



UNIONE EUROPEA  
Fondo Europeo Agricolo  
per lo Sviluppo Rurale



Regione Emilia-Romagna

L'Europa investe nelle zone rurali

**AVVISI PUBBLICI REGIONALI DI ATTUAZIONE PER L'ANNO 2015  
DEL TIPO DI  
OPERAZIONE 16.2.01 "SUPPORTO PER PROGETTI PILOTA E PER LO  
SVILUPPO DI NUOVI  
PRODOTTI, PRATICHE, PROCESSI E TECNOLOGIE NEL SETTORE  
AGRICOLA E  
AGROINDUSTRIALE"**

**FOCUS AREA 3A DGR N. 227 DEL 27 FEBBRAIO 2017**

RELAZIONE TECNICA  INTERMEDIA  FINALE

**DOMANDA DI SOSTEGNO n. 5050490**

**DOMANDA DI PAGAMENTO n. 5171761**

**FOCUS AREA: 3A**

Titolo Piano	INNOVAZIONE NELLA FILIERA AINPO DEL POMODORO DA INDUSTRIA PER LA SOSTENIBILITA' AMBIENTALE DEL CICLO DI PRODUZIONE E L'ORIENTAMENTO AL MERCATO DEI PRODOTTI TRASFORMATI AD ALTA QUALITA'
Ragione sociale del proponente (soggetto mandatario)	<b>A.IN.P.O. SOCIETA' AGRICOLA COOPERATIVA</b>

Durata originariamente prevista del progetto (in mesi)	<b>18</b>
Data inizio attività	<b>03/09/2018</b>
Data termine attività (incluse eventuali proroghe già concesse)	<b>28/02/2020</b>

Relazione relativa al periodo di attività dal	<b>03/09/2018</b>	al <b>28/02/2020</b>
Data rilascio relazione	<b>02/04/2020</b>	

Autore della relazione	GAZZA PAOLO		
telefono		email	<a href="mailto:paolo.gazza@ainpo.it">paolo.gazza@ainpo.it</a>

## Sommario

<b>1 -</b>	<b>DESCRIZIONE DELLO STATO DI AVANZAMENTO DEL PIANO</b>	<b>3</b>
	<b>1.1 STATO DI AVANZAMENTO DELLE AZIONI PREVISTE NEL PIANO</b>	
<b>2 -</b>	<b>DESCRIZIONE PER SINGOLA AZIONE</b>	<b>3</b>
	<b>2.1 ATTIVITÀ E RISULTATI</b>	
	<b>2.2 PERSONALE</b>	
	<b>2.3 TRASFERTE</b>	
	<b>2.4 MATERIALE CONSUMABILE</b>	
	<b>2.5 SPESE PER MATERIALE DUREVOLE E ATTREZZATURE</b>	
	<b>2.6 MATERIALI E LAVORAZIONI DIRETTAMENTE IMPUTABILI ALLA REALIZZAZIONE DEI PROTOTIPI</b>	
	<b>2.7 ATTIVITÀ DI FORMAZIONE</b>	
	<b>2.8 COLLABORAZIONI, CONSULENZE, ALTRI SERVIZI</b>	
<b>3 -</b>	<b>CRITICITÀ INCONTRATE DURANTE LA REALIZZAZIONE DELL'ATTIVITÀ</b>	<b>19</b>
<b>4 -</b>	<b>ALTRE INFORMAZIONI</b>	<b>19</b>
<b>5 -</b>	<b>CONSIDERAZIONI FINALI</b>	<b>19</b>
<b>6 -</b>	<b>RELAZIONE TECNICA</b>	<b>20</b>

## 1 - Descrizione dello stato di avanzamento del Piano

Descrivere brevemente il quadro di insieme relativo alla realizzazione del piano.

Il Piano si è sviluppato e concluso nel pieno rispetto delle attività e degli obiettivi indicati nella Domanda iniziale e nella successiva comunicazione di “modifica non sostanziale” al Piano inviata in data 1 ottobre 2018 a codesta Regione.

### 1.1 Stato di avanzamento delle azioni previste nel Piano

Azione	Unità aziendale responsabile	Tipologia attività	Mese inizio attività previsto	Mese inizio attività effettivo	Mese termine attività previsto	Mese termine attività effettivo
1. Cooperazione	Direzione AINPO	Cooperazione tra i partecipanti al Piano	1	1	18	18
2. Studi	UCSC DIPROVES	Studi preliminari	1	1	6	6
3.1 Valutazione della suscettibilità varietale al marciume apicale	HORTA	Prove in campo, raccolta ed elaborazione dati	7	7	15	15
3.2 Calibrazione del DSS pomodoro.net®	UCSC DIPROVES	Prove in campo, raccolta ed elaborazione dati	7	7	15	15
3.3 Confronto tra tecnica tradizionale e tecnica innovativa	UCSC DIPROVES	Prove in campo, raccolta ed elaborazione dati	7	7	15	15
4. Divulgazione	UCSC DIPROVES	Incontri, visite alle prove in campo	4	4	15	18

## 2 - Descrizione per singola azione

Compilare una scheda per ciascuna azione

### 2.1 Attività e risultati

Azione	<b>1. ESERCIZIO DELLA COOPERAZIONE</b>
Unità aziendale responsabile	DIREZIONE AINPO
Descrizione delle attività	<i>descrizione delle attività svolte per il raggiungimento degli obiettivi previsti dall'azione</i> Le attività svolte di cooperazione tra soggetti della filiera coinvolta hanno riguardato in particolare il coordinamento dei soggetti coinvolti per il monitoraggio del corretto andamento dell'iniziativa, sia nelle singole fasi sia nel suo complesso. Il monitoraggio sullo stato di avanzamento e finanziario del progetto è stato effettuato attraverso l'attività di un Comitato Tecnico, del quale hanno fatto parte il responsabile di progetto di AINPO (capofila), i referenti tecnici delle industrie Mutti e Rodolfi, nonché i responsabili tecnico-scientifici degli Enti di Ricerca coinvolti (Dipartimento DIPROVES Università Cattolica e HORTA), con compiti di coordinamento, controllo qualità, gestione delle prove e della divulgazione.
Grado di raggiungimento degli obiettivi, scostamenti rispetto al piano di lavoro, criticità evidenziate	<i>descrivere in che misura sono stati raggiunti gli obiettivi previsti, giustificando eventuali scostamenti dal progetto originario. Analizzare eventuali criticità tecnico-scientifiche emerse durante l'attività</i> L'attività ha consentito il pieno raggiungimento degli obiettivi delle attività di cooperazione, quali in particolare: <ul style="list-style-type: none"><li>➤ il controllo sullo stato di avanzamento delle singole attività</li><li>➤ il coordinamento di diverse attività e la realizzazione di meccanismi di controllo della qualità per assicurare livelli qualitativi adeguati</li><li>➤ la corretta gestione degli aspetti finanziari, amministrativi, scientifico/tecnologici e relativi alla conoscenza e all'innovazione.</li></ul>
Attività ancora da realizzare	<i>Solo per relazioni intermedie - descrivere sinteticamente le attività ancora da realizzare</i> Attività conclusa

### 2.2 Personale

Elencare il personale impegnato, il cui costo è portato a rendiconto, descrivendo sinteticamente l'attività svolta. Non includere le consulenze specialistiche, che devono essere descritte a parte.

PERSONALE DIPENDENTE AINPO

Cognome e nome	Mansione/ qualifica	Attività svolta nell'azione	Ore	Costo
	Dirigente	Apporto tecnico-organizzativo	94	7.215,26
	Tecnico	Apporto tecnico-operativo	46	1.827,48

**Totale: 9.042,74**

## 2.3 Trasferte

Non previste

## 2.4 Materiale consumabile

Non previsto

## 2.5 Spese per materiale durevole e attrezzature

Non previste

## 2.6 Materiali e lavorazioni direttamente imputabili alla realizzazione dei prototipi

*Descrivere i prototipi realizzati e i materiali direttamente imputabili nella loro realizzazione*

Non previsti

## 2.7 Attività di formazione

*Descrivere brevemente le attività già concluse, indicando per ciascuna: ID proposta, numero di partecipanti, spesa e importo del contributo richiesto*

Non previste

## 2.8 Collaborazioni, consulenze, altri servizi

### CONSULENZE - PERSONE FISICHE

Non previste

### CONSULENZE - SOCIETÀ

Ragione sociale della società di consulenza	Referente	Importo contratto	Attività realizzate / ruolo nel progetto	Costo
UNIVERSITA' CATTOLICA DEL SACRO CUORE		41.419,59 + Iva	Consulenza Tecnico-Scientifica e Responsabilità Scientifica del progetto	581,40
HORTA SRL		93.575,36 + Iva	Consulenza Tecnico-Specialistica	699,60
<b>Totale:</b>				<b>1.281,00</b>

**Totale AZIONE 1: 10.323,74**

Azione	<b>2. STUDI</b>
Unità aziendale responsabile	DIPARTIMENTO DIPROVES - UNIVERSITA' CATTOLICA
Descrizione delle attività	<p><i>descrizione delle attività svolte per il raggiungimento degli obiettivi previsti dall'azione</i></p> <p>L'attività ha riguardato uno studio preliminare con la finalità di individuare le novità più recentemente prodotte dalla ricerca scientifica nel settore oggetto di studio, al momento dell'avvio del Piano.</p>
Grado di raggiungimento degli obiettivi, scostamenti rispetto al piano di lavoro, criticità evidenziate	<p><i>descrivere in che misura sono stati raggiunti gli obiettivi previsti, giustificando eventuali scostamenti dal progetto originario. Analizzare eventuali criticità tecnico-scientifiche emerse durante l'attività</i></p> <p>Gli obiettivi dell'Azione sono stati pienamente raggiunti, in quanto:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- le informazioni ottenute sono risultate funzionali a una verifica della loro applicabilità al contesto territoriale di riferimento del progetto.</li> <li>- sono stati individuati e valutati metodi e classificazioni standard comunemente utilizzate nell'effettuazione dei rilievi in campo per le malattie/fisiopatie d'interesse</li> <li>- l'utilizzo di metodologie standardizzate per effettuare i rilievi in campo ha consentito poi nelle fasi successive una raccolta di dati facilmente confrontabili con altri lavori sperimentali presenti in letteratura.</li> </ul>
Attività ancora da realizzare	<p><i>Solo per relazioni intermedie - descrivere sinteticamente le attività ancora da realizzare</i></p> <p>Attività conclusa</p>

## 2.2 Personale

*Elencare il personale impegnato, il cui costo è portato a rendiconto, descrivendo sinteticamente l'attività svolta. Non includere le consulenze specialistiche, che devono essere descritte a parte.*

Non impiegato in questa azione personale dipendente AINPO

## 2.3 Trasferte

Non previste

## 2.4 Materiale consumabile

Non previsto

## 2.5 Spese per materiale durevole e attrezzature

Non previste

## 2.6 Materiali e lavorazioni direttamente imputabili alla realizzazione dei prototipi

*Descrivere i prototipi realizzati e i materiali direttamente imputabili nella loro realizzazione*

Non previsti

## 2.7 Attività di formazione

Descrivere brevemente le attività già concluse, indicando per ciascuna: ID proposta, numero di partecipanti, spesa e importo del contributo richiesto

Non previste

## 2.8 Collaborazioni, consulenze, altri servizi

### CONSULENZE - PERSONE FISICHE

Non previste

### CONSULENZE – SOCIETÀ

Ragione sociale della società di consulenza	Referente	Importo contratto	Attività realizzate / ruolo nel progetto	Costo
UNIVERSITA' CATTOLICA DEL SACRO CUORE		41.419,59 + Iva	Consulenza Tecnico-Scientifica e Responsabilità Scientifica del progetto	1.162,79
<b>Totale:</b>				<b>1.162,79</b>

**Totale AZIONE 2: 1.162,79**

## 2.1 Attività e risultati

Azione	<b>3.1 SUSCETTIBILITÀ DI IBRIDI DI POMODORO AL MARCIUME APICALE</b>
Unità aziendale responsabile	HORTA
Descrizione delle attività	<p><i>descrizione delle attività svolte per il raggiungimento degli obiettivi previsti dall'azione</i></p> <p>Nella sperimentazione realizzata per l'annata agraria 2019 presso l'azienda agricola Ca' Bosco (Ravenna), è stato previsto un campo sperimentale organizzato secondo uno schema distributivo a split plot a tre ripetizioni. In seguito sono stati organizzati gli interventi per testare i fattori predisponenti il marciume apicale (stress idrico, salinità dell'acqua di irrigazione, carenza di calcio). Per ogni ibrido sono state realizzate 4 tipi di gestione: regime asciutto e con concimazione di calcio fogliare; regime irriguo salino; regime irriguo e regime asciutto. Ciascuna tesi (combinazione ibrido x gestione agronomica) è stata valutata circa la suscettibilità al marciume apicale con una scala di gravità ad hoc, analizzando l'incidenza e la gravità sulle bacche. Infatti durante il rilievo sono state staccate e valutate 50 bacche per singolo plot presenti nelle 3 piante centrali della parcella elementare. Ne è stata valutata l'incidenza e la gravità della fisiopatia sulle bacche, secondo una scala di gravità che va 0 a 3; dove 0 è la bacca sana mentre 3 è la bacca colpita in maniera più grave. È stato calcolato il BER Index %. Dopo aver testato i fattori in analisi (stress idrico, salinità dell'acqua di irrigazione, carenza di calcio), è stato effettuato il confronto del BER index % rilevati in varietà a bacca tonda e quello rilevato in varietà a bacca allungata (perino), cercando di determinarne l'interazione con i diversi regimi a cui essi sono stati sottoposti.</p>
Grado di raggiungimento degli obiettivi, scostamenti rispetto al piano di lavoro, criticità evidenziate	<p><i>descrivere in che misura sono stati raggiunti gli obiettivi previsti, giustificando eventuali scostamenti dal progetto originario. Analizzare eventuali criticità tecnico-scientifiche emerse durante l'attività</i></p> <p>Gli obiettivi previsti per la caratterizzazione delle varietà alla suscettibilità varietale di 40 tra i principali ibridi di pomodoro da industria sono stati raggiunti. I dati raccolti sono stati valutati ed analizzati statisticamente. È stata effettuata una analisi cluster delle varietà con tipologia di bacca tonda ed allungata che ha permesso di suddividere le varietà in diverse classi di suscettibilità alla fisiopatia ed inoltre sono stati analizzati in dettaglio i fattori predisponenti.</p>
Attività ancora da realizzare	<p><i>Solo per relazioni intermedie - descrivere sinteticamente le attività ancora da realizzare</i></p> <p>Attività conclusa</p>



## 2.2 Personale

Elencare il personale impegnato, il cui costo è portato a rendiconto, descrivendo sinteticamente l'attività svolta. Non includere le consulenze specialistiche, che devono essere descritte a parte.

PERSONALE DIPENDENTE AINPO

Cognome e nome	Mansione/ qualifica	Attività svolta nell'azione	Ore	Costo
	Dirigente	Apporto tecnico-organizzativo	42	3.250,38
	Tecnico	Apporto tecnico-operativo	62	2.464,50
			<b>Totale:</b>	<b>5.714,88</b>

## 2.3 Trasferte

Non previste

## 2.4 Materiale consumabile

Non previsto

## 2.5 Spese per materiale durevole e attrezzature

Non previste

## 2.6 Materiali e lavorazioni direttamente imputabili alla realizzazione dei prototipi

Descrivere i prototipi realizzati e i materiali direttamente imputabili nella loro realizzazione

Non previsti

## 2.7 Attività di formazione

Descrivere brevemente le attività già concluse, indicando per ciascuna: ID proposta, numero di partecipanti, spesa e importo del contributo richiesto

Non previste

## 2.8 Collaborazioni, consulenze, altri servizi

CONSULENZE - PERSONE FISICHE

Non previste

CONSULENZE – SOCIETÀ

Ragione sociale della società di consulenza	Referente	Importo contratto	Attività realizzate / ruolo nel progetto	Costo
HORTA SRL		93.575,36 + Iva	Consulenza Tecnico-Specialistica	23.198,40
			<b>Totale:</b>	<b>23.198,40</b>

**Totale AZIONE 3.1: 28.913,28**

## 2.1 Attività e risultati

Azione	<b>3.2 CALIBRAZIONE DEL DSS POMODORO.NET®</b>
Unità aziendale responsabile	DIPARTIMENTO DIPROVES - UNIVERSITA' CATTOLICA
Descrizione delle attività	<p><i>descrizione delle attività svolte per il raggiungimento degli obiettivi previsti dall'azione</i></p> <p>Nell'annata agraria 2019 in 17 aziende, rappresentative del territorio di riferimento (province di Piacenza e Parma), è stata valutata la necessità, qualora ci fosse, della calibrazione di modelli relativi alle avversità: (i) peronospora, (ii) alternariosi e (iii) batteriosi. All'inizio del progetto sono state create, su pomodoro.net le unità produttive e durante la stagione colturale la piattaforma è rimasta costantemente attiva (24 ore su 24, 7 giorni su 7) e i modelli previsionali venivano aggiornati al giorno di consultazione con una previsione dell'andamento per i 7 giorni successivi alla consultazione. Per un corretto funzionamento dei modelli previsionali, nelle aziende pilota è stata posizionata una stazione meteorologica composta da pluviometro, sensore di bagnatura fogliare, temperatura e umidità relativa dell'aria. Le stazioni meteo sono state collegate a pomodoro.net e alle relative unità produttive. A fine stagione i dati dei rilievi e delle analisi effettuate sono stati confrontati con gli output dei modelli previsionali.</p> <p>Le analisi necessarie sono state condotte a fine stagione sulla base dei dati dei monitoraggi delle avversità negli appezzamenti forniti da UCSC, dai quali per ogni azienda è stata calcolata l'area sotto la curva di progressione della malattia (AUDPC) e i dati forniti dai modelli previsionali. Dunque per ogni azienda, relativamente a ciascuna avversità, sono stati posti a confronto i dati forniti dai modelli previsionali di <i>pomodoro.net</i> con i dati relativi alla diffusione della malattia in campo. Inoltre sono stati confrontati i trattamenti previsti dalle aziende.</p>
Grado di raggiungimento degli obiettivi, scostamenti rispetto al piano di lavoro, criticità evidenziate	<p><i>descrivere in che misura sono stati raggiunti gli obiettivi previsti, giustificando eventuali scostamenti dal progetto originario. Analizzare eventuali criticità tecnico-scientifiche emerse durante l'attività</i></p> <p>Gli obiettivi previsti sono stati discretamente raggiunti in quanto:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ I dati ottenuti da questa analisi hanno permesso di certificare la funzione di <i>pomodoro.net</i> come uno strumento di assistenza alle aziende agricole, in grado di fornire informazioni specifiche per il singolo appezzamento e migliorare le performances qualitative e quantitative della produzione.</li> <li>➤ L'analisi ha corroborato come le indicazioni relative alle malattie fungine (peronospora e alternariosi) e batteriche per il singolo appezzamento fornite sono valorizzate in funzione della scelta di trattamenti adeguati nei periodi previsti di infezione.</li> <li>➤ Le aziende che, seguendo i consigli dei modelli previsionali, sono riuscite ad individuare anticipatamente i periodi infettivi degli</li> </ul>

	agenti patogeni ed hanno trattato in modo efficace, hanno ottenuto i risultati previsti, riducendo la diffusione della malattia nell'appezzamento di interesse.
Attività ancora da realizzare	<i>Solo per relazioni intermedie - descrivere sinteticamente le attività ancora da realizzare</i> Attività conclusa

## 2.2 Personale

*Elencare il personale impegnato, il cui costo è portato a rendiconto, descrivendo sinteticamente l'attività svolta. Non includere le consulenze specialistiche, che devono essere descritte a parte.*

PERSONALE DIPENDENTE AINPO

Cognome e nome	Mansione/ qualifica	Attività svolta nell'azione	Ore	Costo
	Dirigente	Apporto tecnico-organizzativo	52	4.024,28
	Tecnico	Apporto tecnico-operativo	78	3.100,50
			<b>Totale:</b>	<b>7.124,78</b>

## 2.3 Trasferte

Non previste

## 2.4 Materiale consumabile

Non previsto

## 2.5 Spese per materiale durevole e attrezzature

Non previste

## 2.6 Materiali e lavorazioni direttamente imputabili alla realizzazione dei prototipi

*Descrivere i prototipi realizzati e i materiali direttamente imputabili nella loro realizzazione*

Non previsti
--------------

## 2.7 Attività di formazione

*Descrivere brevemente le attività già concluse, indicando per ciascuna: ID proposta, numero di partecipanti, spesa e importo del contributo richiesto*

Non previste
--------------

## 2.8 Collaborazioni, consulenze, altri servizi

### CONSULENZE - PERSONE FISICHE

Non previste

### CONSULENZE - SOCIETÀ

Ragione sociale della società di consulenza	Referente	Importo contratto	Attività realizzate / ruolo nel progetto	Costo
UNIVERSITA' CATTOLICA DEL SACRO CUORE		41.419,59 + Iva	Consulenza Tecnico-Scientifica e Responsabilità Scientifica del progetto	16.402,84
HORTA SRL		93.575,36 + Iva	Consulenza Tecnico-Specialistica	15.040,96
<b>Totale:</b>				<b>31.443,80</b>

<b>Totale AZIONE 3.2:</b>	<b>38.568,57</b>
---------------------------	------------------

## 2.1 Attività e risultati

Azione	<b>3.3 CONFRONTO TRADIZIONALE VS INNOVATIVO</b>
Unità aziendale responsabile	DIPARTIMENTO DIPROVES - UNIVERSITA' CATTOLICA
Descrizione delle attività	<p><i>descrizione delle attività svolte per il raggiungimento degli obiettivi previsti dall'azione</i></p> <p>Durante la stagione di coltivazione del pomodoro 2019, in 18 aziende pilota sono stati effettuati confronti fra la tecnica adottata dall'azienda e la tecnica innovativa basata sull'uso di pomodoro.net®. In ogni azienda pilota sono state predisposte due parcelle: una gestita secondo la tecnica aziendale e l'altra gestita con l'uso di pomodoro.net®.</p> <p>UCSC è occupata della raccolta dei dati relativi a malattie e fisiopatie per un totale di 7 rilievi a stagione in ogni azienda pilota ed ha provveduto all'elaborazione statistica dei risultati ottenuti.</p> <p>Successivamente Horta ha provveduto a confrontare la tecnica di difesa della peronospora e dalle principali fitopatie (batteriosi e alternariosi) adottata tradizionalmente dalle aziende selezionate con quella innovativa basata sull'uso di pomodoro.net® in termini di efficienza della coltivazione nell'uso dei mezzi tecnici e di sostenibilità. A tale proposito sono stati calcolati gli indicatori di sostenibilità che ricadono in 6 compartimenti: salute, acqua, energia, biodiversità e aria.</p>
Grado di raggiungimento degli obiettivi, scostamenti rispetto al piano di lavoro, criticità evidenziate	<p><i>descrivere in che misura sono stati raggiunti gli obiettivi previsti, giustificando eventuali scostamenti dal progetto originario. Analizzare eventuali criticità tecnico-scientifiche emerse durante l'attività</i></p> <p>Gli obiettivi previsti sono stati in gran parte raggiunti in quanto:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ I monitoraggi e la successiva elaborazione statistica dei dati raccolti allo scopo di evidenziare le differenze significative fra la gestione con DSS pomodoro.net® e la gestione con tecnica aziendale è stata eseguita.</li> <li>➤ Il confronto degli schemi di difesa del DSS e dell'UP Bollettino (punto di riferimento nelle province per la produzione integrata), ha permesso in generale una valorizzazione di <i>pomodoro.net</i></li> <li>➤ L'analisi dei risultati degli indicatori di performance (HTS, DAI, TFI ecc.) presenti in <i>pomodoro.net</i> ha consentito di caratterizzare in modo significativo gli itinerari produttivi realizzati nelle varie province.</li> </ul> <p>Delle 20 aziende pilota previste da progetto, in 2 non è stato possibile effettuare i rilievi settimanali.</p> <p>Da progetto il numero totale dei rilievi da eseguire era 8 ma per via del caldo estivo intenso la raccolta del pomodoro è stata anticipata rispetto quanto programmato nel piano dei monitoraggi. Tuttavia, gli ultimi due rilievi effettuati già in agosto hanno mostrato una situazione stabile, che si presume non sarebbe variata in un ottavo rilievo.</p>

Attività ancora da realizzare	<i>Solo per relazioni intermedie - descrivere sinteticamente le attività ancora da realizzare</i> Attività conclusa
-------------------------------	--

## 2.2 Personale

*Elencare il personale impegnato, il cui costo è portato a rendiconto, descrivendo sinteticamente l'attività svolta. Non includere le consulenze specialistiche, che devono essere descritte a parte.*

PERSONALE DIPENDENTE AINPO

Cognome e nome	Mansione/ qualifica	Attività svolta nell'azione	Ore	Costo
	Dirigente	Apporto tecnico-organizzativo	40	3.095,30
	Tecnico	Apporto tecnico-operativo	58	2.305,50
			<b>Totale:</b>	<b>5.401,10</b>

## 2.3 Trasferte

Non previste

## 2.4 Materiale consumabile

Non previsto

## 2.5 Spese per materiale durevole e attrezzature

Non previste

## 2.6 Materiali e lavorazioni direttamente imputabili alla realizzazione dei prototipi

*Descrivere i prototipi realizzati e i materiali direttamente imputabili nella loro realizzazione*

Non previsti
--------------

## 2.7 Attività di formazione

*Descrivere brevemente le attività già concluse, indicando per ciascuna: ID proposta, numero di partecipanti, spesa e importo del contributo richiesto*

Non previste
--------------

## 2.8 Collaborazioni, consulenze, altri servizi

CONSULENZE - PERSONE FISICHE

Non previste

**CONSULENZE – SOCIETÀ**

Ragione sociale della società di consulenza	Referente	Importo contratto	Attività realizzate / ruolo nel progetto	Costo
UNIVERSITA' CATTOLICA DEL SACRO CUORE		41.419,59 + Iva	Consulenza Tecnico-Scientifica e Responsabilità Scientifica del progetto	18.922,98
HORTA SRL		93.575,36 + Iva	Consulenza Tecnico-Specialistica	18.484,40
<b>Totale:</b>				<b>37.407,38</b>

<b>Totale AZIONE 3.3:</b>			<b>42.808,48</b>
---------------------------	--	--	------------------

## 2.1 Attività e risultati

Azione	<b>4. DIVULGAZIONE</b>
Unità aziendale responsabile	DIPARTIMENTO DIPROVES - UNIVERSITA' CATTOLICA
Descrizione delle attività	<p><i>descrizione delle attività svolte per il raggiungimento degli obiettivi previsti dall'azione</i></p> <p>Nell'ambito del progetto l'attività di divulgazione ha previsto:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 14 marzo 2019, tenuto da Horta presso la sede dell'UCSC di Piacenza con l'obiettivo di affiancare le aziende pilota coinvolte nel progetto, illustrando le funzionalità del DSS <i>pomodoro.net</i>.</li> <li>➤ Nei mesi di marzo, aprile sono state rilasciate le utenze di <i>pomodoro.net</i>, provvedendo anche all'installazione delle stazioni agrometeorologiche necessarie per un corretto utilizzo del DSS. Per facilitare l'uso del DSS <i>pomodoro.net</i> è stato realizzato un tutorial per migliorare e semplificare la fruizione del servizio.</li> <li>➤ Dal mese di maggio l'affiancamento alle aziende pilota è stato rispettato.</li> <li>➤ Sono stati inoltre realizzati incontri in campo il 31 Luglio presso l'azienda sperimentale di Ca' Bosco (Ravenna) e presso Piacenza e Parma rispettivamente il 23 e 30 agosto. In particolare i tecnici di Horta sono rimasti a disposizione di agricoltori/tecnici per eventuali chiarimenti e consigli circa le scelte tecniche inerenti all'utilizzo della piattaforma <i>pomodoro.net</i>.</li> </ul>
Grado di raggiungimento degli obiettivi, scostamenti rispetto al piano di lavoro, criticità evidenziate	<p><i>descrivere in che misura sono stati raggiunti gli obiettivi previsti, giustificando eventuali scostamenti dal progetto originario. Analizzare eventuali criticità tecnico-scientifiche emerse durante l'attività</i></p> <p>Gli obiettivi previsti sono stati raggiunti in quanto:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Il DSS <i>pomodoro.net</i> è stato illustrato agli agricoltori, introducendo loro l'ottimizzazione dei mezzi tecnici e delle operazioni colturali, con riferimento all'impatto ambientale e agli aspetti di sostenibilità che sono calcolabili attraverso l'uso del DSS.</li> <li>➤ Sono state organizzate diverse visite in campo, durante le quali i risultati della ricerca sono stati presentati agli agricoltori.</li> </ul> <p>All'inizio era previsto che il progetto si svolgesse nell'arco di due stagioni colturali. In realtà, il Piano è stato eseguito in una singola stagione colturale, quindi non tutte le aziende pilota coinvolte hanno ospitato una visita guidata in campo, come da principio era riportato nel progetto.</p>
Attività ancora da realizzare	<p><i>Solo per relazioni intermedie - descrivere sinteticamente le attività ancora da realizzare</i></p> <p>Attività conclusa</p>



--	--

## 2.2 Personale

Elencare il personale impegnato, il cui costo è portato a rendiconto, descrivendo sinteticamente l'attività svolta. Non includere le consulenze specialistiche, che devono essere descritte a parte.

PERSONALE DIPENDENTE AINPO

Cognome e nome	Mansione/ qualifica	Attività svolta nell'azione	Ore	Costo
	Dirigente	Apporto tecnico-organizzativo	82	6.345,98
	Tecnico	Apporto tecnico-operativo	42	1.669,50
			<b>Totale:</b>	<b>8.015,48</b>

## 2.3 Trasferte

Non previste

## 2.4 Materiale consumabile

Non previsto

## 2.5 Spese per materiale durevole e attrezzature

Non previste

## 2.6 Materiali e lavorazioni direttamente imputabili alla realizzazione dei prototipi

Descrivere i prototipi realizzati e i materiali direttamente imputabili nella loro realizzazione

Non previsti
--------------

## 2.7 Attività di formazione

Descrivere brevemente le attività già concluse, indicando per ciascuna: ID proposta, numero di partecipanti, spesa e importo del contributo richiesto

Non previste
--------------

## 2.8 Collaborazioni, consulenze, altri servizi

CONSULENZE - PERSONE FISICHE

Non previste

**CONSULENZE – SOCIETÀ**

Ragione sociale della società di consulenza	Referente	Importo contratto	Attività realizzate / ruolo nel progetto	Costo
UNIVERSITA' CATTOLICA DEL SACRO CUORE		41.419,59 + Iva	Consulenza Tecnico-Scientifica e Responsabilità Scientifica del progetto	4.349,58
HORTA SRL		93.575,36 + Iva	Consulenza Tecnico-Specialistica	36.152,00
<b>Totale:</b>				<b>40.501,58</b>

<b>Totale AZIONE 4</b>			<b>48.517,06</b>
------------------------	--	--	------------------

### 3 - Criticità incontrate durante la realizzazione dell'attività

Lunghezza max 1 pagina

<b>Criticità tecnico-scientifiche</b>	<p>Le criticità evidenziate durante l'attuazione del progetto sono state:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>➤ Monitoraggio: da progetto il numero totale dei rilievi da eseguire era 8 ma per via del caldo estivo intenso la raccolta è stata anticipata rispetto al programma dei monitoraggi. Tuttavia gli ultimi due rilievi hanno mostrato una situazione stabile che si presume non sarebbe variata in un ottavo rilievo.</li><li>➤ Poca differenziazione tra le diverse gestioni colturali: gli agricoltori selezionati nel progetto hanno evidenziato un apprezzamento del DSS <i>pomodoro.net</i>, in particolare per quanto riguarda il supporto per il controllo delle principali fitopatie. Tale comportamento ha in generale convinto gli agricoltori a utilizzare lo stesso schema di difesa anche per gli appezzamenti considerati tradizionali. Da qui si è reso necessario la creazione dell'unità produttiva Bollettino, a cui sono stati integrati tutti quegli interventi consigliati da ciascun Bollettino della provincia di riferimento per effettuare un confronto realistico con quello innovativo del DSS.</li></ul>
<b>Criticità gestionali</b> (ad es. difficoltà con i fornitori, nel reperimento delle risorse umane, ecc.)	Nessuna particolare criticità gestionale
<b>Criticità finanziarie</b>	Nessuna particolare criticità finanziaria

### 4 - Altre informazioni

Riportare in questa sezione eventuali altri contenuti tecnici non descritti nelle sezioni precedenti

-

### 5 - Considerazioni finali

Riportare qui ogni considerazione che si ritiene utile inviare all'Amministrazione, inclusi suggerimenti sulle modalità per migliorare l'efficienza del processo di presentazione, valutazione e gestione di proposte da cofinanziare

Il Piano di Innovazione Op.16.2.01 è stato sicuramente uno strumento importante di cooperazione tra mondo agricolo e mondo tecnico-scientifico nel comparto del pomodoro, per valorizzare anche in termini di conoscenze l'intera filiera di riferimento nel cui contesto si è inserita la presente iniziativa.

## 6 - Relazione tecnica

*DA COMPILARE SOLO IN CASO DI RELAZIONE FINALE*

*Descrivere le attività complessivamente effettuate, nonché i risultati innovativi e i prodotti che caratterizzano il Piano e le potenziali ricadute in ambito produttivo e territoriale*

### PIANO DI INNOVAZIONE

#### SINTESI DEL PROGETTO DI FILIERA

Il piano **Produzione agricola sostenibile del pomodoro da industria attraverso l'uso del sistema di supporto alle decisioni pomodoro.net®**, acronimo **PomoSmart**, rientra nel progetto di filiera ai sensi del PSR 2014/2020 Emilia-Romagna, con capofila AINPO, dedicato alla valorizzazione del pomodoro da industria attraverso innovazioni sia nella fase agricola sia nella fase di trasformazione industriale, orientate alla sostenibilità ambientale, alla maggiore efficienza del ciclo produttivo e al miglioramento qualitativo dei prodotti finiti.

Il progetto ha coinvolto industrie di trasformazione primarie fortemente orientate al mercato (in primis Mutti e Rodolfi) e ha previsto la sperimentazione e diffusione di un innovativo sistema di supporto alle decisioni, al fine di rafforzare e valorizzare il sistema di rintracciabilità di filiera, migliorare il controllo del processo produttivo agricolo, ottimizzare l'impiego dei mezzi tecnici e ridurre i costi di produzione, diminuire l'impatto ambientale, mitigare gli effetti del cambiamento climatico, migliorare la produzione dal punto di vista quanti-qualitativo.

Il pomodoro da industria ottenuto con tecniche di produzione integrata certificata è stato il protagonista del piano d'innovazione. In particolare, gli obiettivi del progetto si sono mossi nel solco tracciato dalla Regione Emilia-Romagna con riferimento al marchio QC – Qualità Controllata – e alle metodologie di produzione integrata, che mirano al rispetto dell'ambiente e della salute dell'uomo, riducendo al minimo l'uso delle sostanze chimiche di sintesi (prodotti fitosanitari e fertilizzanti), ma anche dell'acqua e dell'energia.

Il marchio QC rappresenta una concezione della filiera volta a privilegiare le produzioni agroalimentari ottenute con l'impiego ridotto dei prodotti chimici e l'impiego razionale e ottimale delle tecniche agronomiche per garantire le migliori caratteristiche qualitative e di salubrità.

Il progetto di innovazione ha coinvolto tutti gli anelli della filiera (produttori agricoli, Organizzazioni di Produttori, industria di trasformazione, mondo della ricerca, della sperimentazione e della divulgazione).

Tale collaborazione nell'impiego di modalità innovative per la produzione integrata ha permesso di valorizzare ulteriormente il prodotto certificato e di fornire elementi utili a documentarne la sostenibilità.

Il progetto di filiera è pienamente coerente con l'orientamento strategico europeo di promuovere un settore agricolo e forestale competitivo e sostenibile, in grado di "ottenere di più con meno" e in armonia con l'ambiente ed è inoltre sinergico con:

- le politiche regionali della rintracciabilità e della etichettatura, nel cui ambito le imprese agroalimentari sono impegnate a produrre alimenti sicuri;

- i Programmi Operativi delle Organizzazioni dei Produttori finalizzati a: i) organizzare e razionalizzare la produzione con il miglioramento della qualità dei prodotti; ii) ridurre e stabilizzare i costi di produzione; iii) produrre nel rispetto dell'ambiente;
- la politica della qualificazione delle produzioni attraverso la Produzione Integrata.

Il progetto di filiera, basato su un accordo pluriennale tra i vari anelli coinvolti, ha implicato la realizzazione coordinata dei seguenti interventi:

- investimenti nelle aziende agricole consistenti in tecnologie dedicate alla produzione di pomodoro da industria e volte a razionalizzare il ciclo produttivo e introdurre innovazioni di processo, nelle varie fasi di coltivazione piantine in serra, trapianto, diserbo, irrigazione, raccolta, trasporto, ecc.;
- investimenti nella fase della trasformazione industriale (Aziende MUTTI e RODOLFI) dedicati ad innovazioni tecnologiche nel ciclo di lavorazione per prodotti ad alto valore qualitativo ed orientati a nuovi sbocchi di mercato; in particolare, l'industria Mutti prevede uno sviluppo tecnologico importante nella produzione/confezionamento di polpe a proprio marchio in formati destinati al retail e al catering;
- progetto di sviluppo sperimentale ai sensi dell'Operaz.16.2.01 (oggetto della presente domanda), in collaborazione con HORTA Srl e Dipartimento DIPROVES dell'Università Cattolica di Piacenza, finalizzato alla produzione agricola sostenibile del pomodoro da industria attraverso l'uso del sistema di supporto alle decisioni pomodoro.net®.

Con riferimento agli interventi di investimento (nelle aziende agricole e nella fase di trasformazione industriale), le tipologie e le tecnologie previste hanno garantito anche importanti vantaggi per i lavoratori in materia di sicurezza sul lavoro, nel rispetto del Decreto legislativo 9 aprile 2008, n.81 "Attuazione dell'articolo 1 della Legge 3 agosto 2007 n.123 in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro".

I rapporti all'interno della filiera hanno fatto riferimento:

- per quanto riguarda il conferimento della materia prima da parte delle aziende agricole, ai vincoli statutari e regolamentari delle rispettive Organizzazioni di Produttori;
- per quanto riguarda la cessione della materia prima, alle condizioni dei contratti annualmente attivati tra le Organizzazioni di Produttori e le Industrie di Trasformazione per la cessione di pomodoro da industria (MUTTI e RODOLFI), in coerenza con la regolamentazione nazionale e comunitaria. Tali contratti fanno riferimento agli accordi/contratti quadro nazionali del Pomodoro da Industria cui le industrie interessate aderiscono per il tramite di A.I.I.P.A. (Associazione Italiana Industrie Prodotti Alimentari) e le O.P. aderiscono per il tramite delle Unioni cui sono associate (in particolare, UNAPROA per AINPO).

Il **responsabile del Piano di innovazione** è stato Gazza Paolo (AINPO) mentre il **responsabile scientifico** è stato Rossi Vittorio (Università Cattolica del Sacro Cuore –Sede di Piacenza, Dipartimento DIPROVES).

Il progetto si è articolato, come previsto, in un arco temporale di **18 mesi**. Rispetto ai termini inizialmente indicati, l'avvio del progetto ha subito uno slittamento a causa del ritardo nell'emissione del Decreto di ammissione a finanziamento. Tale modifica (opportunamente comunicata preventivamente alla Regione) ha comportato una variazione non sostanziale nel cronoprogramma delle attività, concentrando le prove nella sola stagione colturale 2019.

## **DESCRIZIONE DEL PIANO**

### **OBIETTIVI E FINALITA'**

Il pomodoro da industria rappresenta la coltura cardine dell'economia agroindustriale regionale, e il suo processo produttivo contempla aspetti di tecnica colturale nei quali è importante l'uso delle risorse e dei mezzi tecnici. L'obiettivo del progetto ha visto come obiettivo principale la validazione e la diffusione sul territorio regionale processi produttivi agricoli più sostenibili, basati sull'uso del sistema di supporto alle decisioni (DSS) pomodoro.net®. I DSS rappresentano uno strumento di assistenza alle aziende agricole, capace di integrare e completare gli strumenti di supporto alla Produzione Integrata già presenti sul territorio regionale, fornendo indicazioni specifiche per il singolo appezzamento. Il sistema pomodoro.net® fornisce all'utente indicazioni relative allo sviluppo della coltura, alla fertilizzazione, all'irrigazione, al diserbo, alle malattie fungine (peronospora e alternariosi) e batteriche, e delle infestazioni d'insetti. Come input, informazioni 'statiche', ovvero che non si modificano nel corso della stagione, quali ibrido coltivato, caratteristiche del terreno, precessione colturale, lavorazioni del terreno, si associano a informazioni 'dinamiche, che cambiano con il tempo, quali l'andamento meteorologico e la condizione del terreno, rilevate da una stazione agrometeorologica installata nell'azienda dell'utente. Il sistema è inoltre in grado di calcolare diversi indici di sostenibilità della coltura, a partire dai dati relativi alle operazioni colturali ivi registrarti dall'utente.

#### **- Obiettivi, generali e specifici**

L'obiettivo del piano d'innovazione è stato quello di validare e diffondere il sistema di supporto alle decisioni (DSS) pomodoro.net® per la coltivazione del pomodoro da industria in alcune province dell'Emilia-Romagna, in cui il pomodoro da industria è coltura cardine. I DSS hanno consentito all'agricoltore di ricevere un supporto alla gestione della coltura, basato su conoscenze scientifiche e calato nella realtà aziendale. Infatti, la gestione delle colture che si avvale di un DSS consente una ottimizzazione dell'uso dei mezzi tecnici, migliori performances quali-quantitative della produzione e di qualificare maggiormente la materia prima pomodoro, anche dal punto di vista della sostenibilità ambientale.

Durante lo svolgimento del piano si sono raggiunti i seguenti obiettivi:

- 1) Valutazione della sensibilità al marciume apicale di vari ibridi di pomodoro, scelti tra quelli maggiormente impiegati a livello regionale;
- 2) Calibrazione del DSS pomodoro.net® nelle province di Piacenza, Parma e Reggio-Emilia, in cui si concentra la coltivazione del pomodoro conferito alle aziende di trasformazione coinvolte nel progetto di filiera;
- 3) Confronto tra la tecnica colturale adottata dall'azienda e quella innovativa basata sull'uso di pomodoro.net®, in termini di efficienza della coltivazione nell'uso dei mezzi tecnici, di sostenibilità economica, sociale e ambientale;

- 4) Divulgazione dell'approccio innovativo per la coltivazione del pomodoro da industria agli agricoltori, basato su risultati ottenuti dalla ricerca scientifica.

- ***Sintesi dello stato dell'arte della ricerca nel settore considerato***

Uno degli scopi prioritari della moderna agricoltura è quello di sviluppare sistemi di coltivazione meno intensivi, che facciano un uso oculato delle risorse naturali (acqua, suolo, energia, ecc...) e impieghino meno fertilizzanti chimici e prodotti fitosanitari. Allo stesso tempo, questi sistemi produttivi devono mantenere i livelli di produzione, in termini sia quantitativi che qualitativi, preservare e possibilmente aumentare il reddito dell'impresa e ridurre gli impatti negativi sull'ambiente e la salute. Il raggiungimento di questi obiettivi è il prerequisito dell'agricoltura sostenibile (Geng et al., 1990). I concetti di Integrated Pest Management (IPM) (IOBC/WPRS, 1993), Integrated Production (IP) (Boller et al., 2004) e Integrated Farming (IF) (EISA, 2001) sono olistici, coinvolgono tutte le attività agricole e le adattano in base alle condizioni specifiche dell'azienda e della coltura. IPM, IP e IF sono dunque processi dinamici, che richiedono un'attenta e puntuale organizzazione aziendale e scelte oculate sia a livello strategico che tattico. Per questo agli imprenditori agricoli è richiesto un investimento di risorse in attività gestionali, di pianificazione, di raccolta e organizzazione delle informazioni necessarie e di aggiornamento, che deve essere supportato da una consulenza specifica e da un rapido accesso all'innovazione scientifica e tecnica da tradurre in attività pratiche (EISA, 2001).

I sistemi di supporto alle decisioni (DSS) sono oggi lo strumento più idoneo per far fronte alla complessità delle scelte che le aziende sono tenute ad affrontare, comprese quelle relative all'applicazione della difesa integrata, in base alla Direttiva 128/2009/EC della Commissione Europea. I DSS sono sistemi in grado di migliorare le performances quali-quantitative della produzione e di qualificare maggiormente la materia prima pomodoro attraverso l'impiego di modelli previsionali e sensori specifici in grado di monitorare le condizioni ambientali degli appezzamenti e ottimizzare di conseguenza il processo produttivo agricolo. I DSS raccolgono, organizzano, interpretano e integrano in modo automatico le informazioni necessarie a consigliare le azioni più appropriate per dare risposta alle più diverse operazioni colturali, siano esse strategiche a lungo termine o decisioni operative da prendere in tempi brevi (Sonka et al., 1997). Nonostante le loro potenziale utilità, i DSS hanno finora fornito un contributo pratico inferiore alle attese (Parker & Champion, 1997), a causa di una serie di limiti che ha caratterizzato la prima generazione, tra cui l'indirizzarsi solo ad alcuni aspetti del ciclo produttivo e una certa complessità d'uso (Parker & Champion, 1997; Rossing & Leeuwis, 1999; BCPC, 2000). La nuova generazione di DSS, di cui pomodoro.net<sup>®</sup>, è un esempio, è ora in grado di superare questi problemi (Magarey et al., 2002). L'utilizzo dei DSS permette inoltre alle filiere alimentari di valorizzare, anche a livello internazionale, le proprie produzioni, soprattutto quando associato al metodo olistico di assistenza tecnica viene effettuato il calcolo dell'impatto ambientale e la valutazione della sostenibilità della coltivazione in campo.

**BIBLIOGRAFIA**

BCPC (2000). The role of decision support systems in the farm business of the future, Discussion Forum, 9 December 1999, IACR-Rothamsted, Harpenden, Hertfordshire, The British Crop Protection Council, Farnham, Surrey.

Boller, E. F., Avilla, J., Joerg, E., Malavolta, C., Wijnands, F. G., and Esbjerg, P. (2004). Integrated production. IOBC/WPRS Bulletin 27 (2).

EISA (2001). A Common Code for Integrated Farming. European Initiative for Sustainable Development in Agriculture, <http://www.fao.org/prods/PP17501/EISA.htm>

Geng, S., Hess, C. E., and Auburn, J. (1990). Sustainable agricultural systems: concepts and definitions. Journal of Agronomy and Crop Science, 165(2-3), 73-85.

IOBC/WPRS (1993). El Titi A., Boller E.F., Gendrier J.P. (eds.). Integrated production – Principles and Technical Guidelines. IOBC/WPRS Bulletin 16 (1).

Magarey, R. D., Travis, J. W., Russo, J. M., Seem, R. C., and Magarey, P. A. (2002). Decision support systems: quenching the thirst. Plant Disease, 86(1), 4-14.

Parker, C. G., Campion, S., and Kure, H. (1997). Improving the uptake of decision support systems in agriculture. In First European conference for information technology in agriculture (pp. 129-134).

Rossing, W. A. H., Leeuwis, C., and van der Werf, W. (1999). Quality of modelling for Integrated Crop Management: Introduction to the workshop. In Acta Horticulturae (Vol. 499, pp. 147-150).

Sonka S. T., Bauer M. E., Cherry E. T., Colburn J. W., Heimlich R. E., Joseph D. A., Leboeuf J. B., Lichtenberg E., Mortensen D. A., Searcy S. W., Ustin S. L., and Ventura S. J., 1997. Precision agriculture in the 21st century. Geospatial and information technologies in crop management. National Academy Press, Washington, DC, USA.

- ***coerenza del piano rispetto alle priorità tematiche specifiche della operazione 16.2.01. della focus area 3A***

Il piano ha risposto pienamente a diverse priorità tematiche della Focus Area 3A:

- a) Ottimizzazione dei sistemi [...] per l'uso razionale dell'acqua in agricoltura [...];
- b) Sviluppo di nuove varietà [...], verifica dell'adattabilità varietale [...];
- c) Azioni di adattamento ai cambiamenti climatici, razionalizzazione input energetici [...];
- d) Modellistica, [...] e supporti decisionali (DSS);
- e) Pratiche agricole [...] per la sicurezza (safety) delle produzioni agricole;
- f) Programmazione produttiva e relazioni di filiera;
- g) Innovazione organizzativa [...], nuovi sistemi di qualità in sistemi agricoli [...];
- h) Sviluppo di supporti organizzativi e di servizi in ambito di filiera;
- i) Tracciabilità e documentazione, certificazione ambientale;
- j) Monitoraggio e benchmarking aziendali e di filiera sia tecnico che economico.

I punti sopra elencati sono indirizzati dal Piano grazie all'uso del DSS pomodoro.net® (d), che rappresenta un metodo innovativo di gestione della coltura (g). Il DSS ha al suo interno funzionalità per la gestione razionale dell'irrigazione (a), delle operazioni colturali e della fertilizzazione (c), per la previsione di malattie e fisiopatie della coltura, legate alla sicurezza delle produzioni (e), per la



registrazione puntuale delle operazioni colturali in campo e il calcolo dell'impatto ambientale dovuto alla coltivazione (i). L'uso del DSS ha facilitato anche relazioni più efficienti all'interno della filiera, consentendo una programmazione agricola e l'ottenimento di una materia prima più qualificata per l'industria (f, h, j). Un'azione del Piano è stata dedicata alla caratterizzazione degli ibridi di pomodoro rispetto alla suscettibilità al marciume apicale (fisiopatia)(b).

Più nel dettaglio, l'obiettivo principale del progetto ricade nella seguente priorità tematica della Focus Area, tra quelle sopra individuate:

- **d) modellistica, sensoristica, sistemi di avvertimento e supporti decisionali (DSS).**

La coerenza del piano con questo specifico fabbisogno evidenziato nell'analisi del PSR è stato precedentemente evidenziato e ha permesso la validazione e la diffusione di processi produttivi agricoli più sostenibili, grazie all'uso del DSS (Sistema di Supporto alle Decisioni) pomodoro.net®.

Inoltre, si specificano meglio di seguito le attinenze ai seguenti ulteriori ambiti prioritari per la Focus Area sopra individuati:

- **a) ottimizzazione dei sistemi di organizzazione, gestione e verifica tecnologica per l'uso razionale dell'acqua in agricoltura in riferimento agli assetti aziendali:** pomodoro.net® ha previsto un tool per la gestione dell'irrigazione e fertirrigazione nel quale è presente un bilancio idrico del terreno interfacciato con la misurazione dell'umidità del terreno a diverse profondità. In questo modo l'utente ha ottenuto diversi tipi di informazione sia di tipo teorico che di misurazione effettiva. Questo approccio permette di ottimizzare la risorsa acqua anche in relazione alle fasi fenologiche della pianta, disponibilità idrica da parte del suolo, andamento climatico.
- **c) azioni di adattamento ai cambiamenti climatici, razionalizzazione input energetici:** l'uso dei DSS entra a pieno titolo negli strumenti in grado di mitigare gli effetti dei cambiamenti climatici. Esemplicativi sono i casi della nutrizione e delle malattie. All'interno della nutrizione l'azoto assume un ruolo molto importante come impatto ambientale, essendo considerato tra i maggiori responsabili in agricoltura nella produzione dei gas serra. Essendo questo macroelemento molto mobile e lisciviabile, la sua biodisponibilità è molto influenzata dal clima e quindi tramite i modelli specifici è stato possibile consigliarne l'uso in modo tale da ridurre gli impatti. Per quanto riguarda le malattie gli effetti sono analoghi. La modellistica previsionale e il monitoraggio presenti nel DSS consentono di dare indicazioni sul momento opportuno degli interventi fungicidi in relazione all'andamento climatico.

## **RISULTATI ATTESI**

Erano attesi i seguenti risultati:

- 1) la caratterizzazione per la sensibilità al marciume apicale dei principali ibridi di pomodoro da industria;
- 2) la calibrazione del DSS pomodoro.net® nel territorio di produzione delle province di Piacenza, Parma e Reggio Emilia;
- 3) il confronto tra la tecnica colturale adottata dall'azienda e quella innovativa basata sull'uso di pomodoro.net®, in termini di efficienza della coltivazione nell'uso dei mezzi tecnici e di sostenibilità ambientale;

- 4) un più efficace trasferimento delle conoscenze tecnico-scientifiche al mondo produttivo attraverso l'azione di divulgazione e la diffusione dell'uso del DSS pomodoro.net®;
- 5) un migliore controllo del processo produttivo agricolo, grazie alla registrazione delle operazioni colturali nel DSS e alla modellistica in esso contenuta;
- 6) l'ottimizzazione dell'impiego dei mezzi tecnici, grazie al supporto alle decisioni fornito da pomodoro.net®, con riferimento all'uso sostenibile dei prodotti fitosanitari, alla gestione razionale dell'acqua e dell'impiego di fertilizzanti azotati;
- 7) la riduzione dell'impatto ambientale conseguente all'uso del DSS, in confronto con la tecnica aziendale, misurata tramite appositi indicatori;
- 8) un miglioramento delle produzioni dal punto di vista quali-quantitativo, rispondendo puntualmente alle esigenze della coltura tramite le indicazioni fornite da pomodoro.net®.

## **CAPACITA' TECNICO-PROFESSIONALE DEI SOGGETTI PARTECIPANTI RISPETTO AL RAGGIUNGIMENTO DEGLI OBIETTIVI**

I soggetti partecipanti al progetto sono stati i seguenti:

- **AINPO Soc.Agr.Coop. (Capofila ed Organizzazione di Produttori – Beneficiario diretto sull'Operaz.16.2.01)**

L'obiettivo principale di AINPO, come Organizzazione di Produttori, è quello di commercializzare il pomodoro da industria dei produttori delle province di Parma, Piacenza e Reggio Emilia.

L'Organizzazione di Produttori ha, nel corso degli anni, ampliato la base associativa interessando anche le province di Cremona, Mantova, Lodi, Pavia, Brescia, Cuneo, Verona, Ancona, Macerata, Teramo e Foggia, raggiungendo un totale di 399 soci produttori, 2 cooperative ed un consorzio.

La "mission" dell'OP è quella di programmare, produrre e valorizzare tutti i prodotti ortofrutticoli nel rispetto dell'Ambiente e secondo criteri basati sulla Sicurezza Alimentare.

Le produzioni riguardano: pomodoro da industria, prodotto per il quale AINPO si conferma tra i leader nazionali ed europei, aglio, anguria, cavolfiore, cavolo broccolo, cavolo cappuccio, cipolla, melone, pisello da industria, pomodoro da mensa, pisello da industria, spinacio e zucche.

Tutti i prodotti degli associati sono coltivati secondo i dettami del Disciplinare di produzione integrata della Regione Emilia-Romagna e quindi certificabili con il marchio QC (Qualità Controllata). Il servizio di assistenza tecnica dell'AINPO è costituito da una rete di 12 tecnici di campagna che assistono il produttore durante l'intero ciclo produttivo, con funzioni di indirizzo tecnico, supporto e controllo.

La continua presenza in campo della rete di tecnici ed il monitoraggio di tutte le operazioni che vanno dalla semina al raccolto consentono, ad AINPO, per il pomodoro da industria, di essere certificata (BVQI) ISO 22005:2007 per la rintracciabilità di filiera, per materia prima 100% italiana e per l'utilizzo di sementi non OGM.

Il pomodoro da industria di AINPO, può così dimostrare il suo percorso di tracciabilità dal seme fino al conferimento allo stabilimento di lavorazione.

Il particolare riguardo che AINPO riserva alla salubrità dei propri prodotti è ulteriormente dimostrato dall'attenzione che l'Organizzazione di Produttori presta alle analisi di laboratorio. Infatti

vengono effettuate annualmente oltre 400 analisi multi-residuali sulle produzioni dei soci con campioni sul terreno, sementi, piantine, parti vegetative e frutti.

L'OP è il soggetto economico che vende in nome e per conto dell'azienda agricola associata e rappresentano il punto di riferimento per gli aspetti di valorizzazione della materia prima.

L'OP assume l'impegno di fare rispettare i disciplinari di produzione integrata della Regione ed è parte attiva nell'implementazione degli schemi di certificazione di prodotto.

Il DSS, benché rivolto alle aziende agricole, rappresenta un utile strumento per il trasferimento dell'innovazione tecnologica, per lo snellimento degli impegni burocratici in grado di amplificare l'impatto dei servizi di assistenza tecnica "one to one".

Nel contesto del presente progetto (Op.16.2.01 PSR), il team altamente qualificato coinvolto nelle attività è stato il seguente:

- Dr. Paolo Gazza, laureato in Scienze Agrarie all'Università di Bologna ed attuale Direttore di AINPO;
- Claudio Salotti, perito agrario ed attuale Responsabile Tecnico Ufficio Agricolo di AINPO.

- **MUTTI SPA (Impresa di trasformazione – Apporto operativo all'iniziativa Operaz.16.2.01, soggetto non beneficiario su tale misura)**

Mutti Spa è leader di mercato nei segmenti del concentrato, della polpa e della passata di pomodoro, con un fatturato costantemente in crescita, puntando su qualità e innovazione continua.

Mutti, presente sulle tavole degli italiani da oltre 100 anni (una tradizione di sapore e innovazione che si rinnova dal 1899), ha fatto del pomodoro di qualità la propria missione.

La qualità del prodotto e dei processi produttivi ha un valore elevatissimo: infatti, nel 1999 Mutti è la prima azienda che certifica i suoi prodotti con il marchio "Produzione Integrata Certificata", ottenuto nel rispetto delle direttive internazionali di Produzione Integrata, superando positivamente tutte le verifiche e i controlli lungo tutte le fasi, dalla raccolta, attraverso la produzione, fino alla distribuzione.

Ai controlli sull'intera filiera, a partire dal 2001, si è aggiunta la dichiarazione "NON OGM", una certificazione che richiede due diversi tipi di controllo: il primo di tipo ispettivo, direttamente sulle operazioni effettuate dalle parti agricole; il secondo di tipo analitico, con analisi effettuate da laboratori esterni su piantine, pomodoro fresco e prodotto finito.

Obiettivo produttivo e commerciale dell'azienda, unitamente ad un focus costante sull'innovazione, è quindi l'incessante ricerca della qualità; in quest'ottica rientra il conferimento del Pomodoro d'Oro, il premio al miglior produttore assegnato ogni anno a conclusione della campagna di raccolta.

L'azienda occupa un organico permanente di 125 persone, che diventano 560 con il personale stagionale.

- **RODOLFI MANSUETO SPA (Impresa di trasformazione – Apporto operativo all'iniziativa Operaz.16.2.01, soggetto non beneficiario su tale misura)**

RODOLFI opera nel settore della lavorazione del pomodoro dal 1896, tramandando tale attività di generazione in generazione.

L'azienda realizza prodotti a base di pomodoro (quali concentrati, polpe, passate, sughi e polvere di pomodoro), nonché ingredienti in polvere ottenuti con la tecnologia spray dry, verdure disidratate, vegetali in pezzi, granulati, farine, semilavorati per la pasticceria, che rappresentano il risultato di avanzate tecnologie produttive abbinate ad una cura e un'attenzione artigianale.

Gli alti standard qualitativi, il costante aggiornamento delle tecnologie e degli impianti, lo sviluppo di nuovi prodotti, hanno consentito a Rodolfi di guadagnarsi un ruolo di punta nel settore alimentare del Made in Italy, sia in Italia che all'estero.

L'azienda ha sempre ritenuto che la qualità dei propri prodotti e servizi, uniti alla particolare attenzione alle esigenze del cliente, fossero il fondamento del successo commerciale dell'azienda.

Per questo Rodolfi Mansueto SpA pone un'attenzione sempre più elevata ai temi delle garanzie di qualità e sicurezza dei propri prodotti, dimostrate anche dalle numerose certificazioni ottenute.

Questa attenzione si traduce nel rapporto sempre più stretto che lega l'azienda ai propri fornitori agricoli per ottenere da loro prodotti sempre più genuini, ottenuti con tecniche agricole ancor più rispettose dell'ambiente.

#### - **Università Cattolica del Sacro Cuore (UCSC)**

Fondata a Milano nel 1921 da Padre Agostino Gemelli, l'Università cattolica del Sacro Cuore è il più importante Ateneo cattolico d'Europa e, a fronte di una crescente apertura internazionale, è anche l'unica Università italiana che può vantare una dimensione nazionale con i suoi 5 Campus: Milano, Piacenza, Cremona, Brescia e Roma, dove è presente anche il Policlinico Universitario 'A. Gemelli'.

L'attività di ricerca di UCSC (DIPROVES) si focalizza su studi sulle caratteristiche biologiche, ecologiche ed epidemiologiche di patogeni fungini chiave di colture erbacee ed arboree. Altra attività fondamentale, collegata alla prima, è lo sviluppo e validazione di modelli matematici per la previsione della comparsa e dello sviluppo di malattie fungine, e il loro inserimento in sistemi di supporto alle decisioni (Decision Support Systems) per la protezione delle colture in sistemi di produzione integrata. Le colture attualmente principale oggetto di studio sono grano, vite, pomodoro, legumi e melone.

I componenti dello staff impegnati sul presente piano d'Innovazione sono stati:

- Vittorio Rossi, professore ordinario, la cui attività di Ricerca si concentra sull'epidemiologia e la modellizzazione di malattie delle colture agrarie, e il loro controllo integrato. Negli anni, ha sviluppato diversi modelli con approccio meccanicistico e dinamico, attualmente in uso in Italia e all'estero.
- Tito Caffi, ricercatore, la cui attività di Ricerca riguarda aspetti epidemiologici ed ecologici di vari funghi patogeni delle colture agrarie, con lo scopo di sviluppare modelli che possono essere integrati in sistemi di supporto alle decisioni.

## **Horta s.r.l. (HORTA)**

Horta s.r.l. è uno spin-off dell'Università Cattolica del Sacro Cuore di Piacenza, nata nel 2008 come piattaforma permanente per il trasferimento e la valorizzazione dei risultati della ricerca nel settore agroalimentare. Horta si pone l'obiettivo di fornire servizi altamente qualificati, sia a livello nazionale che internazionale, nel campo delle produzioni vegetali, al fine di aumentare la competitività delle imprese agricole ad agroalimentari in termini di produttività, qualità e stabilità delle produzioni, redditività, sostenibilità, sicurezza alimentare.

L'attività principale di Horta è lo sviluppo di sistemi di supporto alle decisioni (o DSS, Decision Support System) per la gestione sostenibile delle colture agrarie, fruibili dagli utenti (agricoltori, tecnici e consulenti) via internet. A supporto di questa attività, HORTA realizza attività di ricerca e sviluppo, si avvale di un settore informatico, gestisce una rete agrometeorologica di oltre 600 stazioni sparse sul territorio nazionale. HORTA realizza anche attività di extension, realizza campi dimostrativi (in cui le tecniche colturali innovative inserite nei DSS sono messe a confronto su scala aziendale con le tecniche tradizionali) e organizza visite con agricoltori, tecnici e altri stakeholder ai campi dimostrativi e sperimentali.

I componenti dello staff impegnati sul presente piano d'Innovazione sono stati:

- Pierluigi Meriggi, agronomo con esperienza pluriennale nella pianificazione e gestione di prove sperimentali su varie colture.
- Matteo Ruggeri, agronomo con esperienza pluriennale nella pianificazione e gestione di prove sperimentali su varie colture.
- Cristian Benini, tecnico sperimentatore, con esperienza pluriennale nella gestione di prove sperimentali.
- Alessandro Mennillo, informatico, con esperienza nello sviluppo di servizi informatici per le aziende agricole e agroindustriali.
- Valentina Manstretta, addetta al settore ricerca e sviluppo, con responsabilità nella preparazione e gestione di progetti di ricerca.

## **FASI FILIERA COINVOLTE:**

Il conseguimento degli obiettivi del Piano ha richiesto la completezza della filiera agroindustriale del pomodoro, coinvolgendo le seguenti fasi della filiera:

- produttori agricoli di base (aziende agricole localizzate in diverse province dell'Emilia-Romagna);
- Organizzazioni di Produttori deputate alla valorizzazione delle produzioni agricole (AINPO-Capofila, APOL, CICA), per facilitare la divulgazione dell'innovazione nel mondo agricolo;
- industrie di trasformazione, in particolare le aziende leader MUTTI SpA e RODOLFI MANSUETO SpA, per la verifica della qualità del prodotto finale e lo sviluppo della tracciabilità dal campo al consumatore;
- enti preposti alla ricerca/sperimentazione (Università Cattolica del Sacro Cuore di Piacenza Dipartimento DIPROVES – HORTA Srl), per sviluppare la componente di conoscenza.

L'Emilia-Romagna è stato il contesto territoriale di riferimento del progetto per la sua centralità nella produzione e trasformazione di pomodoro da industria, nel cuore del Distretto del Pomodoro.

Il ricco e qualificato gruppo di lavoro che si è creato attorno al progetto ha rappresentato una garanzia di coinvolgimento dei diversi segmenti della filiera e di tutti gli organismi che in diverso modo contribuiscono allo sviluppo e alla qualificazione del comparto.

La coerenza della composizione del team di progetto, nelle diverse fasi della filiera, non è stata ricercata solo in funzione delle attività di tipo tecnico legate alla sperimentazione, ma anche in relazione alla necessità di diffondere le innovazioni oggetto dell'iniziativa attraverso specifiche azioni di divulgazione e di informazione professionalizzata per il mondo agricolo, al fine di superare uno dei principali ostacoli che hanno finora frenato la diffusione dell'innovazione nel settore primario.

## **CONTENUTO DEL LAVORO E RISULTATI OTTENUTI**

### **1) AZIONE ESERCIZIO DELLA COOPERAZIONE**

La cooperazione tra soggetti della filiera coinvolta, oltre a determinare un valore aggiunto per la qualità del progetto, ha rappresentato anche una modalità operativa per il coordinamento dei soggetti coinvolti e per il monitoraggio dell'andamento dell'iniziativa, sia nelle singole fasi sia nel suo complesso.

L'esercizio della cooperazione è avvenuto sotto la responsabilità del soggetto capofila (Organizzazione di Produttori AINPO), con ruolo di:

- referente nei confronti dell'Ente Pubblico (Regione), in particolare per il monitoraggio delle attività e le eventuali modifiche progettuali;
- coordinatore tra le aziende partecipanti e i responsabili tecnico-scientifici del progetto espressione del mondo della ricerca e della formazione.

I monitoraggi riguardanti lo stato di avanzamento e lo stato finanziario del progetto è stato effettuato, in cooperazione, attraverso l'attività del Comitato Tecnico, costituito dal responsabile di progetto di AINPO (capofila), dai referenti tecnici delle industrie Mutti e Rodolfi e dai responsabili tecnico-scientifici degli Enti di Ricerca coinvolti (Dipartimento DIPROVES Università Cattolica e HORTA).

