



## **PROGETTO FISR**



**Sistemi e metodi di agricoltura biologica per il  
miglioramento della qualità delle produzioni  
vegetali e dell'ambiente**

**Sintesi dei risultati**

# Indice

<b>1. Premessa</b>	3
<b>2. Linea 1 (Ottimizzazione dei metodi di gestione agronomica di colture erbacee e orticole di pieno campo coltivate in sistemi biologici)</b>	4
2.1 <i>Prove di sistema su colture erbacee</i>	4
2.2 <i>Prove di sistema e varietali su colture orticole</i>	9
2.3 <i>Prove varietali su frumento tenero</i>	15
2.4 <i>Prove su sovesci, consociazioni e fertilizzanti</i>	19
<u>2.4.1 Prove sui sovesci</u>	19
<u>2.4.2 Prove sulla consociazione temporanea frumento-leguminose</u>	21
<u>2.4.3 Prove di consociazione su colture orticole</u>	22
<u>2.4.4 Prove di consociazione varietale su frumento tenero</u>	23
<u>2.4.5 Prove su fertilizzanti organici</u>	24
<b>3. Linea 2 (Effetto dei metodi di gestione agronomica di colture erbacee e orticole biologiche di pieno campo sulla qualità globale dei prodotti)</b>	25
3.1 <i>Qualità salustica di colture erbacee ed orticole</i>	25
3.1.1 <u>Antiossidanti (pomodoro e frumento tenero)</u>	25
3.1.2 <u>Micotossine (mais)</u>	28
3.1.3 <u>Nitrati (orticole)</u>	28
3.2 <i>Qualità sensoriale su colture erbacee e orticole</i>	29
3.2.1 <u>Frumento tenero</u>	29
3.2.2 <u>Colture orticole</u>	30
<b>4. Linea 3. Valutazione della sostenibilità di metodi e sistemi di agricoltura biologica applicati alle produzioni erbacee ed orticole di pieno campo</b>	31
4.1 <i>Sostenibilità ambientale</i>	31
4.1.1 <u>Qualità del suolo: dispositivo sperimentale MASCOT (PI)</u>	32
4.1.2 <u>Qualità del suolo: dispositivo sperimentale Montepaldi (FI)</u>	35
4.2 <i>Sostenibilità economica</i>	38
4.2.1 <u>Aziende commerciali</u>	41
4.2.2 <u>Aziende sperimentali</u>	47
4.3 <i>Sostenibilità globale</i>	50
4.3.1 <u>Aziende commerciali</u>	51
4.3.2 <u>Aziende sperimentali</u>	53
<b>5. Linea 4. Divulgazione dei risultati e trasferimento delle innovazioni</b>	57
<b>6. Conclusioni</b>	63
<b>7. Ringraziamenti</b>	69
<b>8. Bibliografia</b>	70

## 1. Premessa

Questo documento rappresenta la sintesi dei risultati del triennio (2006-2008) di ricerche condotte nell'ambito del Progetto FISR SIMBIO-VEG. Il Progetto ha generato una cospicua mole di dati, il cui dettaglio è contenuto nelle relazioni annuali predisposte dalle singole Unità Operative (UO).

Come noto, il Progetto era articolato in quattro Linee, ciascuna composta da numerose Attività, di tipo 'verticale' (prove agronomiche realizzate in pieno campo) e 'orizzontale' (analisi sulla qualità dei prodotti e sulla sostenibilità dei sistemi e metodi testati; divulgazione). Al convegno di Montecastrilli (27 settembre 2008), i risultati del primo biennio di attività sono stati esposti per tematiche (corrispondenti a Linee e/o gruppi di Attività), al fine di presentarli il più possibile in maniera sintetica ed efficace. L'esperienza è stata positiva e si è quindi deciso di utilizzare lo stesso formato (con qualche piccolo aggiustamento) per la predisposizione di questa sintesi triennale. L'elenco delle tematiche secondo le quali è stata organizzata questa sintesi è riportato in Tab. 1, assieme ai nomi dei ricercatori che si sono occupati di coordinare la redazione delle sintesi tematiche. E' bene sottolineare che queste, pur comprendendo i risultati più significativi di SIMBIO-VEG, non li esauriscono: altri aspetti (ad es. quelli relativi alla valutazione della dinamica della vegetazione infestante e dell'entomofauna o alle prove varietali su mais) non vengono qui riportati poiché o troppo eterogenei, in relazione alle variabili sperimentali testate dalla diverse UO, per tentarne una sintesi (il caso della vegetazione infestante) o trattati in maniera esauriente da una sola UO (il caso dell'entomofauna, sviluppato soprattutto dall'UO 2 e delle prove varietali su mais, condotte dall'UO 3). Per i risultati di queste due attività si rimanda pertanto all'esame delle relazioni delle singole UO.

**Tab. 1. Elenco delle tematiche (corrispondenti a gruppi di Linee e/o attività di SIMBIOVEG) selezionate per la sintesi dei risultati complessivi del Progetto.**

TEMATICA (LINEA/ATTIVITÀ)	COORDINATORE
<i>Linea 1</i>	
Prove di sistema su colture erbacee	Marco Mazzoncini & Daniele Antichi (UO 1)
Prove di sistema e varietali su colture orticole	Vanni Tisselli (UO 5)
Prove varietali su frumento tenero	Maurizio Perenzin (UO 8)
Prove su sovesci, consociazioni e fertilizzazione	Marcello Guiducci (UO 3) & Paolo Bàrberi (UO 1, coordinatore generale)
<i>Linea 2</i>	
Qualità salustistica di colture erbacee e orticole	Maurizio Perenzin & Giuseppe Maiani (UO 8)
Qualità sensoriale su colture erbacee e orticole	Maurizio Perenzin (UO 8) & Vanni Tisselli (UO 5)
<i>Linea 3</i>	
Sostenibilità ambientale di sistemi e metodi biologici	Stefano Canali (UO 7)
Sostenibilità economica di sistemi e metodi biologici	Massimo Chiorri (UO 3)
Sostenibilità globale di sistemi e metodi biologici	Paola Migliorini & Concetta Vazzana (UO 2)
<i>Linea 4</i>	
Divulgazione dei risultati	Paolo Bàrberi (UO 1, coordinatore generale)
<i>Sintesi complessiva</i>	Paolo Bàrberi (UO 1, coordinatore generale)

Alcuni risultati sono stati sintetizzati senza mostrare alcun valore in tabelle o figure e vengono indicati come 'dati non riportati'. In tutti questi casi, per la descrizione dei risultati dettagliati si rimanda alle relazioni delle singole UO.

## 2. Linea 1 (Ottimizzazione dei metodi di gestione agronomica di colture erbacee e orticole di pieno campo coltivate in sistemi biologici)

### 2.1 Prove di sistema su colture erbacee

Nell'ambito di SIMBIO-VEG tre UO (UO1 Pisa, UO 2 Firenze e UO 3 Perugia) hanno condotto ricerche nell'ambito di dispositivi sperimentali di lungo periodo confrontando sistemi colturali erbacei condotti secondo i principi dell'agricoltura biologica e dell'agricoltura convenzionale. E' da sottolineare come questa attività di SIMBIO-VEG abbia compreso le uniche tre ricerche di lungo periodo su sistemi colturali biologici esistenti in Italia: la possibilità di condurre prove agronomiche in sistemi colturali già "assestati" è un aspetto di notevole importanza ai fini della corretta interpretazione dei risultati e della loro trasferibilità.

Obiettivo di queste ricerche è stato quello di accrescere la comprensione del funzionamento agronomico degli agro-ecosistemi gestiti secondo il metodo biologico e di reperire i dati necessari alla valutazione della sostenibilità dei sistemi e delle tecniche in essi impiegate (Linea 3). Il metodo di indagine adottato è quello del confronto nel tempo tra i sistemi biologici e quelli convenzionali, usati come standard di riferimento, sulla base dei principali parametri produttivi ed agronomici.

La scelta di eseguire la ricerca in località con caratteristiche pedo-climatiche profondamente dissimili (pianura litoranea a Pisa, collina interna a Firenze, pianura interna a Perugia) va considerata in funzione della profonda dipendenza del comportamento dei sistemi e delle tecniche colturali dalle caratteristiche dell'ambiente in cui sono applicati. Ciò è particolarmente rilevante nel caso dei sistemi biologici, in cui le strategie e tecniche agronomiche sono assai meno standardizzabili (sia per volontà che per necessità) rispetto all'agricoltura convenzionale. Le principali caratteristiche dei sistemi posti a confronto sono riportate in Tab. 2.

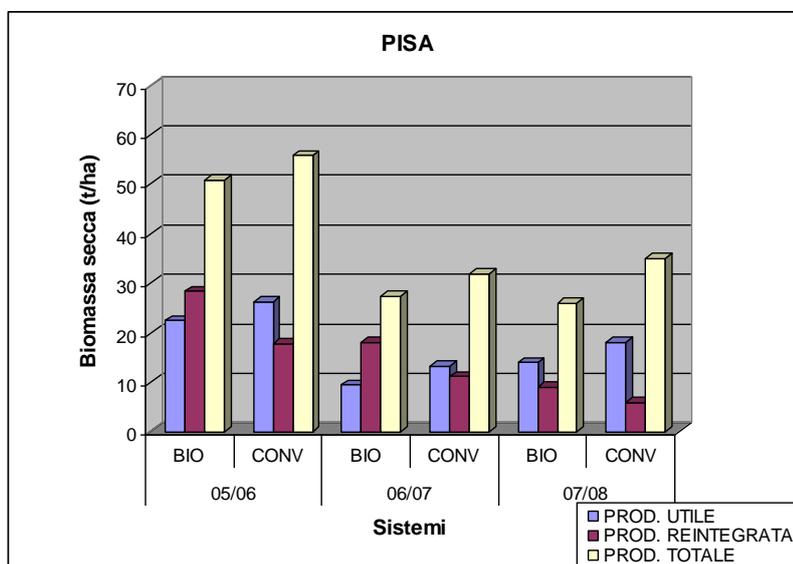
**Tab. 2. Caratteristiche dei sistemi colturali confrontati nelle tre località.**

	UO 1 (Pisa)	UO 2 (Firenze)	UO 3 (Perugia)
<i>Inizio sperimentazione</i>	2001	1991	1998
<i>Sistemi di gestione</i>	Biologico (BIO) vs Convenzionale (CON)	Biologico assestato (Biovecchio, BIOV) vs Biologico recente (Bionuovo, BION) vs Convenzionale (CON)	Biologico (BIO) vs Low Input (LI)
<i>Avvicendamento colturale</i>	M-FD-G-FV-FT (BIO e CON)	M-F/O-TP/TS/FV-F/O (BIOV e BION) F/O-M (CON)	M-PO-FD-FV-ME-FT (BIO e LI)
<i>Sovesci (solo in BIO)</i>	TP traseminato in FT e FD (fino al 2006). VV prima di M e G (dal 2007)	A+VV/FV+O prima di M (fino al 2006). VV/O/VV+O prima di M (dal 2007)	FV prima di M, VV+O prima di P e ME
<i>Fertilizzazione</i>	Organica in BIO, minerale in CON	Organica in BIOV e BION, minerale in CON	Organica in BIO, minerale in LI
<i>Controllo infestanti</i>	Meccanico in BIO, chimico in CON	Meccanico in BIOV e BION, chimico in CON	Meccanico in BIO, meccanico + chimico in LI

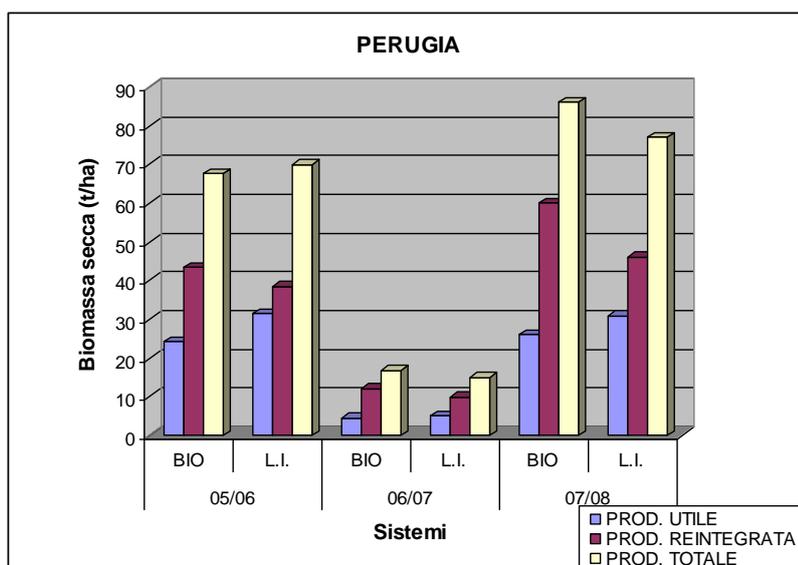
<i>Difesa da avversità biotiche</i>	Preventiva e curativa con mezzi ammessi in BIO, curativa (soglia d'intervento) con mezzi chimici in CON	Preventiva e curativa con mezzi ammessi in BIOV e BION, curativa (soglia d'intervento) con mezzi chimici in CON	Preventiva e curativa con mezzi ammessi in BIO, curativa (soglia d'intervento) con mezzi chimici in LI
<i>Gestione residui colturali</i>	Interrati in BIO e CON. Paglie di FD e FT asportate in CON	Interrati in BIOV, BION e CON	Interrati in BIO e LI
<i>Irrigazione</i>	Assente	Assente	A pioggia per i seminativi, a goccia per P e ME

Legenda: M = mais, FD = frumento duro, FT = frumento tenero, FV = favino, G = girasole, VV = veccia vellutata, TP = trifoglio pratense, TS = trifoglio squarroso, O = orzo, A = avena, P = pomodoro, ME = melone.

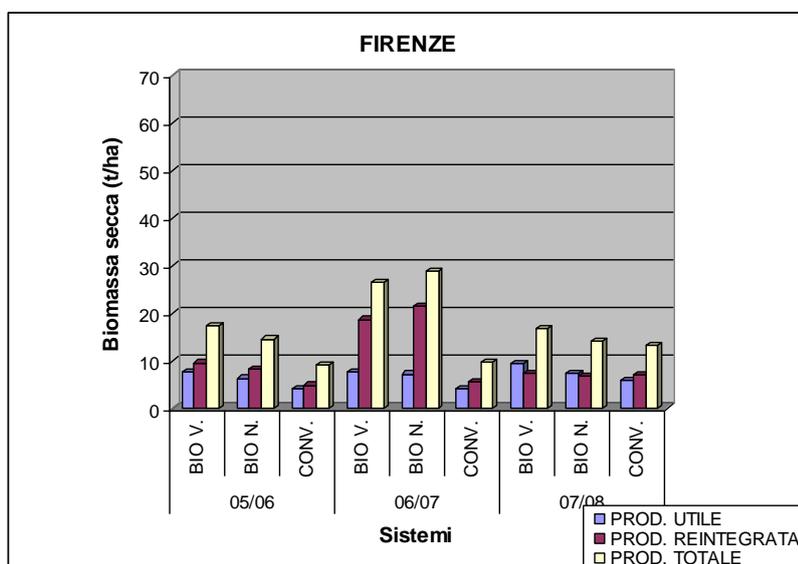
Nelle Fig. 1, 2 e 3 sono riportate per ciascuna località ed annata le produzioni di biomassa secca dei sistemi a confronto (ottenute sommando le voci di ciascuna coltura), suddivise in produzioni utili (rese commerciali), reintegrate (interrate a fine ciclo) e totali. Queste ultime sono sempre il risultato della somma delle prime due voci, fatta eccezione per la prova dell'UO 1, in cui le paglie dei frumenti convenzionali sono asportate dal campo ma non costituiscono una produzione commerciabile. I sistemi biologici hanno mostrato, anche se non sempre in modo significativo, rese commerciali inferiori a quelle dei convenzionali nei tre anni ed in tutte le località, tranne per quella di FI, dove, però, gli elevati valori produttivi dei due sistemi bio sono verosimilmente frutto della diversa durata dell'avvicendamento rispetto al convenzionale (4 vs 2 anni, a differenza di PI e PG, in cui i due sistemi hanno avvicendamenti colturali di uguale durata).



