



**Sistemi e tecniche AGROnomiche di adattamento
ai CAMbiamenti climatici in sistemi agricoli
BIOlogici - AGROCAMBIO**

Convenzione CRA-MiPAAF del 17/12/2014

**RELAZIONE DI MONITORAGGIO
DELLE ATTIVITA' SVOLTE**

SECONDO SEMESTRE 2016

Progetto: Sistemi e tecniche AGROnomiche di adattamento ai CAMbiamenti climatici in sistemi agricoli BIOlogici - AGROCAMBIO

Coordinatore: Francesco Montemurro

Data di avvio del progetto: 17 dicembre 2014

MONITORAGGIO DELL'ATTIVITA' DI RICERCA

Work Package	Task	Grado di realizzazione Task (%)	Grado di realizzazione WP (%)
WP1 - Coordinamento	1.1 Coordinamento scientifico	<u>60</u>	<u>60</u>
	1.2 Coordinamento amministrativo	<u>60</u>	
	1.3 Controllo di qualità delle attività previste e gestione della proprietà intellettuale del progetto	<u>60</u>	
WP2 - Sistemi e tecniche colturali per l'orticoltura e la risicoltura	2.1 Gestione del dispositivo sperimentale e valutazione delle performance agronomiche	<u>65</u>	<u>63</u>
	2.2 Coinvolgimento dei portatori di interesse e trasferibilità delle innovazioni del progetto	<u>60</u>	
	2.3 Analisi delle serie storiche della piovosità	<u>65</u>	
WP3 - Sistemi e tecniche colturali in viticoltura da tavola biologico	Valutazione delle risposte vegeto-produttive e fisiologiche della varietà Sugranineteen® in relazione all'inerbimento con Trifolium subterraneum, e all'allettamento con roller crimper di vecchia vs sovescio.		<u>60</u>
WP4 - Sistemi e tecniche colturali di adattamento ai cambiamenti climatici in cerealicoltura	4.1 Studio dell'influenza delle semine anticipate sull'adattamento e produttività e qualità di diverse cultivar di frumento duro in coltura biologica, in rapporto ai cambiamenti climatici	<u>45</u>	<u>45</u>
	4.2 Studio dell'influenza delle semine anticipate sullo sviluppo di patologie fungine dell'apparato aereo e contaminazione da micotossine, in rapporto ai cambiamenti climatici	<u>45</u>	
WP5 - Validazioni delle dinamiche di breve e medio-lungo periodo dei sistemi e tecniche agronomiche di adattamento ai cambiamenti climatici	5.1 Validazioni delle dinamiche di breve periodo dei sistemi e tecniche agronomiche di adattamento ai cambiamenti climatici.	<u>45</u>	<u>40</u>
	5.2 Validazioni delle dinamiche di medio-lungo periodo dei sistemi e tecniche agronomiche di adattamento ai cambiamenti climatici.	<u>45</u>	
	5.3 Valutazione della sostenibilità agro-ambientale di sistemi agricoli biologici basata su indicatori facilmente rilevabili	<u>30</u>	

SINTESI DELLE ATTIVITÀ SVOLTE PER WP

WP1 – COORDINAMENTO

Il sito web scientifico creato dal team di ricercatori CREA-SCA per divulgare il progetto e, in particolare, le attività di campo svolte presso il dispositivo sperimentale di lungo termine che lo ospita (azienda sperimentale Campo 7, Metaponto), viene periodicamente aggiornato, con riferimenti non solo alle attività in corso ma anche a link di interesse scientifico e tecnico sulle tematiche dell'agricoltura biologica e agroecologia (link: <https://www.facebook.com/mitiorglte/>) (WP1).

La disseminazione dei risultati è stata possibile quest'anno anche grazie ad un lavoro scientifico (M. Diacono, A. Fiore, R. Farina, S. Canali, C. Di Bene, E. Testani, F. Montemurro 2016. *Combined agro-ecological strategies for adaptation of organic horticultural systems to climate change in Mediterranean environment. Italian Journal of Agronomy 11:730, 85-91*), pubblicato su rivista agronomica open access e con impact factor (IF = 0.955, fig.1):

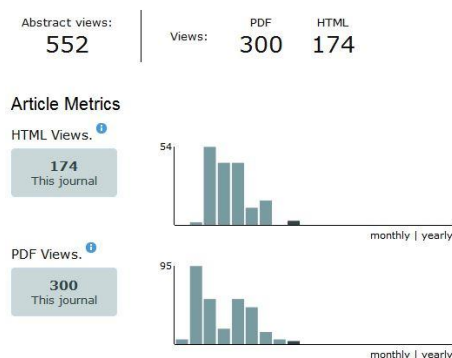


Figura 1. Accessi alla pubblicazione aggiornati al periodo 31/05/2016 – 31/12/2016

Le attività del progetto Agrocambio sono state inoltre inserite in un abstract esteso (M. Diacono, A. Fiore, A. Persiani, R. Farina, S. Canali, C. Di Bene, E. Testani, F. Montemurro - *Agro-ecological strategies for adaptation of organic horticultural systems to climate change*) sottomesso alla Scientific Conference "Innovative Research for Organic 3.0" 19th Organic World Congress, che si terrà a New Dehli, India (Novembre 9-11, 2017), organizzato da ISOFAR/OFAI/TIPI.

WP2 - SISTEMI E TECNICHE COLTURALI PER L'ORTICOLTURA E LA RISICOLTURA

Nel semestre di riferimento, nel dispositivo sperimentale su cui sono allocate le prove di AGROCAMBIO, sono state gestite le rotazioni colturali utilizzando le tecniche colturali innovative di adattamento ai cambiamenti climatici per colture orticole previste nel progetto (WP2). In particolare, a monte delle baule ha avuto seguito la fase centrale e finale del ciclo colturale del pomodoro analizzando i risultati determinati sia dalla diversa gestione delle colture di servizio agroecologico (ASC) che da differenti trattamenti fertilizzanti. La raccolta è stata effettuata ad agosto 2016, dopodiché è stato trapiantato il cavolo viola in consociazione, dove previsto, con le ASC. Nelle aiuole, nei mesi di giugno e luglio 2016, è stata effettuata la raccolta scalare dello zucchini e di seguito è stato effettuato, a luglio 2016, il trapiantato della lattuga (fig.2). La raccolta di quest'ultima è stata effettuata a fine settembre 2016 e, dopo aver predisposto i campi, a fine Ottobre 2016 sono state seminate le ASC.



Figura 2. Colture rispettivamente a monte (ex. Pomodoro) e a valle (lattuga) delle baule a settembre 2016

Alla luce dell'esperienza maturata nel primo anno, e a seguito della riunione di progetto tenutasi in data 01 settembre 2016, è risultato necessario effettuare alcune modifiche tecnico-operative nel dispositivo sperimentale a partire dal trapianto del cavolo viola sulle baule e della semina delle ASC a valle delle stesse. Nello specifico, è stato deciso di inserire un nuovo sistema di controllo negativo, privo di sistemazioni idraulico-agrarie, sia delle baule che delle aiuole (fig.3) CNB e CNA). Inoltre relativamente alla baula 1 (B1) è stato deciso di rimuovere il fattore di variabilità generato dall'utilizzo di diversi fertilizzanti.

Per valorizzare la produttività delle cash crops, invece, è stata introdotta nella baula 1 (B1) la tecnica del taglio delle radici (root pruning), abbinata all'introduzione del "living mulch permanente sostitutivo" invece del "living mulch additivo" che prevede la lavorazione del suolo confinata alla fascia di coltivazione della cash crop. Sulla stessa baula è stata modificata la spazializzazione (quinconce) e densità della coltura da reddito, per aumentarne la competitività nei confronti delle infestanti (fig. 4).

Con lo scopo di ottenere una pacciamatura più idonea per la cash crop, le ASC del primo ciclo autunno-vernino sono state sostituite dal mix veccia (80%)-avena(20%) nelle aiuole 1A e 2A, mentre sarà sperimentato il mix veccia(80%)-riso (20%) nell'aiuola 3A. In merito alle terminazioni e fertilizzazioni impiegate, non sono state invece previste variazioni.

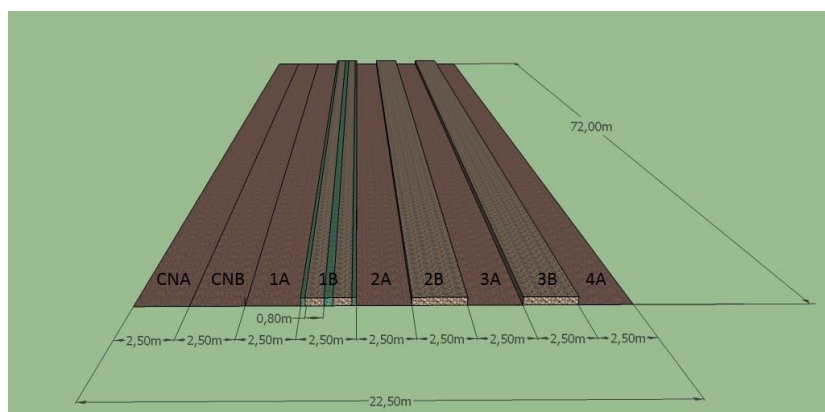


Figura 3. Rappresentazione schematica della riprogettazione del dispositivo sperimentale

Legenda / schema riassuntivo del dispositivo sperimentale

- CNA = controllo negativo A, NO mulch, fertilizzazione: organico ammesso in bio;
- CNB = controllo negativo B, NO mulch, fertilizzazione: organico ammesso in bio;
- 1A = ASC mix 1 (veccia, avena), terminazione: allettato, fertilizzazione: organico,minerale e digestato anaerobico;
- 1B = living mulch permanente con erba medica con fresatura e root pruning interno,

- fertilizzazione: organico ammesso in bio;
- 2A = ASC mix 1 (veccia, avena), terminazione: sovesciato, fertilizzazione: compost, minerale e digestato anaerobico;
- 2B= mulch annuale con trifoglio, terminazione: sovesciato, fertilizzazione: compost, organico ammesso in bio e digestato anaerobico;
- 3A= ASC Mix 2 (veccia, riso), terminazione: allettato, fertilizzazione: compost, organico ammesso in bio e digestato anaerobico;
- 3B= NO ASC, fertilizzazione: compost, organico ammesso in bio e digestato anaerobico;
- 4A= NO ASC, fertilizzazione: compost, organico ammesso in bio e digestato anaerobico.



Figura 4. Baula B1 a fine ottobre 2016 durante le fasi di trapianto del cavolo viola

Inoltre, al fine di testare l'efficacia del dispositivo in risposta agli eventi meteorologici estremi, in particolare alla concentrazione di consistenti eventi piovosi in periodi brevi, è stato deciso di simulare artificialmente l'inondazione del campo sperimentale operandola a Dicembre 2016 (fig.5).

