovazione (PEI-AGRI), congiuntamente con l'inclusione dell'approccio *multi-actor* nei programmi europei di ricerca Horizon, ha fortemente spinto la logica della ricerca multiattoriale e della co-costruzione delle innovazioni, producendo una decisa accelerazione verso un cambio di paradigma oltre che verso una – talvolta – forzata evoluzione delle mentalità degli attori coinvolti nella filiera del sapere, siano essi operanti nel binomio ricerca&innovazione o nelle dinamiche produttive e di rappresentanza.

Su questi aspetti e per quanto riguarda l'attuazione dell'approccio PEI nel settore biologico, il Focus Group PEI-AGRI sull'Agricoltura Biologica (2014) ha formulato una serie di suggerimenti e raccomandazioni, evidenziando quattro temi orizzontali: la necessità di un approccio sistemico; la necessità di migliorare la condivisione delle conoscenze; lo sviluppo di sistemi resilienti; la necessità di un ampio cambiamento culturale. Si invita quindi a una profonda riconsiderazione dei presupposti e dei fondamenti scientifici, un ridefinito ruolo sociale, un rimescolamento e meticciamiento dei saperi, una rivisitazione ontologica dei soggetti che producono sapere e tecnica, una relazione più dialettica tra scienza e società alla base del cambiamento culturale invocato. Gli esperti del Focus Group PEI-AGRI consigliano dunque un approccio autenticamente partecipativo, in cui l'intero processo di co-innovazione si estenda dalla identificazione del problema, al *design* dell'innovazione concreta, alla generazione e validazione dei risultati. Aspetti non circoscrivibili al solo dominio dell'innovazione, ma ampliabili all'intero ambito della ricerca e sperimentazione.

D'altro canto, il nuovo processo sperimentale sul quale poggia la co-ricerca richiede di massimizzare le soluzioni innovative pertinenti ai contesti che lievitano nelle aziende agricole. Ciò trova particolare giustificazione in agricoltura biologica dove le valenze ecosistemiche sito-specifiche devono essere messe a valore e non soppresse con l'agrochimica o l'omologazione genetica. Questo duplice punto di partenza – l'assunto cioè che gli agricoltori siano loro stessi degli sperimentatori operando

nel rispetto dell'agroecosistema di riferimento – necessita di nuove metodologie per reperire e identificare le innovazioni e le conoscenze esistenti (in particolare quelle diffuse e ignorate dalla letteratura), oltre che per sperimentare insieme (co-sperimentazione) e validare insieme i risultati di tali sperimentazioni (co-validazione).

In questo senso, il settore bio può interpretare, ancora una volta, un ruolo di avanguardia capace di generare una traiettoria di sviluppo –nel caso specifico dell'innovazione e del processo che la genera- e di trainare il restante mondo agricolo, proprio come auspicato dai movimenti biologici riuniti in Ifoam Organic International che vedono nel biologico 3.0, ossia nella riconciliazione tra obiettivi economici e spinta etico-ambientale, la forza di trazione per la sostenibilità dell'intera agricoltura (Rasmussen et al., 2017).

L'articolazione organizzativa di Biodurum

Le modalità di costituzione, gestione e conduzione di percorsi di ricerca che facciano perno nel coinvolgimento attoriale possono e devono essere molteplici in funzione della numerosità, tipologia e solidità relazionale dei soggetti che ve ne fanno parte. Identificare un cliché che ne standardizzi il format è inappropriato, oltre che foriero della stessa impostazione direttiva *ex officio* di percorsi relazionali che devono invece trovare la loro forza nella valorizzazione delle circostanze peculiari.

BIODURUM si è pertanto cimentato con una delle traiettorie possibili di partecipazione attoriale, declinandola a partire da uno schema di lavoro predisposto e proposto al sistema di aziende chiamato a sperimentare e dibattere innovazioni nella granoduricoltura bio.

All'avvio del progetto, FIRAB ha dapprima identificato due tecnici che interpretassero una imprescindibile interfaccia territoriale tra il sistema di aziende biologiche e i gruppi di ricerca impegnati in Biodurum; ha poi dedicato attenzione a una fase preliminare volta all'individuazione del nucleo iniziale di operatori con i quali sperimentare soluzioni agroecologiche nella gestione di seminativi a centralità granoduricola. In questa prima fase si è potuto osservare come, al di là di una precisa volontà di confrontarsi con nuovi criteri, ciascuna azienda abbia ravvisato nel progetto sperimentale opportunità aggiuntive che hanno ulteriormente rafforzato la propensione ad aderire al progetto. Il coinvolgimento delle aziende è dunque avvenuto a partire da contatti preesistenti dei tecnici e dalla condivisione di una sintesi sugli obiettivi di

progetto che permettesse di intravedere dei punti di caduta attinenti all'azione aziendale, oltre a garantire un ingaggio 'cosciente' degli operatori. Grazie al confronto con gli agricoltori su questi elementi si è venuta a creare una rete di 3+3 realtà aziendali nei due areali di riferimento con le quali avviare le sperimentazioni nel quadro di una rimodulazione della gestione agroecologica dei campi. Sulla base dei comuni obiettivi posti in seno al progetto Biodurum, è stato quindi definito con e per ogni azienda un piano di rotazioni e di impiego di opzioni varietali conformi agli obiettivi produttivi e agroecologici aziendali (vedasi il ricorso a varietà e miscugli di grano duro con piante ad alta taglia per il contenimento delle infestanti).

L'esperienza collaborativa di Biodurum è stata strutturata anche tramite occasioni di confronto tra aziende, tecnici e ricercatori per co-definire il perimetro di indagine. A ciò si è affiancata una valorizzazione di opportunità esterne, come ad esempio le iniziative di confronto socio-tecnico (p.e. sull'uso di materiale genetico eterogeneo) promosse dalle AIAB regionali o le sinergie con progetti europei quali quello Horizon2020 denominato DiverIMPACTS. I tecnici FIRAB hanno infine curato l'accompagnamento delle attività colturali per registrarne l'avanzamento e i risultati da poter condividere con i partner di progetto e da rendere disponibili più estesamente presso la comunità di produttori biologici. Similmente, è stata garantita la raccolta di dati e campioni per le rilevazioni aziendali al fine di assicurarne un'analisi e un'elaborazione che potesse alimentare sia l'arricchimento scientifico tramite pubblicazioni che la restituzione alle aziende coinvolte, non sempre perfezionata.

Un momento di particolare interazione costruttiva è emerso con l'attività di definizione degli indicatori di sostenibilità dove, nei due areali di progetto, si è teso ad assicurare un collante tra i partner di progetto, le aziende teatro della sperimentazione e un nucleo di portatori di interesse. Tale attività, descritta con maggiore dettaglio nel Capitolo 7 - *Lo strumento BioDurum_MCA per la valutazione della sostenibilità delle aziende cerealicole biologiche*, ha dato vita a un processo di co-costruzione imperniato sulle valenze produttive dei contesti reali lungo i tre pilastri della sostenibilità (ambientale, sociale ed economico) permettendo di costruire con forte rigore un processo ancorato agli interessi del sistema produttivo, così portando i produttori al centro di un ragionamento dai presupposti scientifici e dai crescenti risvolti di politica e di governance.

Lezioni apprese

In una parabola tipica dei progetti di ricerca che pongono verso la fine delle proprie attività gli aspetti di divulgazione e restituzione agli attori, Biodurum ha sofferto l'irrompere della pandemia Covid-19 che ha impedito la realizzazione di momenti di confronto con gli operatori sui risultati conseguiti. La loro stessa valutazione è risultata così menomata di una interlocuzione con gli agricoltori biologici e i soggetti di filiera sulla pertinenza degli approcci e dei risultati venendo quindi a impedire una necessaria chiusura del cerchio dopo l'altrettanto cruciale perdita di una fase di disegno condiviso degli obiettivi e degli approcci di ricerca.

Il percorso di coinvolgimento dedicato alla condivisione delle esigenze di sperimentazione e delle esperienze sulla risoluzione di problemi specifici degli agricoltori ha messo in evidenza come l'aspetto di relazione, distintiva dei processi di co-ricerca, rischia di rimanere strozzato se circoscritto a soli momenti parziali. Nei primi incontri promossi dai tecnici è emersa l'urgenza da parte degli agricoltori di cogliere l'opportunità dell'esperienza di ricerca per promuovere una più efficace collaborazione su più fronti, quali la disponibilità di semente adatta ai contesti colturali e valorizzabile in filiera, l'innovazione meccanica, la gestione delle erbe spontanee, oltre che capace di creare reti collaborative estese ai territori di intervento. Non su tutti i fronti identificati si è potuto procedere rispondendo ai desiderata dei produttori e alle esigenze di verifica sperimentale da loro individuate: se, ad esempio, nell'areale appulolucano si è potuto saggiare il miscuglio di semente eterogenea del 'miscuglio Biodurum' altrettanto non è stato possibile fare con la seminatrice 'Seminbio' che non ha potuto raggiungere le aziende per prove in contesto reale, privando gli agricoltori di possibilità concrete di misurarsi con innovazioni disponibili.

Detti i limiti costitutivi e realizzativi di un percorso autenticamente di co-ricerca, Biodurum ha condotto parte delle sue attività in chiave di sperimentazione *on-farm*. Questa non interpreta *tout court* la ricerca partecipativa: atterrare sperimentazioni in un contesto aziendale reale si misura con l'aleatorietà del sistema biofisico, con le logiche di conduzione agronomica ed economica, con l'obiettivo di perseguire percorsi innovativi compatibili con un'attuazione ordinaria dei produttori, ma non comporta necessariamente un loro coinvolgimento attivo e una loro validazione di processi e risultati al pari della validazione scientifica. Tali considerazioni indicano l'opportunità di testare e approfondire in ulteriori occasioni progettuali quelle dinamiche compiute

tamente partecipative capaci di dare pieno dispiegamento alla ciclicità del processo di confronto multi-attoriale su obiettivi, organizzazione sperimentale, dispiegamento di strumenti e pratiche fino alla riflessione collettiva sui risultati della co-ricerca, indicata da Ciaccia et al. (vedasi l'introduzione).