**Fig. 1. Produzione di biomassa secca ottenuta a Pisa nel triennio nei sistemi biologico e convenzionale.**



**Fig. 2. Produzione di biomassa secca ottenuta a Perugia nel triennio nei sistemi biologico e low input.**



**Fig. 3. Produzione di biomassa secca ottenuta a Firenze nel triennio nei sistemi biologici vecchio (BIOV) e nuovo (BION) e convenzionale.**

Tuttavia, per poter formulare un giudizio esaustivo sul comportamento produttivo dei sistemi, l'analisi delle sole rese commerciali appare insufficiente, dal momento che una delle chiavi principali della sostenibilità, oltre a quella economica, è rappresentata dal mantenimento e dal miglioramento delle condizioni di fertilità del terreno. Dato che le tre UO hanno valutato la fertilità del terreno attraverso parametri diversi (UO 1: analisi chimica delle produzioni e dei residui colturali, UO 2: analisi del suolo, UO3: analisi dei vegetali e bilancio apparente dell'N) non è possibile fare un confronto diretto tra le tre località. Si è quindi ritenuto opportuno valutare il comportamento produttivo dei sistemi in termini di produzione di biomassa reintegrata mediante interrimento e successivamente fare delle considerazioni sullo studio della qualità/fertilità del suolo effettuata in ciascuna località. In quest'ottica, i sistemi bio si dimostrano decisamente competitivi con quelli convenzionali, potendo contare, innanzitutto, sull'irrinunciabile contributo delle colture da sovescio, utili sia nel contenere la perdita di fertilità dei suoli (per erosione, lisciviazione,

mineralizzazione della sostanza organica stabile) sia nel sostenere un adeguato sviluppo delle colture in successione mediante apporto al terreno di materiale ricco in carbonio organico ed elementi nutritivi.

E' possibile apprezzare come i sistemi biologici, in termini di biomassa totale, non mostrino livelli produttivi molto inferiori a quelli dei sistemi convenzionali, garantendo probabilmente, rispetto a questi ultimi, anche un minore sfruttamento delle risorse dell'ecosistema. Per supportare quest'ipotesi, tuttavia, occorrerà analizzare in ottica olistica queste evidenze insieme a quelle relative alla fertilità del suolo, della flora infestante e della biodiversità funzionale. Per la valutazione di alcuni aspetti importanti della sostenibilità ambientale dei sistemi si rimanda ai risultati della Linea 3.

Questi comportamenti generali dei sistemi sono frutto, ovviamente, delle molte interazioni tra le tecniche agronomiche, le caratteristiche ambientali e, non ultime, quelle delle singole colture, per le quali in Tab. 3 si è tentato di sintetizzare come pittogramma le principali differenze riscontrate tra la coltivazione in biologico e in convenzionale. Confermata l'elevata adattabilità delle leguminose ai sistemi "bio", per tutte le altre colture emerge come la gestione agronomica abbia un'importanza decisiva nel garantire produzioni di biomassa quantitativamente adeguate e stabili nel tempo.

E'infatti nostra convinzione che gran parte del successo o dell'insuccesso della gestione "biologica" del sistema dipenda dalla "volontà" dell'agricoltore, cioè dalla sua capacità di gestire in modo tempestivo e consapevole il sistema nel suo complesso facendo ricorso alla propria esperienza e ai risultati di una ricerca agronomica mirata a comprendere e risolvere i problemi che emergono a livello dei sistemi "biologici".

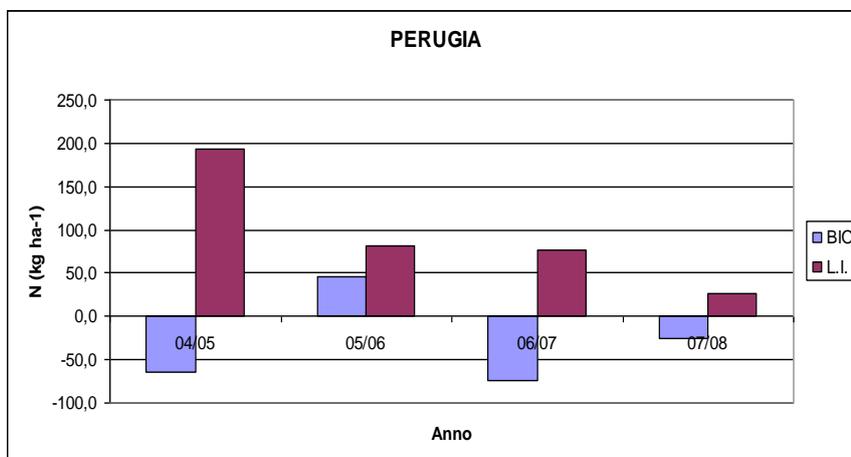
**Tab. 3. Comportamento delle colture coltivate secondo il metodo biologico.**

<i>Coltura</i>	<i>Produzione utile</i>	<i>Produzione reintegrata</i>	<i>Stabilità delle rese</i>	<i>Note</i>
<i>Mais</i>	☹	☺	☹	Rese influenzate in bio dalla riuscita del sovescio in precessione. Reintegrazioni ottime anche in annate difficili
<i>Frisento duro</i>	☹	☹	☹	Determinanti la gestione della fertilità, delle infestanti e dei rischi fitosanitari, soprattutto in annate difficili
<i>Frisento tenero</i>	☹	☹	☹	Determinanti la gestione della fertilità, delle infestanti e dei rischi fitosanitari, soprattutto in annate difficili
<i>Girasole</i>	☹	☹	☺	Rese influenzate in bio dalla riuscita del sovescio in precessione. Ottima capacità di compensare le rese innalzando il riempimento degli acheni e l'indice di raccolta
<i>Favino</i>	☺	☺	☺	Le leguminose, sia da granella sia da foraggio, non mostrano decrementi produttivi in biologico

Trifoglio Squaroso	☺	☺	☺	Le leguminose, sia da granella sia da foraggio, non mostrano decrementi produttivi in biologico
Melone	☹	☺	☹	Determinante l'andamento stagionale e la gestione dei problemi fitosanitari
Pomodoro	☺	☺	☹	Determinante l'andamento stagionale e la gestione dei problemi fitosanitari

☺ = comportamento positivo (ad es. rese paragonabili a quelle in convenzionale), ☹ = comportamento variabile, ☺ = comportamento negativo.

Nel caso dell'UO 1, su tutte le colture in rotazione sono state effettuate analisi chimiche per la determinazione del contenuto dei principali elementi della fertilità all'interno dei prodotti e dei residui colturali ma non è stato calcolato il bilancio dell'azoto quindi al momento non è possibile fare alcuna considerazione. Nel caso dell'UO 2, per la valutazione della qualità del suolo è stata presa in considerazione la sua fertilità chimica (pH, contenuto in sostanza organica, N totale, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> assimilabile, K<sub>2</sub>O scambiabile, N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, C/N). Non è apparso un effetto chiaro del sistema di gestione sulla fertilità del terreno: i valori dei due sistemi per molti parametri non sono significativamente diversi oppure lo sono ma in maniera erratica, e quindi non è possibile estrapolare alcuna tendenza (dati non riportati). Nel caso dell'UO 3 è stata valutata la quantità di azoto apportata/sottratta al terreno dal sistema attraverso il calcolo del bilancio apparente dell'azoto. Questo ha messo in evidenza differenze significative tra i sistemi biologico (BIO) e low input (LI), ma con considerevoli variazioni tra gli anni (Fig. 4). Nel 2004-05 il sistema BIO ha fatto registrare un bilancio complessivo (totale di tutte le colture in rotazione) negativo (-64 kg N ha<sup>-1</sup>) a fronte di un elevato surplus (194 kg N ha<sup>-1</sup>) nel sistema LI. Nel 2005-06 i due sistemi hanno mostrato un comportamento simile (bilancio positivo per entrambi), con modesti surplus di azoto (46 e 81 kg N ha<sup>-1</sup> rispettivamente in BIO e LI). Nel 2006-07 e 2007-08 il sistema BIO ha fatto registrare un bilancio dell'azoto negativo (rispettivamente -74 e -25 kg N ha<sup>-1</sup>) contrariamente al sistema LI (+77 e +27 kg N ha<sup>-1</sup>).



**Fig. 4. Bilancio apparente dell'azoto nei sistemi biologico (BIO) e low input (LI) della prova di Perugia nel periodo 2005-08.**

## 2.2 Prove di sistema e varietali su colture orticole

Le attività di questa tematica sono state condotte unicamente dalla UO 5 (CRPV Cesena) presso un'azienda commerciale (Bastoni) e una sperimentale (Marani).

Presso l'azienda Bastoni (Cesena) è stata realizzata una prova di sistema con un avvicendamento tra colture orticole da mercato fresco (Tab. 4), abbastanza intensivo e pianificato in base alle esigenze di reddito dell'azienda, che ha ridotta superficie a disposizione. Tuttavia, l'avvicendamento ha rispettato il vincolo di non posizionare la stessa coltura sullo stesso appezzamento prima che siano trascorsi tre anni. Ogni anno su uno dei 4 appezzamenti è stata inserita una coltura da sovescio allo scopo di ridurre le esigenze di concimazione e mantenere il livello della sostanza organica del suolo. La scelta delle specie ha tenuto anche conto delle possibilità di commercializzazione presso la struttura APOFRUIT a cui l'azienda è associata.

**Tab. 4. Avvicendamento colturale nel sistema orticolo n°1 (azienda Bastoni).**

Appezzamento Anno	1	2	3	4
2006	Fagiolino- Finocchio	Sovescio Fragola (2006-07)	Melone Sovescio	Fragola Lattuga
2007	Melone Sovescio	Fragola (2006-07) Lattuga	Sovescio Fragola (2007-08)	Fagiolino Finocchio
2008	Sovescio Fragola	Fagiolino Finocchio	Fragola (2007-08) Lattuga	Melone Sovescio

I risultati delle analisi eseguite durante il triennio per valutare eventuali variazioni sui parametri standard del suolo (pH, calcare attivo e totale, sostanza organica, N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O, Mg, C/N) non hanno mostrato un comportamento lineare (dati non riportati). Riguardo alla dinamica dei nitrati a diverse profondità, pur essendo stata ovviamente influenzata dall'andamento stagionale e in particolare delle precipitazioni, l'avvicendamento non sembra presentare un rischio di dilavamento particolarmente significativo (dati non riportati).

Nella Tab. 5 sono riportati i risultati produttivi delle singole colture conseguiti nel triennio evidenziando gli scostamenti rispetto all'obiettivo preventivamente fissato e agli andamenti medi produttivi della zona desunti da fonti statistiche. Come si può notare, nel corso del triennio i risultati ottenuti sono positivi (in particolare nell'ultimo anno) rispetto all'obiettivo mentre mostrano maggiore oscillazione rispetto alla media produttiva della zona. Melone, finocchio e lattuga estiva sono le colture la cui produzione è stata maggiormente soddisfacente.

**Tab. 5. Produzione delle colture ottenuta nell'avvicendamento dell'azienda Bastoni confrontata con i valori obiettivo e la media produttiva della zona (n.d. = non disponibile).**

Coltura	Produzione (t ha <sup>-1</sup> s.f.)			Valore obiettivo (t ha <sup>-1</sup> s.f.)	Scostamento rispetto al valore obiettivo			Media produttiva della zona (t ha <sup>-1</sup> s.f.)	Scostamento rispetto alla media produttiva della zona		
	2006	2007	2008		2006	2007	2008		2006	2007	2008
Fagiolino	7,3	4,7	9,3	8,0	=	--	+	11,0	--	--	-
Fragola	13,0	16,1	26,3	18,0	--	-	++	25,8	--	--	=
Melone	35,6	41,5	28,5	30,0	+	++	-	24,0	++	++	+
Sovescio	38,1	69,5	60,7	44,0	-	++	++	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Finocchio	23,6	31,4	27,3	20,0	+	++	++	23,0	=	++	+
Lattuga estiva	31,8	29,1	41,1	28,0	=	=	++	25,0	++	+	++
Lattuga autunnale	34,8	23,2	25,5	25,0	++	-	=	25,0	++	=	=

Nella Tab. 6 sono riportate le % di prodotto ricadute nelle diverse classi qualitative, evidenziando anche in questo caso lo scostamento rispetto ai valori ottimali, definiti in base alla qualità misurata presso gli stabilimenti di lavorazione e commercializzazione. Negli anni, si è notato un miglioramento della qualità commerciale, soprattutto per lattuga estiva e finocchio, mentre per il melone la situazione è apparsa pressoché invariata.

**Tab. 6. Qualità commerciale ottenuta nell'azienda Bastoni, confrontata con i valori obiettivo.**

Coltura	% di prodotto ricaduto nelle diverse classi qualitative			Valore obiettivo	Scostamento rispetto al valore obiettivo		
	2006	2007	2008		2006	2007	2008
Fagiolino	76 (1A) 24 (1B)	88 (1A) 12 (1B)	91 (1A) 9 (1B)	80 (1A) 20 (1B)	-	+	++
Fragola	73 (1 <sup>a</sup> qualità)	84 (1 <sup>a</sup> qualità)	84,4 (1 <sup>a</sup> qualità)	80 (1 <sup>a</sup> qualità)	-	+	+
Melone	96 (1A)	92 (1A)	94,6 (1A)	80 (1A)	++	++	++
Finocchio	78 (AA) 22 (A)	85 (AA) 15 (A)	92 (AA) 8 (A)	75 (AA) 25 (A)	=	++	++
Lattuga estiva	92 (1A)	89 (1A)	93 (1A)	90 (1A)	=	=	+
Lattuga autunnale	89 (1A)	87 (1A)	91 (1A)	90 (1A)	=	=	=

Nelle Tab. 7 e 8 è riportato il bilancio dei macronutrienti per l'avvicendamento dell'azienda Bastoni. Le colture che hanno presentato le maggiori asportazioni sono state

il melone e la lattuga, mentre fagiolino, finocchio e sovescio sono state quelle caratterizzate da una maggiore presenza di N all'interno dei residui colturali, che avvantaggiano quindi le colture in successione ad esse (dati non riportati). Come media triennale, l'avvicendamento ha mostrato un surplus di N e P rispettivamente pari a 81 e 80 kg ha<sup>-1</sup> di P e un bilancio del K sostanzialmente in parità. L'impiego delle matrici organiche disponibili non consente facilmente di dosare i singoli elementi nutritivi, come dimostra anche l'elevata variabilità dei valori di asportazioni e rilasci osservata tra gli anni (dati non riportati). Per migliorare la situazione sarebbe auspicabile un maggior ricorso durante l'avvicendamento alla tecnica del sovescio, che però potrebbe non essere sostenibile dal punto di vista economico, soprattutto considerando le ridotte dimensioni aziendali.

**Tab. 7. Bilancio dell'azoto nell'avvicendamento dell'azienda Bastoni.**

Anno	N da concimazione (kg ha <sup>-1</sup> )	N da residui colturali (kg ha <sup>-1</sup> )	N totale apportato (kg ha <sup>-1</sup> )	N asportato (kg ha <sup>-1</sup> )	Surplus (kg ha <sup>-1</sup> )
2006	157,6	42,7	281,7	54,5	103,2
2007	184,0	0,0	277,8	71,8	112,1
2008	46,4	190,0	82,5	54,7	27,6
Media	129,3	77,6	214,0	60,3	81,0

**Tab. 8. Bilancio del fosforo e del potassio nell'avvicendamento dell'azienda Bastoni.**

Anno	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> da fertilizzanti (kg ha <sup>-1</sup> )	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> da residui colturali (kg ha <sup>-1</sup> )	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> asportato (kg ha <sup>-1</sup> )	Surplus di P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (kg ha <sup>-1</sup> )	K <sub>2</sub> O da fertilizzanti (kg ha <sup>-1</sup> )	K <sub>2</sub> O da residui (kg ha <sup>-1</sup> )	K <sub>2</sub> O asportato (kg ha <sup>-1</sup> )	Surplus di K <sub>2</sub> O (kg ha <sup>-1</sup> )
2006	123,6	0,0	30,3	93,3	192,7	0,0	161,5	-6,2
2007	89,1	22,1	32,1	58,1	131,7	108,5	213,1	-81,4
2008	132,9	71,1	53,0	88,2	344,9	375,7	283,4	88,4
Media	115,2	31,1	38,5	79,8	223,1	161,4	219,3	0,3

Per quanto riguarda le ricerche condotte presso l'azienda Marani (Ravenna), nella Tab. 9 è riportato lo schema della successione colturale adottata nel triennio, che ha visto soprattutto l'impiego di specie orticole sia da mercato che da industria alternate a specie per produzione di seme, con l'unico inserimento di un cereale e del pisello proteico. Pur non avendo adottato lo schema rigido della rotazione, sono stati salvaguardati l'inserimento di specie leguminose e l'alternanza delle colture sullo stesso appezzamento, anche in questo caso con l'obiettivo che nessuna di esse dovesse ritornarvi prima che fossero trascorsi tre anni. La scelta di adottare anche colture orticole da industria ha rappresentato per certi versi una sfida in quanto, pur in presenza di una buona domanda da parte delle industrie di trasformazione (incluse quelle di surgelazione), sono note le difficoltà di coltivare con metodi biologici colture che richiedono assenza di infestanti e di parassiti al momento della raccolta, requisiti estremamente importanti ai fini della trasformazione del prodotto.