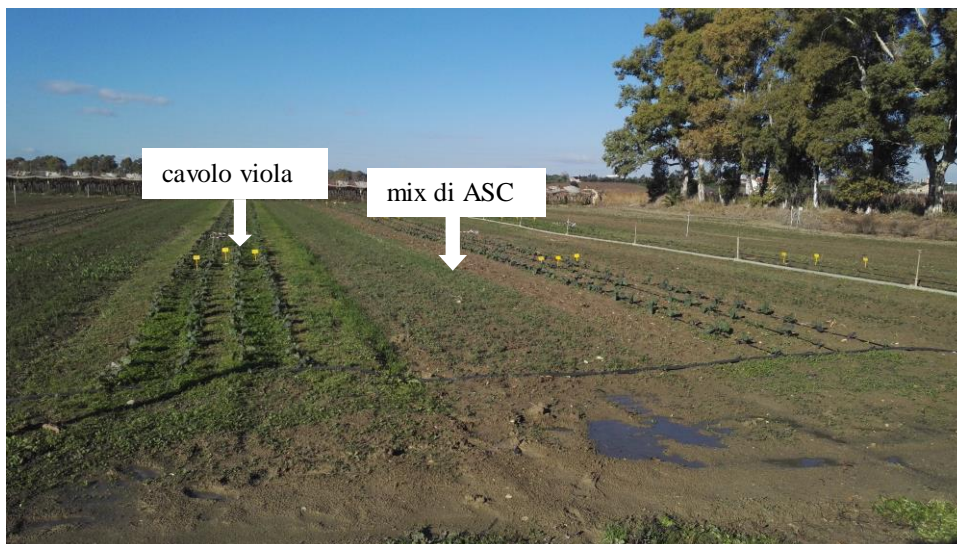


Figura 5. Colture rispettivamente a monte (cavolo viola) e a valle (ASC) delle baule a Dicembre 2016 dopo l'inondazione artificiale

Al fine di testare l'efficacia agronomica dei diversi trattamenti sono state effettuate valutazioni nelle principali fasi fenologiche di crescita delle colture. I dati produttivi sulle tre colture oggetto di analisi nel semestre di riferimento (zucchino, pomodoro e lattuga) sono in corso di elaborazione e in maniera sintetica se ne riportano di seguito i principali parametri di tipo quantitativo e qualitativo:

Pomodoro

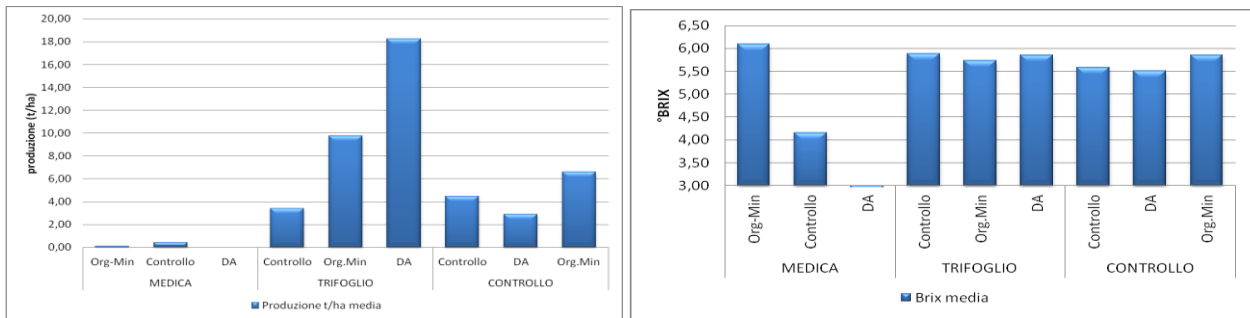


Figura 1a. A sinistra produzione del pomodoro sulle baule. A destra °BRIX nelle bacche di pomodoro

Dai dati delle produzioni di pomodoro si evince che la consociazione con la medica ha determinato grossi problemi di competizione con la coltura da reddito (fig.5a). Interessante invece la risposta del trifoglio in combinazione con il trattamento fertilizzante che ha previsto la distribuzione del digestato anaerobico (DA). Dal punto di vista qualitativo è bene osservare che il °Brix ha mantenuto livelli non significativamente differenti tra i diversi trattamenti fertilizzanti e in combinazione con le colture di servizio agroecologico. Il trattamento fertilizzante Controllo, in combinazione con la Medica, ha fatto registrare una riduzione di circa il 30% del valore di °Brix rispetto al trattamento Org-Min, dovuto probabilmente a particolari condizioni di stress della coltura determinati dalla scarsa quantità di nutrienti forniti alla coltura da reddito.

Il grafico riguardante le produzioni di zucchino mostra come la strategia di fertilizzazione che ha previsto la distribuzione del fertilizzante Org-Min ha determinato rese ettarali sempre maggiori eccetto che nel caso del MIX 1 allestato (fig.6). La maggiore produzione registrata per MIX 1 sovesciato e MIX 2 allestato e controllo è dovuta principalmente ad un anticipo di circa una settimana dell'entrata in produzione. Dal punto di vista qualitativo, il trattamento fertilizzante Org-Min ha fatto inoltre registrare una pezzatura media dei frutti maggiore rispetto alla media di campo, eccetto che nel caso del MIX 1 allestato.

Zucchino

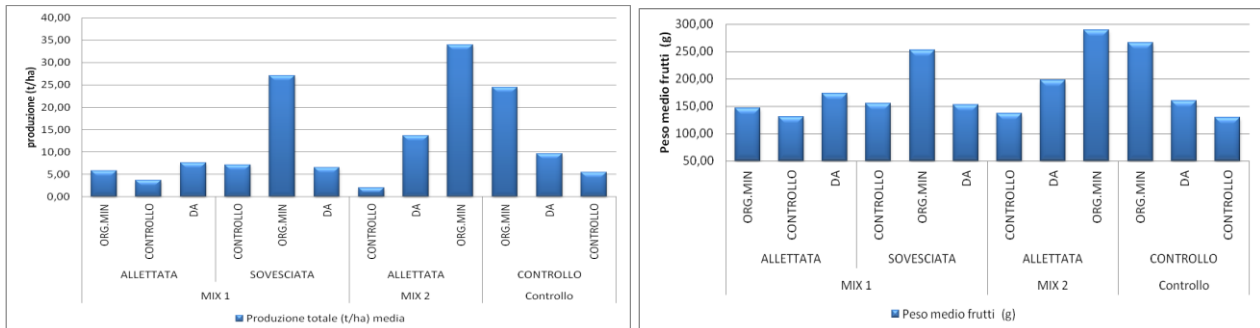


Figura 2. A sinistra produzione dello zucchino nelle aiuole. A destra peso medio dei frutti di zucchino

Per quanto riguarda i risultati produttivi della lattuga, diversamente da quanto registrato nello zucchino, il MIX1 allestato ha determinato valori medi superiori a quelli raggiunti dagli altri trattamenti ASC (fig.7). Nell'ambito dello stesso trattamento ASC, non sono state osservate differenze significative relativamente alle strategie di fertilizzazione adottate. Nelle colture prese in esame, essendo le foglie la parte edule, è risultato interessante mostrare il contenuto in nitrati nelle stesse. Dal relativo grafico si evince come la strategia che ha previsto la distribuzione del fertilizzante Org-Min abbia determinato valori elevati del contenuto in nitrati, sia pur nei limiti della normativa in vigore.

Lattuga

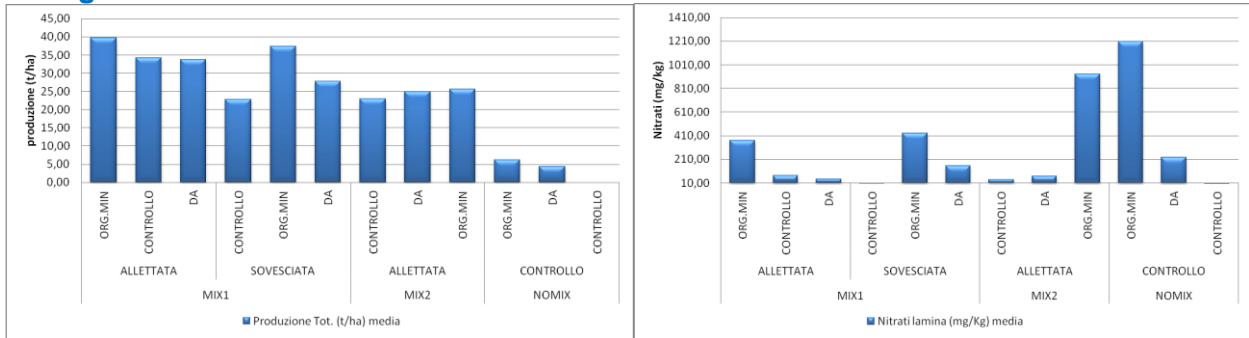


Figura 3. A sinistra produzione della lattuga nelle aiuole. A destra nitrati nelle foglie di lattuga

Nel semestre di interesse nel dispositivo sperimentale di Metponto sono state anche eseguite indagini geofisiche a valle delle baule nella seconda metà del mese di luglio, dopo la raccolta dello zucchini, e nella prima metà del mese di ottobre, dopo la raccolta della lattuga, e a monte delle baule nella prima metà del mese di settembre, dopo la raccolta del pomodoro. Le indagini sono state effettuate secondo profili georiferiti attraverso un GPS differenziale e utilizzando un sensore a induzione elettromagnetica (EM38DD, Geonics) ed un sensore GPR (RIS 2k-MF Multifrequency Array Radar-System) (fig. 8). Contestualmente sono stati prelevati campioni di suolo (36 campioni a valle delle baule, 27 a monte delle baule) fino alla profondità di 0.30 m, per la determinazione del contenuto di umidità con metodo gravimetrico.

Si riportano i risultati dell'indagine di Luglio 2016 svolta a valle delle baule. La mappa di umidità (fig.9a) mostra alti valori nella parte orientale del campo e nell'angolo sud-ovest rispetto al resto del campo. Come risulta dalla mappa della quota (fig.9b), i valori più elevati di umidità corrispondono all'area con un lieve avvallamento. Sebbene la differenza nella quota tra le due aree (al massimo di circa 0.6m) non sia molto elevata, si evince che la sistemazione idraulica del suolo per baulatura non elimina completamente il rischio di ristagno idrico e non facilita il deflusso laterale dell'acqua in eccesso.