Inoltre, la conduzione di un processo di ricerca che coinvolga più pienamente i produttori deve essere necessariamente flessibile in termini di sequenza di fasi, di tecniche impiegate e di azioni attuate. Si tratta di aspetti condizionati, a priori, da un insieme di fattori che differiscono in base all'identità di chi attua il progetto, dei vincoli tecnici, politici e finanziari o del contesto sociale e territoriale in cui si esplica. Avviata la fase operativa, struttura e sviluppo della ricerca devono poter essere infatti rinegoziati per ritrarli in maniera partecipativa e adattarli alle circostanze che possono essere nel frattempo mutate, rinegoziazione che però non ha potuto trovare attuazione nel progetto. Ne discende l'utilità di elementi di flessibilità a garanzia di un maggiore successo dei progetti di ricerca multi-attoriale che, a partire dall'esecuzione tecnica del piano di lavoro sperimentale fino alla gestione e supervisione amministrativa, riflettono la mutevolezza di contesti, esigenze, opportunità e relazioni.

Restano a tal fine da evidenziare i vincoli e le rigidità di ordine amministrativo e burocratico: così come talune opportunità sono rimaste inesprese per difficoltà ad aggirare vincoli di budget od organizzativi della macchina burocratica, la stessa inflessibilità nella interpretazione della gestione tabellare delle voci di spesa finanziaria ha limitato e limiterà il dispiegamento di tutte le energie e competenze necessarie a un più ampio respiro e più feconda rilevanza. Si intuisce pertanto che l'innovazione di ordine tecnico e organizzativo debba essere accompagnata da quella istituzionale e amministrativa se la si vuole fare decollare effettivamente (Canali et al, 2020).

In uno scenario di *failing forward* (Maxwell, 2007) i limiti suesposti vanno assunti, interpretati e ribaltati. Da una parte, riformulando le strategie di ricerca e di sviluppo in agricoltura, aprendo la governance che le orienta e aggiornando regole e procedure amministrative ancora imbrigliate da burocrazia e arbitrio. Dall'altra, consolidando pratiche che incardinano l'innovazione dal basso, mettendo a disposizione risorse, mezzi e priorità.

Bibliografia

- Canali S., Antichi D., Cristiano S., Diacono M., Ferrante V., Migliorini P., Riva F., Trinchera A., Zanolì R. and Colombo L. (2020) *Levers and Obstacles of Effective Research and Innovation for Organic Food and Farming in Italy*; *Agronomy* 2020, 10(8), 1181; <https://doi.org/10.3390/agronomy10081181>
- Ciaccia C., Di Pierro M., Testani E., Rocuzzo G., Cutuli M. and Ceccarelli D. (2019) *Participatory Research Towards Food System Redesign: Italian Case Study and Perspectives*; *Sustainability*, 11, 7138; doi:10.3390/su11247138
- Colombo L. e Meschinelli A. (Set 2014) *La strada della co-ricerca per l'implementazione del Partenariato europeo per l'innovazione*, *Agriregionieuropa* anno 10 n°38
- Delate K., Canali S., Turnbull R., Tan R. and Colombo L. (2016) *Participatory organic research in the USA and Italy: Across a continuum of farmer–researcher partnerships*, *Renewable Agriculture and Food Systems*: Page 1 of 18 doi:10.1017/S1742170516000247
- De Leener P. (2001) *Towards an evolving conceptual framework to effectively capture the complexity of collaborative research. Technical Workshop on Methodologies, Organization and Management of Global Partnership Programmes*, IFAD, Rome, 9–10 October 2001.
- EIP-AGRI Focus Group Organic Farming (2014) *Optimising Arable Yields. Recommendations and Outputs*; EIP-AGRI Agriculture & Innovation; https://ec.europa.eu/eip/agriculture/sites/agri-eip/files/fg1_organic_farming_final_report_2013_en.pdf
- Maxwell J.C. (2007) *Failing Forward*, Thomas Nelson Ed.
- Padel, S. (2001). *Conversion to organic farming: A typical example of the diffusion of an innovation?* *Sociologia Ruralis*, (1)40, 40-61.
- Rasmussen I.A., Rahmann G. and Løes A.-K. (2017) *Special issue of Organic Agriculture—Organic 3.0 Org. Agr.* (2017) 7:165–167 DOI 10.1007/s13165-017-0190-x

Lo strumento **BioDurum_MCA** per la valutazione della sostenibilità delle aziende cerealicole biologiche

Introduzione

Il progetto BioDurum (finanziato dal Mipaaf PQAI 1 - Ufficio Agricoltura Biologica) si è posto come obiettivo generale l'individuazione e la messa in opera di percorsi agronomici innovativi, con particolare riferimento alla diversificazione colturale, in grado di tutelare la sostenibilità ambientale, economica e sociale dei sistemi produttivi di grano duro biologico.

Per raggiungere i suoi obiettivi, tra altre azioni, il progetto ha sviluppato *BioDurum_MCA*, un nuovo 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 *Biodurum_MCA* è stato interamente progettato attraverso un processo partecipativo e realizzato utilizzando il *software DEXi open source* che ha dimostrato di essere particolarmente adatto per la creazione di modelli qualitativi multi-criterio con il coinvolgimento degli stakeholder. Ne è risultata la struttura gerarchica composta da 64 indicatori e 45 attributi aggregati, articolati nei tre ambiti (o pilastri) rappresentativi della sostenibilità agroambientale, economica, e sociale. La struttura articolata dello strumento riflette la complessità delle questioni e le priorità relative agli aspetti della sostenibilità espressa dagli stakeholder coinvolti.

Lo strumento è stato progettato per essere capace di:

- i. valutare gli effetti della diversificazione colturale;
- ii. 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);

iii. 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:

- un imprenditore agricolo (dopo un'apposita formazione) per effettuare un'auto-valutazione della sua azienda;
- un tecnico o un consulente aziendale per suggerire all'agricoltore azioni specifiche per migliorare la sostenibilità delle attività aziendali;
- un ricercatore per evidenziare i punti critici della gestione di un gruppo di aziende.

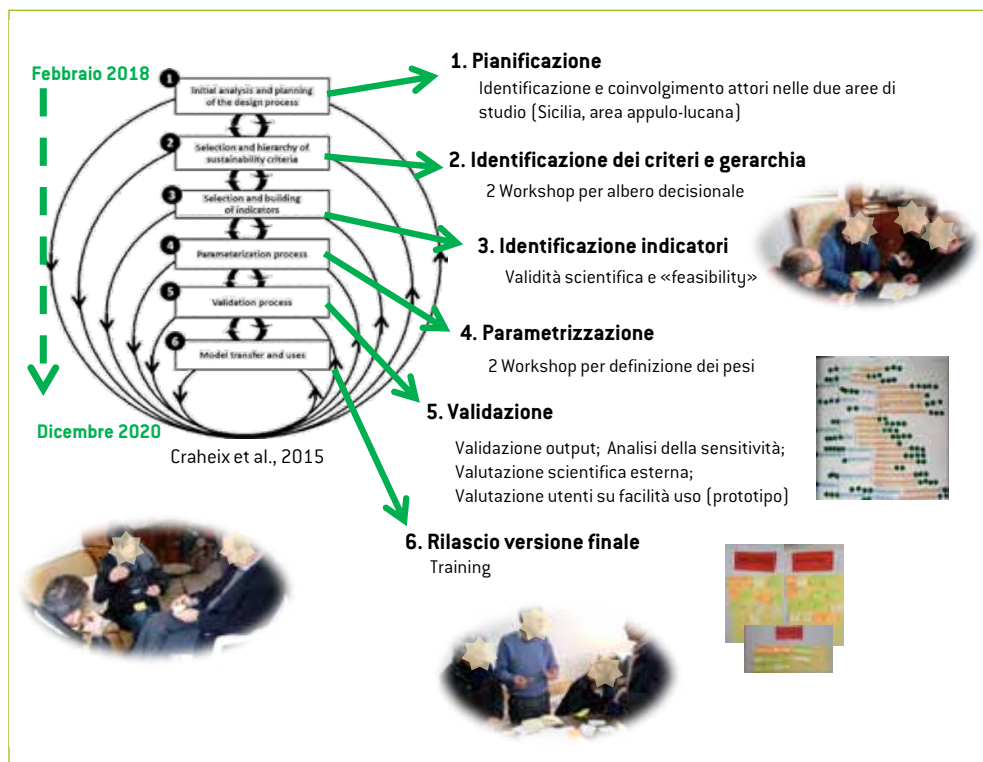
7.1 Il processo partecipativo per lo sviluppo: le fondamenta di BioDurum_MCA

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 ed è stato articolato nelle seguenti fasi (Figura 7.1), come suggerito da Craheix *et al.*, (2015):

1. analisi iniziale e pianificazione – per chiarire gli obiettivi, le procedure e definire gli attori da coinvolgere nelle due aree rappresentative del progetto BioDurum (area siciliana e area appulo-lucana);
2. selezione degli aspetti di sostenibilità e definizione della struttura gerarchica del modello – con il duplice obiettivo sia di coinvolgere, attraverso dei workshop partecipativi, la compagine multi-attoriale e ragionare con tali attori partecipanti sui concetti e gli aspetti rilevanti per la valutazione della sostenibilità da inserire nello strumento di valutazione, sia di strutturare gli aspetti identificati in una struttura gerarchica che integra i diversi ambiti della sostenibilità (ambientale, economica, e sociale);
3. identificazione degli indicatori – per quantificare i diversi aspetti della sostenibilità riportati nella struttura gerarchica. 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;
 - 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;
4. parametrizzazione del modello – per la definizione condivisa fra gli attori dei pesi da assegnare alle diverse componenti della struttura gerarchica del modello;
 5. validazione – che ha previsto un'analisi di sensitività con la valutazione degli output del modello e il rilascio di una versione prototipale per raccogliere ulteriori feedback dagli utenti finali al fine di migliorare la semplicità di utilizzo e la fruibilità dello strumento;
 6. rilascio del modello – con la pubblicazione on line della versione finale dello strumento gratuitamente scaricabile.