**Tab. 9. Avvicendamento colturale nel sistema orticolo n°2 (azienda Marani).**

Appezzamento Anno	1	2	3	4
2006	Fagiolo cannellino	Pomodoro da industria	Pisello proteico Spinacio	Cicoria da seme
2007	Fruento	Pisello proteico Spinacio	Zucca da seme	Pomodoro
2008	Pomodoro da industria	Zucca da seme	Fagiolino da mercato	Pisello da industria Spinacio

Le analisi del suolo hanno mostrato un andamento anomalo dei valori di sostanza organica in alcuni appezzamenti, non motivabili sia considerando le specie coltivate sia le pratiche colturali ad esse applicate (dati non riportati). I terreni in prova hanno mostrato valori ridotti di C/N (dati non riportati), indice di tendenza alla mineralizzazione della sostanza organica.

La quantità di nitrati nel suolo si è sempre attestata su valori ridotti, che hanno mostrato una costante diminuzione con la profondità, a testimonianza che il sistema non comporta particolari rischi di lisciviazione dei nitrati nelle acque sotto-superficiali (dati non riportati).

Nelle Tab. 10 e 11 sono riportati rispettivamente i risultati sulla produzione quantitativa e qualitativa delle singole colture conseguiti nei tre anni di prova, evidenziando gli scostamenti rispetto ai valori obiettivo e agli andamenti medi della zona. Si può osservare come, nonostante le significative fluttuazioni stagionali, la produzione si attesti su valori in linea con o superiori a quelli attesi in bio per le colture da seme e da foglia, mentre risultino inferiori per quelle da industria e in particolare per il pomodoro. Tuttavia, quest'ultima coltura ha presentato una buona qualità commerciale, con l'unica eccezione del terzo anno di prova. La qualità dei prodotti delle altre colture è apparsa nel complesso soddisfacente.

**Tab. 10. Produzione delle colture ottenuta nell'avvicendamento dell'azienda Marani confrontata con i valori obiettivo e la media produttiva della zona (n.d. = non disponibile).**

Coltura	Produzione (t ha <sup>-1</sup> s.f.)			Valore obiettivo (t ha <sup>-1</sup> s.f.)	Scostamento rispetto al valore obiettivo			Media produttiva della zona (t ha <sup>-1</sup> s.f.)	Scostamento rispetto alla media produttiva della zona		
	2006	2007	2008		2006	2007	2008		2006	2007	2008
Pomodoro da industria	39,0	50,3	29,3	50,0	--	=	--	57,0	-	-	--
Fagiolo cannellino	1,2	n.d.	n.d.	1,5	--	n.d.	n.d.	1,8	--	n.d.	n.d.
Fagiolino fresco	n.d.	n.d.	13,8	9,0	n.d.	n.d.	++	9,5	n.d.	n.d.	++
Pisello proteico	2,6	3,6	n.d.	3,0	-	+		3,5	-	=	
Pisello da surgelato	n.d.	n.d.	5,6	8,0	n.d.	n.d.	-	9,2	n.d.	n.d.	--
Cicoria da seme	0,6	n.d.	n.d.	0,7	=	n.d.	n.d.	0,8-1	-	n.d.	n.d.
Spinacio/bietola da foglie	8,8	13,4	14,5	10,0	-	+	++	17,0	--	-	-
Zucca da seme	n.d.	0,2	0,6	0,2	n.d.	=	++	0,25	n.d.	-	++

Frumento	n.d.	3,0	n.d.	5,0	n.d.	--	n.d.	7,0	n.d.	--	n.d.
----------	------	-----	------	-----	------	----	------	-----	------	----	------

**Tab. 11. Qualità commerciale ottenuta nell'azienda Marani, confrontata con i valori obiettivo (n.d. = non disponibile).**

Coltura	Parametri qualitativi e % di prodotto ricaduto nelle diverse classi qualitative			Valore obiettivo	Scostamento rispetto al valore obiettivo		
	2006	2007	2008		2006	2007	2008
Pomodoro da industria	pH 4,4 °Brix 5,25 Gardner A/B 2,80	pH 4,43 °Brix 5,5 Gardner A/B 2,54	pH 4,21 °Brix 4,5 Gardner A/B 1,77	pH 4,3 °Brix 5 Gardner A/B 2,65	= + =	= + +	- - -
Cicoria da seme	(Linea M) 67,0% di germinabilità (Linea F) 88,5% di germinabilità	n.d.	n.d.	80% germinabilità	- (L.M.) +(L.F.)	n.d.	n.d.
Fagiolo cannellino	87%	n.d.	n.d.	80% germinabilità	+	n.d.	n.d.
Fagiolino fresco	n.d.	n.d.	85% (1a)	90% (1a)	n.d.	n.d.	-
Spinacio/Bietola da foglie	85% 1a	78% di 1a	82% (1a)	80% (1a)	+	=	=
Zucca da seme	n.d.	79%	88%	85%	n.d.	-	+
Frumento	n.d.	Peso hl: 80,3 Umidità: 11,50 1000 semi: 35,5 g	n.d.	Peso hl: 80 Umidità: 11 1000 semi: 38 g	n.d.	= = -	n.d.

Il bilancio dei macronutrienti dell'avvicendamento dell'azienda Marani è presentato nelle Tab. 12 e 13. Le colture che hanno fatto registrare le maggiori asportazioni sono state il frumento, lo spinacio e il pisello (anche se quest'ultima fissando l'azoto atmosferico è meno esigente in termini di apporti dall'esterno), mentre fagiolino e pisello sono ovviamente quelle caratterizzate da una maggiore presenza di N all'interno dei residui colturali, che avvantaggiano quindi le colture in successione (dati non riportati). A differenza di quanto rilevato presso l'azienda Bastoni, nell'azienda Marani la mancanza di una coltura da sovescio e la scelta di attuare la concimazione utilizzando compost ha comportato un surplus elevato sia per l'azoto che per fosforo e potassio (rispettivamente 173, 106 e 144 kg ha<sup>-1</sup>). Si può però osservare come nel terzo anno la situazione del bilancio dell'N – l'elemento più importante dal punto di vista del potenziale impatto ambientale – sia nettamente migliore degli anni precedenti, a testimonianza della più razionale gestione delle tecniche di concimazione che hanno maggiormente tenuto in considerazione la fertilità residua del suolo.

**Tab. 12. Bilancio dell'azoto nell'avvicendamento dell'azienda Marani.**

Anno	<i>N da concimazione (kg ha<sup>-1</sup>)</i>	<i>N da residui colturali (kg ha<sup>-1</sup>)</i>	<i>N totale apportato (kg ha<sup>-1</sup>)</i>	<i>N asportato (kg ha<sup>-1</sup>)</i>	<i>Surplus (kg ha<sup>-1</sup>)</i>
2006	329,1	0,0	327,7	62,6	265,3
2007	242,8	0,0	241,3	73,0	168,3
2008	130,8	29,6	130,8	46,5	84,3
Media	234,2	9,9	233,2	60,7	172,6

**Tab. 13. Bilancio del fosforo e del potassio nell'avvicendamento dell'azienda Marani.**

Anno	<i>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> da fertilizzanti (kg ha<sup>-1</sup>)</i>	<i>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> asportato (kg ha<sup>-1</sup>)</i>	<i>Surplus di P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (kg ha<sup>-1</sup>)</i>	<i>K<sub>2</sub>O da fertilizzanti (kg ha<sup>-1</sup>)</i>	<i>K<sub>2</sub>O asportato (kg ha<sup>-1</sup>)</i>	<i>Surplus di K<sub>2</sub>O (kg ha<sup>-1</sup>)</i>
2006	236,3	12,0	224,3	425,4	52,9	372,5
2007	48,3	9,4	38,9	48,5	54,5	-6,0
2008	83,8	28,6	55,2	149,3	83,5	65,8
Media	122,8	16,7	106,1	207,7	63,6	144,1

Durante il triennio sono state realizzate complessivamente 12 prove di confronto varietale su colture orticole: melone (3), lattuga (2), fagiolino (1), finocchio (2), fragola (2), pomodoro da industria (1) e spinacio (1).

Per quanto riguarda il melone, tra le cv. confrontate nelle prove di pieno campo (9 nel 2006 e nel 2007 e 4 nel 2008) non sono emerse differenze significative in termini di produzione commerciabile (valore medio: 36,0 t ha<sup>-1</sup> nel 2006; 31,0 t ha<sup>-1</sup> nel 2007 e 38,9 t ha<sup>-1</sup> nel 2008). Nel 2006 e nel 2007 non è emersa neppure nessuna differenza statisticamente apprezzabile in termini di qualità commerciale, mentre nel 2008 la cv. Bacir, rispetto a Calisson, Drake e Giusto, ha fatto registrare sull'unità di superficie un maggior numero di frutti di minore pezzatura (il 20% dei quali sottomisura).

Su lattuga sono state confrontate 10 cv. nel 2007 e 13 nel 2008. Rispetto al primo anno, nel secondo la % di prodotto di scarto è stata nettamente inferiore (in media 8,7 vs 26,8%). Le quattro cv. testate in entrambi gli anni (Estelle, Mafalda, Maxina e Susana) non hanno mostrato differenze apprezzabili di produzione quanti-qualitativa, ad eccezione di un peso medio per cespo leggermente superiore nella cv. Maxina nel 2008: 410 g vs 391 g (cv. Estelle), 397 g (cv. Mafalda) e 393 g (cv. Susana).

Su fagiolino, la cv. Valentino si è nettamente distinta rispetto alle altre 7 come entità della produzione commerciabile (18,1 t ha<sup>-1</sup>, rispetto a una media generale di 11,8 t ha<sup>-1</sup>) ed ha anche presentato i migliori risultati per tutti i parametri di qualità commerciale.

Su finocchio, nei 2 anni di prova sono state confrontate 4 cv., delle quali 2 (Marsh e Orbit) in entrambi gli anni. Nel 2006, la cv. Orbit ha fornito una produzione commerciabile del 13% superiore alla cv. Marsh (rispettivamente 33,4 e 29,6 t ha<sup>-1</sup>) e una migliore qualità commerciale, mentre nel 2007 le performance delle due cv. non si sono differenziate (produzione commerciale media: 37,1 t ha<sup>-1</sup>).

Le migliori cv. di fragola tra quelle testate sono apparse Dora e Irma, che hanno fornito produzioni nettamente superiori alla cv. Queen Elisabeth (in media del 67%). In particolare, Dora ha fornito le migliori produzioni quando coltivata in file binate (25,5 vs 20,8 t ha<sup>-1</sup>).

Le 16 cv. di spinacio a semina autunnale confrontate nel 2006 si sono nettamente

differenziate come capacità produttiva (rese comprese tra 2,7 e 16,2 t ha<sup>-1</sup>). Le migliori quattro cv. (tutte con produzioni  $\geq 13,5$  t ha<sup>-1</sup>) sono state: Laska, Tарpy, Palco e Marimba.

### 2.3 Prove varietali su frumento tenero

Le principali cv. di frumento tenero sono state confrontate in 6 località del Centro-Nord, con il coordinamento dell'UO 8. Ogni anno sono state valutate 20 varietà, compresi tre testimoni per le tre classi qualitative principali (FPS, FP e FB), scelte tra quelle già confrontate per almeno un anno nella Rete Nazionale in convenzionale che avessero mostrato un'elevata produttività associata ad un buon contenuto proteico (in relazione alla classe qualitativa di appartenenza) e che possedessero buona resistenza alle malattie, in particolare alla fusariosi e alle ruggini. Questi criteri hanno quindi portato a confrontare varietà diverse nelle tre annate.

Il seme delle varietà è stato fornito dalle ditte sementiere responsabili della loro commercializzazione in Italia; tutte le sementi sono state prodotte secondo l'agrotecnica convenzionale ed utilizzate in assenza di qualsiasi trattamento di concia. In tutte le località è stato utilizzato per la sperimentazione varietale uno schema a graticcio con tre repliche. La parcella elementare di 10 m<sup>2</sup> è stata seminata ad una densità di 450 semi germinabili/m<sup>2</sup>. Il controllo delle piante infestanti e la concimazione sono state effettuate impiegando esclusivamente tecniche e prodotti ammessi dal disciplinare di agricoltura biologica. Per tutti i caratteri rilevati in ogni singola località è stata eseguita l'analisi della varianza.

Per le prove completate nelle 6 località, nella Tab. 14 vengono riportate, separatamente per le tre annate, le rese medie delle varietà. Come prevedibile dal diverso andamento climatico, l'annata 2005-06 è risultata la più produttiva, registrando una media di 5,9 t ha<sup>-1</sup> contro le 4,9 t ha<sup>-1</sup> del 2006-07, l'annata meno produttiva. In questo secondo anno, particolarmente penalizzate sono risultate le prove di San Pancrazio (PR) e San Piero a Grado (PI), mentre nel terzo anno particolarmente sfavorita da un andamento climatico sfavorevole è risultata Graffignana (LO). E' da notare che nel secondo anno di prova a Papiano (PG) è stata accertata una resa media (9,0 t ha<sup>-1</sup>) molto elevata: ciò è ascrivibile alle condizioni climatiche particolarmente favorevoli ivi registrate, che hanno probabilmente favorito una consistente e veloce mineralizzazione della sostanza organica.

Considerando le produzioni medie delle varietà, queste rispecchiano l'appartenenza alle diverse classi qualitative, con i Frumenti da Biscotto (FB) e i Frumenti Panificabili (FP) che hanno fornito le rese migliori mentre i frumenti di migliore qualità tecnologica, (FPS e FF) hanno registrato rese più basse.

Tra i Frumenti di Forza, Bologna ha fornito rese superiori ad Aster; tra i Frumenti Panificabili Superiori si confermano nei tre anni di sperimentazione le buone produttività di Blasco e Albachiara mentre per quanto riguarda le varietà provate solamente per due anni si segnalano Palladio e Serpico. Tra le varietà appartenenti alla classe FP, buoni risultati produttivi nei tre anni sono stati forniti dalla varietà PR22R58, mentre Aubusson è risultato piuttosto instabile. Infine, nella classe FB, buone produzioni sono state fornite da Bramante.

Nella Tab. 15 vengono riportati i valori indicizzati per il carattere produzione di granella delle varietà in prova. Sulla base di questi risultati si possono segnalare alcune varietà (provate per almeno un biennio) in grado di esprimere buone caratteristiche quando coltivate con l'agrotecnica biologica. In particolare, si confermano le potenzialità produttive di Blasco, Palladio e Serpico tra i frumenti di migliore qualità (FF e FPS); di PR22R58, Isengrain, Geppetto, Aubusson e A416 tra i Frumenti Panificabili; mentre tra i Frumenti da Biscotto, si confermano Craklin e Bramante.