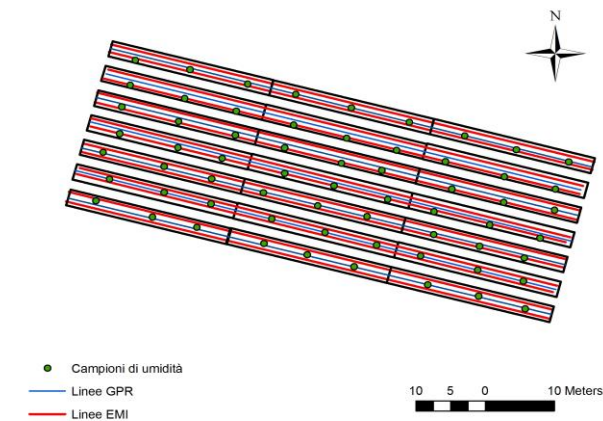


Figura 8. Ubicazione dei dati in campagna acquisiti con il sensore a induzione elettromagnetica (linee rosse) e sistema georadar (linee blu) e dei campioni di suolo (punti verdi)

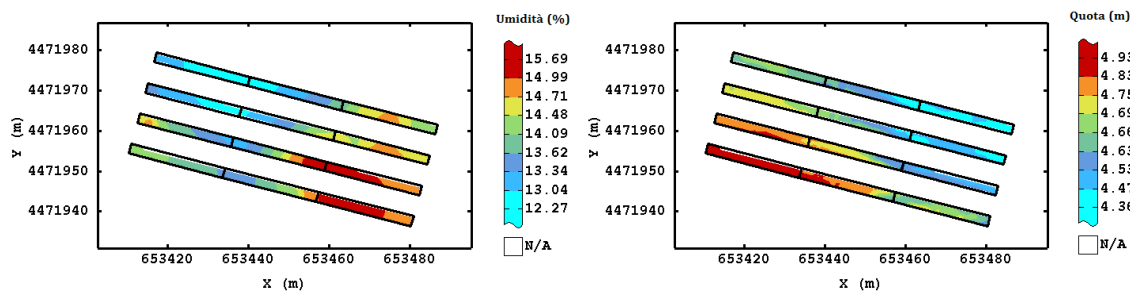


Figura 9. Mappe dell'umidità (a) e della quota (b)

E' possibile osservare una coerenza tra le mappe di ECa nelle due orientazioni (fig.10), il che implica una continuità spaziale nel profilo del suolo almeno fino a ~1 m di profondità, suggerendo che la conducibilità misurata dal sensore fornisce un'indicazione dell'omogeneità del profilo di suolo in quelle variabili che influenzano i valori di ECa (es. contenuto di argilla, sostanza organica, contenuto idrico, ecc). L'area lungo il bordo orientale del campo è caratterizzata da alti valori di ECa e quella occidentale da bassi valori. Dal confronto visivo, le mappe di ECa sono molto simili alla mappa di umidità e mostrano le stesse strutture spaziali del modello digitale di quota. Le aree caratterizzate da valori di ECa più elevati corrispondono alle zone più basse, in cui il contenuto di acqua del terreno tende ad essere più elevato. Pertanto, i risultati dimostrano che le misure di ECa sono un buon indicatore di presenza di acqua nel terreno. Tuttavia, sia la topografia che le discontinuità del suolo svolgono un ruolo significativo nell'influenzare spazialmente la conducibilità, e l'analisi ed interpretazione dei radargrammi potrebbero consentire l'identificazione di tali discontinuità del suolo e profondità. Tale analisi, piuttosto complessa e di lunga trattazione, sarà contenuta in pubblicazioni in corso di stesura, pertanto si rimanda alla prossima scheda di monitoraggio per aggiornamenti.

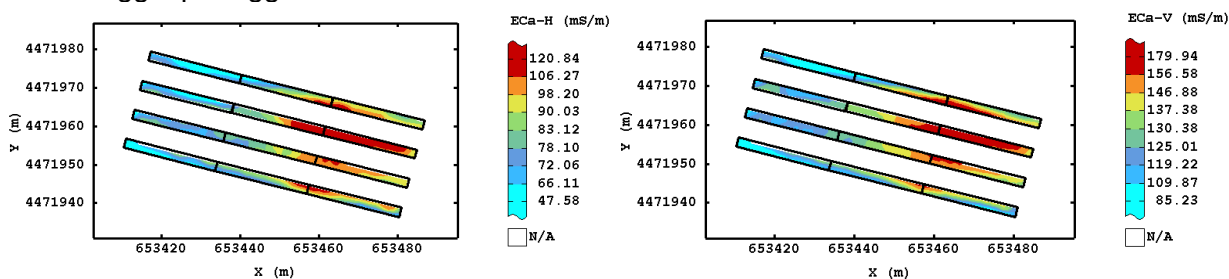


Figura 10. Conducibilità elettrica apparente (ECa) con orientazione orizzontale (a) ed orientazione verticale (b)

Per quanto riguarda il Task 2.4 (Sistemi e tecniche colturali per la cerealicoltura - risicoltura), nel corso dell'ultimo semestre l'attività si è particolarmente rivolta alle tematiche relative alla messa a punto di dispositivi sperimentali per individuare tecniche innovative, con riferimento alla gestione di colture intercalari.

Tradizionalmente la risicoltura adotta colture intercalari anche in una prospettiva di controllo della flora avventizia. Di particolare interesse quindi risultano tutti i processi relativi alle cosiddette funzioni allelopatiche riscontrabili in alcune specie. Le attività di ricerca si propongono l'obiettivo di studiare e verificare le relazioni allelopatiche tra le specie infestanti le risaie biologiche della Lomellina e le colture precedenti il riso in rotazione, con la finalità ultima di trovare soluzioni di gestione dell'uso del suolo atte a diminuire l'incidenza di infestanti e quindi le perdite di prodotto dovute al mancato impiego di fitofarmaci.

Di seguito le attività principali previste dal progetto, ed il loro stato d'avanzamento:

- Identificazione delle specie infestanti: sono state svolte delle indagini in campo, anche supportate dalla presenza di un esperto botanico del giardino botanico di Pavia, allo scopo di descrivere il livello di biodiversità della risaia biologica ed identificare le principali specie infestanti. Nel corso dei sopralluoghi, sono stati visitati diversi ambienti, tra cui risaie (margini e porzione centrale), canali e sterrate. E' stata censita la flora vascolare dell'intera area di studio, prestando particolare attenzione alla componente infestante dei campi di riso e alle specie diffuse lungo i bordi delle strade campestri. Nell'area oggetto di indagine sono stati rilevati 126 taxa (specie e sottospecie). Tra questi, figura un consistente numero di entità infestanti del riso come *Alisma lanceolatum* With., *Ammannia coccinea* Rottb., *Bolboschoenus laticarpus* Marhold, *Hrudová*, *Ducháček & Zákr.*, *Cyperus difformis* L., *C. esculentus* L., *C. microiria* Steud., *Echinochloa crusgalli* (L.) P.Beauv., *E. oryzicola* (Vasinger) Vasinger, *Elatine ambigua* Wight, *Heteranthera reniformis* Ruiz & Pav., *Lindernia dubia* (L.) Pennell, *Oryza sativa* L. ("riso crodo"), *Panicum dichotomiflorum* Michx., *Persicaria hydropiper* (L.) Delarbre, *P. lapathifolia* (L.) Delarbre, *P. minor* (Huds.) Opiz, *Schoenoplectus mucronatus* (L.) Palla], alcune rare sia a livello locale che nazionale [es. *Ammannia robusta* Heer & Regel, *Bidens cernua* L., *Hypericum humifusum* L., *Marsilea*

quadrifolia L., *Rotala densiflora* (Roth) Koehne], altre di recente introduzione (*Bidens connata* Muhl. ex Willd., *Cardamine occulta* Hornem.; si vedano: Ardenghi, 2014, e Ardenghi & Mossini, 2014). Inoltre, di notevole interesse ecologico, la popolazione di *Marsilea quadrifolia* presente in una risaia sul lato meridionale dell'area di studio: occupante una superficie di ca. 200 m × 5 m e con una copertura del 90% circa, si tratta probabilmente della popolazione più estesa della Lombardia e dell'Italia settentrionale.

- Campionamento dei semi di infestanti: in parallelo alle indagini descritte, sono stati svolti dei campionamenti in diverse epoche sulle popolazioni infestanti a seme, riscontrate in risaie biologiche da 7-8 anni, e in risaie da poco convertite al biologico (1-2 anni). Le specie campionate sono: *Schoenoplectus mucronatus* L., *Cyperus difformis* L., *Polygonum lapathifolia* L., *Ammannia coccinea* Rottb., *Ammannia robusta* Heer & Regel, *Echinochloa crusgalli* L., *Echinochloa oryzicola* (Vasinger), *Alisma lanceolatum* e *plantago*. Il lavoro ha portato alla costituzione di una prima collezione di semente, disponibile per le successive prove di laboratorio.

- Conservazione e trattamento dei semi: i semi sono stati conservati secondo protocollo: a 4°C, previa essiccazione all'aria, in sacchetti di carta all'interno di contenitori di plastica a chiusura ermetica alla presenza di un backer riempito con Silica Gel per l'assorbimento dell'umidità residua. Un sotto-campione della collezione è stato trattato con candeggina per effettuarne la sterilizzazione, attraverso l'impiego di una soluzione di acqua deionizzata e sterile con il 30% di candeggina caratterizzata dal 3.5% di cloro attivo.

- Verifica della germinabilità dei semi: sono in corso i test per verificare le condizioni di germinazione ottimali delle specie infestanti collezionate e stabilirne la percentuale di germinabilità. Per le due specie di giavone (*Echinochloa crusgalli* L., *Echinochloa oryzicola*) è stata verificata una prima germinabilità in piastra del 100% dopo una settimana in fitotrone a 25°C.

Verificata la bontà del campione, essendo il giavone un'infestante ampiamente diffusa nelle risaie biologiche della Lomellina e di grande interesse per gli agricoltori, è stato stabilito di cominciare le prove allelopatiche partendo da questa specie.

- Prove allelopatiche: test di germinabilità in piastra: le prove allelopatiche riguardano la verifica degli effetti degli estratti (es. componente fenolica) di biomassa di cover crop sulla germinabilità delle infestanti. Attualmente sono state reperite le attrezzature per l'allestimento degli estrattori in laboratorio e, direttamente in azienda, i semi delle seguenti ASC: loietto multiflorum, trifoglio incarnato, veccia sativa. Le prove sono pre-condizionate dalla crescita in vaso della biomassa da estrarre. Dopo di che, si procederà a testare l'effetto di concentrazioni crescenti sulla germinabilità in piastra delle infestanti in ambiente controllato (i.e. fitotrone a 25°C). Lo schema prevede piastre di controllo, così come un test speculare sul riso, per confrontare eventuali effetti antagonisti della cover crop anche sulla coltura in produzione.

- Prove allelopatiche: test successivi: le prove sperimentali proseguiranno, con la verifica degli effetti allelopatici sulla crescita delle piante in vaso in ambiente controllato, su substrato di crescita artificiale e naturale, sia attraverso l'impiego degli estratti di biomassa sia con la crescita in parallelo o in successione di cover crop e infestanti sullo stesso substrato.