Fig. 7.1 - Le fasi del processo partecipativo di sviluppo del modello BioDurum_MCA



La realizzazione di *BioDurum_MCA* è stata possibile grazie al contributo degli attori (operatori economici) coinvolti (Tabella 7.1), dei ricercatori del CREA e dei tecnici della FIRAB direttamente coinvolti nella realizzazione dello strumento.

Tab. 7.1 - Gli attori coinvolti nel processo partecipativo di sviluppo di *BioDurum_MCA*

Tipologia di attori	Puglia/Basilicata		Sicilia		Totale	
	Donne	Uomini	Donne	Uomini	Donne	Uomini
Agricoltori	4	2	2	2	6	4
Pastificatori				3		3
Contoterzisti		1				1
Ass.ni/organiz.ni produttori		5		1		6
Enti di sviluppo regionali	1				1	
Ricercatori		2	1	2	1	4
Totale	5	10	3	8	8	18

Inoltre, il processo ha previsto diverse fasi di *peer-review* da parte di una Commissione Scientifica Esterna (CSE) che ha affiancato in parallelo (ma con uno sfasamento temporale) parte del processo di realizzazione del modello. Il coinvolgimento della Commissione Scientifica Esterna ha avuto l'obiettivo di rafforzare ed accrescere la credibilità dello strumento, garantire la trasparenza del processo e facilitare la diffusione e la potenziale applicazione del modello anche in altri contesti del sud Italia non direttamente interessati dal progetto BioDurum.

7.2 La struttura dello strumento *BioDurum_MCA*

La struttura gerarchica di *BioDurum_MCA* risulta composta da 109 attributi (64 indicatori di base - B e 45 variabili aggregate - A) riportati in Tabella 7.2 ed è articolata nei tre pilastri della sostenibilità agroambientale (peso = 44%), economica (peso = 36%) e sociale (peso = 20%).

La sostenibilità agroambientale [Tabella 7.2 (a)] è a sua volta strutturata in tre macro-temi:

- i. Gestione delle risorse naturali (peso = 47%) con i sotto-temi relativi al Suolo (Erosione; Carbonio organico del suolo; Struttura del suolo), Biodiversità (Genetica; Specifica; di Habitat) e Acqua (Quantità; Qualità);
- ii. Pratiche colturali (peso = 38%) con i sotto-temi relativi alla Fertilizzazione

(Fertilizzazione con azoto; Fertilizzazione con fosforo), Gestione della protezione delle colture (Tecniche preventive; Gestione curativa) ed Energia (Consumo energetico; Autonomia energetica);

- iii. Attenzione ambientale (peso = 15%), caratterizzato dai sotto-temi Gestione del cambiamento climatico e gestione dei rifiuti

Il pilastro della sostenibilità economica [Tabella 7.2 (b)] è rappresentato da tre temi principali:

- i. Redditività economica (peso = 50%), che comprende i sotto-temi relativi al Risultato Economico, calcolato come rapporto tra i ricavi e costi; resa di grano duro e stabilità della resa calcolata mediante il coefficiente di variazione CV (valutato in riferimento ai valori ottenuti dai dati RICA della provincia in cui si trovano le aziende agricole); Indipendenza da aiuti pubblici e input extra-aziendali; Multifunzionalità;
- ii. Valorizzazione del prodotto (peso = 25%) con i sotto-temi relativi alla Qualità del prodotto (sia tecnologica che sanitaria) e Tipologie di certificazione;
- iii. Mercati (peso = 25%) caratterizzato da: Accordi di vendita (in termini di vendita canali e accordi agricoltore-acquirente); Filiere corte (considerate come percentuale di prodotti venduti e rilevanza economica delle filiere locali); Contributo allo sviluppo di nuove catene di valore.

Infine, la dimensione della sostenibilità sociale [Tabella 7.2 (c)] è composta anche essa da tre temi principali:

- i. Lavoro (peso = 24%) contenente i sotto-temi Contributo all'occupazione (in termini di ore lavorate); Contratti di lavoro (considerando i dipendenti e lavoratori svantaggiati); Sicurezza sul posto di lavoro;
- ii. Capitale umano (peso = 47%) composto dai sotto-temi Cooperazione (con riferimento ad attività e macchinari gestiti in collaborazione con altri agricoltori e partecipazione a consorzi); Innovazione (che considera la propensione all'innovazione legata all'età e al grado di istruzione dell'agricoltore e dei suoi dipendenti, all'aggiornamento delle apparecchiature e impegno dell'azienda agricola in progetti di ricerca ed innovazione);
- iii. Sviluppo del territorio (peso = 29%) composto direttamente da due indicatori di base: Comunicazione e sensibilizzazione, valutate in base alle attività svolte dall'azienda agricola in giornate aperte, attività di apprendimento in azienda; Promozione della consapevolezza del ruolo e del valore del paesaggio nella comunità.

Tab. 7.2 (a) - Struttura e attributi della sostenibilità ambientale del modello BioDurum_MCA

Livello gerarchico	Attributi della struttura gerarchica	Tipologia attributi	Pesi	Classi
I	SOST_AGROAMBIENTALE	A	44	7
II	GESTIONE RISORSE NATURALI	A	47	5
III	SUOLO	A	39	4
IV	Erosione	A	34	4
V	%Copertura	B	62	4
V	Pendenza	B	38	3
IV	SOC	A	36	4
V	Carbon Input	B	52	4
V	Lavorazioni	B	48	4
IV	Struttura	A	30	3
V	Problematiche	B	67	3
V	Controllo	A	33	3
VI	Compattaz. macchinari	B	33	3
VI	Rigenerazione struttura	B	67	3
III	BIODIVERSITA'	A	39	3
IV	Genetica	A	29	3
V	Diversità cultivar	B	40	3
V	Varietà locali	B	60	4
IV	Specifica	A	42	3
V	Diversità spaziotemporale	A	83	3
VI	Specie totali rotazione	B	38	3
VI	Aree rotazionali	B	43	3
VI	Consociazioni	B	19	3
V	%Leguminose	B	17	3
IV	Habitat	A	29	3
V	Aree a Focus Ecologico	B	67	3
V	Dimensione appezzamenti	B	33	3
III	ACQUA	A	22	3
IV	Impatto Quantità	A	50	3
V	Volumi	B	33	3
V	Riuso	B	33	3
V	Microirrigazione	B	33	3
IV	Impatto Qualità	A	50	3
V	Rischio perdita N	B	67	3
V	Rischio perdita P	B	33	3
II	PRATICHE COLTURALI	A	38	5
III	FERTILIZZAZIONI	A	57	3
IV	Azoto	A	70	3
V	Bilancio N	B	57	3
V	Riuso risorse N	B	43	3
IV	Fosforo	A	30	5
V	Bilancio P	B	40	3
V	Riuso risorse P	B	40	4
V	P non rinnovabile	B	20	3
III	GESTIONE FITOSANITARIA	A	21	4

segue >>

segue >>

Livello gerarchico	Attributi della struttura gerarchica	Tipologia attributi	Pesi	Classi
IV	Tecniche preventive	B	52	4
IV	Gestione curativa	A	48	4
V	Tecniche curative	B	67	3
V	Rame	B	33	3
III	ENERGIA	A	22	3
IV	Consumi	A	43	4
V	Consumi diretti	B	56	4
V	Consumi indiretti	B	44	4
IV	Autonomia	A	57	3
V	Prodוז. energia rinnovabile	B	67	2
V	Reimpiego	B	33	3
II	ATTENZIONE AMBIENTALE	A	15	5
III	CAMBIAMENTI CLIMATICI	A	64	3
V	Adattamento	B	67	3
V	Mitigazione	B	33	3
III	GESTIONE RIFIUTI	B	36	3

Tab. 7.2 (b) - Struttura e attributi della sostenibilità ambientale del modello BioDurum_MCA

Livello gerarchico	Attributi della struttura gerarchica	Tipologia attributi	Pesi	Classi
I	SOST_ECONOMICA	A	36	7
II	VITALITA' ECONOMICA	A	50	5
III	Risultato	A	41	3
IV	Efficienza economica	B	50	3
IV	Rese frumento	B	30	3
IV	Stabilità produzioni	B	20	3
III	Indipendenza	A	41	3
IV	Sussidi	B	33	3
IV	Input	A	67	3
V	Sementi	B	40	3
V	Fertilizzanti azotati	B	40	3
V	Altri input	B	20	3
III	Multifunzionalità	B	18	3
II	VALORIZZAZIONE	A	25	3
III	Qualità	A	67	3
IV	Qualità Tecnologica	B	50	3
IV	Qualità Sanitaria	B	50	3
III	Certificazioni	B	33	3
II	MERCATI	A	25	5
III	Meccanismi di vendita	A	41	3
IV	Numero canali di vendita	B	67	3
IV	Tipologie di contratto	B	33	3
III	Filiere locali	A	41	3
IV	% Destinazione prodotti in filiere locali	B	50	3
IV	Rilevanza	B	50	3
III	Contributo sviluppo nuove filiere	B	18	3

Tab. 7.2 (c) - Struttura e attributi della sostenibilità ambientale del modello BioDurum_MCA

Livello gerarchico	Attributi della struttura gerarchica	Tipologia attributi	Pesi	Classi
I	SOST_SOCIALE	A	20	7
II	LAVORO	A	24	5
III	Contributo all'occupazione	B	44	3
III	Tipologia di contratti	A	22	3
IV	%Contratti temporanei	B	53	3
IV	Inclusione Sociale	B	47	2
III	Sicurezza sul lavoro	B	33	3
II	CAPITALE UMANO	A	47	5
III	Cooperazione	A	45	3
IV	Attività gestite in comune	B	32	3
IV	Macchinari in comune	B	32	2
IV	Partecipazione a consorzi	B	36	3
III	Innovazione	A	55	3
IV	Propensione	B	35	3
IV	Aggiornamento	A	35	3
IV	Formazione	B	67	3
IV	Parco macchine e attrezzature	B	33	3
IV	Ricerca e Sperimentazione	B	30	2
II	SVILUPPO TERRITORIO	A	29	3
III	Comunicazione e sensibilizzazione	B	50	3
III	Valore Paesaggio	B	50	3

7.3 L'organizzazione dello strumento BioDurum_MCA

Lo strumento *BioDurum_MCA* 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). La sostenibilità generale e i tre pilastri hanno il maggiore potere discriminante presentando in totale sette classi (molto bassa, bassa, medio bassa, media, medio alta, alta, molto alta).