**Tab. 15. Produzione di granella di frumento tenero (t ha<sup>-1</sup> al 13% di umidità) nelle 6 località di prova nei tre anni di SIMBIO-VEG.**

Varietà	2005-06							2006-07							2007/08						
	S. Angelo Lodigiano (LO)	Lonigo (VI)	San Pancrazio (PR)	S. Piero a Grado (PI)	Pian di Barca (GR)	Papiano (PG)	Media	S. Angelo Lodigiano (LO)	Lonigo (VI)	San Pancrazio (PR)	S. Piero a grado (PI)	Pian di Barca (GR)	Papiano (PG)	Media	Graffignana (LO)	Lonigo (VI)	San Pancrazio (PR)	S. Piero a grado (PI)	Alberese (GR)	Papiano (PG)	Media
Aster	5,70	5,55	7,71	4,97	5,82	2,71	5,41	5,12	3,84	4,21	3,04	4,54	8,80	4,15	4,60	6,87	6,67	5,25	5,45	6,67	5,92
Bologna								5,49	5,42	4,68	3,45	4,75	9,23	4,76	4,03	5,80	6,57	6,29	5,58	7,02	5,88
Media (FF)	5,70	5,55	7,71	4,97	5,82	2,71	5,41	5,31	4,63	4,45	3,25	4,65	9,02	4,45	4,32	6,34	6,62	5,77	5,52	6,85	5,90
Albachiara	6,50	5,20	7,20	4,82	5,05	3,43	5,37	5,01	4,48	3,96	2,78	6,43	8,00	4,53	4,89	7,77	6,02	5,88	5,79	7,59	6,32
Avorio	4,95	5,42	7,59	5,57	5,07	4,10	5,45	3,47	2,99	3,06	2,73	7,99	8,73	4,05							
Blasco	5,60	6,44	7,84	6,01	5,12	3,69	5,78	5,21	5,38	4,24	3,22	5,71	8,93	4,75	4,26	8,12	5,92	5,33	5,60	8,12	6,23
Egizio															4,38	6,81	6,90	5,62	5,73	7,23	6,11
Generale								5,77	5,01	3,93	3,52	6,14	8,37	4,87	3,44	6,23	5,80	4,61	5,35	7,54	5,50
Kalango	4,80	5,78	7,58	6,69	4,30	4,72	5,65	4,64	4,90	3,81	3,61	4,90	8,13	4,37	1,74	4,54	4,10	4,21	2,74	5,05	3,73
Nomade	6,05	5,74	7,90	5,43	5,23	5,29	5,94														
Palladio	5,62	6,18	8,09	6,50	5,61	4,30	6,05	5,42	4,61	3,71	3,21	6,83	8,87	4,76							
Serpico	5,96	5,42	7,77	6,04	5,96	3,59	5,79	6,11	4,31	4,22	3,55	6,31	8,83	4,90							
Media (FPS)	5,64	5,74	7,71	5,87	5,19	4,16	5,72	5,09	4,53	3,85	3,23	6,33	8,55	4,60	3,74	6,69	5,75	5,13	5,04	7,11	5,58
A416								6,08	6,23	5,03	4,19	6,48	8,60	5,60	2,58	6,42	5,26	5,58	5,67	6,83	5,39
Abate								5,42	3,69	3,78	2,91	5,08	9,03	4,18	4,64	6,21	6,63	4,21	4,84	8,61	5,86
Africa	5,96	6,10	7,45	6,50	4,10	4,36	5,75	5,15	5,96	5,39	3,57	6,47	9,87	5,31							
Agadir	4,43	5,75	7,81	6,56	4,94	4,59	5,68														
Aquilante															3,82	7,28	5,99	6,10	4,96	7,69	5,97
Aubusson	5,53	5,90	8,63	6,58	5,74	5,09	6,25	5,65	5,46	5,06	2,83	7,61	9,13	5,32	4,64	6,47	7,79	2,47	5,60	6,97	5,66
Azzorre															4,71	7,20	6,72	3,87	6,44	8,41	6,23
Bokaro								4,77	5,75	4,28	2,68	5,64	8,80	4,62	4,10	7,71	4,73	5,77	5,19	6,45	5,66
Bolero	5,77	5,47	7,55	5,34	6,00	4,58	5,79	5,21	4,02	3,55	3,20	5,61	8,33	4,99	4,41	6,20	5,85	4,47	5,13	7,01	5,51
Exotic															4,87	6,80	6,09	6,04	4,88	8,17	6,14
Geppetto								5,71	5,77	5,04	4,30	6,42	9,57	5,45	4,43	7,84	6,56	5,74	5,96	6,81	6,22
Guarni	5,81	5,41	8,72	6,94	5,00	4,65	6,09														
Isengrain	5,87	7,15	7,95	7,18	5,12	4,86	6,36	5,28	6,58	4,38	3,42	7,21	9,27	5,37							
Palesio	4,98	5,66	7,58	6,78	5,91	3,73	5,77														
PR22R58	6,36	6,02	8,43	7,89	5,53	4,49	6,45	7,14	5,71	4,41	3,90	7,59	10,93	5,75	4,71	6,61	7,64	6,86	6,41	8,25	6,75
Profeta															4,80	8,33	6,95	5,34	5,42	7,46	6,38
Provinciale	5,51	6,29	8,62	6,81	5,12	4,17	6,09														
Quatuor															2,68	5,24	4,40	4,13	3,80	6,15	4,40
Media (FP)	5,58	5,97	8,08	6,73	5,27	4,50	6,02	5,60	5,46	4,55	3,44	6,46	9,28	5,18	4,20	6,86	6,22	5,05	5,36	7,40	5,85
Artico	4,98	5,76	8,26	6,51	5,45	4,98	5,99														
Bramante	5,11	5,02	6,95	6,96	4,36	3,54	5,32	6,42	5,96	5,36	4,32	6,18	9,23	5,65	4,85	7,11	7,95	6,25	6,41	7,66	6,71

Craklin	6,72	6,76	8,88	7,53	6,59	5,56	7,01	5,19	4,51	4,51	3,76	7,42	9,80	5,08							
Media (FB)	5,60	5,85	8,03	7,00	5,47	4,69	6,11	5,81	5,24	4,94	4,04	6,80	9,52	5,36							
Media	5,61	5,85	7,93	6,38	5,30	4,32	5,90	5,41	5,03	4,33	3,41	6,27	9,02	4,89	4,13	6,78	6,23	5,20	5,35	7,29	5,83
DMS (P ≤ 0.05) (t/ha)	0,78	0,84	0,61	0,77	0,89	0,60		0,97	0,96	0,36	0,63	1,20	0,38		0,65	0,99	0,74	0,70	0,71	0,50	
CV (%)	10,06	10,34	5,55	8,80	12,07	10,04		12,87	13,70	6,02	13,38	13,70	3,09		11,4	10,6	8,7	9,8	9,6	5,0	

**Tab. 16. Indici produttivi (posta uguale a 100 la media di campo) delle varietà di frumento tenero provate nei tre anni (n.d. = non disponibile).**

<i>Varietà</i>	<i>Categoria commerciale</i>	<i>2005-06</i>	<i>2006-07</i>	<i>2007-08</i>
Aster	Frumenti di Forza	92	85	100
Bologna	"	n.d.	97	100
Albachiara	Frumenti Panificabili Superiori	91	93	106
Avorio	"	92	83	n.d.
Blasco	"	98	97	104
Egizio	"	n.d.	n.d.	100
Generale	"	n.d.	100	93
Kalango	"	96	89	67
Nomade	"	101	n.d.	n.d.
Palladio	"	103	97	n.d.
Serpico	"	98	100	n.d.
A416	Frumenti Panificabili	n.d.	115	93
Abate	"	n.d.	85	104
Africa	"	97	109	n.d.
Agadir	"	96	n.d.	n.d.
Aquilante	"	n.d.	n.d.	101
Aubusson	"	106	109	107
Azzorre	"	n.d.	n.d.	106
Bokaro	"	n.d.	95	101
Bolero	"	98	102	94

Exotic	“	n.d.	n.d.	109
Geppetto	“	n.d.	111	106
Guarnì	“	103	n.d.	n.d.
Isengrain	“	108	110	n.d.
Palesio	“	98	n.d.	n.d.
PR22R58	“	109	118	111
Profeta	“	n.d.	n.d.	108
Provinciale	“	103	n.d.	n.d.
Quatuor	“	n.d.	n.d.	82
Artico	Frumenti da Biscotto	102	n.d.	n.d.
Bramante	“	90	116	110
Craklin	“	119	104	n.d.
Media (t ha <sup>-1</sup> )		5.90	4.89	5.83

## 2.4 Prove su sovesci, consociazioni e fertilizzanti

Le attività sperimentali sul sovescio e sulla consociazione quali mezzi di gestione della fertilità nei sistemi biologici sono state condotte dalle UO 1 (Pisa), UO 2 (Firenze), UO 3 (Perugia) e UO 6 (AIAB). Nel dettaglio, le attività sui sovesci sono state condotte a Pisa, Firenze e Perugia; quelle sulle consociazioni a Pisa e dall'UO 6 in diverse località del Centro-Nord. Inoltre, l'UO 6 ha condotto una prova di consociazione varietale su frumento tenero e le UO 2, 5 e 6 hanno condotto prove con fertilizzanti organici ammessi in agricoltura biologica su frumento e colture orticole.

### 2.4.1 Prove sui sovesci

Per quanto riguarda le prove sui sovesci, come previsto dal progetto e imposto dalle condizioni colturali ed ambientali proprie di ciascun sito sperimentale, le ricerche hanno seguito protocolli e obiettivi specifici per ciascuna delle UO coinvolte (per il dettaglio si vedano le relazioni delle singole UO). Tuttavia, le ricerche erano accomunate in merito agli obiettivi e finalizzate alla definizione dell'efficacia fertilizzante di colture autunno-vernine da sovescio, realizzate con specie leguminose e non leguminose, coltivate in purezza o in consociazione binaria, attraverso la determinazione sperimentale degli apporti e dei ritmi di rilascio dell'azoto dei sovesci per le colture da reddito in successione.

Le singole UO hanno messo in prova le specie, sia da sovescio che da reddito, ritenute più adatte alle specifiche condizioni pedoclimatiche e all'avvicendamento colturale adottato, ma non mancano tesi sperimentali comuni a tutte le località. In particolare, tutte le UO hanno messo in prova i sovesci di veccia vellutata (*Vicia villosa*) e orzo (*Hordeum vulgare*), in purezza e in consociazione binaria, in precessione al mais da granella, coltivato in asciutto (Pisa e Firenze) o in coltura irrigua (Perugia).

A Pisa l'attenzione sperimentale si è incentrata sullo studio di un elevato numero di colture da sovescio: 9 specie in purezza (avena, *Brassica juncea*, *Phacelia tanacetifolia*, orzo, segale, trifoglio incarnato, trifoglio squarroso, favino e veccia vellutata) e 4 consociazioni binarie (avena + trifoglio incarnato, avena + trifoglio squarroso, orzo + veccia e segale + veccia), in precessione a girasole e mais. A Firenze sono state valutate nel corso del triennio 3 leguminose (veccia vellutata, favino e pisello), in purezza e consociate con l'avena o l'orzo, sempre seguite da mais in asciutto. A Perugia la ricerca ha riguardato due specie da sovescio (veccia vellutata e orzo), coltivate in purezza e in diverse consociazioni, realizzate facendo variare la densità di semina delle due specie in modo da modulare la loro presenza relativa nei miscugli. Le colture da sovescio sono state seguite da mais irriguo (solo nel primo biennio) e da pomodoro da industria (intero triennio).

L'accumulo di biomassa e di azoto nelle migliori colture da sovescio è stato notevole a Perugia e a Pisa, dove sono stati raggiunti apporti massimi ( $> 250 \text{ kg ha}^{-1}$  di N) del tutto sufficienti a garantire i fabbisogni di colture da reddito molto esigenti in azoto, quali il mais irriguo, e financo eccessivi per colture meno esigenti, quali pomodoro e girasole. Per contro a Firenze, in ragione delle specifiche condizioni pedoclimatiche e di avvicendamento ivi presenti, la produttività delle colture da sovescio si è attestata su livelli decisamente contenuti ( $< 100 \text{ kg ha}^{-1}$  di N).

A Pisa, fra le tesi in purezza, la veccia vellutata si è dimostrata decisamente la più produttiva e stabile, mentre la produttività del favino e dei trifogli è risultata strettamente dipendente dall'andamento climatico. I risultati inferiori sono stati ottenuti con le graminacee in purezza e la facelia, dimostratesi nel contesto specifico estremamente suscettibili alla competizione delle piante infestanti, all'attacco di patogeni e alle avverse condizioni pedo-climatiche. Tuttavia, il loro inserimento nei miscugli con le leguminose si è rivelato estremamente positivo, sia in termini produttivi (in particolare nei miscugli comprendenti la veccia e in quello di avena e trifoglio squarroso, con apporti di biomassa

secca compresi tra 4,4 e 7,6 kg ha<sup>-1</sup>) sia qualitativi, perché hanno garantito l'apporto al terreno di materiale organico più equilibrato, in grado di migliorare il contenuto in sostanza organica e ridurre il rischio di un eccessivo rilascio di nitrati nella soluzione circolante.

Come atteso, le specie che hanno accumulato la maggiore quantità di azoto sono state le leguminose, in particolare la veccia in purezza e i suoi miscugli con segale ed orzo (da 164 a 246 kg ha<sup>-1</sup> di N). Ottimi valori sono stati registrati anche per favino e, negli ultimi due anni, anche per trifoglio squarroso in purezza o consociato con l'avena. Le specie con le minori asportazioni di azoto sono state segale, orzo e facelia e, in misura meno accentuata, avena e brassica.

A Perugia, la veccia in purezza ha apportato quantitativi di azoto sempre molto elevati (da 177 fino a 252 kg ha<sup>-1</sup>), mentre l'azoto accumulato dall'orzo in purezza è risultato molto variabile a seconda dell'annata (da 30 a 154 kg ha<sup>-1</sup>). L'azoto apportato con le consociazioni è risultato in tutti gli anni proporzionale alla densità di semina della veccia nel singolo miscuglio, ad indicare con chiarezza la possibilità tecnica di modulare gli apporti di azoto attraverso l'adozione di opportune densità di semina, adattandoli alle esigenze della coltura da reddito in successione. In questo ambiente, inoltre, è stato possibile verificare sperimentalmente che il sovescio misto leguminosa-graminacea riduce il rischio di inquinamento da nitrati delle falde acquifere profonde.

A Firenze, in cui sono state messe in prova nel corso del triennio essenze e miscugli diversi, le condizioni climatiche rigide del periodo invernale hanno determinato un forte contenimento della biomassa di tutte le colture da sovescio, che hanno fatto registrare apporti sempre inferiori alle 4 t ha<sup>-1</sup> di s.s. e ai 100 kg ha<sup>-1</sup> di N. Nell'annata agraria 2005-06 il sovescio migliore per quantità di biomassa prodotta e azoto apportato è stato il miscuglio avena + veccia (1,3 t ha<sup>-1</sup> s.s., 22 kg ha<sup>-1</sup> N), nel secondo anno il miscuglio orzo + veccia (3,7 t ha<sup>-1</sup> s.s., 50 kg ha<sup>-1</sup> N) mentre nel terzo la migliore performance è stata osservata nel sovescio di favino in purezza (3,4 t ha<sup>-1</sup> s.s., 92 kg ha<sup>-1</sup> N).

Le produzioni delle colture da reddito in successione ai sovesci sono risultate legate ai quantitativi di azoto apportati nelle diverse località e annate. A Perugia l'effetto dei sovesci è risultato sempre molto marcato, a Pisa non sempre i sovesci hanno mostrato un effetto rilevante sulla resa delle colture in successione, mentre a Firenze la risposta della coltura in successione è risultata poco significativa e contraddittoria.

A Pisa le colture leguminose hanno in alcuni casi positivamente influenzato la disponibilità di nutrienti delle colture in prima e seconda successione, andando ad aumentarne significativamente la produzione di biomassa commerciale e totale. Nello specifico, i sovesci capaci dei massimi apporti di biomassa e nutrienti sono stati anche quelli in grado di influire maggiormente sulla resa dei rinnovi in successione. Da segnalare che i sovesci con la biomassa a più lenta degradazione (ovvero graminacee e *B. juncea*), poco efficaci sul mais, hanno invece manifestato un effetto positivo sul frumento duro seminato dopo il mais, ad indicare che l'effetto fertilizzante del sovescio non si esaurisce rapidamente, come avviene per i concimi minerali, ma si protrae per lungo tempo.

A Perugia, l'uso del sovescio con diverso rapporto veccia/orzo ha consentito di ottenere una precisa modulazione dei ritmi di accumulo della biomassa e di assorbimento dell'azoto delle colture in successione (mais e pomodoro), con valori linearmente crescenti al crescere della densità di semina delle leguminose. In particolare, i valori di accumulo dell'azoto nelle colture da reddito in successione al sovescio di veccia in purezza sono apparsi molto vicini a quelli osservati nelle tesi concimate con urea.

A Firenze, infine, in ragione delle particolari condizioni colturali, la produttività del mais in successione ai sovesci è risultata sempre modesta, con differenze significative osservate soltanto nel terzo anno, in cui la produzione di granella maggiore, ma sempre molto bassa in termini assoluti, è stata osservata nel mais in successione al sovescio di favino in purezza.

Dai risultati delle prove di SIMBIO-VEG, possiamo concludere che, in condizioni di elevata fertilità dei terreni e/o di ampia disponibilità irrigua, il sovescio intercalare di una leguminosa, coltivata in purezza o in consociazione binaria con una graminacea, consente una agevole gestione della fertilità azotata nei sistemi biologici. Infatti, i quantitativi di azoto apportati e la prontezza di rilascio dell'elemento in forme assimilabili possono essere modulati con sufficiente precisione facendo variare la composizione floristica del sovescio, mediante l'adozione di opportune densità di semina delle due specie. La produzione e la redditività delle colture in successione ai sovesci sono paragonabili a quelle ottenibili con strategie di concimazione convenzionali.

Sebbene il sovescio di leguminosa in purezza consenta di raggiungere rese elevate nelle colture da reddito, l'impiego delle consociazioni appare decisamente preferibile se si tengono nel giusto conto gli aspetti ambientali, perché la coltura consociata consente di apportare quantitativi di azoto adeguati al raggiungimento di rese elevate e, al contempo, esercita un'efficace azione di contrasto della lisciviazione profonda dei nitrati, sia durante il periodo di coltivazione del sovescio sia durante il ciclo delle colture da reddito.

Per contro, in ambienti meno fertili, climaticamente più difficili e in assenza di risorse irrigue, la tecnica del sovescio, pur mantenendo gli effetti positivi sul ciclo dei nutrienti e della sostanza organica ed esercitando effetti importanti sulla biodiversità (*sensu lato*) dell'agroecosistema, ha presentato limitazioni di carattere tecnico e produttivo tali da renderne dubbia la sostenibilità economica.