Il Comitato Tecnico ha monitorato lo sviluppo quantitativo e qualitativo del progetto e il raggiungimento degli obiettivi, con verifica degli stati di avanzamento e della loro coerenza rispetto al piano di lavoro previsto, oltre ad una costante supervisione delle diverse attività in cui si articolano le varie fasi del progetto stesso.

A tale scopo, il Comitato Tecnico si è riunito periodicamente, inoltre sono stati organizzati vari incontri e riunioni tra i partners coinvolti nelle diverse fasi del progetto.

Il soggetto capofila si era incaricato del coordinamento del progetto. La struttura manageriale del progetto stesso è stata organizzata come in Figura 1 prevedendo la collaborazione tra il coordinatore tecnico interno AINPO (Salotti), il responsabile scientifico (Prof. Vittorio Rossi) ed il Comitato Direttivo (CD).



Figura 1 - Struttura manageriale del Piano d'Innovazione.

Questa struttura organizzativa è stata progettata in modo tale da: i) rappresentare in modo adeguato i ruoli e gli interessi del capofila e dei partecipanti; ii) rispondere alla complessità del progetto ed alla interazione fra le diverse azioni; iii) garantire l'attuazione pratica del progetto in accordo con quanto pianificato; iv) raggiungere gli obiettivi prefissati nei tempi previsti e con l'impegno economico preventivato; v) assicurare un adeguato scambio di informazioni all'interno del progetto; vi) gestire i problemi di riservatezza e di proprietà intellettuale.

Il CD, costituito dal responsabile di ogni partecipante ha assunto il compito di: i) definire le procedure di controllo di qualità all'interno del progetto; ii) verificare il regolare svolgimento delle attività ed il raggiungimento dei risultati; iii) valutare eventuali criticità e definire azioni correttive; iv) prendere decisioni sulla gestione del progetto.

I membri del CD si sono riuniti: i) all'inizio del progetto (31/10/2018), per programmare e coordinare le attività del primo anno; ii) in una data intermedia (05/02/2019), per valutare i risultati intermedi; iii) al termine del progetto per valutare i risultati finali (09/01/2020). Le decisioni sono state prese di comune accordo ed eventuali conflitti tra i partecipanti sono stati risolti con la mediazione del coordinatore.

I membri di CD sono rimasti in regolare contatto via e-mail/telefonica.

## **2) AZIONE STUDI NECESSARI ALLA REALIZZAZIONE DEL PIANO (DI MERCATO, DI FATTIBILITÀ, PIANI AZIENDALI, ECC.):**

UCSC ha condotto uno studio preliminare in cui sono state individuate le novità recentemente prodotte dalla ricerca scientifica e tecnica nel campo della produzione di pomodoro da industria. Le informazioni raccolte sono state verificate per la loro applicabilità al contesto territoriale di riferimento del progetto, cioè la regione Emilia-Romagna.

Vari metodi e classificazioni standard comunemente utilizzate nell'effettuazione dei rilievi in campo per le malattie d'interesse sono stati ricercati e valutati per la loro applicazione nelle azioni proprie del Piano d'innovazione. Da questo studio preliminare, per la corretta assegnazione della fenologia delle piante di grano, è stata individuata la scala BBCH presente in letteratura. La scala BBCH è un sistema decimale ideato per codificare uniformemente stadi fenologici analoghi, sia per specie monocotiledoni che dicotiledoni, basata sulla scala Zadoks (Zadoks et al., 1974). La scala BBCH è divisa in 10 stadi di sviluppo primari e altrettanti secondari (Hess et al., 1997). Ogni stadio viene indicato tramite un codice composto da due cifre. Con l'ausilio della scala BBCH, è stato possibile monitorare l'evoluzione fenologica delle piante presenti in campo durante la stagione, e legare l'epidemiologia delle malattie allo sviluppo delle piante.

Frutto degli studi preliminari sono inoltre la scheda di monitoraggio utilizzata durante i rilievi in campo (Figura 2) e una scheda contenente le immagini delle principali avversità fungine del grano

duro, utilizzata come riferimento per l'identificazione delle malattie e delle fisiopatie comparse sulle piante nel corso della stagione colturale (Figura 3).

Nella prima parte della scheda venivano annotate tutte le informazioni relative all'appezzamento e all'azione di monitoraggio, nello specifico:

- nome dell'azienda
- comune e zona ove ricade l'appezzamento oggetto del monitoraggio
- estensione della superficie dell'appezzamento
- varietà di pomodoro coltivata
- tipologia di gestione dell'appezzamento (aziendale o DSS)
- data del rilievo
- nome del rilevatore

Eventuali informazioni aggiuntive riguardanti l'appezzamento e/o lo stato della coltura, venivano registrate nella sezione "Note e osservazioni".

Nella tabella sottostante "Fase fenologica prevalente", venivano registrati i dati fenologici, distinguendo tra i sette stadi di crescita principali secondo la scala BBCH:

- BBCH 10: emergenza/trapianto
- BBCH 11: sviluppo fogliare
- BBCH 61-62-63-64: fioritura dei diversi palchi
- BBCH 71-72-73-74: ingrossamento di ciascun palco
- BBCH 81-82-83-84: maturazione di ciascun palco

Un'immagine rappresentativa della scala supportava la scelta del rilevatore nell'attribuire la corretta fase fenologica. Si assumeva che la coltura si trovasse in una determinata fase fenologica, quando il 50% più uno dei soggetti osservati rispettava le caratteristiche di tale fase.

Di seguito, lo stato sanitario della coltura veniva preso in considerazione. Le principali avversità monitorate erano:

- peronospora
- alternaria
- maculatura batterica
- macchiatura batterica

Il marciume apicale è stato individuato come fisiopatia di principale interesse per la coltura del pomodoro e, pertanto, è stato monitorato durante la stagione al pari delle avversità fungine e batteriche sopraelencate.



Il livello di diffusione dei sintomi di ciascuna malattia nell'appezzamento veniva attribuito tra 4 categorie possibili:

- Assente: il campo si presenta interamente sano
- Sporadica: poche piante isolate con sintomi di malattia
- Diffusa: diverse piante malate a macchia di leopardo o sparse nel campo
- Estesa: vaste aree del campo interessate dalla malattia

Il livello di distribuzione dei sintomi di ciascuna malattia sulla pianta veniva attribuito tra 4 categorie possibili:

- Sintomi solo sul tessuto fogliare;
- Sintomi lievi sulla vegetazione, qualche bacca interessata;
- Sintomi gravi sulla vegetazione e sulle bacche;
- L'intera pianta appare compromessa.

Altre eventuali patologie o fisiopatie venivano annotate nella sezione "Note e osservazioni".

PSR AINPO 2019 – Schede di Monitoraggio

Azienda: \_\_\_\_\_

Data: \_\_\_\_\_

Comune: \_\_\_\_\_

Rilevatore: \_\_\_\_\_

Varietà: \_\_\_\_\_

Zona: \_\_\_\_\_









Superficie appezzamento (ha): \_\_\_\_\_

Aziendale

DSS

**Note e osservazioni**

**Fase Fenologica prevalente** (il 50% più uno dei soggetti osservati)

							
<p>10 emergenza/ trapianto</p>	<p>11 sviluppo fogliare</p>	<p>61-62-63-64 fioritura dei diversi palchi</p>	<p>71-72-73-74 Ingrossamento di ciascun palco</p>	<p>81-82-83-84 Maturazione di ciascun palco</p>			

Avversità	Diffusione dei sintomi nell'appezzamento			
	<b>Assente</b> <i>il campo si presenta interamente sano</i>	<b>Sporadica</b> <i>poche piante isolate con sintomi di malattia</i>	<b>Diffusa</b> <i>diverse piante malate a macchia di leopardo o sparse nel campo</i>	<b>Estesa</b> <i>vaste aree del campo interessate dalla malattia</i>
Peronospora				
Alternaria				
Maculatura batterica				
Macchiattatura batterica				
Marciume apicale				

Avversità	Distribuzione dei sintomi di malattia sulla pianta			
	<b>Sintomi solo</b> sul tessuto fogliare	<b>Sintomi lievi</b> sulla vegetazione, qualche bacca interessata	<b>Sintomi gravi</b> sulla vegetazione e sulle bacche	<b>L'intera pianta appare compromessa</b>
Peronospora				
Alternaria				
Maculatura batterica				
Macchiattatura batterica				
Marciume apicale				

Figura 2 - Scheda di monitoraggio utilizzata durante i rilievi.

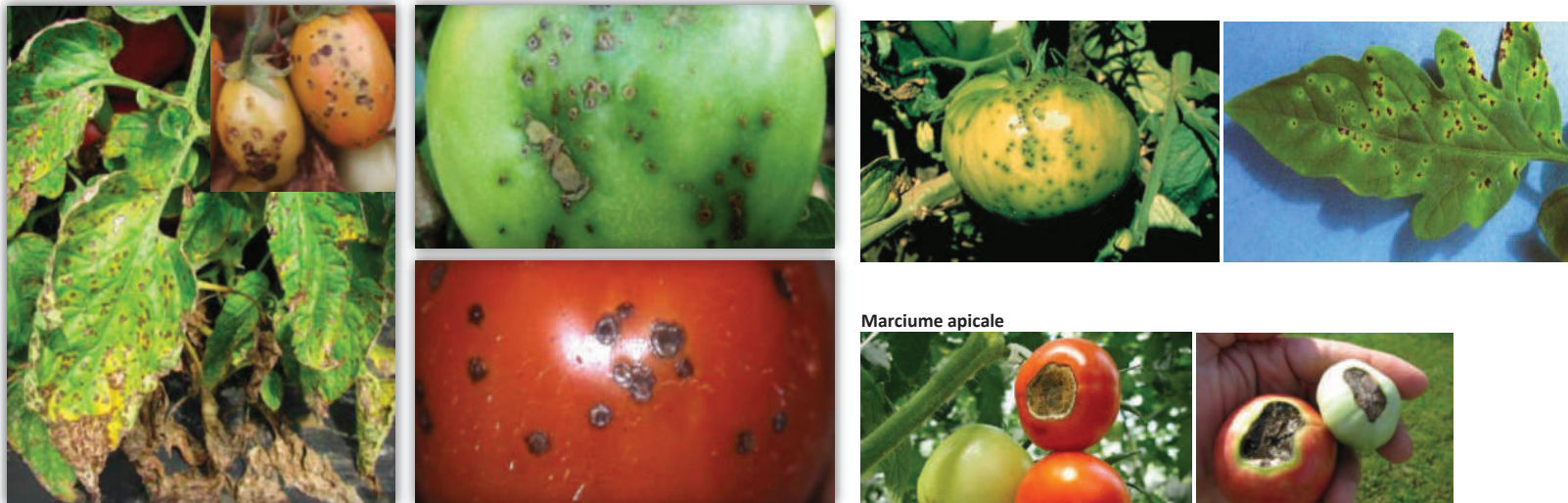


Early blight (*Alternaria solani*)



Late blight (*Phytophthora infestans*)

Macchiatura batterica (*Pseudomonas syringae*)



Bacterial spot (*Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria*)

Maculatura

Marciume apicale



Figura 3 - Scheda sintomatologica delle malattie fungine utilizzata durante i rilievi.

### 3) AZIONI SPECIFICHE LEGATE ALLA REALIZZAZIONE DEL PIANO:

#### AZIONE 3.1 SUSCETTIBILITÀ DI IBRIDI DI POMODORO AL MARCIUME APICALE

La sperimentazione ha avuto l'obiettivo di valutare i fattori predisponenti al marciume apicale, la suscettibilità varietale di 40 tra i principali ibridi di pomodoro da industria e di analizzare la possibile relazione esistente tra forma della bacca e la suscettibilità alla fisiopatia. In dettaglio dopo aver testato i fattori in analisi (stress idrico, salinità dell'acqua di irrigazione, carenza di calcio), è stato effettuato il confronto del BER index % rilevati in varietà a bacca tonda e quello rilevato in varietà a bacca allungata (perino), cercando di determinarne l'interazione con i diversi regimi a cui essi sono stati sottoposti.

Nella sperimentazione realizzata presso l'azienda agricola Ca' Bosco (Ravenna), è stato previsto un campo sperimentale organizzato secondo uno schema distributivo a split plot a tre ripetizioni (Figura 5). In seguito sono stati organizzati gli interventi per testare i fattori predisponenti il marciume apicale (stress idrico, salinità dell'acqua di irrigazione, carenza di calcio). Per ogni ibrido sono state realizzate 4 tipi di gestione: regime asciutto e con concimazione di calcio fogliare (Tabella 1); regime irriguo salino (Tabella 2); regime irriguo (Tabella 3) e regime asciutto. Ciascuna tesi (combinazione ibrido x gestione agronomica) è stata valutata circa la suscettibilità al marciume apicale con una scala di gravità (Figura 4) ad hoc, analizzando l'incidenza e la gravità sulle bacche. Infatti durante il rilievo sono state staccate e valutate 50 bacche per singolo plot presenti nelle 3 piante centrali della parcella elementare. Ne è stata valutata l'incidenza e la gravità della fisiopatia sulle bacche, secondo una scala di gravità che va 0 a 3; dove 0 è la bacca sana mentre 3 è la bacca colpita in maniera più grave. È stato calcolato il BER Index % considerando il numero di individui rilevati per ogni classe (Classe 1, Classe 2, Classe 3) con la seguente formula:

$$\text{BER Index \%} = ((\text{Classe 1} * 1) + (\text{Classe 2} * 2) + (\text{Classe 3} * 3)) / (50 * 3) * 100.$$





			
<b>Gravità 0</b>	<b>Gravità 1</b>	<b>Gravità 2</b>	<b>Gravità 3</b>
la bacca non è stata oggetto di marciume, risulta sana.	nella bacca si notano leggeri segni di marciume, senza deformazione o incavature	la bacca è colpita in maniera mediamente grave, con il marciume che comincia a creare l'incavo nella bacca	la bacca risulta gravemente colpita, ed il marciume ha completamente deformato la bacca che risulta per circa metà marcita.

Figura 4 - Scala di gravità utilizzata nel rilievo di marciume apicale.

Num	Varietà
1	HEINZ 1301
2	HEINZ 5108
3	HEINZ 3406
4	HEINZ 1015
5	HEINZ 3402
6	HEINZ 5408
7	HEINZ 1281
8	PUMATIS (HMX4900)
9	HEINZ 1418
10	HEINZ 1307
11	HEINZ 2206
12	HEINZ 4107
13	DELFO (NUN 0161)
14	PRESTOMECH
15	HEINZ 1534
16	MINUET (ISI 48097)
17	HEINZ 1538
18	RED VALLEY (ES3810)
19	NUN 6438
20	ISI 26618
21	FABER (ISI 22695)
22	UG 11227
23	TS 500
24	ISI 44536
25	UG 21511
26	ES 11516
27	MAX 14111
28	ES 14916
29	HMX 5558
30	HMX 5900
31	LEONEROSSO
32	UG 1410
33	Guadalete
34	Liternum
35	Taylor
36	Docet
37	SV5197 (nuovo Docet)
38	Performer
39	ISI 13299 (Mariner)
40	HEINZ 1648

	Regime asciutto
	Regime irriguo
	Regime irriguo salino
	Regime asciutto + calcio fogliare

R1

10	20	30	40	10	20	30	40
9	19	29	39	9	19	29	39
8	18	28	38	8	18	28	38
7	17	27	37	7	17	27	37
6	16	26	36	6	16	26	36
5	15	25	35	5	15	25	35
4	14	24	34	4	14	24	34
3	13	23	33	3	13	23	33
2	12	22	32	2	12	22	32
1	11	21	31	1	11	21	31

10	20	30	40	10	20	30	40
9	19	29	39	9	19	29	39
8	18	28	38	8	18	28	38
7	17	27	37	7	17	27	37
6	16	26	36	6	16	26	36
5	15	25	35	5	15	25	35
4	14	24	34	4	14	24	34
3	13	23	33	3	13	23	33
2	12	22	32	2	12	22	32
1	11	21	31	1	11	21	31

R2

28	38	8	18	28	38	8	18
27	37	7	17	27	37	7	17
26	36	6	16	26	36	6	16
25	35	5	15	25	35	5	15
24	34	4	14	24	34	4	14
30	40	10	20	30	40	10	20
29	39	9	19	29	39	9	19
23	33	3	13	23	33	3	13
22	32	2	12	22	32	2	12
21	31	1	11	21	31	1	11

28	38	8	18	28	38	8	18
27	37	7	17	27	37	7	17
26	36	6	16	26	36	6	16
25	35	5	15	25	35	5	15
24	34	4	14	24	34	4	14
30	40	10	20	30	40	10	20
29	39	9	19	29	39	9	19
23	33	3	13	23	33	3	13
22	32	2	12	22	32	2	12
21	31	1	11	21	31	1	11

31	1	18	28	31	1	18	28
37	7	13	23	37	7	13	23
36	6	20	30	36	6	20	30
35	5	19	29	35	5	19	29
34	4	12	22	34	4	12	22

R3	38	8	11	21	38	8	11	21
	33	3	17	27	33	3	17	27
	40	10	16	26	40	10	16	26
	39	9	15	25	39	9	15	25
	32	2	14	24	32	2	14	24

31	1	18	28	31	1	18	28
37	7	13	23	37	7	13	23
36	6	20	30	36	6	20	30
35	5	19	29	35	5	19	29
34	4	12	22	34	4	12	22
38	8	11	21	38	8	11	21
33	3	17	27	33	3	17	27
40	10	16	26	40	10	16	26
39	9	15	25	39	9	15	25
32	2	14	24	32	2	14	24

*Figura 5 - Layout dello schema sperimentale.*

Al fine di determinare la possibile relazione esistente tra forma della bacca e la suscettibilità al marciume apicale, l'analisi ha previsto il confronto del BER index % rilevato in varietà con tipologia bacca tonda (32) e quello rilevato in varietà con tipologia di bacca allungata (6) (Tabella 1). Dal confronto sono state escluse una varietà di datterino (Tesi 16) ed una di ciliegione (Tesi 24).

Tabella 1 - Elenco delle varietà confrontate.

	<b>Nome varietà</b>	<b>Tipologia</b>
1	HEINZ 1301	Tondo
2	HEINZ 5108	Tondo
3	HEINZ 3406	Tondo
4	HEINZ 1015	Tondo
5	HEINZ 3402	Tondo
6	HEINZ 5408	Tondo
7	HEINZ 1281	Tondo
8	PUMATIS (HMX4900)	Tondo
9	HEINZ 1418	Tondo
10	HEINZ 1307	Tondo
11	HEINZ 2206	Tondo
12	HEINZ 4107	Tondo
13	DELFO (NUN 0161)	Tondo
14	PRESTOMECH	Tondo
15	HEINZ 1534	Tondo
17	HEINZ 1538	Allungato (perino)
18	RED VALLEY (ES3810)	Tondo
19	NUN 6438	Tondo
20	ISI 26618	Tondo
21	FABER (ISI 22695)	Tondo
22	UG 11227	Tondo
23	TS 500	Tondo
25	UG 21511	Tondo
26	ES 11516	Tondo
27	MAX 14111	Tondo
28	ES 14916	Tondo
29	HMX 5558	Tondo
30	HMX 5900	Tondo
31	LEONEROSSO	Tondo
32	UG 1410	Tondo
33	Guadalete	Tondo
34	Liternum	Tondo
35	Taylor	Allungato (perino)
36	Docet	Allungato (perino)
37	SV5197 (nuovo Docet)	Allungato (perino)
38	Performer	Allungato (perino)
39	ISI 13299 (Mariner)	Allungato (perino)
40	HEINZ 1648	Tondo



Tabella 2 - Interventi per il regime asciutto con concimazione di calcio fogliare.

Regime asciutto + calcio fogliare		
Data	Prodotto	Dose (kg/ha)
26-giu	Brexil Ca	2,5
03-lug	Brexil Ca	2,5
10-lug	Brexil Ca	2,5
17-lug	Brexil Ca	2,5
24-lug	Brexil Ca	2,5

Tabella 3 - Interventi nel regime irriguo salino.

Regime irriguo salino		
Data	Acqua (mm)	Concentrazione salina (%)
25-giu	12	0,055
02-lug	18	0,055
09-lug	18	0,055
16-lug	20	0,055
23-lug	20	0,055
30-lug	12	0,055
06-ago	10	0,055
13-ago	15	0,055

Tabella 4 - Interventi nel regime irriguo.

Regime irriguo	
Data	Acqua (mm)
25-giu	12
03-lug	18
10-lug	18
17-lug	20
24-lug	20
30-lug	12
06-ago	10
12-ago	15

### Risultati del confronto varietale (analisi statistica complessiva)

Nella tabella 5 e figura 6 vengono riportati i valori di BER index % per ogni varietà testata circa la suscettibilità al marciume apicale.

Tabella 5 - Valori di BER index % rilevati in diversi regimi.

	Nome varietà	Tipologia	Ber Index %				Media
			Ca Fogliare	Irriguo	Asciutto	Irriguo salino	
1	HEINZ 1301	Tondo	13,1	5,6	12,0	7,3	9,5
2	HEINZ 5108	Tondo	6,4	1,1	2,9	0,9	2,8
3	HEINZ 3406	Tondo	12,4	5,8	9,3	6,2	8,4
4	HEINZ 1015	Tondo	23,3	4,9	34,0	9,6	17,9
5	HEINZ 3402	Tondo	16,0	6,7	23,6	14,0	15,1
6	HEINZ 5408	Tondo	19,6	5,8	28,0	6,9	15,1
7	HEINZ 1281	Tondo	5,1	1,3	2,2	1,6	2,6
8	PUMATIS (HMX4900)	Tondo	11,3	1,3	17,6	1,8	8,0
9	HEINZ 1418	Tondo	15,6	5,6	21,6	9,8	13,1
10	HEINZ 1307	Tondo	13,3	2,7	14,0	9,6	9,9
11	HEINZ 2206	Tondo	2,7	1,8	3,6	2,7	2,7
12	HEINZ 4107	Tondo	9,3	5,8	19,6	9,8	11,1
13	DELFO (NUN 0161)	Tondo	4,9	4,4	18,9	5,1	8,3
14	PRESTOMECH	Tondo	9,6	8,7	8,2	2,7	7,3
15	HEINZ 1534	Tondo	39,1	2,4	22,9	5,3	17,4
17	HEINZ 1538	Allungato (perino)	16,2	0,4	22,4	7,3	11,6
18	RED VALLEY (ES3810)	Tondo	18,9	6,2	32,2	16,0	18,3
19	NUN 6438	Tondo	0,0	0,7	5,8	1,6	2,0
20	ISI 26618	Tondo	13,8	1,6	27,1	7,6	12,5
21	FABER (ISI 22695)	Tondo	9,3	2,9	7,1	7,1	6,6
22	UG 11227	Tondo	3,1	0,0	0,2	1,8	1,3
23	TS 500	Tondo	7,6	2,0	11,8	5,8	6,8
25	UG 21511	Tondo	27,3	5,1	13,8	4,7	12,7
26	ES 11516	Tondo	6,4	2,2	8,0	7,1	5,9
27	MAX 14111	Tondo	20,2	0,9	4,0	0,9	6,5
28	ES 14916	Tondo	0,9	0,0	1,3	2,4	1,2
29	HMX 5558	Tondo	26,2	0,0	11,6	5,3	10,8
30	HMX 5900	Tondo	8,9	2,0	8,2	6,0	6,3
31	LEONEROSSO	Tondo	11,8	2,7	16,7	5,1	9,1
32	UG 1410	Tondo	9,6	3,6	8,7	6,2	7,0
33	Guadalete	Tondo	41,6	2,2	16,0	20,0	19,9
34	Liternum	Tondo	12,7	1,8	12,2	4,9	7,9
35	Taylor	Allungato (perino)	11,6	2,4	4,2	1,8	5,0
36	Docet	Allungato (perino)	10,0	8,2	15,1	5,8	9,8
37	SV5197 (nuovo Docet)	Allungato (perino)	4,2	0,4	2,2	0,0	1,7
38	Performer	Allungato (perino)	9,3	1,3	3,8	0,2	3,7
39	ISI 13299 (Mariner)	Allungato (perino)	11,3	1,8	17,1	6,4	9,2
40	HEINZ 1648	Tondo	12,0	3,3	15,6	2,9	8,4

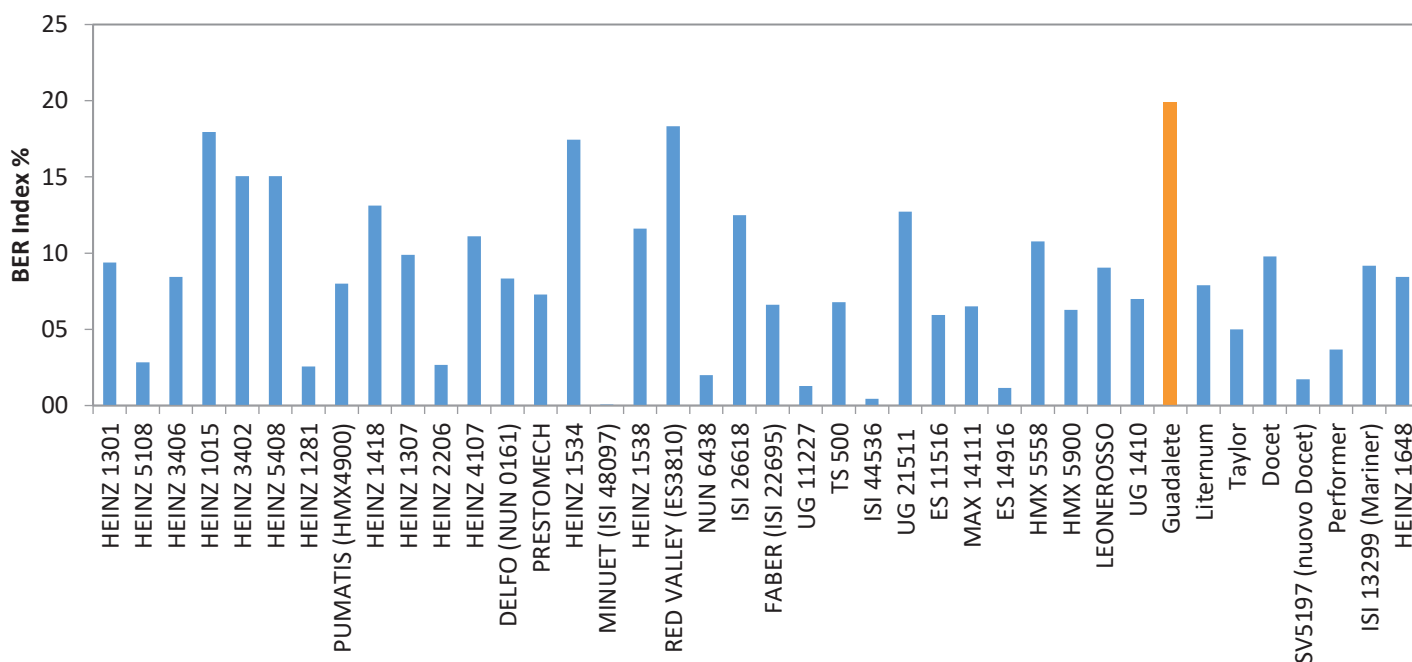


Figura 6 - Valori di BER index % medi rilevati nelle varietà testate. Sulle ascisse sono riportati i nomi delle varietà. In arancione, la varietà Guadalete nel ruolo di test suscettibile.

L'analisi statistica complessiva di tutta la prova, svolta tramite ANOVA test (Tabella 6), ha evidenziato la significatività del fattore varietà, del fattore regime, del fattore blocco e dell'interazione tra i fattori varietà e regime. Varietà e regime sono risultati entrambi significativi ( $P < 0,0001$ ). Al contrario il fattore blocco non risulta significativo ( $P > 0,05$ ). Inoltre è risultata significativa l'interazione tra i fattori varietà e regime a cui le varietà erano sottoposte.

Tabella 6 - Risultati dell'ANOVA test complessiva. In rosso sono evidenziati i P-value dei fattori significativi.

Sorgente	Somma dei quadrati	G.l.	Media dei quadrati	Rapporto F	P-value
<b>EFFETTI PRINCIPALI</b>					
A:Nome varietà	12690,6	39	325,4	6,49	0,0001
B:Regime	8678,55	3	2892,85	57,66	0,0001
C:Blocco	70,1352	2	35,0676	0,70	0,4979
<b>INTERAZIONI</b>					
A*B	10032,6	117	85,7484	1,71	0,0001

Per i fattori risultati significativi nell'ANOVA test è stata successivamente condotto il test post-hoc LSD (Least Significant Difference) per evidenziare le differenze entro le varietà ed entro i regimi.

**Fattore Varietà:** il test di separazione tra le medie (LSD al 95% di probabilità), riportato in tabella 7 e figura 7, ha evidenziato la presenza di varietà che differiscono statisticamente tra di loro; tra

queste la varietà Guadalete è risultata la più suscettibile, confermando il suo ruolo di test suscettibile. La varietà Minuet (datterino) è risultata la più resistente.

*Tabella 7 - Gruppi omogenei rilevati tramite test di separazione tra le medie (LSD al 95%) per il fattore varietà.*

<i>Nome varietà</i>	<i>Gruppi omogenei</i>
MINUET (ISI 48097)	X
ISI 44536	XX
ES 14916	XXX
UG 11227	XXX
SV5197 (nuovo Docet)	XXXX
NUN 6438	XXXX
HEINZ 1281	XXXXX
HEINZ 2206	XXXXXX
HEINZ 5108	XXXXXXX
Performer	XXXXXXXX
Taylor	XXXXXXXXX
ES 11516	XXXXXXXXX
HMX 5900	XXXXXXXXX
MAX 14111	XXXXXXXXX
FABER (ISI 22695)	XXXXXXXXX
TS 500	XXXXXXXXX
UG 1410	XXXXXXXXX
PRESTOMECH	XXXXXXXXX
Liternum	XXXXXXXXX
PUMATIS (HMX4900)	XXXXXXXXX
DELFO (NUN 0161)	XXXXXXXXX
HEINZ 3406	XXXXXXX
HEINZ 1648	XXXXXXX
LEONEROSSO	XXXXXX
ISI 13299 (Mariner)	XXXXXX
HEINZ 1301	XXXXXX
Docet	XXXXXX
HEINZ 1307	XXXXXX
HMX 5558	XXXXX
HEINZ 4107	XXXXX
HEINZ 1538	XXXXX
ISI 26618	XXXXX
UG 21511	XXXXX
HEINZ 1418	XXXX
HEINZ 5408	XXXX
HEINZ 3402	XXXX
HEINZ 1534	XXX
HEINZ 1015	XXX
RED VALLEY (ES3810)	XX
Guadalete	X

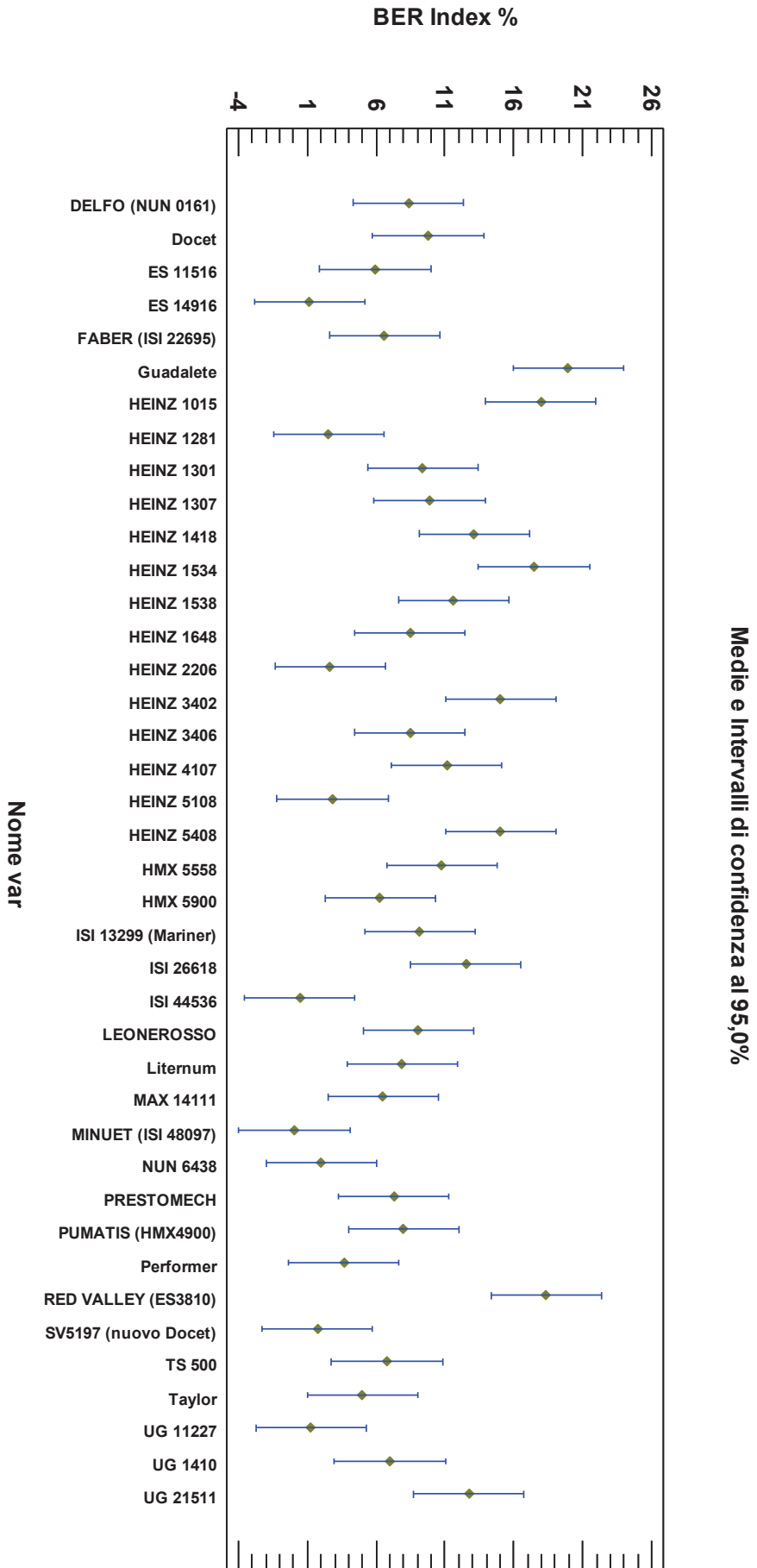


Figura 7 - Valori di BER index % medi e intervalli di confidenza al 95,0%.

**Fattore regime:** il test di separazione tra le medie (LSD al 95% di probabilità), riportato in tabella 8 e figura 8, ha evidenziato che il regime idrico è risultato il più vantaggioso nel contenere il marciume apicale e si è distinto dal regime irriguo salino; entrambi sono risultati differenti rispetto ai regimi asciutti, con o senza applicazione di Calcio fogliare.

Tabella 8 - Gruppi omogenei rilevati test di separazione tra le medie (LSD al 95 %) per il fattore regime.

Regime	Conteggio	Media dei Min. Quad.	Sigma dei Min. Quad.	Gruppi omogenei
Irriguo	120	2,88889	0,646608	X
Irriguo salino	120	5,5	0,646608	X
Ca fogliare	120	12,3889	0,646608	X
Asciutto	120	12,6	0,646608	X

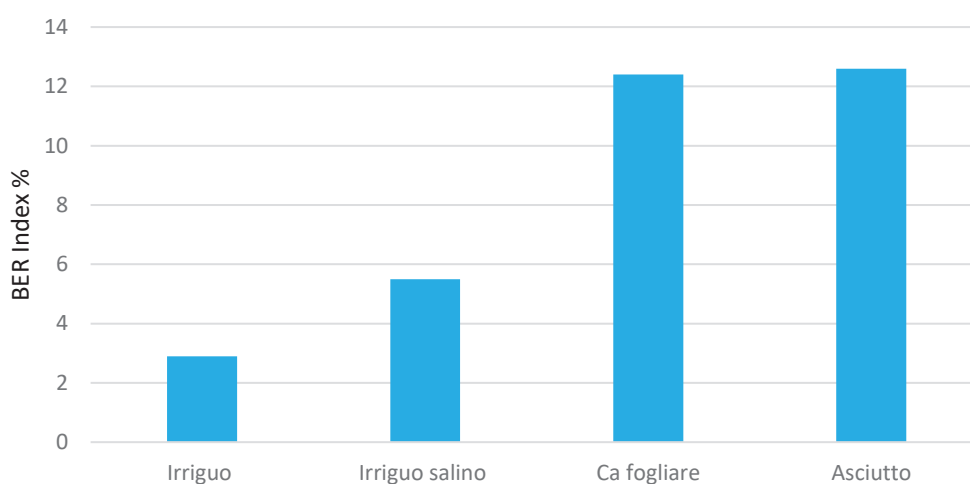


Figura 8 - Valori di BER index % medi rilevati per ogni regime testato.

**Interazione:** dall'analisi statistica l'interazione tra il fattore varietà ed il fattore regime è risultata significativa. In figura 9 è possibile visualizzare come le varietà si comportino in maniera diversa rispetto ai diversi regimi. Ad esempio è interessante notare come la varietà ES 14916 abbia valori contenuti in qualsiasi tipo di regime, mentre la varietà Heinz 1534 abbia evidenziato i valori peggiori nel regime asciutto con applicazioni di Calcio fogliare, distinto anche dal regime asciutto, entrambi differenziati statisticamente dai regime irriguo e irriguo salino. Questi ultimi due indifferenziati statisticamente fra di loro.

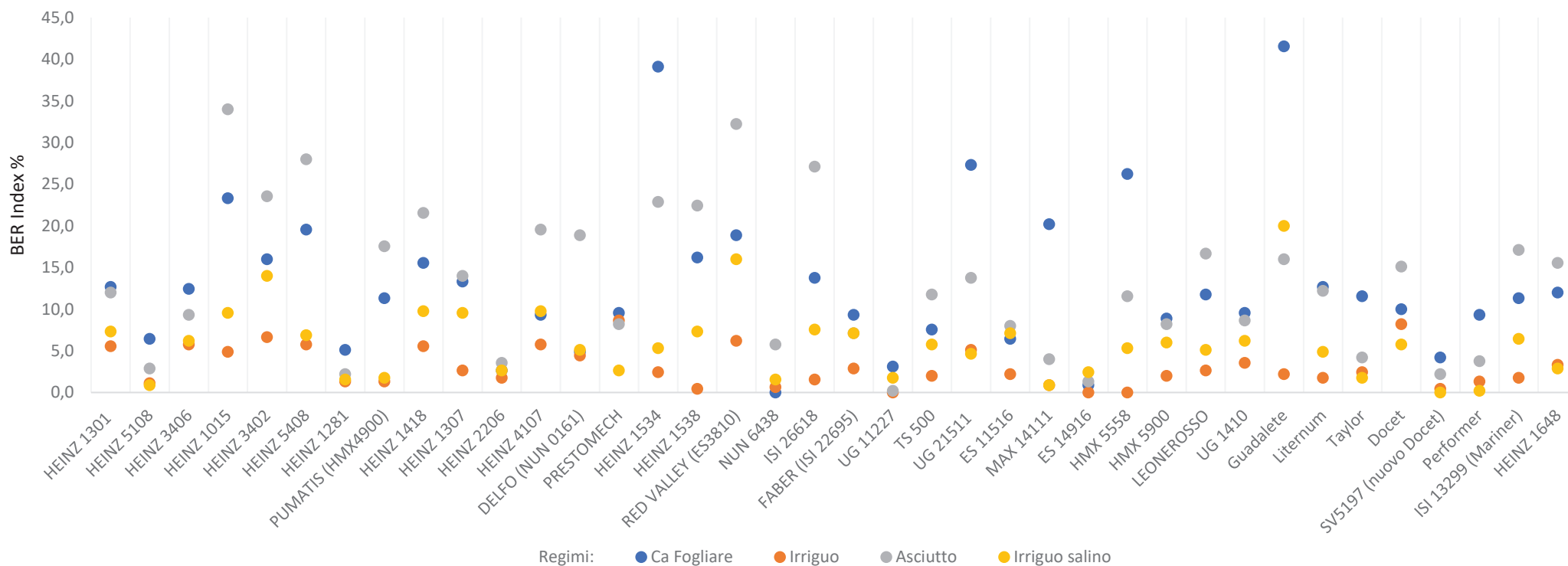


Figura 9 - Interazione tra il fattore varietà ed il fattore regime. Sulle ascisse sono riportati i nomi delle varietà testate. Per ogni varietà si distingue il BER Index % per ogni regime a cui è stata sottoposta. Colori diversi indicano regimi diversi.

### Confronto tra varietà con differenti tipologie della bacca

La prova ha evidenziato differenze significative per il fattore tipologia della bacca. Le varietà con tipologia bacca tonda (n° 32) sono risultate mediamente più suscettibili, presentando un media di BER index % di 9,1, maggiore rispetto al 6,8 (Tabella 9) evidenziato dalle varietà con tipologia di bacca allungata (n° 6).

Tale prima osservazione è in contrasto con quanto riportato in letteratura poiché il gruppo di materiali genetici selezionati per la prova non sono probabilmente rappresentativi dell'intera offerta di ibridi commerciali, ma sono stati scelti già con la premessa di resistenza la BER.

Dall'analisi statistica successiva per gruppi omogenei, sono state escluse una varietà di datterino (Tesi 16) ed una di ciliegione (Tesi 24), ma è importante comunque sottolineare come esse siano risultati tra le migliori.

Tabella 9 - Risultati BER index % nei quattro diversi trattamenti.

Tipologia	BER index %				
	Ca fogliare	Irriguo	Asciutto	Salino	Media
Tondo	13,5	3,1	13,7	6,2	9,1
Allungato (perino)	10,4	2,4	10,8	3,6	6,8
Datterino	0,2	0	0	0	0,1
Ciliegione	1,1	0	0,7	0	0,5

I regimi migliori sono risultati quelli in cui è stato previsto l'apporto idrico, anche con una concentrazione salina significativa. È noto come una riduzione di apporti idrici possa essere utile nel ridurre i costi e nel minimizzare la lisciviazione di nutrienti e pesticidi nelle acque di falda (Kirda C. *et al*; 2014) ma allo stesso tempo, come evidenziato da Franco *et al*, la carenza idrica aumenta sensibilmente la suscettibilità delle cultivar di pomodoro al BER. Di conseguenza l'ottimizzazione di interventi irrigui, la ricerca di strategie per una gestione sostenibile della risorsa idrica e l'interazione con l'incidenza del marciume apicale potrà essere in futuro un punto chiave per la lotta a questa fisiopatia.

Dunque ulteriori studi potranno essere condotti al fine di ottenere maggiori informazioni circa la correlazione tra la tipologia della bacca della cultivar – regime – incidenza di BER per un'ottimizzazione delle pratiche agronomiche e di tutti quei fattori che possono essere coinvolti nella suscettibilità al marciume apicale.

### **Varietà con tipologia di bacca tonda**

Contestualmente alle cultivar con bacca tonda, l'analisi statistica (tabella 10), svolta tramite ANOVA test, ha evidenziato la significatività del fattore varietà, del fattore regime a cui le tesi sono state sottoposte e l'interazione tra i due fattori.



Tabella 10 - Risultati dell'ANOVA test in varietà con tipologia di bacca tonda. In rosso sono evidenziati i P-value dei fattori significativi.

Sorgente	Somma dei quadrati	G.l.	Media dei quadrati	Rapporto F	P-value
EFFETTI PRINCIPALI					
A:Nome varietà	9793,11	31	315,907	5,65	0,0001
B:Regime	8081,0	3	2693,67	48,18	0,0001
C:Blocco	46,0903	2	23,0451	0,41	0,6626
INTERAZIONI					
A*B	8889,22	93	95,583	1,71	0,0005

**Fattore Varietà:** il test di separazione tra le medie (LSD al 95% di probabilità), riportato in tabella 11 e figura 10, ha evidenziato la presenza di varietà che differiscono statisticamente tra di loro; tra queste la varietà Guadalete è risultata la più suscettibile, confermando il suo ruolo di test suscettibile. La varietà ES14916 è risultata la più resistente.

Tabella 11 - Gruppi omogenei rilevati tramite test di separazione tra le medie (LSD al 95%) per il fattore varietà per le tesi tipologia di bacca tonda.

<i>Nome varietà</i>	<i>Conteggio</i>	<i>Media dei Min. Quad.</i>	<i>Gruppi omogenei</i>
ES 14916	12	1,16667	X
UG 11227	12	1,27778	XX
NUN 6438	12	2,0	XXX
HEINZ 1281	12	2,55556	XXXX
HEINZ 2206	12	2,66667	XXXX
HEINZ 5108	12	2,83333	XXXX
ES 11516	12	5,94444	XXXXX
HMX 5900	12	6,27778	XXXXX
MAX 14111	12	6,5	XXXXXX
FABER (ISI 22695)	12	6,61111	XXXXXX
TS 500	12	6,77778	XXXXXXX
UG 1410	12	7,0	XXXXXXX
PRESTOMECH	12	7,27778	XXXXXXX
Liternum	12	7,88889	XXXXXX
PUMATIS (HMX4900)	12	8,0	XXXXXX
DELFO (NUN 0161)	12	8,33333	XXXXX
HEINZ 3406	12	8,44444	XXXXX
HEINZ 1648	12	8,44444	XXXXX
LEONEROSSO	12	9,05556	XXXXX
HEINZ 1301	12	9,38889	XXXXX
HEINZ 1307	12	9,88889	XXXXX
HMX 5558	12	10,7778	XXXXX
HEINZ 4107	12	11,1111	XXXXX
ISI 26618	12	12,5	XXXXX
UG 21511	12	12,7222	XXXX
HEINZ 1418	12	13,1111	XXX
HEINZ 5408	12	15,0556	XXX
HEINZ 3402	12	15,0556	XXX
HEINZ 1534	12	17,4444	XX
HEINZ 1015	12	17,9444	XX
RED VALLEY (ES3810)	12	18,3333	XX
Guadalete	12	19,9444	X

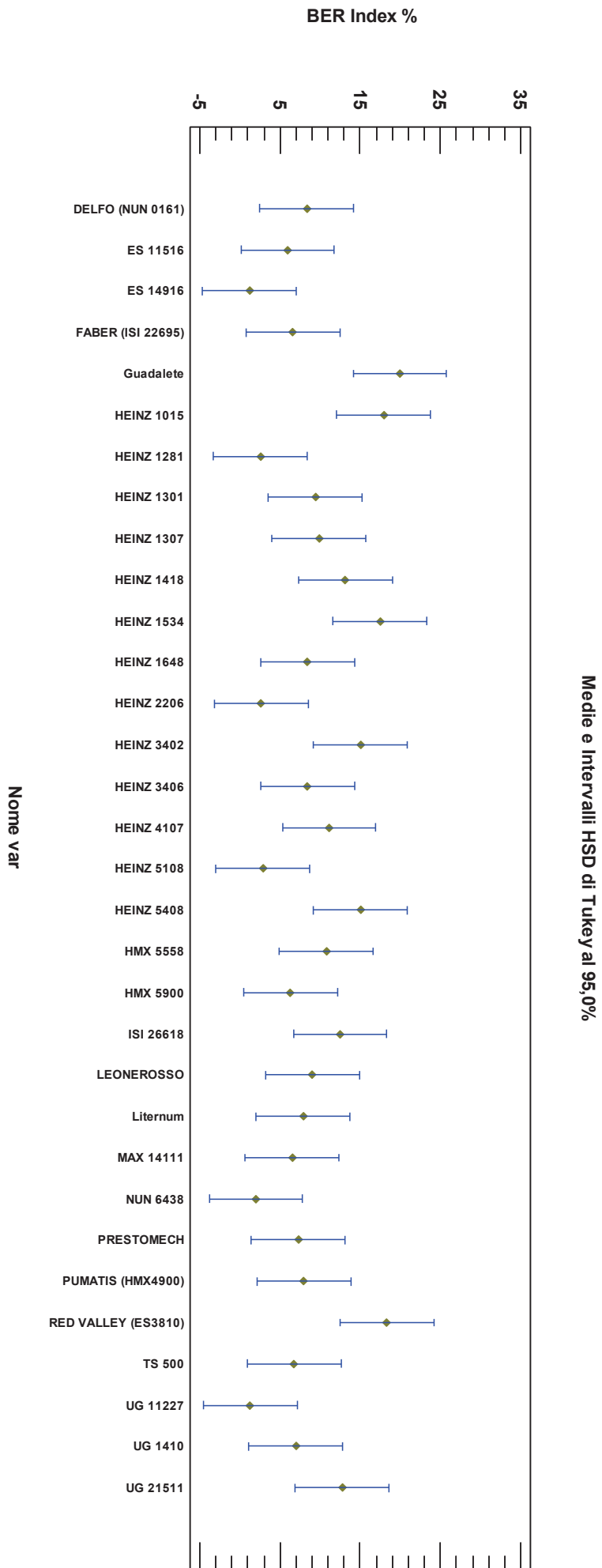


Figura 10 - Valori di BER index % medi e intervalli di confidenza al 95,0 %.

**Fattore regime:** il test di separazione tra le medie (LSD al 95% di probabilità), riportato in tabella 12, ha confermato quanto visto nell'analisi complessiva: il regime idrico è risultato il più vantaggioso nel contenere il marciume apicale e si è distinto dal regime irriguo salino; entrambi sono risultati differenti rispetto ai regimi asciutti, con o senza applicazione di Calcio fogliare.

Tabella 12 - Gruppi omogenei rilevati tramite test di separazione tra le medie (LSD al 95 %) per il fattore regime.

Regime	Conteggio	Media dei Min. Quad.	Gruppi omogenei
Irriguo	96	3,15278	X
Irriguo salino	96	6,20139	X
Ca fogliare	96	13,4861	X
Asciutto	96	13,7014	X

**Fattore interazione:** dall'analisi statistica l'interazione tra il fattore varietà ed il fattore regime è risultata significativa. In figura 11 è possibile visualizzare come le varietà si comportino in maniera diversa rispetto ai diversi regimi, come già evidenziato nell'analisi complessiva.

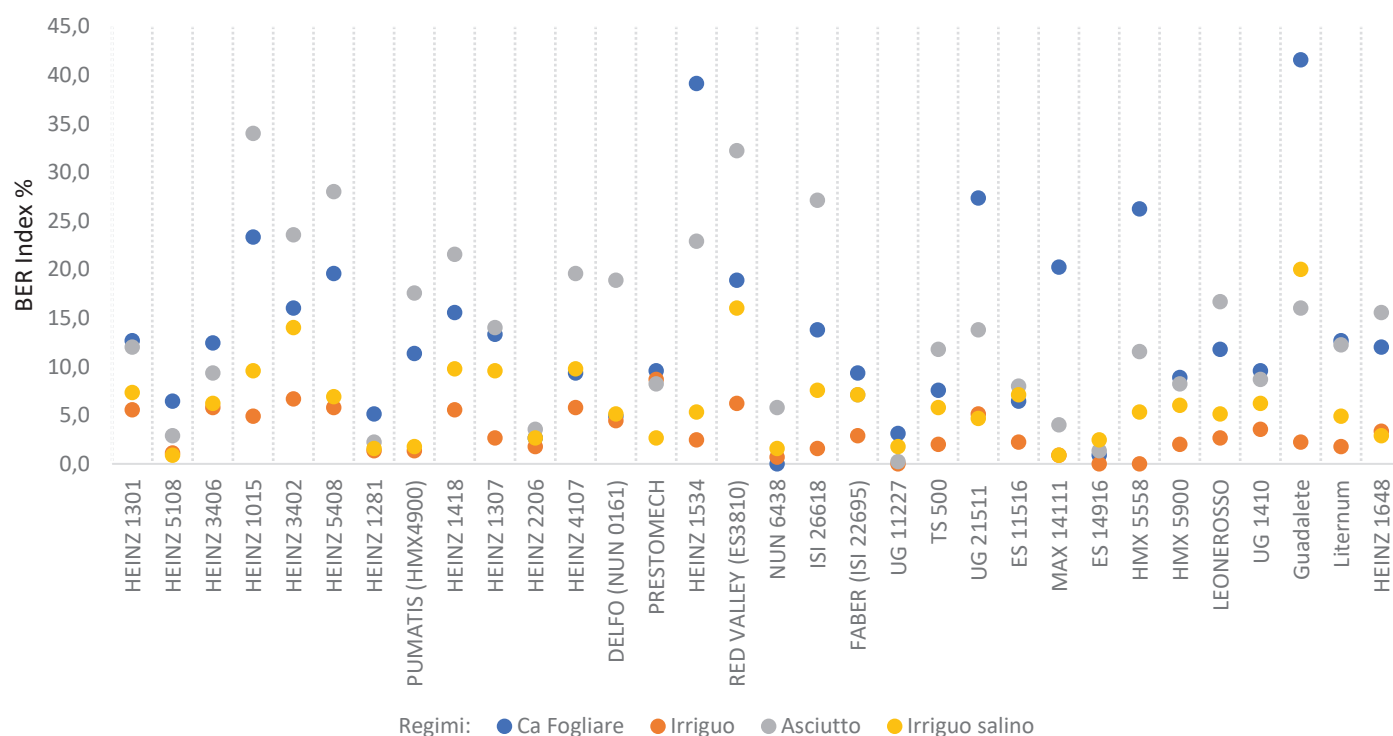


Figura 11 - Interazione tra il fattore varietà ed il fattore regime. Sulle ascisse sono riportati i nomi delle varietà a bacca tonda testate. Per ogni varietà si distingue il BER Index % per ogni regime a cui è stata sottoposta. Colori diversi indicano regimi diversi.

### **Varietà con tipologia di bacca allungata**

Contestualmente alle varietà con bacca allungata l'analisi statistica (tabella 13), svolta tramite ANOVA test, ha evidenziato la significatività del fattore varietà e del fattore regime a cui le tesi sono state sottoposte. Non è risultata significativa l'interazione.

*Tabella 13 - Risultati dell'ANOVA test in varietà con tipologia di bacca allungata. . In rosso sono evidenziati i P-value dei fattori significativi.*

<i>Sorgente</i>	<i>Somma dei quadrati</i>	<i>G.l.</i>	<i>Media dei quadrati</i>	<i>Rapporto F</i>	<i>P-value</i>
<b>EFFETTI PRINCIPALI</b>					
A:Nome varietà	917,438	5	183,488	5,81	<b>0,0003</b>
B:Regime	1055,82	3	351,94	11,15	<b>0,0001</b>
C:Blocco	320,531	2	160,265	5,08	<b>0,0102</b>
<b>INTERAZIONI</b>					
A*B	682,29	15	45,486	1,44	0,1691

**Fattore Varietà:** il test di separazione tra le medie (LSD al 95% di probabilità), riportato in tabella 14 e figura 12, ha evidenziato la presenza di varietà che differiscono statisticamente tra di loro. La varietà Heinz 1538 è risultata la più suscettibile mentre la varietà Nuovo Docet è risultata la più resistente.

*Tabella 14 - Gruppi omogenei rilevati tramite test di separazione tra le medie (LSD al 95 %) per il fattore varietà.*

<i>Nome varietà</i>	<i>Conteggio</i>	<i>Media dei Min. Quad.</i>	<i>Gruppi omogenei</i>
SV5197 (nuovo Docet)	12	1,72222	X
Performer	12	3,66667	X
Taylor	12	5,0	XX
ISI 13299 (Mariner)	12	9,16667	XX
Docet	12	9,77778	X
HEINZ 1538	12	11,6111	X

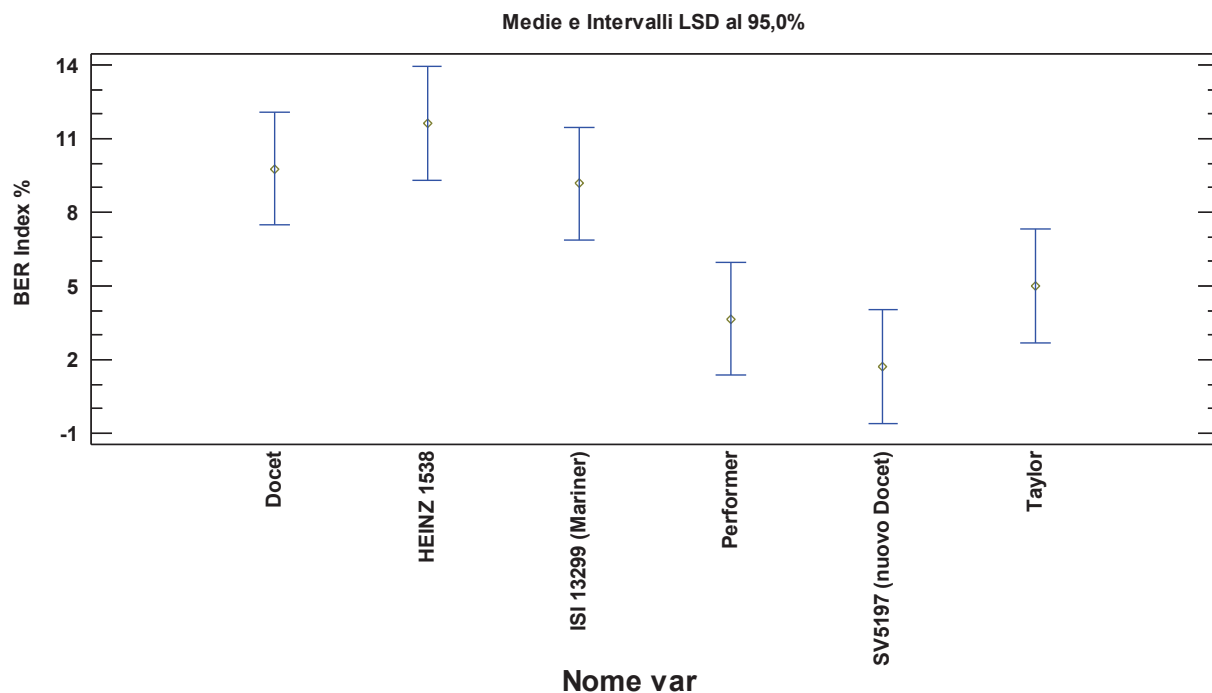


Figura 12 - Valori di BER index % medi e intervalli di confidenza al 95,0 %.

**Fattore regime:** il test di separazione tra le medie (LSD al 95% di probabilità), riportato in tabella 15, ha confermato l'analisi condotta nelle varietà tonde. I regimi in cui sono stati previsti interventi irrigui sono risultati i più vantaggiosi nel contenere il marciume apicale. Essi sono risultati differenti rispetto ai regimi asciutti, con o senza applicazione di Calcio fogliare

Tabella 15 - Gruppi omogenei rilevati tramite test di separazione tra le medie (LSD al 95 %) per il fattore regime.

<i>Regime</i>	<i>Conteggio</i>	<i>Media dei Min. Quad.</i>	<i>Gruppi omogenei</i>
Irriguo	18	2,44444	X
Irriguo salino	18	3,59259	X
Ca fogliare	18	10,4444	X
Asciutto	18	10,8148	X

**Fattore interazione:** sebbene dall'analisi statistica il fattore interazione non sia risultato significativo, è interessante visualizzare come le varietà si comportino in maniera diversa rispetto ai diversi regimi (Figura 13). In dettaglio nelle varietà Heinz 1538 e ISI 13299 è evidente l'effetto degli apporti idrici sulla suscettibilità della coltura.

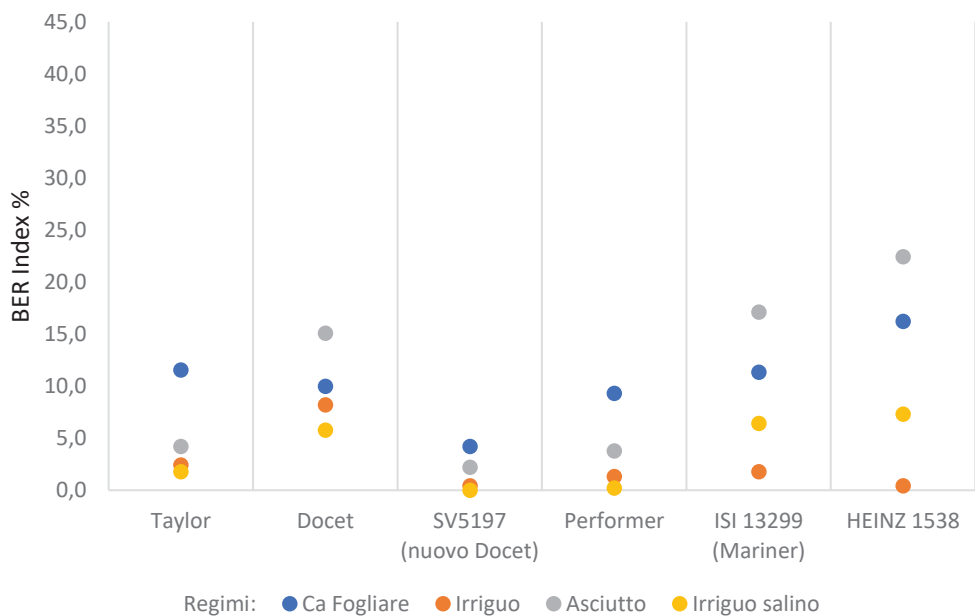


































Figura 13 - Interazione tra il fattore varietà ed il fattore regime. Sulle ascisse sono riportati i nomi delle varietà a bacca allungata testate. Per ogni varietà si distingue il BER Index % per ogni regime a cui è stata sottoposta. Colori diversi indicano regimi diversi.

## Analisi cluster suscettibilità varietale

In conclusione al fine di effettuare un'analisi della suscettibilità delle varietà con tipologia di bacca tonda ed allungata, è stata eseguita una analisi cluster identificando le seguenti classi: bassa (1), medio-bassa (2), media (3), medio-elevata (4) ed elevata (5).

Tabella 16 - Analisi cluster - varietà a bacca tonda.

Varietà	Suscettibilità Ber	Note
ES 14916		
UG 11227		Effetto negativo Ca fogliare; risponde bene anche al regime salino
NUN 6438		Risponde bene al Ca fogliare
HEINZ 1281		Effetto negativo Ca fogliare
HEINZ 2206		
HEINZ 5108		Effetto negativo Ca fogliare
ES 11516		Bassa in irriguo; BER più elevato con valori simili negli altri tre regimi
HMX 5900		
MAX 14111		Risponde bene anche al regime salino; effetto negativo Ca fogliare
FABER (ISI 22695)		Effetto negativo Ca fogliare
TS 500		Bassa in irriguo; molto suscettibile in asciutto
UG 1410		
PRESTOMECH		Risponde bene anche al regime salino
Liternum		Effetto negativo Ca fogliare
PUMATIS (HMX4900)		Bassa con apporti idrici; peggiora in asciutto e Ca fogliare
DELFO (NUN 0161)		
HEINZ 1648		
HEINZ 3406		Effetto negativo Ca fogliare
LEONEROSSO		
HEINZ 1307		
HEINZ 1301		Risponde bene anche al regime salino
HMX 5558		Effetto negativo Ca fogliare
HEINZ 4107		
ISI 26618		Effetto negativo Ca fogliare
UG 21511		Risponde bene al regime salino; effetto negativo al Ca fogliare
HEINZ 1418		
HEINZ 3402		Medio bassa suscettibilità in irriguo; elevata in asciutto
HEINZ 5408		Differenza evidente tra regimi idrici e regimi asciutti
HEINZ 1534		Effetto negativo Ca fogliare
HEINZ 1015		Effetto negativo anche al regime salino
RED VALLEY (ES3810)		
Guadalete		Effetto molto negativo di Ca fogliare; peggiora con regime salino

### Legenda Suscettibilità BER:

















 =bassa;  =medio-bassa;  =media;  
 =medio elevata;  =elevata



Tabella 17 - Analisi cluster - varietà a bacca allungata.

Varietà	Suscettibilità Ber	Note
SV5197 (nuovo Docet)		Effetto negativo Ca fogliare
Performer		Effetto negativo Ca fogliare; risponde bene anche al regime salino
Taylor		Effetto negativo Ca fogliare
ISI 13299 (Mariner)		
Docet		Risponde bene anche al regime salino
HEINZ 1538		Differenza evidente tra regimi idrici e regimi asciutti

**Legenda Suscettibilità BER:**

 =bassa;  =medio-bassa;  =media;  
 =medio elevata;  =elevata

I risultati ottenuti nei quattro regimi hanno evidenziato l'importanza fondamentale dell'intervento irriguo al fine di ridurre la suscettibilità al marciume apicale (irrigazioni effettuate seguendo il DSS pomodoro.net). Infatti nella maggior parte delle varietà il regime idrico è risultato il più vantaggioso in quanto sono stati ottenuti i valori di BER index % minori. L'apporto di una concentrazione salina % di 0,055 nell'acqua irrigua ha ridotto notevolmente la suscettibilità, seppur in misura minore rispetto al regime irriguo.

I regimi in asciutto sono risultati i peggiori. I risultati ottenuti in questo studio hanno evidenziato che l'apporto di Calcio fogliare non sempre è efficace nel contrastare questa fisiopatia, soprattutto in condizioni di forte stress idrico (regime asciutto).

### AZIONE 3.2 CALIBRAZIONE DEL DSS POMODORO.NET®

Contestualmente a quanto stabilito nel progetto di filiera ai sensi del PSR 2014/2020 Emilia-Romagna, il progetto ha avuto l'obiettivo di verificare in 17 aziende, rappresentative del territorio di riferimento (province di Piacenza e Parma), la necessità, qualora ci fosse, della calibrazione di modelli contenuti nel DSS pomodoro.net®. I modelli soggetti ad analisi sono quelli relativi alle avversità: (i) peronospora, (ii) alternariosi e (iii) batteriosi.

Per ogni azienda sono stati utilizzati i dati forniti dai monitoraggi delle avversità in campo ed i dati estrapolati dai modelli di *pomodoro.net*. UCSC si è occupata per ogni appezzamento di interesse della raccolta dei dati relativi alla dinamica di sviluppo di peronospora, alternariosi e batteriosi, intesa come diffusione in campo della malattia. Per ogni azienda tramite un'equazione è stata calcolata l'area sotto la curva di progressione della malattia (AUDPC), intesa come una misura quantitativa della diffusione della malattia nel tempo. Rispettivamente per ciascuna avversità, per ognuno dei rilievi effettuati (7 per ogni azienda) è stato calcolato il valore dell'area del trapezio dell'AUDPC con la seguente equazione:

**AUDPC** = (numero di giorni trascorso tra il primo ed il secondo rilievo) \* (rilievo 1) + (numero di giorni trascorso tra il primo ed il secondo rilievo) \* (rilievi 2 - rilievo 1) / 2.

Facendo la somma di tutti i trapezi è stato possibile individuare l'area sotto la curva di progressione per ciascuna avversità.