Nel dettaglio, per utilizzare lo strumento l'utente dovrà scaricare dalla pagina web del download (<http://bit.ly/biodurum>) in una qualsiasi cartella nel proprio computer i seguenti file:

- il manuale *BioDurum_MCA_Manuale.docx* da leggere prima dell'utilizzo dei file per avere un'idea generale dello strumento e da consultare in contemporanea all'utilizzo dei file per una corretta compilazione delle informazioni richieste;
- il file Excel *BioDurum_MCA.xlsm*. Il file è stato creato in Excel 2010 ma può essere utilizzato anche in versioni successive. Dato che il file contiene delle macro con codice in Visual Basic, per un corretto utilizzo dello strumento l'utente dovrà autorizzare l'esecuzione delle macro, richiesta dal sistema di protezione la prima volta che si apre il file Excel;
- il programma *DEXi502en_setup.exe*. L'utente deve eseguire (cliccando sul file) ed installare il programma DEXi prima di utilizzare il file descritto al punto successivo che contiene la struttura gerarchica per la valutazione generale della sostenibilità;
- il file *BioDurum_MCA.dxi*. Dopo aver installato il programma DEXi (punto precedente), il computer dovrebbe associare automaticamente l'estensione .dxi al programma DEXi e quindi aprire senza problemi il file *BioDurum_MCA.dxi*. Se questo non accade, allora l'utente dovrà associare manualmente l'estensione .dxi al programma DEXi. I percorsi sono diversi in base alla versione WINDOWS installata sul proprio computer. La più semplice e comune a tutti i sistemi dovrebbe essere quella di cliccare con il tasto destro del mouse sul file *BioDurum_MCA.dxi* e selezionare la voce Proprietà. Poi andare su "Generale" e cliccare sul tasto "Cambia". Nella schermata che appare l'utente dovrà selezionare il programma *DEXi.exe*.

Gli altri file presenti nella pagina web non devono essere obbligatoriamente scaricati ma possono servire per un ulteriore approfondimento. Nello specifico: (i) il file *Appendice_A_Schede_Indicatori.pdf* contiene le schede informative, le formule e i riferimenti bibliografici dei 64 indicatori di base identificati nello strumento *BioDurum_*

MCA; (ii) il file *Esempio_compilato.xlsm* contiene un esempio di compilazione del file Excel; (iii) il documento *Esempio.pdf* contiene una descrizione delle principali caratteristiche dell'azienda riportata nel file Excel di esempio.

7.4 L'utilizzo Ex-Post ed Ex-Ante dello strumento BioDurum_MCA

Come già accennato, BioDurum_MCA è stato sviluppato per 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 e la fase di validazione (fase n. 5, figura 7.1) è stata eseguita seguendo entrambi gli approcci.

Per l'analisi *ex-post*, le aziende agricole con sistemi a base di grano duro da sottoporre a valutazione sono state selezionate tra quelle appartenenti agli agricoltori che hanno partecipato allo sviluppo dello strumento. Tale scelta ha consentito di prendere in esame condizioni agroambientali differenti tra loro. Nella tabella 7.3 sono descritte le caratteristiche dei sistemi produttivi aziendali oggetto della valutazione e collocate nell'ambiente appulo-lucano, mentre nella tabella 7.4 quelli della Sicilia. I dati e le informazioni richieste per il calcolo degli indicatori sono stati raccolti da interviste realizzate dai tecnici e dai ricercatori coinvolti dal progetto BioDurum.

Nell'analisi *ex-ante*, nel rispetto della normativa italiana in materia di requisiti delle rotazioni da attuare in agricoltura biologica (DM Mipaaf 3757/2020) sono stati identificati 3 diversi sistemi rappresentati nella figura 7.2.

Per poter realizzare la valutazione con approccio *ex-ante* è stato necessario definire alcune assunzioni; nel dettaglio:

- i) si è ipotizzato che nei sistemi aziendali considerati tutte le colture fossero presenti tutti gli anni, ovvero si fosse in presenza di una rotazione completa nel tempo e nello spazio;
- ii) le tecniche colturali considerate sono state "mutuate" da una azienda del territorio Appulo-Lucano caratterizzata da buona efficienza tecnica ed economica (applicazione delle buone pratiche di agricoltura biologica);
- iii) i dati tecnici utilizzati (es. produzioni) sono stati derivati dall'esercizio *ex-post*;
- iv) analogamente si è fatto per la definizione dei costi e dei ricavi, con modifiche minime per adattare i valori alle specifiche rotazioni.

Tab. 7.3 - Caratteristiche dei sistemi produttivi aziendali oggetto della valutazione ex-post nell'ambiente Appulo-Lucano.

Azienda	Superficie considerata (ha)	Anni di raccolta	Lista delle colture prese in considerazione per la valutazione	Input aggiuntivi
F_BP1	3	3	<p>2016-2017 1. Coltura di copertura (3 ha) - Favino (<i>Vicia faba</i> L. var. <i>minor</i> Beck)</p> <p>2017-2018 1. Coltura di copertura (1 ha) - Mix di favino (40%) e orzo (<i>Hordeum vulgare</i> L.; 60%) seguito da girasole (<i>Helianthus annuus</i> L.) - granella: 1400 kg/ha (0.58 €/kg in FC); 2. Popolazione evolutiva di frumento duro (<i>Triticum durum</i> Desf.; 1 ha) - granella: 2500 kg/ha (0.385 €/kg in FL); paglia: 7600 kg/ha (0.05 €/kg in FC); 3. Cece (<i>Cicer arietinum</i> L.; 1 ha) - granella: 1400 kg/ha (1 €/kg in FL)</p> <p>2018-2019 1. Farro (<i>Triticum spelta</i> L.; 1 ha) - granella: 2500 kg/ha (0.41 €/kg in FL); paglia: 5200 kg/ha (0.05 €/kg in FS); 2. Favino (1 ha) - granella: 1800 kg/ha (0.35 €/kg in FL); 3. Popolazione evolutiva di grano duro (1 ha) - granella: 2600 kg/ha (0.385 €/kg in FL); paglia: 7600 kg/ha (0.05 €/kg in FC)</p>	<i>Bacillus thuringiensis</i> distribuito al cece (1 kg/ha)
F_BP2	12	3	<p>2016-2017 1. Cece (12 ha) - granella: 400 kg/ha (0.6 €/kg in FL)</p> <p>2017-2018 1. Coltura di copertura (6 ha) - Mix di Veccia (40%) e Avena (60%); 2. Farro (5 ha) - granella: 1000 kg/ha (0.25 €/kg in FL); 3. Grano duro (1 ha) - granella: 1000 kg/ha (80% a 0.4 €/kg in FL; 20% trasformata in semola e venduta a 10€/kg in FC);</p> <p>2018-2019 1. Grano duro (6 ha) - granella: 1000 kg/ha (80% a 0.4 €/kg in FL; 20% trasformata in semola e venduta a 10€/kg in FC); 2. Cece (5 ha) - granella: 400 kg/ha (0.6 €/kg in FL); 3. Coltura di copertura (1 ha) - Mix di Veccia (<i>Vicia sativa</i> L.; 40%) e Avena (<i>Avena sativa</i> L.; 60%)</p>	Concime organico commerciale prodotto localmente, applicato al frumento duro nel 2017 (300 kg/ha)

Per le colture da reddito sono riportati anche i prezzi di vendita e le filiere coinvolte (FC=Filiera corta; FL=Filiera lunga).

Tab. 7.4 - Caratteristiche dei sistemi produttivi aziendali oggetto della valutazione ex-post in Sicilia

Azienda	Superficie considerata (ha)	Anni di raccolta	Lista delle colture prese in considerazione per la valutazione	Input aggiuntivi
F_SC1	4	4	<p>2015-2016 1. Canapa (<i>Cannabis sativa</i> L.; 2 ha) - granella: 500 kg/ha (trasformata in olio e venduto a 50 €/l in FC); 2. Grano duro, cultivar locale (2 ha) - granella: 2200 kg/ha (80% a 0.5 €/kg in FL; 20% trasformata in semola e venduta a 3.5 €/kg in FC);</p> <p>2016-2017 1. Frumento tenero (<i>Triticum aestivum</i> L.), cultivar locale (2 ha) - granella: 1500 kg/ha (0.6 €/kg in FL); 2. Canapa (2 ha) - granella: 500 kg/ha trasformata in olio e venduto a 50 €/l in FC)</p>	Compost aziendale applicato a tutte le colture nella stessa dose (1750 kg/ha); Sangue secco (25 kg/ha) distribuito al frumento duro nel 2019

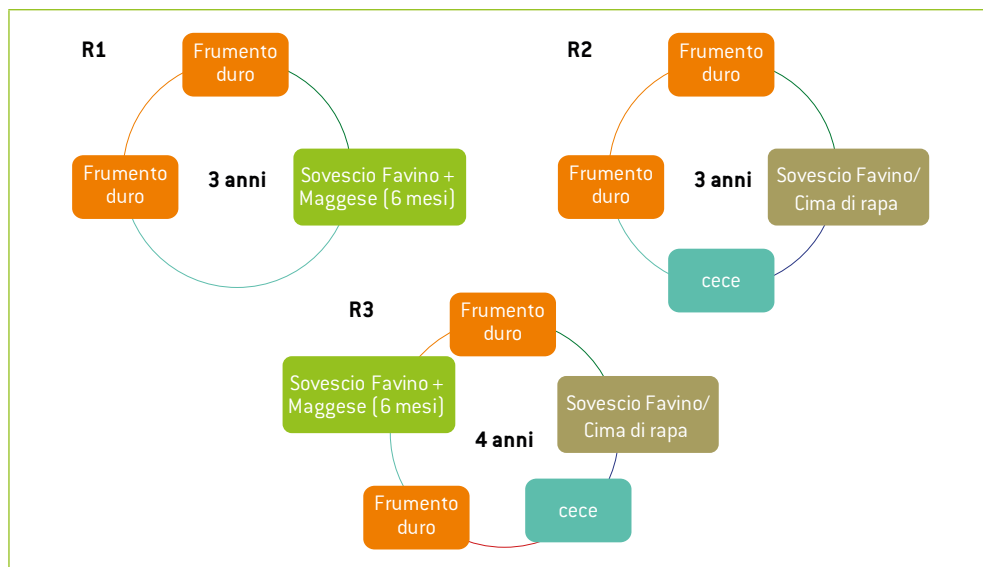
segue >>

Tab. 7.4 - Caratteristiche dei sistemi produttivi aziendali oggetto della valutazione ex-post in Sicilia