#### 2.4.2 Prove sulla consociazione temporanea frumento-leguminose

L'UO 1 (Pisa) ha valutato sperimentalmente gli effetti quali-quantitativi sulla produzione del frumento della consociazione temporanea con la veccia, mentre l'UO 6 (AIAB) ha condotto una serie di esperienze a livello aziendale valutando differenti tipologie di consociazione applicate alla coltivazione di cereali, compresa la consociazione temporanea frumento-favino, e di specie ortive. In questa sintesi vengono commentate le attività sulla consociazione temporanea frumento-leguminosa condotte dalle due UO, mentre per le altre attività svolte dalla UO 6 si rimanda al paragrafo successivo.

La sperimentazione di Pisa ha messo a confronto la consociazione temporanea frumento duro-veccia vellutata con il frumento coltivato in purezza a dosi crescenti di azoto, in modo da verificare l'apporto di azoto e l'efficacia fertilizzante della veccia. La consociazione temporanea è stata realizzata seminando le due specie a file alterne, con interfila di 15 cm con densità totale della coltura mista equivalente a quello di una coltura pura di frumento. L'interramento della veccia è stato eseguito mediante zappatura alla fase di inizio levata del frumento.

L'UO 6 ha condotto nel triennio del progetto esperienze di pieno campo presso l'azienda biologica "Torre Colombaia" (S. Biagio della Valle, PG) in collaborazione con la sezione di Agronomia del Dipartimento di Scienze Agrarie e Ambientali dell'Università degli Studi di Perugia. La varietà di frumento tetraploide "Kamut" è stata consociata con il favino. A questo scopo è stata utilizzata una seminatrice da frumento opportunamente modificata per distribuire contemporaneamente le due specie a file alterne, con spaziatura di 22,5 cm tra le file del frumento e del favino. Nel primo anno sono state portate a maturazione entrambe le specie. La difficoltà di raccogliere e separare la granella delle due specie ha reso evidente la non fattibilità della tecnica. Di conseguenza, nel successivo biennio si è provveduto ad adottare la consociazione temporanea, provvedendo all'interramento della leguminosa all'inizio della levata del frumento utilizzando allo scopo una zappatrice rotativa da bietola.

I risultati ottenuti dall'UO 1 mettono in evidenza che la consociazione temporanea consente un aumento della produzione del frumento duro rispetto al frumento non concimato, facendo raggiungere livelli produttivi paragonabili a quelli ottenibili con una

concimazione minerale di 60 kg ha<sup>-1</sup> di N, ma rispetto a questa con un contenuto proteico della granella significativamente superiore (13,4% nel consociato vs 10,8% nel concimato). Sulla base delle stime effettuate, l'azoto fornito al frumento con questa tecnica di consociazione è risultato pari a circa 33 kg ha<sup>-1</sup>.

Risultati sostanzialmente simili sono stati ottenuti dall'UO 6 in Umbria, quantunque in questo caso i risultati siano stati condizionati dalla forte suscettibilità della varietà impiegata all'allettamento, risultato decisamente più marcato e precoce nei campi in cui il frumento era in consociazione. La tipologia di prova (aziendale senza ripetizioni) non consente di fornire un supporto statistico, ma le differenze riscontrate tra il frumento consociato e quello coltivato in purezza sono così marcate, univoche e ripetute negli anni, da far escludere siano frutto di casualità. Nel dettaglio, rispetto al testimone, la granella del frumento consociato ha incrementato il suo tenore proteico tra + 2,5 punti percentuali nel secondo anno (17,4 vs 14,9% del testimone) e + 3.2 punti percentuali nel terzo (16,0 vs 12,8%). Differenze di ampiezza analoga sono state riscontrate anche per il tenore di glutine e gli indici alveografici.

Questi risultati confermano quelli ottenuti in altre ricerche condotte in contesti pedoclimatici simili (Li Destri Nicosia et al., 2007; Guiducci et al., 2007) e si sono rivelati utili al fine di ottimizzare ulteriormente la tecnica di consociazione proposta. In termini produttivi, la tecnica della consociazione temporanea del frumento duro con una leguminosa si è dimostrata paragonabile ad una concimazione minerale a basse dosi e quindi consente incrementi produttivi trascurabili rispetto ai controlli non concimati. Per contro, la tecnica determina aumenti del tenore proteico della granella consistenti e stabili negli anni e nei diversi ambienti, consentendo di ottenere granella di elevata qualità anche nelle condizioni di ridotta disponibilità di azoto tipiche dei sistemi colturali biologici.

#### 2.4.3 Prove di consociazione su colture orticole

Le prove sono state realizzate dall'UO 6 in due siti: uno nel Centro Italia (azienda Caramadre, Fiumicino, RM) su terreno sabbioso, dove la prova ha riguardato la protezione dello zucchini dagli afidi con fasce inerbite, miste nel primo anno (coltura realizzata in serra) e di grano saraceno (*Fagopyrum esculentum*) nel secondo e terzo anno (coltura in pieno campo) e uno al Nord (Cooperativa sociale agricola Campoverde, Castelfranco Veneto, TV), su terreno di medio impasto con scheletro, dove si è studiata la protezione di lattuga da miridi con fasce inerbite di erba medica.

Nel terzo anno la prova su zucchini è stata invalidata dal ritardo di semina del grano saraceno, la cui fioritura è avvenuta in ritardo rispetto allo sviluppo della coltura principale, risultando quindi ininfluente.

Entrambe le aziende hanno inserito queste prove all'interno della loro successione colturale ordinaria, caratterizzata da un numero elevato di specie orticole.

Oltre alla presenza di insetti utili nelle fasce inerbite, i parametri rilevati per valutare l'efficacia della consociazione hanno riguardato il prodotto commercializzabile (non danneggiato dai parassiti) e la percentuale di danno, nel caso della lattuga.

Il fallimento dello zucchini al terzo anno di prova non consente una lettura chiara dell'efficacia della consociazione, anche se il grano saraceno si è dimostrato coltura interessante per l'attrattività verso gli insetti utili, in particolare i ditteri sirfidi e gli imenotteri apoidei: nella parcella consociata, infatti, l'azione di contenimento degli afidi esercitata dai loro nemici naturali è stata apprezzabile.

Su lattuga, i monitoraggi settimanali, eseguiti ogni anno da luglio a settembre per verificare l'effettiva presenza di miridi nella fascia inerbita esca, hanno accertato la presenza di giovani ed adulti dell'insetto, confermando quanto riportato in bibliografia sull'attrattività dell'erba medica verso questo parassita. Sebbene si sia registrato un numero apparentemente minore di piante danneggiate nelle tesi consociate (6-10% vs 9-

18%), questo non ha influito sulla % di prodotto commerciabile del prodotto finale. Molto probabilmente la prova non ha dimostrato tutta la sua efficacia essendo stata realizzata in un'azienda in cui la lattuga veniva coltivata contemporaneamente ad un elevato numero di altre specie orticole potenzialmente ospiti dei miridi.

#### 2.4.4 Prove di consociazione varietale su frumento tenero

L'UO 6 ha condotto, in due aziende (Pastoreria, Ro Ferrarese, FE e AZoBioS, Sant'Apollinare, PG) una prova per valutare se la consociazione di tre cv. di frumento tenero direttamente panificabili potesse consentire l'ottenimento di (1) una farina più equilibrata ai fini della trasformazione aziendale e (2) una maggiore tolleranza alle malattie fungine.

Le cv. prescelte erano Bolero, Soisson e Aubusson per l'azienda di Ro Ferrarese e Bolero, Enesco e Blasco per quella di Sant'Apollinare. Teoricamente, le cv. da consociare sarebbero dovute essere le stesse (Bolero, Soisson e Aubusson) in entrambe le aziende, ma si è stati costretti a cambiarle parzialmente per la difficoltà di reperire seme bio certificato delle cv. Soisson e Aubusson in Umbria. Le consociazioni sono state confrontate con un campo monovarietale di cv. Bolero. Una parte della granella è stata sottoposta a molitura a pietra e trasformata in pane, utilizzato per test di assaggio realizzati all'interno di manifestazioni di promozione dell'agricoltura biologica organizzate da AIAB o presso aderenti al Gruppo di Acquisto Solidale (GAS) di Perugia.

I risultati non sono stati in linea con le aspettative, dal punto di vista sia della resa sia dei parametri reologici. Il principale problema emerso è stata la scarsa tolleranza ai patogeni fungini delle cv. Enesco e Blasco nell'azienda del Centro, che ha determinato una riduzione di resa rispetto al testimone pari al 40% nell'annata climaticamente più sfavorevole (2007). Al contrario, al Nord la consociazione utilizzata ha mostrato una buona tolleranza ai patogeni (-10% rispetto al testimone) anche nell'annata avversa. I risultati delle analisi reologiche (da valutare *cum grano salis* perché non è stato possibile sottoporli ad analisi statistica) sono riportati nella Tab. 17.

**Tab. 17. Valori dei parametri reologici misurati su farine di frumento tenero monovarietali e da consociazione nei due ambienti di prova (n.d. = non disponibile).**

	Centro (2006)		Centro (2007)		Nord (2007)		Nord (2008)	
	Test.	Consociazione	Test.	Consociazione	Test.	Consociazione	Test.	Consociazione
Proteine (%)	12,2	11,4	11,3	11,4	10,3	10,3	9,8	10,4
Glutine (%)	11,4	15,3	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Ps	77,7	78,8	79,5	80,2	75,8	76,4	74,0	73,4
W	78	92	69	173	148	150	146	151
P/L	1,31	1,38	0,84	0,36	0,36	0,47	0,48	0,49

Relativamente al test di assaggio (eseguito solo al primo e terzo anno perché nel secondo la granella della tesi consociata era di qualità fitosanitaria pessima), il 67% dei consumatori coinvolti ha mostrato di preferire il pane fatto con farina da granelle miste. Diverso è stato il parere del panificatore che ha lavorato le farine con lievito madre proveniente dalle stesse, che ha sempre trovato superiore la risposta alla lavorazione della farina monovarietale (cv. Bolero), il che è in accordo con i risultati delle analisi reologiche.

#### 2.4.5 Prove su fertilizzanti organici

L'UO 2 ha realizzato una prova di confronto tra dosi e tipi di fertilizzante organico su 3 varietà di frumento duro (2005) e su mais (2006 e 2007). Nel 2008, è stata invece condotta una prova per la valutazione congiunta dell'effetto fertilizzante e di controllo delle infestanti del glutine di mais su frumento duro, confrontando dosi ed epoche di distribuzione diverse. In questa sintesi si riportano solo i risultati della prova su frumento, coltura in comune con le prove condotte dall'UO 6.

La prima prova è stata effettuata negli appezzamenti "Biovecchio", "Bionuovo" e "Convenzionale", facenti parte della ricerca di lungo periodo su sistemi erbacei gestita dall'Università di Firenze (per i dettagli si rimanda alle relazioni annuali dell'UO 2). Nei due sistemi biologici il frumento era in successione a una leguminosa (trifoglio) mentre in quello convenzionale a mais. In ciascun sistema sono state testate tre cv. di frumento duro (Duilio, Levante e Svevo) in combinazione fattoriale con tre dosi (0, 25 e 50 kg N ha<sup>-1</sup>) di fertilizzante organico Azocor8 (ditta: FOMET; titolo: 8/1,5/1). Nel sistema convenzionale, a parità di dosi apportate, è stata invece utilizzata urea (titolo 46/0/0). Solamente sulla cv. Duilio e nei due sistemi biologici è stato inoltre testato Guanito (titolo: 6/15/3) alle stesse tre dosi previste per Azocor8. Sistema di gestione, tipo di fertilizzante e dosi di N non hanno influito sulla precocità di sviluppo del frumento, risultata unicamente legata alla cv. (Duilio = Svevo > Levante). La cv. Levante ha mostrato un'altezza e una produzione di paglia superiore alle altre due. La produzione granellare del frumento è apparsa decisamente più elevata nei sistemi biologici che in quello convenzionale (2,9 vs 1,6 t ha<sup>-1</sup>) e del 17% più elevata nelle parcelle che avevano ricevuto la dose di N più alta (2,7 t ha<sup>-1</sup>) rispetto alla media delle altre due dosi. La varietà non ha invece determinato effetti statisticamente significativi sulla produzione granellare, contrariamente al peso ettolitrico (Svevo > Duilio = Levante).

Su frumento tenero e duro, l'UO 6 ha valutato per un biennio e nelle stesse aziende coinvolte per le prove sulle consociazioni specifiche e varietali (v. paragrafi 2.4.2 e 2.4.4) l'utilizzo di idrolizzati proteici (IP) in diverse fasi del ciclo (accestimento vs emissione della foglia a bandiera vs entrambe) come biostimolanti. Il trattamento è stato eseguito con barra ventilata distribuendo 200 l ha<sup>-1</sup> con diverse dosi (da 1 a 3 kg di prodotto hl<sup>-1</sup> vs testimone). L'IP utilizzato nell'azienda di Sant'Apollinare (PG) e in quella di Ro Ferrarese (FE) proveniva da idrolisi enzimatica mentre quello impiegato nell'azienda di S. Biagio della Valle (PG) proveniva da idrolisi chimica. In termini di produzione granellare, non sono stati mai osservati effetti rilevanti imputabili all'uso di IP. L'effetto della tipologia e dose di IP sulla % di proteine della granella è apparso inconsistente in relazione all'areale geografico di coltivazione e all'annata (dati non riportati), mentre l'epoca precoce di somministrazione (fase di accestimento) sembra avere un effetto positivo sul contenuto proteico della granella, anche se è opportuno non sottolinearlo visto che i dati non sono supportati da analisi statistica.

Per quanto riguarda l'UO 5, essa ha realizzato due prove di concimazione, una nel 2007 su fragola e una nel 2008 su spinacio. Su fragola la concimazione, distribuita in fertirrigazione, ha previsto il confronto tra due concimi (Emosan e Borlanda), distribuiti a tre cv. diverse (Alba, Dora e Roxana). La tipologia di concime non ha determinato effetti significativi sulla produzione quanti-qualitativa, contrariamente alla varietà (la cv. Alba è quella che ha fornito i migliori risultati in pieno campo).

Per quanto riguarda lo spinacio, è stata realizzata una prova con 7 trattamenti (testimone, 3 dosi di compost e 3 dosi di concime organico commerciale in grado di fornire quantità di N uguali alle tesi con compost). Come media delle dosi, l'utilizzo del concime organico ha incrementato la resa del 62% rispetto al compost (14,6 vs 9,0 t ha<sup>-1</sup>), le cui tesi a loro volta hanno prodotto in media il 76% in più rispetto al testimone. L'effetto dose non è invece risultato significativo.

### **3. Linea 2 (Effetto dei metodi di gestione agronomica di colture erbacee e orticole biologiche di pieno campo sulla qualità globale dei prodotti)**

#### *3.1 Qualità salutistica di colture erbacee ed orticole*

##### 3.1.1 Antiossidanti (pomodoro e frumento tenero)

Il valore nutrizionale delle matrici vegetali può essere valutato attraverso lo studio della composizione in macronutrienti, ma l'aspetto attualmente di maggiore interesse è il gran numero di composti naturali definiti come "molecole ad azione antiossidante", largamente presenti in frutta e verdura. Tali effetti protettivi sono stati attribuiti alle molecole antiossidanti (polifenoli, vitamina C, vitamina E e carotenoidi). Gli antiossidanti presentano un ampio intervallo di effetti biologici come attività antibatterica, antinfiammatoria, epatoprotettiva, anticarcinogenica ed azione vasodilatatoria. Queste sostanze, in virtù delle proprietà che esplicano *in vitro* ed *ex vivo* sembrano confermare l'effetto salutistico associato al consumo di alimenti di origine vegetale.

Parallelamente alla conferma del ruolo che gli antiossidanti hanno nella difesa della salute, aumentano gli sforzi della ricerca per comprendere quali sono i fattori in grado di influenzare il contenuto in molecole bioattive in frutta e ortaggi. Nell'ambito di SIMBIO-VEG, la ricerca è stata indirizzata alla valutazione dell'influenza delle tecniche di coltivazione biologica e convenzionale sul contenuto nutrizionale di alcune molecole ad azione antiossidante sia sul pomodoro che su farine di frumento tenero. L'attività (condotta dall'UO 8) ha riguardato indagini di natura chimico-nutrizionale tendenti alla caratterizzazione del valore antiossidante totale e alla quantificazione dei singoli antiossidanti nei due alimenti selezionati. Sono stati inoltre effettuati studi di applicabilità del concetto di "funzionalità dell'alimento" mediante l'utilizzo di modelli cellulari. Dati reali sulla composizione nutrizionale dei singoli alimenti stanno diventando essenziali per la formulazione di appropriate diete terapeutiche, e c'è un numero sempre maggiore di alimenti, resi interessanti proprio dalle loro proprietà nutrizionali e salutistiche.