WP3 - SISTEMI E TECNICHE CULTURALI IN VITICOLTURA DA TAVOLA BIOLOGICO

Per quanto riguarda il **WP3**, al fine di valutare l'effetto della diversa gestione del suolo sullo stato fisiologico delle viti di Sugranineteen® nelle tre tesi a confronto, si è proceduto in giornate con cielo sereno a misure dei tassi di conduttanza stomatica (gs), traspirazione (E) e fotosintesi netta (A) per unità di superficie fogliare, con analizzatore portatile a raggi infrarossi (ADC LCpro SD, ADC Bioscientific Ltd.), tra le 12-14 ore solari su foglie principali ben esposte, inserite sul secondo nodo successivo al grappolo distale di un germoglio mediano vigoroso con un valore di flusso fotonico pari a ~ 1500 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$. Inoltre sono stati determinati due indici di Water Use Efficiency ottenuti dal rapporto tra fotosintesi netta/traspirazione (WUE istantanea) e tra

fotosintesi/conduzzanza stomatica (WUE intrinseca).

Nelle stesse date, nelle tre tesi a confronto (T=inerbimento interfila con Trifoglio sotterraneo cv Antas; V1=inerbimento interfila con Veccia cv Aitana, poi sovesciata; V2= inerbimento interfila con Veccia cv Aitana, poi allettata con roller crimper), si sono effettuate misure di fluorescenza della clorofilla con fluorimetro Y (II) Meter (Opti-Science, NH). Inoltre periodicamente si è proceduto alla misurazione degli scambi gassosi del suolo con misuratore EGM-4 (Environmental Gas Monitor for CO₂, PP Systems) all'interno di pozzetti di misura localizzati nelle diverse tesi e ripetizioni del vigneto.

Ai fini della caratterizzazione del microclima del vigneto della cv Sugranineteen® è stato effettuato periodicamente il download dei dati di temperatura, umidità relativa dell'aria, direzione e velocità del vento, radiazione solare, contenuto idrico del suolo e pluviometria dalla centralina meteo WatchDog 2900 ET installata in vigneto.

La caratterizzazione dello stato idrico del suolo nelle diverse parcelle è stata effettuata grazie all'installazione di datalogger EM-50 (Decagon Device Inc., USA) provvisti di sensori (10 HS). La valutazione indiretta dello stato nutrizionale è stata ottenuta attraverso la misura periodica dell'indice in verde fogliare SPAD con strumento portatile (SPAD 502 Minolta, Japan). Per ogni tesi sono state effettuate 12 misurazioni su foglie sane, prive di qualsiasi lesione.

La caratterizzazione dello stato idrico delle viti ha previsto rilievi periodici del potenziale idrico xilematico mediante camera a pressione (3005 Plant Water Status Console, Soilmoisture Equipment Corp.), nelle tre tesi su foglie opportunamente inibite nella traspirazione. Inoltre, sono stati effettuati periodicamente misure delle condizioni di microclima della chioma con misure dei parametri di temperatura, umidità relativa e dell'indice di ombreggiamento R:FR.

Alla raccolta commerciale della cv Sugranineteen® (seconda decade di settembre 2016) nelle diverse parcelle sperimentali sono state determinate le caratteristiche carpometriche del grappolo e della bacca (peso grappolo, peso acino, lunghezza grappolo, peso rachide, diametri della bacca), la composizione chimica del succo (grado rifrattometrico, acidità titolabile, pH, contenuto in polifenoli) e le caratteristiche fisiche dell'acino (resistenza della buccia alla penetrazione, resistenza allo schiacciamento, resistenza al distacco dell'acino) mediante penetrometro digitale (Digital Fruit Firmness tester, TR Turoni S.r.l.). La valutazione del colore dell'acino è stata effettuata con colorimetro a riflettanza su campioni di 25 acini per tesi, eseguendo le letture sui due lati di ogni acino, delle coordinate cromatiche L* (luminosità), a* (misura del range di colore dal verde [-] al rosso [+]) e b* (misura del range di colore dal blu [-] al giallo [+]).

WP4 - SISTEMI E TECNICHE CULTURALI DI ADATTAMENTO AI CAMBIAMENTI CLIMATICI IN CEREALICOLTURA

Il **WP4** ha come obiettivo principale l'analisi degli effetti dell'anticipo dell'epoca di semina di grano duro sull'adattamento ai cambiamenti climatici valutato a partire dalle risposte produttive della coltura. Uno dei fenomeni più frequenti legati ai cambiamenti climatici è il marcato aumento della piovosità autunnale, soprattutto in alcune aree del Paese, che rende problematiche le operazioni di semina del frumento duro fino ad impedirle. In quattro ambienti pedoclimatici e su otto genotipi diversificati per lunghezza del ciclo, sono in corso di valutazione le risposte adattative a sviluppi colturali in epoche non tradizionali attraverso l'analisi della potenzialità produttiva, della tolleranza alle fitopatie e delle principali caratteristiche qualitative ed igienico sanitarie della granella.

Nella stagione 2015-16 sono state effettuate le semine anticipate (ottobre) e quelle in epoca "normale" (novembre), nei quattro ambienti pedoclimatici previsti (tab.1).

Tabella 1. Scheda agronomica delle prove su frumento

Località	Altitudine m s.l.m.	Tesi	Precessione	Data			Azoto (Kg/ha) accestimento (11-feb-16)
				semina	emergenza	raccolta	
Jesi (AN)	80	Semina anticipata	favino	21-ott-15	31-ott-15		40
Jesi (AN)		Semina normale	favino	12-nov-15	26-nov-15		40
Alberese (GR)	10	Semina anticipata	erbaio da sovescio	8-ott-15		16-giu-16	
Alberese (GR)		Semina normale	erbaio da sovescio	13-nov-15		17-giu-16	
Roma	20	Semina anticipata	erba medica	27-ott-15	5-nov-15	20-giu-16	
Roma		Semina normale	erba medica	16-nov-15	2-dic-15	13-lug-16	
Metaponto	10	Semina anticipata				1-giu-16	
Metaponto		Semina normale				6-giu-16	

Nei tre ambienti dell'Italia centrale sono state messi a confronto, con schema split plot, 2 densità di semina (350 e 500 semi germinabili/m²) e 8 varietà di grano duro, da precoci (P) a tardive (T): Colombo (T); Core (P); Dylan (MT); Hathor (T); Marco Aurelio (M); Ramirez (M); Saragolla (P); Svevo (P).; a Metaponto le 8 cultivar nelle due epoche di semina sono state saggiate solo con la fittezza di 500 semi germinabili/m². Sulle prove sono stati effettuati i principali rilievi di campo (data di emergenza, fittezza all'emergenza, data di spigatura, allettamento dei culmi, principali malattie fungine - **WP4.2**, altezza delle piante, fittezza alla raccolta) e di laboratorio (resa unitaria in granella, umidità, peso ettolitrico, peso 1000 cariossidi, % semi bianconati e striminziti). Sul materiale raccolto sono state effettuate analisi merceologico-qualitative e igienico-sanitarie: % proteine granella, % ceneri e SDS, sullo sfarinato; Gluten Index, W alveografico e Indice di Giallo, sulla semola; principali micotossine: DON, T2+HT2 e AOH (**WP4.2**).

L'andamento stagionale è stato alquanto diverso dagli anni più recenti e di fatto assolutamente imprevedibile, caratterizzato da temperature elevate e siccità prolungata del tutto anomale rispetto alle attese degli inverni mediterranei. Questa variabilità, sebbene possa rientrare nella casistica legata ai cambiamenti climatici in corso, ha determinato un eccessivo avanzamento delle fasi fenologiche dei frumenti particolarmente importanti nel caso dei genotipi precoci. Del resto se le previsioni meteo molto anticipate non trovano per ora alcun riscontro scientifico, particolarmente in annate come questa è difficile prevedere l'epoca migliore per la semina ed infatti già ad ottobre da alcuni anni molte aziende si cautelano, avviando precocemente le operazioni. Se poi l'epoca di semina normale (novembre) si dovesse confermare invece come quella più corretta, questa valutazione però non è certo ipotizzabile un mese prima, ad ottobre appunto, soprattutto alla luce delle disastrose esperienze degli ultimi anni che di fatto hanno visto impedita la successiva accessibilità ai terreni. A differenza del triennio precedente, la preparazione dei letti di semina è stata, infatti, quasi sempre ottimale. L'inverno e l'inizio della primavera sono risultati piuttosto asciutti, con l'eccezione del periodo tra la metà di febbraio e la prima decade di marzo quando le precipitazioni sono state quasi ovunque abbondanti. Piogge cospicue sono riprese durante la fase di spigatura e granigione. L'inverno è risultato alquanto mite e le temperature si sono mantenute sempre superiori alle medie poliennali per tutto il ciclo vegetativo. L'effetto principale sulle colture di questo andamento meteorologico è stato quello di un sensibile anticipo della data di spigatura e della comparsa delle principali malattie fungine, anche se in genere di modesta entità; sono stati riscontrati infine sporadici fenomeni di allettamento del culmo a carico soprattutto di varietà suscettibili.

In merito alla valutazione della contaminazione da micotossine (**WP4.2**), l'attività è stata svolta considerando principalmente il deossinivalenolo (DON), micotossina "marker" correlata alla fusariosi della spiga e normata a livello comunitario su vari tipi di matrici (Reg. 1881/2006, Reg. 1126/2007), e le tossine T-2 e HT-2, prodotte da alcune specie fungine tossigene comunemente presenti sui cereali, compreso il frumento duro. Allo stato attuale, la Commissione Europea non

ha ancora fissato i limiti di concentrazione per le tossine T-2 e HT-2 nelle matrici cerealicole. Pertanto, in attesa di una prossima definizione dei livelli massimi ammissibili, è stata emanata una Raccomandazione (2013/165/UE) nella quale vengono riportati i livelli indicativi di concentrazione massima nei cereali e nei prodotti a base di cereali, compreso il frumento duro non trasformato, per il quale il limite massimo è di 100 µg/kg. Nella Raccomandazione medesima, fra l'altro, viene sottolineata l'importanza dello studio della compresenza delle tossine T-2 e HT-2 con altre micotossine prodotte da funghi appartenenti al genere *Fusarium*. E' stata inoltre effettuata un'indagine preliminare sulla presenza di alternariolo (AOH), una delle micotossine cosiddette "emergenti", prodotta da diverse specie di funghi appartenenti al genere *Alternaria*.

I campioni di frumento duro provenienti dai campi di coltivazione di Alberese (GR), Jesi (AN), Roma e Metaponto (MT), relativi a 3 varietà di frumento duro con diversa durata del ciclo vegetativo (Dylan, Marco Aurelio e Saragolla) sono stati prelevati dalle parcelle con densità di semina di 500 semi/m², relative a due epoche di semina e a due repliche. Dal numero totale di campioni sono stati esclusi quelli relativi alla varietà Saragolla appartenenti alla prova di semina anticipata presso il campo di Alberese.