Azienda	Superficie considerata (ha)	Anni di raccolta	Lista delle colture prese in considerazione per la valutazione	Input aggiuntivi
segue >> F_SC1	4	4	<p>2017-2018</p> <p>1. Lenticchia (<i>Lens esculenta</i> Moench.; 2 ha) – granella: 1000 kg/ha (3.5 €/kg in FC)</p> <p>2. Cece (2 ha) – granella: 750 kg/ha (50% venduta a 2 €/kg in FL; 50% venduta a 4 €/kg in FC);</p> <p>2018-2019</p> <p>1. Canapa (2 ha) - granella: 500 kg/ha (trasformata in olio e venduto a 50 €/l in FC);</p> <p>2. Grano duro, cultivar locale (2 ha) – granella: 2500 kg/ha (80% a 0.5 €/kg in FL; 30% trasformata in semola e venduta a 3.5 €/kg in FC);</p>	
F_SC2	14	4	<p>2015-2016</p> <p>1. Grano duro (14 ha) – granella: 1200 kg/ha (0.52 €/kg in FC); paglia: 3000 kg/ha (0.02 €/kg in FC);</p> <p>2016-2017</p> <p>1. Sulla (<i>Hedysarum coronarium</i> L.; 14 ha) – pianta intera: 1500 kg/ha (0.15 €/kg in FC);</p> <p>2017-2018</p> <p>1. Sulla (14 ha) – granella: 400 kg/ha (100% re-impiegata in azienda);</p> <p>2018-2019</p> <p>1. Grano duro (14 ha) – granella: 1400 kg/ha (0.52 €/kg in FC);</p>	

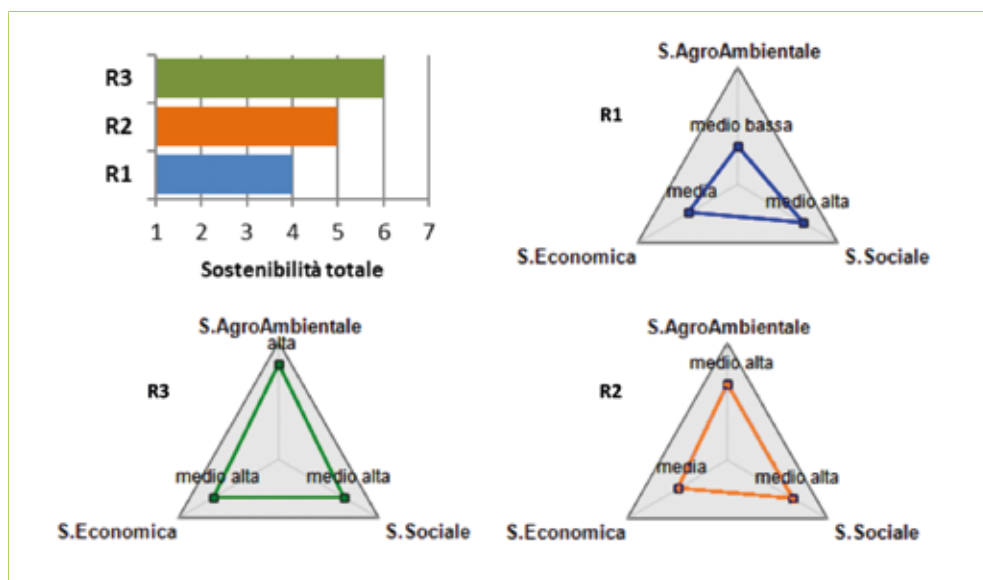
Per le colture da reddito sono riportati anche i prezzi di vendita e le filiere coinvolte (FC=Filiera corta; FL=Filiera lunga).

Fig. 7.2 - I sistemi produttivi aziendali oggetto della valutazione ex-ante



Per ciò che riguarda i risultati della valutazione *ex-post*, F_BP1 e F_SC1 sono risultate le aziende a maggiore sostenibilità complessiva, valutate rispettivamente con sostenibilità “alta” e “mediante alta”. Queste due aziende sono seguite dalla F_BP2 (medio bassa) e infine dall’azienda F_SC2 (bassa). Queste differenze sono del tutto coerenti con quanto emerso nel pilastro della sostenibilità agroambientale. Per quanto riguarda la dimensione economica, F_BP1 e F_SC1 hanno ottenuto punteggi migliori (entrambi medio alti) rispetto a F_SC2 (sostenibilità media) e F_BP2 (medio bassa). F_BP1 e F_SC1 hanno presentato il loro principale punto di forza nel tema della redditività economica. In F_BP2, la prestazione peggiore è stata mostrata per l’attributo “indipendenza economica”, causata da un’elevata incidenza dei sussidi sul margine lordo. Per la dimensione sociale, F_BP1 ha presentato la migliore valutazione (medio alta), mentre le altre aziende hanno mostrato un punteggio medio-basso. In F_BP1, la realizzazione di pratiche colturali e lavorazioni effettuate con cura e precisione, sia sulle colture da reddito che sulle colture di copertura, hanno avuto un impatto positivo sul contributo all’occupazione in ambito locale. Inoltre, l’inserimento lavorativo di persone svantaggiate nell’azienda F_BP1 e i corsi di formazione periodici seguiti dall’agricoltore e dai suoi dipendenti hanno contribuito ad aumentare la sostenibilità sociale di questa azienda agricola.

Fig. 7.3 - I risultati della valutazione ex-ante. 1: molto bassa, 2: bassa, 3: medio bassa, 4: media, 5: medio alta, 6: alta, 7: molto alta

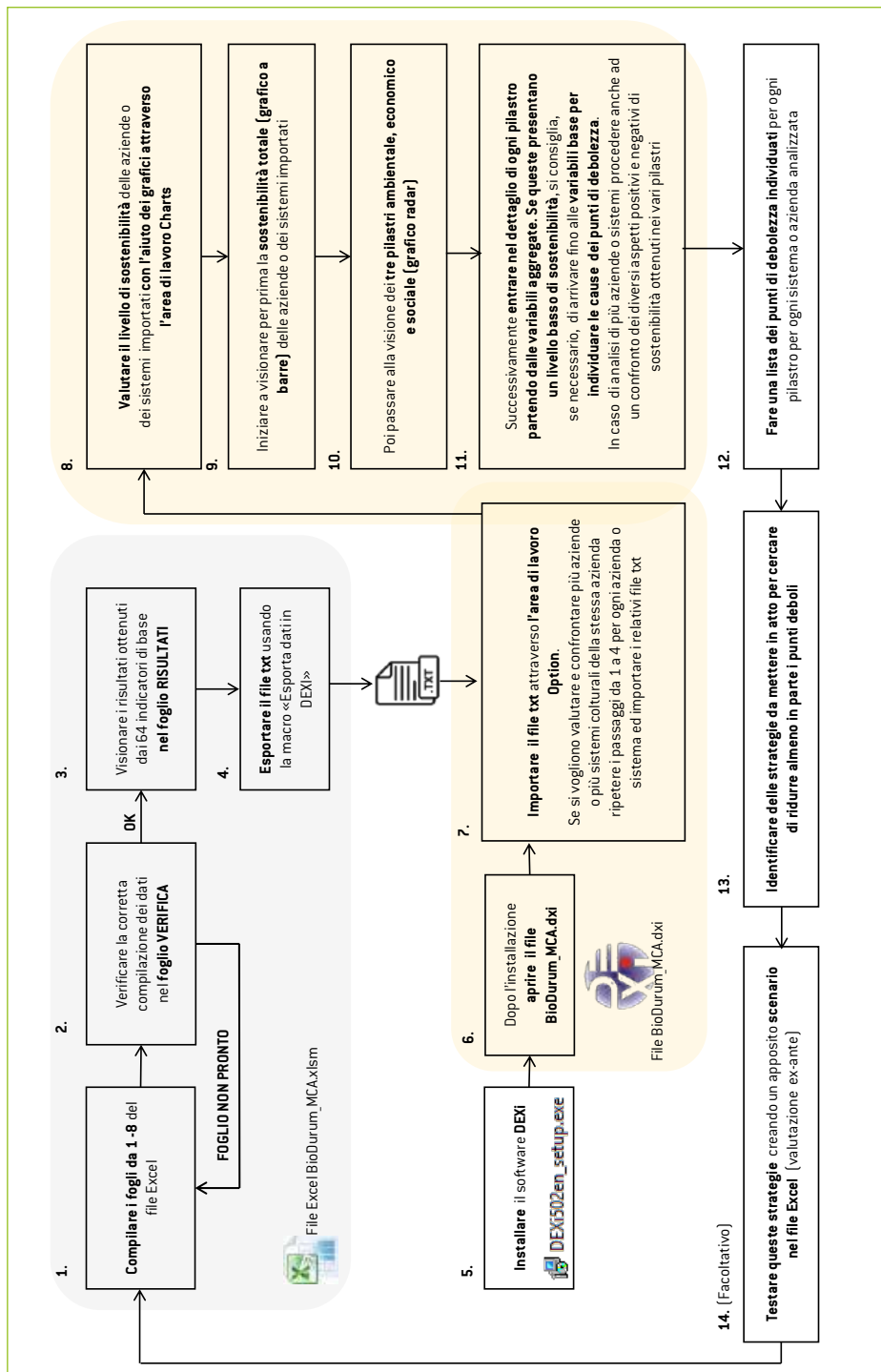


I punteggi complessivi di sostenibilità dei sistemi valutati *ex-ante* sono risultati medi per lo scenario R1 e alti per l'R3, e con valori di sostenibilità medio-alta per R2 (Figura 7.3). L'incremento della sostenibilità agroambientale ipotizzato nella definizione dei sistemi *ex-ante* è stato confermato dai risultati della valutazione ottenuti per questo pilastro. Infatti, R1 ha riportato la performance peggiore (medio-basso), mentre R2 e R3 hanno mostrato un punteggio migliore, rispettivamente “medio-alto” e “alto”. La buona prestazione raggiunta da questi ultimi due sistemi, determinati dai punteggi migliori ottenuti per il sotto-tema suolo e una maggiore biodiversità, è dovuta alle rotazioni più diversificate (risultati non mostrati). Considerando il pilastro della sostenibilità economica, R3 ha raggiunto il valore “medio-alto”, seguito da R2 e R1 (entrambi con valore “medio”) dovuti a performance migliori della resa e della stabilità della resa di frumento duro rispetto agli altri sistemi. Infine, poiché i tre sistemi presentavano la stessa gamma di prestazioni in tutte le variabili relative agli aspetti sociali, i tre sistemi posti a conforto hanno ottenuto lo stesso valore per la sostenibilità di questo pilastro.