Le analisi su pomodoro (cv. Perfectpeel) hanno riguardato campioni provenienti dalle ricerche condotte dall'UO 5 (azienda Stuard, Parma). Il pomodoro è stato coltivato in sistema biologico e convenzionale nelle stesse condizioni di crescita (tipo di terreno, stagione, stadio di maturazione), al fine di isolare l'effetto di gestione agronomica da altri che notoriamente influenzano le caratteristiche qualitative degli alimenti. La sperimentazione è stata eseguita per due annate agrarie (2006 e 2007).

Per quanto riguarda il frumento tenero, sono stati analizzati campioni (cv. Aubusson) provenienti dalle prove di coltivazione biologica o convenzionale realizzate nel triennio dalle UO 1 (Pisa), UO 3 (Perugia) e UO 8 (S. Angelo Lodigiano). Nella prima e seconda annata sono state inoltre analizzate diverse varietà di frumento tenero biologico (cv. Aubusson, Bolero, Blasco e Craklin) coltivate nelle medesime tre aree geografiche. Nella terza annata agraria la cv. Craklin è stata sostituita dalla cv. Bramante.

L'attività analitica è stata focalizzata sull'identificazione e quantificazione di alcune molecole bioattive naturali nutrienti e non nutrienti (vitamine, polifenoli, carotenoidi) mediante tecnica di cromatografia liquida ad alta pressione (HPLC). Sulle farine è stato valutato inoltre il contenuto in acidi grassi (C16:0, C18:0, C18:1; C18:2, C18:3) tramite gascromatografia (GC). E' stata valutata la capacità antiossidante totale degli estratti delle matrici alimentari oggetto di questo studio: non bisogna, infatti, considerare solo le proprietà antiossidanti dei singoli componenti presenti in un prodotto, ma anche l'effetto

sinergico che può instaurarsi tra le differenti molecole bioattive. L'attività antiossidante è stata valutata attraverso due saggi: il TEAC (Trolox Equivalent Antioxidant Capacity) ed il FRAP (Ferric Reducing Antioxidant Power). Per gli estratti di pomodoro si è proceduto con lo studio in vitro degli effetti sull'epitelio intestinale (Caco-2), con particolare attenzione all'eventuale tossicità a carico di queste cellule tramite la valutazione della permeabilità della membrana cellulare (Trans Epithelial Electrical Resistance, TEER).

I campioni di pomodoro analizzati provenivano da condizioni il più possibile standardizzate (epoca di trapianto, varietà, sesto d'impianto, metodo d'irrigazione), differendo unicamente tra il sistema biologico e quello convenzionale per fertilizzazione (organica nel primo e minerale nel secondo) e strategie e metodi di difesa dalle avversità biotiche. I risultati mostrano che fattori come la tecnica di coltivazione, le condizioni pedo-climatiche e il grado di maturazione possono influenzare la qualità dell'alimento, spostando la bilancia talvolta a favore del biologico e talaltra del convenzionale. Standardizzando per grado di maturazione e nelle stesse condizioni pedo-climatiche (secondo anno), il pomodoro biologico presenta un TEAC e un alto contenuto di molecole ad azione preventiva (vitamina C,  $\beta$ -carotene, naringenina) che potrebbero supportare l'ipotesi che gli alimenti biologici sono più salutari. L'uguale contenuto del principale carotenoide del pomodoro (il licopene) tra prodotto biologico e convenzionale non deve essere considerato un fattore a sfavore del prodotto biologico.

La funzionalità del pomodoro nella protezione della salute umana è stata studiata attraverso l'effetto protettivo svolto dalle molecole bioattive presenti nell'estratto di pomodoro su linee cellulari di adenocarcinoma del colon Caco-2. L'analisi istologica del monostrato di Caco-2 *in toto* ha evidenziato microscopicamente il tipo del danno e la sua compartimentalizzazione a livello citologico. I risultati ottenuti dimostrano che le molecole antiossidanti sono in grado di penetrare all'interno della cellula e quindi, in base teorica ma supportata dai lavori presenti in letteratura, potrebbero avere un effetto (anti)ossidante in grado di contrastare il danno ossidativo. Tuttavia, queste molecole antiossidanti, a concentrazioni superiori a 10  $\mu$ mol potrebbero avere un effetto (pro)ossidante come si evince dall'analisi istopatologia (Fig. 5). Questo effetto è causato dagli estratti di pomodoro provenienti sia da agricoltura biologica che convenzionale, per cui non è possibile differenziare i due sistemi in termini di funzionalità dell'alimento.

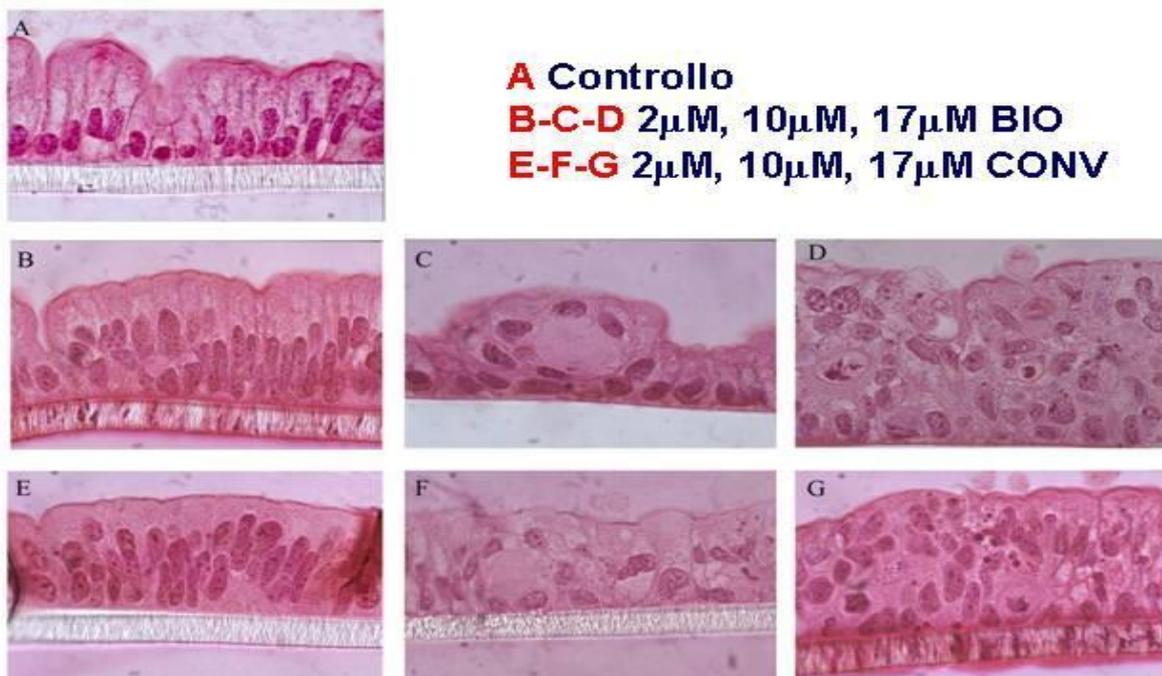


Fig. 5. Analisi istologica su sezioni semifine di 3 mm del monostrato colturale di Caco-2 trattato con concentrazioni crescenti di estratto polifenolico di pomodoro proveniente da agricoltura biologica (B-C-D) e convenzionale (E-F-G). Per entrambi gli estratti, alla concentrazione 10μM si comincia a notare un effetto (pro)ossidante sulle linee cellulari.

Le farine utilizzate per le prove su frumento tenero (cv. Aubusson) sono state ottenute con la stessa tecnica molitoria. Il confronto biologico vs convenzionale su campioni di farina provenienti da differenti aree di produzione (Pisa, Perugia e S. Angelo Lodigiano) ha mostrato differenze nella qualità nutrizionale legate sia all'ambiente di coltivazione in genere, sia all'andamento dell'annata agraria e alla tecnica di coltivazione. Anche nel caso del confronto tra le varietà coltivate in biologico (Aubusson, Bolero, Blasco, Craklin, Bramante) nei tre siti sperimentali, i risultati dimostrano che l'area di produzione influenza significativamente la capacità antiossidante totale per i due parametri utilizzati in tutte le cv. (Tab. 18 e 19).

Tab. 18. Valori medi  $\pm$  deviazione standard della capacità riducente totale (FRAP,  $\text{mmol Fe}^{2+} \text{kg}^{-1}$ ) in campioni di farina di frumento tenero di diverse cv. coltivate in biologico provenienti da differenti aree di produzione (n.d. = non disponibile, \*\* = significativo per  $P \leq 0,01$ , NS = non significativo).

Località	Anno	Aubusson	Bolero	Blasco	Craklin	Bramante
Perugia	2006	2,06 $\pm$ 0,08	1,80 $\pm$ 0,15 <sup>a†</sup>	2,16 $\pm$ 0,19 <sup>b</sup>	1,95 $\pm$ 0,11	n.d.
	2007	2,22 $\pm$ 0,09 <sup>a</sup>	1,66 $\pm$ 0,20 <sup>b</sup>	2,21 $\pm$ 0,25 <sup>a</sup>	2,14 $\pm$ 0,14 <sup>a</sup>	n.d.
	2008	2,37 $\pm$ 0,14 <sup>a</sup>	2,27 $\pm$ 0,07	2,54 $\pm$ 0,11	n.d.	2,53 $\pm$ 0,04 <sup>b</sup>
Significatività (test F)†		NS	NS	NS	NS	n.d.
S. Angelo Lodigiano	2006	2,26 $\pm$ 0,19 <sup>a</sup>	1,72 $\pm$ 0,24	1,71 $\pm$ 0,21 <sup>a</sup>	1,86 $\pm$ 0,22	n.d.
	2007	1,87 $\pm$ 0,32	1,40 $\pm$ 0,08 <sup>b</sup>	2,12 $\pm$ 0,11 <sup>a</sup>	1,73 $\pm$ 0,21 <sup>c</sup>	n.d.
	2008	2,04 $\pm$ 0,09 <sup>a</sup>	2,30 $\pm$ 0,04 <sup>b</sup>	2,35 $\pm$ 0,00 <sup>b</sup>	n.d.	2,09 $\pm$ 0,14
Significatività (test F)		**	NS	**	NS	n.d.
Pisa	2006	1,96 $\pm$ 0,04 <sup>b</sup>	2,15 $\pm$ 0,02 <sup>b</sup>	2,13 $\pm$ 0,11 <sup>b</sup>	2,05 $\pm$ 0,21	n.d.
	2007	2,09 $\pm$ 0,08	1,44 $\pm$ 0,05 <sup>d</sup>	2,10 $\pm$ 0,21	1,93 $\pm$ 0,23 <sup>d</sup>	n.d.
	2008	2,14 $\pm$ 0,12 <sup>a</sup>	2,45 $\pm$ 0,13 <sup>b</sup>	2,53 $\pm$ 0,10	n.d.	2,67 $\pm$ 0,10
Significatività		NS	**	NS	NS	n.d.

(test F)						
----------	--	--	--	--	--	--

†Significatività dei valori tra gli anni per una stessa cv. e località. ‡Analisi della varianza t Anova: 1 anno: a vs b; 2 anno c vs d.

**Tab. 19. Valori medi ± deviazione standard della capacità riducente totale (TEAC, mmol Trolox kg<sup>-1</sup>) in campioni di farina di frumento tenero di diverse cv. coltivate in biologico provenienti da differenti aree di produzione (n.d. = non disponibile, \*\* = significativo per P ≤ 0,01, NS = non significativo).**

Località	Anno	Aubusson	Bolero	Blasco	Craklin	Bramante
Perugia	2006	0,30 ± 0,06	0,58 ± 0,12	0,43 ± 0,02	0,50 ± 0,06	n.d.
	2007	0,77 ± 0,42	0,48 ± 0,15	0,60 ± 0,15	0,57 ± 0,13	n.d.
	2008	0,38 ± 0,03	0,41 ± 0,06	0,42 ± 0,03	n.d.	0,37 ± 0,11
Significatività (test F)†		**	NS	**	NS	n.d.
S. Angelo Lodigiano	2006	0,71 ± 0,13	0,70 ± 0,14	0,44 ± 0,06	0,49 ± 0,11	n.d.
	2007	0,64 ± 0,27	0,63 ± 0,13	0,57 ± 0,11	0,40 ± 0,01	n.d.
	2008	0,47 ± 0,08	0,38 ± 0,05	0,37 ± 0,03	n.d.	0,41 ± 0,12
Significatività (test F)		NS	NS	NS	NS	n.d.
Pisa	2006	0,25 ± 0,04	0,19 ± 0,03	0,26 ± 0,13	0,36 ± 0,11	n.d.
	2007	0,33 ± 0,05	0,17 ± 0,04	0,14 ± 0,04	0,20 ± 0,07	n.d.
	2008	0,40 ± 0,08	0,40 ± 0,09	0,38 ± 0,07	n.d.	0,43 ± 0,07
Significatività (test F)		NS	NS	NS	NS	n.d.

†Significatività dei valori tra gli anni per una stessa cv. e località.

L'incidenza di tutti questi fattori sulla qualità nutrizionale delle farine [capacità antiossidante totale, luteina e zeaxantina (carotenoidi del frumento), contenuto in acidi grassi] sta a indicare lo stretto legame esistente tra qualità e ambiente di provenienza, inteso non solo dal punto di vista geografico, ma anche come tecniche agronomiche in esso applicate.

Per i risultati sull'effetto del sistema di gestione, della località e delle varietà sui singoli parametri analizzati si rimanda alle relazioni della UO 8.

### 3.1.2 Micotossine (mais)

Sono state svolte prove per valutare la predisposizione a sviluppare aflatossine da parte di granella di mais biologico. A queste ricerche si è aggiunto un contributo conoscitivo alla resistenza all'infezione indotta da *Aspergillus parasiticus* in campioni di mais biologico e convenzionale, quest'ultimo generato con aggiunta di agrofarmaci a concentrazione nota. I risultati ottenuti dimostrano che: (a) i campioni di mais (tutti di provenienza biologica) non hanno evidenziato la presenza di *A. parasiticus* e di *A. flavus*, di conseguenza non è stata ritrovata traccia di aflatossine; (b) che gli agrofarmaci utilizzati non danno luogo a reazioni radicaliche e che quindi non vi è uno stimolo alla produzione di aflatossine da parte di *A. parasiticus*; (c) che la presenza di agrofarmaci, alle concentrazioni testate, ha un effetto citostatico/citotossico per la crescita fungina. Questi risultati suggeriscono che la contaminazione da aflatossine non sia un problema legato alla tecnica produttiva (biologico vs convenzionale) quanto piuttosto alla fase di conservazione post-raccolta della granella.

### 3.1.3 Nitrati (orticole)

L'UO 5 ha effettuato analisi sul contenuto in nitrati in ortaggi da foglia e da coste coltivati in biologico mediante l'impiego di sostanze di origine naturale (fertilizzanti, mezzi per la difesa, induttori di resistenza). Nella Tab. 20 si riporta l'intervallo di variazione nel

contenuto in nitrati delle diverse specie rilevato alla raccolta nelle prove in campo. Si può notare come, ad eccezione di un unico caso su spinacio, in tutti gli altri le quantità di nitrati contenute nei prodotti da agricoltura biologica sono ampiamente al di sotto del limite massimo consentito dalla legge.

**Tab. 20. Contenuto in nitrati ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) misurato alla raccolta in colture orticole da foglia e da coste coltivate col metodo biologico confrontato con i limiti imposti dalla legge comunitaria (n.d. = non disponibile).**

<i>Coltura</i>	<i>Nitrati (min-max)</i>	<i>Limite di legge (Reg. CE 1822/2005)</i>
Finocchio	590-1390	n.d.
Lattuga estiva	386-1055	2000 (Iceberg)-2500
Lattuga autunnale	243-768	2000 (Iceberg)-4000
Spinacio	777-3559	2500-3000 (prodotto fresco) 2000 (prodotto trasformato)

### 3.2 Qualità sensoriale su colture erbacee e orticole

#### 3.2.1 Frumento tenero

Nei tre anni del progetto sono state condotte due prove: (a) confronto tra pani ottenuti con la tecnica di coltivazione convenzionale (CONV) o biologica (BIO) da cv. Aubusson coltivata nei siti di S. Angelo Lodigiano (SAL), Papiano (PG) e S. Piero a Grado (PI); (b) confronto tra tre varietà (cv. Blasco, Bolero e Craklin) coltivate con tecniche BIO nei tre siti sopra citati. Nell'ultimo anno la cv. Cracklin è stata sostituita con la cv. Bramante. Visto lo scopo della ricerca e la tipologia di prodotti proposti e tenendo conto della sempre più ampia diffusione delle macchine da pane di uso domestico si è optato per la panificazione in cassetta con macchine da pane disponibili in commercio. Per il confronto sulla cv. Aubusson (CONV vs BIO) nel secondo e terzo anno sono state fatte anche delle panificazioni artigianali con metodo indiretto con Biga.