La determinazione analitica delle micotossine sulla materia prima (granella di frumento duro non trasformata) è stata eseguita su sfarinato integrale successivamente al processo di prima trasformazione. Le analisi di screening sono state effettuate sul campione tal quale con metodo immunoenzimatico (ELISA) utilizzando il test Ridascreen® DON (R-Biopharm), con limite di rivelabilità (LOD) pari a 18,5 µg/kg, il test Veratox® T-2/HT-2 toxin (Diessechem-Neogen), con un limite di rivelabilità pari a 25,0 µg/kg e l'Alternariol Plate kit (Beacon Analytical System Inc.®, OR SELL S.r.l.) con limite di rivelabilità di 22,5 µg/kg.

Lo screening del DON, eseguita con semipreparatore automatico (BRIO, SEAC – RADIM), è stata eseguita in singolo, mentre i risultati relativi alle altre due micotossine rappresentano la media di due analisi ripetute. Dei 46 campioni analizzati l'incidenza dei campioni positivi (≥LOD) al DON, rispetto al totale dei campioni analizzati, è risulta pari al 77% per la prova relativa alla semina anticipata e del 61% per la prova con semina normale. Tuttavia, nonostante l'ampia diffusione della micotossina, i valori di concentrazione riscontrati nei singoli campioni sono risultati estremamente bassi, e di fatto trascurabili in rapporto al limite massimo consentito di 1750 µg/kg, dato che non hanno superato il valore di 214 µg/kg per singole parcelle e di 171 µg/kg per quanto riguarda la media parcellare.

Le differenze di concentrazione del DON sono risultate tuttavia statisticamente non significative ($p > 0,05\%$) per quanto riguarda la varietà e l'epoca di semina e significative ($p < 0,05\%$) in merito alle località di coltivazione. I risultati ottenuti dallo screening relativo alla somma delle tossine T-2 e HT-2 hanno evidenziato una sostanziale assenza di contaminazione in tutti i campioni analizzati, ad eccezione di Saragolla (72 µg/kg) e Marco Aurelio (47 µg/kg), rispettivamente a Jesi e Metaponto, entrambi riferiti alla semina normale.

Tenuto conto dell'influenza del fattore anno nel condizionare la presenza di DON e delle tossine T-2 e HT-2 nel frumento duro, l'andamento dell'annata 2015-2016 non sembra aver comunque favorito la contaminazione dei raccolti. Infatti, le precipitazioni sono state generalmente inferiori alle medie pluriennali, soprattutto nell'areale centrale e nelle due isole maggiori. In particolare, durante il periodo primaverile, i fenomeni piovosi si sono verificati prevalentemente all'inizio della stagione con una probabile mancata esposizione delle colture in fioritura ad elevati tassi di umidità, una condizione ambientale favorevole allo sviluppo della fusariosi della spiga. Tale andamento stagionale può aver dunque contribuito, anche se in linea molto generale, allo scarso grado di diffusione della fusariosi della spiga, e al conseguente minore accumulo di fusariotossine come il deossinivalenolo, ma anche dei funghi produttori di tossine T-2 e HT-2.

Per quanto riguarda lo screening della micotossina alternariolo (AOH), unitamente ad un'ampia diffusione nei campioni analizzati, le concentrazioni più elevate ($c \geq 300$ µg/kg) sono state rilevate

nei campi di Roma e Metaponto e in modo prevalente sui campioni derivanti da semine normali. Considerato che i risultati finora acquisiti in merito alla rilevazione di AOH rappresentano un approccio preliminare al monitoraggio di questo tipo di micotossina, il proseguimento dell'attività progettuale in corso permetterà di sia di approfondire gli aspetti fin qui esaminati sia di acquisire ulteriori eventuali conferme sull'argomento.

WP5 - VALIDAZIONI DELLE DINAMICHE DI BREVE E MEDIO-LUNGO PERIODO DEI SISTEMI E TECNICHE AGRONOMICHE DI ADATTAMENTO AI CAMBIAMENTI CLIMATICI

Il **WP 5** prevede la validazione delle dinamiche di breve e medio-lungo periodo dei sistemi e tecniche agronomiche di adattamento ai cambiamenti climatici. Nell'ambito del **WP 5.1** sono state programmate attività di pieno campo e di laboratorio per valutare la risposta agro-ambientale alle tecniche agronomiche proposte, dei sistemi colturali biologici condotti presso le aziende sperimentali di Metaponto e di Turi. Nel semestre di sperimentazione, durante le principali fasi fenologiche del ciclo delle colture da reddito e delle ASC (rotazione orticola biologica presso l'azienda di Metaponto), sono state effettuate misurazioni di campo e determinazioni analitiche per valutare gli effetti delle tecniche agronomiche sulle principali caratteristiche chimiche del suolo (azoto minerale, azoto totale e carbonio organico totale), sugli aspetti quanti-qualitativi della biomassa prodotta dalle colture da reddito, dalle ASC e dalle eventuali infestanti (determinazione di azoto totale, carbonio organico totale e biomassa prodotta). Inoltre, nelle aziende sperimentali di Metaponto e di Turi, nei mesi di luglio e settembre 2016, sono proseguite le misurazioni di respirazione del suolo in pieno campo, iniziate a dicembre 2015, per testare gli effetti delle diverse combinazioni agronomiche messe a confronto sulle emissioni di CO₂ dal suolo. In entrambi i siti sperimentali sono stati fatti tre rilievi da dicembre a giugno. Nell'azienda sperimentale di Metaponto, i rilievi sono stati condotti nelle baule e nelle aiuole dove sono previsti il sovescio delle ASC e la concimazione con concime organo-minerale, a confronto con il trattamento controllo (assenza di ASC e di concimazione). Nell'azienda sperimentale di Turi i rilievi di luglio, agosto e settembre sono stati condotti nelle interfile dei vigneti per testare gli effetti di due diverse ASC (trifoglio vs. veccia) e due diverse terminazioni della veccia (sfalcio vs. allettamento) sulla respirazione del terreno. I risultati dei rilievi effettuati nell'azienda di Metaponto nell'ambito del **WP 5.1** verranno utilizzati per valutare la risposta delle colture e del suolo ai sistemi e tecniche colturali di adattamento ai cambiamenti climatici introdotte in un'ottica di breve periodo e per calibrare e validare i risultati delle simulazione di medio-lungo periodo delle dinamiche di C e N nel sistema suolo-pianta-atmosfera, previste nell'attività del **WP 5.2**. I risultati relativi ai flussi di CO₂ nelle parcelle dell'azienda di Metaponto saranno utilizzati unitamente ai rilievi effettuati nell'ambito delle attività previste nel WP 2, mentre quelli nell'azienda di Turi saranno utilizzati unitamente ai rilievi effettuati nell'ambito delle attività previste nel WP 3, relativi alle misurazioni dei parametri vegeto-produttivi e delle caratteristiche qualitative della produzione alla raccolta, dello stato idrico, degli scambi gassosi e dello stato nutrizionale del vigneto. Il WP 5.2 stima l'effetto di medio-lungo periodo delle tecniche agronomiche sul sistema suolo-pianta-atmosfera mediante l'uso del modello EPIC (versione EPIC0810). Nell'ambito del **WP 5.3** relativo alla valutazione della sostenibilità agro-ambientale di sistemi agricoli biologici basato su indicatori facilmente rilevabili, sono state definite le tematiche da inserire nel modello di valutazione come illustrato nella relazione precedente. Nel semestre di riferimento, a seguito di colloqui individuali con i coordinatori delle sperimentazioni in campo sono stati definiti i parametri e gli indicatori agro-ambientali da studiare e predisposti i template in formato excel che sono stati successivamente compilati dai responsabili dei WP 2-4 con i dati relativi alle tematiche agro-ambientali. Queste informazioni sono necessarie per poter decidere quali tra le tematiche proposte possono essere usate per confrontare la sostenibilità agro-ambientale delle tesi messe a confronto nei quattro dispositivi sperimentali studiati. I risultati ottenuti si riferiscono al secondo semestre di attività sperimentale. Nell'ambito del WP 5.1, sono stati acquisiti i dati delle misurazioni di campo ed analitiche per la coltura di pomodoro sulle baule e zucchino nelle aiuole (sperimentazione di Metaponto) e sono stati effettuati i rilievi di pieno campo nel sistema orticolo e viticolo per monitorare le emissioni di CO₂ dal suolo. I dati acquisiti sono attualmente in fase di elaborazione.

DESCRIZIONE DEI SINGOLI RISULTATI/INNOVAZIONI OTTENUTI NELL'ESPLETAMENTO DELLE ATTIVITÀ SVOLTE

1. Contesto in cui si è svolta la prova/sperimentazione per l'ottenimento del risultato

La rotazione orticola eco-funzionale in baulature è attuata in un'azienda sperimentale del CRA a Metaponto (**WP2**), ovvero in un areale del sud Italia particolarmente soggetto ad eventi meteorologici estremi. In questo contesto l'agricoltura può giocare un ruolo importante nell'adattamento e nella mitigazione dei cambiamenti climatici.

Le attività previste nel **WP3** si svolgono in agro di Gioia del Colle (BA) in un vigneto bio della varietà apirena ad uva da tavola Sugranineteen® allevata con sistema trasversale ad Y, con distanze di piantagione di 3,5 x 2,0 m (1428 viti ha⁻¹) e protetta con film plastico dalla fase di germogliamento sino alla raccolta commerciale.

Le prove su frumento duro (**WP4**) sono state svolte in 3 località dell'Italia centrale (Jesi - AN, Alberese - GR e Roma) e in 1 località del sud peninsulare (Metaponto - MT) in aziende sperimentali a conduzione biologica. Le determinazioni analitiche sono state effettuate presso i laboratori del CREA-QCE di Roma.

Le attività del **WP 5.1** inerenti le determinazioni di pieno campo sono state effettuate presso le aziende sperimentali di Metaponto e di Turi, mentre quelle relative alle determinazioni analitiche - strumentali sono state effettuate presso i laboratori del CREA-RPS di Roma. Le simulazioni relative al **WP 5.2** sono condotte presso la sede RPS. Le attività del **WP 5.3** coinvolgono i responsabili dei disegni sperimentali e sono coordinate dalla Scuola Superiore Sant'Anna di Pisa.

2. Caratteristiche del risultato

WP3: I dati relativi al secondo anno di attività hanno evidenziato, in termini di scambi gassosi, valori simili di assimilazione fotosintetica, traspirazione e water use efficiency nelle tre tesi a confronto nei rilievi eseguiti in allegazione, accrescimento acino, invaiatura e raccolta. La diversa gestione del suolo non ha determinato variazioni del peso grappolo e bacca ma ha agito solo sul diametro equatoriale della bacca (rispettivamente maggiore nella tesi V1). Inoltre non sono emersi valori diversi degli indici reologici (indice di distacco della bacca dal pedicello, indice di penetrazione della buccia, firmness). In relazione al colore della bacca sono emerse differenze significative per l'indice CIRG (color index of red grapes) con il valore più alto (indicativo di una maggiore colorazione della bacca, nella tesi V1 (= vecchia sovesciata). Dal punto di vista delle rese non si sono riscontrate differenze statistiche tra le tre tesi a confronto.