7.5 Elementi guida per l'utilizzo di BioDurum_MCA

Data la sua flessibilità, lo strumento *Biodurum_MCA* si presta ad essere utilizzato con diverse modalità sia con approccio *ex-post*, che *ex-ante*, come sommariamente dimostrato nel paragrafo precedente. Ad ogni modo, il consiglio è di partire dalla visione delle variabili poste in alto nella gerarchia della struttura e quindi di visionare prima i risultati ottenuti per la sostenibilità generale e per i tre pilastri ambientale, economico e sociale. Il passo successivo sarà poi quello di esplorare e scendere nel dettaglio dei singoli pilastri passando dalle variabili aggregate fino a giungere alle variabili base. Questo livello di approfondimento è molto utile, in particolare se una variabile aggregata (quindi posta in un livello più in alto nella struttura gerarchica) presenta una classe di sostenibilità bassa. L'ulteriore analisi delle sue componenti di base permetterà, infatti, di individuare gli aspetti chiave o i punti di debolezza che dovranno essere migliorati per aumentare il livello di sostenibilità dell'intera azienda. Una volta identificati i punti di debolezza, l'utente potrà ripartire dal file Excel per “simulare” (valutazione *ex-ante*) possibili strategie correttive atte a ridurre gli aspetti negativi identificati nella valutazione. L'utente dovrà quindi creare un nuovo file txt del potenziale scenario ed importarlo nuovamente in DEXi per valutare la sua effi-

Fig. 7.4 - Diagramma riassuntivo per l'utilizzo di BioDurum_MCA



cacia in chiave di sostenibilità e, in particolare, per esaminare se l'introduzione di queste possibili strategie, pur migliorando i punti di debolezza individuati nella valutazione precedente, non vadano a generare nuovi punti di debolezza in altri ambiti o aspetti della sostenibilità. Questo procedimento, di natura ciclica, è schematicamente descritto nella figura 7.4. Lo strumento *BioDurum_MCA* può quindi essere utilizzato oltre che per una valutazione della sostenibilità aziendale o dei suoi sistemi colturali, anche per supportare le decisioni. Può infatti essere di aiuto alle aziende per “testare” delle potenziali strategie di rafforzamento della sostenibilità prima della loro vera e propria implementazione.

7.6 Considerazioni conclusive

BioDurum_MCA si è dimostrato uno strumento efficace per valutare le performance di sostenibilità dei sistemi colturali e aziendali meridionali basati sul frumento duro del Sud Italia condotti con il metodo di agricoltura biologica. I fattori che influenzano la sostenibilità agroambientale, economica e sociale vengono esplorati e presi in considerazione dallo strumento, che valorizza le indicazioni e le valutazioni espresse dai diversi attori coinvolti fin dall'inizio nel processo di progettazione dell'applicativo. L'approccio adottato, catturando diversi punti di vista, ha permesso di combinare elementi di competenza di natura scientifica con la conoscenza locale, non trascurando le questioni di natura etica e culturale che gli attori coinvolti hanno ritenuto rilevanti.

Il potere discriminatorio e la sensibilità dello strumento è stato evidenziato sia in analisi *ex post* che *ex ante*. I risultati delle valutazioni effettuate in questo studio hanno evidenziato come i sistemi di coltivazione di cereali a maggior grado di diversificazione colturale, ottenuta anche grazie alla presenza nelle rotazioni di colture di servizio agro-ecologico, sono caratterizzati da una maggiore agro-biodiversità associata a una migliore fertilità azotata del suolo, una migliore gestione della flora spontanea e delle malattie. Una volta a regime, tali sistemi diversificati, garantiscono – al contempo – una resa soddisfacente e una produttività stabile. Tale condizione, se combinata con la trasformazione e la vendita dei prodotti in filiera corta, permette un miglioramento della redditività economica e, in generale, un aumento della sostenibilità complessiva dell'azienda agricola.

Ulteriori miglioramenti dello strumento, in particolare della sua sensibilità ed

affidabilità, potrebbero essere ottenuti a seguito di un aggiuntivo affinamento delle soglie che definiscono le classi di alcuni degli indicatori inclusi nel modello. Questo obiettivo è raggiungibile sottoponendo il modello ad ulteriori test, utilizzando lo strumento in un più ampio numero di aziende granoduricole biologiche. È necessario sottolineare come sovente la disponibilità dei dati riferiti al sistema colturale o al sistema aziendale si sia rivelato un importante collo di bottiglia per l'utilizzo di strumenti per la valutazione della sostenibilità, che per loro natura richiedono ampi set di dati. Nel caso di *BioDurum_MCA*, la corretta selezione di indicatori e l'acquisizione dei dati per il loro calcolo sono stati possibili grazie alla mobilitazione degli attori dei sistemi produttivi, ottenuta attraverso l'applicazione dell'approccio partecipativo.

Tuttavia, l'utilizzo del pieno potenziale degli strumenti per la valutazione della sostenibilità a scala aziendale non può prescindere dal potenziamento e dalla estensione di sistemi preordinati di raccolta dei dati. Come proposto nella strategia Europea “*Farm to Fork*”, le reti Europee di contabilità agraria (note anche come *Farm Accountability Data Networks – FADN*) dovrebbero essere trasformate in “*Farm Sustainability Data Networks*” ampliandone gli obiettivi e la struttura e considerando la raccolta e la sistematizzazione non solo dei dati aziendali di ordine contabile, ma includendo anche quelli di natura ambientale e sociale. In questo contesto la Rete Italiana di Contabilità Agraria (RICA) dovrebbe assumere i contorni di una Rete Italiana di Sostenibilità Agraria (RISA).

Le potenzialità dello strumento, e soprattutto delle sue capacità di indagare l'aspetto agroambientale, potrebbero poi essere migliorate facendo leva sulle opportunità offerte dall'agricoltura digitale e dalle capacità di questa di mettere a disposizione dati utilmente utilizzabili (derivanti ad esempio da immagini di telerilevamento, droni e sensori).

Infine, è opportuno considerare come *BioDurum_MCA* ha dimostrato di essere un valido strumento per identificare i punti di forza e di debolezza dei sistemi produttivi biologici basati sul frumento duro. Potrebbe pertanto essere considerato come valido ausilio per la messa a punto di specifiche misure di intervento di natura politica al fine di promuovere il miglioramento delle *performance* di sostenibilità delle aziende agricole, così come ambito dalla politica agricola comune (PAC) post-2020.

7.7 Ringraziamenti

Un ringraziamento speciale va ai componenti della Commissione Scientifica Esterna per i suggerimenti offerti e per il paziente lavoro di revisione durante tutte le fasi dello sviluppo dello strumento: Dr. Andrea Arzeni (CREA Centro di ricerca per le politiche agricole e la bioeconomia), Prof. Arturo Casieri (Università di Bari), Dr. Alessandro Monteleone (CREA Centro di ricerca per le politiche agricole e la bioeconomia) e il Prof. Gaio Cesare Pacini (Università di Firenze).

7.8 Per approfondimenti

Craheix D, Bergez JE, Angevin F, Bockstaller C, Bohanec M, Colomb B, Doré T, Fortino G, Guichard L, Pelzer E, Méssean A, Reau R, Sadok W, 2015. Guidelines to design models assessing agricultural sustainability, based upon feedbacks from the DEXi decision support system. *Agron. Sustain. Dev.*35:1431-47.

DM 3757, 2020. Disposizioni per l'attuazione dei regolamenti (CE) n. 834/2007 e n. 889/2008 e loro successive modifiche e integrazioni, relativi alla produzione biologica e all'etichettatura dei prodotti biologici. Ministerial Decree 3757/2020 of the Ministry of Agricultural, Food and Forestry Policies (Mipaff), 9th April 2020, Official Journal of Italian Republic.

EC, 2020. A Farm to Fork Strategy for a fair, healthy and environmentally-friendly food system (Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions). European Commission, Brussels. COM (2020) 381 final.

Iocola, I., Angevin, F., Bockstaller, C., Catarino, R., Curran, M., Messéan, A., ... & Canali, S. (2020). An Actor-Oriented Multi-Criteria Assessment Framework to Support a Transition towards Sustainable Agricultural Systems Based on Crop Diversification. *Sustainability*, 12 (13), 5434.

Iocola, I., Colombo, L., Dara Guccione, G., De Vita, P., Palumbo, M., Ritunnano, V., Sclacca, E., Virzi, N. & Canali, S. (2021). A multi-criteria qualitative tool for the sustainability assessment of organic durum wheat-based farming systems designed through a participative process. *Italian Journal of Agronomy*, 16 (1).