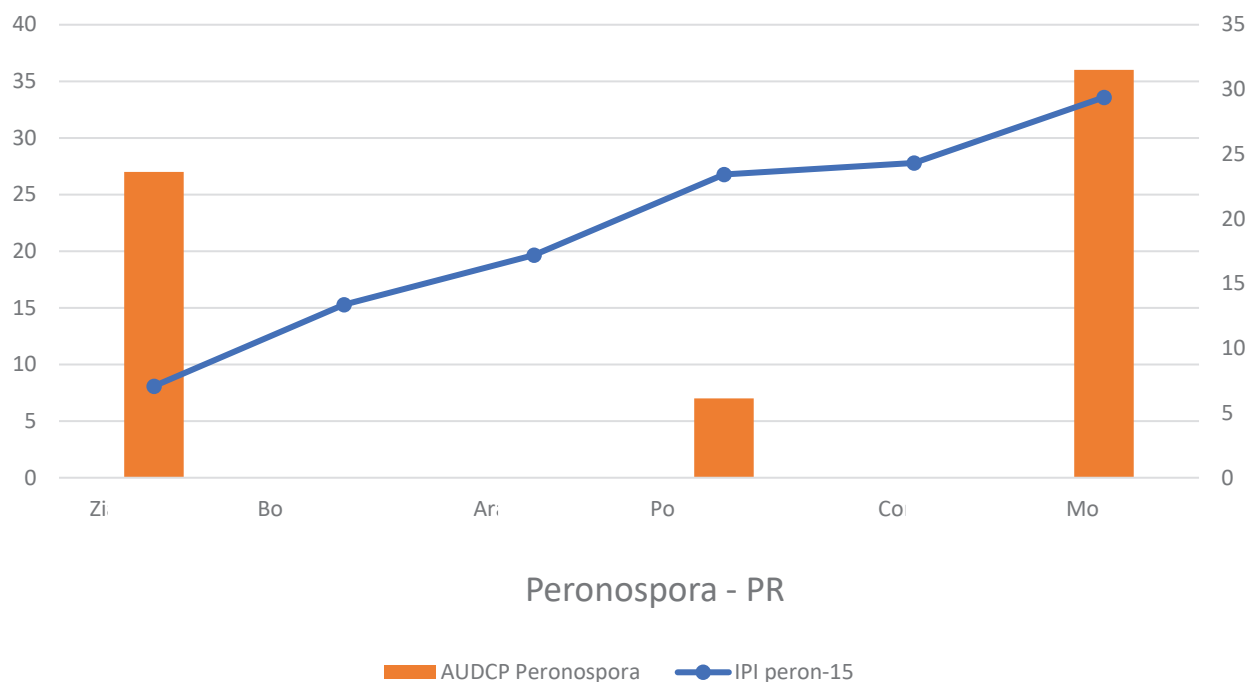
Successivamente dai modelli del DSS delle UP di ciascuna azienda sottoposta ad analisi sono stati calcolati:

- **IPI – 15 (Peronospora)**, ovvero l'IPI cumulato a 15 giorni dalla raccolta a cui è stato sottratto 15. I dati di input per il calcolo dell'IPI giornaliero (IPI<sub>i</sub>) sono: 1) la data di emergenza o trapianto della coltura; 2) la temperatura minima, media e massima giornaliera (°C); 3) l'umidità relativa media giornaliera (%); 4) la precipitazione totale giornaliera (mm).
- **IPI – 35 (Alternariosi)**, ovvero l'IPI cumulato a 15 giorni dalla raccolta a cui è stato sottratto 35. I dati di input per il calcolo dell'IPI giornaliero (IPI<sub>i</sub>) sono: 1) la data di emergenza o trapianto della coltura; 2) le ore di bagnatura continua (h) e 3) la temperatura media del periodo di bagnatura (°C).
- **Numero di infezioni (Batteriosi)**, ovvero il numero dei diamanti che indicano i giorni in cui le condizioni ambientali (di temperatura, umidità e vento) sono state favorevoli per le infezioni a 15 giorni dalla raccolta.

Dunque per ogni azienda, relativamente a ciascuna avversità, sono stati posti a confronto i dati forniti dai modelli previsionali di *pomodoro.net* con i dati relativi alla diffusione della malattia in campo.

#### **Provincia di Parma**

Contestualmente all'avversità Peronospora, nel grafico 14 è possibile visualizzare per ciascuna azienda localizzata nella provincia di Parma l'IPI cumulato secondo il DSS (linea con cerchi), in relazione all'AUDPC (colonne).



*Figura 14: Confronto delle aziende della provincia di Parma circa la Peronospora. La linea con cerchi blu rappresenta l'IPI cumulato; le colonne arancioni l'AUDPC.*

Come evidenziato dal grafico 14 (sopra), l'azienda Mo può essere identificato come caso testimone. Infatti al netto di un'AUDPC elevata (36) e di conseguenza un'elevata diffusione di Peronospora nell'appezzamento, il DSS ha rilevato un valore elevato di IPI cumulato (29,39). Risulta importante sottolineare come i trattamenti non siano stati programmati in maniera efficace. È possibile visualizzare in figura 15 (sotto) come, nonostante il modello previsionale avesse rilevato un consistente aumento del potenziale infettivo di *Ph. Infestans* in un periodo chiave della coltura del pomodoro (circa a partire dal 10 Luglio), non sono stati previsti trattamenti volti al contenimento della malattia.

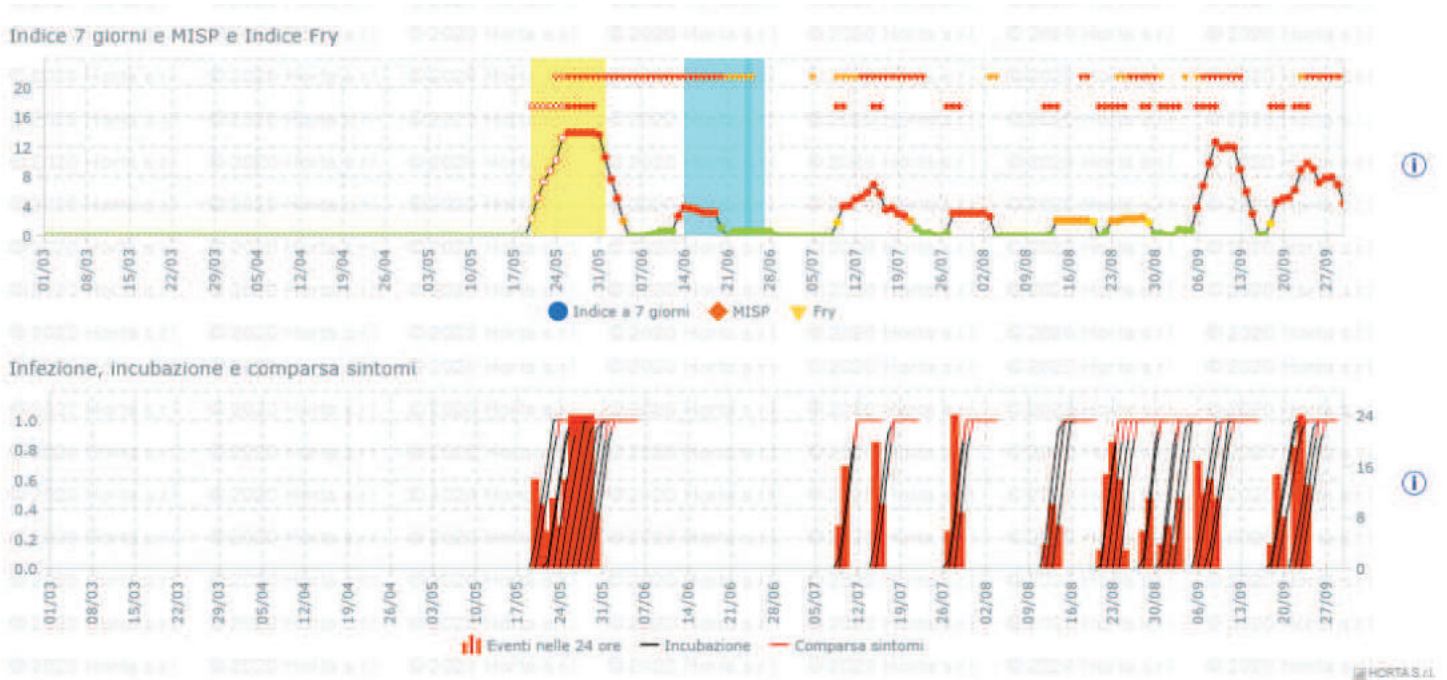


Figura 15: Output del modello previsionale di Peronospora (pomodoro.net) dell'azienda Mo

Al contrario l'azienda Bo (Figura 16, sotto), seppur con un IPI cumulato inferiore (13,38) rispetto al caso precedente, seguendo in maniera efficace le previsioni fornite dal modello è riuscita a contrastare le infezioni di Peronospora identificando il periodo chiave in cui effettuare i trattamenti. Questo dato viene corroborato dall'AUDPC pari a 0: i monitoraggi non hanno rilevato la presenza della malattia nell'apezzamento.

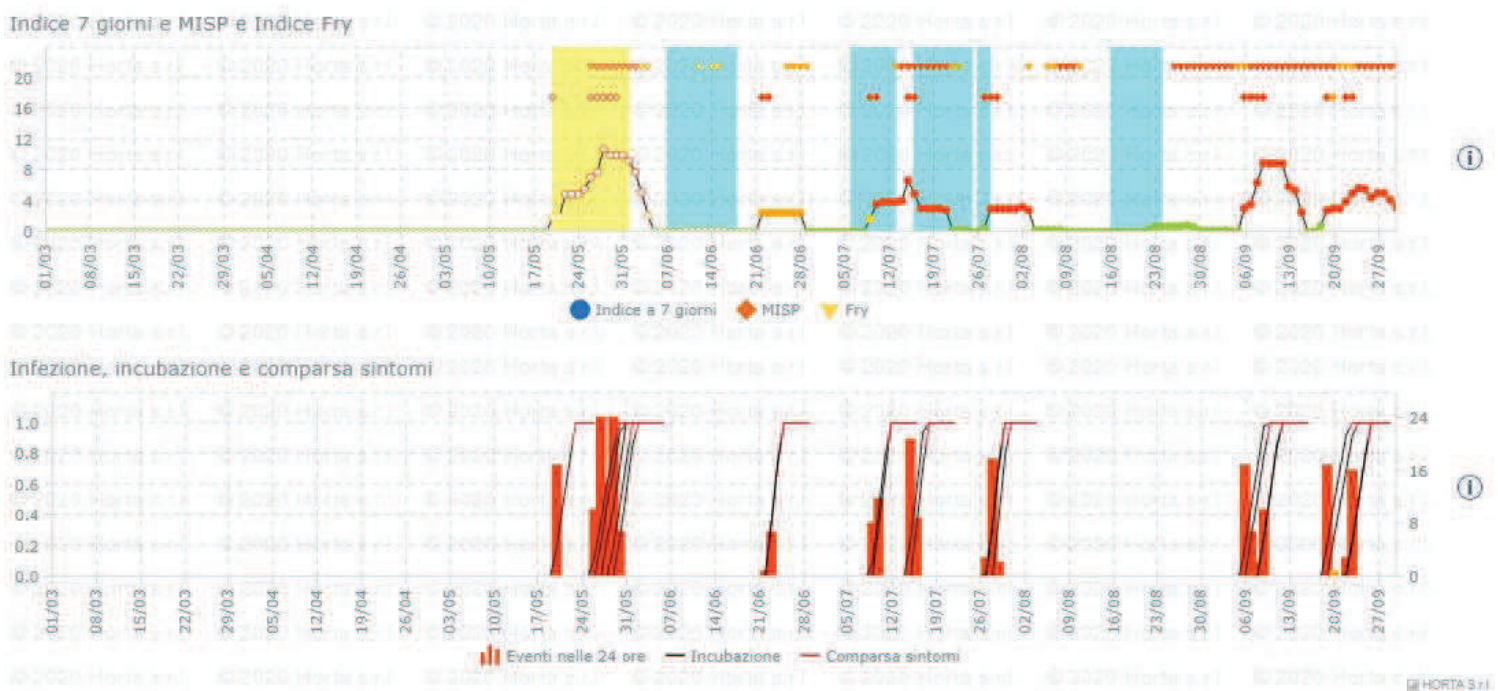


Figura 16: Output del modello previsionale di Peronospora (pomodoro.net) dell'azienda Bo

Un caso particolare è quello dell'azienda Zi

Infatti seppur con un'IPI cumulato minore

(7,08), presenta un'AUDPC elevata (27).

Come evidenziato in figura 17 (sotto), questo caso corrobora l'importanza della scelta dei trattamenti sulla base del modello previsionale. A metà luglio, dove il modello aveva previsto un'importante infezione del patogeno, il trattamento è stato effettuato in ritardo. Da questo ne consegue la diffusione della malattia nell'appezzamento di riferimento rilevata dai monitoraggi.

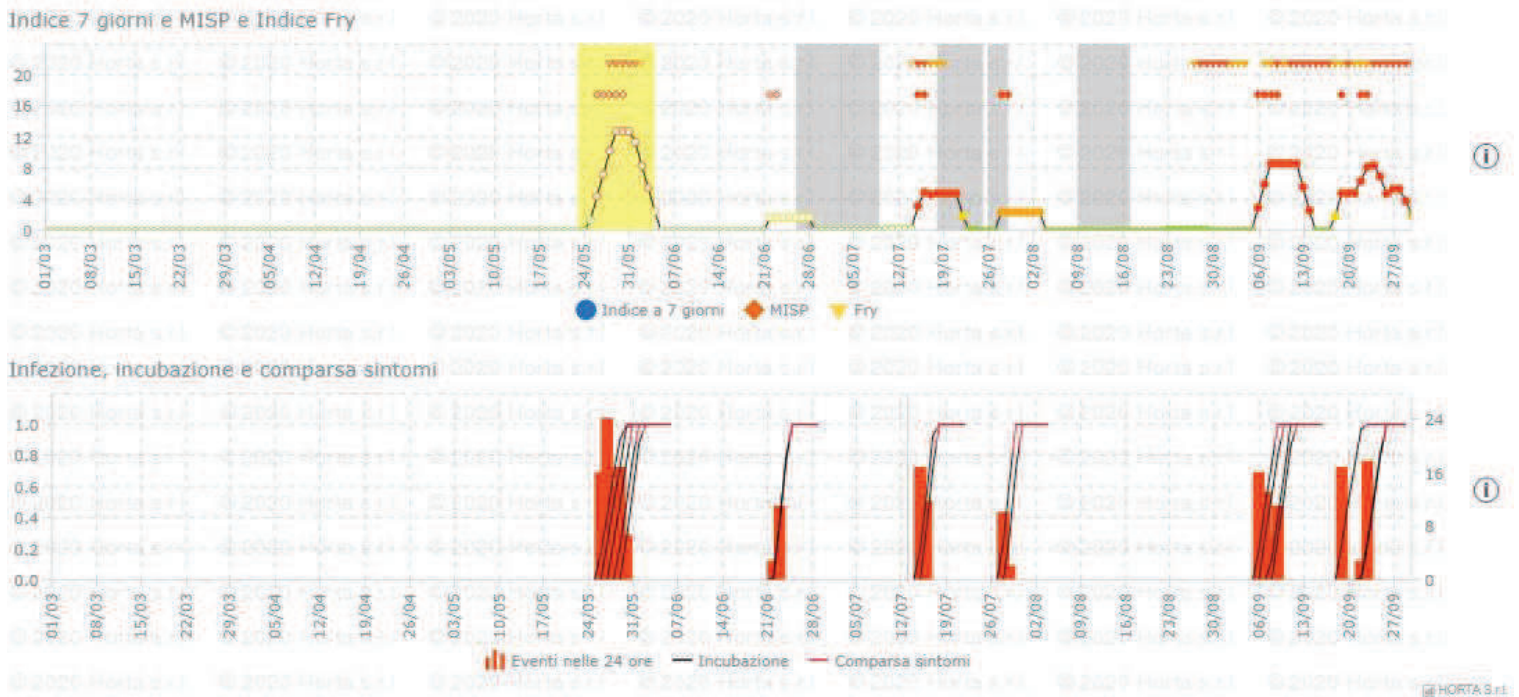


Figura 17: Output del modello previsionale di Peronospora (pomodoro.net) dell'azienda Zi

Come evidenziato dai grafici 18 e 19 (sotto), analogamente a quanto fatto per Peronospora il medesimo confronto è stato fatto per Alternariosi e Batteriosi.

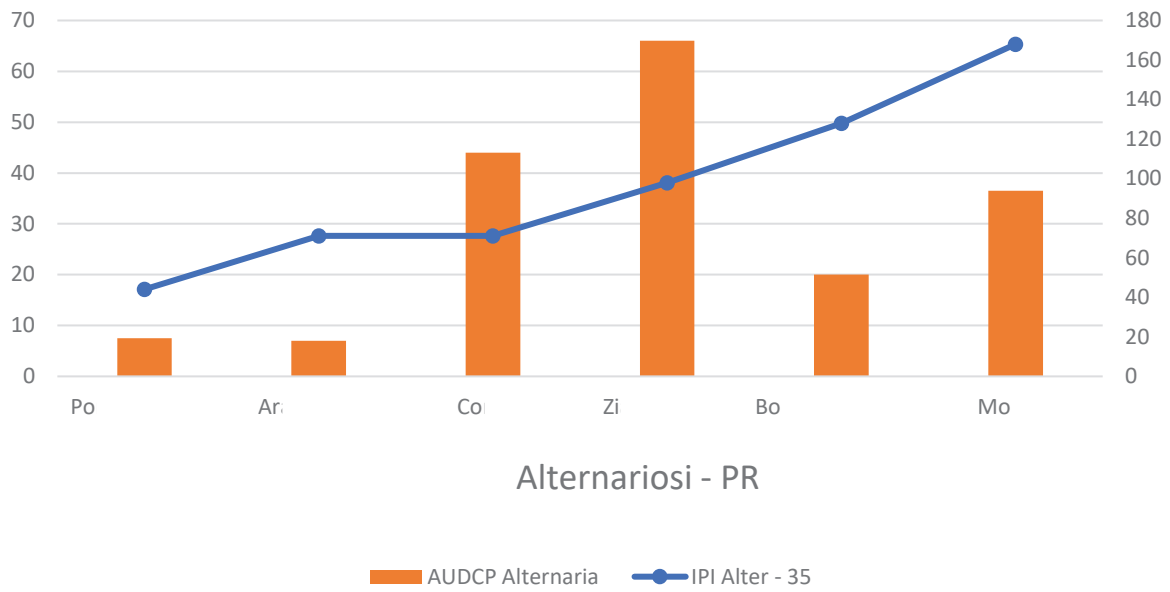


Figura 18: Confronto delle aziende della provincia di Parma circa l'Alternariosi. La linea con cerchi blu rappresenta l'IPI cumulato; le colonne arancioni l'AUDPC.

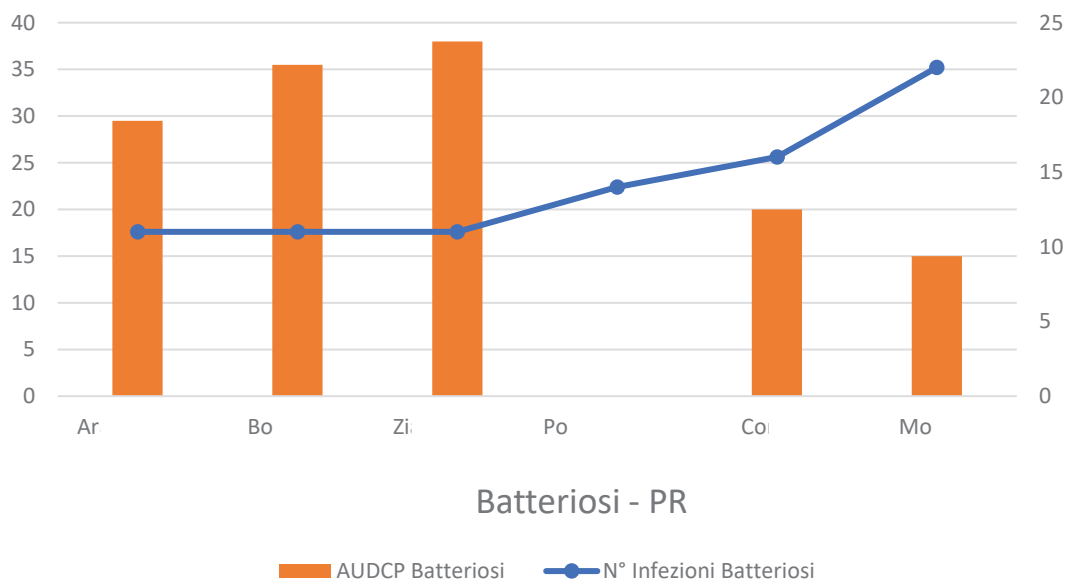


Figura 19: Confronto delle aziende della provincia di Parma circa la Batteriosi. La linea con cerchi blu rappresenta l'IPI cumulato; le colonne arancioni l'AUDPC.

### Provincia di Piacenza

Analogamente alle analisi condotte nella provincia di Parma, nel grafico 20 (sotto) è possibile visualizzare per ciascuna azienda localizzata nella provincia di Piacenza l'IPI cumulato secondo il DSS (linea con cerchi), in relazione all'AUDPC (colonne).

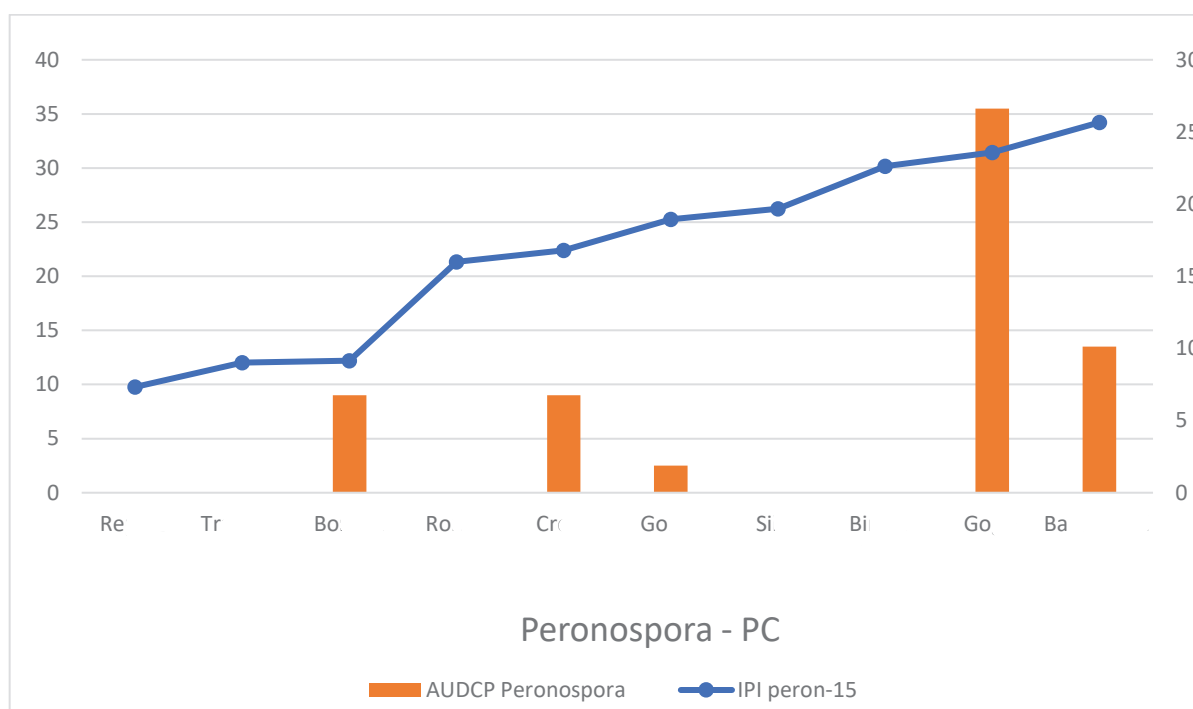


Figura 20: Confronto delle aziende della provincia di Piacenza circa la Peronospora. La linea con cerchi blu rappresenta l'IPI cumulato; le colonne arancioni l'AUDPC.

L'azienda Gogni risulta il caso testimone. Al netto di un'AUDPC elevata (35,5), il DSS ha rilevato un'elevato valore di IPI cumulato (23,58).

In questo caso i trattamenti (Figura 21, sotto) non sono stati programmati in maniera efficace. I periodi infettivi di *Ph. Infestans* individuati dal modello previsionale nel periodo intorno al 15 Luglio non sono stati coperti da nessun trattamento. Da questo ne consegue la presenza della malattia in campo rilevata dai monitoraggi.

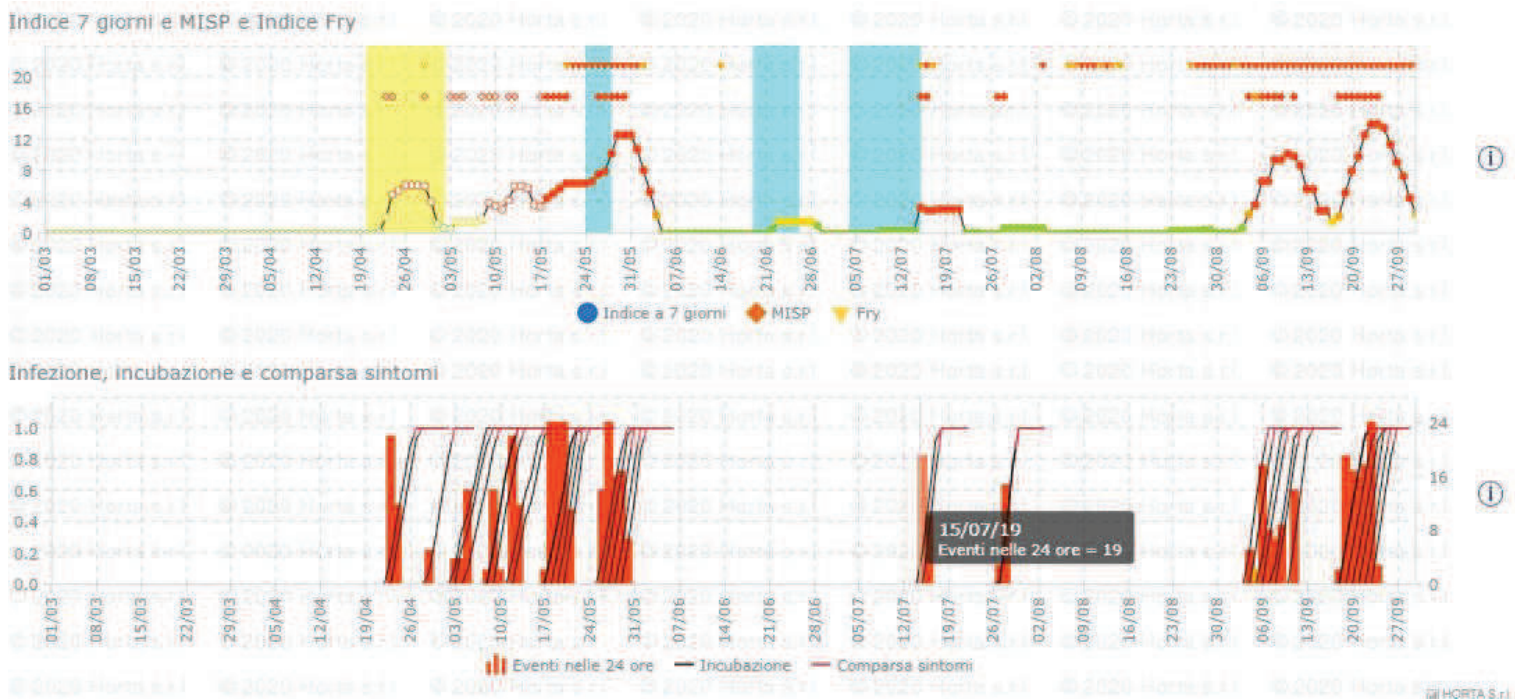


Figura 21: Output del modello previsionale di Peronospora (pomodoro.net) dell'azienda Go

L'azienda Crotti (Figura 22, sotto) seppur con un'IPI cumulato minore (16,79), ha evidenziato la presenza della malattia nell'apezzamento (AUDPC: 9).

Le previsioni del modello che avevano identificato metà luglio come periodo favorevoli all'insorgere di infezioni di Peronospora, non sono state idoneamente consultate per la scelta di trattamenti.

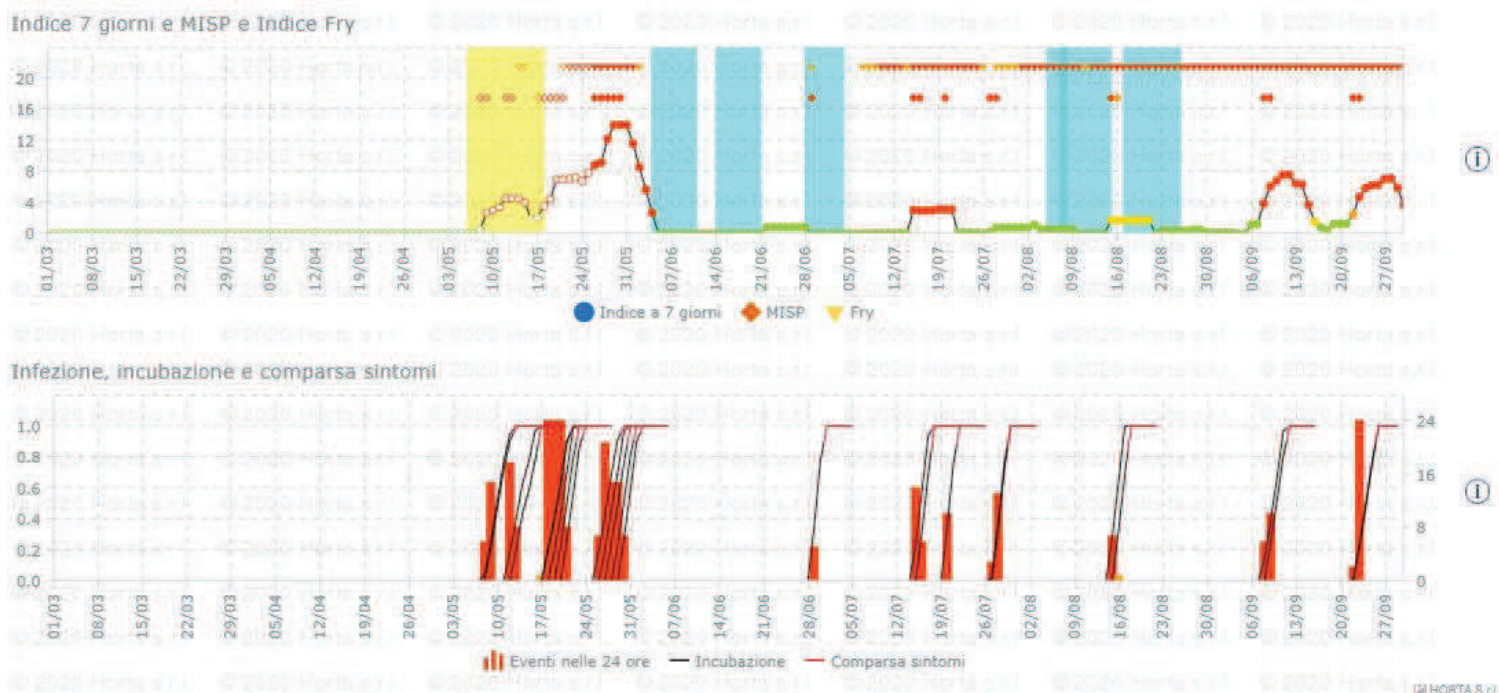


Figura 22: Output del modello previsionale di Peronospora (pomodoro.net) dell'azienda Cr



Come evidenziato dai grafici 23 e 24 (sotto), analogamente a quanto fatto per Peronospora il medesimo confronto è stato fatto per Alternariosi e Batteriosi.

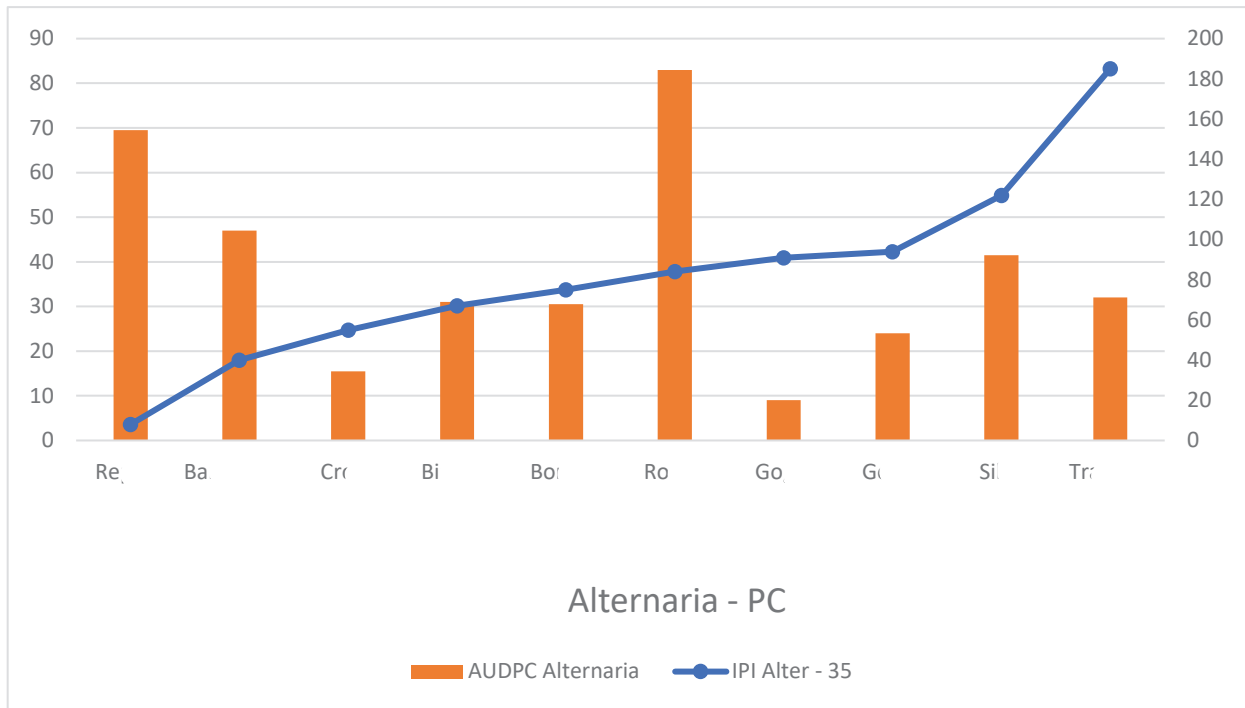


Figura 23: Confronto delle aziende della provincia di Piacenza circa l'Alternariosi. La linea con cerchi blu rappresenta l'IPI cumulato; le colonne arancioni l'AUDPC.

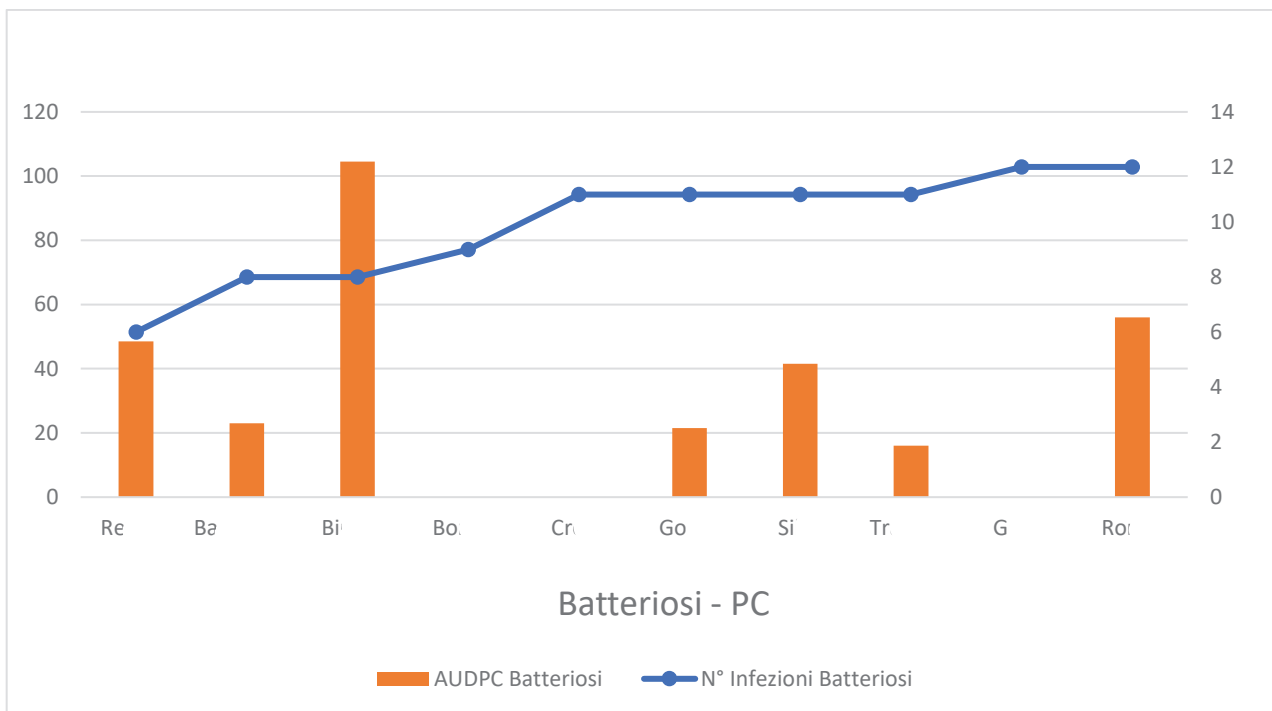


Figura 24: Confronto delle aziende della provincia di Piacenza circa le Batteriosi. La linea con cerchi blu rappresenta l'IPI cumulato; le colonne arancioni l'AUDPC.

## **Conclusioni**

I dati ottenuti da questa analisi hanno permesso di certificare la funzione di *pomodoro.net* come uno strumento di assistenza alle aziende agricole, in grado di fornire informazioni specifiche per il singolo appezzamento e migliorare le performances quali-quantitative della produzione.

L'analisi ha corroborato come le indicazioni relative alle malattie fungine (peronospora e alternariosi) e batteriche per il singolo appezzamento fornite sono valorizzate in funzione della scelta di trattamenti adeguati nei periodi previsti di infezione.

Le aziende che, seguendo i consigli dei modelli previsionali, sono riuscite ad individuare anticipatamente i periodi infettivi degli agenti patogeni ed hanno trattato in modo efficace, hanno ottenuto i risultati previsti, riducendo la diffusione della malattia nell'appezzamento di interesse. Dunque non è stata ritenuta opportuna un'ulteriore calibrazione dei modelli previsionali relativi alle avversità in analisi.

## AZIONE 3.3 CONFRONTO TRADIZIONALE VS INNOVATIVO

### A) 3.3. Confronto TRADIZIONALE VS INNOVATIVO (UCSC)

Durante la stagione di coltivazione del pomodoro 2019, in 18 aziende pilota sono stati effettuati confronti fra la tecnica adottata dall'azienda e la tecnica innovativa basata sull'uso di pomodoro.net®. In ogni azienda pilota sono state predisposte due parcelle: una gestita secondo la tecnica aziendale e l'altra gestita con l'uso di pomodoro.net®.

UCSC è occupata della raccolta dei dati relativi a malattie e fisiopatie per un totale di 7 rilievi a stagione in ogni azienda pilota. Da progetto il numero totale dei rilievi da eseguire era 8 ma per via del caldo estivo intenso la raccolta del pomodoro è stata anticipata rispetto quanto programmato nel piano dei monitoraggi. Tuttavia, gli ultimi due rilievi effettuati già in agosto hanno mostrato una situazione stabile, che si presume non sarebbe variata in un ottavo rilievo. UCSC ha poi provveduto all'elaborazione statistica dei risultati ottenuti.

Inoltre sono state registrati i dati inerenti alla produzione (resa e °Brix) a fine campagna.

AINPO ha fornito un apporto tecnico-operativo, attraverso il coinvolgimento diretto di personale dipendente qualificato.

AINPO ha selezionato 18 aziende sparse sul territorio regionale tra le province di Piacenza, Parma e Reggio Emilia. I contatti di tali aziende sono stati forniti all'UCSC e i proprietari sono stati contattati per constatare l'avvenuto trapianto del pomodoro, l'adozione del DSS pomodoro.net® e per concordare un primo appuntamento per un sopralluogo nei campi. Ad ogni azienda è stato richiesto di selezionare un appezzamento a gestione DSS pomodoro.net® e un appezzamento condotto con tecnica aziendale.

Le 18 aziende pilota hanno risposto positivamente al progetto rendendosi disponibili, sebbene con tempi diversi e con diverso impegno, ad indicare ai collaboratori dell'UCSC l'ubicazione dei campi e le informazioni pertinenti allo svolgimento della prova.

I dettagli sono riassunti in tabella 18 e figura 25.

Tabella 18 - Dettaglio campi aziende pilota e mappa di distribuzione delle aziende nel territorio della regione Emilia-Romagna.

Azienda	AR		BAI		BII		BOI		BI		COI		CR/		GII		GI	
Comune	COLLECCHIO/ MADREGOLO (PR)		CORTEMAGGIORE (PC)		PIACENZA/ PITTOLO		PARMA/ CARIGNANO		PONTENURE (PC)		FONTEVIVO (PR)		CORTEMAGGIORE (PC)		GRAGNANO TREBBIESE/ CAMPREMOLDO SOPRA (PC)		FIORENZUOLA (PC)	
Condizione	DSS	Aziendale	DSS	Aziendale	DSS	Aziendale	DSS	Aziendale	DSS	Aziendale	DSS	Aziendale	DSS	Aziendale	DSS	Aziendale	DSS	Aziendale
Coordinate																		
Varietà	HEINZ 5108	HEINZ 5108	HEINZ 2206	HEINZ 2206	SENTOSA	SENTOSA	HEINZ 5108-1301	HEINZ 5108-1301	Callendo	Callendo	NUNHEMS 6438	TYREX	HEINZ 1307	HEINZ 1307	HEINZ 1301	HEINZ 1301	HEINZ 1301	HEINZ 1301
Data Trapianto	11-mag	11-mag	08-apr	08-apr	10-15 apr	10-15 apr	25-mag	25-mag	1-2 mag	1-2 mag	15-apr	15-apr	05-mag	05-mag	22-apr	22-apr	23-24 Apr.	23-24 Apr
Superficie (ha)	1,5	1,5	4,6	10,0	10,0	5,5	6,0	3,0	3,0	9,0	2,5	3,0	4,0	8,0	2,0	2,0	1,0	3,0

Azienda	GOI		MO		POI		REF		RO/		SI		TRI		TI		ZI/	
Comune	ALSENO (PC)	FIORENZUOLA (PC)	CARIGNANO/ COLLECCHIO (PR)		LANGHIRANO/ AROLA (PR)		GOSSOLENGO/ CARATTA (PC)		SAN GIORGIOP.NO/ RIZZOLO (PC)		BORGONOVO VALTIDONE/ MOTTAZIANA (PC)		BORGONOVO VAL TIDONE/ BRENO (PC)		REGGIOLO (RE)		BAGANZOLA (PR)	COLORNO (PR)
Condizione	DSS	Aziendale	DSS	Aziendale	DSS	Aziendale	DSS	Aziendale	DSS	Aziendale	DSS	Aziendale	DSS	Aziendale	DSS	Aziendale	DSS	Aziendale
Coordinate																		
Varietà	HEINZ 1301- HEINZ 1015 - HEINZ 5108	HEINZ 5108	Pumatis (HMX 4900)	Pumatis (HMX 4900)	H3406	H3406	HEINZ 1301	HEINZ 1301	HEINZ 3402	HEINZ 3402	HEINZ 1301	NUNHEMS 6438	HEINZ 1301	HEINZ 1301	HEINZ 1418	HEINZ 1418	RUSTICO	HEINZ 1301 - HMX 5558 - 287
Data Trapianto	28-30 apr	18-19 Apr.	26-mag	26-mag	7-mag	7-mag	8-9 Mag.	8-9 Mag	6-7 Mag	6-7 Mag	25-apr	10-apr	25-apr	25-apr	05-giu	03-giu	15-apr	22-mag
Superficie (ha)	16,8	17,4	0,8	0,8	1,5	2,0	3,5	3,0	4,2	4,2	5,0	6,0	4,0	6,0	4,0	15,0	10,0	11,0

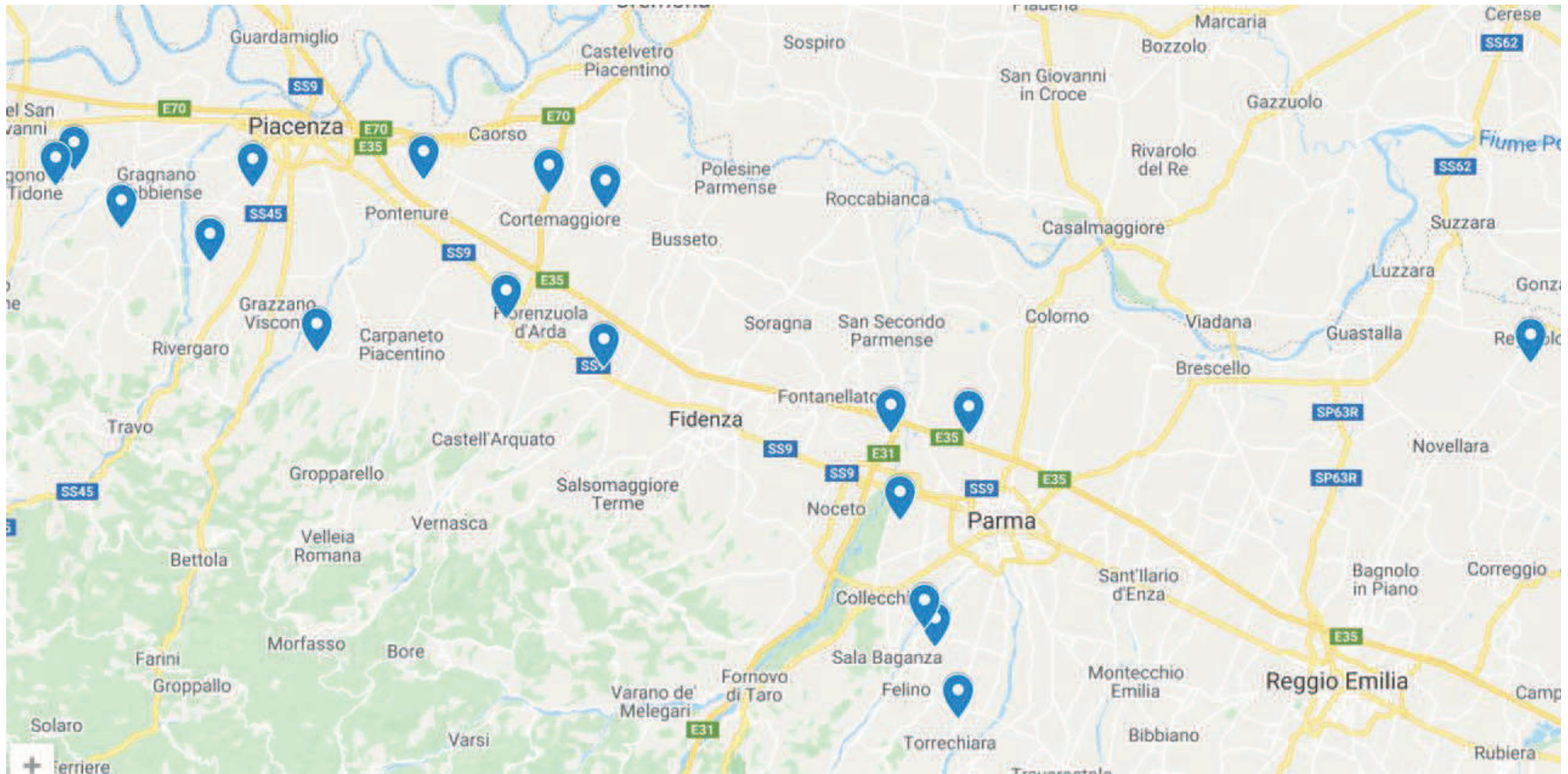


Figura 25 - Distribuzione territoriale delle 18 aziende in cui sono stati eseguiti i monitoraggi da UCSC nelle provincie di Piacenza, Parma e Reggio Emilia.

L'UCSC ha eseguito l'elaborazione statistica dei dati raccolti allo scopo di evidenziare le differenze significative fra la gestione con DSS pomodoro.net<sup>®</sup> e la gestione con tecnica aziendale. Le analisi statistiche sono state effettuate tramite il software IBM SPSS Statistics 25. L'analisi della varianza (ANOVA) è stata condotta per evidenziare differenze significative tra le variabili considerate.

I dati fenologici raccolti sono stati analizzati tramite analisi della varianza (ANOVA), per evidenziare differenze nella dinamica della progressione fenologica tra le piante nei campi a gestione DSS e quelle nei campi gestiti con tecnica aziendale. La progressione della fenologia non risulta statisticamente diversa ( $P > 0.05$ ) tra le due gestioni.

Nel periodo di monitoraggio tutte le malattie considerate e anche il marciume apicale sono stati riscontrati, sebbene non in tutti gli appezzamenti e con livelli di diffusione e distribuzione diverse. Di seguito sono riportati, caso per caso, gli andamenti sia delle malattie fungine (alternaria e peronospora), sia delle malattie batteriche (macchiatura e maculatura batteriche), sia del marciume apicale.

Partiamo trattando le malattie fungine.

In Figura 26, è mostrata la dinamica di sviluppo dell'**alternaria**, intesa come diffusione in campo e distribuzione dei sintomi sulla pianta, in un confronto tra due tipi di gestione. Sull'asse delle ordinate si trovano le frequenze, cioè il numero di campi (n. 18 – sia per la gestione DSS che tecnica aziendale), ripartiti per ogni classe sia di diffusione (Figura 26-A) che di distribuzione (Figura 26-B). Sulle ascisse sono riportati gli acronimi delle tecniche e numero dei rilievi a cui le frequenze corrispondono.

La malattia compare a partire dal secondo rilievo in pochi campi e avanza progressivamente nei rilievi successivi. Al momento dell'ultimo rilievo, in tutti i campi a gestione DSS la malattia è presente in modo sporadico o diffuso (classi diffusione 1 e 2) con sintomi lievi (raramente gravi) sulle piante. Gli appezzamenti a gestione tradizionale aziendale colpiti sono 16 su 18, con classi di diffusione in campo e distribuzione dei sintomi sulla pianta comparabili con quelli rilevati nella gestione DSS. Infatti, dall'analisi della varianza (ANOVA) non è emersa una differenza statisticamente significativa ( $P > 0.05$ ) tra i due tipi di gestione.

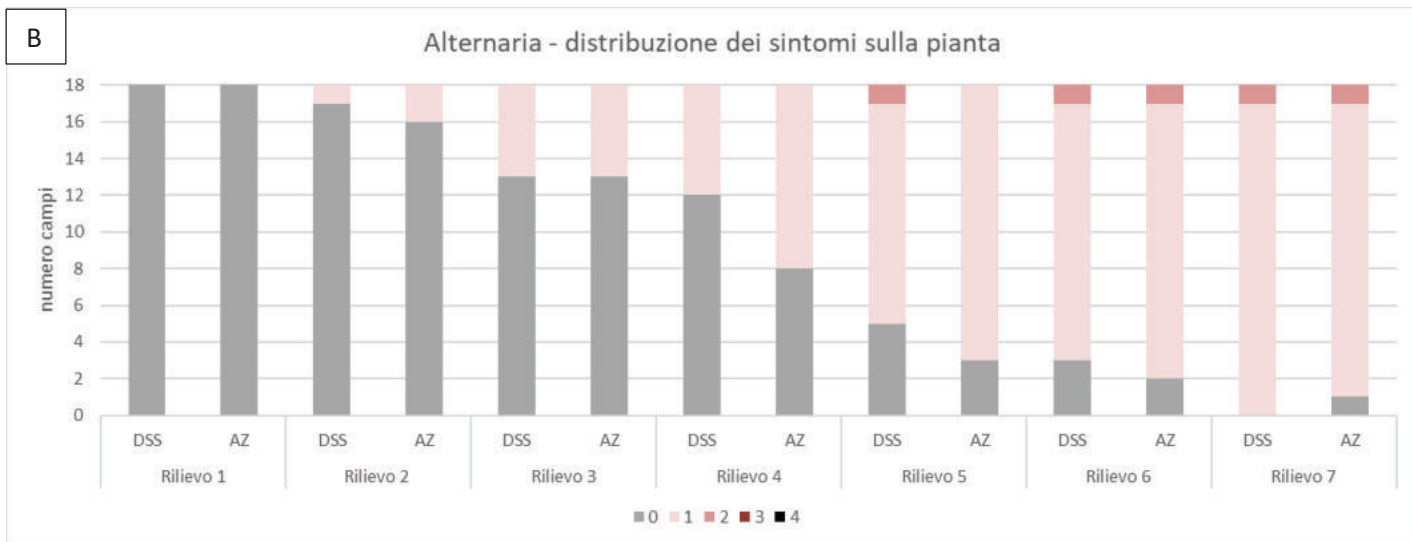
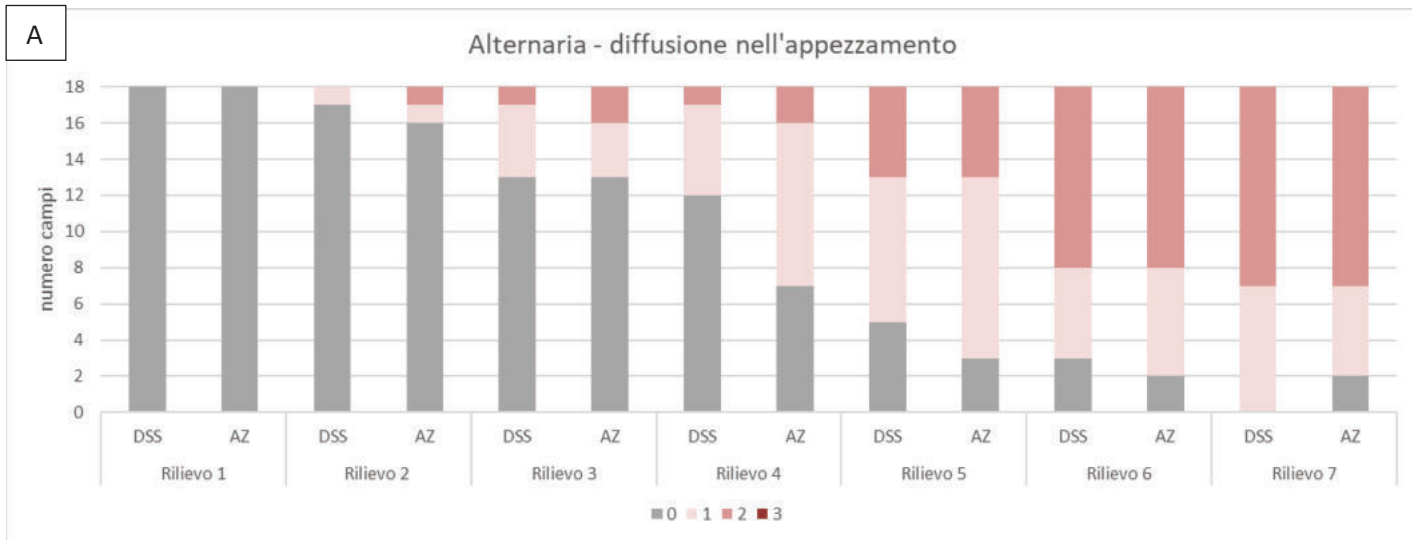


Figura 26 - Dinamica di sviluppo dell'alternaria nel corso dei sette rilievi per i campi gestiti con DSS (DSS) e per i campi gestiti con tecnica aziendale (AZ), tecniche a confronto. (A) Diffusione in campo; (B) distribuzione dei sintomi sulla pianta. Sull'asse delle ordinate si trovano le frequenze, i.e. il numero di parcelle (tot. 18). Sulle ascisse sono riportati i nomi delle tesi e il numero dei rilievi. Diversi colori identificano diverse classi (A) di diffusione in campo (0=assente, 1=sporadica, 2=diffusa, 3=estesa) e (B) distribuzione dei sintomi sulla pianta (0=assente, 1=sintomi solo sul tessuto fogliare, 2=sintomi lievi sulla vegetazione e qualche bacca interessata, 3= sintomi gravi sulla vegetazione e sulle bacche, 4=intera pianta compromessa).

In Figura 27, è mostrata la dinamica di sviluppo della **peronospora**, intesa come diffusione in campo e distribuzione dei sintomi sulla pianta, in un confronto tra due tipi di gestione. Sull'asse delle ordinate si trovano le frequenze, cioè il numero di campi (n. 18 – sia per la gestione DSS che tecnica aziendale), ripartiti per ogni classe sia di diffusione (Figura 27-A) che di distribuzione (Figura 27-B). Sulle ascisse sono riportati gli acronimi delle tecniche e numero dei rilievi a cui le frequenze corrispondono.

La malattia compare a partire dal terzo rilievo in pochi campi. Un leggero seppur progressivo avanzamento si osserva nei rilievi successivi. Nei campi a gestione DSS colpiti dalla malattia la diffusione nell'appezzamento è stata sporadica e con sintomi solo sul tessuto fogliare della pianta (classe diffusione 1). I campi a gestione aziendale affetti dalla malattia sono stati numericamente superiori rispetto a quelli in gestione DSS, soprattutto verso il termine della stagione. Inoltre, durante gli ultimi due rilievi, in un campo a gestione aziendale la malattia si presentava diffusa a macchia di leopardo nell'appezzamento (classe diffusione 2). Tuttavia, in tutti gli appezzamenti a gestione aziendale, la distribuzione dei sintomi sulla pianta ha visto la compromissione solo del tessuto fogliare senza aver interessato le bacche. Pertanto le due tecniche di gestione sono risultate comparabili, infatti anche dall'analisi della varianza (ANOVA) non è emersa una differenza statisticamente significativa ( $P > 0.05$ ).



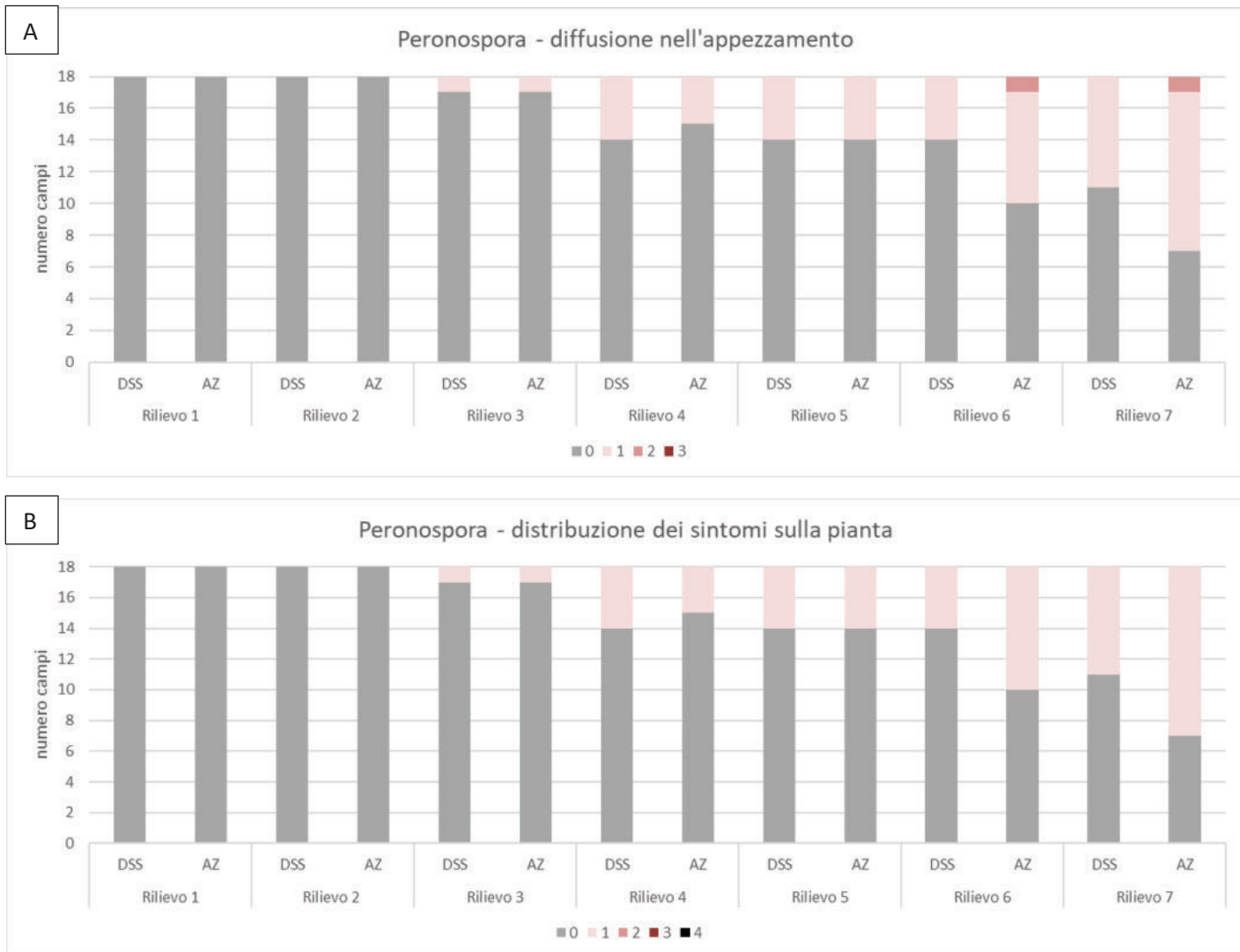


Figura 27 - Dinamica di sviluppo della peronospora nel corso dei sette rilievi per i campi gestiti con DSS (DSS) e per i campi gestiti con tecnica aziendale (AZ), tecniche a confronto. (A) Diffusione in campo; (B) distribuzione dei sintomi sulla pianta. Sull'asse delle ordinate si trovano le frequenze, i.e. il numero di parcelle (tot. 18). Sulle ascisse sono riportati i nomi delle tesi e il numero dei rilievi. Diversi colori identificano diverse classi (A) di diffusione in campo (0=assente, 1=sporadica, 2=diffusa, 3=estesa) e (B) distribuzione dei sintomi sulla pianta (0=assente, 1=sintomi solo sul tessuto fogliare, 2=sintomi lievi sulla vegetazione e qualche bacca interessata, 3= sintomi gravi sulla vegetazione e sulle bacche, 4=intera pianta compromessa).

Segue ora la descrizione dell'andamento delle malattie causate da agenti patogeni batterici. Nei campi in cui si è mostrata la malattia, gli agenti batterici sono risultati più aggressivi, rispetto i funghi fitopatogeni, sia in termini di diffusione nel campo che di distribuzione dei sintomi sulle piante.

In Figura 28, è mostrata la dinamica di sviluppo della **macchiatura batterica**, intesa come diffusione in campo e distribuzione dei sintomi sulla pianta, in un confronto tra due tipi di gestione. Sull'asse delle ordinate si trovano le frequenze, cioè il numero di campi (n. 18 – sia per la gestione DSS che tecnica aziendale), ripartiti per ogni classe sia di diffusione (Figura 28-A) che di distribuzione

(Figura 28-B). Sulle ascisse sono riportati gli acronimi delle tecniche e numero dei rilievi a cui le frequenze corrispondono.

La malattia compare diffusa a macchia di leopardo (classe diffusione 2) fin dal primo rilievo effettuato per un campo gestito con tecnica aziendale. Nel corso della stagione la malattia si è evoluta rapidamente diffondendosi in un numero sempre maggiore di campi appartenenti a entrambi i tipi di gestione. Sicuramente, la macchiettatura batterica è stata la principale avversità, tra quelle monitorate, durante la stagione 2019. Un drastico peggioramento è emerso dagli ultimi due rilievi soprattutto per i campi a gestione aziendale in termini sia di diffusione nell'appezzamento che di distribuzione dei sintomi sulla pianta. Infatti, in ben due campi, la macchiettatura batterica risultava estesa in vaste aree del campo (classe diffusione 3). Inoltre in uno di questi due appezzamenti, all'estesa diffusione in campo della malattia corrispondevano anche sintomi sulle bacche (classe distribuzione sintomi 2). Nei campi a gestione DSS, invece, la macchiettatura si presentava solo sporadicamente. Tuttavia, le due tecniche di gestione sono risultate comparabili secondo quanto emerso dall'analisi della varianza (ANOVA): non è emersa alcuna differenza statisticamente significativa ( $P > 0.05$ ).