WP4: La riproposizione delle prove in quattro importanti ambienti pedoclimatici di coltivazione del frumento duro (tab 2 - 4) ha permesso di far intravedere già alcuni risultati che comunque andranno confermati con decorsi stagionali meno particolari di quello appena passato e sottoponendo l'insieme dei dati ad appropriata analisi statistica. Come atteso, visto l'andamento climatico autunnale alquanto favorevole, la semina normale ha fornito le migliori risposte produttive in tutte le località, salvo a Roma dove si è avuta una sostanziale parità fra le due epoche. Per gli aspetti qualitativi invece le risposte sono meno generalizzabili e debbono essere valutate con attenzione nei diversi ambienti. Il peso ettolitrico non è stato certo favorito dalle abbondanti piogge di fine primavera che hanno penalizzato tutte le prove soprattutto nell'epoca di semina anticipata. Per il tenore proteico della granella, visto il ben conosciuto rapporto inverso con le rese produttive, appare in controtendenza solo il risultato della località di Alberese che si conferma anche per gli altri importanti parametri che esprimono le caratteristiche qualitative delle proteine stesse (SDS, Gluten Index, W alveografico). In linea di massima infatti questi importanti indici, fondamentali per puntare ad ottenere paste alimentari di eccellenza, evidenziano valori più alti nella semina anticipata. Per il tasso di bianconatura delle cariossidi, analogamente al peso ettolitrico, più penalizzata è risultata la semina anticipata, salvo a Metaponto, probabilmente per la diversa

piovosità di fine ciclo. Anche le malattie fungine fogliari, laddove rilevate (Jesi con attacchi medio-gravi e Roma, più blandi) hanno evidenziato una maggiore virulenza in semina anticipata. Scarse invece le differenze produttive e qualitative imputabili alle diverse densità di investimento della semente, salvo una prevedibile maggior fittezza all'emergenza della tesi con 500 semi/germinabili m², evidentemente recuperata con la ben nota capacità di accostamento del frumento, anche se non va trascurato l'aumento di allettamento dei culmi registrato con l'investimento maggiore, potenzialmente grave nelle varietà suscettibili al fenomeno. Per quanto riguarda la scelta varietale va messo in evidenza come le cultivar precoci (Svevo, Saragolla, Core) siano spigate con forte anticipo nella prima semina a causa delle temperature invernali particolarmente miti, per poi subire maggiormente le conseguenze negative dei ritorni di freddo e degli attacchi precoci di uccelli e cinghiali, tanto che i forti danni subiti ci hanno costretto ad eliminarle dal confronto in alcune località. Le varietà più produttive sono risultate Ramirez (ciclo medio-precoco) e Dylan (medio tardivo). Ramirez va segnalato anche per la resistenza alla ruggine bruna nella località di Jesi dove la fitopatologia si è manifestata invece con particolare virulenza, anche se di contro ha evidenziato tendenza all'allettamento dei culmi, maggiore bianconatura delle cariossidi e basso indice del colore giallo. Dylan dal conto suo riesce a fornire pesi ettolitrici decisamente sempre più alti delle medie in ogni località, ma difetta per tenore proteico, indice W alveografico e suscettibilità alla ruggine bruna. Le varietà più interessanti dal punto di vista qualitativo (aspetto di fondamentale rilevanza in coltura biologica) sono state Hathor (tardiva) e Marco Aurelio (di ciclo medio), tra l'altro entrambe fra le più resistenti all'allettamento. In particolare Hathor si caratterizza per il miglior contenuto proteico associato a scarsa bianconatura e alto SDS, anche se in un contesto di minor produttività, peso ettolitrico insufficiente e Gluten Index inferiore alle altre varietà in prova. Marco Aurelio invece si avvicina a un buon rapporto tra rese e qualità soprattutto per i valori elevati di SDS, Gluten Index, W alveografico e colore giallo.

Tabella 2 Jesi (AN)

Fattori	fittezza piantine n./m ²	spig da 1/3 n. gg	allettamento		altezza cm	peso ettolitrico kg/hL	semi		peso 1000 car. g	proteine granella % s.s.	produzione (13% umid) t/ha	spighe a racc. n./m ²	ruggine bruna 0-9	complesso septoriosi 0-9	SDS ml	Gluten Index	Alveografo W J x 10 ⁻⁴	Indice di giallo	
			spig 0-9	racc. 0-9			bianc %	strem %											
epoca	anticipata	268	47.6	0.8	1.1	99	78.1	45.8	0.3	46.0	11.6	5.82	435	5.8	8.4	35.1	95.5	140.2	22.2
	normale	296	55.4	0.0	0.9	96	80.6	40.9	0.2	47.2	11.3	6.36	397	4.6	7.5	33.9	93.0	128.6	23.3
densità	350	240	51.7	0.0	0.1	97	79.7	47.0	0.3	47.7	11.2	6.12	400	5.0	7.9	34.6	94.4	137.7	22.8
	500	324	51.3	0.8	1.9	98	78.9	39.6	0.2	45.5	11.7	6.05	432	5.4	8.0	34.3	94.2	131.1	22.7
varietà	Colombo	292	56.8	0.0	0.0	95	79.8	41.6	0.3	43.5	11.6	5.71	397	7.6	8.7	29.8	95.1	125.3	25.3
	Dylan	269	55.5	0.3	0.6	102	80.9	41.4	0.1	46.6	10.3	6.24	548	8.8	8.0	32.9	92.6	107.5	23.9
	Hathor	309	56.7	0.0	0.0	87	76.3	8.8	0.9	41.8	12.3	4.93	301	6.3	8.7	36.3	85.1	132.5	24.8
	Marco Aurelio	267	52.6	0.0	0.0	102	79.7	36.2	0.0	53.9	11.3	6.33	409	8.7	7.2	43.0	98.4	183.8	24.8
	Ramirez	277	47.4	1.6	4.1	104	80.7	58.1	0.1	44.4	11.3	6.90	420	0.0	6.4	31.6	97.0	122.5	18.0
	Saragolla	280	40.2	0.5	1.2	94	78.6	73.9	0.1	49.4	11.9	6.42	421	0.0	8.8	33.4	97.5	134.8	19.8
Media generale		282	51.5	0.4	1.0	97	79.3	43.3	0.3	46.6	11.4	6.09	416	5.2	8.0	34.5	94.3	134.4	22.8

Tabella 3 Alberese (GR)

Fattori	fittezza nascita 0-9	spig da 1/3 n. gg	allettamento		altezza cm	peso ettolitrico kg/hL	semi		peso 1000 car. g	proteine granella % s.s.	produzione (13% umid) t/ha	SDS ml	Gluten Index	Alveografo W J x 10 ⁻⁴	Indice di giallo	
			spig 0-9	racc. 0-9			bianc %	strem %								
epoca	anticipata	7	37.5	0.0	0.0	83	74.9	47.9	1.2	40.4	10.9	3.13	31.4	87.6	89.3	21.7
	normale	7	46.4	0.0	0.9	99	77.7	26.5	0.8	42.4	11.4	5.23	34.9	88.5	139.6	22.9
densità	350	6	42.0	0.0	0.4	91	76.3	37.6	0.8	41.6	11.1	4.22	33.9	87.6	112.4	22.1
	500	7	42.0	0.0	0.5	91	76.4	36.9	1.2	41.3	11.2	4.14	32.4	88.5	116.4	22.4
varietà	Colombo	7	49.3	0.0	0.8	85	76.6	45.2	1.1	38.5	10.8	4.11	31.1	93.4	108.8	23.6
	Dylan	7	50.3	0.0	0.0	94	78.0	38.1	0.6	41.3	10.2	4.61	30.3	83.8	85.3	22.6
	Hathor	7	52.2	0.0	0.0	87	74.8	12.7	2.6	39.0	12.4	3.48	36.1	80.9	116.3	23.6
	Marco Aurelio	7	43.3	0.0	0.0	96	75.2	26.8	0.3	44.9	11.5	4.23	41.1	96.5	150.8	23.6
	Ramirez	6	35.5	0.0	0.0	93	76.9	55.7	0.3	39.9	10.8	4.99	32.5	93.9	111.5	17.8
	Core	6	31.9	0.0	1.8	92	76.2	52.7	0.6	44.0	11.0	4.12	28.3	77.1	97.8	20.2
Svevo	6	31.3	0.0	0.4	90	76.7	29.7	1.5	42.2	11.4	3.73	32.6	90.9	130.8	24.3	
Media generale		7	42.0	0.0	0.4	91	76.3	37.2	1.0	41.4	11.1	4.18	33.1	88.1	114.4	22.3

Tabella 4 Roma

Fattori	fittezza piantine n./m ²	spig da 1/3 n. gg	allettamento		altezza cm	peso ettolitrico kg/hL	semi		peso 1000 car. g	proteine granella % s.s.	produzione (13% umid) t/ha	ruggine gialla 0-9	complesso septoriosi 0-9	SDS ml	Gluten Index	Alveografo W J x 10 ⁻⁴	Indice di giallo	
			spig racc. 0-9	racc. 0-9			bianc %	strem %										
epoca	anticipata	341	45.4	1.0	3.6	92	76.0	25.6	3.2	39.9	12.6	3.91	1.5	2.0	44.2	97.3	212	26.4
	normale	273	52.1	0.0	0.7	91	77.8	9.3	0.7	44.8	13.2	3.89	1.7	0.9	37.5	91.3	215	24.4
densità	350	287	48.8	0.4	1.6	92	76.8	17.2	1.7	42.1	13.0	3.83	1.8	1.4	40.5	93.2	213	25.5
	500	327	48.7	0.6	2.8	91	77.0	17.7	2.2	42.6	12.8	3.97	1.4	1.5	41.2	95.4	214	25.3
varietà	Colombo	297	53.8	0.0	0.8	92	78.4	18.4	1.6	44.3	13.5	3.83	2.9	1.7	35.6	92.6	197	27.9
	Dylan	329	51.3	0.0	1.2	98	80.3	14.9	0.7	45.9	11.9	4.44	0.0	1.0	37.3	93.5	182	27.2
	Hathor	312	53.0	0.0	0.2	86	74.6	16.0	2.2	41.6	14.2	3.35	0.0	1.0	48.0	87.0	242	25.7
	Marco Aurelio	299	49.5	0.0	1.0	95	77.6	12.4	0.5	47.8	12.7	4.32	0.7	1.3	46.0	98.4	266	27.4
	Ramirez	301	44.8	2.9	6.4	90	76.6	17.1	2.4	36.7	13.0	4.20	1.0	2.1	40.5	97.0	227	20.9
	Saragolla	303	39.9	0.0	3.6	86	74.1	25.7	4.3	37.9	12.2	3.26	4.9	1.6	37.8	97.3	167	23.5
Media generale	307	48.7	0.5	2.2	91	76.9	17.4	1.9	42.4	12.9	3.90	1.6	1.4	40.9	94.3	213	25.4	

Tabella 5 Metaponto (MT). Unica densità 500 semi gem./m²

Fattori	spig da 1/3 n. gg	allettamento racc. 0-9	altezza cm	semi		peso 1000 car. g	proteine granella % s.s.	produzione (13% umid) t/ha	SDS ml	
				bianc %	strem %					
epoca	anticipata	13.5	1.3	92	25.7	7.1	34.9	11.6	2.26	38.8
	normale	44.0	1.3	93	57.3	1.5	38.8	10.8	3.78	26.6
varietà	Colombo	32.5	0.0	86	62.3	3.9	33.6	10.5	2.44	34.5
	Dylan	34.5	0.2	96	50.5	0.6	41.7	9.8	4.26	26.5
	Hathor	35.5	0.0	86	20.3	11.5	31.1	12.1	2.49	40.0
	Marco Aurelio	32.5	0.0	99	49.0	2.6	45.6	10.2	3.67	32.8
	Ramirez	31.0	0.5	92	44.5	1.3	34.3	10.6	3.61	30.0
	Core	22.0	2.8	98	35.2	5.3	36.8	11.8	2.77	33.5
	Saragolla	21.0	2.3	87	53.2	4.3	35.9	12.1	2.43	31.8
	Svevo	21.0	4.3	97	17.0	4.8	35.9	12.6	2.49	32.3
Media generale	28.8	1.3	93	41.5	4.3	36.9	11.2	3.02	32.7	

WP5: I risultati preliminari inerenti le misurazioni di N minerale per la prova del pomodoro sono riportati in fig.11.