Analisi degli aspetti economici delle aziende biologiche nelle regioni meridionali e possibili implicazioni della riforma PAC sul settore biologico

Nelle tre regioni (Puglia, Basilicata, Sicilia) di interesse del progetto BIODURUM, il comparto del grano duro si colloca alla base di filiere molto importanti per il “made in Italy” come la pasta e i prodotti da forno. Scopo del presente capitolo è quello di:

- analizzare le dinamiche economiche, a scala regionale, della coltivazione del grano duro biologico rispetto alla coltivazione in convenzionale, attraverso i dati contenuti nel database della Rete di informazione contabile agricola (RICA²) per le tre regioni di interesse;
- esaminare le implicazioni della riforma PAC sul settore biologico.

8.1 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 tecnico-economici (tabella 8.1), quantificando la loro variazione (Δ), espressa in percentuale, prendendo come riferimento la coltivazione convenzionale della produzione di grano duro (benchmark), considerando un periodo di 5 anni (2014-2018).

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 $\geq 100\%$,

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

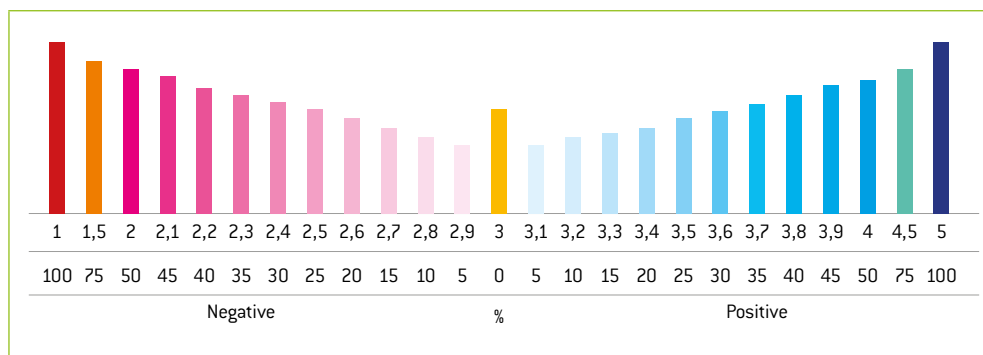
(l'indice ha una performance migliore rispetto al benchmark). Al fine di costruire un quadro di sintesi del valore dei differenti indici per il grano duro bio e della loro variazione (Δ) in relazione al valore del grano duro in convenzionale, è stato considerato il valore medio degli anni 2014-2018, associando a ciascun indice il relativo punteggio come evidenziato nella figura 8.1.

Tab. 8.1 - Indici considerati nell'analisi

Indici	UM	Descrizione
Resa	q.li/ha	Quantità prodotta
Prezzo	€/q.le	Prezzo di vendita
PLV	€/ha	Produzione lorda vendibile della coltura
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/>

Fig. 8.1 - Scala di valori per attribuzione del punteggio degli indici



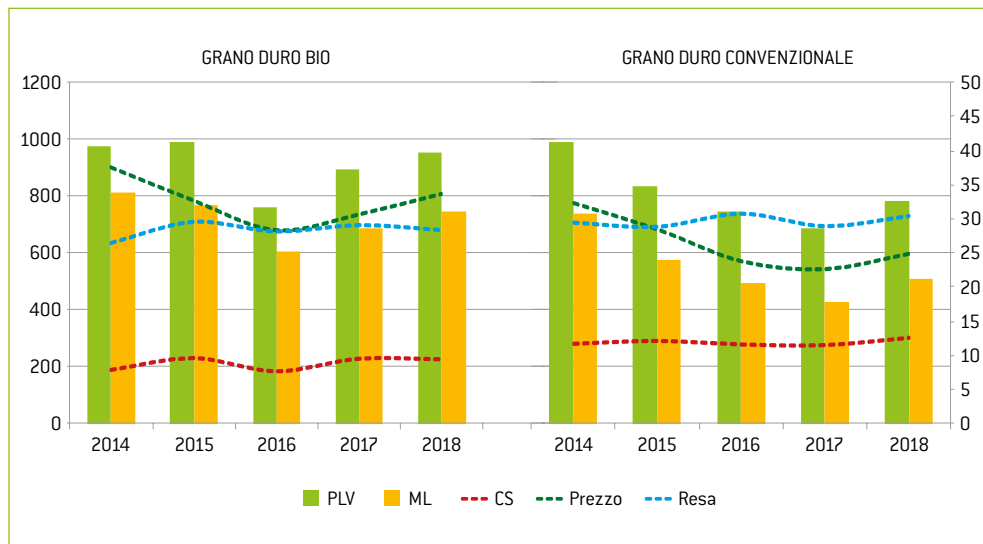
Il risultato dell'analisi è riportato nelle tabelle e grafici seguenti articolati per ciascuna Regione.

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.

8.1.1 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.

Fig. 8.2 - 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.

Tab. 8.2 - 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	944	1.131	1.384	1.428
Indici						
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

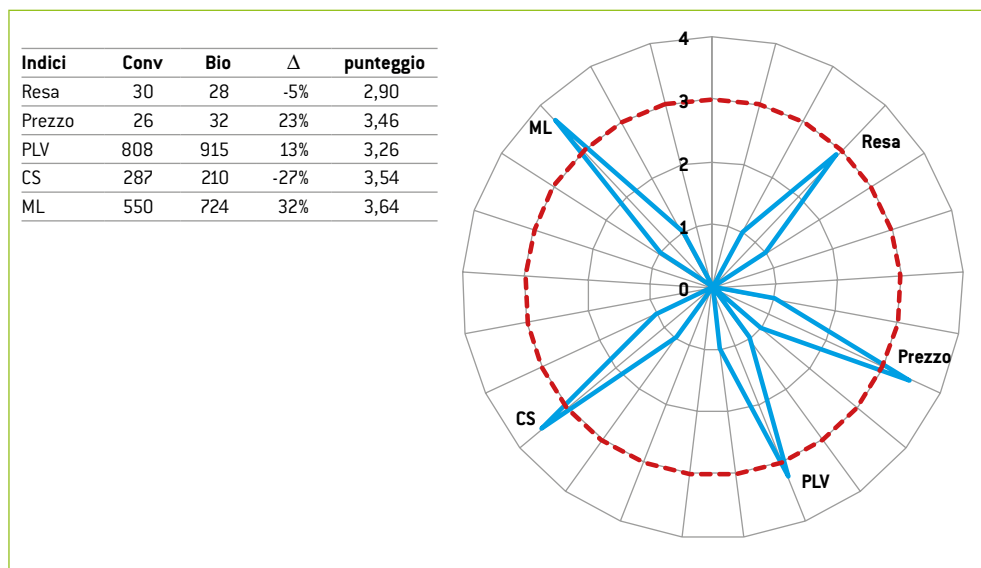
Tab. 8.3 - Valore degli indici grano duro convenzionale Basilicata

Dimensioni del processo	Coltura		Frumento duro			
	UM	2014	2015	2016	2017	2018
Osservazioni	nr	127	125	140	130	129
Superficie coltura	ha	1.723	1.647	1.837	1.923	1.767
Indici						
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

Il risultato di sintesi dell'analisi è riportato nella figura 8.3.

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.

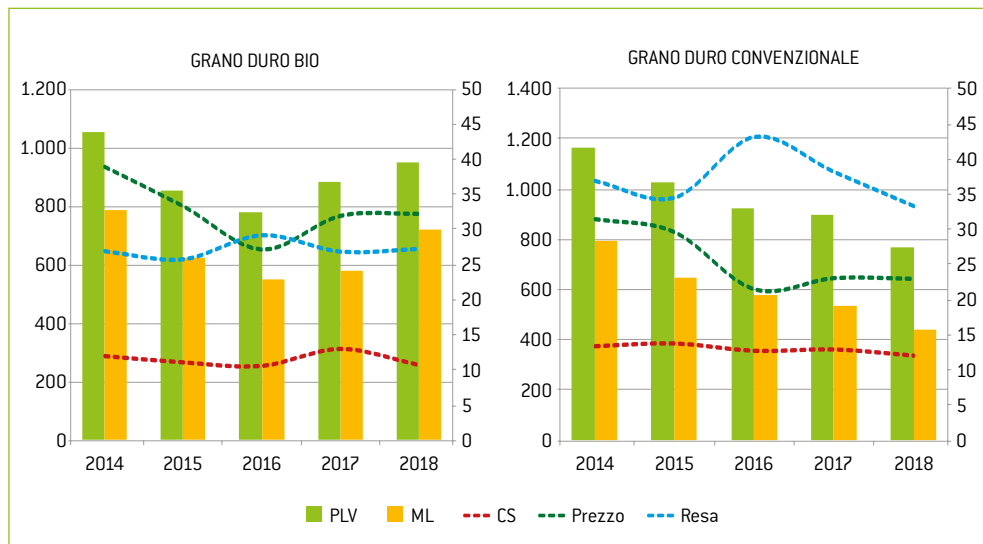
I costi specifici (CS) risultano mediamente inferiori del 27 %, determinando un incremento del 32 % del Margine Lordo (ML) del biologico rispetto al convenzionale.

Fig. 8.3 - Risultato di sintesi dell'andamento medio dei diversi indici considerati (Basilicata)

8.1.2 Regione Puglia

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

Fig. 8.4 - 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.