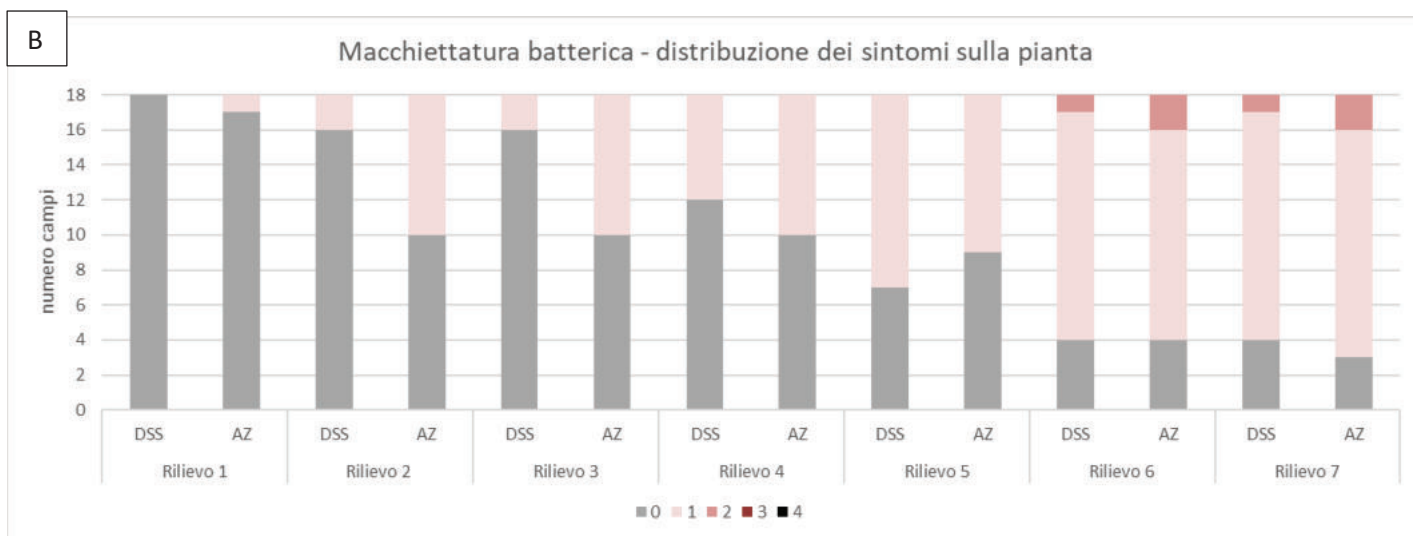
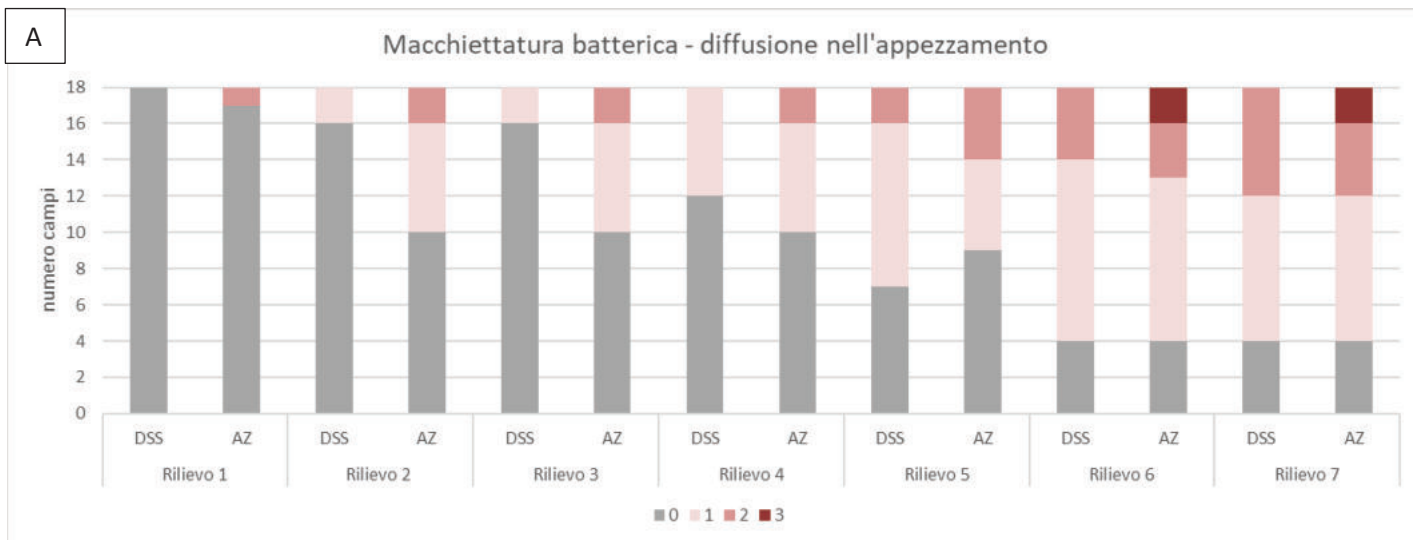


Figura 28 - Dinamica di sviluppo della macchiettatura batterica nel corso dei sette rilievi per i campi gestiti con DSS (DSS) e per i campi gestiti con tecnica aziendale (AZ), tecniche a confronto. (A) Diffusione in campo; (B) distribuzione dei sintomi sulla pianta. Sull'asse delle ordinate si trovano le frequenze, i.e. il numero di parcelle (tot. 18). Sulle ascisse sono riportati i nomi delle tesi e il numero dei rilievi. Diversi colori identificano diverse classi (A) di diffusione in campo (0=assente, 1=sporadica, 2=diffusa, 3=estesa) e (B) distribuzione dei sintomi sulla pianta (0=assente, 1=sintomi solo sul tessuto fogliare, 2=sintomi lievi sulla vegetazione e qualche bacca interessata, 3= sintomi gravi sulla vegetazione e sulle bacche, 4=intera pianta compromessa).

In Figura 29, è mostrata la dinamica di sviluppo della **maculatura batterica**, intesa come diffusione in campo e distribuzione dei sintomi sulla pianta, in un confronto tra due tipi di gestione. Sull'asse delle ordinate si trovano le frequenze, cioè il numero di campi (n. 18 – sia per la gestione DSS che tecnica aziendale), ripartiti per ogni classe sia di diffusione (Figura 29-A) che di distribuzione (Figura 29-B). Sulle ascisse sono riportati gli acronimi delle tecniche e numero dei rilievi a cui le frequenze corrispondono.

La malattia compare a partire dal secondo rilievo in un campo per ogni tipologia di gestione. Un leggero seppur progressivo avanzamento si osserva nei rilievi successivi. In solo un campo a gestione

DSS la malattia è stata registrata nel corso della stagione, maggiore è invece il numero di campi a gestione aziendale in cui questa malattia è stata riscontrata. Diffusione sporadica (solo in un caso diffuso – classe diffusione 2) ha caratterizzato i campi a gestione aziendale. L'appezzamento a DSS invece presentava piante malate sparse nel campo a macchia di leopardo. Per quanto riguarda la distribuzione dei sintomi sulla pianta, in tutte le gestioni la distribuzione dei sintomi sulla pianta riguardava solo il tessuto fogliare (classe diffusione sintomi 1). Ciononostante, le due tecniche di gestione non sono risultate statisticamente diverse ( $P > 0.05$ ) secondo i risultati dall'analisi della varianza (ANOVA).

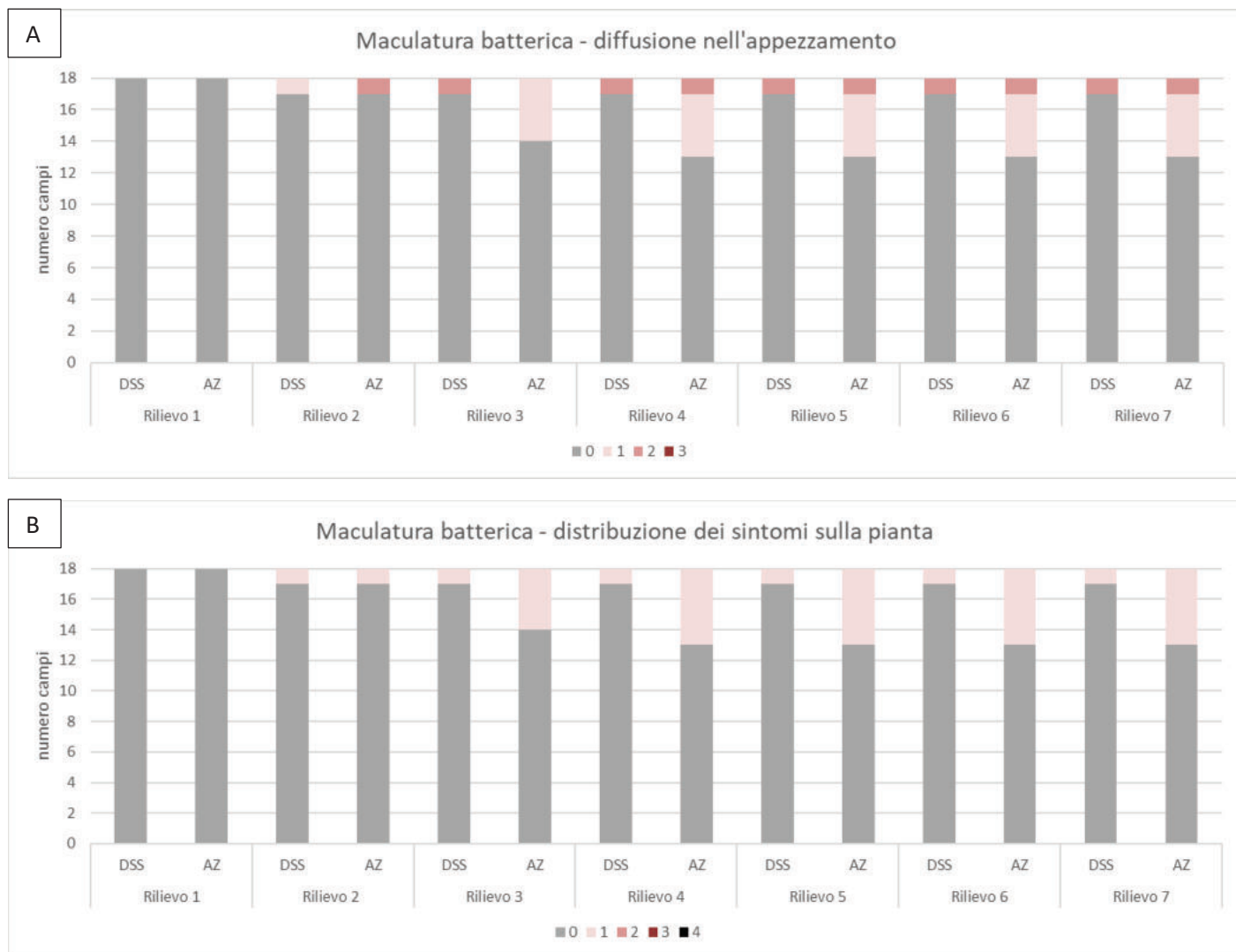


Figura 29 - Dinamica di sviluppo della maculatura batterica nel corso dei sette rilievi per i campi gestiti con DSS (DSS) e per i campi gestiti con tecnica aziendale (AZ), tecniche a confronto. (A) Diffusione in campo; (B) distribuzione dei sintomi sulla pianta. Sull'asse delle ordinate si trovano le frequenze, i.e. il numero di parcelle (tot. 18). Sulle ascisse sono riportati i nomi delle tesi e il numero dei rilievi. Diversi colori identificano diverse classi (A) di diffusione in campo (0=assente, 1=sporadica, 2=diffusa, 3=estesa) e (B) distribuzione dei sintomi sulla pianta (0=assente, 1=sintomi solo sul tessuto fogliare, 2=sintomi lievi sulla vegetazione e qualche bacca interessata, 3= sintomi gravi sulla vegetazione e sulle bacche, 4=intera pianta compromessa).

Oltre ad aver monitorato questi patogeni, il progetto prevedeva anche la rilevazione della principale fisiopatia del pomodoro: il **marciume apicale**. Il monitoraggio della diffusione dei sintomi nell'apezzamento di questa fisiopatia è stato effettuato con la stessa modalità, e pertanto le stesse classi, utilizzate per le malattie fungine. Invece, per quanto riguarda la distribuzione dei sintomi sulla pianta si sono considerate solo quattro classi: assente (classe distribuzione sintomi 0), sintomi lievi sulle bacche (classe distribuzione sintomi 1), sintomi gravi sulle bacche (classe distribuzione sintomi 2) e bacche interamente compromesse (classe distribuzione sintomi 3).

La fisiopatia è comparsa a partire dal terzo rilievo in pochi campi a gestione con tecnica aziendale. In nessun campo gestito con l'ausilio di pomodoro.net® è stato riscontrato questo problema durante tutto il periodo di coltivazione. Va comunque precisato che nei campi in cui la fisiopatia è stata registrata, questa si presentava sporadicamente e con sintomi lievi, cioè le necrosi apicali delle bacche erano di diametro molto contenuto. Sebbene da quanto sopra detto sia emersa una diversità tra i due tipi di gestione con migliori performances dei campi gestiti con il DSS, all'analisi della varianza (ANOVA) questa differenza non è risultata statisticamente significativa ( $P > 0.05$ ) a causa di un comunque elevato numero di campi caratterizzati dall'assenza della fisiopatia in entrambe le gestioni.

In Figura 30 è possibile apprezzare l'andamento della fisiopatia sia in termini di diffusione in campo e distribuzione dei sintomi sulla pianta, in un confronto tra due tipi di gestione. Sull'asse delle ordinate si trovano le frequenze, cioè il numero di campi (n. 18 – sia per la gestione DSS che tecnica aziendale), ripartiti per ogni classe sia di diffusione (Figura 30-A) che di distribuzione (Figura 30-B). Sulle ascisse sono riportati gli acronimi delle tecniche e numero dei rilievi a cui le frequenze corrispondono.

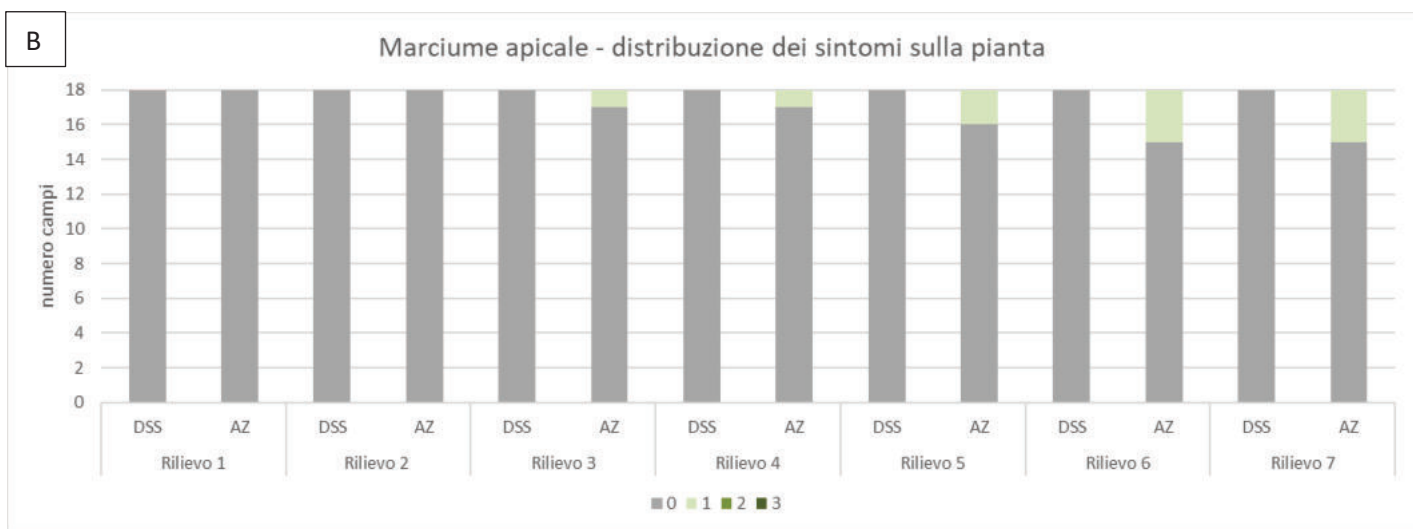
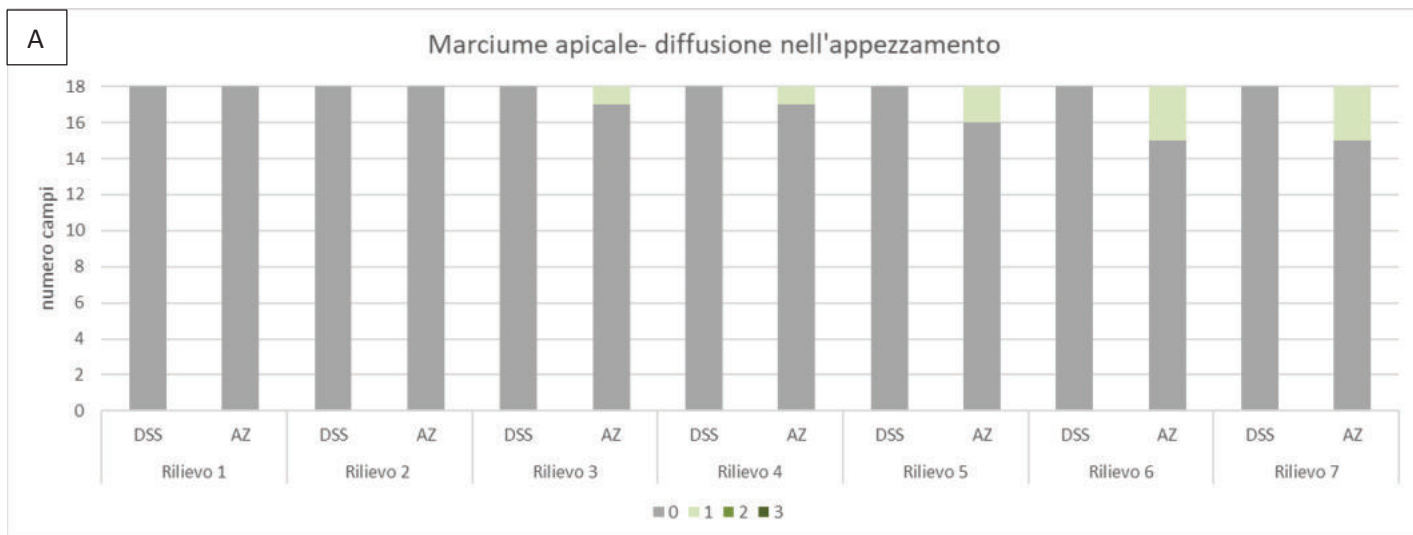


Figura 30 - Dinamica di sviluppo del marciume apicale nel corso dei sette rilievi per i campi gestiti con DSS (DSS) e per i campi gestiti con tecnica aziendale (AZ), tecniche a confronto. (A) Diffusione in campo; (B) distribuzione dei sintomi sulla pianta. Sull'asse delle ordinate si trovano le frequenze, i.e. il numero di parcelle (tot. 18). Sulle ascisse sono riportati i nomi delle tesi e il numero dei rilievi. Diversi colori identificano diverse classi (A) di diffusione in campo (0=assente, 1=sporadica, 2=diffusa, 3=estesa) e (B) distribuzione dei sintomi sulla pianta (0=assente, 1=sintomi lievi sulle bacche, 2=sintomi gravi sulle bacche, 3=bacche interamente compromesse).

Complessivamente la stagione 2019 non ha visto particolari avversità. Gli attacchi di alternaria e peronospora sono stati contenuti sia negli appezzamenti gestiti con il DSS pomodoro.net® sia negli appezzamenti gestiti con tecnica tradizionale aziendale. Anche per quanto riguarda le malattie di origine batterica non sono state particolarmente aggressive. Sicuramente la macchiatura batterica è prevalsa in termini di presenza sul territorio e gravità dei sintomi ma è comunque si è limitata a piccole aree nei campi, solo raramente (2 appezzamenti a gestione aziendale tra tutti i campi monitorati) si è estesa in vaste superfici della coltura. Il marciume apicale non ha

rappresentato un problema se non per pochissimi campi ed esclusivamente nella gestione aziendale, come conseguenza delle diverse strategie di irrigazione e concimazione.

### B) 3.3. Confronto TRADIZIONALE VS INNOVATIVO (HORTA)

Contestualmente a quanto stabilito nel progetto di filiera ai sensi del PSR 2014/2020 Emilia-Romagna, il piano d'innovazione ha avuto l'obiettivo di validare e diffondere il sistema di supporto alle decisioni (DSS) pomodoro.net® per la coltivazione del pomodoro da industria in Emilia Romagna, area centrale per la produzione e trasformazione di pomodoro da industria, nel cuore del Distretto del Pomodoro.

In dettaglio l'obiettivo è stato quello di confrontare la tecnica di difesa della peronospora e dalle principali fitopatie (batteriosi e alternariosi) adottata tradizionalmente da 20 aziende selezionate in quattro province di interesse dell'Emilia Romagna, con quella innovativa basata sull'uso di pomodoro.net® adottata dalle stesse in termini di efficienza della coltivazione nell'uso dei mezzi tecnici, di sostenibilità economica, sociale e ambientale. Parallelamente l'azione di divulgazione agli agricoltori ha avuto l'obiettivo di diffondere un approccio innovativo per la coltivazione del pomodoro da industria, basato su risultati ottenuti dalla ricerca scientifica.

Per la realizzazione del progetto sperimentale sono state selezionate 20 aziende (Tabella 19) dedite alla coltivazione del pomodoro da industria nelle province di maggior interesse per questa coltura (Figura 31): Ferrara (n° 2), Piacenza (n° 10), Parma (n° 7) e Reggio Emilia (n° 1). Per ciascuna azienda sono stati effettuati confronti fra la tecnica adottata dall'azienda e la tecnica innovativa basata sull'uso di pomodoro.net nell'arco della stagione colturale del 2019.

*Tabella 19 - Elenco delle aziende coinvolte nel progetto.*

<b>Azienda agricola</b>	<b>Provincia</b>	<b>Sistema colturale</b>	<b>Varietà</b>	<b>Data di trapianto</b>	<b>Data di raccolta</b>
	FE	Integrato	H3402, H5108, Miceno	26/04/2019	19/08/2019
	FE	Integrato	Firmus	20/05/2019	05/09/2019
	PC	Convenzionale	H2206	09/04/2019	27/07/2019
	PC	Integrato	Caliendo	13/05/2019	23/08/2019
	PC	Integrato	H1307	08/05/2019	27/08/2019
	PC	Integrato	H1301	20/04/2019	15/08/2019
	PC	Integrato	H1301	28/04/2019	14/08/2019
	PC	Integrato	Peroro	09/04/2019	31/07/2019
	PC	Integrato	H1015	05/05/2019	20/08/2019
	PC	Integrato	H1301	15/04/2019	01/08/2019
	PC	Integrato	H1301	16/04/2019	08/08/2019
	PC	Integrato	H1301	13/05/2019	15/09/2019
	PR	Integrato	H5108	11/05/2019	24/08/2019
	PR	Integrato	N6438 (NUN 00254 TOP)	16/04/2019	31/07/2019
	PR	Integrato	H2206	02/05/2019	21/08/2019
	PR	Integrato	H1301	20/05/2019	12/09/2019
	PR	Integrato	Pumatis (HMX 4900)	25/05/2019	14/09/2019
	PR	Convenzionale	H3402, H5108	25/05/2019	30/09/2019
	PR	Convenzionale	H3406	08/03/2019	17/09/2019
	PR	Biologico	H1538	23/05/2019	02/09/2019
	RE	Integrato	H3406	03/06/2019	11/09/2019

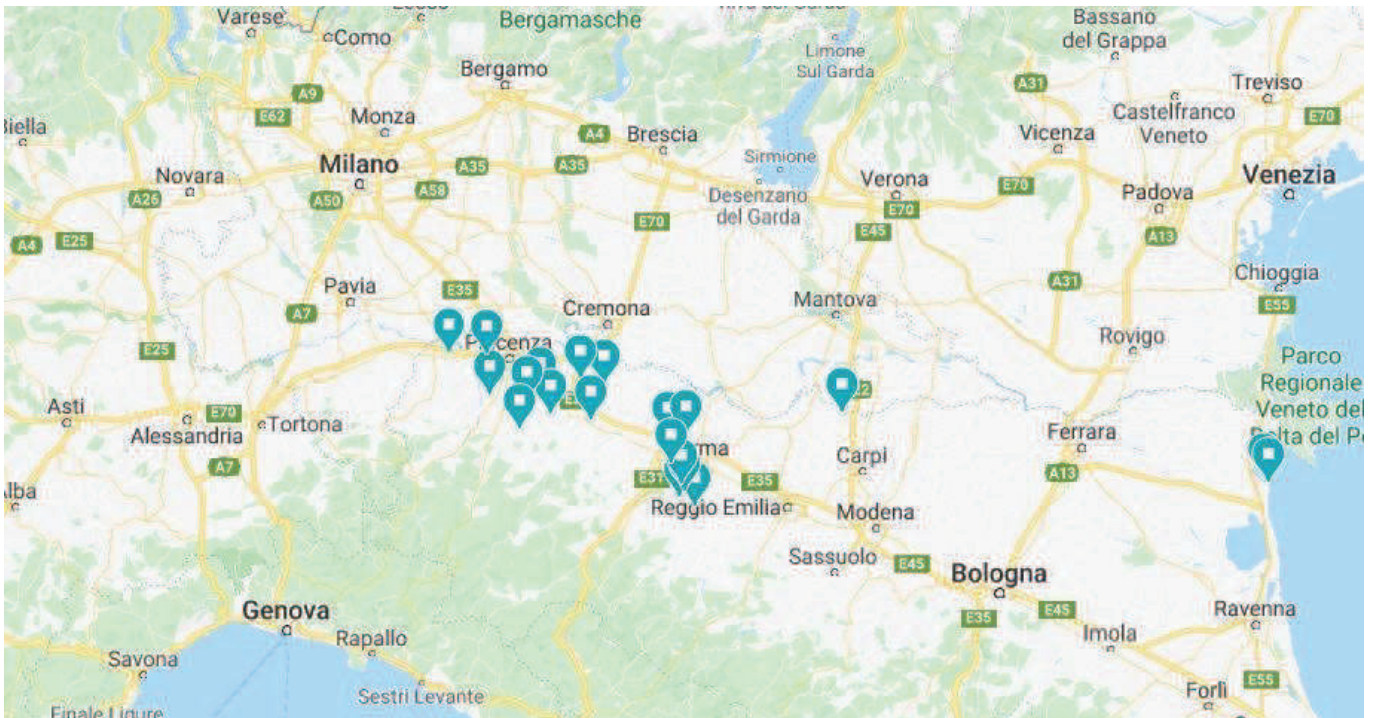


Figura 31 - Localizzazione di tutte le aziende coinvolte nel progetto.

### **Compilazione del registro delle operazioni culturali (ROC)**

Horta, insieme all'apporto tecnico-operativo del personale qualificato di AINPO, ha previsto la fase di completamento/correzione dell'apposito registro delle operazioni culturali (ROC) effettuate in ognuna delle due parcelle per un'analisi dei benefici e una valutazione dettagliata dell'impatto ambientale delle produzioni, tramite il calcolo degli indicatori di sostenibilità.

Durante la fase di completamento dei ROC è stato evidente come la gestione delle Unità Produttive, che da progetto doveva essere ben distinta tra tecnica tradizionale e innovativa, risultasse quasi indifferenziata. Di conseguenza è stato ragionevole assumere che le aziende, una volta consultato il servizio *pomodoro.net*, hanno gestito le due parcelle allo stesso modo seguendo i modelli previsionali ed i consigli agronomici forniti dal DSS, come avvenuto già in occasione di progetti precedenti a questo.

Horta, al fine di poter effettuare un confronto realistico e coerente con le finalità del progetto, ha provveduto alla compilazione di una terza UP (virtuale) per ciascuna azienda: l'unità produttiva Bollettino (Figura 32). Questa UP è stata duplicata da quella tradizionale, a cui sono stati integrati, ove reputato dai tecnici AINPO necessario, tutti quegli interventi consigliati da ciascun Bollettino della provincia di riferimento per quanto riguarda la peronospora. Dunque, con questa procedura, è stato possibile simulare il comportamento di ciascun agricoltore in assenza del servizio fornito dal DSS e metterlo a confronto con quello innovativo.



ID	O.P.	Utente	Azienda	Descrizione UP	Comune	Stazione meteo	Settimana trapianto	Varietà	Annata agraria
125206	AINPO	AINPO-			Parma	(PR)	20/05/2019	H1301	2019
125205	AINPO	AINPO-			Parma	(PR)	20/05/2019	H1301	2019
121292	AINPO	AINPO-			Parma	(PR)	20/05/2019	H1301	2019

Figura 32 - Esempio delle UP compilate in pomodoro.net di una azienda.

### Confronto

Per ogni azienda è stato eseguito il confronto tra “UP DSS” e “UP Tradizionale” in termini di produzione, analizzando i valori ottenuti relativi a resa e residuo ottico °Brix. Successivamente è stato effettuato il confronto della gestione di difesa in termini di trattamenti, ponendo particolare attenzione alla lotta contro Peronospora (*Phytophthora infestans*). In dettaglio per ogni UP sono stati analizzati: (i) n° di trattamenti totali; (ii) n° di trattamenti vs Peronospora; (iii) n° trattamenti vs altre malattie fungine (es: *Alternaria solani*); (iv) n° trattamenti insetticidi-acaricidi; (v) n° trattamenti vs malerbe; (vi) n° trattamenti vs batteriosi.

Per ogni azienda è stata valutata la sostenibilità del processo di produzione agricola grazie al tool Youysustain.net®. Il calcolatore è un aggregato di indicatori in grado di quantificare la sostenibilità delle scelte colturali intraprese in campo e in azienda. Gli indicatori calcolati riguardano la salute umana, l’aria, il suolo, la conservazione della biodiversità, il consumo energetico e l’uso dell’acqua. Il metodo quantifica le emissioni e gli impieghi di risorse basandosi su un’analisi del ciclo di vita, e aspetti prettamente agronomici. Infatti, accanto ad indicatori tipici di metodologie LCA (Life Cycle Assessment), come carbon footprint, water footprint, ecological footprint, acidification ed eutrophication, sono inclusi anche indicatori agronomici come il sequestro del carbonio, la copertura del suolo, l’erosione, l’efficienza dell’uso dell’acqua, il consumo di gasolio, ecc..., nonché aspetti riguardanti la biodiversità e la valutazione del rischio tossicologico ed eco-tossicologico generato dei prodotti chimici utilizzati in campo.

Gli indicatori prevalentemente analizzati in questo progetto sono:

- **Human Tox Score (HTS)**

L’indicatore valuta il rischio tossicologico (come “hazard”, cioè pericolo) sulla salute umana esercitato dalle sostanze chimiche di sintesi utilizzate in campo.

È valutato il profilo tossicologico di tutti i fungicidi, insetticidi, erbicidi, acaricidi, ecc. registrati nel Registro delle Operazioni Colturali (ROC).

Ad ogni prodotto fitosanitario per legge è attribuita una precisa classe tossicologica e delle frasi di rischio (frasi di pericolo). Inoltre il prodotto fitosanitario è applicato in campo ad una determinata dose per ettaro e questa dose è confrontata con la dose massima consentita dall'etichetta ministeriale. Le informazioni tossicologiche (pericolo intrinseco del prodotto fitosanitario) interagiscono con la dose applicata in campo (esposizione al pericolo) al fine di giudicare il rischio tossicologico del prodotto fitosanitario utilizzato in campo.

Il giudizio finale considera tutti i prodotti fitosanitari registrati nel Registro delle Operazioni Colturali (ROC) e maggiore sarà il punteggio finale, maggiore sarà il rischio tossicologico esercitato sugli esseri umani posti nelle vicinanze dell'area trattata (operatori agricoli, astanti e residenti).

Maggiore è il punteggio (tra 0 e 5), minore è la sostenibilità per questo indicatore.

- **Dose Area Index (DAI)**

L'indicatore valuta l'esposizione chimica causata da ogni trattamento fitosanitario effettuato in campo. L'esposizione è quantificata mediante una comparazione della dose utilizzata in campo rispetto a quella massima consentita dall'etichetta ministeriale e/o una comparazione della superficie trattata rispetto a quella totale (quest'ultima corrispondente alla superficie dell'unità produttiva).

L'applicazione di una dose inferiore a quella massima consentita dall'etichetta oppure l'applicazione di un prodotto su una superficie ridotta rispetto a quella totale riduce l'impatto negativo che le molecole chimiche hanno sugli organismi vegetali ed animali non bersaglio del trattamento eseguito.

Ad esempio un trattamento eseguito al 50% della dose massima consentita e su il 50% della superficie sottoporrà l'area dell'unità produttiva ad una esposizione di sostanze tossiche ridotta del 75% rispetto ad un trattamento eseguito a dose piena e sull'intera superficie.

L'indicatore considera la dose applicata in campo, la dose massima consentita dall'etichetta ministeriale, la superficie trattata e la superficie dell'intera unità produttiva. L'uso di dosi ridotte e l'applicazione dei prodotti su porzioni di unità produttiva garantirà una minore esposizione chimica e una maggiore difesa dei nemici naturali.

Maggiore è il punteggio finale (score tra 0 e 5), minore è la sostenibilità per questo indicatore.

- **Treatment Frequency Index (TFI)**

L'indicatore valuta il numero di volte che una porzione di terreno è trattato con un prodotto fitosanitario. Sono sommati tutti i trattamenti eseguiti durante la stagione colturale sullo stesso terreno. Maggiori sono i trattamenti eseguiti, maggiore è la pressione chimica che sussiste sul territorio oggetto di valutazione.

L'indicatore considera la superficie dell'intera unità produttiva e la superficie trattata (che può essere inferiore o uguale a quella totale).

Meno trattamenti saranno eseguiti in campo, minore sarà l'indice e la pressione chimica esercitata sul terreno coltivato. Maggiore è il punteggio finale (score tra 0 e 5), minore è la sostenibilità per questo indicatore.

- **Carbon Footprint (CF)**

L'indicatore quantifica le emissioni di gas ad effetto serra prodotti direttamente o indirettamente dalle attività umane.

Può essere espresso in diverse unità di misura, a seconda che ci si riferisca ad una quantità o ad una superficie: t di CO<sub>2</sub> equivalente per t di prodotto o t di CO<sub>2</sub> equivalente per ha.

La parola equivalente verrà da ora in poi abbreviata come 'eq.'.

L'indicatore considera tutti i gas serra in grado di alterare gli equilibri climatici. Quest'ultimi sono elencati nel protocollo di Kyoto: anidride carbonica (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>), ossido nitroso (N<sub>2</sub>O), il gruppo degli idrofluorocarburi (HFCs), dei perfluorocarburi (PFCs) e l'esafluoruro di zolfo (SF<sub>6</sub>).

Ogni gas serra possiede un fattore di conversione per ricondurre tutte le diverse tipologie di emissioni nella tipologia anidride carbonica (CO<sub>2</sub>-eq.). I fattori di conversione sono stati definiti dall'IPCC (International Panel on Climate Change) e permettono di ottenere un valore di emissione di CO<sub>2</sub>-eq. Complessivo e quindi una valutazione del riscaldamento globale potenziale totale (Global Warming Potential).

Ad esempio una molecola di metano ha un effetto serra pari a 25 molecole di CO<sub>2</sub>, se gli effetti sono riferiti ad un periodo di tempo di 100 anni, mentre una molecola di protossido di azoto (N<sub>2</sub>O, derivante dai processi di nitrificazione e denitrificazione dell'azoto distribuito in campo) ha un effetto sul riscaldamento globale pari a 298 molecole di CO<sub>2</sub>, se l'arco temporale valutato è sempre di 100 anni (Tabella 20).

*Tabella 20 - Fattori di conversione per il metano (CH<sub>4</sub>) e ossido di diazoto (noto come protossido di azoto, N<sub>2</sub>O).*

Sostanza	Global Warming Potential Carbon footprint kg CO <sub>2</sub> - eq./kg 20 anni	Global Warming Potential Carbon footprint kg CO <sub>2</sub> - eq./kg 100 anni	Global Warming Potential Carbon footprint kg CO <sub>2</sub> - eq./kg 500 anni
CO <sub>2</sub>	1	1	1
CH <sub>4</sub>	72	25	7,6
N <sub>2</sub> O	289	298	153

Il calcolo dell'indicatore è basato su variabili, parametri e algoritmi riconosciuti a livello internazionale.

Le formule utilizzate calcolano l'impatto ambientale di tutte le attività eseguite e registrate nel Registro delle Operazioni Colturali (ROC) che comportano una liberazione in atmosfera di molecole che possono contribuire all'effetto serra. Maggiore è il punteggio (tra 0 e 5), minore è la sostenibilità per questo indicatore.

- **Carbon Sequestration (CSEQ)**

L'indicatore stima tutto il carbonio sequestrato dai tessuti vegetali (parti aeree e sotterranee) durante la stagione colturale.

Il processo fotosintetico trasferisce molecole di carbonio dalla forma gassosa (anidride carbonica) alla forma organica. Questo processo riduce la quantità di CO<sub>2</sub> presente nell'atmosfera, riducendo il contributo all'effetto serra causato dalla CO<sub>2</sub>. Per ogni coltura, basandosi sulla resa ottenuta, viene stimato lo sviluppo vegetativo e, di conseguenza, il sequestro del carbonio viene calcolato come tonnellate di carbonio sequestrato per ettaro.

La cattura della CO<sub>2</sub> effettuata dalla pianta va a controbilanciare, almeno in parte, la quota liberata in atmosfera da attività antropiche durante la sua coltivazione.

Scheletri carboniosi costituenti la biomassa vegetale sono prodotti durante la crescita vegetativa. Il processo coinvolge sia le parti eduli della pianta coltivata, che quelle di scarto.

Maggiore è il carbonio sequestrato, maggiore è l'azione controbilanciante alle emissioni di gas serra di origine antropica. Maggiore è il punteggio finale (score tra 0 e 5), minore è la sostenibilità per questo indicatore.

- **Ecological Footprint (EF)**

L'indicatore valuta la superficie terrestre e acquatica biologicamente produttiva necessaria per fornire risorse ed assorbire le emissioni per la produzione di un determinato bene o servizio.

Utilizzando questo indicatore di impronta ecologica, è possibile stimare quanta superficie servirebbe per rigenerare le risorse utilizzate dall'umanità.

L'indicatore può essere espresso in diverse unità di misura a seconda che ci si riferisca ad una quantità o ad una superficie: global m<sup>2</sup> per ha o global m<sup>2</sup> per t di prodotto raccolto.

Questo indicatore comprende sei elementi di valutazione:

- il terreno occorrente per produrre energia. Consiste in una area forestale necessaria per assorbire le emissioni derivanti dall'utilizzo di combustibili fossili (energyland);
- il terreno agricolo per le produzioni alimentari (cropland);
- la superficie a pascolo per l'allevamento (grazing land);
- la superficie forestale per ottenere legname (forestland);
- la superficie edificata (built-up land);
- la superficie marina dedicata alla crescita di risorse per la pesca (fishingland).

Per le colture agrarie solo le voci energyland e cropland sono rilevanti al fine del calcolo dell'indicatore, mentre tutte le restanti voci possono essere considerate trascurabili per le colture erbacee.

Il calcolo dell'indicatore è basato su variabili, parametri e algoritmi riconosciuti a livello internazionale.

Le formule utilizzate calcolano l'impronta ecologica di tutte le attività eseguite e registrate nel Registro delle Operazioni Colturali (ROC) che comportano un diretto o indiretto consumo di risorse non rinnovabili. Maggiore è il punteggio (tra 0 e 5), minore è la sostenibilità per questo indicatore.

- **Erosione**

L'indicatore stima le tonnellate di terreno perso all'ettaro per anno a causa dei fenomeni erosivi dovuti alle precipitazioni. Mediante la metodologia implementata da Wischmeyer e Smith (1978) e riassunta nell'equazione USLE (Universal SoilLoss Equation), su adattamento di Bazzoffi P. (2013), è stato impostato un metodo di calcolo che considera:

- le precipitazioni in mm/mese;
- la tessitura del terreno e il suo contenuto di sostanza organica;
- pendenze lunghezza degli appezzamenti;
- gestione del suolo (ad esempio l'inerbimento);
- sistemazione idraulica adottata;
- lavorazione del terreno.

Maggiore è il terreno eroso e minore è la sostenibilità del processo produttivo.

Maggiore è il punteggio finale (score tra 0 e 5), minore è la sostenibilità per questo indicatore.

- **Soil compaction**

L'indicatore valuta il rischio di compattamento del suolo. L'eccessivo compattamento del suolo comporta ristagni idrici e uno stentato sviluppo colturale a causa della scarsa aerazione del terreno (asfissia radicale da compattamento). Il metodo adottato considera l'effetto di 5 fattori sul compattamento del suolo:

- tessitura del suolo;
- precipitazioni atmosferiche ed irrigazioni;
- peso dei mezzi agricoli e carreggiate causate dagli pneumatici o cingoli;
- numero di passaggi in campo;
- gestione del suolo (ad esempio terreno inerbito piuttosto che nudo).

Per ogni fattore di compattamento viene attribuito un giudizio: maggiore è il valore medio finale, minore è la sostenibilità del metodo di gestione del suolo applicato in campo.

Maggiore è il punteggio finale (score tra 0 e 5), minore è la sostenibilità per questo indicatore.

- **Eco Tox Score (ETS)**

L'indicatore valuta il rischio eco-tossicologico (come "hazard", cioè pericolo) sulla salute dell'ecosistema acquatico e terrestre esercitato dalle sostanze chimiche di sintesi utilizzate in campo. È valutato il profilo tossicologico di tutti i fungicidi, insetticidi, erbicidi, acaricidi, ecc. registrati nel Registro delle Operazioni Colturali (ROC).

Ad ogni prodotto fitosanitario per legge è attribuita una precisa classe eco-tossicologica e delle frasi di rischio (frasi di pericolo). Inoltre il prodotto fitosanitario è applicato in campo ad una determinata dose per ettaro e questa è confrontata con la dose massima consentita dall'etichetta ministeriale. Le informazioni tossicologiche (pericolo intrinseco del prodotto fitosanitario) interagiscono con la dose applicata in campo (esposizione al pericolo) al fine di giudicare il rischio eco-tossicologico del prodotto fitosanitario utilizzato in campo.

Il giudizio finale considera tutti i prodotti fitosanitari registrati nel Registro delle Operazioni Colturali (ROC) e maggiore sarà il punteggio finale, maggiore sarà il rischio eco-tossicologico esercitato

sull'ecosistema agricolo. Maggiore è il punteggio (tra 0 e 5), minore è la sostenibilità per questo indicatore.

- **Fuel use**

L'indicatore contabilizza i litri di carburante registrati nel Registro delle Operazioni Colturali (ROC). Maggiore è il valore finale di consumo di carburante per tonnellata prodotta o per ettaro, maggiore è l'impatto ambientale e l'impatto sul consumo di risorse non rinnovabili. Maggiore è il punteggio finale (score tra 0 e 5), minore è la sostenibilità per questo indicatore.

- **Acidification**

L'indicatore quantifica le emissioni in aria di gas acidi con potere acidificante, quali ossidi di azoto (NOX), ossidi di zolfo (SOX) e NH<sub>3</sub> da parte delle attività produttive (come ad esempio la combustione dei prodotti petroliferi e l'utilizzo di concimi). Queste sostanze, combinandosi con il vapore acqueo nell'atmosfera, producono precipitazioni acide che alterano gli ecosistemi acquatici e dilavano i nutrienti dal suolo.

Bacini idrici acidificati sono meno ospitali per diverse specie animali e vegetali che, in condizioni di forte accumulo di ossidi, possono anche morire riducendo la biodiversità acquatica del territorio.

L'indicatore considera tutte le potenziali sostanze responsabili dell'acidificazione dell'acqua e del suolo, quali anidride solforosa (SO<sub>2</sub>), anidride solforica (SO<sub>3</sub>), biossido di azoto (NO<sub>2</sub>), ammoniaca (NH<sub>3</sub>), ossido nitrico (NO), ma anche acido cloridrico (HCl) e acido fluoridrico (HF); tutte sostanze che possono comportare piogge acide ed una progressiva acidificazione del suolo.

La sostanza di riferimento è l'anidride solforosa (SO<sub>2</sub>) e l'indicatore può essere espresso in diverse unità di misura a seconda che ci si riferisca ad una quantità o ad una superficie: kg SO<sub>2</sub> equivalente/t di prodotto o kg SO<sub>2</sub> equivalente/ha. La parola equivalente verrà da ora in poi abbreviata come 'eq'. Ogni sostanza con potere acidificante possiede un fattore di conversione per ricondurre tutte le diverse tipologie di emissioni delle sostanze in anidride solforosa.

I fattori di conversione permettono di ottenere un valore di emissione di SO<sub>2</sub>eq. complessivo e quindi una valutazione dell'acidificazione potenziale.

Ad esempio una molecola di NH<sub>3</sub> ha un effetto acidificante pari a 1,88 molecole di SO<sub>2</sub>, mentre una molecola di protossido di azoto (N<sub>2</sub>O, derivante dalla volatilizzazione dell'azoto distribuito in campo) ha un effetto acidificante pari a 0,7 molecole di SO<sub>2</sub> (Tabella 21).

Tabella 21 - Fattori di conversione per diverse sostanze responsabili dell'acidificazione degli ecosistemi.

Sostanza	Acidification potential (APi in kg SO <sub>2</sub> -eq./kg)
SO <sub>2</sub>	1
NO	1,07
N <sub>2</sub> O	0,7
NO <sub>x</sub>	0,7
NH <sub>3</sub>	1,88
HCl	0,88
HF	1,6

Il calcolo dell'indicatore è basato su variabili, parametri e algoritmi riconosciuti a livello internazionale. Le formule utilizzate calcolano dell'acidificazione potenziale derivante da tutte le attività eseguite e registrate nel Registro delle Operazioni Colturali (ROC) che comportano la liberazione in atmosfera di sostanze ad alto potere acidificante. Maggiore è il punteggio (tra 0 e 5), minore è la sostenibilità per questo indicatore.

- **Water Footprint H<sub>2</sub>O (WF)**

L'indicatore misura l'impronta idrica del sistema colturale e quindi il consumo idrico del processo produttivo. Viene espresso in termini di volume di acqua utilizzata, evapotraspirata ed inquinata durante il processo produttivo.

L'indicatore può essere espresso in diverse unità di misura a seconda che ci si riferisca ad una quantità o ad una superficie: m<sup>3</sup> di acqua per t e m<sup>3</sup> di acqua per ha oppure litri di acqua per t e litri di acqua per ha.

In dettaglio questo indicatore è costituito da tre componenti:

- *Green Water*: valuta l'acqua evapo-traspirata dalle piante durante l'intera stagione colturale e quindi l'acqua piovana utilizzata dalla pianta;
- *Blue Water*: che considera l'eventuale acqua di irrigazione utilizzata nel sistema produttivo, compresi i consumi industriali per la fabbricazione dei concimi e dei prodotti fitosanitari utilizzati in campo;
- *Grey Water*: che è l'acqua necessaria per diluire i contaminanti presente nell'acqua del sistema suolo fino ad un livello di legge o fino a concentrazioni naturali.

In questo sottoindicatore viene considerata anche l'acqua necessaria per diluire l'acqua inquinata dall'azoto perso durante fenomeni di lisciviazione o ruscellamento superficiale causati da forti precipitazioni.

Il calcolo dell'indicatore è basato su variabili, parametri e algoritmi riconosciuti a livello internazionale. Le formule utilizzate calcolano il consumo idrico di tutte le attività eseguite e registrate nel Registro delle Operazioni Colturali (ROC) che comportano un diretto o indiretto consumo di acqua. Maggiore è il punteggio (tra 0 e 5), minore è la sostenibilità per questo indicatore.

Inoltre i dati ottenuti sono stati sottoposti ad analisi in termini di provincia; dunque l'analisi è stata condotta in termini di produzione, gestione della difesa e sostenibilità ponendo a confronto le quattro province coinvolte in questo progetto.

### Dati di produzione

In collaborazione con UCSC i dati di produzione sono stati registrati a fine campagna. Successivamente HORTA ha provveduto alla loro rielaborazione come segue.

I dati relativi alla produzione evidenziano come gli agricoltori delle aziende coinvolte all'atto pratico non abbiano differenziato la gestione tra UP DSS e UP tradizionale e quindi anche gli effetti sulla produzione. Infatti in entrambe le parcelle sono stati seguiti consigli del servizio di *pomodoro.net*: la resa media rilevata in UP DSS (78,62 t/ha) è risultata leggermente maggiore rispetto alla resa media delle UP gestite in modo tradizionale (77,05 t/ha) (Figura 33).

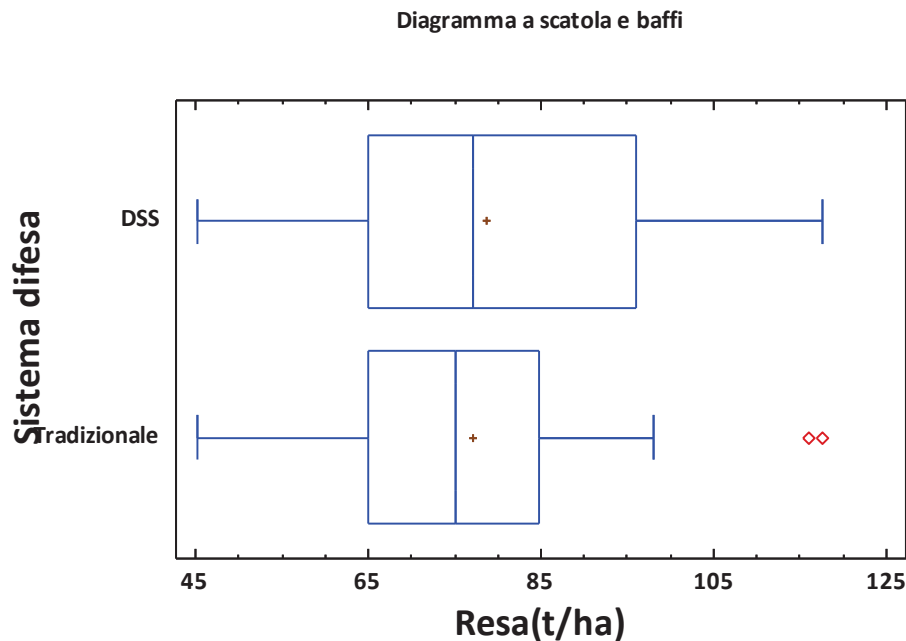


Figura 33 - Diagramma a scatola e baffi di resa in diversi sistemi di difesa.

Tra le quattro province di interesse, Piacenza è risultata quella con i valori di resa più elevati (82,38 t/ha), seguita da Ferrara (77,50 t/ha) e Reggio Emilia (76,03 t/ha). Parma invece è risultata la peggiore con una media di 71,78 t/ha (Figura 34).



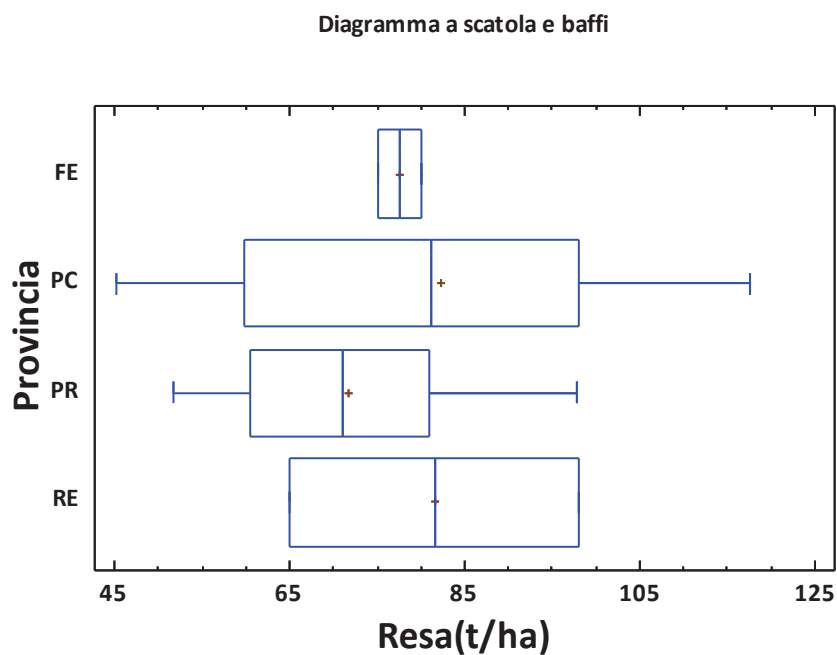


Figura 34 - Diagramma a scatola e baffi di resa nelle province di interesse.

Per quanto riguarda il residuo ottico °Brix, le province di Parma e di Reggio Emilia hanno evidenziato i valori migliori (rispettivamente 5,16 e 5,13). Le province di Piacenza e di Ferrara hanno mostrato valori leggermente più bassi (4,82; 4,80) (Figura 35).

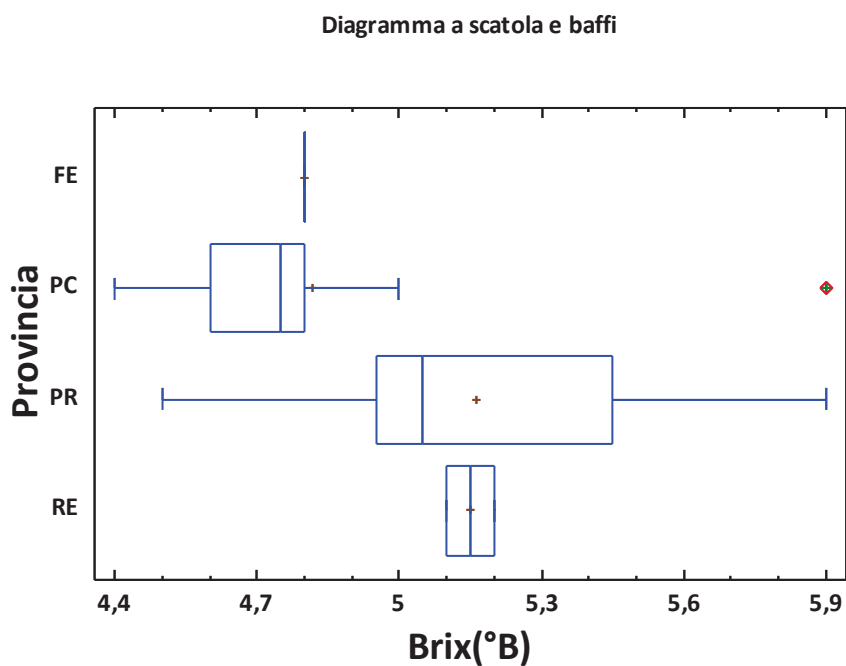


Figura 35 - Diagramma a scatola e baffi di Brix in province di interesse.

### **Confronto numero trattamenti per la difesa tra gestione tradizionale, bollettino e pomodoro.net**

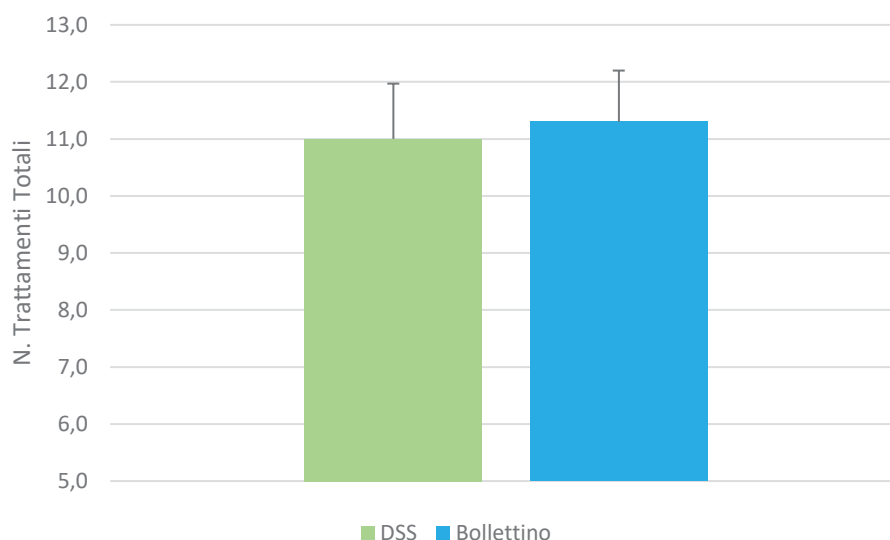
Contestualmente alla gestione della difesa, come testimoniato dal confronto in tabella 22, non è stato possibile rilevare differenze tra UP DSS e UP tradizionale circa il numero di trattamenti totali e trattamenti contro peronospora. Inoltre dal confronto è emerso come fosse minima la differenza circa parametri relativi alla sostenibilità correlati ai trattamenti ed ai prodotti fitosanitari, tra cui Dose Area Index e Treatment Frequency Index. Il confronto ha corroborato come la gestione delle due parcelle da parte degli agricoltori, che da progetto doveva essere ben distinta tra tecnica tradizionale e innovativo, risulti quasi indifferenziata in quanto essi hanno seguito in entrambe le indicazioni fornite dal DSS *pomodoro.net*.

Tabella 22 - Confronto tra Tradizionale e DSS.

<b>Sistema difesa</b>	<b>N° Tratt Totali</b>	<b>N° tratt peronospora</b>	<b>DAI</b>	<b>TFI</b>
<b>Tradizionale</b>	11,0	5,0	17,2	21,3
<b>DSS</b>	11,0	5,0	16,7	20,7

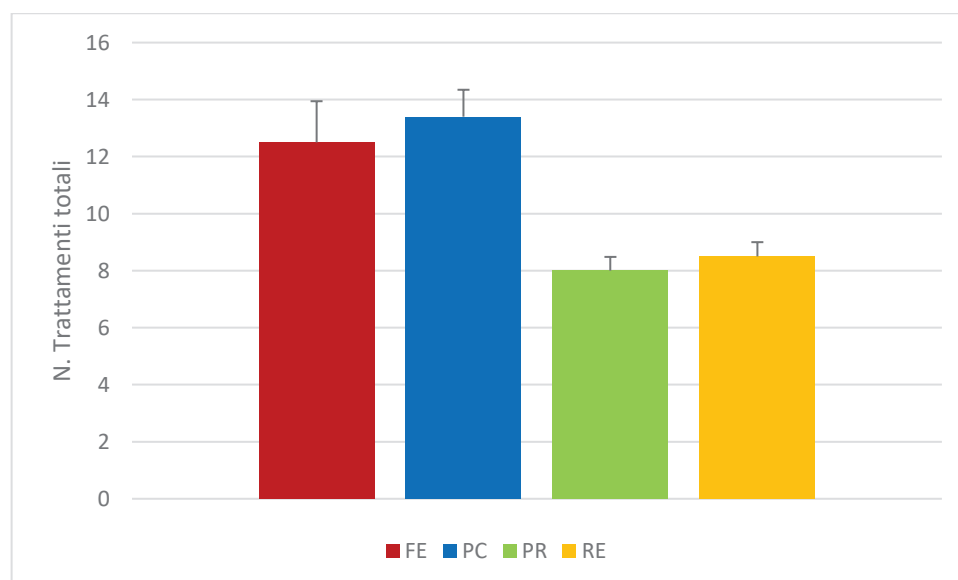
Al fine di poter effettuare un confronto realistico e coerente con le finalità del progetto, è stata compilata una terza: l'unità produttiva Bollettino. Con questa procedura, è stato possibile simulare il comportamento di ciascun agricoltore in assenza del servizio fornito dal DSS e metterlo a confronto con quello innovativo.

La media del numero di trattamenti totali nelle UP in cui sono stati consultati i modelli previsionali di *pomodoro.net* è risultata lievemente più bassa (11) rispetto alla media delle UP bollettino (11,3) (Figura 36).



*Figura 36 - Confronto del n° medio di trattamenti su pomodoro nelle diverse località per la stagione 2019, effettuati in base alle informazioni generate dal DSS e dal bollettino provinciale di difesa integrata.*

Piacenza e Ferrara sono risultate le province con più trattamenti totali effettuati (rispettivamente 13,4 e 12,3). In contrasto Parma e Reggio Emilia hanno evidenziato una notevole riduzione del numero di trattamenti (rispettivamente 8,3 e 8) (Figura 37).



*Figura 37 - Confronto del n° di trattamenti totali in province di interesse.*

In seguito sono stati analizzati con particolare attenzione i trattamenti volti a contrastare la Peronospora.

I dati hanno confermato quanto visto per i trattamenti totali: la media dei trattamenti delle UP DSS (5) è risultata leggermente inferiore rispetto ai trattamenti secondo le indicazioni da Bollettino (5,2) (Figura 38).

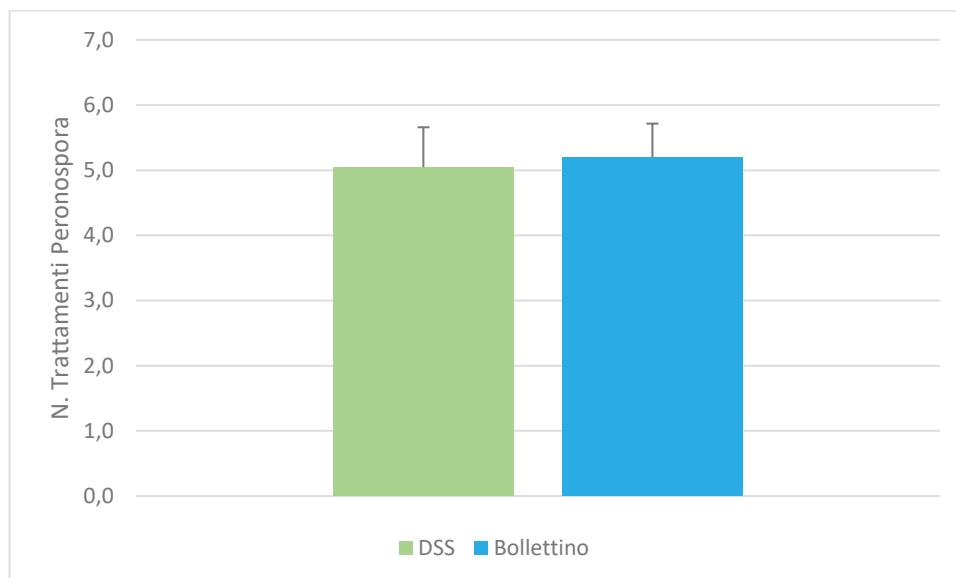


Figura 38 - Confronto del n° di trattamenti vs peronospora in diversi sistemi di difesa.

Le province di Ferrara e Piacenza sono risultate quelle con il numero più alto di trattamenti antiperonosporici, rispettivamente con una media di 7,8 e 5,7 trattamenti.

In contrasto Parma e Reggio Emilia hanno evidenziato una notevole riduzione del numero di trattamenti, rispettivamente con 3,8 e 3,7 trattamenti con prodotti antiperonosporici (Figura 39).

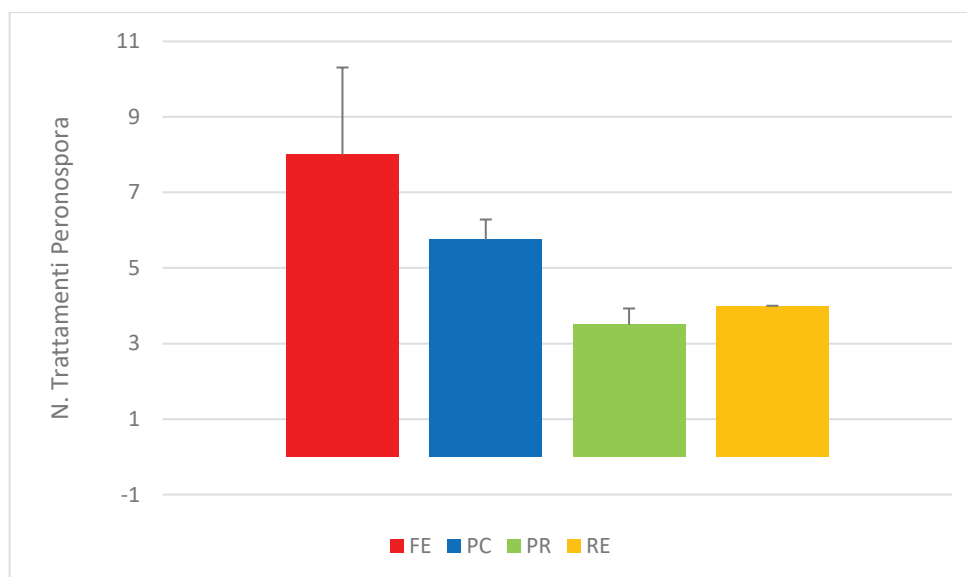


Figura 39 - Confronto del n° di trattamenti vs peronospora in province di interesse.

Successivamente sono stati analizzati il numero di trattamenti con prodotti fitosanitari in cui non era previsto un antiperonosporico, quindi fungicidi vari, miscele, insetticidi e acaricidi, prodotti contro malerbe e batteriosi.

Contestualmente al confronto tra UP DSS e UP Bollettino (Figura 40), solo i trattamenti contro patologie fungine alternative a Peronospora (es: Oidio, Alternariosi) sono risultati maggiori nelle UP in cui è stato utilizzato il DSS. Tutte le altre sono risultate invece inferiori.

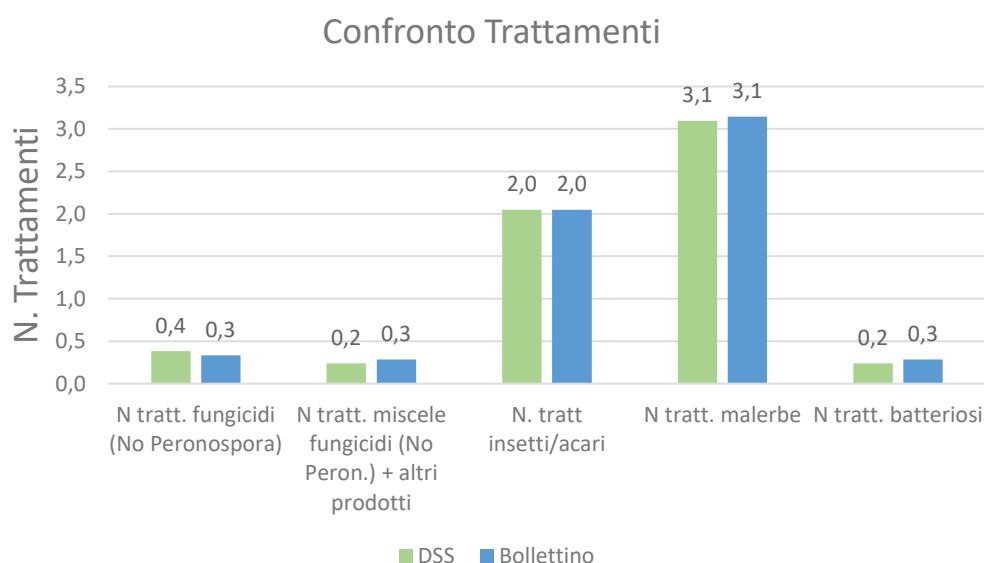


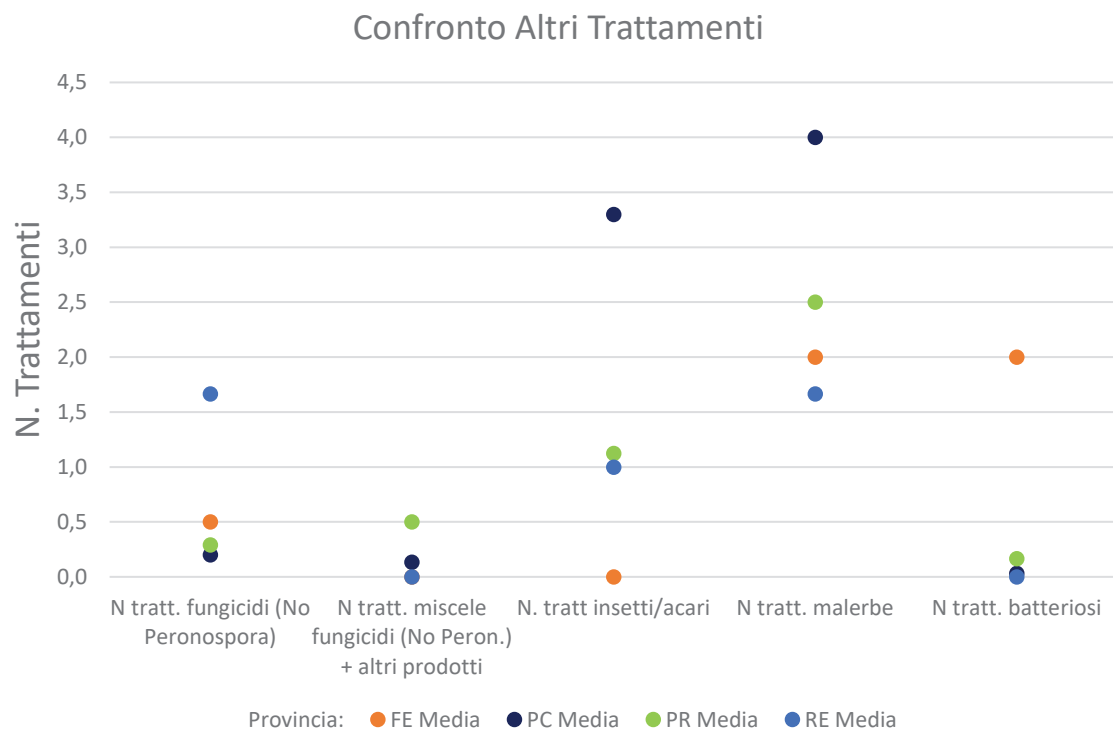
Figura 40 - Confronto del n° di altri trattamenti in diversi sistemi di difesa.