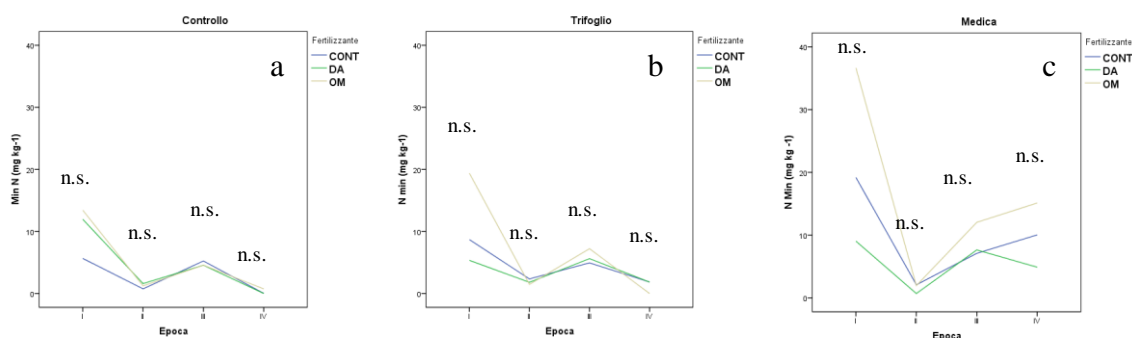


Figura 11 - Andamento dell' N minerale durante il ciclo del pomodoro (baula), periodo Giugno - Agosto 2016 (dispositivo Mitiorg di Metaponto). a) Controllo senza coltura di servizio agro-ecologico, no ASC; b) ASC = Trifoglio; c) ASC = Medica. Epoca I: 03/06/2016; II: 30/06/2016; III: 20/07/2016; IV: 26/08/2016. I valori medi contrassegnati da lettere diverse sono significativamente differenti in accordo al test di Duncan al livello di probabilità riportato. n.s.: non significativo; * significatività al livello di probabilità $P \leq 0.5$.

Si evidenzia un aumento della disponibilità azotata durante il ciclo della coltura per il trattamento Medica (c), particolarmente evidente congiuntamente al trattamento di fertilizzazione Org-Min, non essendo comunque statisticamente significative le differenze rispetto al controllo al trattamento con digestato anaerobico. Allo stesso modo, nella prova zuccino (fig.12), il trattamento di fertilizzazione Org-Min ha comportato un aumento della disponibilità di N nel suolo nella prima fase del ciclo della coltura con differenze statisticamente significative rispetto al CONT e al DA nei trattamenti Mix 1 sovesciato (Fig. 12c) e MIX 2 allettato (Fig. 12d) (MIX 1 GM e MIX 2 RC, rispettivamente), al trapianto. I valori medi misurati nelle differenti fasi fenologiche nei trattamenti con ASC sono risultati simili al controllo senza ASC in precessione, ad eccezione del trattamento MIX 1 RC (Fig. 12b), al trapianto dello zuccino, con valori più bassi di N minerale per tutti i livelli di fertilizzazione, probabilmente per effetto *pre-emptive competition* da parte del Mix stesso, non prontamente compensato dalla più lenta degradazione del mix allettato rispetto allo stesso mix sovesciato (Fig. 12c), e del trattamento MIX 2 RC (Fig. 12d), questa volta con valori più elevati di N minerale limitatamente al trattamento OM al trapianto.

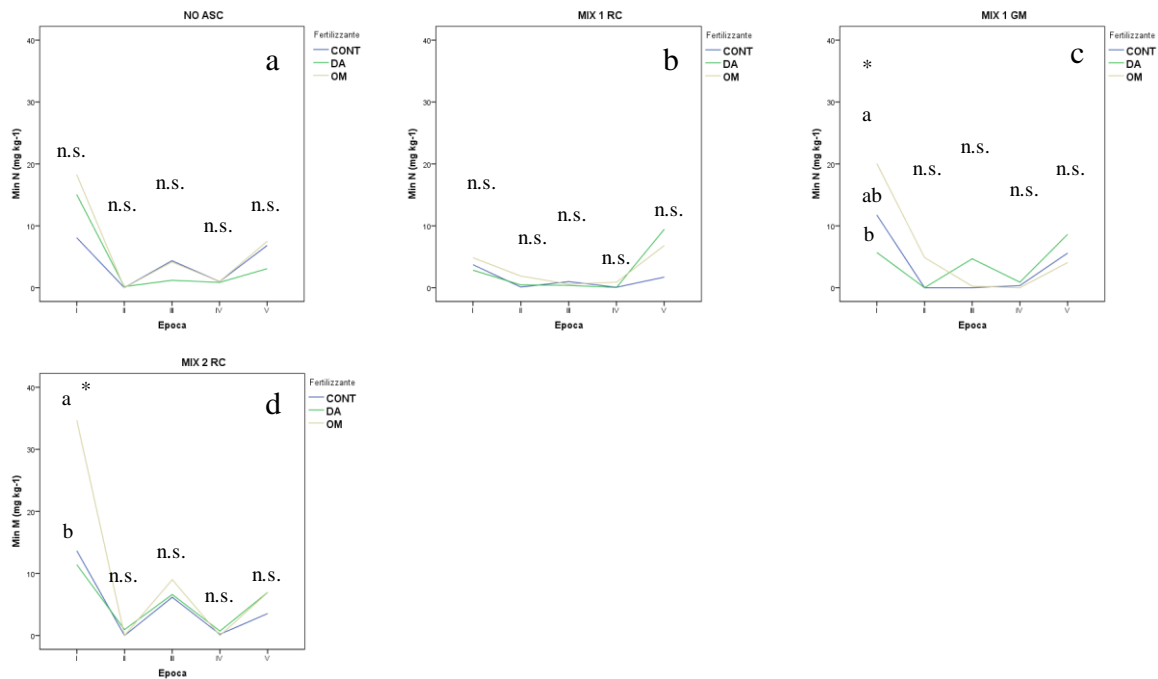


Figura 12 - Andamento dell' N minerale durante il ciclo dello zucchini (aiuola), periodo Maggio - Luglio 2016 (dispositivo Mitiorg di Metaponto). a) Controllo senza coltura di servizio agro-ecologico, no ASC; b) ASC = Mix 1 allettato, RC; c) ASC = Mix 1 sovesciato, GM; d) ASC = Mix 2 allettato, RC. Epoca I: 16/05/2016; II: 25/05/2016; III: 01/06/2016; IV: 24/06/2016; V: 13/07/2016. I valori medi contrassegnati da lettere diverse sono significativamente differenti in accordo al test di Duncan al livello di probabilità riportato. n.s.: non significativo; * significatività al livello di probabilità $P \leq 0.5$.

I risultati inerenti il contenuto di carbonio organico (TOC) e di azoto totale (TN) del suolo sono stati acquisiti e sono attualmente in fase di elaborazione. Per quanto riguarda i risultati del monitoraggio delle emissioni di CO_2 , effettuato nel periodo dicembre 2015 – settembre 2016, nell'azienda di Metaponto i flussi medi di CO_2 del suolo sono pari a $3.54 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ e variano da 0.14 a $11.10 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, come registrato dal monitoraggio di marzo nell'aiuola controllo e nella baula con la concimazione organo-minerale, rispettivamente. Per quanto riguarda l'azienda di Turi, i flussi medi di CO_2 del suolo sono pari a $3.75 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ e variano da 0.92 a $7.43 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$. Il valore minimo e massimo sono stati osservati nelle parcelle dove è presente il trattamento vecchia allettata e sono stati registrati durante il monitoraggio di dicembre e di giugno, rispettivamente. Nell'ambito del **WP 5.2**, che ha per obiettivo valutare l'influenza della diversa gestione agronomica del dispositivo sperimentale "orticole" sulla ripartizione dinamica della sostanza organica del suolo e sulla resa delle colture da reddito in rotazione, è stato predisposto il dataset di input del modello EPIC0810 relativo al clima, caratterizzazione iniziale del suolo e tecnica colturale delle colture da reddito (finocchio, cavolo viola, zucchini e pomodoro) e delle ASC sia per i trattamenti sulle baule sia per quelli nelle aiuole. Per la predisposizione del dataset dei dati climatici relativi all'area di studio del dispositivo "orticole" di Metaponto sono stati utilizzati i dati giornalieri di lungo periodo forniti dall'Agenzia Lucana di Sviluppo Agricolo della Basilicata e raccolti presso la stazione meteorologica di Metaponto, in prossimità dei campi sperimentali. I dati raccolti hanno permesso di creare una serie storica che copre un periodo di 36 anni (1981-2016). I parametri climatici giornalieri richiesti dal modello EPIC0810, per il suo funzionamento, sono: radiazione solare (MJ m^{-2} o Langley), temperatura massima e minima ($^{\circ}\text{C}$), precipitazione (mm), velocità del vento e all'umidità relativa dell'aria. Per le variabili giornaliere mancanti facoltative, EPIC è in grado di generarle utilizzando appropriate simulazioni per la loro stima. Nei 36 anni considerati, tenendo conto dell'andamento annuale delle temperature medie massime e minime, si osserva una variabilità interannuale che si discosta dal valore medio poliennale. Infatti, come evidenziato dalla linea di tendenza e dall'equazione lineare, si osserva la tendenza progressiva delle temperature ad aumentare negli anni (fig. 13). Tale tendenza è più pronunciata nelle temperature medie massime ($y = 0.07x + 20.50$; $r^2 = 0.54$) rispetto a quelle minime ($y = 0.03x + 9.99$; $r^2 = 0.15$).