Per quanto riguarda il confronto tra i due sistemi produttivi sulla cv. Aubusson (panificazione in cassetta), nei tre anni si sono evidenziate differenze significative per i caratteri alveolatura, umidità, coesività e salato. In particolare, il pane di PG ha mostrato una minor coesività ed una maggior sensazione di salato mentre i pani di SAL, PG e PI avevano alveolatura ed umidità progressivamente crescenti. Il giudizio globale non ha tuttavia mostrato differenze significative tra i siti. Il confronto BIO vs CONV ha mostrato differenze significative per alveolatura (> in BIO), intensità olfattiva e fragranza (> in CONV). Tuttavia, anche in questo caso il giudizio globale non mostra differenze significative tra i due sistemi. L'interazione 'località x sistema' ha evidenziato una maggior variabilità nelle tesi BIO con il pane di PG che è risultato più salato rispetto a quello delle altre località. Il giudizio globale non ha mostrato differenze significative ma evidenzia una maggior uniformità per PG e PI rispetto a SAL. L'interazione 'località x anno' ha mostrato differenze significative solo per l'elasticità. L'interazione 'sistema x anno' ha evidenziato differenze significative per la sola alveolatura, che mostra una maggior omogeneità fra le tre annate per il CONV rispetto al BIO. Il giudizio globale è al limite della significatività ( $P = 0.08$ ) e la tendenza è a favore del CONV per il primo anno mentre per gli altri anni la somiglianza è totale. In conclusione, non sono state rilevate differenze importanti tra i due

sistemi di produzione; si evidenzia tuttavia una maggior stabilità dei valori dei parametri nelle tesi CONV, mentre i valori delle tesi BIO appaiono maggiormente dipendenti dal sito di produzione e dall'annata.

Per quanto riguarda la panificazione artigianale, essa è stata effettuata solo nelle annate 2007 e 2008 rispettivamente per le località di PI e PG. Il sistema di gestione delle colture non ha evidenziato differenze significative. L'interazione 'sistema x anno' ha mostrato differenze significative per fragranza, croccantezza e giudizio globale. Si deve tuttavia tener conto del limite di questa prova dovuto al fatto che in realtà nell'effetto 'anno' è compreso anche quello della località. In particolare, nell'2008 (località PG) si è osservata una maggior fragranza e croccantezza per il pane BIO. Questa osservazione non coincide con i risultati delle prove fatte con la panificazione in cassetta, a dimostrazione del fatto che la panificazione artigianale può portare a risultati diversi rispetto a panificazioni standardizzate. Come giudizio globale, mentre nel 2007 non sono state evidenziate differenze tra BIO e CONV, nel 2008 questo è risultato favorevole al BIO.

I risultati del confronto tra le diverse varietà coltivate in biologico hanno anch'essi evidenziato l'effetto della località di produzione su molti descrittori (intensità del colore, mollica, alveolatura, sviluppo, intensità olfattiva, lievito e dolce) ma non sul giudizio globale. Come atteso, la varietà discrimina molto le caratteristiche dei panificati risultando in differenze significative per intensità del colore della mollica, alveolatura, sviluppo, intensità olfattiva, fragranza, lievito, dolce e giudizio globale. In particolare, la cv. Bramante (anche se solo con la prova del 2008) è stata preferita assieme alla cv. Blasco rispetto alle cv. Bolero e Craklin. In particolare, Bramante mostra una maggior intensità del colore, sviluppo, fragranza, dolcezza e frumento mentre Craklin si differenzia in particolare per l'alveolatura. L'interazione 'località x varietà' ha mostrato differenze significative per intensità del colore della mollica, alveolatura, elasticità e giudizio globale. In particolare la località PG ha differenziato di più i descrittori quantitativi mentre SAL ha mostrato differenze più evidenti tra le varietà per il giudizio globale. Anche l'interazione 'località x anno' ha mostrato molte differenze per alveolatura, elasticità, fragranza, farina, lievito, croccantezza, coesività, dolce, amaro, frumento e giudizio globale. Per i descrittori quantitativi sono emersi andamenti abbastanza diversi nei siti e non univoci; per il giudizio globale si evidenzia invece una relativa uniformità per PG e PI mentre c'è una netta differenza tra annate per SAL. Anche dall'esame dell'interazione 'varietà x anno' si osservano differenze per intensità di colore della mollica, sviluppo, intensità olfattiva, fragranza, farina, dolce e giudizio globale. In linea di massima, la cv. Bolero sembra più stabile nelle diverse annate sia per i descrittori quantitativi che qualitativi; la cv. Blasco mostra invece degli evidenti cambiamenti in relazione all'annata sia per i descrittori quantitativi che per il giudizio globale, che nel 2008 è risultato nettamente superiore a quello delle altre annate.

### 3.2.2 Colture orticole

L'UO 5 ha realizzato prove volte a determinare le caratteristiche qualitative delle varietà di fragola e melone inserite nelle prove di confronto varietale. Sono state effettuate determinazioni analitiche e analisi sensoriali.

Riguardo alla fragola, le prove condotte nel 2006 e 2007 hanno evidenziato differenze apprezzabili tra le caratteristiche qualitative delle varietà, che vengono sintetizzate nei seguenti profili sensoriali:

- Cv Dora: frutto con buon profumo ed abbastanza inteso, gusto dolce ma anche acido, rapporto Z/A quasi in equilibrio. Buona aromaticità, polpa di media consistenza e media succosità.

- Cv. Alba: frutto molto profumato, gusto molto dolce ma anche abbastanza acido, rapporto Z/A leggermente spostato verso l'acido. Più che buona aromaticità, polpa di media consistenza e media succosità.
- Cv. Roxana: frutto abbastanza profumato, piacevole. Dal gusto poco dolce e abbastanza acido, rapporto Z/A un po' spostato verso l'acido. Bassa aromaticità, polpa poco consistente e buona succosità.
- Cv. Sel. 129.11: frutto con buon profumo ed abbastanza inteso, gusto poco dolce e abbastanza acido, rapporto Z/A spostato verso l'acidulo. Scarsa aromaticità, polpa poco consistente e media succosità. Nei giudizi di gradevolezza ha ottenuto un buon punteggio solo all'olfatto; scarso il gusto, la struttura ed il complessivo (5,47).

Riguardo al melone, le cv. Brennus e Dalton sono apparse quelle con il miglior giudizio complessivo in seguito all'analisi sensoriale (rispettivamente 8,0 e 7,5), mentre il peggior giudizio è stato espresso per i frutti delle cv. ES 01-23 e Donatello (rispettivamente 6,0 e 6,5).

#### **4. Linea 3. Valutazione della sostenibilità di metodi e sistemi di agricoltura biologica applicati alle produzioni erbacee ed orticole di pieno campo**

##### *4.1 Sostenibilità ambientale*

Nell'ambito di SIMBIO-VEG ci si è prefissi di valutare la sostenibilità ambientale dei sistemi colturali condotti con metodo biologico in comparazione con quelli condotti con metodo convenzionale, considerando la qualità dei suoli. La misura della qualità del suolo presenta numerose implicazioni, come il riconoscimento dello stato di salute di un terreno, l'attitudine di un suolo a uno specifico utilizzo, la valutazione dell'impatto dell'uomo e delle pratiche di gestione da esso eseguite. Quando uno studio vuole valutare l'impatto sulla qualità del suolo di una specifica tecnica agronomica o di un diverso metodo di coltivazione (e ci si pone quindi in un orizzonte temporale di pochi anni o di alcuni cicli colturali) devono essere considerate come proprietà intrinseche – e quindi non utili ai fini della valutazione – la tessitura, la capacità di scambio cationico o il pH, che sono per lo più determinate dal materiale parentale e dai processi pedogenetici che hanno formato quel suolo. E' opportuno invece concentrare l'attenzione sulla componente organica di un terreno, valutandone la quantità (contenuto totale di un suolo) e la qualità (proprietà e importanza relativa delle differenti frazioni) o le proprietà della sua componente vitale (meso e microrganismi).

Nel progetto SIMBIO-VEG, le valutazioni sulla qualità del suolo, condotte mediante approccio comparativo, hanno riguardato tre differenti dispositivi sperimentali: MASCOT (PI), Montepaldi (FI) e Ottava (SS), caratterizzati da diverse età e differenti ordinamenti produttivi (Tab. 21). In tutti questi esperimenti di campo viene operato un confronto diretto tra convenzionale e biologico, comparando, nel caso del biologico, anche differenti pratiche agronomiche e/o diversi avvicendamenti. Lo studio della qualità del suolo è stato indirizzato alla componente organica vitale del suolo (insetti, acari, funghi micorrizici, batteri) e al biochimismo del terreno. In ciascun anno si è provveduto al campionamento e alla successiva determinazione analitica dei parametri di qualità del suolo in uno dei tre dispositivi sperimentali (PI nel 2006, FI nel 2007 e SS nel 2008). Per la descrizione dettagliata dei metodi di campionamento e di analisi si rimanda alle relazioni dell'UO 7. Di seguito, vengono sintetizzati i risultati ottenuti nei due dispositivi sperimentali toscani,

poiché – essendo entrambi basati su sistemi colturali erbacei senza zootecnia – sono più facilmente comparabili.

**Tab. 21. Dispositivi sperimentali di lungo termine utilizzati per la valutazione della qualità del suolo nel progetto SIMBIO-VEG**

<i>Dispositivo</i>	<i>Afferenza</i>	<i>Descrizione</i>	<i>Anno d'inizio</i>
MASCOT	Centro Interdipartimentale di Ricerche Agro-ambientali E. Avanzi, Università di Pisa (UO 1)	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Sistema biologico vs convenzionale</li> <li>— Avvicendamento quinquennale (mais, frumento tenero, girasole, favino da seme-frumento duro)</li> <li>— Presenza di sovesci nel biologico</li> <li>— Disegno sperimentale: blocco randomizzato con 3 repliche</li> </ul>	2001
Montepaldi	Dipartimento di Scienze Agronomiche e Gestione del Territorio Agroforestale, Università degli Studi di Firenze (UO 2)	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Sistema convenzionale vs biologico nuovo vs biologico vecchio</li> <li>— Avvicendamento quadriennale (mais, frumento tenero, favino, frumento duro) nel biologico e biennale (mais-frumento) nel convenzionale</li> <li>— Presenza di sovesci nel biologico</li> <li>— Disegno sperimentale: parcelle suddivise con 4 replicazioni</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>— 1991 (biologico vecchio e convenzionale)</li> <li>— 2001 (biologico nuovo)</li> </ul>
Ottava	Dipartimento di Scienze Agronomiche e Genetica Vegetale Agraria, Università di Sassari (UO 7)	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Sistema convenzionale vs biologico annuale (bio 1) vs biologico biennale (bio 2)</li> <li>— Avvicendamento: <ul style="list-style-type: none"> <li>— convenzionale: carciofo da ovulo in monosuccessione;</li> <li>— bio 1: carciofo da carducci + fagiolino;</li> <li>— bio 2: carciofo da carducci + cavolo, con leguminose autoctone consociate</li> </ul> </li> </ul>	2005

#### 4.1.1 Qualità del suolo: dispositivo sperimentale MASCOT (PI)

I valori medi dei parametri chimici e biochimici per la valutazione della qualità del suolo del dispositivo sperimentale MASCOT (PI) sono riportati in Tab. 22. Il  $C_{org}$  è risultato essere significativamente maggiore nel biologico rispetto al convenzionale (9,5 vs 7,8 g C kg<sub>suolo</sub><sup>-1</sup> rispettivamente). I risultati relativi alle differenti frazioni di C organico ( $C_{extr}$ ; CHA+FA) non hanno mostrato differenze statistiche significative. Analogamente, il grado di umificazione è stato significativamente influenzato dal sistema di gestione (75,1 e 79,1 in biologico e convenzionale, rispettivamente). Invece, il tasso di umificazione (HR) era più alto (26%) nel suolo del sistema convenzionale. Nessuna differenza significativa è stata osservata per il parametro  $A_s\%$  (63,03 vs 60,57 per biologico e convenzionale, rispettivamente), così come per l'azoto totale (1,1 vs 1,0 g N kg<sub>suolo</sub><sup>-1</sup>, rispettivamente).

Per quanto riguarda i parametri biochimici, i valori medi della mineralizzazione del C dopo il primo giorno di incubazione, il C potenzialmente mineralizzabile ( $C_0$ ) e la respirazione basale ( $C_{basal}$ ) erano maggiori nel biologico rispetto al convenzionale del

17%, 18% e 9%, rispettivamente. Di contro, il rapporto tra  $C_{\text{basal}}$  e  $C_{\text{org}}$  ( $C_{\text{min}}$ ) non differivano tra i due sistemi di gestione. La biomassa microbica del terreno ( $C_{\text{mic}}$ ) non era diversa tra suolo biologico e convenzionale (33,4 vs 30,3 mg C kg<sub>suolo</sub><sup>-1</sup>). Analogamente, anche il C mineralizzato per unità di C della biomassa microbica ( $q\text{CO}_2$ ) non mostrava differenze significative tra i sistemi di gestione (0,238 vs 0,321 mg CO<sub>2</sub>-C mg C<sub>mic</sub><sup>-1</sup> d<sup>-1</sup>). Al contrario, il rapporto  $C_{\text{mic}}/C_{\text{org}}$  era più alto nel convenzionale che nel sistema biologico (4,11 vs 3,48 (mg kg<sup>-1</sup>)\*10<sup>3</sup>).

**Tab. 22. Parametri chimici e biochimici per la valutazione della qualità del suolo del dispositivo sperimentale MASCOT (Pisa).**

Parametro		Biologico	Convenzionale		
$C_{\text{org}}$	(g kg <sup>-1</sup> )	9,5	a	7,8	b
$C_{\text{extr}}$	(g kg <sup>-1</sup> )	6,9		6,6	
$C_{\text{HA+FA}}$	(g kg <sup>-1</sup> )	5,2		5,3	
HR	(%)	54,6	b	68,9	a
DH	(%)	75,1		79,1	
$A_s$	(%)	63,03		60,57	
Total N	(g kg <sup>-1</sup> )	1,1		1,0	
C/N		8,6	a	7,5	b
$C_1$	(mg C-CO <sub>2</sub> kg <sup>-1</sup> d <sup>-1</sup> )	55,2	a	47,1	b
$C_{\text{basal}}$	(mg CO <sub>2</sub> -C kg <sup>-1</sup> )	7,9	a	6,7	b
$C_0$	(mg CO <sub>2</sub> -C kg <sup>-1</sup> )	277	a	254	b
$C_{\text{mic}}$	(mg kg <sup>-1</sup> )	33,4		30,3	
$q(\text{CO}_2)$	(mg CO <sub>2</sub> -C mg C <sub>mic</sub> <sup>-1</sup> d <sup>-1</sup> )	0,238		0,231	
$C_{\text{min}}$	(mg CO <sub>2</sub> -C × kg <sup>-1</sup> <sub>soil</sub> × d <sup>-1</sup> ) / (mg C <sub>org</sub> kg <sup>-1</sup> <sub>soil</sub> ) * 10 <sup>3</sup>	0,834		0,862	
$C_{\text{mic}}/C_{\text{org}}$	(mg kg <sup>-1</sup> ) * 10 <sup>3</sup>	3,48	b	4,11	a

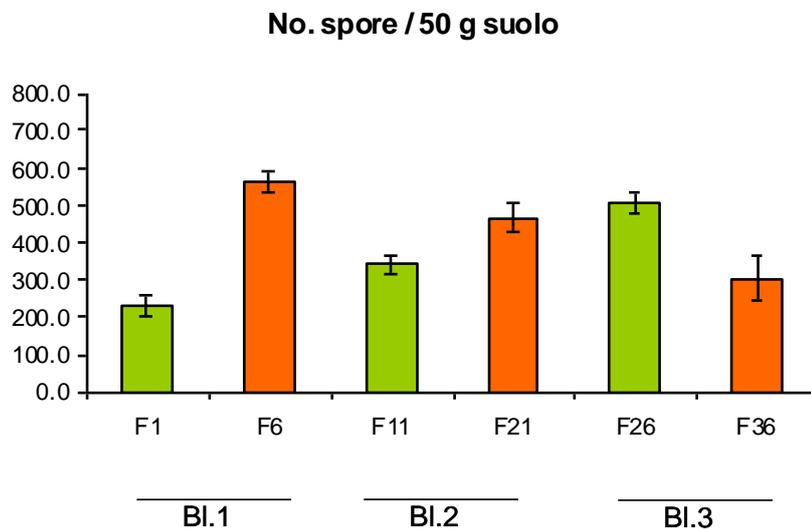
$C_{\text{org}}$ : carbonio organico totale;  $C_{\text{extr}}$ : carbonio estraibile;  $C_{\text{HA+FA}}$ : carbonio umico e fulvico; HR: tasso di umificazione; DH: grado di umificazione;  $A_s$ : area dei picchi elettroforetici focalizzati a pH > 4,5;  $C_1$ : CO<sub>2</sub>-C determinata al 1° giorno di incubazione;  $C_{\text{basal}}$ : respirazione basale del suolo;  $C_0$ : carbonio potenzialmente mineralizzabile;  $C_{\text{mic}}$ : C della biomassa microbica;  $q(\text{CO}_2)$ : quoziente metabolico;  $C_{\text{min}}$ : coefficiente di mineralizzazione ( $P \leq 0,05$ ). Le medie seguite da lettere sono significativamente diverse per  $P \leq 0,05$ .