In seguito questo tipo di analisi è stato condotto a livello di provincia (Figura 41).

L'unica azienda di Reggio Emilia coinvolta in questo progetto si è distinta per il numero di trattamenti volte a debellare patologie fungine differenti da Peronospora; in particolare analizzando il ROC dell'azienda è evidente come sia stato più consistente il problema di Alternaria in questa provincia.

Le aziende della provincia di Piacenza hanno presentato un elevato numero di trattamenti nei confronti di malerbe ma soprattutto un elevato numero di trattamenti insetticidi – acaricidi, giustificato in particolare dalla diffusione del raghetto rosso in questo areale.

La provincia di Ferrara si è distinta per i trattamenti volti a debellare le batteriosi, confermando come questa zona sia tra le più colpite in Emilia Romagna.



*Figura 41 - Confronto del n° di altri trattamenti in province di interesse. Sulle ordinate è riportato il numero dei trattamenti eseguiti. Sulle ascisse sono riportate le diverse tipologie di trattamento. Colori diversi sono stati utilizzati per le diverse province di riferimento.*

## Sostenibilità – sistema di difesa

Nelle tabelle 23 e 24 vengono riportati i valori degli indicatori di sostenibilità per le UP gestite secondo il DSS e quelle gestite secondo il Bollettino poste a confronto e le quantità di input (gasolio, fertilizzanti e prodotti fitosanitari) utilizzate per tonnellata di prodotto finale.

Tabella 23 - Indicatori di sostenibilità calcolati in diversi sistemi di difesa. \* indica differenza statisticamente significativa rilevata tramite t-test.

Sistema difesa	CF (t/ha)	CF (t/t)	WF (m3/ha)	WF (m3/t)	EF (ha/ha)	EF (ha/t)	AC (t/ha)	AC (t/t)	EU (t/ha)	EU (t/t)	Gasolio (l/ha)	Gasolio (l/t)	HTS
<b>DSS</b>	5,638	0,076	8962*	116*	3,74	0,05	0,0562	0,0007	0,0294	0,0004	554	7,29	104,92*
<b>Bollettino</b>	5,695	0,078	9145	122	3,75	0,05	0,0576	0,0008	0,0305	0,0004	552	7,43	110,59

Tabella 24 - Indicatori di sostenibilità calcolati in diversi sistemi di difesa. \* indica differenza statisticamente significativa rilevata tramite t-test.

Sistema difesa	DAI	TFI	CSEQ(t C/ha)	Eco Tox Score	Erosion (t/ha)	Soil compaction	Azoto (kg/ha)	Azoto (kg/t)	Fosforo (kg/ha)	Fosforo (kg/t)	Potassio (kg/ha)	Potassio (kg/t)	Fertilizzanti (kg/ha)	Fertilizzanti (kg/t)	Prod.Fitos. (kg/ha)	Prod.Fitos. (kg/t)
<b>DSS</b>	16,66*	20,68*	3,97	156,09*	21,49	3,66	133,63	1,75	106,06	1,42	147,34	1,96	2431,47	31,14	34,57*	0,46*
<b>Bollettino</b>	17,79	22,17	3,89	163,80	22,18	3,69	139,62	1,86	102,37	1,38	142,72	1,90	2456,60	31,66	37,41	0,51

Come evidenziato dal test a coppie (t-test), l'utilizzo del DSS ha permesso di ottenere un minor impatto ambientale del processo produttivo agricolo relativamente ad alcuni parametri.

È stato riscontrato, seppur lievemente una riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub> (CF) ed una più consistente riduzione del consumo idrico (WF).

Inoltre è stato evidenziato un miglioramento di tutti quei parametri correlati alla "salute", infatti le UP DSS presentano risultati positivi circa l'Human Tox Score, l'Eco Tox Score, Dose Area Index e Treatment Frequency Index; il miglioramento è dovuto alla riduzione del numero di trattamenti ed alla scelta di prodotti meno d'impatto grazie al servizio *pomodoro.net*.

## Sostenibilità – provincia

Nelle tabelle 25 e 26 viene riportato quanto ottenuto circa gli indicatori di sostenibilità per le UP DSS e UP Bollettino poste a confronto e le quantità di input (gasolio, fertilizzanti e prodotti fitosanitari) utilizzate per tonnellata di prodotto finale nelle quattro province di interesse.

Tabella 25 - Indicatori di sostenibilità calcolati in province di interesse.

Provincia	N° Aziende	CF (t/ha)	CF (t/t)	WF (m3/ha)	WF (m3/t)	AC (t/ha)	AC (t/t)	EU (t/ha)	EU (t/t)	Gasolio (l/ha)	Gasolio (l/t)	HTS
Ferrara	2	6,59	0,085	10356	133	0,0920	0,0012	0,0486	0,0006	713,00	9,00	128,1
Piacenza	10	6,40	0,086	9451	119	0,0562	0,0007	0,0301	0,0004	618,90	8,00	133,7
Parma	8	4,50	0,064	8117	115	0,0483	0,0007	0,0251	0,0004	404,58	5,83	72,8
Reggio-Emilia	1	5,82	0,081	9325	127	0,0665	0,0010	0,0329	0,0005	732,33	10,00	66,9

Tabella 26 - Indicatori di sostenibilità calcolati in province di interesse.

Provincia	DAI	TFI	CSEQ(t C/ha)	Eco Tox Score	Erosion (t/ha)	Soil compaction	Azoto (kg/ha)	Azoto (kg/t)	Fosforo (kg/ha)	Fosforo (kg/t)	Potassio (kg/ha)	Potassio (kg/t)	Fertilizzanti (kg/ha)	Fertilizzanti (kg/t)	Prod. Fitos. (kg/ha)	Prod. Fitos. (kg/t)
Ferrara	20,3	25,5	3,82	198,4	4,90	3,00	228,4	3,0	135,3	1,8	308,3	3,9	16362,4	205,1	30,2	0,39
Piacenza	20,4	24,4	4,07	185,6	22,13	3,82	137,6	1,7	98,1	1,3	125,6	1,6	929,6	11,9	36,4	0,48
Parma	12,5	16,5	3,75	123,1	24,82	3,58	113,2	1,6	111,6	1,6	136,7	1,9	1061,5	14,9	35,8	0,50
Reggio Emilia	16,4	21,4	3,98	97,6	31,27	4,20	152,0	2,3	31,5	0,4	63,0	0,9	900,3	13,0	42,1	0,60

Le due aziende localizzate in provincia di Ferrara, pur nell'esiguità del numero, hanno evidenziato valori di impatto superiori. È interessante sottolineare come siano stati rilevati valori alti in parametri quali Dose Area Index, Treatment Frequency Index, Eco Tox Score e Human Tox Score; questi risultati sono strettamente correlati all'elevato numero di trattamenti effettuati. Inoltre le aziende di Ferrara si sono distinte per distribuzioni più elevate dei fertilizzanti anche a causa dell'utilizzo di ammendanti.

La provincia di Piacenza ha evidenziato un elevato valore di Human Tox Score. Questo dato è attribuibile ai numerosi interventi acaricidi effettuati, volti al contenimento del ragno rosso.

La provincia di Parma è risultata quella con un minor impatto ambientale. Infatti in questa zona è stato riscontrato un minor numero di trattamenti fitosanitari ed inoltre non sono stati utilizzati ammendanti.



## Sostenibilità – caso di studio provincia di Parma

Contestualmente alle differenze rilevate tra UP DSS e UP Bollettino risulta interessante analizzare come caso studio la provincia di Parma. Le aziende localizzate in questa provincia sono da più anni seguite e coinvolte nell'uso del DSS dal personale di AINPO. A tal proposito, come evidenziato in Figura 42, sono stati calcolati gli scostamenti percentuali delle aziende che hanno seguito il DSS rispetto al bollettino.

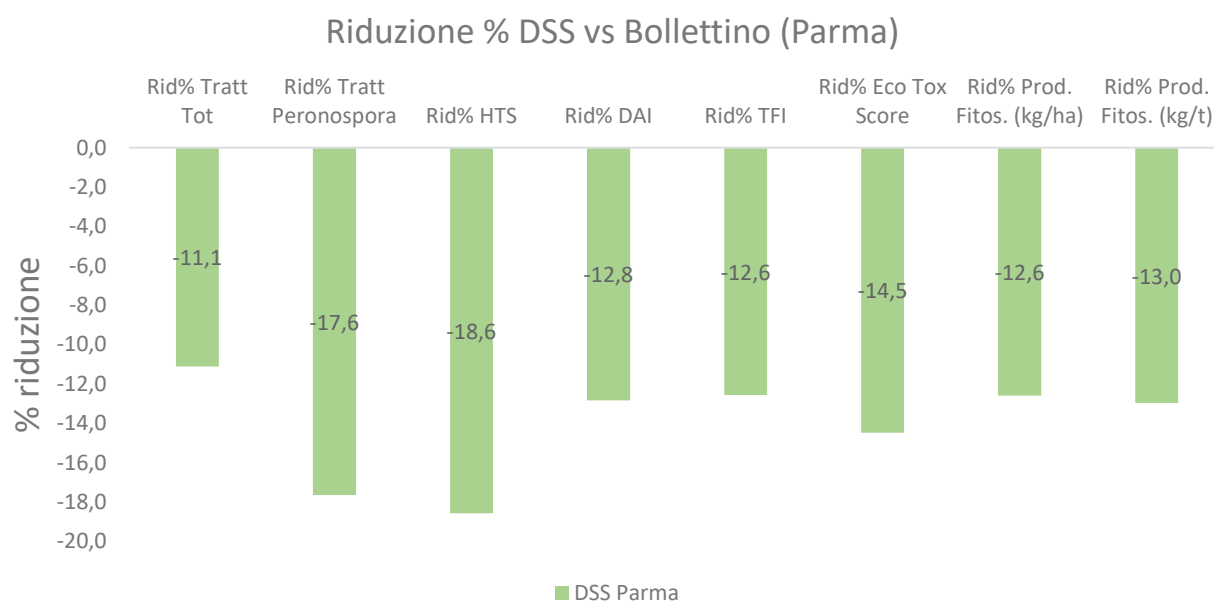


Figura 42 - Percentuale di riduzione di alcuni parametri grazie all'utilizzo del DSS.

Grazie all'utilizzo del DSS è stato possibile risparmiare in media un trattamento rispetto alle indicazioni fornite dal Bollettino di riferimento (pari al -11,1 % di Figura 11). Inoltre è stato possibile ridurre: (i) del 17,6 % i trattamenti contro Peronospora; (ii) del 18,6% il rischio tossicologico sulla salute umana esercitato dalle sostanze chimiche di sintesi utilizzate in campo (HTS); (iii) del 12,8 % l'esposizione chimica dei prodotti stessi (DAI); (iv) del 12,6 % la pressione chimica esercitata sul terreno coltivato (TFI); (v) del 14,5 % l'Eco Tox Score in termini di rischio eco-tossicologico sulla salute dell'ecosistema acquatico e terrestre; (vi) del 12,6 % il quantitativo di prodotti fitosanitari rispettivamente espressi come kg/ha o per kg/t di pomodoro prodotto.

#### **4) AZIONE DIVULGAZIONE**

Come da accordi, l'attività di divulgazione ha previsto in data 14 marzo 2019 un incontro tenuto da Horta presso la sede dell'UCSC di Piacenza con l'obiettivo di affiancare le aziende pilota coinvolte nel progetto, illustrando le funzionalità del DSS *pomodoro.net*. Successivamente nei mesi di marzo, aprile sono state rilasciate le utenze di *pomodoro.net*, provvedendo anche all'installazione delle stazioni agrometeorologiche necessarie per un corretto utilizzo del DSS. Per facilitare l'uso del DSS *pomodoro.net* è stato realizzato un tutorial per migliorare e semplificare la fruizione del servizio. Dal mese di maggio l'affiancamento alle aziende pilota è stato rispettato. Inoltre sono stati realizzati incontri in campo il 31 Luglio presso l'azienda sperimentale di Ca' Bosco (Ravenna) e presso Piacenza

e Parma rispettivamente il 23 e 30 agosto. In particolare i tecnici di Horta sono rimasti a disposizione di agricoltori/tecnici per eventuali chiarimenti e consigli circa le scelte tecniche inerenti all'utilizzo della piattaforma *pomodoro.net*. Gli agricoltori coinvolti hanno consultato il servizio con un'ottica agronomica e non solo per la compilazione delle operazioni colturali.

## CONCLUSIONI

Tutte fasi della filiera sono state coinvolte nel progetto: produttori agricoli, organizzazioni dei produttori deputate alla commercializzazione e valorizzazione delle produzioni agricole, aziende di trasformazione e commercializzazione, enti di ricerca e formazione.

Complessivamente, i risultati ottenuti attraverso il piano sono di seguito riportati:

1. Dalla valutazione della suscettibilità varietale di 40 principali ibridi di pomodoro da industria si è evidenziata l'importanza fondamentale dell'intervento irriguo. In particolare, i regimi che hanno previsto interventi irrigui sono risultati più vantaggiosi rispetto sia quelli in asciutta che quelli caratterizzati da concimazione fogliare. Inoltre, la gestione irrigua seguendo le indicazioni del DSS *pomodoro.net* hanno ridotto la comparsa della fisiopatia anche nelle varietà più suscettibili.
2. La funzione di *pomodoro.net* è risultata uno strumento di assistenza alle aziende agricole, in grado di fornire informazioni specifiche per il singolo appezzamento e migliorare le performances quali-quantitative della produzione. Le aziende che, seguendo i consigli dei modelli previsionali, sono riuscite ad individuare anticipatamente i periodi infettivi degli agenti patogeni ed hanno trattato in modo efficace, hanno ottenuto i risultati previsti, riducendo la diffusione della malattia nell'appezzamento di interesse. Dunque non è stata ritenuta opportuna un'ulteriore calibrazione dei modelli previsionali relativi alle avversità in analisi.
3. Dal monitoraggio svolto durante la stagione 2019, nessuna avversità è risultata particolarmente problematica. Sia gli attacchi di alternaria e peronospora che di agenti batterici sono stati contenuti in tutti gli appezzamenti. Sicuramente la macchiatura batterica è prevalsa in termini di presenza sul territorio e gravità dei sintomi ma comunque si è limitata a piccole aree nei campi. Il marciume apicale non ha rappresentato un problema se non per pochissimi campi come conseguenza delle diverse strategie di irrigazione e concimazione.
4. L'analisi dei risultati degli indicatori di performance (HTS, DAI, TFI ecc.) presenti in *pomodoro.net* ha consentito di caratterizzare in modo significativo gli itinerari produttivi realizzati nelle varie province. In particolare sono emerse diverse peculiarità relativamente alla difesa fitosanitaria; nella provincia di Piacenza è stata riscontrato un maggiore impegno nella difesa del ragnetto rosso rispetto a Ferrara e Parma/Reggio Emilia mentre in quella di Ferrara tale differenza si è riscontrata per il controllo delle batteriosi.

5. Dal momento della divulgazione fino a fine campagna i produttori di pomodoro da industria selezionati nel progetto hanno evidenziato un apprezzamento del DSS *pomodoro.net*, in particolare per quanto riguarda il supporto per il controllo delle principali fitopatie. Tale comportamento ha in generale convinto gli agricoltori a utilizzare lo stesso schema di difesa anche per gli appezzamenti considerati tradizionali. Questo tipo di comportamento non è un caso isolato ma si ripete con una certa frequenza anche su altre colture dove gli utilizzatori trasferiscono gli output dei modelli previsionali anche sulle superfici restanti degli appezzamenti.
6. Il confronto degli schemi di difesa del DSS e del Bollettino (punto di riferimento nelle province per la produzione integrata), ha permesso in generale una valorizzazione di *pomodoro.net*, diventata particolarmente significativa nel caso della provincia di Parma. La riduzione dei trattamenti effettuati e il minor impatto ambientale del processo produttivo agricolo nelle parcelle in cui sono stati seguiti i modelli ed i consigli agronomici del DSS confermano il ruolo chiave attuale e soprattutto futuro dello stesso, all'interno della produzione agricola sostenibile del pomodoro da industria.
7. Le considerazioni di cui al punto precedente sono ancora più valide se teniamo conto che, per motivi operativi, le differenze tra DSS e Tradizionale/Bollettino hanno riguardato unicamente i trattamenti di difesa. Infatti ulteriori vantaggi possono essere raggiunti se si seguissero le indicazioni del DSS per quanto riguarda la fertilizzazione e la guida all'irrigazione.

Pertanto, in termini produttivi, l'uso del DSS *pomodoro.net*<sup>®</sup> consente una razionalizzazione nell'impiego di mezzi tecnici e operazioni colturali, che si traduce in una maggiore efficienza dell'intero processo di produzione agricola. L'uso del DSS, grazie all'ottimizzazione dell'impiego dei mezzi tecnici rispetto alle esigenze della coltura, consente anche un miglioramento in termini quantitativi e qualitativi della produzione. Contestualmente, l'azienda di trasformazione beneficia di un prodotto di migliore qualità, completamente tracciato nella fase produttiva e di cui è misurabile, e quindi comunicabile al consumatore, la sostenibilità.

In termini economici, l'uso del DSS garantisce all'agricoltore l'impiego ottimale dei mezzi tecnici (prodotti fitosanitari, fertilizzanti, e conseguenti passaggi in campo), acqua d'irrigazione, lavorazioni del terreno, riducendone gli sprechi, con un conseguente risparmio economico.

L'ottimizzazione dell'uso dei mezzi tecnici e dell'acqua di irrigazione ha anche conseguenze positive in termini ambientali. I vari indici di sostenibilità ambientale calcolati all'interno del progetto, mostrano infatti come il DSS *pomodoro.net*<sup>®</sup> garantisca un minor impatto sull'ambiente rispetto la normale tecnica aziendale.

In termini sociali, la riduzione dell'uso dei prodotti fitosanitari ha conseguenze sulla salute degli agricoltori, che sono la categoria più esposta alla contaminazione in quanto vengono a contatto con alte concentrazioni di prodotti. Inoltre, l'ottimizzazione dell'uso dei mezzi tecnici e dell'acqua d'irrigazione ha anche un beneficio nella percezione dell'attività agricola da parte del consumatore e del grande pubblico, mostrando che esistono, e si stanno sempre più diffondendo, nuove forme di agricoltura rispettose dell'ambiente e della salute umana.

*Data 30/04/2020*

IL LEGALE RAPPRESENTANTE  
AINPO SOC.AGR.COOP.

PIACENZA-CREMONA

Dipartimento di Scienze delle Produzioni Vegetali Sostenibili - DI.PRO.VE.S.



UNIVERSITÀ  
CATTOLICA  
del Sacro Cuore

Spett. A.IN.P.O. SOCIETA' AGRICOLA COOPERATIVA

Strada Mercati 9/e

43100 Parma

Piacenza, 30 Gennaio 2020

**Piano d'Innovazione 'Produzione agricola sostenibile del pomodoro da industria attraverso l'uso del sistema di supporto alle decisioni pomodoro.net®' (Operazione 16.2.01 PSR Emilia-Romagna – Bando DGR 227/2017 - Progetto Filiera A.I.N.P.O.**

#### **RELAZIONE FINALE**

La presente relazione è stata redatta dal Responsabile Scientifico del progetto inserendo ed armonizzando i contributi forniti anche dall'altro fornitore di servizi coinvolto nel progetto Horta srl.

#### **SINTESI DEL PROGETTO DI FILIERA**

Il piano **Produzione agricola sostenibile del pomodoro da industria attraverso l'uso del sistema di supporto alle decisioni pomodoro.net®**, acronimo **PomoSmart**, rientra nel progetto di filiera ai sensi del PSR 2014/2020 Emilia-Romagna, con capofila AINPO, dedicato alla valorizzazione del pomodoro da industria attraverso innovazioni sia nella fase agricola sia nella fase di trasformazione industriale, orientate alla sostenibilità ambientale, alla maggiore efficienza del ciclo produttivo e al miglioramento qualitativo dei prodotti finiti.

Il progetto ha coinvolto industrie di trasformazione primarie fortemente orientate al mercato (in primis Mutti e Rodolfi) e ha previsto la sperimentazione e diffusione di un innovativo sistema di supporto alle decisioni, al fine di rafforzare e valorizzare il sistema di rintracciabilità di filiera, migliorare il controllo del processo produttivo agricolo, ottimizzare l'impiego dei mezzi tecnici e ridurre i costi di produzione, diminuire l'impatto ambientale, mitigare gli effetti del cambiamento climatico, migliorare la produzione dal punto di vista quanti-qualitativo.

Il pomodoro da industria ottenuto con tecniche di produzione integrata certificata è stato il protagonista del piano d'innovazione. In particolare, gli obiettivi del progetto si sono mossi nel solco tracciato dalla Regione Emilia-Romagna con riferimento al marchio QC – Qualità Controllata – e alle metodologie di produzione integrata, che mirano al rispetto dell'ambiente e della salute dell'uomo, riducendo al minimo l'uso delle sostanze chimiche di sintesi (prodotti fitosanitari e fertilizzanti), ma anche dell'acqua e dell'energia.



Il marchio QC rappresenta una concezione della filiera volta a privilegiare le produzioni agroalimentari ottenute con l'impiego ridotto dei prodotti chimici e l'impiego razionale e ottimale delle tecniche agronomiche per garantire le migliori caratteristiche qualitative e di salubrità.

Il progetto di innovazione ha coinvolto tutti gli anelli della filiera (produttori agricoli, Organizzazioni di Produttori, industria di trasformazione, mondo della ricerca, della sperimentazione e della divulgazione).

Tale collaborazione nell'impiego di modalità innovative per la produzione integrata ha permesso di valorizzare ulteriormente il prodotto certificato e di fornire elementi utili a documentarne la sostenibilità.

Il progetto di filiera è pienamente coerente con l'orientamento strategico europeo di promuovere un settore agricolo e forestale competitivo e sostenibile, in grado di "ottenere di più con meno" e in armonia con l'ambiente ed è inoltre sinergico con:

- le politiche regionali della rintracciabilità e della etichettatura, nel cui ambito le imprese agroalimentari sono impegnate a produrre alimenti sicuri;
- i Programmi Operativi delle Organizzazioni dei Produttori finalizzati a: i) organizzare e razionalizzare la produzione con il miglioramento della qualità dei prodotti; ii) ridurre e stabilizzare i costi di produzione; iii) produrre nel rispetto dell'ambiente;
- la politica della qualificazione delle produzioni attraverso la Produzione Integrata.

Il progetto di filiera, basato su un accordo pluriennale tra i vari anelli coinvolti, ha implicato la realizzazione coordinata dei seguenti interventi:

- investimenti nelle aziende agricole consistenti in tecnologie dedicate alla produzione di pomodoro da industria e volte a razionalizzare il ciclo produttivo e introdurre innovazioni di processo, nelle varie fasi di coltivazione piantine in serra, trapianto, diserbo, irrigazione, raccolta, trasporto, ecc.;
- investimenti nella fase della trasformazione industriale (Aziende MUTTI e RODOLFI) dedicati ad innovazioni tecnologiche nel ciclo di lavorazione per prodotti ad alto valore qualitativo ed orientati a nuovi sbocchi di mercato; in particolare, l'industria Mutti prevede uno sviluppo tecnologico importante nella produzione/confezionamento di polpe a proprio marchio in formati destinati al retail e al catering;
- progetto di sviluppo sperimentale ai sensi dell'Operaz.16.2.01 (oggetto della presente domanda), in collaborazione con HORTA Srl e Dipartimento DIPROVES dell'Università Cattolica di Piacenza, finalizzato alla produzione agricola sostenibile del pomodoro da industria attraverso l'uso del sistema di supporto alle decisioni pomodoro.net®.

Con riferimento agli interventi di investimento (nelle aziende agricole e nella fase di trasformazione industriale), le tipologie e le tecnologie previste hanno garantito anche importanti vantaggi per i lavoratori in materia di sicurezza sul lavoro, nel rispetto del Decreto legislativo 9 aprile 2008, n.81



“Attuazione dell’articolo 1 della Legge 3 agosto 2007 n.123 in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro”.

I rapporti all’interno della filiera hanno fatto riferimento:

- per quanto riguarda il conferimento della materia prima da parte delle aziende agricole, ai vincoli statutari e regolamentari delle rispettive Organizzazioni di Produttori;
- per quanto riguarda la cessione della materia prima, alle condizioni dei contratti annualmente attivati tra le Organizzazioni di Produttori e le Industrie di Trasformazione per la cessione di pomodoro da industria (MUTTI e RODOLFI), in coerenza con la regolamentazione nazionale e comunitaria. Tali contratti fanno riferimento agli accordi/contratti quadro nazionali del Pomodoro da Industria cui le industrie interessate aderiscono per il tramite di A.I.I.P.A. (Associazione Italiana Industrie Prodotti Alimentari) e le O.P. aderiscono per il tramite delle Unioni cui sono associate (in particolare, UNAPROA per AINPO).

Il **responsabile del Piano di innovazione** è stato Gazza Paolo (AINPO) mentre il **responsabile scientifico** è stato Rossi Vittorio (Università Cattolica del Sacro Cuore –Sede di Piacenza, Dipartimento DIPROVES).

Il progetto si è articolato, come previsto, in un arco temporale di 18 mesi. Rispetto ai termini inizialmente indicati, l’avvio del progetto ha subito uno slittamento a causa del ritardo nell’emissione del Decreto di ammissione a finanziamento. Tale modifica (opportunamente comunicata preventivamente alla Regione) ha comportato una variazione non sostanziale nel cronoprogramma delle attività, concentrando le prove nella sola stagione colturale 2019.

## **DESCRIZIONE DEL PIANO**

### **OBIETTIVI E FINALITA'**

Il pomodoro da industria rappresenta la coltura cardine dell’economia agroindustriale regionale, e il suo processo produttivo contempla aspetti di tecnica colturale nei quali è importante l’uso delle risorse e dei mezzi tecnici. L’obiettivo del progetto ha visto come obiettivo principale la validazione e la diffusione sul territorio regionale processi produttivi agricoli più sostenibili, basati sull’uso del sistema di supporto alle decisioni (DSS) pomodoro.net®. I DSS rappresentano uno strumento di assistenza alle aziende agricole, capace di integrare e completare gli strumenti di supporto alla Produzione Integrata già presenti sul territorio regionale, fornendo indicazioni specifiche per il singolo appezzamento. Il sistema pomodoro.net® fornisce all’utente indicazioni relative allo sviluppo della coltura, alla fertilizzazione, all’irrigazione, al diserbo, alle malattie fungine (peronospora e alternariosi) e batteriche, e delle infestazioni d’insetti. Come input, informazioni ‘statiche’, ovvero che non si modificano nel corso della stagione, quali ibrido coltivato, caratteristiche del terreno, precessione colturale, lavorazioni del terreno, si associano a



informazioni 'dinamiche, che cambiano con il tempo, quali l'andamento meteorologico e la condizione del terreno, rilevate da una stazione agrometeorologica installata nell'azienda dell'utente. Il sistema è inoltre in grado di calcolare diversi indici di sostenibilità della coltura, a partire dai dati relativi alle operazioni colturali ivi registrati dall'utente.

- **Obiettivi, generali e specifici**

L'obiettivo del piano d'innovazione è stato quello di validare e diffondere il sistema di supporto alle decisioni (DSS) pomodoro.net® per la coltivazione del pomodoro da industria in alcune province dell'Emilia-Romagna, in cui il pomodoro da industria è coltura cardine. I DSS hanno consentito all'agricoltore di ricevere un supporto alla gestione della coltura, basato su conoscenze scientifiche e calato nella realtà aziendale. Infatti, la gestione delle colture che si avvale di un DSS consente una ottimizzazione dell'uso dei mezzi tecnici, migliori performances quali-quantitative della produzione e di qualificare maggiormente la materia prima pomodoro, anche dal punto di vista della sostenibilità ambientale.

Durante lo svolgimento del piano si sono raggiunti i seguenti obiettivi:

- 1) Valutazione della sensibilità al marciume apicale di vari ibridi di pomodoro, scelti tra quelli maggiormente impiegati a livello regionale;
- 2) Calibrazione del DSS pomodoro.net® nelle province di Piacenza, Parma e Reggio-Emilia, in cui si concentra la coltivazione del pomodoro conferito alle aziende di trasformazione coinvolte nel progetto di filiera;
- 3) Confronto tra la tecnica colturale adottata dall'azienda e quella innovativa basata sull'uso di pomodoro.net®, in termini di efficienza della coltivazione nell'uso dei mezzi tecnici, di sostenibilità economica, sociale e ambientale;
- 4) Divulgazione dell'approccio innovativo per la coltivazione del pomodoro da industria agli agricoltori, basato su risultati ottenuti dalla ricerca scientifica.

- **Sintesi dello stato dell'arte della ricerca nel settore considerato**

Uno degli scopi prioritari della moderna agricoltura è quello di sviluppare sistemi di coltivazione meno intensivi, che facciano un uso oculato delle risorse naturali (acqua, suolo, energia, ecc...) e impieghino meno fertilizzanti chimici e prodotti fitosanitari. Allo stesso tempo, questi sistemi produttivi devono mantenere i livelli di produzione, in termini sia quantitativi che qualitativi, preservare e possibilmente aumentare il reddito dell'impresa e ridurre gli impatti negativi sull'ambiente e la salute. Il raggiungimento di questi obiettivi è il prerequisito dell'agricoltura sostenibile (Geng et al., 1990). I concetti di Integrated Pest Management (IPM) (IOBC/WPRS, 1993), Integrated Production (IP) (Boller et al., 2004) e Integrated Farming (IF) (EISA, 2001) sono olistici, coinvolgono tutte le attività agricole e le adattano in base alle condizioni specifiche dell'azienda e della coltura. IPM, IP e IF sono dunque processi dinamici, che richiedono un'attenta e puntuale organizzazione aziendale e scelte oculate sia a livello strategico che tattico. Per questo agli imprenditori agricoli è richiesto un investimento di risorse in attività gestionali, di pianificazione, di





raccolta e organizzazione delle informazioni necessarie e di aggiornamento, che deve essere supportato da una consulenza specifica e da un rapido accesso all'innovazione scientifica e tecnica da tradurre in attività pratiche (EISA, 2001).

I sistemi di supporto alle decisioni (DSS) sono oggi lo strumento più idoneo per far fronte alla complessità delle scelte che le aziende sono tenute ad affrontare, comprese quelle relative all'applicazione della difesa integrata, in base alla Direttiva 128/2009/EC della Commissione Europea. I DSS sono sistemi in grado di migliorare le performances quali-quantitative della produzione e di qualificare maggiormente la materia prima pomodoro attraverso l'impiego di modelli previsionali e sensori specifici in grado di monitorare le condizioni ambientali degli appezzamenti e ottimizzare di conseguenza il processo produttivo agricolo. I DSS raccolgono, organizzano, interpretano e integrano in modo automatico le informazioni necessarie a consigliare le azioni più appropriate per dare risposta alle più diverse operazioni colturali, siano esse strategiche a lungo termine o decisioni operative da prendere in tempi brevi (Sonka et al., 1997). Nonostante le loro potenziale utilità, i DSS hanno finora fornito un contributo pratico inferiore alle attese (Parker & Champion, 1997), a causa di una serie di limiti che ha caratterizzato la prima generazione, tra cui l'indirizzarsi solo ad alcuni aspetti del ciclo produttivo e una certa complessità d'uso (Parker & Champion, 1997; Rossing & Leeuwis, 1999; BCPC, 2000). La nuova generazione di DSS, di cui pomodoro.net<sup>®</sup>, è un esempio, è ora in grado di superare questi problemi (Magarey et al., 2002). L'utilizzo dei DSS permette inoltre alle filiere alimentari di valorizzare, anche a livello internazionale, le proprie produzioni, soprattutto quando associato al metodo olistico di assistenza tecnica viene effettuato il calcolo dell'impatto ambientale e la valutazione della sostenibilità della coltivazione in campo.

## BIBLIOGRAFIA

- BCPC (2000). The role of decision support systems in the farm business of the future, Discussion Forum, 9 December 1999, IACR-Rothamsted, Harpenden, Hertfordshire, The British Crop Protection Council, Farnham, Surrey.
- Boller, E. F., Avilla, J., Joerg, E., Malavolta, C., Wijnands, F. G., and Esbjerg, P. (2004). Integrated production. IOBC/WPRS Bulletin 27 (2).
- EISA (2001). A Common Code for Integrated Farming. European Initiative for Sustainable Development in Agriculture, <http://www.fao.org/prods/PP17501/EISA.htm>
- Geng, S., Hess, C. E., and Auburn, J. (1990). Sustainable agricultural systems: concepts and definitions. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 165(2-3), 73-85.
- IOBC/WPRS (1993). El Titi A., Boller E.F., Gendrier J.P. (eds.). Integrated production – Principles and Technical Guidelines. IOBC/WPRS Bulletin 16 (1).
- Magarey, R. D., Travis, J. W., Russo, J. M., Seem, R. C., and Magarey, P. A. (2002). Decision support systems: quenching the thirst. *Plant Disease*, 86(1), 4-14.
- Parker, C. G., Champion, S., and Kure, H. (1997). Improving the uptake of decision support systems in agriculture. In First European conference for information technology in agriculture (pp. 129-134).



Rossing, W. A. H., Leeuwis, C., and van der Werf, W. (1999). Quality of modelling for Integrated Crop Management: Introduction to the workshop. In *Acta Horticulturae* (Vol. 499, pp. 147-150).

Sonka S. T., Bauer M. E., Cherry E. T., Colburn J. W., Heimlich R. E., Joseph D. A., Leboeuf J. B., Lichtenberg E., Mortensen D. A., Searcy S. W., Ustin S. L., and Ventura S. J., 1997. Precision agriculture in the 21st century. Geospatial and information technologies in crop management. National Academy Press, Washington, DC, USA.

- ***coerenza del piano rispetto alle priorità tematiche specifiche della operazione 16.2.01. della focus area 3A***

Il piano ha risposto pienamente a diverse priorità tematiche della Focus Area 3A:

- a) Ottimizzazione dei sistemi [...] per l'uso razionale dell'acqua in agricoltura [...];
- b) Sviluppo di nuove varietà [...], verifica dell'adattabilità varietale [...];
- c) Azioni di adattamento ai cambiamenti climatici, razionalizzazione input energetici [...];
- d) Modellistica, [...] e supporti decisionali (DSS);
- e) Pratiche agricole [...] per la sicurezza (safety) delle produzioni agricole;
- f) Programmazione produttiva e relazioni di filiera;
- g) Innovazione organizzativa [...], nuovi sistemi di qualità in sistemi agricoli [...];
- h) Sviluppo di supporti organizzativi e di servizi in ambito di filiera;
- i) Tracciabilità e documentazione, certificazione ambientale;
- j) Monitoraggio e benchmarking aziendali e di filiera sia tecnico che economico.

I punti sopra elencati sono indirizzati dal Piano grazie all'uso del DSS pomodoro.net® (d), che rappresenta un metodo innovativo di gestione della coltura (g). Il DSS ha al suo interno funzionalità per la gestione razionale dell'irrigazione (a), delle operazioni colturali e della fertilizzazione (c), per la previsione di malattie e fisiopatie della coltura, legate alla sicurezza delle produzioni (e), per la registrazione puntuale delle operazioni colturali in campo e il calcolo dell'impatto ambientale dovuto alla coltivazione (i). L'uso del DSS ha facilitato anche relazioni più efficienti all'interno della filiera, consentendo una programmazione agricola e l'ottenimento di una materia prima più qualificata per l'industria (f, h, j). Un'azione del Piano è stata dedicata alla caratterizzazione degli ibridi di pomodoro rispetto alla suscettibilità al marciume apicale (fisiopatia)(b).

Più nel dettaglio, l'obiettivo principale del progetto ricade nella seguente priorità tematica della Focus Area, tra quelle sopra individuate:

- **d) modellistica, sensoristica, sistemi di avvertimento e supporti decisionali (DSS).**

La coerenza del piano con questo specifico fabbisogno evidenziato nell'analisi del PSR è stato precedentemente evidenziato e ha permesso la validazione e la diffusione di processi produttivi agricoli più sostenibili, grazie all'uso del DSS (Sistema di Supporto alle Decisioni) pomodoro.net®.

Inoltre, si specificano meglio di seguito le attinenze ai seguenti ulteriori ambiti prioritari per la Focus Area sopra individuati:

- **a) ottimizzazione dei sistemi di organizzazione, gestione e verifica tecnologica per l'uso razionale dell'acqua in agricoltura in riferimento agli assetti aziendali:** pomodoro.net® ha



previsto un tool per la gestione dell'irrigazione e fertirrigazione nel quale è presente un bilancio idrico del terreno interfacciato con la misurazione dell'umidità del terreno a diverse profondità. In questo modo l'utente ha ottenuto diversi tipi di informazione sia di tipo teorico che di misurazione effettiva. Questo approccio permette di ottimizzare la risorsa acqua anche in relazione alle fasi fenologiche della pianta, disponibilità idrica da parte del suolo, andamento climatico.

- **c) azioni di adattamento ai cambiamenti climatici, razionalizzazione input energetici:** l'uso dei DSS entra a pieno titolo negli strumenti in grado di mitigare gli effetti dei cambiamenti climatici. Esempificativi sono i casi della nutrizione e delle malattie. All'interno della nutrizione l'azoto assume un ruolo molto importante come impatto ambientale, essendo considerato tra i maggiori responsabili in agricoltura nella produzione dei gas serra. Essendo questo macroelemento molto mobile e lisciviabile, la sua biodisponibilità è molto influenzata dal clima e quindi tramite i modelli specifici è stato possibile consigliarne l'uso in modo tale da ridurre gli impatti. Per quanto riguarda le malattie gli effetti sono analoghi. La modellistica previsionale e il monitoraggio presenti nel DSS consentono di dare indicazioni sul momento opportuno degli interventi fungicidi in relazione all'andamento climatico.

## RISULTATI ATTESI

Erano attesi i seguenti risultati:

- 1) la caratterizzazione per la sensibilità al marciume apicale dei principali ibridi di pomodoro da industria;
- 2) la calibrazione del DSS pomodoro.net® nel territorio di produzione delle province di Piacenza, Parma e Reggio Emilia;
- 3) il confronto tra la tecnica colturale adottata dall'azienda e quella innovativa basata sull'uso di pomodoro.net®, in termini di efficienza della coltivazione nell'uso dei mezzi tecnici e di sostenibilità ambientale;
- 4) un più efficace trasferimento delle conoscenze tecnico-scientifiche al mondo produttivo attraverso l'azione di divulgazione e la diffusione dell'uso del DSS pomodoro.net®;
- 5) un migliore controllo del processo produttivo agricolo, grazie alla registrazione delle operazioni colturali nel DSS e alla modellistica in esso contenuta;
- 6) l'ottimizzazione dell'impiego dei mezzi tecnici, grazie al supporto alle decisioni fornito da pomodoro.net®, con riferimento all'uso sostenibile dei prodotti fitosanitari, alla gestione razionale dell'acqua e dell'impiego di fertilizzanti azotati;
- 7) la riduzione dell'impatto ambientale conseguente all'uso del DSS, in confronto con la tecnica aziendale, misurata tramite appositi indicatori;
- 8) un miglioramento delle produzioni dal punto di vista quali-quantitativo, rispondendo puntualmente alle esigenze della coltura tramite le indicazioni fornite da pomodoro.net®.



## **CAPACITA' TECNICO-PROFESSIONALE DEI SOGGETTI PARTECIPANTI RISPETTO AL RAGGIUNGIMENTO DEGLI OBIETTIVI**

I soggetti partecipanti al progetto sono stati i seguenti:

- **AINPO Soc.Agr.Coop. (Capofila ed Organizzazione di Produttori – Beneficiario diretto sull'Operaz.16.2.01)**

L'obiettivo principale di AINPO, come Organizzazione di Produttori, è quello di commercializzare il pomodoro da industria dei produttori delle province di Parma, Piacenza e Reggio Emilia.

L'Organizzazione di Produttori ha, nel corso degli anni, ampliato la base associativa interessando anche le province di Cremona, Mantova, Lodi, Pavia, Brescia, Cuneo, Verona, Ancona, Macerata, Teramo e Foggia, raggiungendo un totale di 399 soci produttori, 2 cooperative ed un consorzio.

La "mission" dell'OP è quella di programmare, produrre e valorizzare tutti i prodotti ortofrutticoli nel rispetto dell'Ambiente e secondo criteri basati sulla Sicurezza Alimentare.

Le produzioni riguardano: pomodoro da industria, prodotto per il quale AINPO si conferma tra i leader nazionali ed europei, aglio, anguria, cavolfiore, cavolo broccolo, cavolo cappuccio, cipolla, melone, pisello da industria, pomodoro da mensa, pisello da industria, spinacio e zucche.

Tutti i prodotti degli associati sono coltivati secondo i dettami del Disciplinare di produzione integrata della Regione Emilia-Romagna e quindi certificabili con il marchio QC (Qualità Controllata).

Il servizio di assistenza tecnica dell'AINPO è costituito da una rete di 12 tecnici di campagna che assistono il produttore durante l'intero ciclo produttivo, con funzioni di indirizzo tecnico, supporto e controllo.

La continua presenza in campo della rete di tecnici ed il monitoraggio di tutte le operazioni che vanno dalla semina al raccolto consentono, ad AINPO, per il pomodoro da industria, di essere certificata (BVQI) ISO 22005:2007 per la rintracciabilità di filiera, per materia prima 100% italiana e per l'utilizzo di sementi non OGM.

Il pomodoro da industria di AINPO, può così dimostrare il suo percorso di tracciabilità dal seme fino al conferimento allo stabilimento di lavorazione.

Il particolare riguardo che AINPO riserva alla salubrità dei propri prodotti è ulteriormente dimostrato dall'attenzione che l'Organizzazione di Produttori presta alle analisi di laboratorio. Infatti vengono effettuate annualmente oltre 400 analisi multi-residuali sulle produzioni dei soci con campioni sul terreno, sementi, piantine, parti vegetative e frutti.

L'OP è il soggetto economico che vende in nome e per conto dell'azienda agricola associata e rappresentano il punto di riferimento per gli aspetti di valorizzazione della materia prima.

L'OP assume l'impegno di fare rispettare i disciplinari di produzione integrata della Regione ed è parte attiva nell'implementazione degli schemi di certificazione di prodotto.

Il DSS, benché rivolto alle aziende agricole, rappresenta un utile strumento per il trasferimento dell'innovazione tecnologica, per lo snellimento degli impegni burocratici in grado di amplificare l'impatto dei servizi di assistenza tecnica "one to one".

Nel contesto del presente progetto (Op.16.2.01 PSR), il team altamente qualificato coinvolto nelle



attività è stato il seguente:

- Dr. Paolo Gazza, laureato in Scienze Agrarie all'Università di Bologna ed attuale Direttore di AINPO;
  - Claudio Salotti, perito agrario ed attuale Responsabile Tecnico Ufficio Agricolo di AINPO.
- **MUTTI SPA (Impresa di trasformazione – Apporto operativo all'iniziativa Operaz.16.2.01, soggetto non beneficiario su tale misura)**

Mutti Spa è leader di mercato nei segmenti del concentrato, della polpa e della passata di pomodoro, con un fatturato costantemente in crescita, puntando su qualità e innovazione continua.

Mutti, presente sulle tavole degli italiani da oltre 100 anni (una tradizione di sapore e innovazione che si rinnova dal 1899), ha fatto del pomodoro di qualità la propria missione.

La qualità del prodotto e dei processi produttivi ha un valore elevatissimo: infatti, nel 1999 Mutti è la prima azienda che certifica i suoi prodotti con il marchio "Produzione Integrata Certificata", ottenuto nel rispetto delle direttive internazionali di Produzione Integrata, superando positivamente tutte le verifiche e i controlli lungo tutte le fasi, dalla raccolta, attraverso la produzione, fino alla distribuzione.

Ai controlli sull'intera filiera, a partire dal 2001, si è aggiunta la dichiarazione "NON OGM", una certificazione che richiede due diversi tipi di controllo: il primo di tipo ispettivo, direttamente sulle operazioni effettuate dalle parti agricole; il secondo di tipo analitico, con analisi effettuate da laboratori esterni su piantine, pomodoro fresco e prodotto finito.

Obiettivo produttivo e commerciale dell'azienda, unitamente ad un focus costante sull'innovazione, è quindi l'incessante ricerca della qualità; in quest'ottica rientra il conferimento del Pomodorino d'Oro, il premio al miglior produttore assegnato ogni anno a conclusione della campagna di raccolta.

L'azienda occupa un organico permanente di 125 persone, che diventano 560 con il personale stagionale.

- **RODOLFI MANSUETO SPA (Impresa di trasformazione – Apporto operativo all'iniziativa Operaz.16.2.01, soggetto non beneficiario su tale misura)**

RODOLFI opera nel settore della lavorazione del pomodoro dal 1896, tramandando tale attività di generazione in generazione.

L'azienda realizza prodotti a base di pomodoro (quali concentrati, polpe, passate, sughi e polvere di pomodoro), nonché ingredienti in polvere ottenuti con la tecnologia spray dry, verdure disidratate, vegetali in pezzi, granulati, farine, semilavorati per la pasticceria, che rappresentano il risultato di avanzate tecnologie produttive abbinate ad una cura e un'attenzione artigianale.



Gli alti standard qualitativi, il costante aggiornamento delle tecnologie e degli impianti, lo sviluppo di nuovi prodotti, hanno consentito a Rodolfi di guadagnarsi un ruolo di punta nel settore alimentare del Made in Italy, sia in Italia che all'estero.

L'azienda ha sempre ritenuto che la qualità dei propri prodotti e servizi, uniti alla particolare attenzione alle esigenze del cliente, fossero il fondamento del successo commerciale dell'azienda.

Per questo Rodolfi Mansueto SpA pone un'attenzione sempre più elevata ai temi delle garanzie di qualità e sicurezza dei propri prodotti, dimostrate anche dalle numerose certificazioni ottenute.

Questa attenzione si traduce nel rapporto sempre più stretto che lega l'azienda ai propri fornitori agricoli per ottenere da loro prodotti sempre più genuini, ottenuti con tecniche agricole ancor più rispettose dell'ambiente.

#### - **Università Cattolica del Sacro Cuore (UCSC)**

Fondata a Milano nel 1921 da Padre Agostino Gemelli, l'Università cattolica del Sacro Cuore è il più importante Ateneo cattolico d'Europa e, a fronte di una crescente apertura internazionale, è anche l'unica Università italiana che può vantare una dimensione nazionale con i suoi 5 Campus: Milano, Piacenza, Cremona, Brescia e Roma, dove è presente anche il Policlinico Universitario 'A. Gemelli'.

L'attività di ricerca di UCSC (DIPROVES) si focalizza su studi sulle caratteristiche biologiche, ecologiche ed epidemiologiche di patogeni fungini chiave di colture erbacee ed arboree. Altra attività fondamentale, collegata alla prima, è lo sviluppo e validazione di modelli matematici per la previsione della comparsa e dello sviluppo di malattie fungine, e il loro inserimento in sistemi di supporto alle decisioni (Decision Support Systems) per la protezione delle colture in sistemi di produzione integrata. Le colture attualmente principale oggetto di studio sono grano, vite, pomodoro, legumi e melone.

I componenti dello staff impegnati sul presente piano d'Innovazione sono stati:

- Vittorio Rossi, professore ordinario, la cui attività di Ricerca si concentra sull'epidemiologia e la modellizzazione di malattie delle colture agrarie, e il loro controllo integrato. Negli anni, ha sviluppato diversi modelli con approccio meccanicistico e dinamico, attualmente in uso in Italia e all'estero.
- Tito Caffi, ricercatore, la cui attività di Ricerca riguarda aspetti epidemiologici ed ecologici di vari funghi patogeni delle colture agrarie, con lo scopo di sviluppare modelli che possono essere integrati in sistemi di supporto alle decisioni.

#### **Horta s.r.l. (HORTA)**

Horta s.r.l. è uno spin-off dell'Università Cattolica del Sacro Cuore di Piacenza, nata nel 2008 come piattaforma permanente per il trasferimento e la valorizzazione dei risultati della ricerca nel settore agroalimentare. Horta si pone l'obiettivo di fornire servizi altamente qualificati, sia a livello



nazionale che internazionale, nel campo delle produzioni vegetali, al fine di aumentare la competitività delle imprese agricole ad agroalimentari in termini di produttività, qualità e stabilità delle produzioni, redditività, sostenibilità, sicurezza alimentare.

L'attività principale di Horta è lo sviluppo di sistemi di supporto alle decisioni (o DSS, Decision Support System) per la gestione sostenibile delle colture agrarie, fruibili dagli utenti (agricoltori, tecnici e consulenti) via internet. A supporto di questa attività, HORTA realizza attività di ricerca e sviluppo, si avvale di un settore informatico, gestisce una rete agrometeorologica di oltre 600 stazioni sparse sul territorio nazionale. HORTA realizza anche attività di extension, realizza campi dimostrativi (in cui le tecniche colturali innovative inserite nei DSS sono messe a confronto su scala aziendale con le tecniche tradizionali) e organizza visite con agricoltori, tecnici e altri stakeholder ai campi dimostrativi e sperimentali.

I componenti dello staff impegnati sul presente piano d'Innovazione sono stati:

- Pierluigi Meriggi, agronomo con esperienza pluriennale nella pianificazione e gestione di prove sperimentali su varie colture.
- Matteo Ruggeri, agronomo con esperienza pluriennale nella pianificazione e gestione di prove sperimentali su varie colture.
- Cristian Benini, tecnico sperimentatore, con esperienza pluriennale nella gestione di prove sperimentali.
- Alessandro Mennillo, informatico, con esperienza nello sviluppo di servizi informatici per le aziende agricole e agroindustriali.
- Valentina Manstretta, addetta al settore ricerca e sviluppo, con responsabilità nella preparazione e gestione di progetti di ricerca.

#### **FASI FILIERA COINVOLTE:**

Il conseguimento degli obiettivi del Piano ha richiesto la completezza della filiera agroindustriale del pomodoro, coinvolgendo le seguenti fasi della filiera:

- produttori agricoli di base (aziende agricole localizzate in diverse province dell'Emilia-Romagna);
- Organizzazioni di Produttori deputate alla valorizzazione delle produzioni agricole (AINPO-Capofila, APOL, CICA), per facilitare la divulgazione dell'innovazione nel mondo agricolo;
- industrie di trasformazione, in particolare le aziende leader MUTTI SpA e RODOLFI MANSUETO SpA, per la verifica della qualità del prodotto finale e lo sviluppo della tracciabilità dal campo al consumatore;
- enti preposti alla ricerca/sperimentazione (Università Cattolica del Sacro Cuore di Piacenza Dipartimento DIPROVES – HORTA Srl), per sviluppare la componente di conoscenza.

L'Emilia-Romagna è stato il contesto territoriale di riferimento del progetto per la sua centralità nella produzione e trasformazione di pomodoro da industria, nel cuore del Distretto del Pomodoro. Il ricco e qualificato gruppo di lavoro che si è creato attorno al progetto ha rappresentato una garanzia di coinvolgimento dei diversi segmenti della filiera e di tutti gli organismi che in diverso modo contribuiscono allo sviluppo e alla qualificazione del comparto.



La coerenza della composizione del team di progetto, nelle diverse fasi della filiera, non è stata ricercata solo in funzione delle attività di tipo tecnico legate alla sperimentazione, ma anche in relazione alla necessità di diffondere le innovazioni oggetto dell'iniziativa attraverso specifiche azioni di divulgazione e di informazione professionalizzata per il mondo agricolo, al fine di superare uno dei principali ostacoli che hanno finora frenato la diffusione dell'innovazione nel settore primario.

## **CONTENUTO DEL LAVORO E RISULTATI OTTENUTI**

### **1) AZIONE ESERCIZIO DELLA COOPERAZIONE**

La cooperazione tra soggetti della filiera coinvolta, oltre a determinare un valore aggiunto per la qualità del progetto, ha rappresentato anche una modalità operativa per il coordinamento dei soggetti coinvolti e per il monitoraggio dell'andamento dell'iniziativa, sia nelle singole fasi sia nel suo complesso.

L'esercizio della cooperazione è avvenuto sotto la responsabilità del soggetto capofila (Organizzazione di Produttori AINPO), con ruolo di:

- referente nei confronti dell'Ente Pubblico (Regione), in particolare per il monitoraggio delle attività e le eventuali modifiche progettuali;
- coordinatore tra le aziende partecipanti e i responsabili tecnico-scientifici del progetto espressione del mondo della ricerca e della formazione.

I monitoraggi riguardanti lo stato di avanzamento e lo stato finanziario del progetto è stato effettuato, in cooperazione, attraverso l'attività del Comitato Tecnico, costituito dal responsabile di progetto di AINPO (capofila), dai referenti tecnici delle industrie Mutti e Rodolfi e dai responsabili tecnico-scientifici degli Enti di Ricerca coinvolti (Dipartimento DIPROVES Università Cattolica e HORTA).

Il Comitato Tecnico ha monitorato lo sviluppo quantitativo e qualitativo del progetto e il raggiungimento degli obiettivi, con verifica degli stati di avanzamento e della loro coerenza rispetto al piano di lavoro previsto, oltre ad una costante supervisione delle diverse attività in cui si articolano le varie fasi del progetto stesso.

A tale scopo, il Comitato Tecnico si è riunito ogni trimestre, inoltre sono stati organizzati vari incontri e riunioni tra i partners coinvolti nelle diverse fasi del progetto.

Il soggetto capofila si era incaricato del coordinamento del progetto. La struttura manageriale del progetto stesso è stata organizzata come in Figura 1 prevedendo la collaborazione tra il coordinatore tecnico interno AINPO (Salotti), il responsabile scientifico (Prof. Vittorio Rossi) ed il Comitato Direttivo (CD).



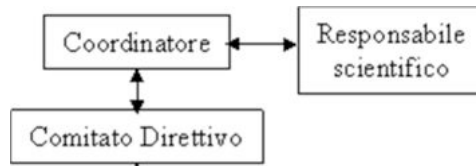


Figura 1 - Struttura manageriale del Piano d'Innovazione.

Questa struttura organizzativa è stata progettata in modo tale da: i) rappresentare in modo adeguato i ruoli e gli interessi del capofila e dei partecipanti; ii) rispondere alla complessità del progetto ed alla interazione fra le diverse azioni; iii) garantire l'attuazione pratica del progetto in accordo con quanto pianificato; iv) raggiungere gli obiettivi prefissati nei tempi previsti e con l'impegno economico preventivato; v) assicurare un adeguato scambio di informazioni all'interno del progetto; vi) gestire i problemi di riservatezza e di proprietà intellettuale.

Il CD, costituito dal responsabile di ogni partecipante ha assunto il compito di: i) definire le procedure di controllo di qualità all'interno del progetto; ii) verificare il regolare svolgimento delle attività ed il raggiungimento dei risultati; iii) valutare eventuali criticità e definire azioni correttive; iv) prendere decisioni sulla gestione del progetto.

I membri del CD si sono riuniti: i) all'inizio del progetto (31 ottobre 2018), per programmare e coordinare le attività del primo anno; ii) in una data intermedia (5 febbraio 2019), per valutare i risultati intermedi; iii) al termine del progetto (9 gennaio 2020) per valutare i risultati finali. Le decisioni sono state prese di comune accordo ed eventuali conflitti tra i partecipanti sono stati risolti con la mediazione del coordinatore. I membri di CD sono rimasti in regolare contatto via e-mail/telefonica.

## **2) AZIONE STUDI NECESSARI ALLA REALIZZAZIONE DEL PIANO (DI MERCATO, DI FATTIBILITÀ, PIANI AZIENDALI, ECC.):**

UCSC ha condotto uno studio preliminare in cui sono state individuate le novità recentemente prodotte dalla ricerca scientifica e tecnica nel campo della produzione di pomodoro da industria. Le informazioni raccolte sono state verificate per la loro applicabilità al contesto territoriale di riferimento del progetto, cioè la regione Emilia-Romagna.

Vari metodi e classificazioni standard comunemente utilizzate nell'effettuazione dei rilievi in campo per le malattie d'interesse sono stati ricercati e valutati per la loro applicazione nelle azioni proprie del Piano d'innovazione. Da questo studio preliminare, per la corretta assegnazione della fenologia delle piante di grano, è stata individuata la scala BBCH presente in letteratura. La scala BBCH è un sistema decimale ideato per codificare uniformemente stadi fenologici analoghi, sia per specie monocotiledoni che dicotiledoni, basata sulla scala Zadoks (Zadoks et al., 1974). La scala BBCH è divisa in 10 stadi di sviluppo primari e altrettanti secondari (Hess et al., 1997). Ogni stadio viene indicato tramite un codice composto da due cifre. Con l'ausilio della scala BBCH, è stato possibile monitorare l'evoluzione fenologica delle piante presenti in campo durante la stagione, e legare l'epidemiologia delle malattie allo sviluppo delle piante.



Frutto degli studi preliminari sono inoltre la scheda di monitoraggio utilizzata durante i rilievi in campo (Figura 2) e una scheda contenente le immagini delle principali avversità fungine del grano duro, utilizzata come riferimento per l'identificazione delle malattie e delle fisiopatie comparse sulle piante nel corso della stagione colturale (Figura 3).

Nella prima parte della scheda venivano annotate tutte le informazioni relative all'appezzamento e all'azione di monitoraggio, nello specifico:

- nome dell'azienda
- comune e zona ove ricade l'appezzamento oggetto del monitoraggio
- estensione della superficie dell'appezzamento
- varietà di pomodoro coltivata
- tipologia di gestione dell'appezzamento (aziendale o DSS)
- data del rilievo
- nome del rilevatore

Eventuali informazioni aggiuntive riguardanti l'appezzamento e/o lo stato della coltura, venivano registrate nella sezione "Note e osservazioni".

Nella tabella sottostante "Fase fenologica prevalente", venivano registrati i dati fenologici, distinguendo tra i sette stadi di crescita principali secondo la scala BBCH:

- BBCH 10: emergenza/trapianto
- BBCH 11: sviluppo fogliare
- BBCH 61-62-63-64: fioritura dei diversi palchi
- BBCH 71-72-73-74: ingrossamento di ciascun palco
- BBCH 81-82-83-84: maturazione di ciascun palco

Un'immagine rappresentativa della scala supportava la scelta del rilevatore nell'attribuire la corretta fase fenologica. Si assumeva che la coltura si trovasse in una determinata fase fenologica, quando il 50% più uno dei soggetti osservati rispettava le caratteristiche di tale fase.

Di seguito, lo stato sanitario della coltura veniva preso in considerazione. Le principali avversità monitorate erano:

- peronospora
- alternaria
- maculatura batterica



- macchiatura batterica

Il marciume apicale è stato individuato come fisiopatia di principale interesse per la coltura del pomodoro e, pertanto, è stato monitorato durante la stagione al pari delle avversità fungine e batteriche sopraelencate.

Il livello di diffusione dei sintomi di ciascuna malattia nell'appezzamento veniva attribuito tra 4 categorie possibili:

- Assente: il campo si presenta interamente sano
- Sporadica: poche piante isolate con sintomi di malattia
- Diffusa: diverse piante malate a macchia di leopardo o sparse nel campo
- Estesa: vaste aree del campo interessate dalla malattia

Il livello di distribuzione dei sintomi di ciascuna malattia sulla pianta veniva attribuito tra 4 categorie possibili:

- Sintomi solo sul tessuto fogliare;
- Sintomi lievi sulla vegetazione, qualche bacca interessata;
- Sintomi gravi sulla vegetazione e sulle bacche;
- L'intera pianta appare compromessa.

Altre eventuali patologie o fisiopatie venivano annotate nella sezione "Note e osservazioni".



PSR AINPO 2019 – Schede di Monitoraggio

Azienda: \_\_\_\_\_

Data: \_\_\_\_\_

Comune: \_\_\_\_\_

Rilevatore: \_\_\_\_\_

Varietà: \_\_\_\_\_

Zona: \_\_\_\_\_



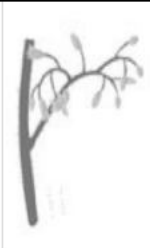
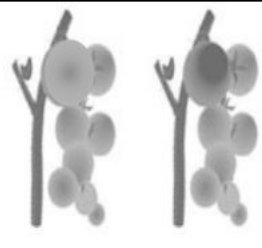
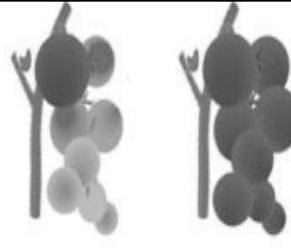
Superficie appezzamento (ha): \_\_\_\_\_

Aziendale

DSS

Note e osservazioni

Fase Fenologica prevalente (il 50% più uno dei soggetti osservati)

				
10 emergenza/ trapianto	11 sviluppo fogliare	61-62-63-64 fioritura dei diversi palchi	71-72-73-74 Ingrossamento di ciascun palco	81-82-83-84 Maturazione di ciascun palco



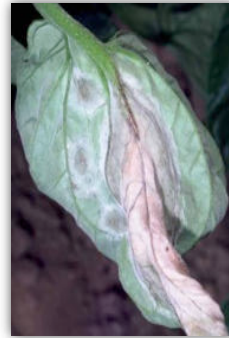
Avversità	Diffusione dei sintomi nell'appezzamento			
	Assente <i>il campo si presenta interamente sano</i>	Sporadica <i>poche piante isolate con sintomi di malattia</i>	Diffusa <i>diverse piante malate a macchia di leopardo o sparse nel campo</i>	Estesa <i>vaste aree del campo interessate dalla malattia</i>
Peronospora				
Alternaria				
Maculatura batterica				
Macchiattatura batterica				
Marciume apicale				

Avversità	Distribuzione dei sintomi di malattia sulla pianta			
	Sintomi solo sul tessuto fogliare	Sintomi lievi sulla vegetazione, qualche bacca interessata	Sintomi gravi sulla vegetazione e sulle bacche	L'intera pianta appare compromessa
Peronospora				
Alternaria				
Maculatura batterica				
Macchiattatura batterica				
Marciume apicale				

Figura 2 - Scheda di monitoraggio utilizzata durante i rilievi.



Early blight (*Alternaria solani*)



Late blight (*Phytophthora infestans*)



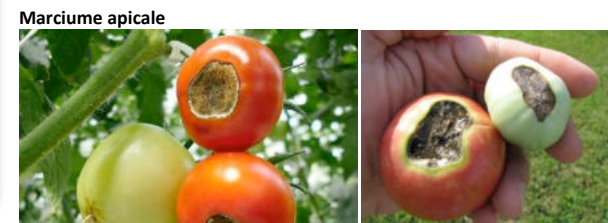
Macchiatura batterica (*Pseudomonas syringae*)



Bacterial spot (*Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria*)



Maculatura



Marciume apicale

Figura 3 - Scheda sintomatologica delle malattie fungine utilizzata durante i rilievi.



### 3) AZIONI SPECIFICHE LEGATE ALLA REALIZZAZIONE DEL PIANO:

#### AZIONE 3.1 SUSCETTIBILITÀ DI IBRIDI DI POMODORO AL MARCIUME APICALE

La sperimentazione ha avuto l'obiettivo di valutare i fattori predisponenti al marciume apicale, la suscettibilità varietale di 40 tra i principali ibridi di pomodoro da industria e di analizzare la possibile relazione esistente tra forma della bacca e la suscettibilità alla fisiopatia. In dettaglio dopo aver testato i fattori in analisi (stress idrico, salinità dell'acqua di irrigazione, carenza di calcio), è stato effettuato il confronto del BER index % rilevati in varietà a bacca tonda e quello rilevato in varietà a bacca allungata (perino), cercando di determinarne l'interazione con i diversi regimi a cui essi sono stati sottoposti.

Nella sperimentazione realizzata presso l'azienda agricola Ca' Bosco (Ravenna), è stato previsto un campo sperimentale organizzato secondo uno schema distributivo a split plot a tre ripetizioni (Figura 5). In seguito sono stati organizzati gli interventi per testare i fattori predisponenti il marciume apicale (stress idrico, salinità dell'acqua di irrigazione, carenza di calcio). Per ogni ibrido sono state realizzate 4 tipi di gestione: regime asciutto e con concimazione di calcio fogliare (Tabella 1); regime irriguo salino (Tabella 2); regime irriguo (Tabella 3) e regime asciutto. Ciascuna tesi (combinazione ibrido x gestione agronomica) è stata valutata circa la suscettibilità al marciume apicale con una scala di gravità (Figura 4) ad hoc, analizzando l'incidenza e la gravità sulle bacche. Infatti durante il rilievo sono state staccate e valutate 50 bacche per singolo plot presenti nelle 3 piante centrali della parcella elementare. Ne è stata valutata l'incidenza e la gravità della fisiopatia sulle bacche, secondo una scala di gravità che va 0 a 3; dove 0 è la bacca sana mentre 3 è la bacca colpita in maniera più grave. È stato calcolato il BER Index % considerando il numero di individui rilevati per ogni classe (Classe 1, Classe 2, Classe 3) con la seguente formula:

$$\text{BER Index \%} = \frac{(\text{Classe 1} * 1) + (\text{Classe 2} * 2) + (\text{Classe 3} * 3)}{(50 * 3)} * 100.$$





			
<b>Gravità 0</b>	<b>Gravità 1</b>	<b>Gravità 2</b>	<b>Gravità 3</b>
la bacca non è stata oggetto di marciume, risulta sana.	nella bacca si notano leggeri segni di marciume, senza deformazione o incavature	la bacca è colpita in maniera mediamente grave, con il marciume che comincia ha creato l'incavo nella bacca	la bacca risulta gravemente colpita, ed il marciume ha completamente deformato la bacca che risulta per circa metà marcita.