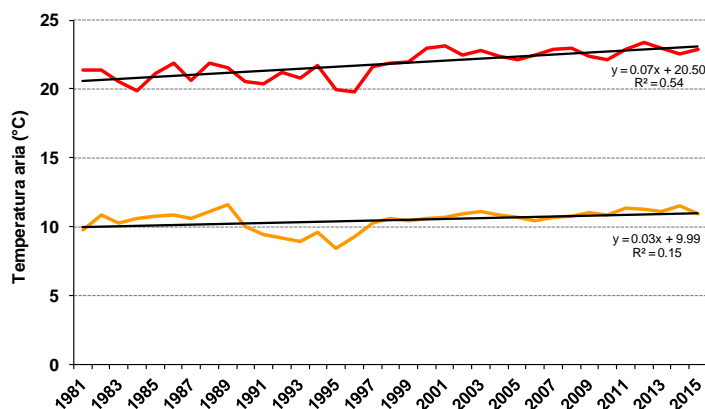


Figura 13 - Serie storica (1981-2016) dell'andamento delle temperature massime (linea blu) e minime (linea rossa) medie annuali della stazione meteorologica di Metaponto. In nero è riportata linea di tendenza dell'andamento delle temperature massime e minime di lungo periodo.

La precipitazione totale media annua, del periodo 1981-2016, è pari a 521 mm. La sua mediana per lo stesso periodo è 507 mm. L'anno più piovoso è stato il 1996 (782 mm), seguito dal 2013 (768 mm) e dal 1984 (765 mm); i più siccitosi il 1981 e 1989 (fig.14). Nei 36 anni considerati, tenendo conto dell'andamento annuale della precipitazione, si osserva una variabilità interannuale che si discosta dal valore medio poliennale, come evidenziato dalla linea di tendenza e dall'equazione lineare che delinea la progressiva tendenza all'aumento del regime pluviometrico negli anni ($y = 6.68x + 401.18$; $r^2 = 0.22$). Analizzando la variabilità interannuale si nota una differenza più marcata tra i primi due decenni rispetto al terzo che presenta una maggiore uniformità dei valori al suo interno. Nel decennio 1981-1991 i valori sono oscillanti da 765 mm raggiunti nel 1984 a 310 mm nel 1981 e 1989, riportando valori superiori alla media solo in 2 anni su 10 (1984 e 1987). Nel decennio 1991-2001 i valori sono oscillanti da 782 mm raggiunti nel 1996 a 324 mm nel 1992, riportando valori superiori alla media in 3 anni su 10 (1993, 1996 e 1997). Infine, nel periodo 2001-2016 i valori sono oscillanti da 768 mm raggiunti nel 2013 a 386 mm nel 2001, riportando valori inferiori alla media in 2 anni su 16 (2001 e 2015).

Per quanto riguarda la predisposizione del dataset dei dati pedologici del dispositivo "orticole" di Metaponto sono stati utilizzati i dati dei profili di suolo raccolti presso i campi sperimentali e forniti dal laboratorio pedologico del CREA-RPS. Le informazioni pedologiche che vengono richieste dal modello EPIC sono: la profondità del terreno, il numero degli orizzonti individuati, la loro tipologia, il loro spessore e le principali caratteristiche fisico-chimiche di ogni orizzonte. Per le variabili secondarie il valore è stato generato dal modello di simulazione sulla base dei dati in input disponibili. Per quanto riguarda invece la predisposizione del dataset della gestione agronomica, necessaria per la simulazione, sono state riportate le tecniche agronomiche adottate per la gestione dei differenti sistemi di coltivazione a confronto. Data l'elevata complessità del dispositivo sperimentale, sono state selezionate quattro tesi per predisporre i dataset da utilizzare per le simulazioni (S1-S4) nel dispositivo baule (simulazione baule; SB) e nel dispositivo aiuole (simulazione aiuole; SA).

Le quattro tesi selezionate sono state:

- S1: Rotazione delle colture da reddito, in assenza di concimazione e di ASC (trattamento controllo sia per ASC sia per concimazione).
- S2: Rotazione delle colture da reddito, in assenza di ASC e in presenza di concimazione organo-minerale (trattamento controllo solo per ASC).
- S3: Rotazione delle colture da reddito, in presenza di ASC e in assenza di concimazione (trattamento controllo solo per la concimazione).
- S4: Rotazione delle colture da reddito, in presenza di ASC e in presenza di concimazione organo-minerale (trattamento innovativo da valutare sia per ASC sia per concimazione).

Per ogni sistema selezionato, sono state indicate le principali operazioni colturali rappresentate da: lavorazioni (tipologia e profondità), semina, irrigazione (tipologia, n. adacquamenti e quantità di acqua distribuita), colture presenti (specificando numero di piante/culmi presenti per unità di

superficie), concimazione (modalità, tipologia e dose distribuita) e raccolta. Infine, per il corretto funzionamento del modello, dopo l'operazione di raccolta, è stata inserita l'operazione denominata "kill" che permette di arrestare definitivamente lo sviluppo della coltura. Le attività di simulazione ed elaborazione dei risultati relativi alla calibrazione e validazione delle rese e della dinamica del carbonio organico sono ancora in corso e la loro descrizione verrà dettagliata nello specifico della prossima relazione.

Nell'ambito del **WP 5.3** sono stati definiti i parametri e gli indicatori agro-ambientali da studiare, sono stati predisposti i relativi template che sono stati compilati dai responsabili dei WPs 2-4 e con i dati relativi alle tematiche agro-ambientali. Queste informazioni sono necessarie per confrontare la sostenibilità agro-ambientale delle tesi messe a confronto nei quattro dispositivi sperimentali studiati. Nel semestre di riferimento, i risultati preliminari hanno evidenziato che i quattro dispositivi sperimentali presentano un'elevata eterogeneità in termini di obiettivi di sperimentazione e di dati raccolti. Il dispositivo "orticole" di Metaponto per la sua complessità ha dimostrato maggiori differenze tra le tesi messe a confronto in termini di input e impatti agro-ambientali. Il dispositivo "riso" non è stato incluso nella valutazione della sostenibilità agro-ambientale con gli indicatori, perché si basa su un approccio modellistico e non ha previsto la raccolta puntuale dei dati relativi alla gestione agronomica della sperimentazione. Il dispositivo "vigne" ha rilevato alcune differenze tra i sistemi a confronto in termini di utilizzo delle risorse e in termini di impatto sul suolo. Infine, il dispositivo "frumento" non ha mostrato differenze in termini di input, ma è risultato molto interessante in termini di valutazione dell'impatto sulle pressioni causate da attacchi patogeni e micotossine.

3. Possibili utilizzazioni del risultato

WP 5.1: Nell'ambito delle sperimentazioni condotte presso i siti sperimentali di Metaponto (orticoltura biologica) e di Turi (vigneto biologico), i risultati delle emissioni di CO₂ dal suolo saranno utilizzati per valutare gli effetti della concimazione organo-minerale e dell'impiego delle ASC sovesciate sulla dinamica del C rispetto al trattamento controllo. I risultati delle determinazioni analitiche di TOC, TN e Nmin su suolo e di TC e TN sulle colture verranno utilizzati per la valutazione delle risposte del sistema alle tecniche introdotte nel breve periodo e per la costruzione del dataset di dati utili alla validazione delle simulazioni di medio-lungo periodo.

WP 5.2: I risultati delle simulazioni del modello EPIC0810 verranno utilizzati per valutare l'adattamento di medio-lungo periodo ai cambiamenti climatici dei sistemi orticoli biologici gestiti con tecniche agronomiche alternative.

WP 5.3: I risultati preliminari della valutazione agro-ambientale dei sistemi agricoli biologici basata sull'impiego di indicatori sintetici verranno utilizzati per sviluppare un sistema più complesso di valutazione basato sul programma open-source DEXi, come previsto dal progetto. In particolare, per la valutazione della sostenibilità a livello di sistemi colturali, come ad esempio il dispositivo sperimentale MITIORG dell'azienda di Metaponto, è stato deciso di adattare il sistema DEXiBiOrt, attualmente adottato solo per la valutazione a livello aziendale. L'obiettivo è di creare un tool che potrebbe essere applicato anche ad altri sistemi ortivi sperimentali.

4. Livello di maturità del risultato (ad esempio se è immediatamente trasferibile o ha ancora bisogno di collaudo)

WP2: I dati acquisiti sono attualmente in fase di elaborazione. I primi risultati elaborati sono da ritenersi preliminari, pertanto per la loro trasferibilità, si rimanda alle successive relazioni dove verrà fornita una descrizione dettagliata dei risultati.

WP3: I risultati ottenuti in vigneto sono immediatamente trasferibili visto anche l'interesse dell'industria agro-meccanica che ha già predisposto diverse opzioni meccaniche per la gestione dei cotici erbosi in viticoltura.

WP4: I risultati ottenuti vanno ritenuti preliminari, in quanto riferiti ad una sola stagione colturale, caratterizzata tra l'altro da una stagione autunnale non molto piovosa in contrasto con quanto avvenuto nelle stagioni precedenti.

WP5: I dati acquisiti sono attualmente in fase di elaborazione. I primi risultati elaborati sono da ritenersi preliminari, pertanto per la loro trasferibilità, si rimanda alle successive relazioni dove verrà fornita una descrizione dettagliata dei risultati dell'intero ciclo di monitoraggio.

5. Definizione delle attività/caratteristiche necessarie per far adottare il risultato (ad esempio: azioni, tecniche, strumenti, impianti, competenze, ecc)

PRODOTTI (Pubblicazioni, brevetti, convegni, filmati, corsi di formazione....)

M. Diacono, A. Fiore, R. Farina, S. Canali, C. Di Bene, E. Testani, F. Montemurro 2016. *Combined agro-ecological strategies for adaptation of organic horticultural systems to climate change in Mediterranean environment*. Italian Journal of Agronomy 11:730, 85-91.

M. Diacono, A. Fiore, A. Persiani, R. Farina, S. Canali, C. Di Bene, E. Testani, F. Montemurro. *Agro-ecological strategies for adaptation of organic horticultural systems to climate change*. Sottomesso alla Scientific Conference "Innovative Research for Organic 3.0" 19th Organic World Congress, che si terrà a New Dehli, India (Novembre 9-11, 2017), organizzato da ISOFAR/OFAI/TIPI.

E' in fase di sottomissione (rivista ISI) un lavoro relativo alle determinazioni geofisiche effettuate nel dispositivo di Metaponto.

EVENTUALI SCOSTAMENTI DAGLI OBIETTIVI INTERMEDI DEL PROGETTO

Non sono emersi scostamenti dagli obiettivi intermedi del progetto in relazione ai WP del Progetto.