Tab. 8.4 - Valore degli indici grano duro bio Puglia

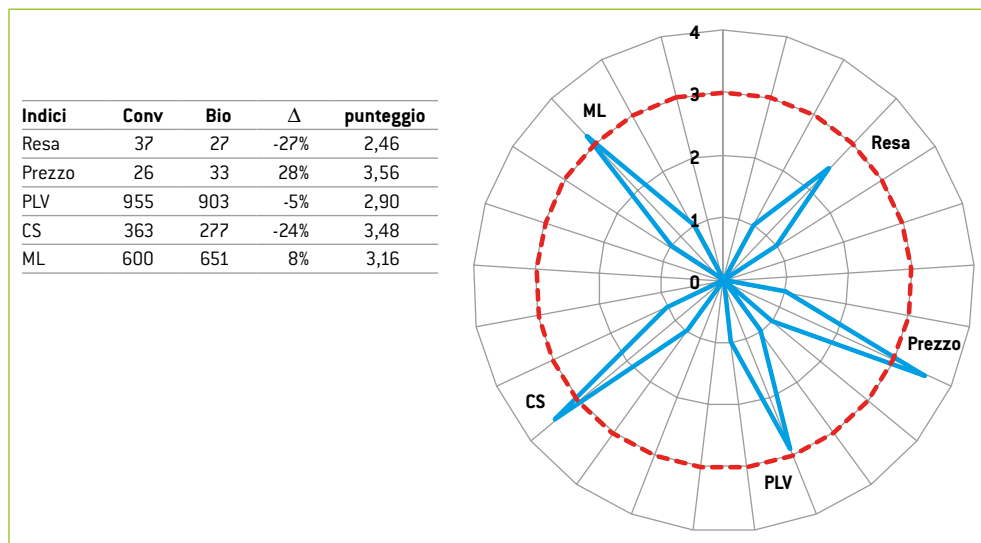
Dimensioni del processo	Coltura		Frumento duro			
	UM	2014	2015	2016	2017	2018
Osservazioni	nr	46	34	49	51	51
Superficie coltura	ha	1.171,62	968,68	1.089,71	1.384,11	1.036,64
Indici						
Resa	q.li/ha	27	26	29	27	27
Prezzo	€/q.le	39	33	27	32	32
PLT	€/ha	1076	887	806	890	976
PLV	€/ha	1051	852	781	880	950
CS	€/ha	289	267	254	314	258
ML	€/ha	787	620	552	576	718

Tab. 8.5 - 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
Indici						
Resa	q.li/ha	37	34	43	38	33
Prezzo	€/q.le	31	30	21	23	23
PLT	€/ha	1171	1030	935	896	780
PLV	€/ha	1164	1024	927	894	768
CS	€/ha	373	383	357	362	340
ML	€/ha	798	647	578	534	441

Il risultato di sintesi dell'analisi è riportato nella figura 8.5.

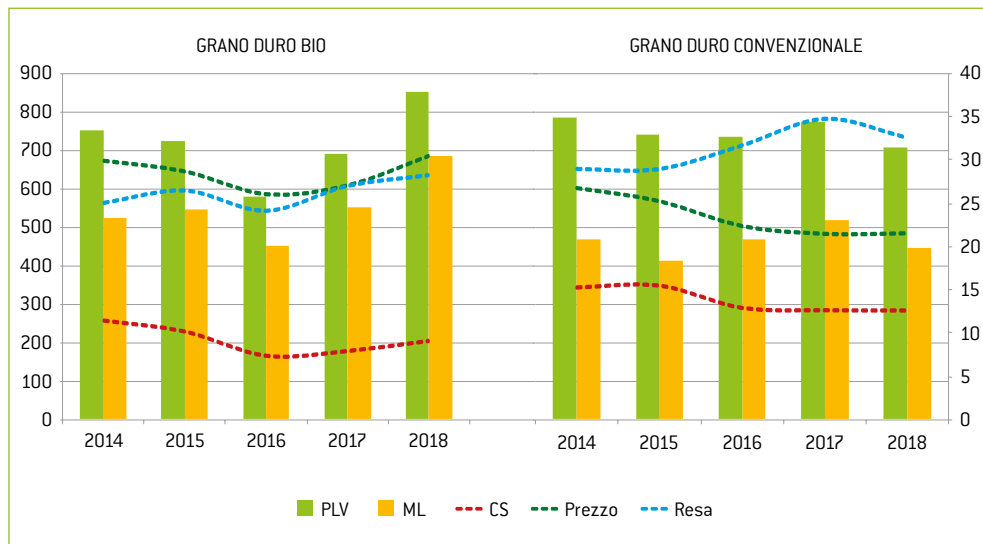
Dall'analisi dell'andamento degli indici si osserva una riduzione nelle rese medie ad ettaro (-27%), della coltivazione bio rispetto a quella convenzionale. Mentre sul lato del prezzo si osserva un incremento del +28 %, il cui effetto combinato determina una lieve diminuzione della Produzione Lorda Vendibile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

Fig. 8.5 - Risultato di sintesi dell'andamento medio dei diversi indici considerati (Puglia)

8.1.3 Regione Sicilia

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

Fig. 8.6 - 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, resa (q.li/ha) e prezzo (€/q.le) asse y destro.

Tab. 8.6 - Valore degli indici grano duro bio Sicilia

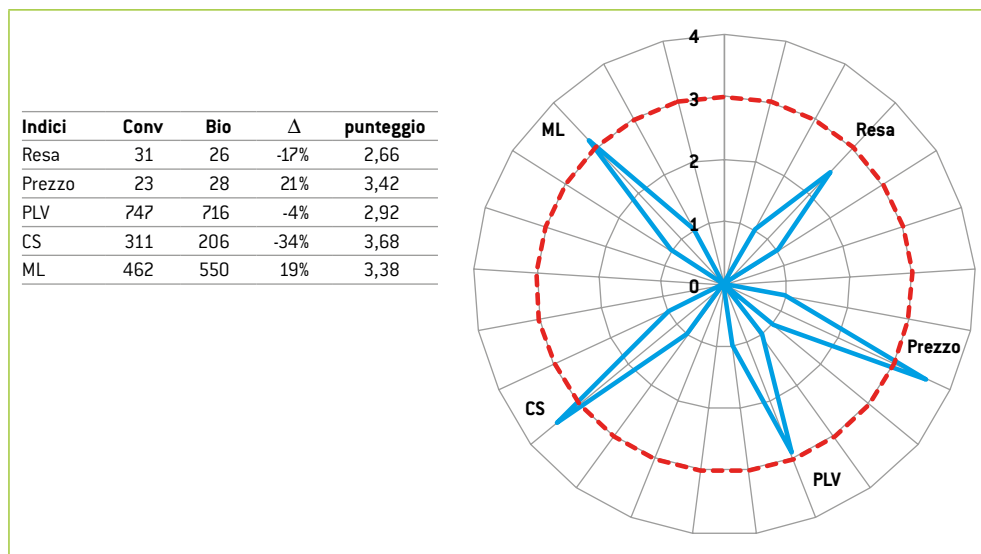
Dimensioni del processo	Coltura		Frumento duro			
	UM	2014	2015	2016	2017	2018
Osservazioni	nr	43	55	57	66	76
Superficie coltura	ha	583,42	562,78	706	765,19	798,02
Indici						
Resa	q.li/ha	25	26	24	27	28
Prezzo	€/q.le	30	29	26	27	30
PLT	€/ha	776	775	614	727	889
PLV	€/ha	748	720	578	688	848
CS	€/ha	255	228	166	178	204
ML	€/ha	521	547	448	548	685

Tab. 8.7 - 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
Indici						
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

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.

Fig. 8.7 - Risultato di sintesi dell'andamento medio dei diversi indici considerati (Sicilia)

8.2 Possibili implicazioni della riforma PAC sul settore biologico

La comunicazione della Commissione europea sul “Green Deal” europeo definisce le iniziative strategiche della Commissione europea ad affrontare i problemi legati al clima e all’ambiente.

Il “Green Deal” contiene una serie di implicazioni politiche per il settore agricolo attraverso l’indicazione di specifici obiettivi da raggiungere; in particolare la strategia “Dal produttore al consumatore” (che insieme alla strategia sulla biodiversità costituisce il perno del Green Deal per il settore agricolo) prevede le seguenti misure:

- ridurre del 50% l’uso di pesticidi chimici entro il 2030, ridurre del 50% l’uso dei pesticidi più pericolosi entro il 2030.
- ridurre almeno del 50% le perdite di nutrienti e del 20% l’uso di fertilizzanti entro il 2030.
- ridurre del 50% le vendite di sostanze antimicrobiche per gli animali di allevamento e l’acquacoltura entro il 2030.
- l’incremento dell’agricoltura biologica a livello UE del 25% del totale dei terreni agricoli entro il 2030.

Il documento sul Green Deal rappresenta una importante opportunità per lo sviluppo dell’agricoltura biologica nel nostro Paese, in cui il settore del grano duro si colloca alla base di filiere molto importanti per il “made in Italy” come la pasta e i prodotti da forno, congiuntamente agli strumenti di politica esistenti o di prossima approvazione, tra i quali;

- piani strategici nazionali (PSN) della PAC, che dovrebbero recepire il livello di ambizione del documento Green Deal. In particolare, attraverso l’adozione di eco-schemi (azioni benefiche per il clima e l’ambiente finanziati a valere sulle risorse del primo pilastro), in grado di promuovere lo sviluppo dell’agricoltura biologica;
- piano strategico nazionale (PSN) per lo sviluppo del sistema biologico;
- il nuovo reg. (UE) n. 848/2018, relativo alla produzione biologica e all’etichettatura dei prodotti biologici, entrato in vigore il 1° gennaio 2021;
- il disegno di legge sul biologico.

Lo sviluppo dell’agricoltura biologica potrebbe essere sostenuto anche:

- producendo evidenza dei benefici (agro-ambientali, economici e sociali) derivanti dall’AB, tramite lo strumento BioDurum_MCA, che in futuro potrebbe

- essere alimentato dalla evoluzione della RICA nella Rete di Informazione sulla Sostenibilità Aziendale, che amplia il campo di applicazione dell'attuale RICA alle rilevazioni di indicatori di sostenibilità, come proposto nel documento di lavoro della CE "Analisi delle relazioni tra la riforma della PAC e il Green Deal";
- stabilendo delle priorità di accesso alle aziende biologiche alle altre misure di sviluppo rurale attribuendo un punteggio più elevato, e/o prevedendo una maggiorazione dell'aliquota di sostegno;
 - favorendo la sperimentazione di lungo termine, in particolare su varietà di leguminose da inserire nelle rotazioni, idonee a garantire produttività in ambienti di coltivazione caldo-aridi e in assenza di irrigazione;
 - promuovendo un coinvolgimento equo e attivo di tutti gli attori della filiera, anche nella progettazione e sviluppo delle attività di ricerca e formazione al fine di realizzare la piena attuazione del cosiddetto "approccio multi-attore" (AKIS - Conoscenza agricola e sistemi di innovazione).
 - sviluppando l'Agricoltura di Precisione.

Finito di stampare nel mese di dicembre 2020
presso la tipografia Squeglia Salvatore, Catania

ISBN 9788833850948