Figura 4 - Scala di gravità utilizzata nel rilievo di marciume apicale.

Num	Varietà
1	HEINZ 1301
2	HEINZ 5108
3	HEINZ 3406
4	HEINZ 1015
5	HEINZ 3402
6	HEINZ 5408
7	HEINZ 1281
8	PUMATIS (HMX4900)
9	HEINZ 1418
10	HEINZ 1307
11	HEINZ 2206
12	HEINZ 4107
13	DELFO (NUN 0161)
14	PRESTOMECH
15	HEINZ 1534
16	MINUET (ISI 48097)
17	HEINZ 1538
18	RED VALLEY (ES3810)
19	NUN 6438
20	ISI 26618
21	FABER (ISI 22695)
22	UG 11227
23	TS 500
24	ISI 44536
25	UG 21511
26	ES 11516
27	MAX 14111
28	ES 14916
29	HMX 5558
30	HMX 5900
31	LEONEROSSO
32	UG 1410
33	Guadalete
34	Liternum
35	Taylor
36	Docet
37	SV5197 (nuovo Docet)
38	Performer
39	ISI 13299 (Mariner)
40	HEINZ 1648

Regime asciutto  
 Regime irriguo

R1

10	20	30	40	10	20	30	40
9	19	29	39	9	19	29	39
8	18	28	38	8	18	28	38
7	17	27	37	7	17	27	37
6	16	26	36	6	16	26	36
5	15	25	35	5	15	25	35
4	14	24	34	4	14	24	34
3	13	23	33	3	13	23	33
2	12	22	32	2	12	22	32
1	11	21	31	1	11	21	31

10	20	30	40	10	20	30	40
9	19	29	39	9	19	29	39
8	18	28	38	8	18	28	38
7	17	27	37	7	17	27	37
6	16	26	36	6	16	26	36
5	15	25	35	5	15	25	35
4	14	24	34	4	14	24	34
3	13	23	33	3	13	23	33
2	12	22	32	2	12	22	32
1	11	21	31	1	11	21	31

R2

28	38	8	18	28	38	8	18
27	37	7	17	27	37	7	17
26	36	6	16	26	36	6	16
25	35	5	15	25	35	5	15
24	34	4	14	24	34	4	14
30	40	10	20	30	40	10	20
29	39	9	19	29	39	9	19
23	33	3	13	23	33	3	13
22	32	2	12	22	32	2	12
21	31	1	11	21	31	1	11

28	38	8	18	28	38	8	18
27	37	7	17	27	37	7	17
26	36	6	16	26	36	6	16
25	35	5	15	25	35	5	15
24	34	4	14	24	34	4	14
30	40	10	20	30	40	10	20
29	39	9	19	29	39	9	19
23	33	3	13	23	33	3	13
22	32	2	12	22	32	2	12
21	31	1	11	21	31	1	11

31	1	18	28	31	1	18	28
----	---	----	----	----	---	----	----





Regime irriguo salino  
 Regime asciutto + calcio fogliare

R3	37	7	13	23	37	7	13	23
	36	6	20	30	36	6	20	30
	35	5	19	29	35	5	19	29
	34	4	12	22	34	4	12	22
	38	8	11	21	38	8	11	21
	33	3	17	27	33	3	17	27
	40	10	16	26	40	10	16	26
	39	9	15	25	39	9	15	25
	32	2	14	24	32	2	14	24

31	1	18	28	31	1	18	28
37	7	13	23	37	7	13	23
36	6	20	30	36	6	20	30
35	5	19	29	35	5	19	29
34	4	12	22	34	4	12	22
38	8	11	21	38	8	11	21
33	3	17	27	33	3	17	27
40	10	16	26	40	10	16	26
39	9	15	25	39	9	15	25
32	2	14	24	32	2	14	24

*Figura 5 - Layout dello schema sperimentale.*

Al fine di determinare la possibile relazione esistente tra forma della bacca e la suscettibilità al marciume apicale, l'analisi ha previsto il confronto del BER index % rilevato in varietà con tipologia bacca tonda (32) e quello rilevato in varietà con tipologia di bacca allungata (6) (Tabella 1). Dal confronto sono state escluse una varietà di datterino (Tesi 16) ed una di ciliegione (Tesi 24).



Tabella 1 - Elenco delle varietà confrontate.

	<b>Nome varietà</b>	<b>Tipologia</b>
1	HEINZ 1301	Tondo
2	HEINZ 5108	Tondo
3	HEINZ 3406	Tondo
4	HEINZ 1015	Tondo
5	HEINZ 3402	Tondo
6	HEINZ 5408	Tondo
7	HEINZ 1281	Tondo
8	PUMATIS (HMX4900)	Tondo
9	HEINZ 1418	Tondo
10	HEINZ 1307	Tondo
11	HEINZ 2206	Tondo
12	HEINZ 4107	Tondo
13	DELFO (NUN 0161)	Tondo
14	PRESTOMECH	Tondo
15	HEINZ 1534	Tondo
17	HEINZ 1538	Allungato (perino)
18	RED VALLEY (ES3810)	Tondo
19	NUN 6438	Tondo
20	ISI 26618	Tondo
21	FABER (ISI 22695)	Tondo
22	UG 11227	Tondo
23	TS 500	Tondo
25	UG 21511	Tondo
26	ES 11516	Tondo
27	MAX 14111	Tondo
28	ES 14916	Tondo
29	HMX 5558	Tondo
30	HMX 5900	Tondo
31	LEONEROSSO	Tondo
32	UG 1410	Tondo
33	Guadalete	Tondo
34	Liternum	Tondo
35	Taylor	Allungato (perino)
36	Docet	Allungato (perino)
37	SV5197 (nuovo Docet)	Allungato (perino)
38	Performer	Allungato (perino)
39	ISI 13299 (Mariner)	Allungato (perino)
40	HEINZ 1648	Tondo



Tabella 2 - Interventi per il regime asciutto con concimazione di calcio fogliare.

Regime asciutto + calcio fogliare		
Data	Prodotto	Dose (kg/ha)
26-giu	Brexil Ca	2,5
03-lug	Brexil Ca	2,5
10-lug	Brexil Ca	2,5
17-lug	Brexil Ca	2,5
24-lug	Brexil Ca	2,5

Tabella 3 - Interventi nel regime irriguo salino.

Regime irriguo salino		
Data	Acqua (mm)	Concentrazione salina (%)
25-giu	12	0,055
02-lug	18	0,055
09-lug	18	0,055
16-lug	20	0,055
23-lug	20	0,055
30-lug	12	0,055
06-ago	10	0,055
13-ago	15	0,055

Tabella 4 - Interventi nel regime irriguo.

Regime irriguo	
Data	Acqua (mm)
25-giu	12
03-lug	18
10-lug	18
17-lug	20
24-lug	20
30-lug	12
06-ago	10
12-ago	15



### Risultati del confronto varietale (analisi statistica complessiva)

Nella tabella 5 e figura 6 vengono riportati i valori di BER index % per ogni varietà testata circa la suscettibilità al marciume apicale.

Tabella 5 - Valori di BER index % rilevati in diversi regimi.

	Nome varietà	Tipologia	Ber Index %				Media
			Ca Fogliare	Irriguo	Asciutto	Irriguo salino	
1	HEINZ 1301	Tondo	13,1	5,6	12,0	7,3	9,5
2	HEINZ 5108	Tondo	6,4	1,1	2,9	0,9	2,8
3	HEINZ 3406	Tondo	12,4	5,8	9,3	6,2	8,4
4	HEINZ 1015	Tondo	23,3	4,9	34,0	9,6	17,9
5	HEINZ 3402	Tondo	16,0	6,7	23,6	14,0	15,1
6	HEINZ 5408	Tondo	19,6	5,8	28,0	6,9	15,1
7	HEINZ 1281	Tondo	5,1	1,3	2,2	1,6	2,6
8	PUMATIS (HMX4900)	Tondo	11,3	1,3	17,6	1,8	8,0
9	HEINZ 1418	Tondo	15,6	5,6	21,6	9,8	13,1
10	HEINZ 1307	Tondo	13,3	2,7	14,0	9,6	9,9
11	HEINZ 2206	Tondo	2,7	1,8	3,6	2,7	2,7
12	HEINZ 4107	Tondo	9,3	5,8	19,6	9,8	11,1
13	DELFO (NUN 0161)	Tondo	4,9	4,4	18,9	5,1	8,3
14	PRESTOMECH	Tondo	9,6	8,7	8,2	2,7	7,3
15	HEINZ 1534	Tondo	39,1	2,4	22,9	5,3	17,4
17	HEINZ 1538	Allungato (perino)	16,2	0,4	22,4	7,3	11,6
18	RED VALLEY (ES3810)	Tondo	18,9	6,2	32,2	16,0	18,3
19	NUN 6438	Tondo	0,0	0,7	5,8	1,6	2,0
20	ISI 26618	Tondo	13,8	1,6	27,1	7,6	12,5
21	FABER (ISI 22695)	Tondo	9,3	2,9	7,1	7,1	6,6
22	UG 11227	Tondo	3,1	0,0	0,2	1,8	1,3
23	TS 500	Tondo	7,6	2,0	11,8	5,8	6,8
25	UG 21511	Tondo	27,3	5,1	13,8	4,7	12,7
26	ES 11516	Tondo	6,4	2,2	8,0	7,1	5,9
27	MAX 14111	Tondo	20,2	0,9	4,0	0,9	6,5
28	ES 14916	Tondo	0,9	0,0	1,3	2,4	1,2
29	HMX 5558	Tondo	26,2	0,0	11,6	5,3	10,8
30	HMX 5900	Tondo	8,9	2,0	8,2	6,0	6,3
31	LEONEROSSO	Tondo	11,8	2,7	16,7	5,1	9,1
32	UG 1410	Tondo	9,6	3,6	8,7	6,2	7,0
33	Guadalete	Tondo	41,6	2,2	16,0	20,0	19,9
34	Liternum	Tondo	12,7	1,8	12,2	4,9	7,9
35	Taylor	Allungato (perino)	11,6	2,4	4,2	1,8	5,0
36	Docet	Allungato (perino)	10,0	8,2	15,1	5,8	9,8
37	SV5197 (nuovo Docet)	Allungato (perino)	4,2	0,4	2,2	0,0	1,7
38	Performer	Allungato (perino)	9,3	1,3	3,8	0,2	3,7
39	ISI 13299 (Mariner)	Allungato (perino)	11,3	1,8	17,1	6,4	9,2



40 HEINZ 1648

Tondo

12,0

3,3

15,6

2,9

8,4

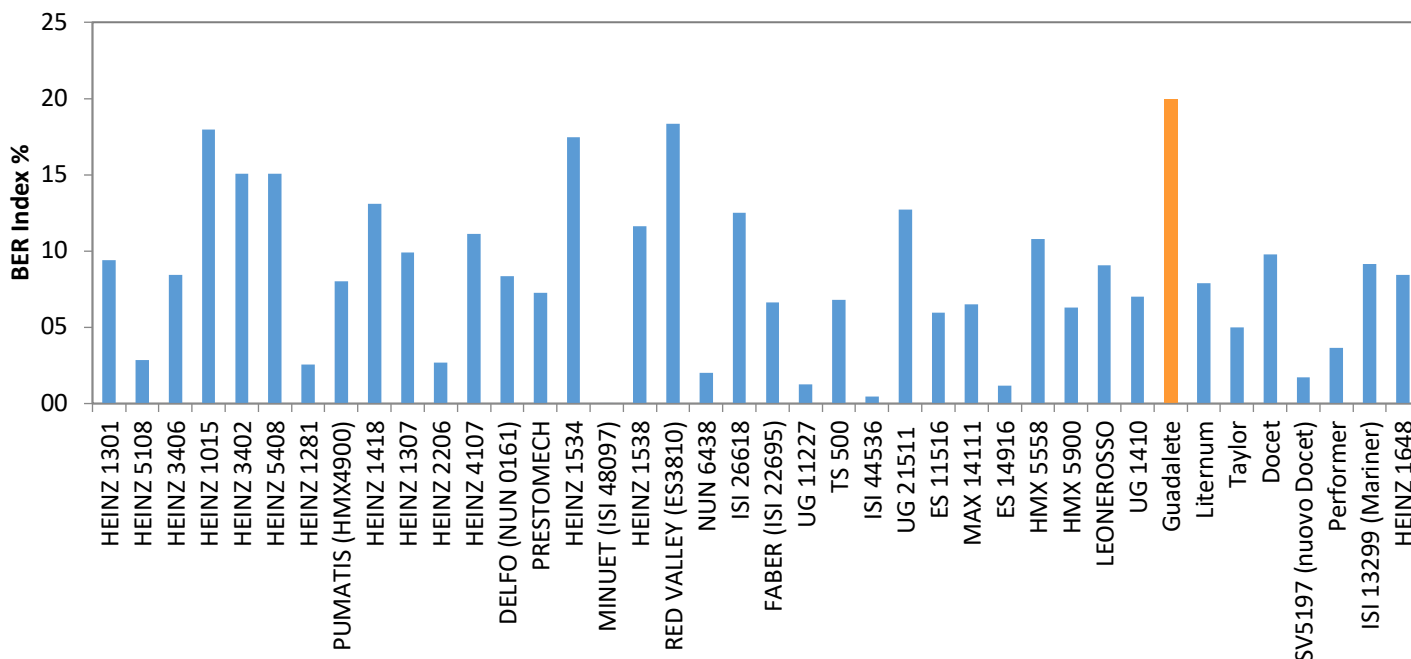


Figura 6 - Valori di BER index % medi rilevati nelle varietà testate. Sulle ascisse sono riportati i nomi delle varietà. In arancione, la varietà Guadalete nel ruolo di test suscettibile.

L'analisi statistica complessiva di tutta la prova, svolta tramite ANOVA test (Tabella 6), ha evidenziato la significatività del fattore varietà, del fattore regime, del fattore blocco e dell'interazione tra i fattori varietà e regime. Varietà e regime sono risultati entrambi significativi ( $P < 0,0001$ ). Al contrario il fattore blocco non risulta significativo ( $P > 0,05$ ). Inoltre è risultata significativa l'interazione tra i fattori varietà e regime a cui le varietà erano sottoposte.

Tabella 6 - Risultati dell'ANOVA test complessiva. In rosso sono evidenziati i P-value dei fattori significativi.

Sorgente	Somma dei quadrati	G.l.	Media dei quadrati	Rapporto F	P-value
<b>EFFETTI PRINCIPALI</b>					
A:Nome varietà	12690,6	39	325,4	6,49	0,0001
B:Regime	8678,55	3	2892,85	57,66	0,0001
C:Blocco	70,1352	2	35,0676	0,70	0,4979
<b>INTERAZIONI</b>					
A*B	10032,6	117	85,7484	1,71	0,0001

Per i fattori risultati significativi nell'ANOVA test è stata successivamente condotto il test post-hoc LSD (Least Significant Difference) per evidenziare le differenze entro le varietà ed entro i regimi.



**Fattore Varietà:** il test di separazione tra le medie (LSD al 95% di probabilità), riportato in tabella 7 e figura 7, ha evidenziato la presenza di varietà che differiscono statisticamente tra di loro; tra queste la varietà Guadalete è risultata la più suscettibile, confermando il suo ruolo di test suscettibile. La varietà Minuet (datterino) è risultata la più resistente.

*Tabella 7 - Gruppi omogenei rilevati tramite test di separazione tra le medie (LSD al 95%) per il fattore varietà.*

<i>Nome varietà</i>	<i>Gruppi omogenei</i>
MINUET (ISI 48097)	X
ISI 44536	XX
ES 14916	XXX
UG 11227	XXX
SV5197 (nuovo Docet)	XXXX
NUN 6438	XXXX
HEINZ 1281	XXXXX
HEINZ 2206	XXXXXX
HEINZ 5108	XXXXXXX
Performer	XXXXXXXX
Taylor	XXXXXXXX
ES 11516	XXXXXXXXX
HMX 5900	XXXXXXXX
MAX 14111	XXXXXXXX
FABER (ISI 22695)	XXXXXXXX
TS 500	XXXXXXXX
UG 1410	XXXXXXXX
PRESTOMECH	XXXXXXXX
Liternum	XXXXXXXX
PUMATIS (HMX4900)	XXXXXXXX
DELFO (NUN 0161)	XXXXXXXX
HEINZ 3406	XXXXXXX
HEINZ 1648	XXXXXXX
LEONEROSSO	XXXXXX
ISI 13299 (Mariner)	XXXXXX
HEINZ 1301	XXXXXX
Docet	XXXXXX
HEINZ 1307	XXXXXX
HMX 5558	XXXXX
HEINZ 4107	XXXXX
HEINZ 1538	XXXXX
ISI 26618	XXXXX
UG 21511	XXXXX
HEINZ 1418	XXXX
HEINZ 5408	XXXX
HEINZ 3402	XXXX
HEINZ 1534	XXX
HEINZ 1015	XXX
RED VALLEY (ES3810)	XX
Guadalete	X



Medie e Intervalli di confidenza al 95,0%

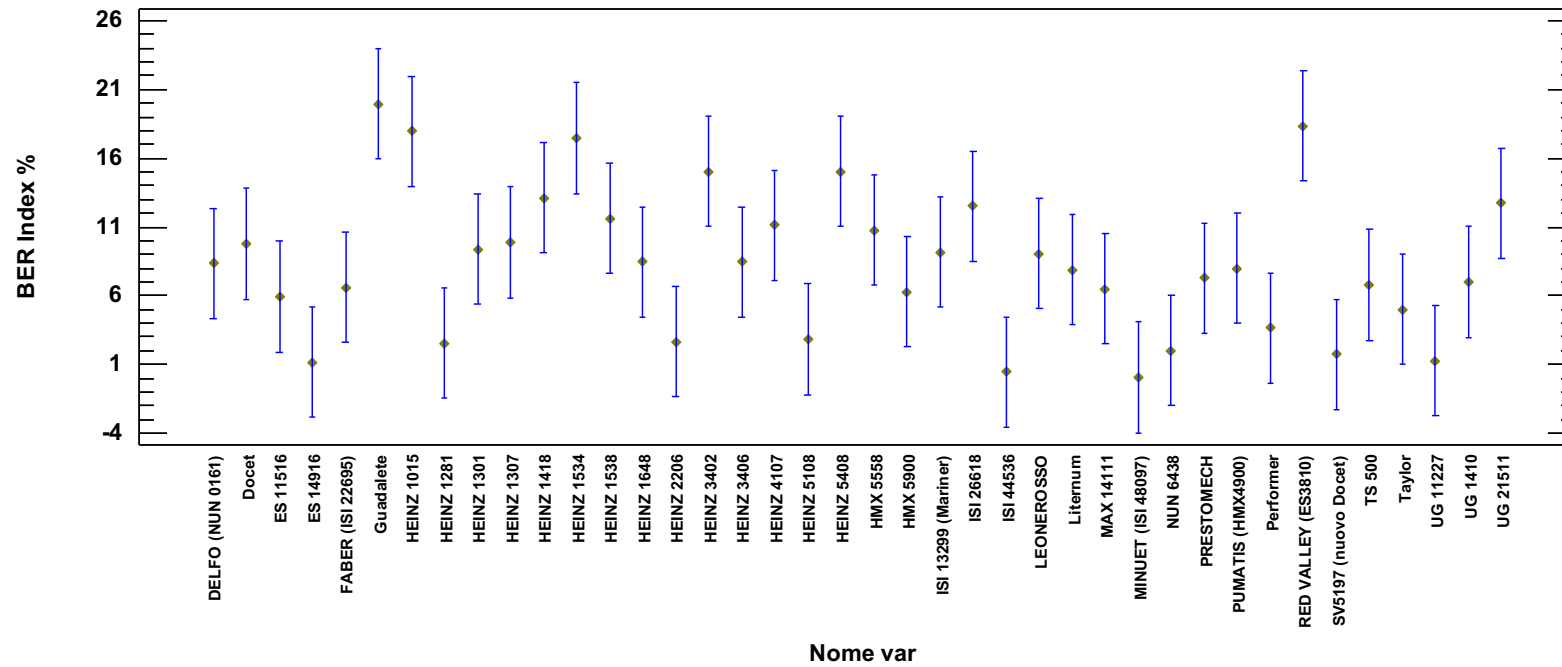


Figura 7 - Valori di BER index % medi e intervalli di confidenza al 95,0 %.



**Fattore regime:** il test di separazione tra le medie (LSD al 95% di probabilità), riportato in tabella 8 e figura 8, ha evidenziato che il regime idrico è risultato il più vantaggioso nel contenere il marciume apicale e si è distinto dal regime irriguo salino; entrambi sono risultati differenti rispetto ai regimi asciutti, con o senza applicazione di Calcio fogliare.

Tabella 8 - Gruppi omogenei rilevati test di separazione tra le medie (LSD al 95 %) per il fattore regime.

Regime	Conteggio	Media dei Min. Quad.	Sigma dei Min. Quad.	Gruppi omogenei
Irriguo	120	2,88889	0,646608	X
Irriguo salino	120	5,5	0,646608	X
Ca fogliare	120	12,3889	0,646608	X
Asciutto	120	12,6	0,646608	X

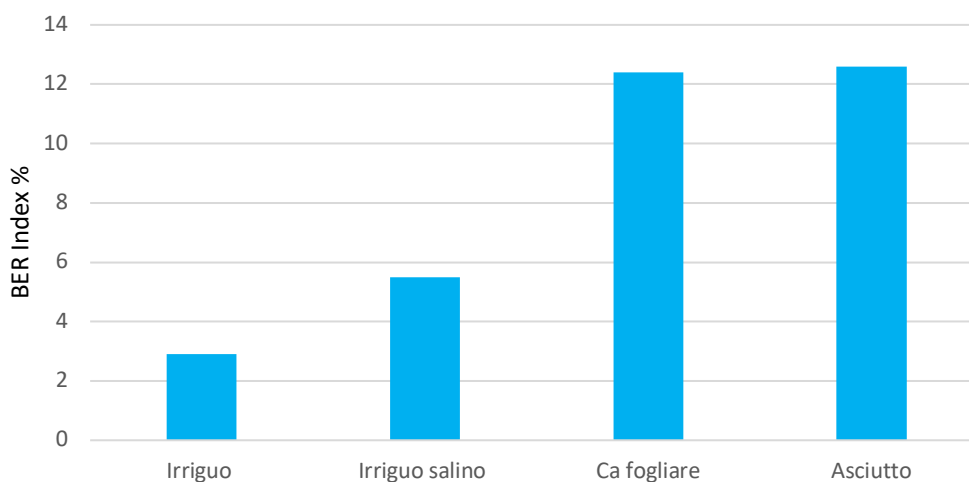
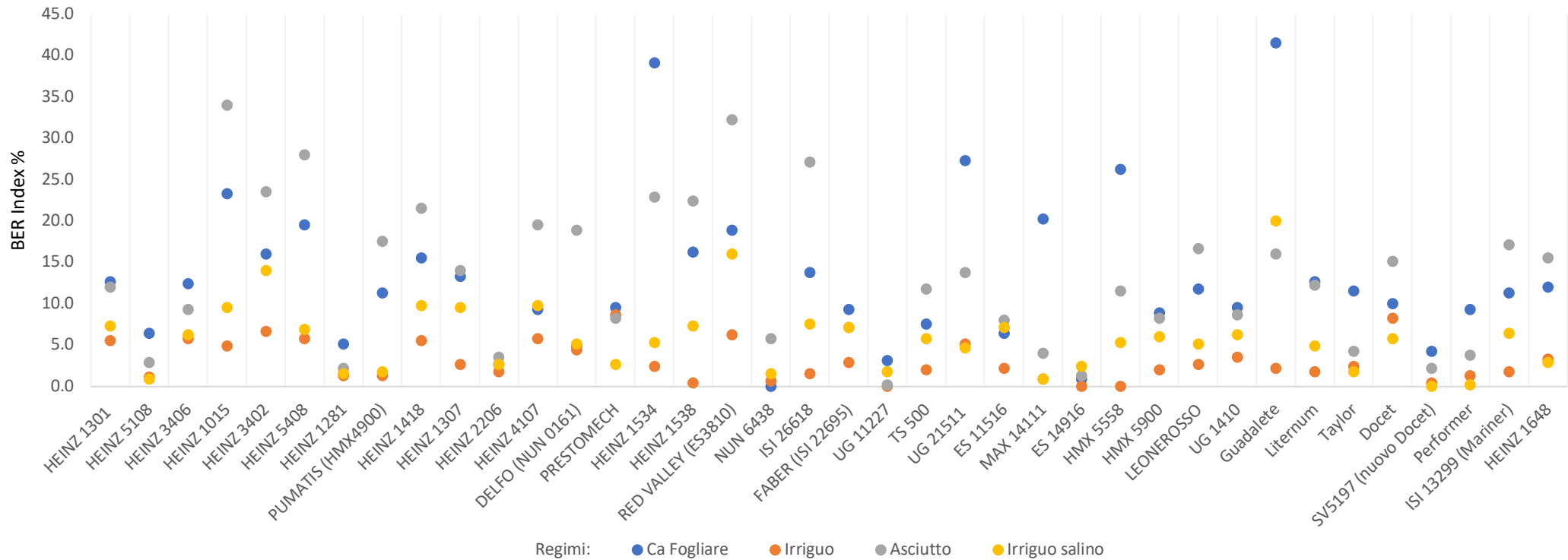


Figura 8 - Valori di BER index % medi rilevati per ogni regime testato.





**Interazione:** dall'analisi statistica l'interazione tra il fattore varietà ed il fattore regime è risultata significativa. In figura 9 è possibile visualizzare come le varietà si comportino in maniera diversa rispetto ai diversi regimi. Ad esempio è interessante notare come la varietà ES 14916 abbia valori contenuti in qualsiasi tipo di regime, mentre la varietà Heinz 1534 abbia evidenziato i valori peggiori nel regime asciutto con applicazioni di Calcio fogliare, distinto anche dal regime asciutto, entrambi differenziati statisticamente dai regime irriguo e irriguo salino. Questi ultimi due indifferenziati statisticamente fra di loro.





*Figura 9 - Interazione tra il fattore varietà ed il fattore regime. Sulle ascisse sono riportati i nomi delle varietà testate. Per ogni varietà si distingue il BER Index % per ogni regime a cui è stata sottoposta. Colori diversi indicano regimi diversi.*



### **Confronto tra varietà con differenti tipologie della bacca**

La prova ha evidenziato differenze significative per il fattore tipologia della bacca. Le varietà con tipologia bacca tonda (n° 32) sono risultate mediamente più suscettibili, presentando un media di BER index % di 9,1, maggiore rispetto al 6,8 (Tabella 9) evidenziato dalle varietà con tipologia di bacca allungata (n° 6).

Tale prima osservazione è in contrasto con quanto riportato in letteratura poiché il gruppo di materiali genetici selezionati per la prova non sono probabilmente rappresentativi dell'intera offerta di ibridi commerciali, ma sono stati scelti già con la premessa di resistenza la BER.

Dall'analisi statistica successiva per gruppi omogenei, sono state escluse una varietà di datterino (Tesi 16) ed una di ciliegione (Tesi 24), ma è importante comunque sottolineare come esse siano risultati tra le migliori.

*Tabella 9 - Risultati BER index % nei quattro diversi trattamenti.*

Tipologia	BER index %				
	Ca fogliare	Irriguo	Asciutto	Salino	Media
Tondo	13,5	3,1	13,7	6,2	9,1
Allungato (perino)	10,4	2,4	10,8	3,6	6,8
Datterino	0,2	0	0	0	0,1
Ciliegione	1,1	0	0,7	0	0,5

I regimi migliori sono risultati quelli in cui è stato previsto l'apporto idrico, anche con una concentrazione salina significativa. È noto come una riduzione di apporti idrici possa essere utile nel ridurre i costi e nel minimizzare la lisciviazione di nutrienti e pesticidi nelle acque di falda (Kirda C. *et al*; 2014) ma allo stesso tempo, come evidenziato da Franco *et al*, la carenza idrica aumenta sensibilmente la suscettibilità delle cultivar di pomodoro al BER. Di conseguenza l'ottimizzazione di interventi irrigui, la ricerca di strategie per una gestione sostenibile della risorsa idrica e l'interazione con l'incidenza del marciume apicale potrà essere in futuro un punto chiave per la lotta a questa fisiopatia.

Dunque ulteriori studi potranno essere condotti al fine di ottenere maggiori informazioni circa la correlazione tra la tipologia della bacca della cultivar – regime – incidenza di BER per un'ottimizzazione delle pratiche agronomiche e di tutti quei fattori che possono essere coinvolti nella suscettibilità al marciume apicale.

### ***Varietà con tipologia di bacca tonda***

Contestualmente alle cultivar con bacca tonda, l'analisi statistica (tabella 10), svolta tramite ANOVA test, ha evidenziato la significatività del fattore varietà, del fattore regime a cui le tesi sono state sottoposte e l'interazione tra i due fattori.



Tabella 10 - Risultati dell'ANOVA test in varietà con tipologia di bacca tonda. In rosso sono evidenziati i P-value dei fattori significativi.

<i>Sorgente</i>	<i>Somma dei quadrati</i>	<i>G.l.</i>	<i>Media dei quadrati</i>	<i>Rapporto F</i>	<i>P-value</i>
<b>EFFETTI PRINCIPALI</b>					
A:Nome varietà	9793,11	31	315,907	5,65	0,0001
B:Regime	8081,0	3	2693,67	48,18	0,0001
C:Blocco	46,0903	2	23,0451	0,41	0,6626
<b>INTERAZIONI</b>					
A*B	8889,22	93	95,583	1,71	0,0005

**Fattore Varietà:** il test di separazione tra le medie (LSD al 95% di probabilità), riportato in tabella 11 e figura 10, ha evidenziato la presenza di varietà che differiscono statisticamente tra di loro; tra queste la varietà Guadalete è risultata la più suscettibile, confermando il suo ruolo di test suscettibile. La varietà ES14916 è risultata la più resistente.



*Tabella 11 - Gruppi omogenei rilevati tramite test di separazione tra le medie (LSD al 95%) per il fattore varietà per le tesi tipologia di bacca tonda.*

<i>Nome varietà</i>	<i>Conteggio</i>	<i>Media dei Min. Quad.</i>	<i>Gruppi omogenei</i>
ES 14916	12	1,16667	X
UG 11227	12	1,27778	XX
NUN 6438	12	2,0	XXX
HEINZ 1281	12	2,55556	XXXX
HEINZ 2206	12	2,66667	XXXX
HEINZ 5108	12	2,83333	XXXX
ES 11516	12	5,94444	XXXXX
HMX 5900	12	6,27778	XXXXX
MAX 14111	12	6,5	XXXXXX
FABER (ISI 22695)	12	6,61111	XXXXXX
TS 500	12	6,77778	XXXXXXXX
UG 1410	12	7,0	XXXXXXXX
PRESTOMECH	12	7,27778	XXXXXXXX
Liternum	12	7,88889	XXXXXX
PUMATIS (HMX4900)	12	8,0	XXXXXX
DELFO (NUN 0161)	12	8,33333	XXXXX
HEINZ 3406	12	8,44444	XXXXX
HEINZ 1648	12	8,44444	XXXXX
LEONEROSSO	12	9,05556	XXXXX
HEINZ 1301	12	9,38889	XXXXX
HEINZ 1307	12	9,88889	XXXXX
HMX 5558	12	10,7778	XXXXX
HEINZ 4107	12	11,1111	XXXXX
ISI 26618	12	12,5	XXXXX
UG 21511	12	12,7222	XXXX
HEINZ 1418	12	13,1111	XXX
HEINZ 5408	12	15,0556	XXX
HEINZ 3402	12	15,0556	XXX
HEINZ 1534	12	17,4444	XX
HEINZ 1015	12	17,9444	XX
RED VALLEY (ES3810)	12	18,3333	XX
Guadalete	12	19,9444	X



Medie e Intervalli HSD di Tukey al 95,0%

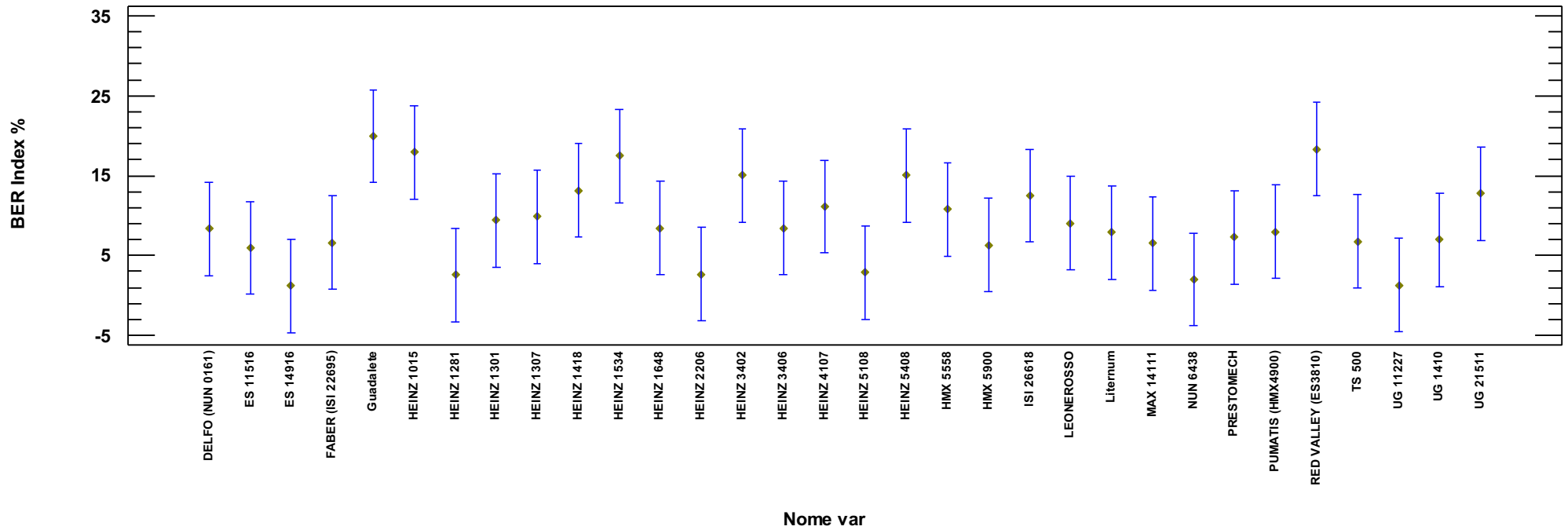


Figura 10 - Valori di BER index % medi e intervalli di confidenza al 95,0 %.



**Fattore regime:** il test di separazione tra le medie (LSD al 95% di probabilità), riportato in tabella 12, ha confermato quanto visto nell'analisi complessiva: il regime idrico è risultato il più vantaggioso nel contenere il marciume apicale e si è distinto dal regime irriguo salino; entrambi sono risultati differenti rispetto ai regimi asciutti, con o senza applicazione di Calcio fogliare.

Tabella 12 - Gruppi omogenei rilevati tramite test di separazione tra le medie (LSD al 95 %) per il fattore regime.

Regime	Conteggio	Media dei Min. Quad.	Gruppi omogenei
Irriguo	96	3,15278	X
Irriguo salino	96	6,20139	X
Ca fogliare	96	13,4861	X
Asciutto	96	13,7014	X

**Fattore interazione:** dall'analisi statistica l'interazione tra il fattore varietà ed il fattore regime è risultata significativa. In figura 11 è possibile visualizzare come le varietà si comportino in maniera diversa rispetto ai diversi regimi, come già evidenziato nell'analisi complessiva.

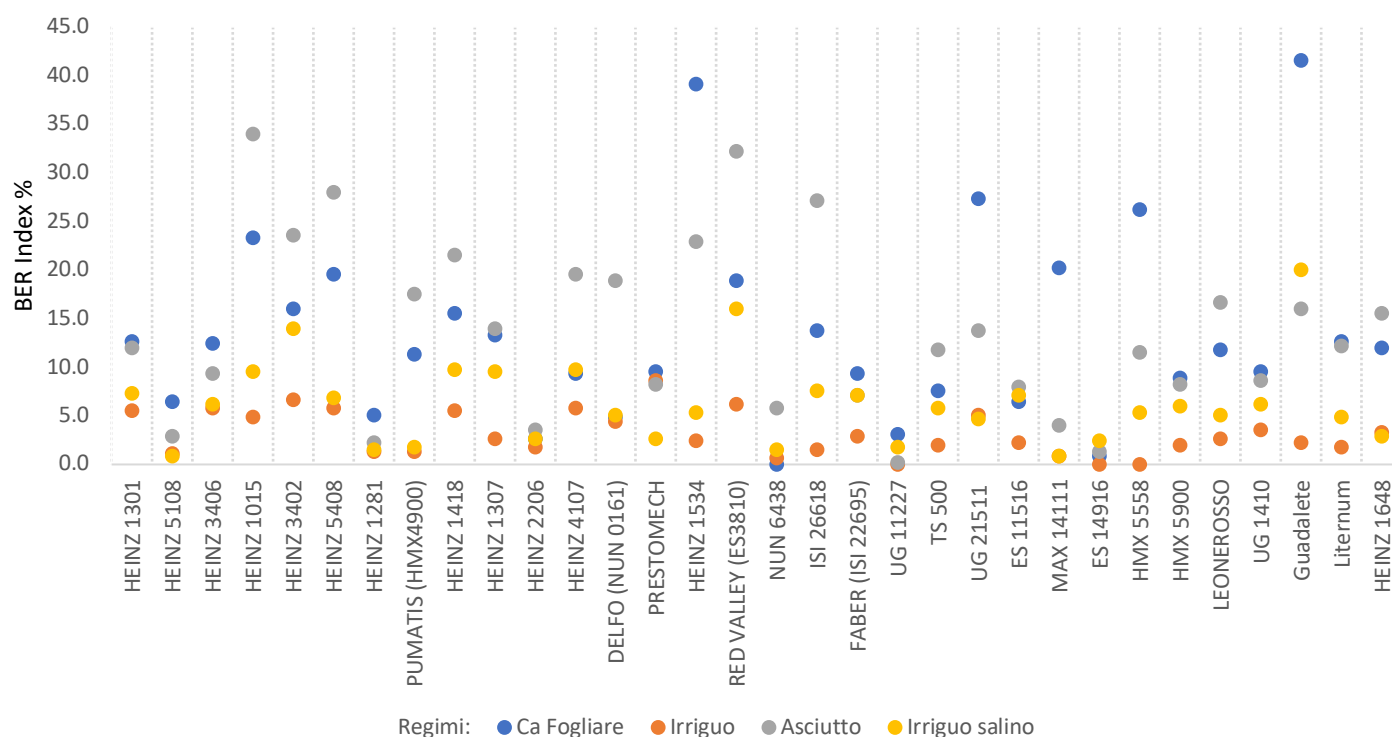


Figura 11 - Interazione tra il fattore varietà ed il fattore regime. Sulle ascisse sono riportati i nomi delle varietà a bacca tonda testate. Per ogni varietà si distingue il BER Index % per ogni regime a cui è stata sottoposta. Colori diversi indicano regimi diversi.



### **Varietà con tipologia di bacca allungata**

Contestualmente alle varietà con bacca allungata l'analisi statistica (tabella 13), svolta tramite ANOVA test, ha evidenziato la significatività del fattore varietà e del fattore regime a cui le tesi sono state sottoposte. Non è risultata significativa l'interazione.

*Tabella 13 - Risultati dell'ANOVA test in varietà con tipologia di bacca allungata. . In rosso sono evidenziati i P-value dei fattori significativi.*

<i>Sorgente</i>	<i>Somma dei quadrati</i>	<i>G.l.</i>	<i>Media dei quadrati</i>	<i>Rapporto F</i>	<i>P-value</i>
<b>EFFETTI PRINCIPALI</b>					
A:Nome varietà	917,438	5	183,488	5,81	<b>0,0003</b>
B:Regime	1055,82	3	351,94	11,15	<b>0,0001</b>
C:Blocco	320,531	2	160,265	5,08	<b>0,0102</b>
<b>INTERAZIONI</b>					
A*B	682,29	15	45,486	1,44	0,1691

**Fattore Varietà:** il test di separazione tra le medie (LSD al 95% di probabilità), riportato in tabella 14 e figura 12, ha evidenziato la presenza di varietà che differiscono statisticamente tra di loro. La varietà Heinz 1538 è risultata la più suscettibile mentre la varietà Nuovo Docet è risultata la più resistente.

*Tabella 14 - Gruppi omogenei rilevati tramite test di separazione tra le medie (LSD al 95 %) per il fattore varietà.*

<i>Nome varietà</i>	<i>Conteggio</i>	<i>Media dei Min. Quad.</i>	<i>Gruppi omogenei</i>
SV5197 (nuovo Docet)	12	1,72222	X
Performer	12	3,66667	X
Taylor	12	5,0	XX
ISI 13299 (Mariner)	12	9,16667	XX
Docet	12	9,77778	X
HEINZ 1538	12	11,6111	X



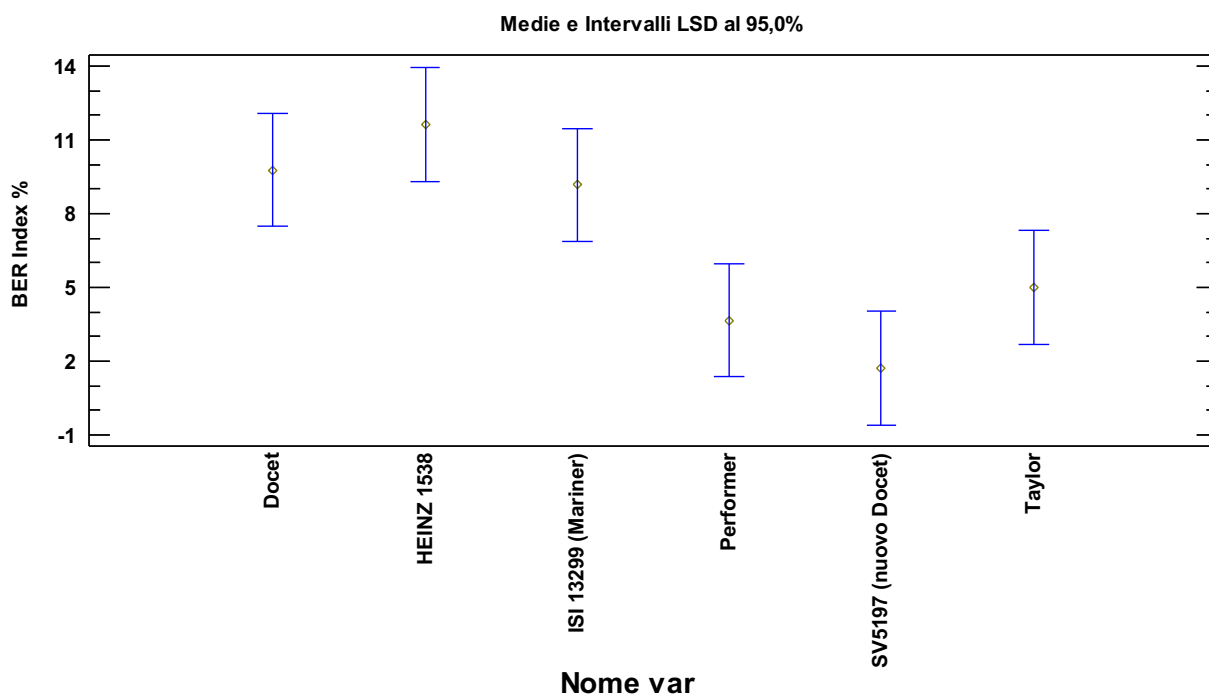


Figura 12 - Valori di BER index % medi e intervalli di confidenza al 95,0 %.

**Fattore regime:** il test di separazione tra le medie (LSD al 95% di probabilità), riportato in tabella 15, ha confermato l'analisi condotta nelle varietà tonde. I regimi in cui sono stati previsti interventi irrigui sono risultati i più vantaggiosi nel contenere il marciume apicale. Essi sono risultati differenti rispetto ai regimi asciutti, con o senza applicazione di Calcio fogliare

Tabella 15 - Gruppi omogenei rilevati tramite test di separazione tra le medie (LSD al 95 %) per il fattore regime.

<i>Regime</i>	<i>Conteggio</i>	<i>Media dei Min. Quad.</i>	<i>Gruppi omogenei</i>
Irriguo	18	2,44444	X
Irriguo salino	18	3,59259	X
Ca fogliare	18	10,4444	X
Asciutto	18	10,8148	X



**Fattore interazione:** sebbene dall'analisi statistica il fattore interazione non sia risultato significativo, è interessante visualizzare come le varietà si comportino in maniera diversa rispetto ai diversi regimi (Figura 13). In dettaglio nelle varietà Heinz 1538 e ISI 13299 è evidente l'effetto degli apporti idrici sulla suscettibilità della coltura.

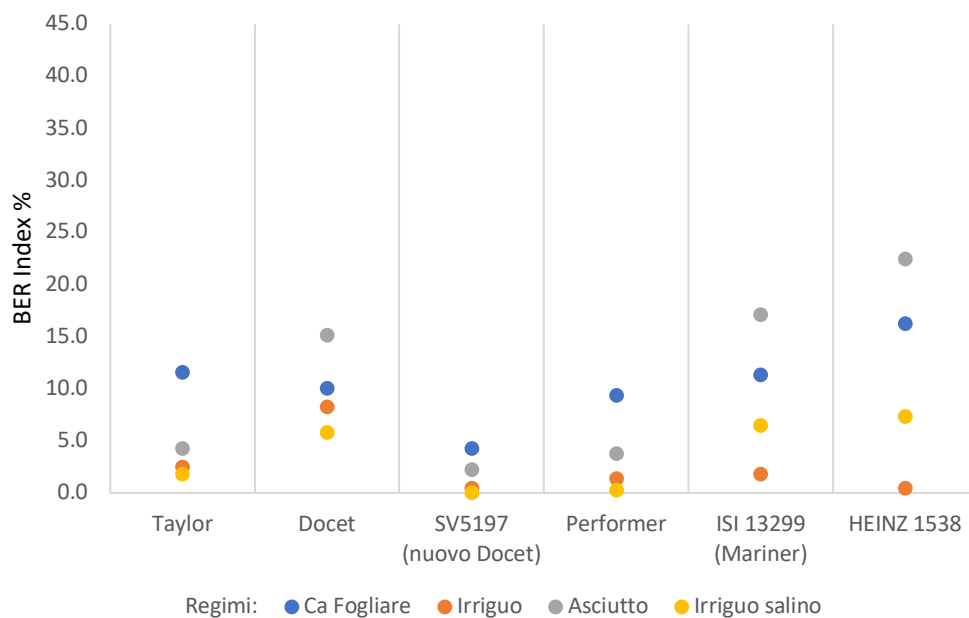


Figura 13 - Interazione tra il fattore varietà ed il fattore regime. Sulle ascisse sono riportati i nomi delle varietà a bacca allungata testate. Per ogni varietà si distingue il BER Index % per ogni regime a cui è stata sottoposta. Colori diversi indicano regimi diversi.



## Analisi cluster suscettibilità varietale

In conclusione al fine di effettuare un'analisi della suscettibilità delle varietà con tipologia di bacca tonda ed allungata, è stata eseguita una analisi cluster identificando le seguenti classi: bassa (1), medio-bassa (2), media (3), medio-elevata (4) ed elevata (5).

Tabella 16 - Analisi cluster - varietà a bacca tonda.

Varietà	Suscettibilità Ber	Note
ES 14916		
UG 11227		Effetto negativo Ca fogliare; risponde bene anche al regime salino
NUN 6438		Risponde bene al Ca fogliare
HEINZ 1281		Effetto negativo Ca fogliare
HEINZ 2206		
HEINZ 5108		Effetto negativo Ca fogliare
ES 11516		Bassa in irriguo; BER più elevato con valori simili negli altri tre regimi
HMX 5900		
MAX 14111		Risponde bene anche al regime salino; effetto negativo Ca fogliare
FABER (ISI 22695)		Effetto negativo Ca fogliare
TS 500		Bassa in irriguo; molto suscettibile in asciutto
UG 1410		
PRESTOMECH		Risponde bene anche al regime salino
Liternum		Effetto negativo Ca fogliare
PUMATIS (HMX4900)		Bassa con apporti idrici; peggiora in asciutto e Ca fogliare
DELFO (NUN 0161)		
HEINZ 1648		
HEINZ 3406		Effetto negativo Ca fogliare
LEONEROSSO		
HEINZ 1307		
HEINZ 1301		Risponde bene anche al regime salino
HMX 5558		Effetto negativo Ca fogliare
HEINZ 4107		
ISI 26618		Effetto negativo Ca fogliare
UG 21511		Risponde bene al regime salino; effetto negativo al Ca fogliare
HEINZ 1418		
HEINZ 3402		Medio bassa suscettibilità in irriguo; elevata in asciutto
HEINZ 5408		Differenza evidente tra regimi idrici e regimi asciutti
HEINZ 1534		Effetto negativo Ca fogliare
HEINZ 1015		Effetto negativo anche al regime salino
RED VALLEY (ES3810)		
Guadalete		Effetto molto negativo di Ca fogliare; peggiora con regime salino



### Legenda Suscettibilità BER:

=bassa; =medio-bassa; =media;

=medio elevata; =elevata

Tabella 17 - Analisi cluster - varietà a bacca allungata.

Varietà	Suscettibilità Ber	Note
SV5197 (nuovo Docet)		Effetto negativo Ca fogliare
Performer		Effetto negativo Ca fogliare; risponde bene anche al regime salino
Taylor		Effetto negativo Ca fogliare
ISI 13299 (Mariner)		
Docet		Risponde bene anche al regime salino
HEINZ 1538		Differenza evidente tra regimi idrici e regimi asciutti

### Legenda Suscettibilità BER:

=bassa; =medio-bassa; =media;

=medio elevata; =elevata

I risultati ottenuti nei quattro regimi hanno evidenziato l'importanza fondamentale dell'intervento irriguo al fine di ridurre la suscettibilità al marciume apicale (irrigazioni effettuate seguendo il DSS pomodoro.net). Infatti nella maggior parte delle varietà il regime idrico è risultato il più vantaggioso in quanto sono stati ottenuti i valori di BER index % minori. L'apporto di una concentrazione salina % di 0,055 nell'acqua irrigua ha ridotto notevolmente la suscettibilità, seppur in misura minore rispetto al regime irriguo.

I regimi in asciutto sono risultati i peggiori. I risultati ottenuti in questo studio hanno evidenziato che l'apporto di Calcio fogliare non sempre è efficace nel contrastare questa fisiopatia, soprattutto in condizioni di forte stress idrico (regime asciutto).



### **AZIONE 3.2 CALIBRAZIONE DEL DSS POMODORO.NET®**

Contestualmente a quanto stabilito nel progetto di filiera ai sensi del PSR 2014/2020 Emilia-Romagna, il progetto ha avuto l'obiettivo di verificare in 17 aziende, rappresentative del territorio di riferimento (province di Piacenza e Parma), la necessità, qualora ci fosse, della calibrazione di modelli contenuti nel DSS pomodoro.net®. I modelli soggetti ad analisi sono quelli relativi alle avversità: (i) peronospora, (ii) alternariosi e (iii) batteriosi.

Per ogni azienda sono stati utilizzati i dati forniti dai monitoraggi delle avversità in campo ed i dati estrapolati dai modelli di *pomodoro.net*. UCSC si è occupata per ogni appezzamento di interesse della raccolta dei dati relativi alla dinamica di sviluppo di peronospora, alternariosi e batteriosi, intesa come diffusione in campo della malattia. Per ogni azienda tramite un'equazione è stata calcolata l'area sotto la curva di progressione della malattia (AUDPC), intesa come una misura quantitativa della diffusione della malattia nel tempo. Rispettivamente per ciascuna avversità, per ognuno dei rilievi effettuati (7 per ogni azienda) è stato calcolato il valore dell'area del trapezio dell'AUDPC con la seguente equazione:

**AUDPC** = (numero di giorni trascorso tra il primo ed il secondo rilievo) \* (rilievo 1) + (numero di giorni trascorso tra il primo ed il secondo rilievo) \* (rilievi 2 - rilievo 1) / 2.

Facendo la somma di tutti i trapezi è stato possibile individuare l'area sotto la curva di progressione per ciascuna avversità.

Successivamente dai modelli del DSS delle UP di ciascuna azienda sottoposta ad analisi sono stati calcolati:

- **IPI – 15 (Peronospora)**, ovvero l'IPI cumulato a 15 giorni dalla raccolta a cui è stato sottratto 15. I dati di input per il calcolo dell'IPI giornaliero (IPI<sub>i</sub>) sono: 1) la data di emergenza o trapianto della coltura; 2) la temperatura minima, media e massima giornaliera (°C); 3) l'umidità relativa media giornaliera (%); 4) la precipitazione totale giornaliera (mm).
- **IPI – 35 (Alternariosi)**, ovvero l'IPI cumulato a 15 giorni dalla raccolta a cui è stato sottratto 35. I dati di input per il calcolo dell'IPI giornaliero (IPI<sub>i</sub>) sono: 1) la data di emergenza o trapianto della coltura; 2) le ore di bagnatura continua (h) e 3) la temperatura media del periodo di bagnatura (°C).
- **Numero di infezioni (Batteriosi)**, ovvero il numero dei diamanti che indicano i giorni in cui le condizioni ambientali (di temperatura, umidità e vento) sono state favorevoli per le infezioni a 15 giorni dalla raccolta.

Dunque per ogni azienda, relativamente a ciascuna avversità, sono stati posti a confronto i dati forniti dai modelli previsionali di *pomodoro.net* con i dati relativi alla diffusione della malattia in campo.



### Provincia di Parma

Contestualmente all'avversità Peronospora, nel grafico 14 è possibile visualizzare per ciascuna azienda localizzata nella provincia di Parma l'IPI cumulado secondo il DSS (linea con cerchi), in relazione all'AUDPC (colonne).

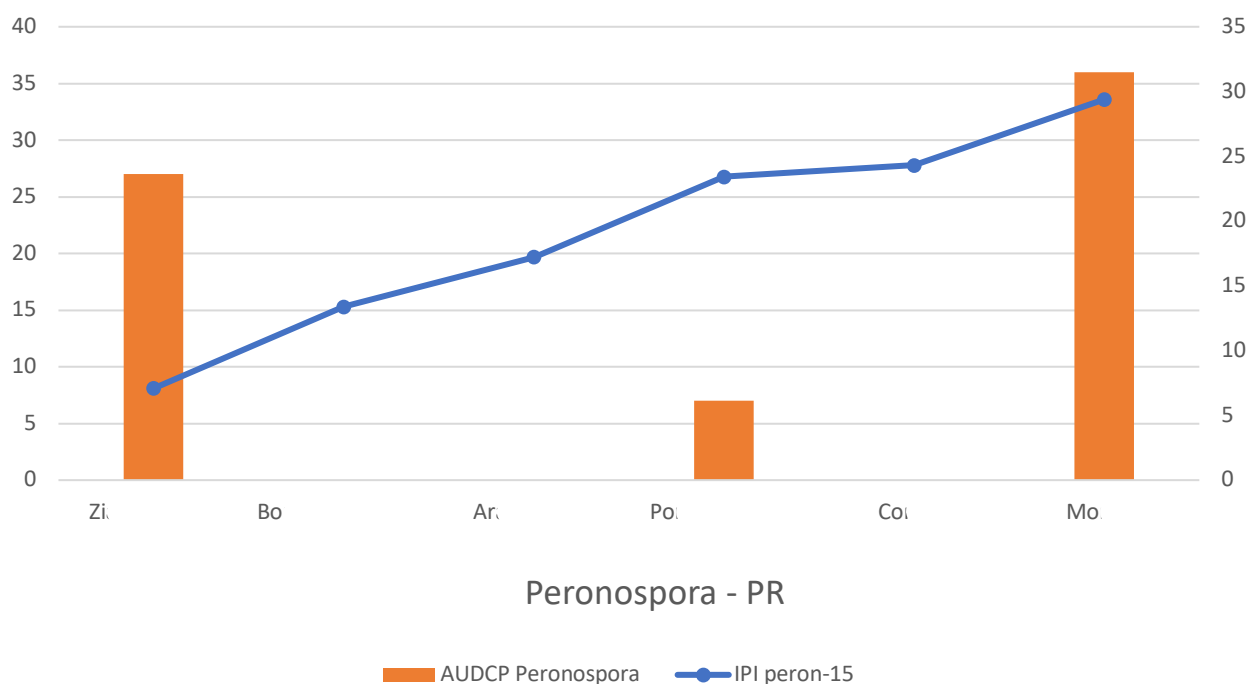


Figura 14: Confronto delle aziende della provincia di Parma circa la Peronospora. La linea con cerchi blu rappresenta l'IPI cumulado; le colonne arancioni l'AUDPC.

Come evidenziato dal grafico 14 (sopra), l'azienda Mo può essere identificato come caso testimone. Infatti al netto di un'AUDPC elevata (36) e di conseguenza un'elevata diffusione di Peronospora nell'appezzamento, il DSS ha rilevato un valore elevato di IPI cumulado (29,39). Risulta importante sottolineare come i trattamenti non siano stati programmati in maniera efficace. È possibile visualizzare in figura 15 (sotto) come, nonostante il modello previsionale avesse rilevato un consistente aumento del potenziale infettivo di *Ph. Infestans* in un periodo chiave della coltura del pomodoro (circa a partire dal 10 Luglio), non sono stati previsti trattamenti volti al contenimento della malattia.

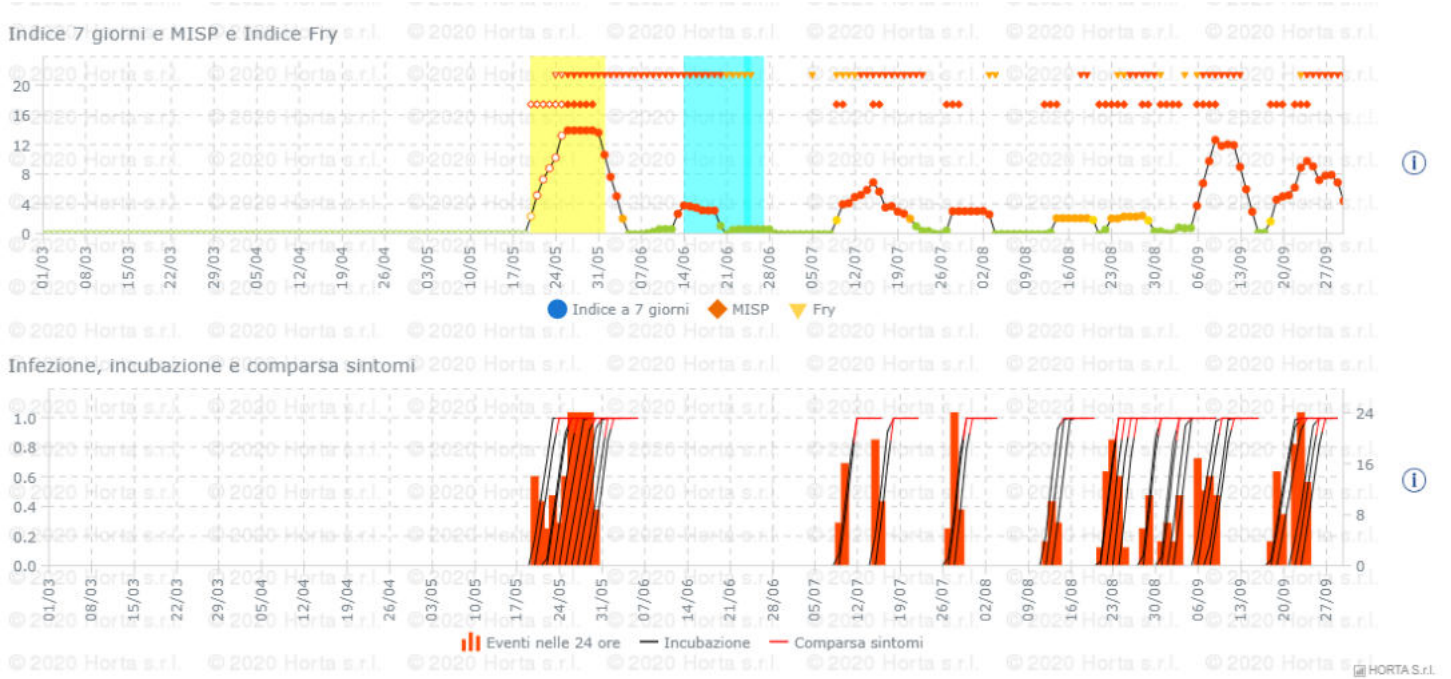


Figura 15: Output del modello previsionale di Peronospora (pomodoro.net) dell'azienda Mo.

Al contrario l'azienda Bo (Figura 16, sotto), seppur con un IPI cumulato inferiore (13,38) rispetto al caso precedente, seguendo in maniera efficace le previsioni fornite dal modello è riuscita a contrastare le infezioni di Peronospora identificando il periodo chiave in cui effettuare i trattamenti. Questo dato viene corroborato dall'AUDPC pari a 0: i monitoraggi non hanno rilevato la presenza della malattia nell'appezzamento.

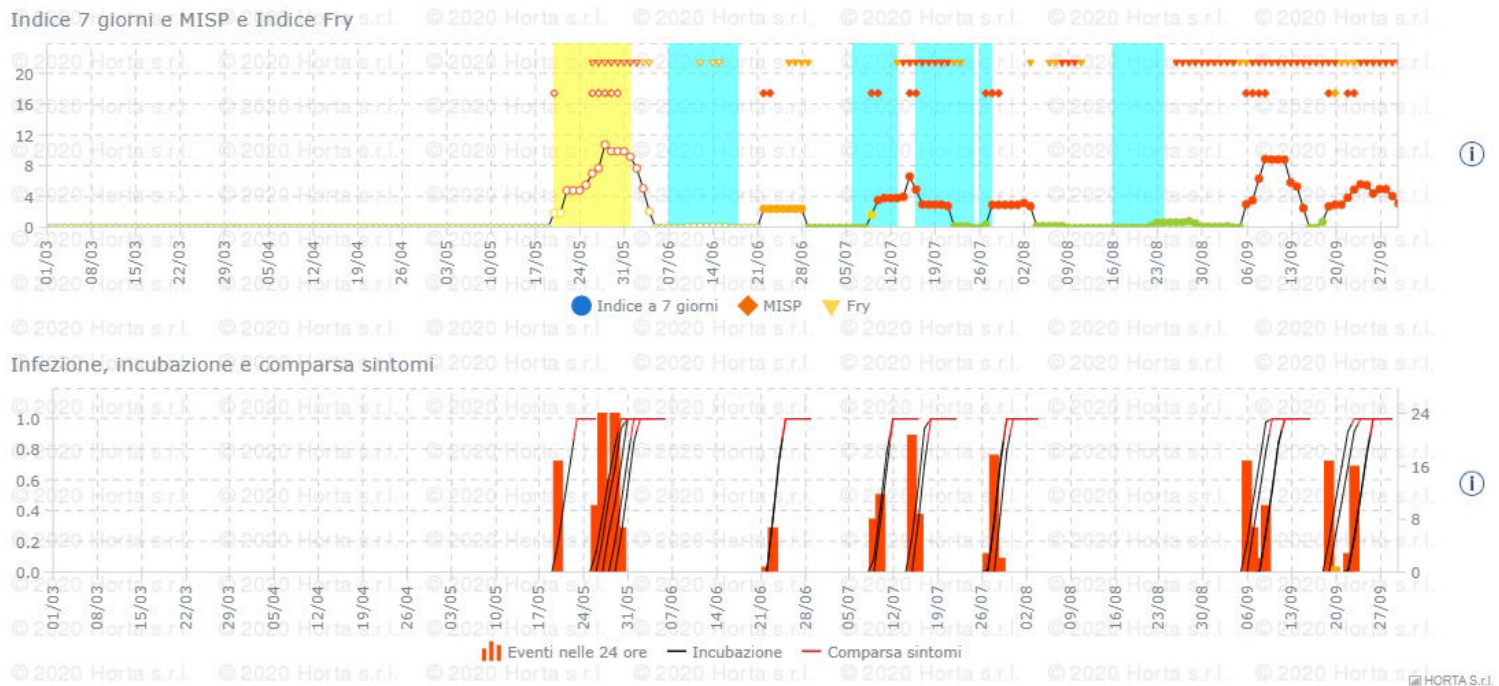


Figura 16: Output del modello previsionale di *Peronospora* (pomodoro.net) dell'azienda Bo

Un caso particolare è quello dell'azienda Ziani – Minari. Infatti seppur con un'IPI cumulato minore (7,08), presenta un'AUDPC elevata (27).

Come evidenziato in figura 17 (sotto), questo caso corrobora l'importanza della scelta dei trattamenti sulla base del modello previsionale. A metà luglio, dove il modello aveva previsto un'importante infezione del patogeno, il trattamento è stato effettuato in ritardo. Da questo ne consegue la diffusione della malattia nell'appezzamento di riferimento rilevata dai monitoraggi.



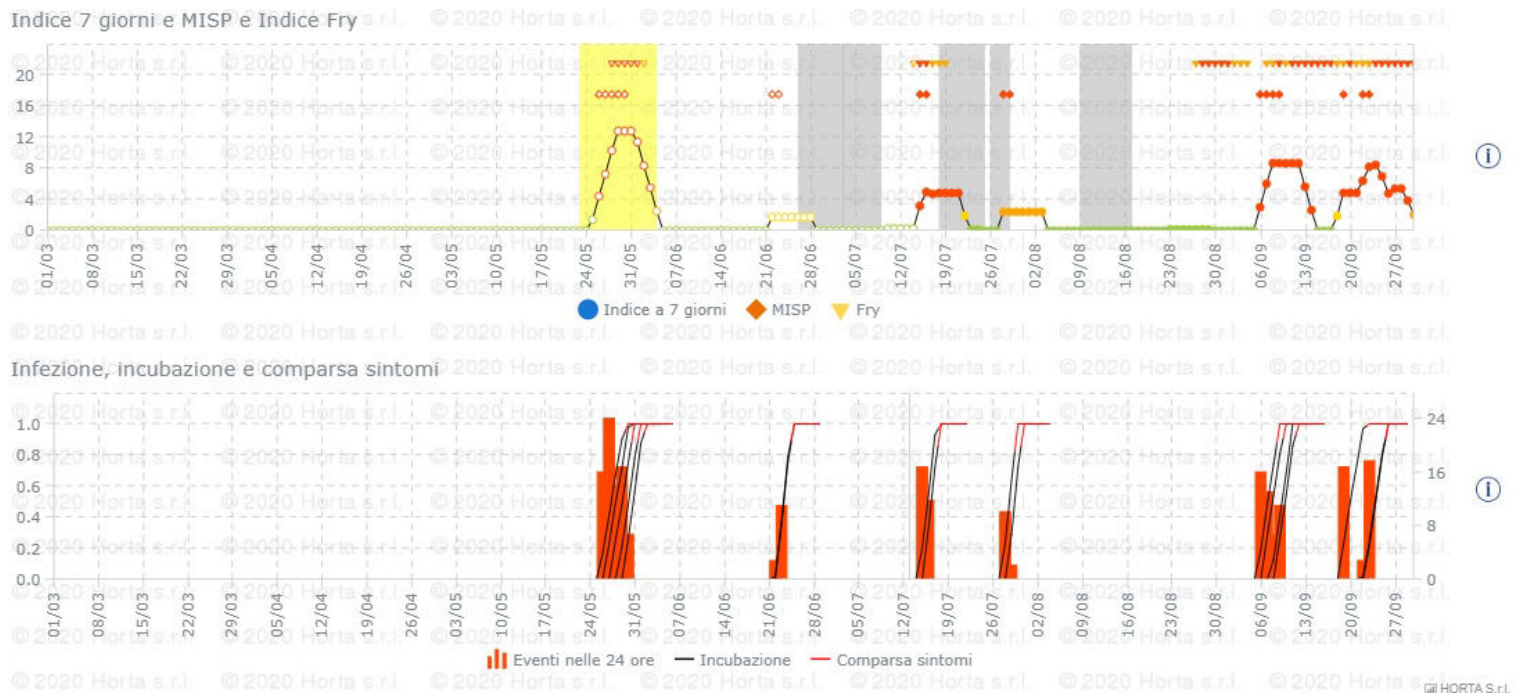


Figura 17: Output del modello previsionale di Peronospora (pomodoro.net) dell'azienda Zi

Come evidenziato dai grafici 18 e 19 (sotto), analogamente a quanto fatto per Peronospora il medesimo confronto è stato fatto per Alternariosi e Batteriosi.

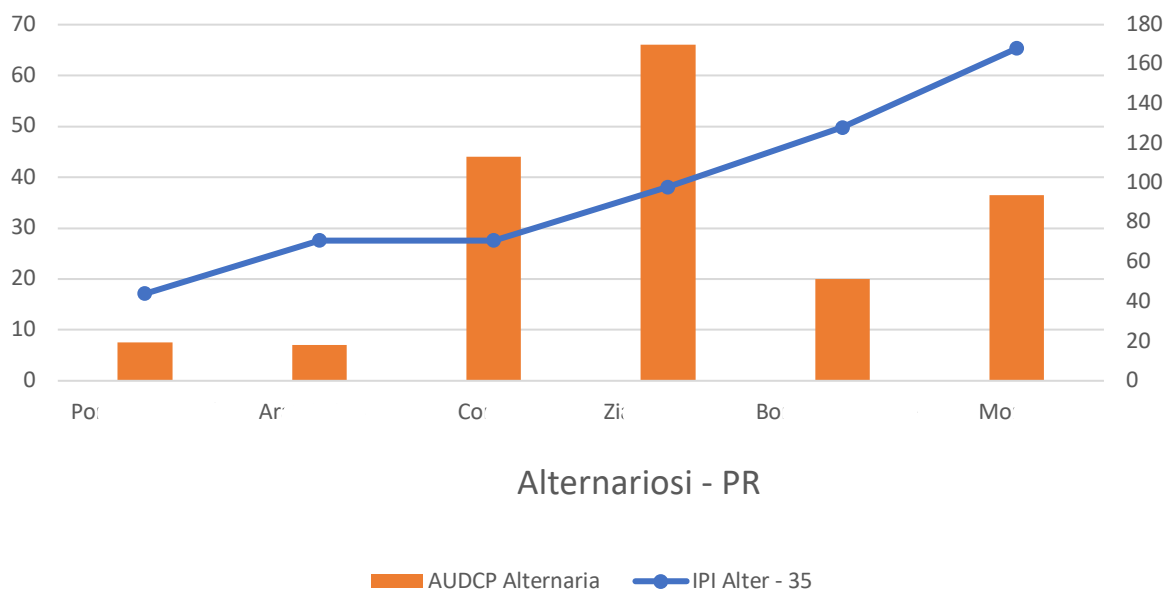
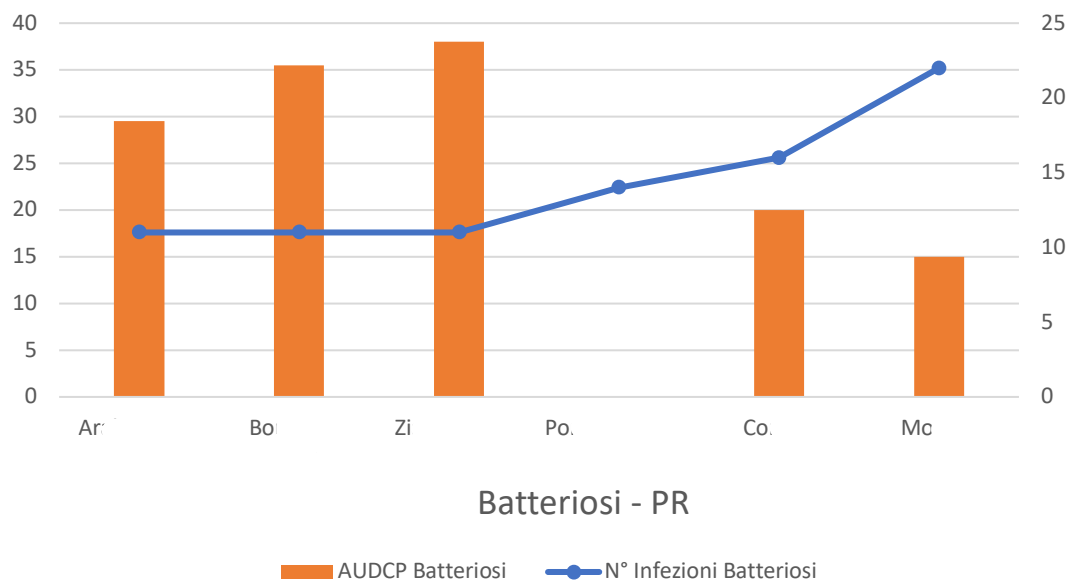


Figura 18: Confronto delle aziende della provincia di Parma circa l'Alternariosi. La linea con cerchi blu rappresenta l'IPI cumulato; le colonne arancioni l'AUDPC.



*Figura 19: Confronto delle aziende della provincia di Parma circa la Batteriosi. La linea con cerchi blu rappresenta l'IPi cumulato; le colonne arancioni l'AUDPC.*

### **Provincia di Piacenza**

Analogamente alle analisi condotte nella provincia di Parma, nel grafico 20 (sotto) è possibile visualizzare per ciascuna azienda localizzata nella provincia di Piacenza l'IPi cumulato secondo il DSS (linea con cerchi), in relazione all'AUDPC (colonne).

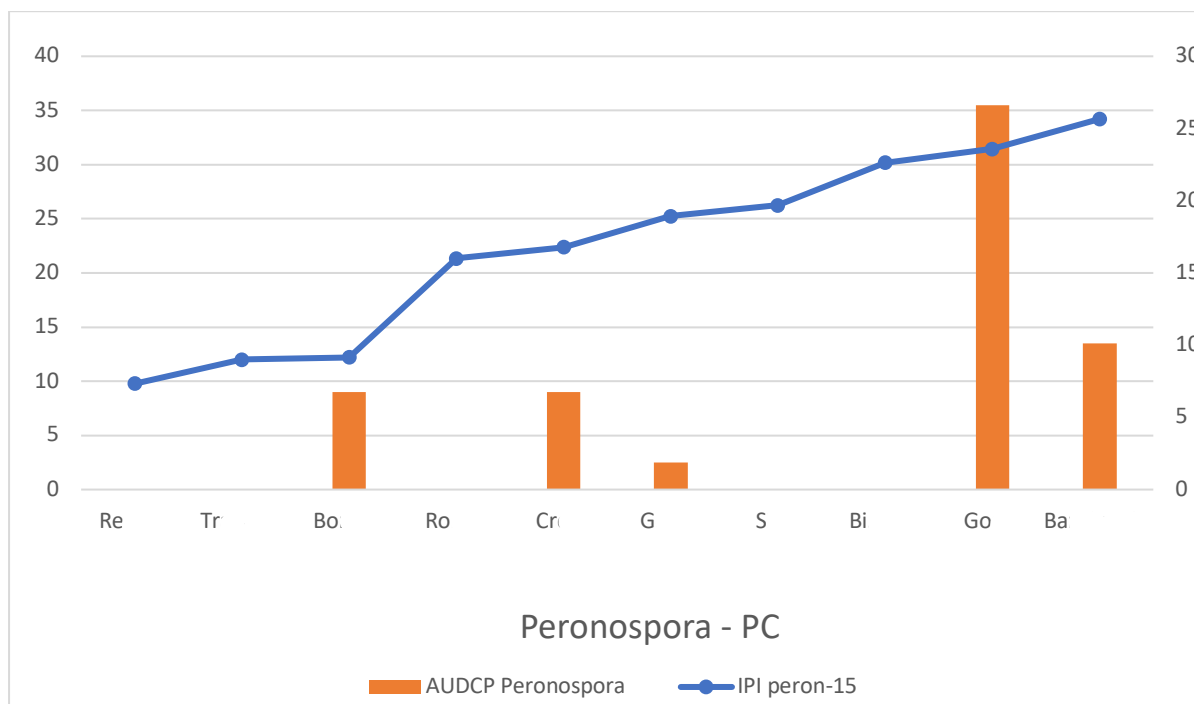


Figura 20: Confronto delle aziende della provincia di Piacenza circa la Peronospora. La linea con cerchi blu rappresenta l'IPI cumulato; le colonne arancioni l'AUDPC.

L'azienda Go risulta il caso testimone. Al netto di un'AUDPC elevata (35,5), il DSS ha rilevato un'elevato valore di IPI cumulato (23,58).

In questo caso i trattamenti (Figura 21, sotto) non sono stati programmati in maniera efficace. I periodi infettivi di *Ph. Infestans* individuati dal modello previsionale nel periodo intorno al 15 Luglio non sono stati coperti da nessun trattamento. Da questo ne consegue la presenza della malattia in campo rilevata dai monitoraggi.

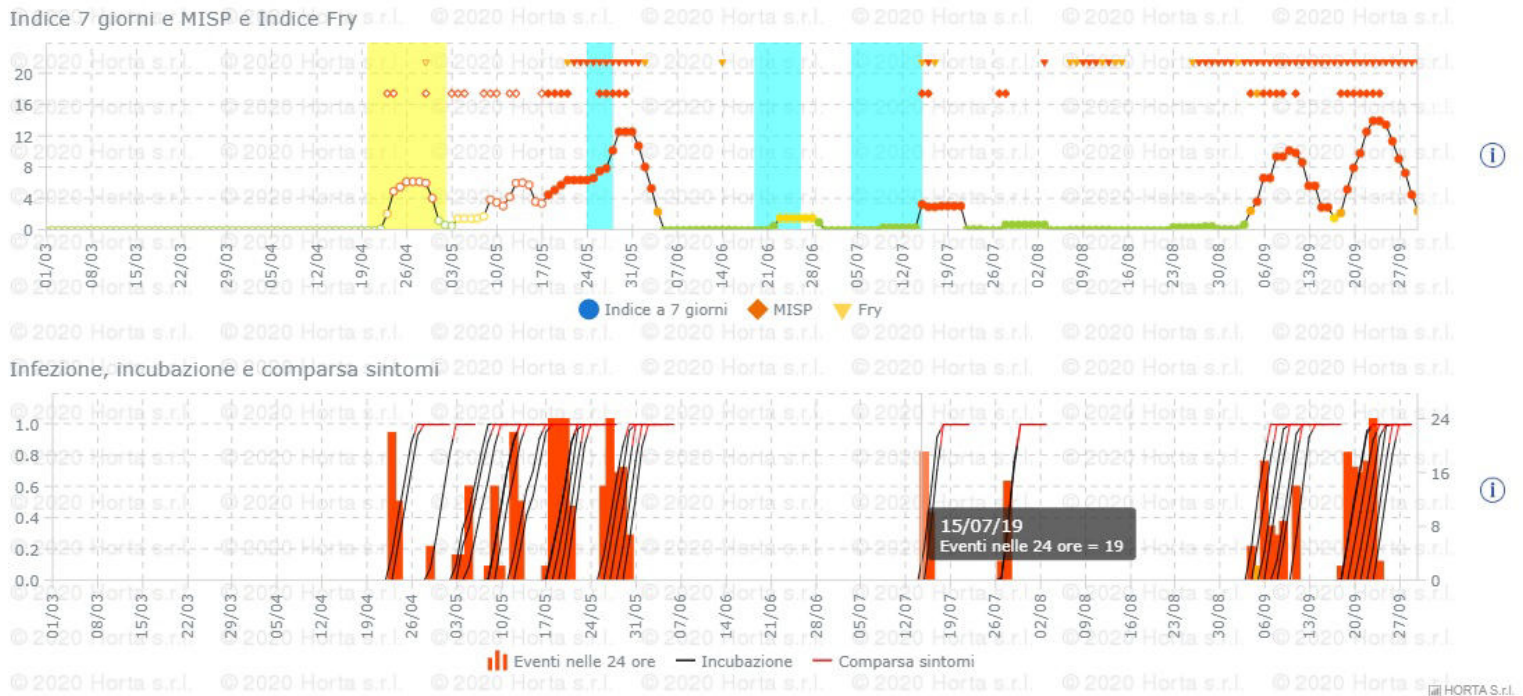


Figura 21: Output del modello previsionale di Peronospora (pomodoro.net) dell'azienda Go

L'azienda Cr (Figura 22, sotto) seppur con un'IPI cumulato minore (16,79), ha evidenziato la presenza della malattia nell'appezzamento (AUDPC: 9).

Le previsioni del modello che avevano identificato metà luglio come periodo favorevoli all'insorgere di infezioni di Peronospora, non sono state idoneamente consultate per la scelta di trattamenti.

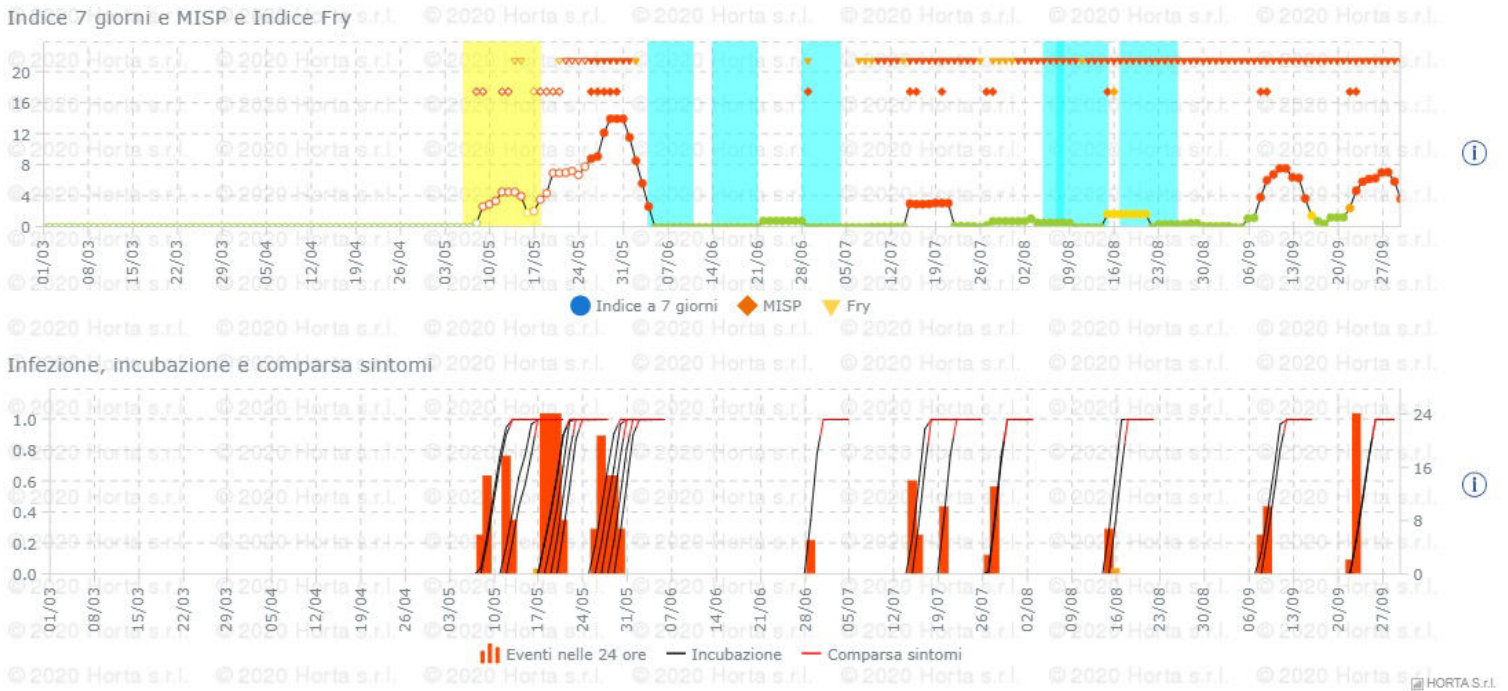


Figura 22: Output del modello previsionale di Peronospora (pomodoro.net) dell'azienda Cr

Come evidenziato dai grafici 23 e 24 (sotto), analogamente a quanto fatto per Peronospora il medesimo confronto è stato fatto per Alternariosi e Batteriosi.

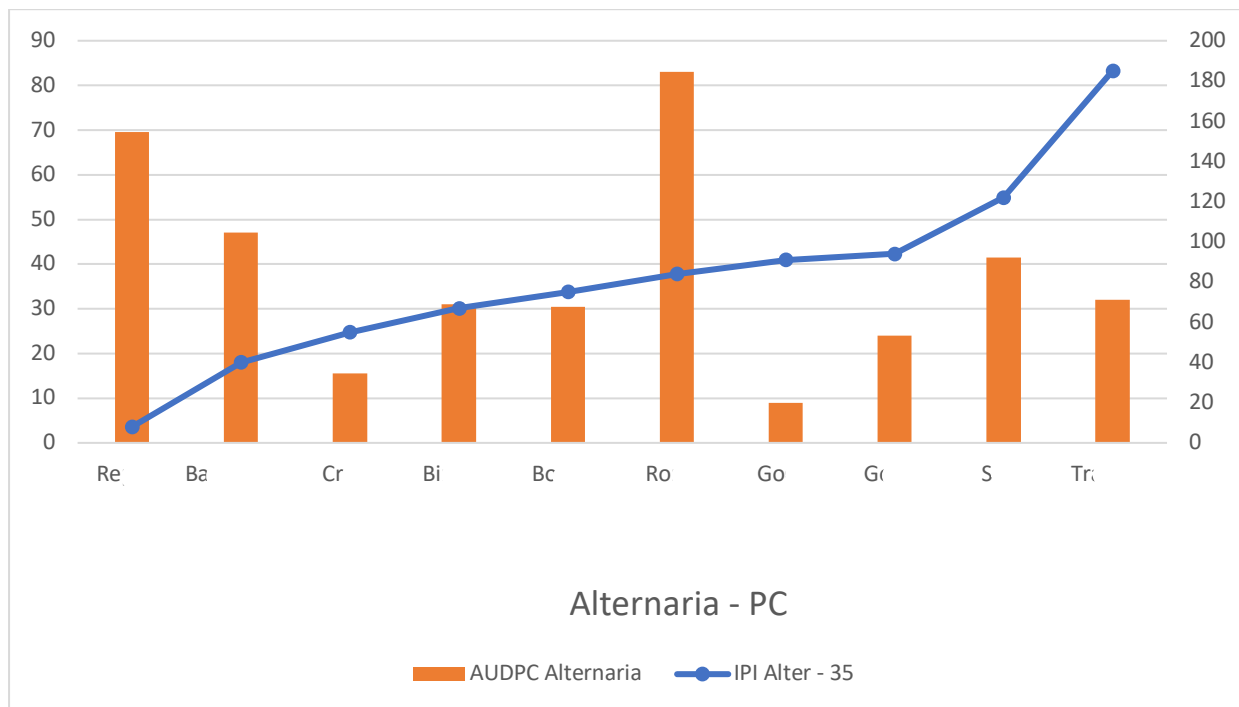


Figura 23: Confronto delle aziende della provincia di Piacenza circa l'Alternariosi. La linea con cerchi blu rappresenta l'IPI cumulato; le colonne arancioni l'AUDPC.

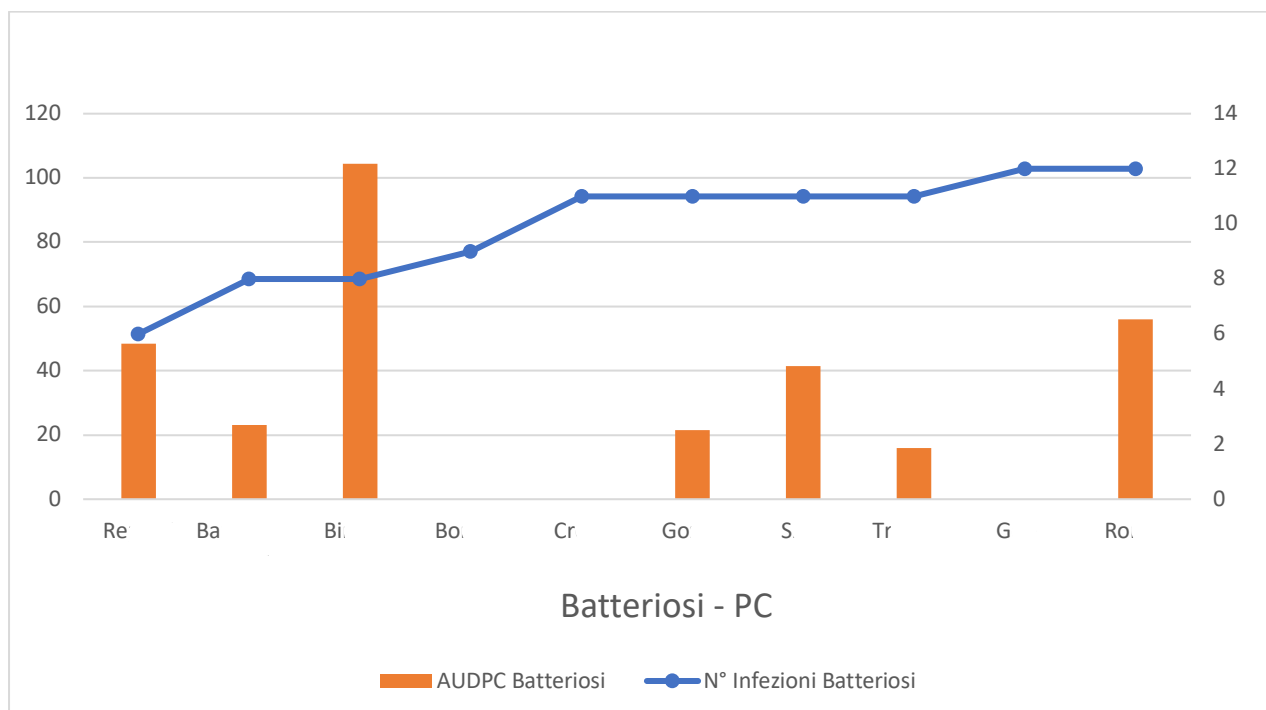


Figura 24: Confronto delle aziende della provincia di Piacenza circa le Batteriosi. La linea con cerchi blu rappresenta l'IPI cumulato; le colonne arancioni l'AUDPC.



### **Conclusioni**

I dati ottenuti da questa analisi hanno permesso di certificare la funzione di *pomodoro.net* come uno strumento di assistenza alle aziende agricole, in grado di fornire informazioni specifiche per il singolo appezzamento e migliorare le performances quali-quantitative della produzione.

L'analisi ha corroborato come le indicazioni relative alle malattie fungine (peronospora e alternariosi) e batteriche per il singolo appezzamento fornite sono valorizzate in funzione della scelta di trattamenti adeguati nei periodi previsti di infezione.

Le aziende che, seguendo i consigli dei modelli previsionali, sono riuscite ad individuare anticipatamente i periodi infettivi degli agenti patogeni ed hanno trattato in modo efficace, hanno ottenuto i risultati previsti, riducendo la diffusione della malattia nell'appezzamento di interesse. Dunque non è stata ritenuta opportuna un'ulteriore calibrazione dei modelli previsionali relativi alle avversità in analisi.



### **AZIONE 3.3 CONFRONTO TRADIZIONALE VS INNOVATIVO**

#### **A) 3.3. Confronto TRADIZIONALE VS INNOVATIVO (UCSC)**

Durante la stagione di coltivazione del pomodoro 2019, in 18 aziende pilota sono stati effettuati confronti fra la tecnica adottata dall'azienda e la tecnica innovativa basata sull'uso di pomodoro.net®. In ogni azienda pilota sono state predisposte due parcelle: una gestita secondo la tecnica aziendale e l'altra gestita con l'uso di pomodoro.net®.

UCSC è occupata della raccolta dei dati relativi a malattie e fisiopatie per un totale di 7 rilievi a stagione in ogni azienda pilota. Da progetto il numero totale dei rilievi da eseguire era 8 ma per via del caldo estivo intenso la raccolta del pomodoro è stata anticipata rispetto quanto programmato nel piano dei monitoraggi. Tuttavia, gli ultimi due rilievi effettuati già in agosto hanno mostrato una situazione stabile, che si presume non sarebbe variata in un ottavo rilievo. UCSC ha poi provveduto all'elaborazione statistica dei risultati ottenuti.

Inoltre sono state registrati i dati inerenti alla produzione (resa e °Brix) a fine campagna.

AINPO ha fornito un apporto tecnico-operativo, attraverso il coinvolgimento diretto di personale dipendente qualificato.

AINPO ha selezionato 18 aziende sparse sul territorio regionale tra le province di Piacenza, Parma e Reggio Emilia. I contatti di tali aziende sono stati forniti all'UCSC e i proprietari sono stati contattati per constatare l'avvenuto trapianto del pomodoro, l'adozione del DSS pomodoro.net® e per concordare un primo appuntamento per un sopralluogo nei campi. Ad ogni azienda è stato richiesto di selezionare un appezzamento a gestione DSS pomodoro.net® e un appezzamento condotto con tecnica aziendale.

Le 18 aziende pilota hanno risposto positivamente al progetto rendendosi disponibili, sebbene con tempi diversi e con diverso impegno, ad indicare ai collaboratori dell'UCSC l'ubicazione dei campi e le informazioni pertinenti allo svolgimento della prova.

I dettagli sono riassunti in tabella 18 e figura 25.

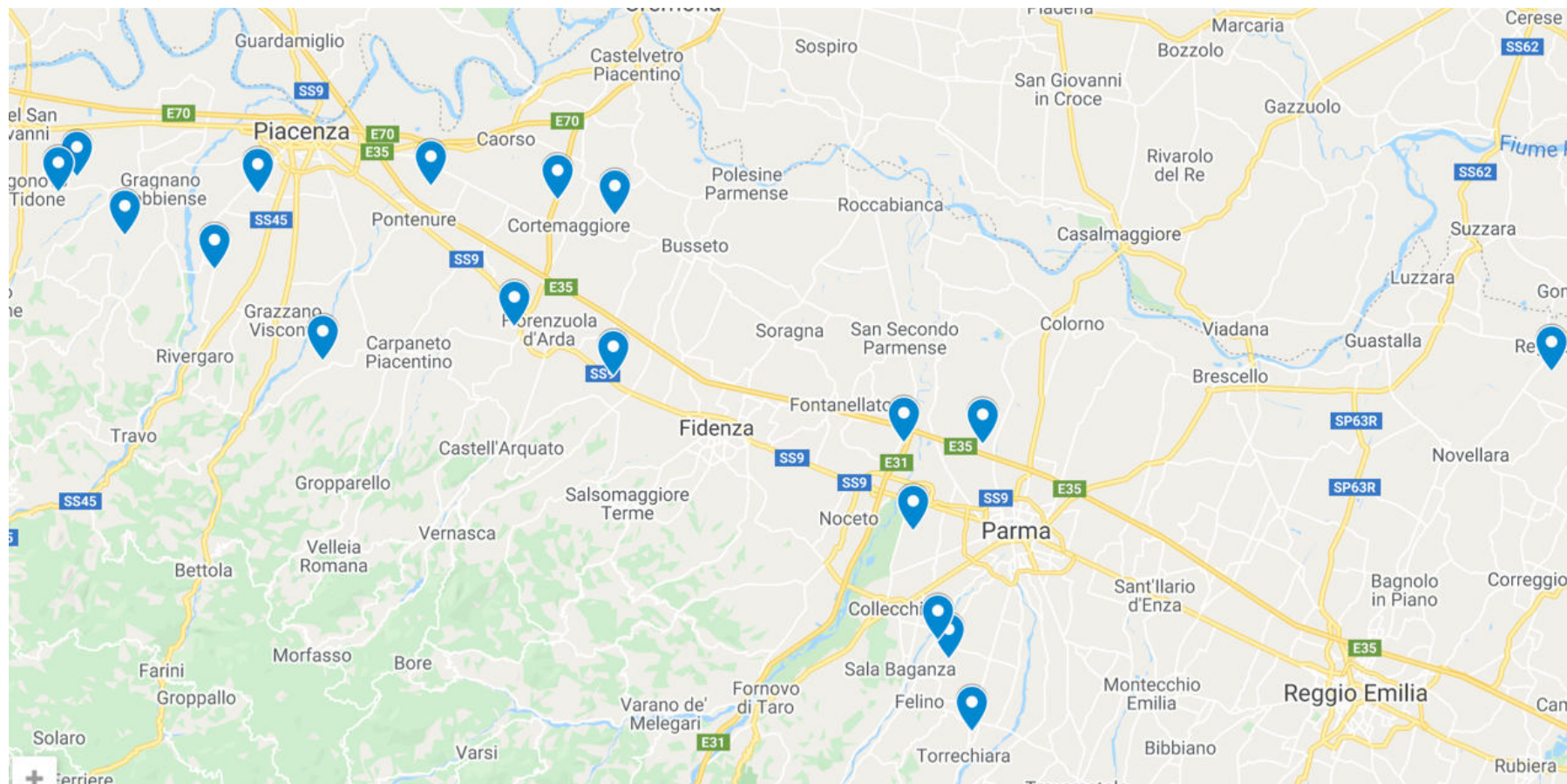




Tabella 18 - Dettaglio campi aziende pilota e mappa di distribuzione delle aziende nel territorio della regione Emilia-Romagna.

Azienda																		
Comune	COLLECCHIO/ MADREGOLO (PR)		CORTEMAGGIORE (PC)		PIACENZA/ PITTOLO		PARMA/ CARIGNANO		PONTENURE (PC)		FONTEVIVO (PR)		CORTEMAGGIORE (PC)		GRAGNANO TREBBIESE/ CAMPREMOLDO SOPRA (PC)		FIORENZUOLA (PC)	
Condizione	DSS	Aziendale	DSS	Aziendale	DSS	Aziendale	DSS	Aziendale	DSS	Aziendale	DSS	Aziendale	DSS	Aziendale	DSS	Aziendale	DSS	Aziendale
Coordinate																		
Varietà	HEINZ 5108	HEINZ 5108	HEINZ 2206	HEINZ 2206	SENTOSA	SENTOSA	HEINZ 5108-1301	HEINZ 5108-1301	Caliendo	Caliendo	NUNHEMS 6438	TYREX	HEINZ 1307	HEINZ 1307	HEINZ 1301	HEINZ 1301	HEINZ 1301	HEINZ 1301
Data Trapianto	11-mag	11-mag	08-apr	08-apr	10-15 apr	10-15 apr	25-mag	25-mag	1-2 mag	1-2 mag	15-apr	15-apr	05-mag	05-mag	22-apr	22-apr	23-24 Apr	23-24 Apr
Superficie (ha)	1,5	1,5	4,6	10,0	10,0	5,5	6,0	3,0	3,0	9,0	2,5	3,0	4,0	8,0	2,0	2,0	1,0	3,0

Azienda																		
Comune	ALSENO (PC)	FIORENZUOLA (PC)	CARIGNANO/ COLLECCHIO (PR)		LANGHIRANO/ AROLA (PR)		GOSSOLENGO/ CARATTA (PC)		SAN GIORGIO P.NO/ RIZZOLO (PC)		BORGONOVO VAL TIDONE/ MOTTAZIANA (PC)		BORGONOVO VAL TIDONE/ BRENO (PC)		REGGIOLO (RE)		BAGANZOLA (PR)	COLORNO (PR)
Condizione	DSS	Aziendale	DSS	Aziendale	DSS	Aziendale	DSS	Aziendale	DSS	Aziendale	DSS	Aziendale	DSS	Aziendale	DSS	Aziendale	DSS	Aziendale
Coordinate																		
Varietà	HEINZ 1301- HEINZ 1015- HEINZ 5108	HEINZ 5108	Pumatis (HMX 4900)	Pumatis (HMX 4900)	H3406	H3406	HEINZ 1301	HEINZ 1301	HEINZ 3402	HEINZ 3402	HEINZ 1301	NUNHEMS 6438	HEINZ 1301	HEINZ 1301	HEINZ 1418	HEINZ 1418	RUSTICO	HEINZ 1301 - HMX 5558 - 287
Data Trapianto	28-30 apr	18-19 Apr	26-mag	26-mag	7-mag	7-mag	8-9 Mag	8-9 Mag	6-7 Mag	6-7 Mag	25-apr	10-apr	25-apr	25-apr	05-giu	03-giu	15-apr	22-mag
Superficie (ha)	16,8	17,4	0,8	0,8	1,5	2,0	3,5	3,0	4,2	4,2	5,0	6,0	4,0	6,0	4,0	15,0	10,0	11,0



*Figura 25 - Distribuzione territoriale delle 18 aziende in cui sono stati eseguiti i monitoraggi da UCSC nelle provincie di Piacenza, Parma e Reggio Emilia.*



L'UCSC ha eseguito l'elaborazione statistica dei dati raccolti allo scopo di evidenziare le differenze significative fra la gestione con DSS pomodoro.net<sup>®</sup> e la gestione con tecnica aziendale. Le analisi statistiche sono state effettuate tramite il software IBM SPSS Statistics 25. L'analisi della varianza (ANOVA) è stata condotta per evidenziare differenze significative tra le variabili considerate.

I dati fenologici raccolti sono stati analizzati tramite analisi della varianza (ANOVA), per evidenziare differenze nella dinamica della progressione fenologica tra le piante nei campi a gestione DSS e quelle nei campi gestiti con tecnica aziendale. La progressione della fenologia non risulta statisticamente diversa ( $P > 0.05$ ) tra le due gestioni.

Nel periodo di monitoraggio tutte le malattie considerate e anche il marciume apicale sono stati riscontrati, sebbene non in tutti gli appezzamenti e con livelli di diffusione e distribuzione diverse. Di seguito sono riportati, caso per caso, gli andamenti sia delle malattie fungine (alternaria e peronospora), sia delle malattie batteriche (macchiatura e maculatura batteriche), sia del marciume apicale.

Partiamo trattando le malattie fungine.

In Figura 26, è mostrata la dinamica di sviluppo dell'**alternaria**, intesa come diffusione in campo e distribuzione dei sintomi sulla pianta, in un confronto tra due tipi di gestione. Sull'asse delle ordinate si trovano le frequenze, cioè il numero di campi (n. 18 – sia per la gestione DSS che tecnica aziendale), ripartiti per ogni classe sia di diffusione (Figura 26-A) che di distribuzione (Figura 26-B). Sulle ascisse sono riportati gli acronimi delle tecniche e numero dei rilievi a cui le frequenze corrispondono.

La malattia compare a partire dal secondo rilievo in pochi campi e avanza progressivamente nei rilievi successivi. Al momento dell'ultimo rilievo, in tutti i campi a gestione DSS la malattia è presente in modo sporadico o diffuso (classi diffusione 1 e 2) con sintomi lievi (raramente gravi) sulle piante. Gli appezzamenti a gestione tradizionale aziendale colpiti sono 16 su 18, con classi di diffusione in campo e distribuzione dei sintomi sulla pianta comparabili con quelli rilevati nella gestione DSS. Infatti, dall'analisi della varianza (ANOVA) non è emersa una differenza statisticamente significativa ( $P > 0.05$ ) tra i due tipi di gestione.

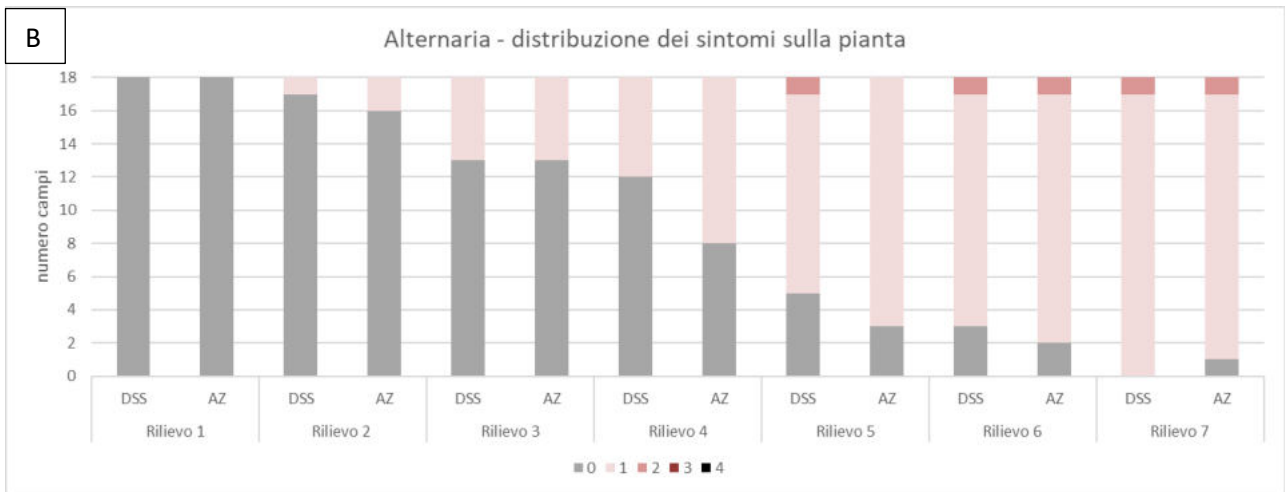
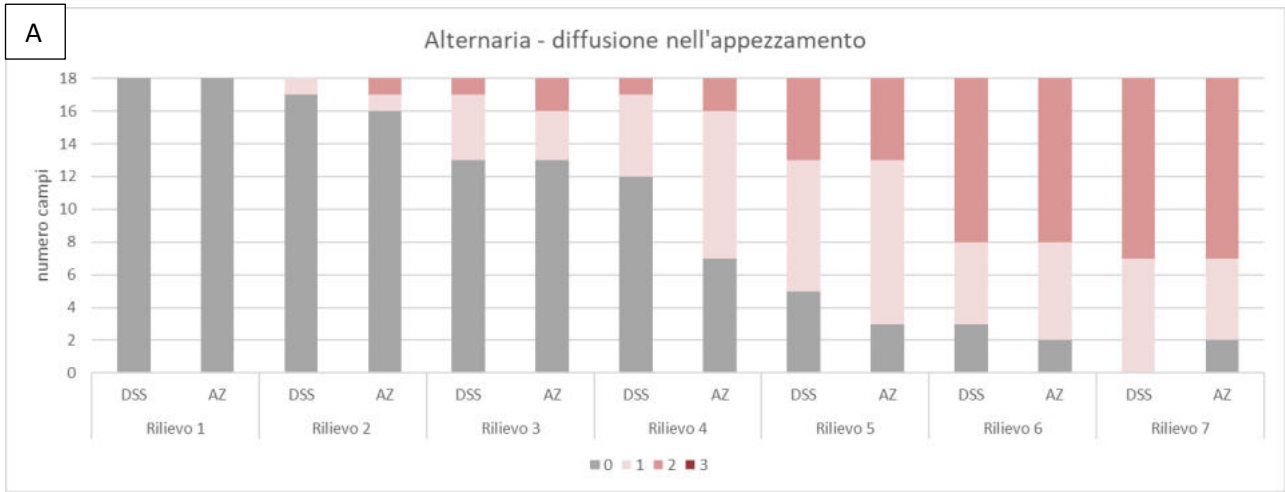


Figura 26 - Dinamica di sviluppo dell'alternaria nel corso dei sette rilievi per i campi gestiti con DSS (DSS) e per i campi gestiti con tecnica aziendale (AZ), tecniche a confronto. (A) Diffusione in campo; (B) distribuzione dei sintomi sulla pianta. Sull'asse delle ordinate si trovano le frequenze, i.e. il numero di parcelle (tot. 18). Sulle ascisse sono riportati i nomi delle tesi e il numero dei rilievi. Diversi colori identificano diverse classi (A) di diffusione in campo (0=assente, 1=sporadica, 2=diffusa, 3=estesa) e (B) distribuzione dei sintomi sulla pianta (0=assente, 1=sintomi solo sul tessuto fogliare, 2=sintomi lievi sulla vegetazione e qualche bacca interessata, 3= sintomi gravi sulla vegetazione e sulle bacche, 4=intera pianta compromessa).



In Figura 27, è mostrata la dinamica di sviluppo della **peronospora**, intesa come diffusione in campo e distribuzione dei sintomi sulla pianta, in un confronto tra due tipi di gestione. Sull'asse delle ordinate si trovano le frequenze, cioè il numero di campi (n. 18 – sia per la gestione DSS che tecnica aziendale), ripartiti per ogni classe sia di diffusione (Figura 27-A) che di distribuzione (Figura 27-B). Sulle ascisse sono riportati gli acronimi delle tecniche e numero dei rilievi a cui le frequenze corrispondono.

La malattia compare a partire dal terzo rilievo in pochi campi. Un leggero seppur progressivo avanzamento si osserva nei rilievi successivi. Nei campi a gestione DSS colpiti dalla malattia la diffusione nell'appezzamento è stata sporadica e con sintomi solo sul tessuto fogliare della pianta (classe diffusione 1). I campi a gestione aziendale affetti dalla malattia sono stati numericamente superiori rispetto a quelli in gestione DSS, soprattutto verso il termine della stagione. Inoltre, durante gli ultimi due rilievi, in un campo a gestione aziendale la malattia si presentava diffusa a macchia di leopardo nell'appezzamento (classe diffusione 2). Tuttavia, in tutti gli appezzamenti a gestione aziendale, la distribuzione dei sintomi sulla pianta ha visto la compromissione solo del tessuto fogliare senza aver interessato le bacche. Pertanto le due tecniche di gestione sono risultate comparabili, infatti anche dall'analisi della varianza (ANOVA) non è emersa una differenza statisticamente significativa ( $P > 0.05$ ).

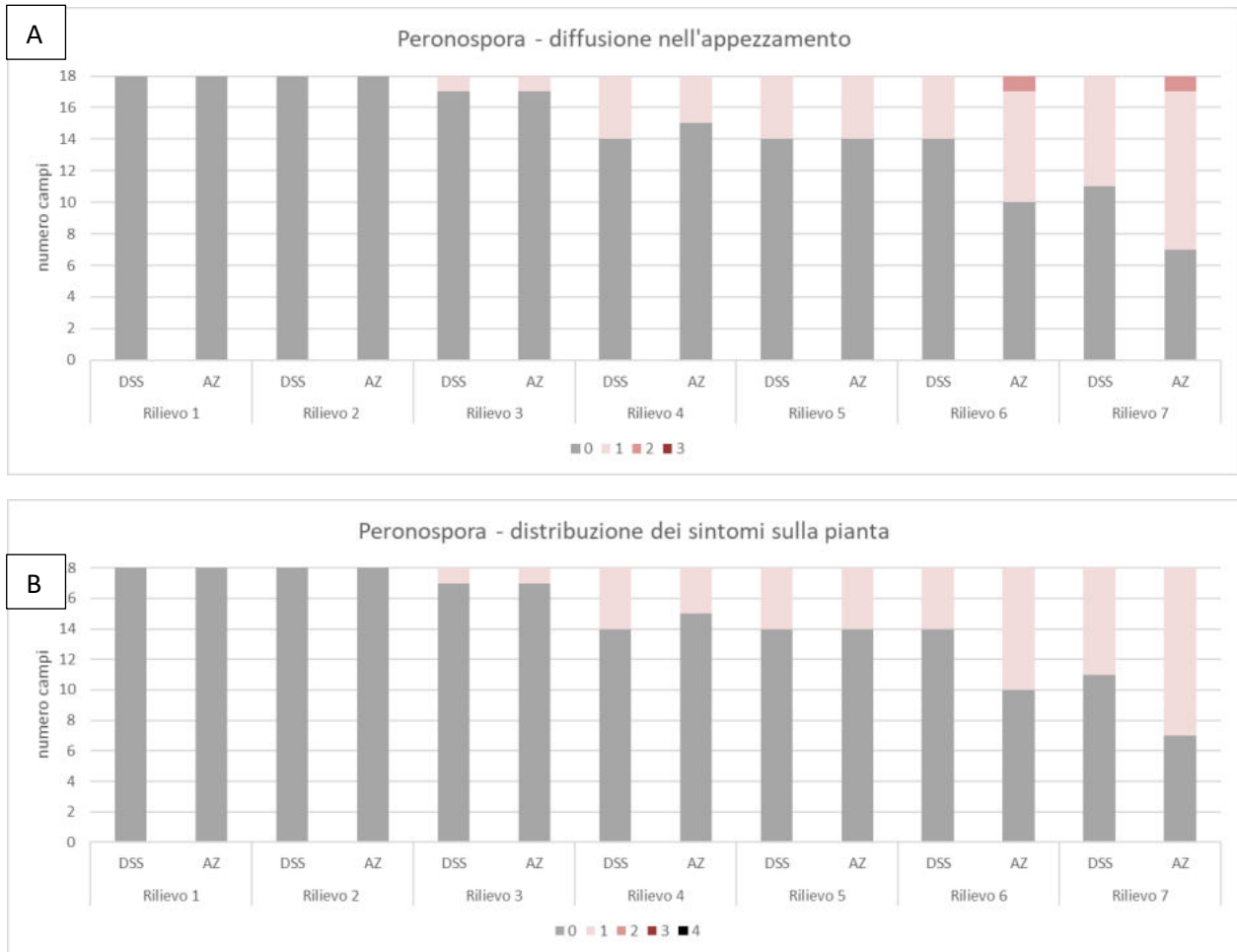


Figura 27 - Dinamica di sviluppo della peronospora nel corso dei sette rilievi per i campi gestiti con DSS (DSS) e per i campi gestiti con tecnica aziendale (AZ), tecniche a confronto. (A) Diffusione in campo; (B) distribuzione dei sintomi sulla pianta. Sull'asse delle ordinate si trovano le frequenze, i.e. il numero di parcelle (tot. 18). Sulle ascisse sono riportati i nomi delle tesi e il numero dei rilievi. Diversi colori identificano diverse classi (A) di diffusione in campo (0=assente, 1=sporadica, 2=diffusa, 3=estesa) e (B) distribuzione dei sintomi sulla pianta (0=assente, 1=sintomi solo sul tessuto fogliare, 2=sintomi lievi sulla vegetazione e qualche bacca interessata, 3= sintomi gravi sulla vegetazione e sulle bacche, 4=intera pianta compromessa).

Segue ora la descrizione dell'andamento delle malattie causate da agenti patogeni batterici. Nei campi in cui si è mostrata la malattia, gli agenti batterici sono risultati più aggressivi, rispetto i funghi fitopatogeni, sia in termini di diffusione nel campo che di distribuzione dei sintomi sulle piante.

In Figura 28, è mostrata la dinamica di sviluppo della **macchiatura batterica**, intesa come diffusione in campo e distribuzione dei sintomi sulla pianta, in un confronto tra due tipi di gestione. Sull'asse delle ordinate si trovano le frequenze, cioè il numero di campi (n. 18 – sia per la gestione DSS che tecnica aziendale), ripartiti per ogni classe sia di diffusione (Figura 28-A) che di distribuzione



(Figura 28-B). Sulle ascisse sono riportati gli acronimi delle tecniche e numero dei rilievi a cui le frequenze corrispondono.

La malattia compare diffusa a macchia di leopardo (classe diffusione 2) fin dal primo rilievo effettuato per un campo gestito con tecnica aziendale. Nel corso della stagione la malattia si è evoluta rapidamente diffondendosi in un numero sempre maggiore di campi appartenenti a entrambi i tipi di gestione. Sicuramente, la macchiatura batterica è stata la principale avversità, tra quelle monitorate, durante la stagione 2019. Un drastico peggioramento è emerso dagli ultimi due rilievi soprattutto per i campi a gestione aziendale in termini sia di diffusione nell'appezzamento che di distribuzione dei sintomi sulla pianta. Infatti, in ben due campi, la macchiatura batterica risultava estesa in vaste aree del campo (classe diffusione 3). Inoltre in uno di questi due appezzamenti, all'estesa diffusione in campo della malattia corrispondevano anche sintomi sulle bacche (classe distribuzione sintomi 2). Nei campi a gestione DSS, invece, la macchiatura si presentava solo sporadicamente. Tuttavia, le due tecniche di gestione sono risultate comparabili secondo quanto emerso dall'analisi della varianza (ANOVA): non è emersa alcuna differenza statisticamente significativa ( $P > 0.05$ ).

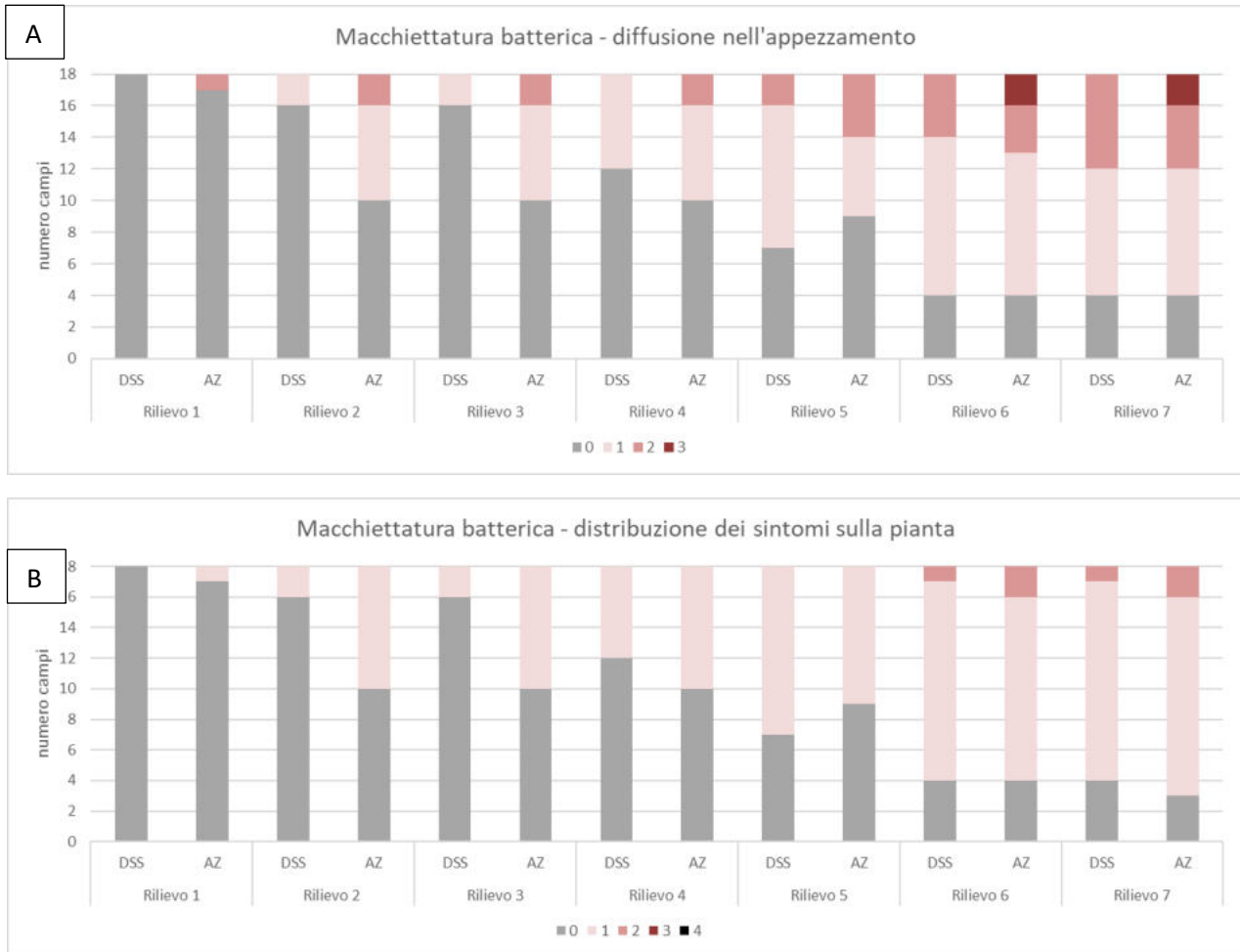


Figura 28 - Dinamica di sviluppo della macchiettatura batterica nel corso dei sette rilievi per i campi gestiti con DSS (DSS) e per i campi gestiti con tecnica aziendale (AZ), tecniche a confronto. (A) Diffusione in campo; (B) distribuzione dei sintomi sulla pianta. Sull'asse delle ordinate si trovano le frequenze, i.e. il numero di parcelle (tot. 18). Sulle ascisse sono riportati i nomi delle tesi e il numero dei rilievi. Diversi colori identificano diverse classi (A) di diffusione in campo (0=assente, 1=sporadica, 2=diffusa, 3=estesa) e (B) distribuzione dei sintomi sulla pianta (0=assente, 1=sintomi solo sul tessuto fogliare, 2=sintomi lievi sulla vegetazione e qualche bacca interessata, 3= sintomi gravi sulla vegetazione e sulle bacche, 4=intera pianta compromessa).

In Figura 29, è mostrata la dinamica di sviluppo della **maculatura batterica**, intesa come diffusione in campo e distribuzione dei sintomi sulla pianta, in un confronto tra due tipi di gestione. Sull'asse delle ordinate si trovano le frequenze, cioè il numero di campi (n. 18 – sia per la gestione DSS che tecnica aziendale), ripartiti per ogni classe sia di diffusione (Figura 29-A) che di distribuzione (Figura 29-B). Sulle ascisse sono riportati gli acronimi delle tecniche e numero dei rilievi a cui le frequenze corrispondono.





La malattia compare a partire dal secondo rilievo in un campo per ogni tipologia di gestione. Un leggero seppur progressivo avanzamento si osserva nei rilievi successivi. In solo un campo a gestione DSS la malattia è stata registrata nel corso della stagione, maggiore è invece il numero di campi a gestione aziendale in cui questa malattia è stata riscontrata. Diffusione sporadica (solo in un caso diffusa – classe diffusione 2) ha caratterizzato i campi a gestione aziendale. L’appezzamento a DSS invece presentava piante malate sparse nel campo a macchia di leopardo. Per quanto riguarda la distribuzione dei sintomi sulla pianta, in tutte le gestioni la distribuzione dei sintomi sulla pianta riguardava solo il tessuto fogliare (classe diffusione sintomi 1). Ciononostante, le due tecniche di gestione non sono risultate statisticamente diverse ( $P > 0.05$ ) secondo i risultati dall’analisi della varianza (ANOVA).

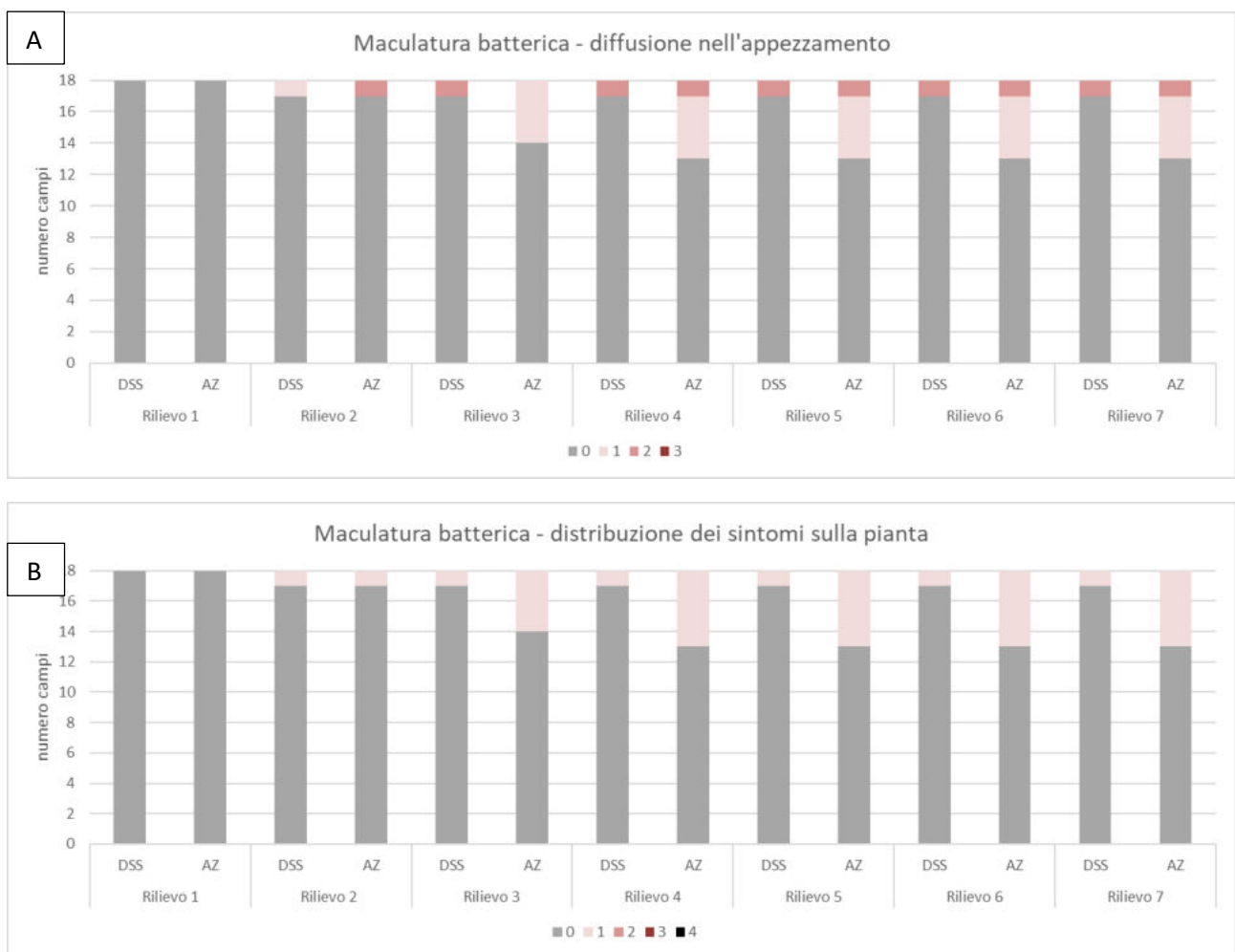


Figura 29 - Dinamica di sviluppo della maculatura batterica nel corso dei sette rilievi per i campi gestiti con DSS (DSS) e per i campi gestiti con tecnica aziendale (AZ), tecniche a confronto. (A) Diffusione in campo; (B) distribuzione dei sintomi sulla pianta. Sull’asse delle ordinate si trovano le frequenze, i.e. il numero di parcelle (tot. 18). Sulle ascisse sono riportati i nomi delle tesi e il numero dei rilievi. Diversi colori identificano diverse classi (A) di diffusione in campo (0=assente, 1=sporadica, 2=diffusa, 3=estesa) e (B) distribuzione dei sintomi sulla pianta (0=assente, 1=sintomi solo sul tessuto



*fogliare, 2=sintomi lievi sulla vegetazione e qualche bacca interessata, 3= sintomi gravi sulla vegetazione e sulle bacche, 4=intera pianta compromessa).*

Oltre ad aver monitorato questi patogeni, il progetto prevedeva anche la rilevazione della principale fisiopatia del pomodoro: il **marciume apicale**. Il monitoraggio della diffusione dei sintomi nell'appezzamento di questa fisiopatia è stato effettuato con la stessa modalità, e pertanto le stesse classi, utilizzate per le malattie fungine. Invece, per quanto riguarda la distribuzione dei sintomi sulla pianta si sono considerate solo quattro classi: assente (classe distribuzione sintomi 0), sintomi lievi sulle bacche (classe distribuzione sintomi 1), sintomi gravi sulle bacche (classe distribuzione sintomi 2) e bacche interamente compromesse (classe distribuzione sintomi 3).

La fisiopatia è comparsa a partire dal terzo rilievo in pochi campi a gestione con tecnica aziendale. In nessun campo gestito con l'ausilio di pomodoro.net® è stato riscontrato questo problema durante tutto il periodo di coltivazione. Va comunque precisato che nei campi in cui la fisiopatia è stata registrata, questa si presentava sporadicamente e con sintomi lievi, cioè le necrosi apicali delle bacche erano di diametro molto contenuto. Sebbene da quanto sopra detto sia emersa una diversità tra i due tipi di gestione con migliori performances dei campi gestiti con il DSS, all'analisi della varianza (ANOVA) questa differenza non è risultata statisticamente significativa ( $P > 0.05$ ) a causa di un comunque elevato numero di campi caratterizzati dall'assenza della fisiopatia in entrambe le gestioni.

In Figura 30 è possibile apprezzare l'andamento della fisiopatia sia in termini di diffusione in campo e distribuzione dei sintomi sulla pianta, in un confronto tra due tipi di gestione. Sull'asse delle ordinate si trovano le frequenze, cioè il numero di campi (n. 18 – sia per la gestione DSS che tecnica aziendale), ripartiti per ogni classe sia di diffusione (Figura 30-A) che di distribuzione (Figura 30-B). Sulle ascisse sono riportati gli acronimi delle tecniche e numero dei rilievi a cui le frequenze corrispondono.

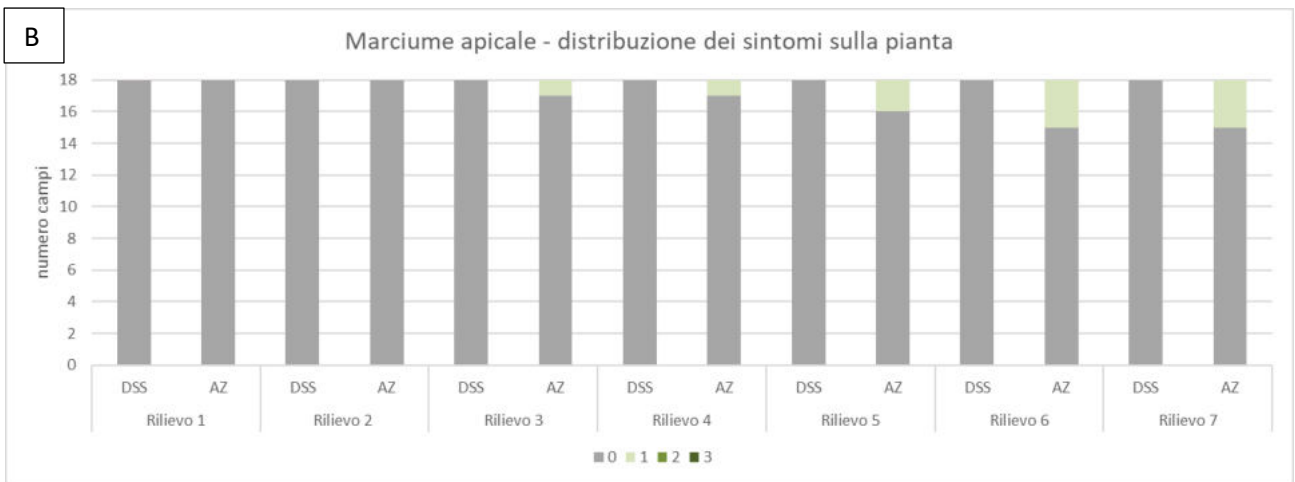
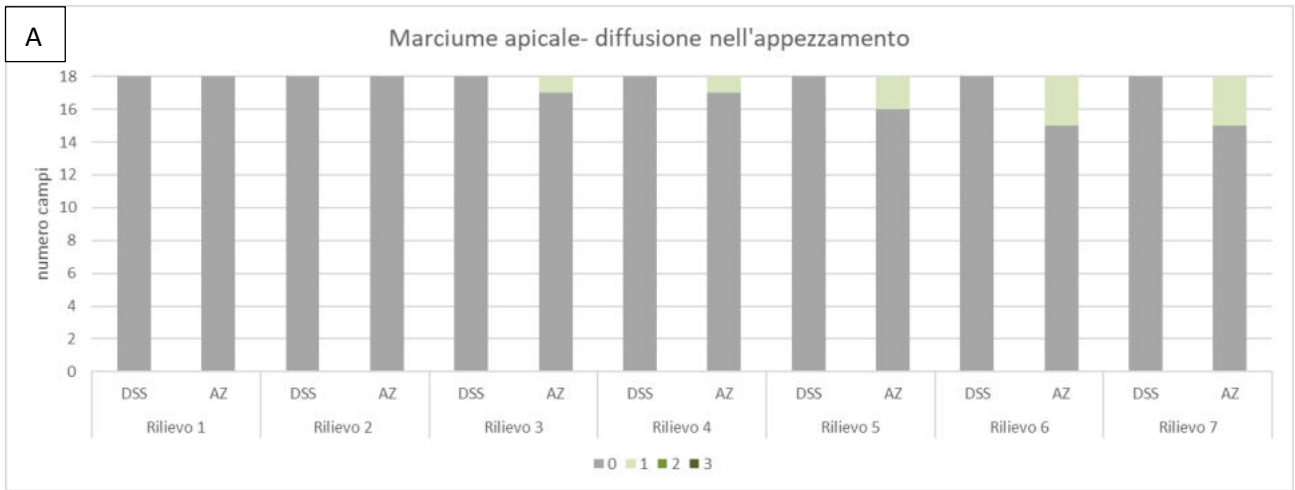


Figura 30 - Dinamica di sviluppo del marciume apicale nel corso dei sette rilievi per i campi gestiti con DSS (DSS) e per i campi gestiti con tecnica aziendale (AZ), tecniche a confronto. (A) Diffusione in campo; (B) distribuzione dei sintomi sulla pianta. Sull'asse delle ordinate si trovano le frequenze, i.e. il numero di parcelle (tot. 18). Sulle ascisse sono riportati i nomi delle tesi e il numero dei rilievi. Diversi colori identificano diverse classi (A) di diffusione in campo (0=assente, 1=sporadica, 2=diffusa, 3=estesa) e (B) distribuzione dei sintomi sulla pianta (0=assente, 1=sintomi lievi sulle bacche, 2=sintomi gravi sulle bacche, 3=bacche interamente compromesse).

Complessivamente la stagione 2019 non ha visto particolari avversità. Gli attacchi di alternaria e peronospora sono stati contenuti sia negli appezzamenti gestiti con il DSS pomodoro.net® sia negli appezzamenti gestiti con tecnica tradizionale aziendale. Anche per quanto riguarda le malattie di origine batterica non sono state particolarmente aggressive. Sicuramente la macchiatura batterica è prevalsa in termini di presenza sul territorio e gravità dei sintomi ma è comunque si è limitata a piccole aree nei campi, solo raramente (2 appezzamenti a gestione aziendale tra tutti i



campi monitorati) si è estesa in vaste superfici della coltura. Il marciume apicale non ha rappresentato un problema se non per pochissimi campi ed esclusivamente nella gestione aziendale, come conseguenza delle diverse strategie di irrigazione e concimazione.

### B) 3.3. Confronto TRADIZIONALE VS INNOVATIVO (HORTA)

Contestualmente a quanto stabilito nel progetto di filiera ai sensi del PSR 2014/2020 Emilia-Romagna, il piano d'innovazione ha avuto l'obiettivo di validare e diffondere il sistema di supporto alle decisioni (DSS) pomodoro.net® per la coltivazione del pomodoro da industria in Emilia Romagna, area centrale per la produzione e trasformazione di pomodoro da industria, nel cuore del Distretto del Pomodoro.

In dettaglio l'obiettivo è stato quello di confrontare la tecnica di difesa della peronospora e dalle principali fitopatie (batteriosi e alternariosi) adottata tradizionalmente da 20 aziende selezionate in quattro province di interesse dell'Emilia Romagna, con quella innovativa basata sull'uso di pomodoro.net® adottata dalle stesse in termini di efficienza della coltivazione nell'uso dei mezzi tecnici, di sostenibilità economica, sociale e ambientale. Parallelamente l'azione di divulgazione agli agricoltori ha avuto l'obiettivo di diffondere un approccio innovativo per la coltivazione del pomodoro da industria, basato su risultati ottenuti dalla ricerca scientifica.

Per la realizzazione del progetto sperimentale sono state selezionate 20 aziende (Tabella 19) dedite alla coltivazione del pomodoro da industria nelle province di maggior interesse per questa coltura (Figura 31): Ferrara (n° 2), Piacenza (n° 10), Parma (n° 7) e Reggio Emilia (n° 1). Per ciascuna azienda sono stati effettuati confronti fra la tecnica adottata dall'azienda e la tecnica innovativa basata sull'uso di pomodoro.net nell'arco della stagione colturale del 2019.



Tabella 19 - Elenco delle aziende coinvolte nel progetto.

Azienda agricola	Provincia	Sistema culturale	Varietà	Data di trapianto	Data di raccolta
	FE	Integrato	H3402, H5108, Miceno	26/04/2019	19/08/2019
	FE	Integrato	Firmus	20/05/2019	05/09/2019
	PC	Convenzionale	H2206	09/04/2019	27/07/2019
	PC	Integrato	Caliendo	13/05/2019	23/08/2019
	PC	Integrato	H1307	08/05/2019	27/08/2019
	PC	Integrato	H1301	20/04/2019	15/08/2019
	PC	Integrato	H1301	28/04/2019	14/08/2019
	PC	Integrato	Peroro	09/04/2019	31/07/2019
	PC	Integrato	H1015	05/05/2019	20/08/2019
	PC	Integrato	H1301	15/04/2019	01/08/2019
	PC	Integrato	H1301	16/04/2019	08/08/2019
	PC	Integrato	H1301	13/05/2019	15/09/2019
	PR	Integrato	H5108	11/05/2019	24/08/2019
	PR	Integrato	N6438 (NUN 00254 TOP)	16/04/2019	31/07/2019
	PR	Integrato	H2206	02/05/2019	21/08/2019
	PR	Integrato	H1301	20/05/2019	12/09/2019
	PR	Integrato	Pumatis (HMX 4900)	25/05/2019	14/09/2019
	PR	Convenzionale	H3402, H5108	25/05/2019	30/09/2019
	PR	Convenzionale	H3406	08/03/2019	17/09/2019
	PR	Biologico	H1538	23/05/2019	02/09/2019
	RE	Integrato	H3406	03/06/2019	11/09/2019

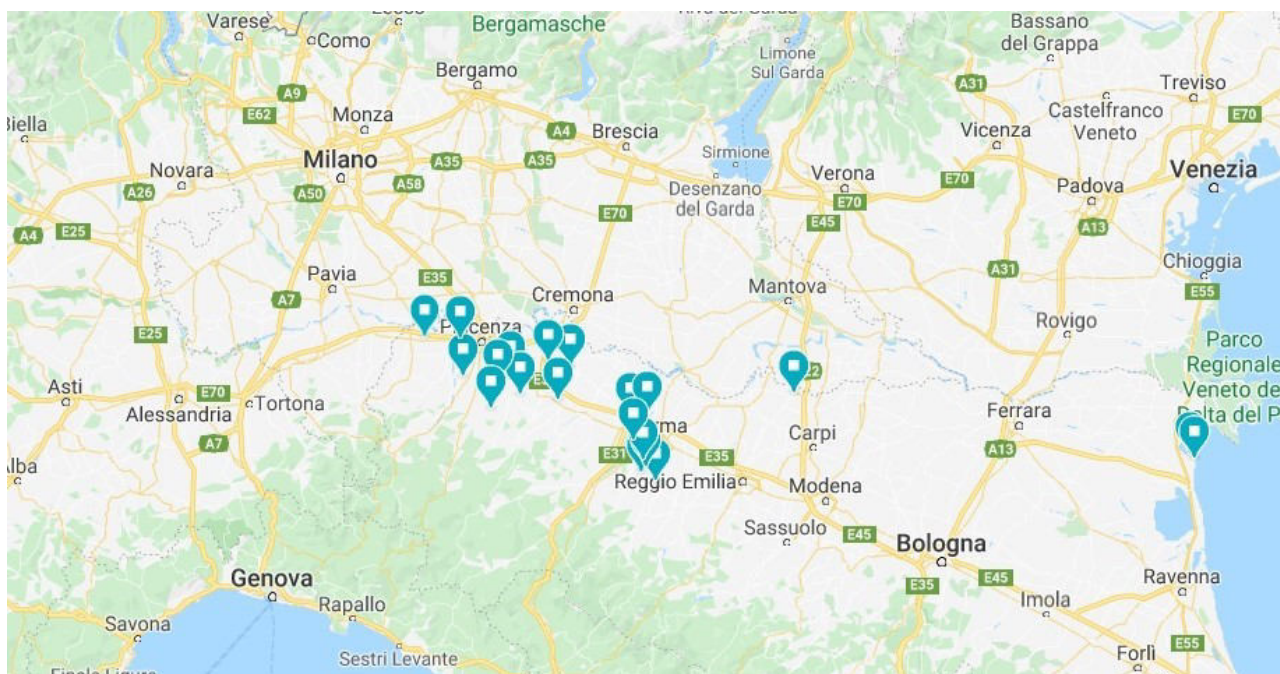


Figura 31 - Localizzazione di tutte le aziende coinvolte nel progetto.



## **Compilazione del registro delle operazioni colturali (ROC)**

Horta, insieme all'apporto tecnico-operativo del personale qualificato di AINPO, ha previsto la fase di completamento/correzione dell'apposito registro delle operazioni colturali (ROC) effettuate in ognuna delle due parcelle per un'analisi dei benefici e una valutazione dettagliata dell'impatto ambientale delle produzioni, tramite il calcolo degli indicatori di sostenibilità.

Durante la fase di completamento dei ROC è stato evidente come la gestione delle Unità Produttive, che da progetto doveva essere ben distinta tra tecnica tradizionale e innovativo, risultasse quasi indifferenziata. Di conseguenza è stato ragionevole assumere che le aziende, una volta consultato il servizio *pomodoro.net*, hanno gestito le due parcelle allo stesso modo seguendo i modelli previsionali ed i consigli agronomici forniti dal DSS, come avvenuto già in occasione di progetti precedenti a questo.

Horta, al fine di poter effettuare un confronto realistico e coerente con le finalità del progetto, ha provveduto alla compilazione di una terza UP (virtuale) per ciascuna azienda: l'unità produttiva Bollettino (Figura 32). Questa UP è stata duplicata da quella tradizionale, a cui sono stati integrati, ove reputato dai tecnici AINPO necessario, tutti quegli interventi consigliati da ciascun Bollettino della provincia di riferimento per quanto riguarda la peronospora. Dunque, con questa procedura, è stato possibile simulare il comportamento di ciascun agricoltore in assenza del servizio fornito dal DSS e metterlo a confronto con quello innovativo.

	ID	O.P.	Utente	Azienda	Descrizione UP	Comune	Stazione meteo	Settimana trapianto	Varietà	Annata agraria
✓	125206	AINPO				Parma	(PR)	20/05/2019	H1301	2019
✓	125205	AINPO				Parma	(PR)	20/05/2019	H1301	2019
✓	121292	AINPO				Parma	(PR)	20/05/2019	H1301	2019

Figura 32 - Esempio delle UP compilate in pomodoro.net di una azienda.

## **Confronto**

Per ogni azienda è stato eseguito il confronto tra "UP DSS" e "UP Tradizionale" in termini di produzione, analizzando i valori ottenuti relativi a resa e residuo ottico °Brix. Successivamente è



stato effettuato il confronto della gestione di difesa in termini di trattamenti, ponendo particolare attenzione alla lotta contro *Peronospora (Phytophthora infestans)*. In dettaglio per ogni UP sono stati analizzati: (i) n° di trattamenti totali; (ii) n° di trattamenti vs *Peronospora*; (iii) n° trattamenti vs altre malattie fungine (es: *Alternaria solani*); (iv) n° trattamenti insetticidi-acaricidi; (v) n° trattamenti vs malerbe; (vi) n° trattamenti vs batteriosi.

Per ogni azienda è stata valutata la sostenibilità del processo di produzione agricola grazie al tool Youysustain.net®. Il calcolatore è un aggregato di indicatori in grado di quantificare la sostenibilità delle scelte colturali intraprese in campo e in azienda. Gli indicatori calcolati riguardano la salute umana, l'aria, il suolo, la conservazione della biodiversità, il consumo energetico e l'uso dell'acqua. Il metodo quantifica le emissioni e gli impieghi di risorse basandosi su un'analisi del ciclo di vita, e aspetti prettamente agronomici. Infatti, accanto ad indicatori tipici di metodologie LCA (Life Cycle Assessment), come carbon footprint, water footprint, ecological footprint, acidification ed eutrophication, sono inclusi anche indicatori agronomici come il sequestro del carbonio, la copertura del suolo, l'erosione, l'efficienza dell'uso dell'acqua, il consumo di gasolio, ecc..., nonché aspetti riguardanti la biodiversità e la valutazione del rischio tossicologico ed eco-tossicologico generato dei prodotti chimici utilizzati in campo.

Gli indicatori prevalentemente analizzati in questo progetto sono:

- **Human Tox Score (HTS)**

L'indicatore valuta il rischio tossicologico (come "hazard", cioè pericolo) sulla salute umana esercitato dalle sostanze chimiche di sintesi utilizzate in campo.

È valutato il profilo tossicologico di tutti i fungicidi, insetticidi, erbicidi, acaricidi, ecc. registrati nel Registro delle Operazioni Colturali (ROC).

Ad ogni prodotto fitosanitario per legge è attribuita una precisa classe tossicologica e delle frasi di rischio (frasi di pericolo). Inoltre il prodotto fitosanitario è applicato in campo ad una determinata dose per ettaro e questa dose è confrontata con la dose massima consentita dall'etichetta ministeriale. Le informazioni tossicologiche (pericolo intrinseco del prodotto fitosanitario) interagiscono con la dose applicata in campo (esposizione al pericolo) al fine di giudicare il rischio tossicologico del prodotto fitosanitario utilizzato in campo.

Il giudizio finale considera tutti i prodotti fitosanitari registrati nel Registro delle Operazioni Colturali (ROC) e maggiore sarà il punteggio finale, maggiore sarà il rischio tossicologico esercitato sugli esseri umani posti nelle vicinanze dell'area trattata (operatori agricoli, astanti e residenti).

Maggiore è il punteggio (tra 0 e 5), minore è la sostenibilità per questo indicatore.

- **Dose Area Index (DAI)**

L'indicatore valuta l'esposizione chimica causata da ogni trattamento fitosanitario effettuato in campo. L'esposizione è quantificata mediante una comparazione della dose utilizzata in campo rispetto a quella massima consentita dall'etichetta ministeriale e/o una comparazione della



superficie trattata rispetto a quella totale (quest'ultima corrispondente alla superficie dell'unità produttiva).

L'applicazione di una dose inferiore a quella massima consentita dall'etichetta oppure l'applicazione di un prodotto su una superficie ridotta rispetto a quella totale riduce l'impatto negativo che le molecole chimiche hanno sugli organismi vegetali ed animali non bersaglio del trattamento eseguito.

Ad esempio un trattamento eseguito al 50% della dose massima consentita e su il 50% della superficie sottoporrà l'area dell'unità produttiva ad una esposizione di sostanze tossiche ridotta del 75% rispetto ad un trattamento eseguito a dose piena e sull'intera superficie.

L'indicatore considera la dose applicata in campo, la dose massima consentita dall'etichetta ministeriale, la superficie trattata e la superficie dell'intera unità produttiva. L'uso di dosi ridotte e l'applicazione dei prodotti su porzioni di unità produttiva garantirà una minore esposizione chimica e una maggiore difesa dei nemici naturali.

Maggiore è il punteggio finale (score tra 0 e 5), minore è la sostenibilità per questo indicatore.

- **Treatment Frequency Index (TFI)**

L'indicatore valuta il numero di volte che una porzione di terreno è trattato con un prodotto fitosanitario. Sono sommati tutti i trattamenti eseguiti durante la stagione colturale sullo stesso terreno. Maggiori sono i trattamenti eseguiti, maggiore è la pressione chimica che sussiste sul territorio oggetto di valutazione.

L'indicatore considera la superficie dell'intera unità produttiva e la superficie trattata (che può essere inferiore o uguale a quella totale).

Meno trattamenti saranno eseguiti in campo, minore sarà l'indice e la pressione chimica esercitata sul terreno coltivato. Maggiore è il punteggio finale (score tra 0 e 5), minore è la sostenibilità per questo indicatore.

- **Carbon Footprint (CF)**

L'indicatore quantifica le emissioni di gas ad effetto serra prodotti direttamente o indirettamente dalle attività umane.

Può essere espresso in diverse unità di misura, a seconda che ci si riferisca ad una quantità o ad una superficie: t di CO<sub>2</sub> equivalente per t di prodotto o t di CO<sub>2</sub> equivalente per ha.

La parola equivalente verrà da ora in poi abbreviata come 'eq.'.

L'indicatore considera tutti i gas serra in grado di alterare gli equilibri climatici. Quest'ultimi sono elencati nel protocollo di Kyoto: anidride carbonica (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>), ossido nitroso (N<sub>2</sub>O), il gruppo degli idrofluorocarburi (HFCs), dei perfluorocarburi (PFCs) e l'esafluoruro di zolfo (SF<sub>6</sub>).

Ogni gas serra possiede un fattore di conversione per ricondurre tutte le diverse tipologie di emissioni nella tipologia anidride carbonica (CO<sub>2</sub>-eq.). I fattori di conversione sono stati definiti dall'IPCC (International Panel on Climate Change) e permettono di ottenere un valore di emissione





di CO<sub>2</sub>-eq. Complessivo e quindi una valutazione del riscaldamento globale potenziale totale (Global Warming Potential).

Ad esempio una molecola di metano ha un effetto serra pari a 25 molecole di CO<sub>2</sub>, se gli effetti sono riferiti ad un periodo di tempo di 100 anni, mentre una molecola di protossido di azoto (N<sub>2</sub>O, derivante dai processi di nitrificazione e denitrificazione dell'azoto distribuito in campo) ha un effetto sul riscaldamento globale pari a 298 molecole di CO<sub>2</sub>, se l'arco temporale valutato è sempre di 100 anni (Tabella 20).

*Tabella 20 - Fattori di conversione per il metano (CH<sub>4</sub>) e ossido di diazoto (noto come protossido di azoto, N<sub>2</sub>O).*

Sostanza	Global Warming Potential Carbon footprint kg CO <sub>2</sub> - eq./kg	Global Warming Potential Carbon footprint kg CO <sub>2</sub> - eq./kg	Global Warming Potential Carbon footprint kg CO <sub>2</sub> - eq./kg
	20 anni	100 anni	500 anni
CO <sub>2</sub>	1	1	1
CH <sub>4</sub>	72	25	7,6
N <sub>2</sub> O	289	298	153

Il calcolo dell'indicatore è basato su variabili, parametri e algoritmi riconosciuti a livello internazionale.

Le formule utilizzate calcolano l'impatto ambientale di tutte le attività eseguite e registrate nel Registro delle Operazioni Colturali (ROC) che comportano una liberazione in atmosfera di molecole che possono contribuire all'effetto serra. Maggiore è il punteggio (tra 0 e 5), minore è la sostenibilità per questo indicatore.

- **Carbon Sequestration (CSEQ)**

L'indicatore stima tutto il carbonio sequestrato dai tessuti vegetali (parti aeree e sotterranee) durante la stagione colturale.

Il processo fotosintetico trasferisce molecole di carbonio dalla forma gassosa (anidride carbonica) alla forma organica. Questo processo riduce la quantità di CO<sub>2</sub> presente nell'atmosfera, riducendo il contributo all'effetto serra causato dalla CO<sub>2</sub>. Per ogni coltura, basandosi sulla resa ottenuta, viene stimato lo sviluppo vegetativo e, di conseguenza, il sequestro del carbonio viene calcolato come tonnellate di carbonio sequestrato per ettaro.

La cattura della CO<sub>2</sub> effettuata dalla pianta va a controbilanciare, almeno in parte, la quota liberata in atmosfera da attività antropiche durante la sua coltivazione.



Scheletri carboniosi costituenti la biomassa vegetale sono prodotti durante la crescita vegetativa. Il processo coinvolge sia le parti eduli della pianta coltivata, che quelle di scarto.

Maggiore è il carbonio sequestrato, maggiore è l'azione controbilanciante alle emissioni di gas serra di origine antropica. Maggiore è il punteggio finale (score tra 0 e 5), minore è la sostenibilità per questo indicatore.

- **Ecological Footprint (EF)**

L'indicatore valuta la superficie terrestre e acquatica biologicamente produttiva necessaria per fornire risorse ed assorbire le emissioni per la produzione di un determinato bene o servizio.

Utilizzando questo indicatore di impronta ecologica, è possibile stimare quanta superficie servirebbe per rigenerare le risorse utilizzate dall'umanità.

L'indicatore può essere espresso in diverse unità di misura a seconda che ci si riferisca ad una quantità o ad una superficie: global m<sup>2</sup> per ha o global m<sup>2</sup> per t di prodotto raccolto.

Questo indicatore comprende sei elementi di valutazione:

- il terreno occorrente per produrre energia. Consiste in una area forestale necessaria per assorbire le emissioni derivanti dall'utilizzo di combustibili fossili (energyland);
- il terreno agricolo per le produzioni alimentari (cropland);
- la superficie a pascolo per l'allevamento (grazing land);
- la superficie forestale per ottenere legname (forestland);
- la superficie edificata (built-up land);
- la superficie marina dedicata alla crescita di risorse per la pesca (fishingland).

Per le colture agrarie solo le voci energyland e cropland sono rilevanti al fine del calcolo dell'indicatore, mentre tutte le restanti voci possono essere considerate trascurabili per le colture erbacee.

Il calcolo dell'indicatore è basato su variabili, parametri e algoritmi riconosciuti a livello internazionale.

Le formule utilizzate calcolano l'impronta ecologica di tutte le attività eseguite e registrate nel Registro delle Operazioni Colturali (ROC) che comportano un diretto o indiretto consumo di risorse non rinnovabili. Maggiore è il punteggio (tra 0 e 5), minore è la sostenibilità per questo indicatore.

- **Erosione**

L'indicatore stima le tonnellate di terreno perso all'ettaro per anno a causa dei fenomeni erosivi dovuti alle precipitazioni. Mediante la metodologia implementata da Wischmeyer e Smith (1978) e riassunta nell'equazione USLE (Universal Soil Loss Equation), su adattamento di Bazzoffi P. (2013), è stato impostato un metodo di calcolo che considera:

- le precipitazioni in mm/mese;
- la tessitura del terreno e il suo contenuto di sostanza organica;
- pendenze lunghezza degli appezzamenti;



- gestione del suolo (ad esempio l'inerbimento);
- sistemazione idraulica adottata;
- lavorazione del terreno.

Maggiore è il terreno eroso e minore è la sostenibilità del processo produttivo.

Maggiore è il punteggio finale (score tra 0 e 5), minore è la sostenibilità per questo indicatore.

- **Soil compaction**

L'indicatore valuta il rischio di compattamento del suolo. L'eccessivo compattamento del suolo comporta ristagni idrici e uno stentato sviluppo colturale a causa della scarsa aerazione del terreno (asfissia radicale da compattamento). Il metodo adottato considera l'effetto di 5 fattori sul compattamento del suolo:

- tessitura del suolo;
- precipitazioni atmosferiche ed irrigazioni;
- peso dei mezzi agricoli e carreggiate causate dagli pneumatici o cingoli;
- numero di passaggi in campo;
- gestione del suolo (ad esempio terreno inerbato piuttosto che nudo).

Per ogni fattore di compattamento viene attribuito un giudizio: maggiore è il valore medio finale, minore è la sostenibilità del metodo di gestione del suolo applicato in campo.

Maggiore è il punteggio finale (score tra 0 e 5), minore è la sostenibilità per questo indicatore.

- **Eco Tox Score (ETS)**

L'indicatore valuta il rischio eco-tossicologico (come "hazard", cioè pericolo) sulla salute dell'ecosistema acquatico e terrestre esercitato dalle sostanze chimiche di sintesi utilizzate in campo. È valutato il profilo tossicologico di tutti i fungicidi, insetticidi, erbicidi, acaricidi, ecc. registrati nel Registro delle Operazioni Colturali (ROC).

Ad ogni prodotto fitosanitario per legge è attribuita una precisa classe eco-tossicologica e delle frasi di rischio (frasi di pericolo). Inoltre il prodotto fitosanitario è applicato in campo ad una determinata dose per ettaro e questa è confrontata con la dose massima consentita dall'etichetta ministeriale. Le informazioni tossicologiche (pericolo intrinseco del prodotto fitosanitario) interagiscono con la dose applicata in campo (esposizione al pericolo) al fine di giudicare il rischio eco-tossicologico del prodotto fitosanitario utilizzato in campo.

Il giudizio finale considera tutti i prodotti fitosanitari registrati nel Registro delle Operazioni Colturali (ROC) e maggiore sarà il punteggio finale, maggiore sarà il rischio eco-tossicologico esercitato sull'ecosistema agricolo. Maggiore è il punteggio (tra 0 e 5), minore è la sostenibilità per questo indicatore.



- **Fuel use**

L'indicatore contabilizza i litri di carburante registrati nel Registro delle Operazioni Colturali (ROC). Maggiore è il valore finale di consumo di carburante per tonnellata prodotta o per ettaro, maggiore è l'impatto ambientale e l'impatto sul consumo di risorse non rinnovabili. Maggiore è il punteggio finale (score tra 0 e 5), minore è la sostenibilità per questo indicatore.

- **Acidification**

L'indicatore quantifica le emissioni in aria di gas acidi con potere acidificante, quali ossidi di azoto (NOX), ossidi di zolfo (SOX) e NH<sub>3</sub> da parte delle attività produttive (come ad esempio la combustione dei prodotti petroliferi e l'utilizzo di concimi). Queste sostanze, combinandosi con il vapore acqueo nell'atmosfera, producono precipitazioni acide che alterano gli ecosistemi acquatici e dilavano i nutrienti dal suolo.

Bacini idrici acidificati sono meno ospitali per diverse specie animali e vegetali che, in condizioni di forte accumulo di ossidi, possono anche morire riducendo la biodiversità acquatica del territorio.

L'indicatore considera tutte le potenziali sostanze responsabili dell'acidificazione dell'acqua e del suolo, quali anidride solforosa (SO<sub>2</sub>), anidride solforica (SO<sub>3</sub>), biossido di azoto (NO<sub>2</sub>), ammoniaca (NH<sub>3</sub>), ossido nitrico (NO), ma anche acido cloridrico (HCl) e acido fluoridrico (HF); tutte sostanze che possono comportare piogge acide ed una progressiva acidificazione del suolo.

La sostanza di riferimento è l'anidride solforosa (SO<sub>2</sub>) e l'indicatore può essere espresso in diverse unità di misura a seconda che ci si riferisca ad una quantità o ad una superficie: kg SO<sub>2</sub> equivalente/t di prodotto o kg SO<sub>2</sub> equivalente/ha. La parola equivalente verrà da ora in poi abbreviata come 'eq'. Ogni sostanza con potere acidificante possiede un fattore di conversione per ricondurre tutte le diverse tipologie di emissioni delle sostanze in anidride solforosa.

I fattori di conversione permettono di ottenere un valore di emissione di SO<sub>2</sub>eq. complessivo e quindi una valutazione dell'acidificazione potenziale.

Ad esempio una molecola di NH<sub>3</sub> ha un effetto acidificante pari a 1,88 molecole di SO<sub>2</sub>, mentre una molecola di protossido di azoto (N<sub>2</sub>O, derivante dalla volatilizzazione dell'azoto distribuito in campo) ha un effetto acidificante pari a 0,7 molecole di SO<sub>2</sub> (Tabella 21).



Tabella 21 - Fattori di conversione per diverse sostanze responsabili dell'acidificazione degli ecosistemi.

Sostanza	Acidification potential (APi in kg SO <sub>2</sub> -eq./kg)
SO <sub>2</sub>	1
NO	1,07
N <sub>2</sub> O	0,7
NO <sub>x</sub>	0,7
NH <sub>3</sub>	1,88
HCl	0,88
HF	1,6

Il calcolo dell'indicatore è basato su variabili, parametri e algoritmi riconosciuti a livello internazionale. Le formule utilizzate calcolano dell'acidificazione potenziale derivante da tutte le attività eseguite e registrate nel Registro delle Operazioni Colturali (ROC) che comportano la liberazione in atmosfera di sostanze ad alto potere acidificante. Maggiore è il punteggio (tra 0 e 5), minore è la sostenibilità per questo indicatore.

- **Water Footprint H<sub>2</sub>O (WF)**

L'indicatore misura l'impronta idrica del sistema colturale e quindi il consumo idrico del processo produttivo. Viene espresso in termini di volume di acqua utilizzata, evapotraspirata ed inquinata durante il processo produttivo.

L'indicatore può essere espresso in diverse unità di misura a seconda che ci si riferisca ad una quantità o ad una superficie: m<sup>3</sup> di acqua per t e m<sup>3</sup> di acqua per ha oppure litri di acqua per t e litri di acqua per ha.

In dettaglio questo indicatore è costituito da tre componenti:

- *Green Water*: valuta l'acqua evapo-traspirata dalle piante durante l'intera stagione colturale e quindi l'acqua piovana utilizzata dalla pianta;
- *Blue Water*: che considera l'eventuale acqua di irrigazione utilizzata nel sistema produttivo, compresi i consumi industriali per la fabbricazione dei concimi e dei prodotti fitosanitari utilizzati in campo;
- *Grey Water*: che è l'acqua necessaria per diluire i contaminanti presente nell'acqua del sistema suolo fino ad un livello di legge o fino a concentrazioni naturali.



In questo sottoindicatore viene considerata anche l'acqua necessaria per diluire l'acqua inquinata dall'azoto perso durante fenomeni di lisciviazione o ruscellamento superficiale causati da forti precipitazioni.

Il calcolo dell'indicatore è basato su variabili, parametri e algoritmi riconosciuti a livello internazionale. Le formule utilizzate calcolano il consumo idrico di tutte le attività eseguite e registrate nel Registro delle Operazioni Colturali (ROC) che comportano un diretto o indiretto consumo di acqua. Maggiore è il punteggio (tra 0 e 5), minore è la sostenibilità per questo indicatore.

Inoltre i dati ottenuti sono stati sottoposti ad analisi in termini di provincia; dunque l'analisi è stata condotta in termini di produzione, gestione della difesa e sostenibilità ponendo a confronto le quattro province coinvolte in questo progetto.

### Dati di produzione

In collaborazione con UCSC i dati di produzione sono stati registrati a fine campagna. Successivamente HORTA ha provveduto alla loro rielaborazione come segue.

I dati relativi alla produzione evidenziano come gli agricoltori delle aziende coinvolte all'atto pratico non abbiano differenziato la gestione tra UP DSS e UP tradizionale e quindi anche gli effetti sulla produzione. Infatti in entrambe le parcelle sono stati seguiti consigli del servizio di *pomodoro.net*: la resa media rilevata in UP DSS (78,62 t/ha) è risultata leggermente maggiore rispetto alla resa media delle UP gestite in modo tradizionale (77,05 t/ha) (Figura 33).

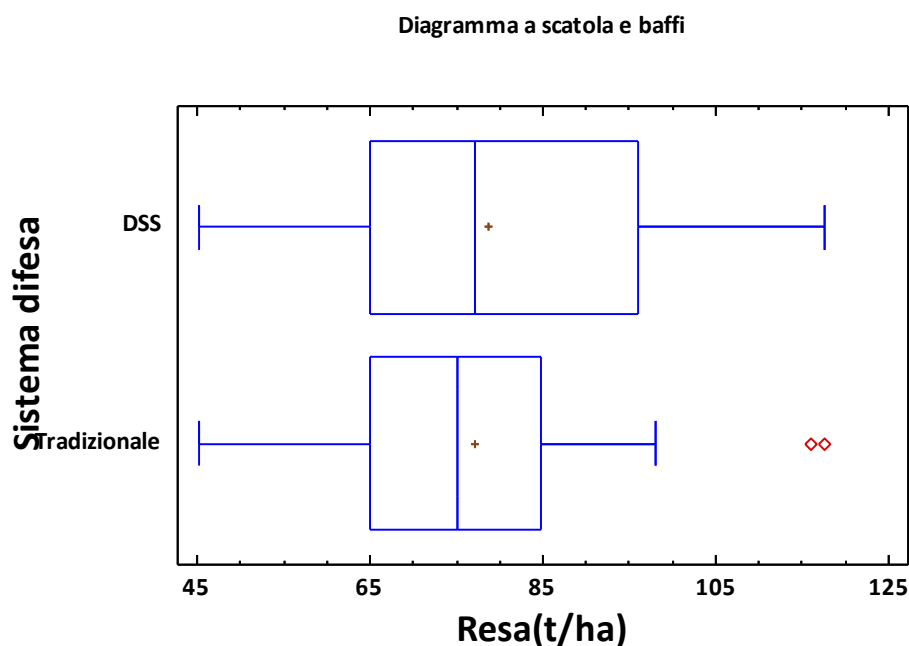
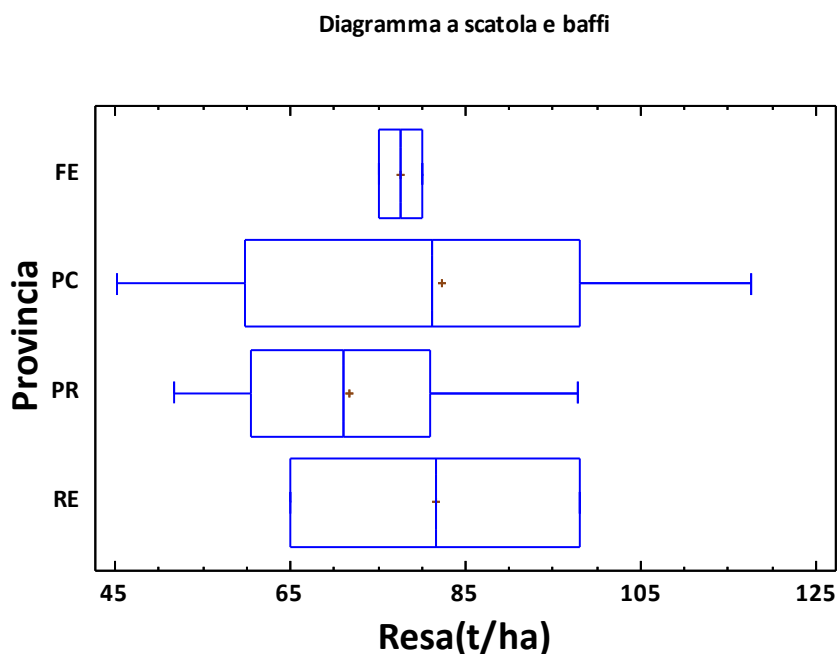


Figura 33 - Diagramma a scatola e baffi di resa in diversi sistemi di difesa.



Tra le quattro province di interesse, Piacenza è risultata quella con i valori di resa più elevati (82,38 t/ha), seguita da Ferrara (77,50 t/ha) e Reggio Emilia (76,03 t/ha). Parma invece è risultata la peggiore con una media di 71,78 t/ha (Figura 34).



*Figura 34 - Diagramma a scatola e baffi di resa nelle province di interesse.*

Per quanto riguarda il residuo ottico °Brix, le province di Parma e di Reggio Emilia hanno evidenziato i valori migliori (rispettivamente 5,16 e 5,13). Le province di Piacenza e di Ferrara hanno mostrato valori leggermente più bassi (4,82; 4,80) (Figura 35).



Diagramma a scatola e baffi

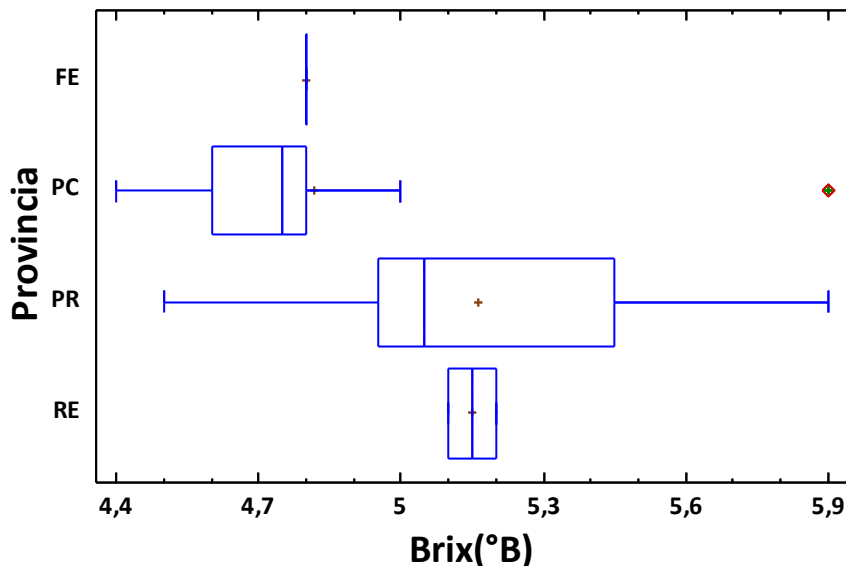


Figura 35 - Diagramma a scatola e baffi di Brix in province di interesse.

**Confronto numero trattamenti per la difesa tra gestione tradizionale, bollettino e pomodoro.net**

Contestualmente alla gestione della difesa, come testimoniato dal confronto in tabella 22, non è stato possibile rilevare differenze tra UP DSS e UP tradizionale circa il numero di trattamenti totali e trattamenti contro peronospora. Inoltre dal confronto è emerso come fosse minima la differenza circa parametri relativi alla sostenibilità correlati ai trattamenti ed ai prodotti fitosanitari, tra cui Dose Area Index e Treatment Frequency Index. Il confronto ha corroborato come la gestione delle due parcelle da parte degli agricoltori, che da progetto doveva essere ben distinta tra tecnica tradizionale e innovativo, risulti quasi indifferenziata in quanto essi hanno seguito in entrambe le indicazioni fornite dal DSS *pomodoro.net*.

Tabella 22 - Confronto tra Tradizionale e DSS.

Sistema difesa	N° Tratt Totali	N° tratt peronospora	DAI	TFI
Tradizionale	11,0	5,0	17,2	21,3
DSS	11,0	5,0	16,7	20,7

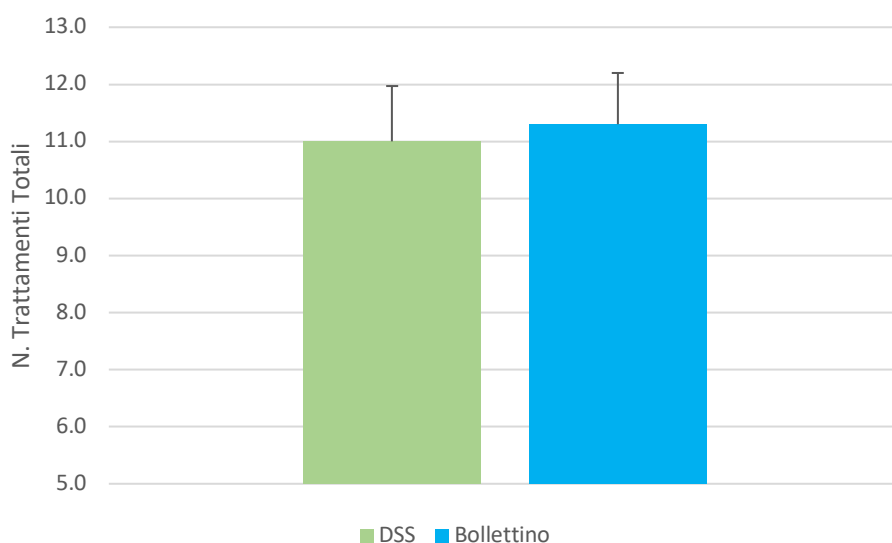
Al fine di poter effettuare un confronto realistico e coerente con le finalità del progetto, è stata compilata una terza: l'unità produttiva Bollettino. Con questa procedura, è stato possibile simulare





il comportamento di ciascun agricoltore in assenza del servizio fornito dal DSS e metterlo a confronto con quello innovativo.

La media del numero di trattamenti totali nelle UP in cui sono stati consultati i modelli previsionali di *pomodoro.net* è risultata lievemente più bassa (11) rispetto alla media delle UP bollettino (11,3) (Figura 36).



*Figura 36 - Confronto del n° medio di trattamenti su pomodoro nelle diverse località per la stagione 2019, effettuati in base alle informazioni generate dal DSS e dal bollettino provinciale di difesa integrata.*

Piacenza e Ferrara sono risultate le province con più trattamenti totali effettuati (rispettivamente 13,4 e 12,3). In contrasto Parma e Reggio Emilia hanno evidenziato una notevole riduzione del numero di trattamenti (rispettivamente 8,3 e 8) (Figura 37).

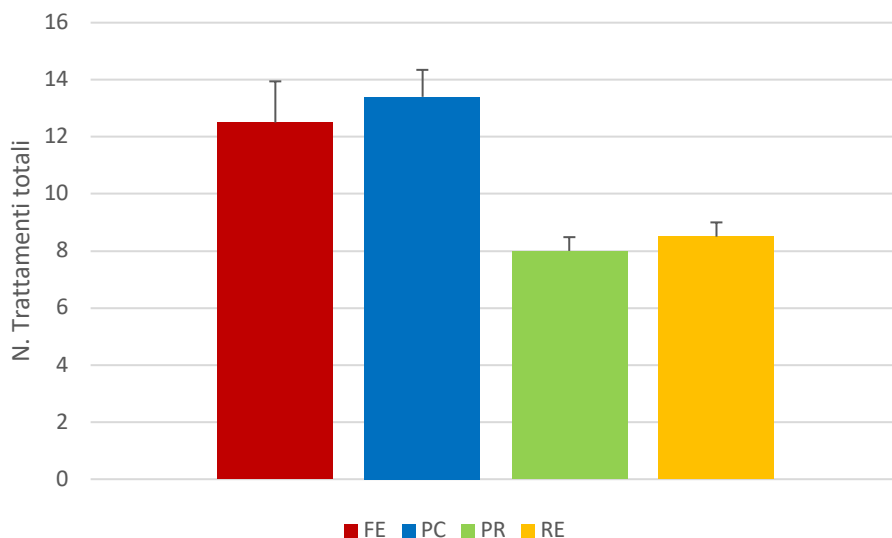


Figura 37 - Confronto del n° di trattamenti totali in province di interesse.

In seguito sono stati analizzati con particolare attenzione i trattamenti volti a contrastare la Peronospora.

I dati hanno confermato quanto visto per i trattamenti totali: la media dei trattamenti delle UP DSS (5) è risultata leggermente inferiore rispetto ai trattamenti secondo le indicazioni da Bollettino (5,2) (Figura 38).

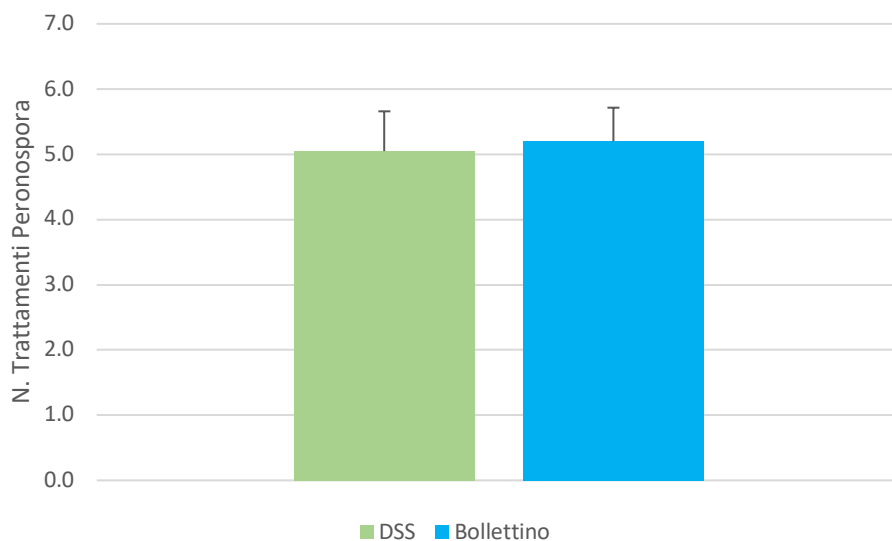


Figura 38 - Confronto del n° di trattamenti vs peronospora in diversi sistemi di difesa.



Le province di Ferrara e Piacenza sono risultate quelle con il numero più alto di trattamenti antiperonosporici, rispettivamente con una media di 7,8 e 5,7 trattamenti.

In contrasto Parma e Reggio Emilia hanno evidenziato una notevole riduzione del numero di trattamenti, rispettivamente con 3,8 e 3,7 trattamenti con prodotti antiperonosporici (Figura 39).

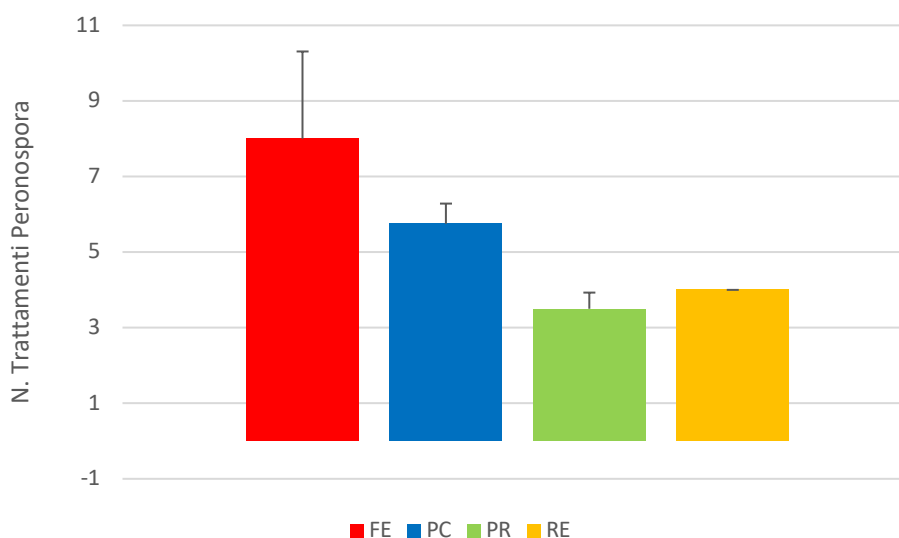


Figura 39 - Confronto del n° di trattamenti vs peronospora in province di interesse.

Successivamente sono stati analizzati il numero di trattamenti con prodotti fitosanitari in cui non era previsto un antiperonosporico, quindi fungicidi vari, miscele, insetticidi e acaricidi, prodotti contro malerbe e batteriosi.

Contestualmente al confronto tra UP DSS e UP Bollettino (Figura 40), solo i trattamenti contro patologie fungine alternative a Peronospora (es: Oidio, Alternariosi) sono risultati maggiori nelle UP in cui è stato utilizzato il DSS. Tutte le altre sono risultate invece inferiori.



### Confronto Trattamenti

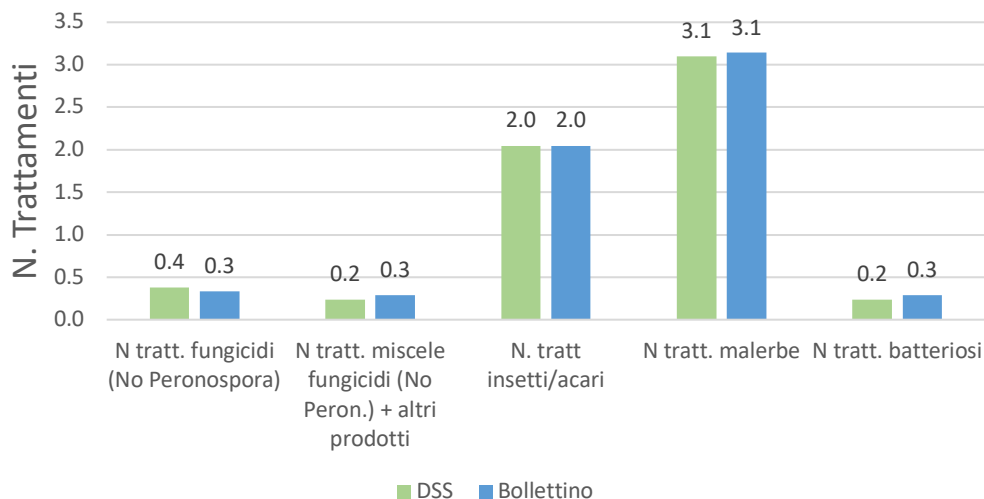


Figura 40 - Confronto del n° di altri trattamenti in diversi sistemi di difesa.

In seguito questo tipo di analisi è stato condotto a livello di provincia (Figura 41).

L'unica azienda di Reggio Emilia coinvolta in questo progetto si è distinta per il numero di trattamenti volte a debellare patologie fungine differenti da Peronospora; in particolare analizzando il ROC dell'azienda è evidente come sia stato più consistente il problema di Alternaria in questa provincia.

Le aziende della provincia di Piacenza hanno presentato un elevato numero di trattamenti nei confronti di malerbe ma soprattutto un elevato numero di trattamenti insetticidi – acaricidi, giustificato in particolare dalla diffusione del ragnetto rosso in questo areale.

La provincia di Ferrara si è distinta per i trattamenti volti a debellare le batteriosi, confermando come questa zona sia tra le più colpite in Emilia Romagna.



### Confronto Altri Trattamenti

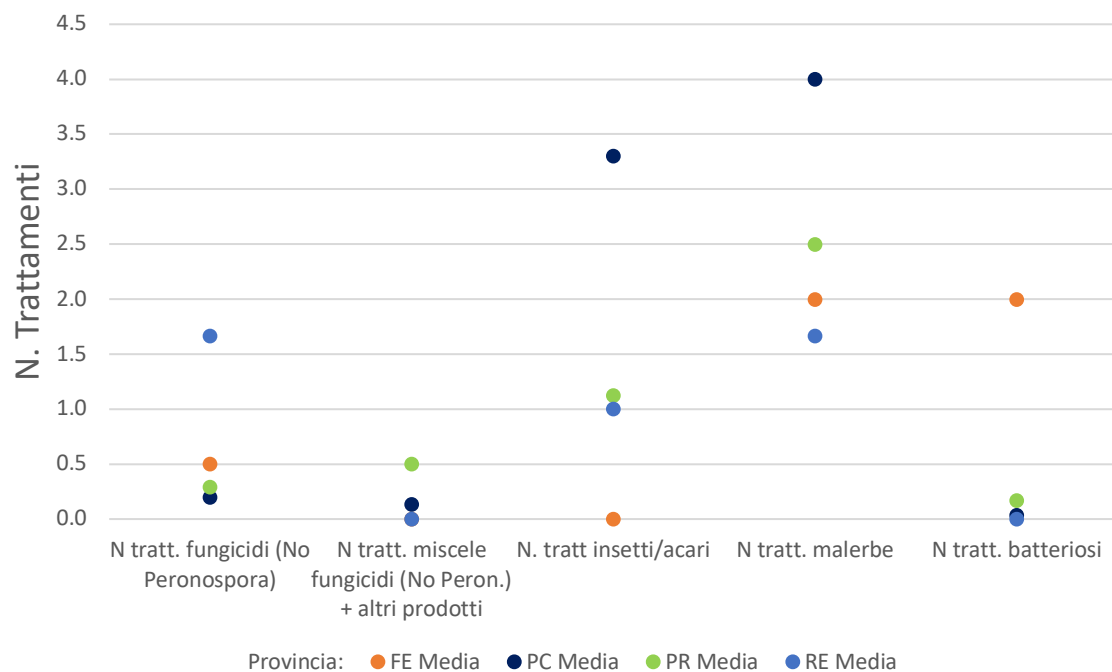


Figura 41 - Confronto del n° di altri trattamenti in province di interesse. Sulle ordinate è riportato il numero dei trattamenti eseguiti. Sulle ascisse sono riportate le diverse tipologie di trattamento. Colori diversi sono stati utilizzati per le diverse province di riferimento.



## Sostenibilità – sistema di difesa

Nelle tabelle 23 e 24 vengono riportati i valori degli indicatori di sostenibilità per le UP gestite secondo il DSS e quelle gestite secondo il Bollettino poste a confronto e le quantità di input (gasolio, fertilizzanti e prodotti fitosanitari) utilizzate per tonnellata di prodotto finale.

Tabella 23 - Indicatori di sostenibilità calcolati in diversi sistemi di difesa. \* indica differenza statisticamente significativa rilevata tramite t-test.

Sistema difesa	CF (t/ha)	CF (t/t)	WF (m3/ha)	WF (m3/t)	EF (ha/ha)	EF (ha/t)	AC (t/ha)	AC (t/t)	EU (t/ha)	EU (t/t)	Gasolio (l/ha)	Gasolio (l/t)	HTS
<b>DSS</b>	5,638	0,076	8962*	116*	3,74	0,05	0,0562	0,0007	0,0294	0,0004	554	7,29	104,92*
<b>Bollettino</b>	5,695	0,078	9145	122	3,75	0,05	0,0576	0,0008	0,0305	0,0004	552	7,43	110,59

Tabella 24 - Indicatori di sostenibilità calcolati in diversi sistemi di difesa. \* indica differenza statisticamente significativa rilevata tramite t-test.

Sistema difesa	DAI	TFI	CSEQ(t C/ha)	Eco Tox Score	Erosion (t/ha)	Soil compaction	Azoto (kg/ha)	Azoto (kg/t)	Fosforo (kg/ha)	Fosforo (kg/t)	Potassio (kg/ha)	Potassio (kg/t)	Fertilizzanti (kg/ha)	Fertilizzanti (kg/t)	Prod.Fitos. (kg/ha)	Prod.Fitos. (kg/t)
<b>DSS</b>	16,66*	20,68*	3,97	156,09*	21,49	3,66	133,63	1,75	106,06	1,42	147,34	1,96	2431,47	31,14	34,57*	0,46*
<b>Bollettino</b>	17,79	22,17	3,89	163,80	22,18	3,69	139,62	1,86	102,37	1,38	142,72	1,90	2456,60	31,66	37,41	0,51

Come evidenziato dal test a coppie (t-test), l'utilizzo del DSS ha permesso di ottenere un minor impatto ambientale del processo produttivo agricolo relativamente ad alcuni parametri.

È stato riscontrato, seppur lievemente una riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub> (CF) ed una più consistente riduzione del consumo idrico (WF).

Inoltre è stato evidenziato un miglioramento di tutti quei parametri correlati alla "salute", infatti le UP DSS presentano risultati positivi circa l'Human Tox Score, l'Eco Tox Score, Dose Area Index e Treatment Frequency Index; il miglioramento è dovuto alla riduzione del numero di trattamenti ed alla scelta di prodotti meno d'impatto grazie al servizio *pomodoro.net*.



## Sostenibilità – provincia

Nelle tabelle 25 e 26 viene riportato quanto ottenuto circa gli indicatori di sostenibilità per le UP DSS e UP Bollettino poste a confronto e le quantità di input (gasolio, fertilizzanti e prodotti fitosanitari) utilizzate per tonnellata di prodotto finale nelle quattro province di interesse.

*Tabella 25 - Indicatori di sostenibilità calcolati in province di interesse.*

Provincia	N° Aziende	CF (t/ha)	CF (t/t)	WF (m3/ha)	WF (m3/t)	AC (t/ha)	AC (t/t)	EU (t/ha)	EU (t/t)	Gasolio (l/ha)	Gasolio (l/t)	HTS
<b>Ferrara</b>	2	6,59	0,085	10356	133	0,0920	0,0012	0,0486	0,0006	713,00	9,00	128,1
<b>Piacenza</b>	10	6,40	0,086	9451	119	0,0562	0,0007	0,0301	0,0004	618,90	8,00	133,7
<b>Parma</b>	8	4,50	0,064	8117	115	0,0483	0,0007	0,0251	0,0004	404,58	5,83	72,8
<b>Reggio-Emilia</b>	1	5,82	0,081	9325	127	0,0665	0,0010	0,0329	0,0005	732,33	10,00	66,9

*Tabella 26 - Indicatori di sostenibilità calcolati in province di interesse.*

Provincia	DAI	TFI	CSEQ(t C/ha)	Eco Tox Score	Erosion (t/ha)	Soil compaction	Azoto (kg/ha)	Azoto (kg/t)	Fosforo (kg/ha)	Fosforo (kg/t)	Potassio (kg/ha)	Potassio (kg/t)	Fertilizzanti (kg/ha)	Fertilizzanti (kg/t)	Prod. Fitos. (kg/ha)	Prod. Fitos. (kg/t)
<b>Ferrara</b>	20,3	25,5	3,82	198,4	4,90	3,00	228,4	3,0	135,3	1,8	308,3	3,9	16362,4	205,1	30,2	0,39
<b>Piacenza</b>	20,4	24,4	4,07	185,6	22,13	3,82	137,6	1,7	98,1	1,3	125,6	1,6	929,6	11,9	36,4	0,48
<b>Parma</b>	12,5	16,5	3,75	123,1	24,82	3,58	113,2	1,6	111,6	1,6	136,7	1,9	1061,5	14,9	35,8	0,50
<b>Reggio Emilia</b>	16,4	21,4	3,98	97,6	31,27	4,20	152,0	2,3	31,5	0,4	63,0	0,9	900,3	13,0	42,1	0,60

Le due aziende localizzate in provincia di Ferrara, pur nell'esiguità del numero, hanno evidenziato valori di impatto superiori. È interessante sottolineare come siano stati rilevati valori alti in parametri quali Dose Area Index, Treatment Frequency Index, Eco Tox Score e Human Tox Score;



questi risultati sono strettamente correlati all'elevato numero di trattamenti effettuati. Inoltre le aziende di Ferrara si sono distinte per distribuzioni più elevate dei fertilizzanti anche a causa dell'utilizzo di ammendanti.

La provincia di Piacenza ha evidenziato un elevato valore di Human Tox Score. Questo dato è attribuibile ai numerosi interventi acaricidi effettuati, volti al contenimento del ragnetto rosso.

La provincia di Parma è risultata quella con un minor impatto ambientale. Infatti in questa zona è stato riscontrato un minor numero di trattamenti fitosanitari ed inoltre non sono stati utilizzati ammendanti.





## Sostenibilità – caso di studio provincia di Parma

Contestualmente alle differenze rilevate tra UP DSS e UP Bollettino risulta interessante analizzare come caso studio la provincia di Parma. Le aziende localizzate in questa provincia sono da più anni seguite e coinvolte nell'uso del DSS dal personale di AINPO. A tal proposito, come evidenziato in Figura 42, sono stati calcolati gli scostamenti percentuali delle aziende che hanno seguito il DSS rispetto al bollettino.

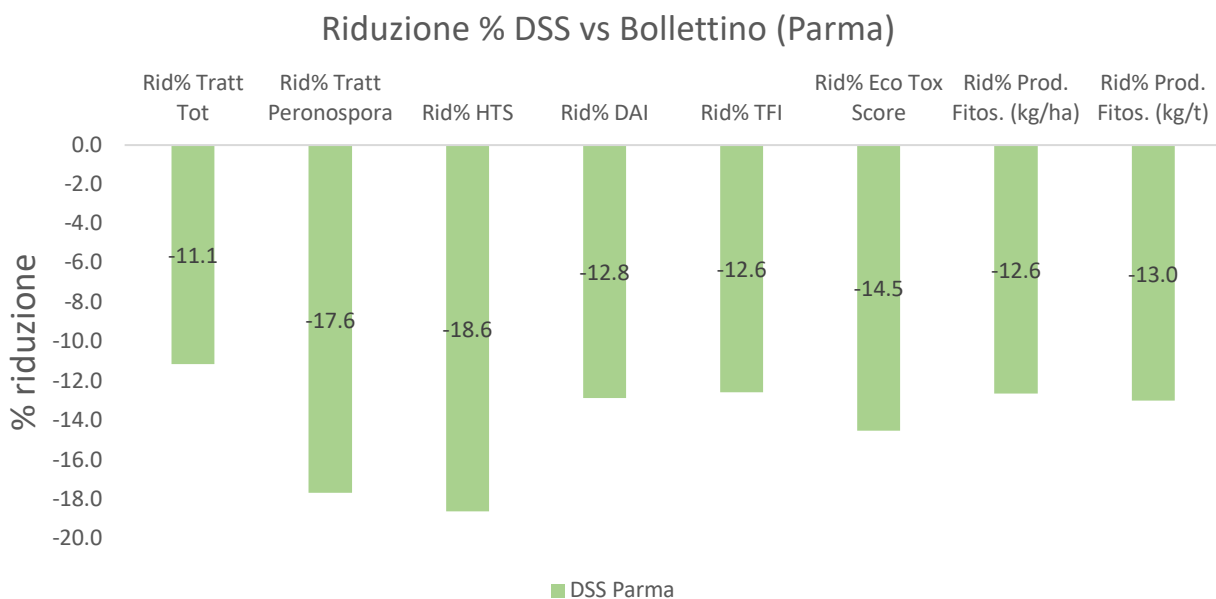


Figura 42 - Percentuale di riduzione di alcuni parametri grazie all'utilizzo del DSS.

Grazie all'utilizzo del DSS è stato possibile risparmiare in media un trattamento rispetto alle indicazioni fornite dal Bollettino di riferimento (pari al -11,1 % di Figura 11). Inoltre è stato possibile ridurre: (i) del 17,6 % i trattamenti contro Peronospora; (ii) del 18,6% il rischio tossicologico sulla salute umana esercitato dalle sostanze chimiche di sintesi utilizzate in campo (HTS); (iii) del 12,8 % l'esposizione chimica dei prodotti stessi (DAI); (iv) del 12,6 % la pressione chimica esercitata sul terreno coltivato (TFI); (v) del 14,5 % l'Eco Tox Score in termini di rischio eco-tossicologico sulla salute dell'ecosistema acquatico e terrestre; (vi) del 12,6 % il quantitativo di prodotti fitosanitari rispettivamente espressi come kg/ha o per kg/t di pomodoro prodotto.

### 4) AZIONE DIVULGAZIONE

Come da accordi, l'attività di divulgazione ha previsto in data 14 marzo 2019 un incontro tenuto da Horta presso la sede dell'UCSC di Piacenza con l'obiettivo di affiancare le aziende pilota coinvolte nel progetto, illustrando le funzionalità del DSS *pomodoro.net*. Successivamente nei mesi di marzo, aprile sono state rilasciate le utenze di *pomodoro.net*, provvedendo anche all'installazione delle stazioni agrometeorologiche necessarie per un corretto utilizzo del DSS. Per facilitare l'uso del DSS



pomodoro.net è stato realizzato un tutorial per migliorare e semplificare la fruizione del servizio. Dal mese di maggio l'affiancamento alle aziende pilota è stato rispettato. Inoltre sono stati realizzati incontri in campo il 31 Luglio presso l'azienda sperimentale di Ca' Bosco (Ravenna) e presso Piacenza e Parma rispettivamente il 23 e 30 agosto. In particolare i tecnici di Horta sono rimasti a disposizione di agricoltori/tecnici per eventuali chiarimenti e consigli circa le scelte tecniche inerenti all'utilizzo della piattaforma *pomodoro.net*. Gli agricoltori coinvolti hanno consultato il servizio con un'ottica agronomica e non solo per la compilazione delle operazioni colturali.

## CONCLUSIONI

Tutte fasi della filiera sono state coinvolte nel progetto: produttori agricoli, organizzazioni dei produttori deputate alla commercializzazione e valorizzazione delle produzioni agricole, aziende di trasformazione e commercializzazione, enti di ricerca e formazione.

Complessivamente, i risultati ottenuti attraverso il piano sono di seguito riportati:

1. Dalla valutazione della suscettibilità varietale di 40 principali ibridi di pomodoro da industria si è evidenziata l'importanza fondamentale dell'intervento irriguo. In particolare, i regimi che hanno previsto interventi irrigui sono risultati più vantaggiosi rispetto sia quelli in asciutta che quelli caratterizzati da concimazione fogliare. Inoltre, la gestione irrigua seguendo le indicazioni del DSS pomodoro.net hanno ridotto la comparsa della fisiopatia anche nelle varietà più suscettibili.
2. La funzione di *pomodoro.net* è risultata uno strumento di assistenza alle aziende agricole, in grado di fornire informazioni specifiche per il singolo appezzamento e migliorare le performances quali-quantitative della produzione. Le aziende che, seguendo i consigli dei modelli previsionali, sono riuscite ad individuare anticipatamente i periodi infettivi degli agenti patogeni ed hanno trattato in modo efficace, hanno ottenuto i risultati previsti, riducendo la diffusione della malattia nell'appezzamento di interesse. Dunque non è stata ritenuta opportuna un'ulteriore calibrazione dei modelli previsionali relativi alle avversità in analisi.
3. Dal monitoraggio svolto durante la stagione 2019, nessuna avversità è risultata particolarmente problematica. Sia gli attacchi di alternaria e peronospora che di agenti batterici sono stati contenuti in tutti gli appezzamenti. Sicuramente la macchiatura batterica è prevalsa in termini di presenza sul territorio e gravità dei sintomi ma comunque si è limitata a piccole aree nei campi. Il marciume apicale non ha rappresentato un problema se non per pochissimi campi come conseguenza delle diverse strategie di irrigazione e concimazione.



4. L'analisi dei risultati degli indicatori di performance (HTS, DAI, TFI ecc.) presenti in *pomodoro.net* ha consentito di caratterizzare in modo significativo gli itinerari produttivi realizzati nelle varie province. In particolare sono emerse diverse peculiarità relativamente alla difesa fitosanitaria; nella provincia di Piacenza è stata riscontrato un maggiore impegno nella difesa del ragnetto rosso rispetto a Ferrara e Parma/Reggio Emilia mentre in quella di Ferrara tale differenza si è riscontrata per il controllo delle batteriosi.
5. Dal momento della divulgazione fino a fine campagna i produttori di pomodoro da industria selezionati nel progetto hanno evidenziato un apprezzamento del DSS *pomodoro.net*, in particolare per quanto riguarda il supporto per il controllo delle principali fitopatie. Tale comportamento ha in generale convinto gli agricoltori a utilizzare lo stesso schema di difesa anche per gli appezzamenti considerati tradizionali. Questo tipo di comportamento non è un caso isolato ma si ripete con una certa frequenza anche su altre colture dove gli utilizzatori trasferiscono gli output dei modelli previsionali anche sulle superfici restanti degli appezzamenti.
6. Il confronto degli schemi di difesa del DSS e del Bollettino (punto di riferimento nelle province per la produzione integrata), ha permesso in generale una valorizzazione di *pomodoro.net*, diventata particolarmente significativa nel caso della provincia di Parma. La riduzione dei trattamenti effettuati e il minor impatto ambientale del processo produttivo agricolo nelle parcelle in cui sono stati seguiti i modelli ed i consigli agronomici del DSS confermano il ruolo chiave attuale e soprattutto futuro dello stesso, all'interno della produzione agricola sostenibile del pomodoro da industria.
7. Le considerazioni di cui al punto precedente sono ancora più valide se teniamo conto che, per motivi operativi, le differenze tra DSS e Tradizionale/Bollettino hanno riguardato unicamente i trattamenti di difesa. Infatti ulteriori vantaggi possono essere raggiunti se si seguissero le indicazioni del DSS per quanto riguarda la fertilizzazione e la guida all'irrigazione.

Pertanto, in termini produttivi, l'uso del DSS *pomodoro.net*<sup>®</sup> consente una razionalizzazione nell'impiego di mezzi tecnici e operazioni colturali, che si traduce in una maggiore efficienza dell'intero processo di produzione agricola. L'uso del DSS, grazie all'ottimizzazione dell'impiego dei mezzi tecnici rispetto alle esigenze della coltura, consente anche un miglioramento in termini quantitativi e qualitativi della produzione. Contestualmente, l'azienda di trasformazione beneficia di un prodotto di migliore qualità, completamente tracciato nella fase produttiva e di cui è misurabile, e quindi comunicabile al consumatore, la sostenibilità.



In termini economici, l'uso del DSS garantisce all'agricoltore l'impiego ottimale dei mezzi tecnici (prodotti fitosanitari, fertilizzanti, e conseguenti passaggi in campo), acqua d'irrigazione, lavorazioni del terreno, riducendone gli sprechi, con un conseguente risparmio economico.

L'ottimizzazione dell'uso dei mezzi tecnici e dell'acqua di irrigazione ha anche conseguenze positive in termini ambientali. I vari indici di sostenibilità ambientale calcolati all'interno del progetto, mostrano infatti come il DSS pomodoro.net® garantisca un minor impatto sull'ambiente rispetto la normale tecnica aziendale.

In termini sociali, la riduzione dell'uso dei prodotti fitosanitari ha conseguenze sulla salute degli agricoltori, che sono la categoria più esposta alla contaminazione in quanto vengono a contatto con alte concentrazioni di prodotti. Inoltre, l'ottimizzazione dell'uso dei mezzi tecnici e dell'acqua d'irrigazione ha anche un beneficio nella percezione dell'attività agricola da parte del consumatore e del grande pubblico, mostrando che esistono, e si stanno sempre più diffondendo, nuove forme di agricoltura rispettose dell'ambiente e della salute umana.