Il maggior valore di C organico totale del suolo misurato nel sistema biologico deve essere probabilmente attribuito all'effetto del sistema di gestione. Infatti, in biologico, la strategia di reimpiego dei residui colturali e l'inclusione nella rotazione dei sovesci ha contribuito all'ottenimento di una più alta produzione primaria netta. Come conseguenza, nel sistema bio si è determinato un maggiore input di C, dovuto ad una maggiore quantità di C dei residui e delle radici delle colture, dei fertilizzanti organici distribuiti (in realtà usati con parsimonia) e dei sovesci praticati (assenti nel convenzionale). Tale maggior input ha determinato l'incremento del C organico del terreno. In accordo con l'ipotesi che l'input di C è il fattore principale che determina il cambiamento del contenuto di C organico del terreno, i risultati ottenuti dimostrano che il sistema di coltivazione biologica ha una migliore azione di sequestro del C rispetto al sistema convenzionale.

La qualità della sostanza organica nei sistemi biologico e convenzionale risultava essere pressoché uguale, come dimostrano i risultati relativi al C estraibile ( $C_{\text{extr}}$ ), al grado di umificazione (DH%) e al parametro  $A_s\%$ , derivato dai profili IEF. Le differenze osservate per ciò che riguarda il tasso di umificazione (HR%), più alto nel convenzionale che nel biologico, possono essere spiegate considerando l'aumento di C organico totale nel suolo bio. Questo ultimo parametro concorre infatti inversamente nel determinare l'HR%.

L'attività microbica, determinata tramite la respirazione del terreno, ha fornito informazioni in accordo con l'aumento del contenuto di C organico totale. Sia il  $C_1$ , che indica la quantità di C organico facilmente mineralizzabile, sia il  $C_0$ , che rappresenta il C organico potenzialmente mineralizzabile, sia  $C_{\text{basal}}$ , ovvero la quota di C respirato dal suolo alle condizioni di equilibrio (*steady state*) sono risultati essere maggiori nel suolo del sistema biologico, rispetto ai valori del suolo del convenzionale. Questa indicazione conferma che nel biologico i microrganismi disponevano di una maggiore quota di substrato per le loro funzioni metaboliche. La dimensione della popolazione microbica ( $C_{\text{mic}}$ ) e la sua efficienza metabolica (misurata attraverso il  $q\text{CO}_2$ ), così come i rapporti  $C_{\text{mic}}/C_{\text{org}}$  e  $C_{\text{basal}}/C_{\text{org}}$  non mostravano differenze significative tra i due sistemi di gestione, indicando che, nonostante l'aumento di C organico del suolo e la maggiore disponibilità di substrato, i microrganismi del terreno non avevano modificato il loro metabolismo.

Per quanto ha riguardato le analisi dei propaguli di funghi micorrizici-arbuscolari (MA), i risultati del conteggio di spore e sporocarpi nei diversi campi non hanno mostrato differenze significative tra blocchi e tra trattamenti: infatti, il numero di spore per 50 g di suolo secco registrato nei terreni a gestione biologica variava tra 233,8 e 509,0 e quello dei terreni gestiti convenzionalmente da 304,7 a 566,0 (Fig. 6).



**Fig. 6.** Numero totale di spore di funghi MA per 50 g di terreno registrato nei due trattamenti (biologico = verde, convenzionale = arancio) dei tre blocchi sperimentali. Valori medi di tre replicazioni  $\pm$  errore standard della media.

Le otto specie identificate mediante analisi morfologica appartenevano al genere *Glomus*, numericamente prevalente sia nei terreni a gestione biologica che in quelli a gestione convenzionale. Sono state evidenziate alcune differenze tra i due sistemi di gestione nella densità di spore per alcune specie del genere *Glomus*. L'identificazione molecolare ha inoltre permesso di assegnare un nono morfotipo appartenente al genere *Scutellospora* alla specie *S. calospora*. Le analisi della colonizzazione radicale della coltura del frumento, in rotazione con il mais, hanno evidenziato come gli apparati radicali delle piante di frumento mostrassero livelli di colonizzazione micorrizica variabili tra il 26 e il 44% della lunghezza radicale totale (dati non riportati). Nessuna differenza significativa di estensione e morfologia della micorrizzazione è stata rilevata tra i due trattamenti studiati: tutti i campioni mostravano arbuscoli e solo in pochi casi è stata osservata formazione di vescicole. I sistemi biologico e convenzionale non mostravano differenze statisticamente

significative neppure riguardo ai valori di glomalina facilmente estraibile (EE-GRSP), che risultavano pari a 172,5 e 170,3  $\mu\text{g g}^{-1}$  terreno, rispettivamente.

Per quanto riguarda la popolazione di microartropodi, un totale di circa 19.200 esemplari  $\text{m}^{-2}$  sono stati raccolti nel sistema organico e circa 24.200 nel convenzionale. I due sistemi, pur non differenziandosi significativamente per quanto riguarda la consistenza numerica dei vari gruppi, sono diversi per quanto riguarda i rapporti percentuali tra i gruppi (Tab. 23). Entrambi gli indici esprimono il grado di cambiamento della biodiversità hanno mostrato differenze minime tra i due sistemi (dati non riportati). L'indice biologico di qualità del suolo (QBS) è risultato più elevato nel sistema convenzionale che in quello biologico (112 vs 99), a causa della presenza di *Protura* e *Chilopoda* soltanto nel convenzionale (Tab. 24). Ugualmente, il rapporto acari/collemboli è risultato maggiore nel sistema convenzionale che in quello biologico (2,67 vs 1,30).

**Tab. 23. Numero medio di individui per campione (175  $\text{cm}^3$  di terreno)  $\pm$  SE e distribuzione percentuali di presenza (MASCOT, Pisa). Le coppie di valori di medie e percentuali seguiti da lettere diverse sono significativamente diversi (t-test e  $\chi^2$  per  $P \leq 0,05$ )**

	N°individui		Distribuzione (%)	
	Biologico	Convenzionale	Biologico	Convenzionale
Acari				
<i>Oribatida</i>	23,92	34,50	35,52 a	40,71 b
Altri acari	12,25	23,83		
<i>Astigmata</i>			1,36 a	0,10 b
<i>Prostigmata</i>			10,57 a	21,93 b
<i>Mesostigmata</i>			6,56	6,10
<i>Collembola</i>	27,92	21,83	41,46 a	25,75 b
Altri artropodi	3,25	4,58	4,48	5,41

**Tab. 24. Indici Ecomorfologici (EMI) per gli artropodi del suolo nel dispositivo MASCOT (Pisa), utilizzati per il calcolo dell'indice di qualità biologica del suolo (QBS).**

Gruppi	Biologico	Convenzionale
Protura	-	20
Collembola	20	20
Psocoptera	1	-
Hemiptera (Aphididae)	1	-
Thysanoptera	1	1
Coleoptera	6	6
Diptera	10	10
Hymenoptera	5	5
Acari	20	20
Isopoda	10	-
Symphyla	20	20
Chilopoda	-	10
Araneida	5	-

#### 4.1.2 Qualità del suolo: dispositivo sperimentale Montepaldi (FI)

I valori medi dei parametri chimici e biochimici per la valutazione della qualità del suolo del dispositivo sperimentale Montepaldi (FI) sono riportati in Tab. 25. Nei tre sistemi si osservano differenze significative in molti parametri, sia relativi al C e alla sua dinamica, sia legati all'N. Tali differenze mostrano come effettivamente l'applicazione del sistema biologico determini un miglioramento dei parametri chimici e biochimici di qualità dei suoli. Inoltre, è interessante notare come il sistema biologico vecchio (BIOV) e biologico nuovo (BION) si comportino in modalità differenti. In particolare, mentre il BION presenta valori

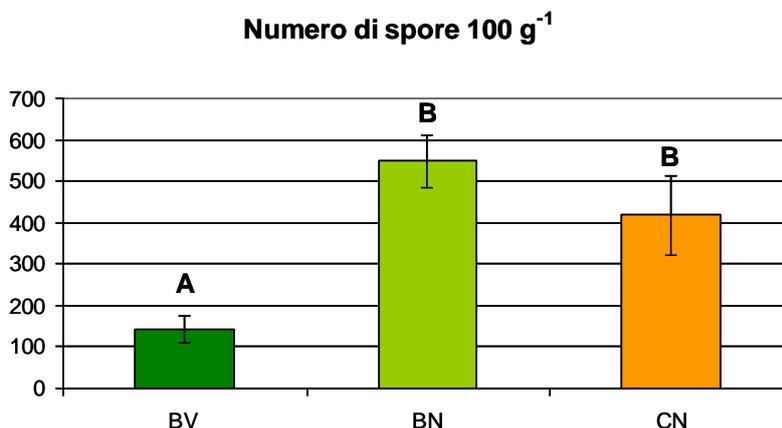
maggiori rispetto al convenzionale (ed in parte al BIOV) soprattutto per ciò che riguarda i parametri biochimici del C (respirazione e C della biomassa microbica), il BIOV presenta valori maggiori rispetto al convenzionale (ed in parte al BION) soprattutto per ciò che riguarda i parametri chimici e biochimici dell'N (N totale, N potenzialmente mineralizzabile). Questo differente comportamento, che al momento non è del tutto compreso, è comunque indice dell'importanza del fattore tempo nella determinazione della qualità del suolo a parità di gestione agronomica biologica, il che conferma l'importanza di poter disporre di ricerche di lungo periodo per evidenziare queste diverse dinamiche.

**Tab. 25. Parametri chimici e biochimici per la valutazione della qualità del suolo del dispositivo sperimentale Montepaldi (Firenze).**

Parametro	Convenzionale	Bio vecchio	Bio nuovo
C <sub>org</sub> (g kg <sup>-1</sup> )	9,8 b	10,7 a	11,2 a
C <sub>extr</sub> (g kg <sup>-1</sup> )	7,2 b	7,4 b	10,0 a
CHA+FA (g kg <sup>-1</sup> )	4,8 b	5,1 ab	6,1 a
HR (%)	48,52	47,66	54,42
DH (%)	65,78	69,63	60,69
Total N (mg kg <sup>-1</sup> )	1116 b	1219 a	1144 b
NPM (mg N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> kg <sup>-1</sup> )	7,07 c	23,24 a	17,23 b
C/N	8,82 b	8,55 b	9,39 a
N <sub>min</sub> ((mg N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> kg <sup>-1</sup> ) mg Total N <sup>-1</sup> d <sup>-1</sup> ) * 102	0,56 b	1,72 a	1,61 a
C <sub>1</sub> (mg C-CO <sub>2</sub> kg <sup>-1</sup> d <sup>-1</sup> )	84,05 b	90,43 ab	94,98 a
C <sub>basal</sub> (mg C-CO <sub>2</sub> kg <sup>-1</sup> )	7,49	7,78	9,58
C <sub>cum</sub> (mg C-CO <sub>2</sub> kg <sup>-1</sup> )	321,7 b	347,6 b	387,5 a
C <sub>mic</sub> (mg kg <sup>-1</sup> )	130,4	105,7	107,1
q(CO <sub>2</sub> ) (mg C-CO <sub>2</sub> mg C <sub>mic</sub> <sup>-1</sup> h <sup>-1</sup> ) * 102	0,24	0,44	0,44
C <sub>min</sub> ((mg C-CO <sub>2</sub> kg <sup>-1</sup> ) mg C <sub>org</sub> <sup>-1</sup> d <sup>-1</sup> ) * 102	3,27	3,23	3,47
C <sub>mic</sub> /C <sub>org</sub> (mg kg <sup>-1</sup> ) * 102	1,33	0,99	0,97
DOC (mg kg <sup>-1</sup> )	197,5	205,0	204,2

C<sub>org</sub>: carbonio organico totale; C<sub>extr</sub>: carbonio estraibile; C<sub>HA+FA</sub>: carbonio umico e fulvico; HR: tasso di umificazione; DH: grado di umificazione; A<sub>s</sub>: area dei picchi elettroforetici focalizzati a pH>4,5; C<sub>1</sub>: CO<sub>2</sub>-C determinata al 1° giorno di incubazione; C<sub>basal</sub>: respirazione basale del suolo; C<sub>o</sub>: carbonio potenzialmente mineralizzabile; C<sub>mic</sub>: C della biomassa microbica; q(CO<sub>2</sub>): quoziente metabolico; C<sub>min</sub>: coefficiente di mineralizzazione (P ≤ 0,05). Le medie seguite da lettere sono significativamente diverse per P ≤ 0,05.

Per quanto riguarda l'analisi dei propaguli dei funghi micorrizici, il numero totale di spore rilevato nei tre diversi trattamenti è risultato significativamente inferiore nelle parcelle di Biologico vecchio rispetto agli altri due trattamenti (Fig. 7).



BV: Biologico Vecchio; BN: Biologico Nuovo; CN: Convenzionale

**Fig. 7. Numero totale di spore di funghi MA per 100 g di suolo nei tre sistemi di gestione agronomica del dispositivo sperimentale di Montepaldi (FI). Valori medi di quattro repliche  $\pm$  errore standard della media.**

La distribuzione delle spore all'interno delle diverse specie ha confermato la preponderanza di specie appartenenti al genere *Glomus*, a cui si affiancavano spore appartenenti ai generi *Pacispora* e *Scutellospora* (dati non riportati). Per quanto riguarda l'analisi della colonizzazione radicale, la micorrizzazione delle piante di mais a fine coltura si è dimostrata influenzata dalla gestione dei terreni, con differenze significative tra BIOV e Convenzionale ( $P < 0,05$ ), e con un gradiente decrescente dal trattamento Biologico vecchio al Biologico nuovo e quindi al convenzionale (rispettivamente 60, 50 e 43%). Un analogo andamento è stato osservato per la concentrazione di glomalina totale (TG-GRSP) (dati non riportati). In relazione all'infettività del suolo, la densità di *entry points* nelle radici delle piante test a 20 giorni dalla germinazione è stata influenzata dal tipo di gestione del suolo di provenienza, con differenze significative ( $P < 0,05$ ) tra i dati registrati nel terreno proveniente dai trattamenti BIOV e BION ( $0,55 \pm 0,08$  e  $0,58 \pm 0,09$  *entry points*  $\text{mm}^{-1}$  radice, rispettivamente) e quelli rilevati nel terreno proveniente dal convenzionale ( $0,23 \pm 0,05$  *entry points*  $\text{mm}^{-1}$  radice).

I dati sugli artropodi indicano una densità totale all'incirca doppia nei sistemi convenzionale e BION rispetto al BIOV (Tab. 26). Tuttavia, mentre il sistema BION presenta una distribuzione equilibrata degli individui nei tre gruppi principali (acari Oribatidi, altri acari e collemboli), nel sistema convenzionale essa appare sbilanciata verso gli acari a svantaggio dei collemboli (rapporto acari/collemboli: 1,95 in BION, 4,86 in BIOV e 6,43 nel convenzionale).

**Tab. 26. Densità totale e media  $\pm$  SE dei diversi gruppi di microartropodi per campione ( $175 \text{ cm}^3$  di terreno) nei tre sistemi di gestione (Montepaldi, Firenze).**

Sistema di gestione	Oribatida	Altri acari	Collembola	Altri artropodi
<i>Biologico vecchio</i>				
TOT.	408	477	182	53
Media $\pm$ SE	$25,5 \pm 4,82$	$29,81 \pm 5,50$	$11,38 \pm 2,40$	$3,31 \pm 0,79$
<i>Biologico nuovo</i>				
TOT.	820	803	833	73
Media $\pm$ SE	$51,25 \pm 10,14$	$50,19 \pm 7,36$	$52,06 \pm 14,59$	$4,56 \pm 1,08$
<i>Convenzionale</i>				
TOT.	1086	991	323	108
Media $\pm$ SE	$67,88 \pm 15,38$	$61,94 \pm 19,05$	$20,19 \pm 3,78$	$6,75 \pm 2,83$

Il valore dell'Indice di Qualità Biologica del Suolo (QBS) è risultato più elevato nel sistema BION (193) che nei sistemi BIOV (137) e convenzionale (134). Tutti e tre i valori sono comunque superiori a quelli registrati nel dispositivo sperimentale pisano. Resta da chiarire se ciò sia effettivamente imputabile all'effetto della gestione agronomica delle colture piuttosto che alla diversità strutturale del paesaggio: si ritiene infatti che molti dei microartropodi che entrano nel calcolo dell'indice QBS siano favoriti da una maggiore eterogeneità strutturale del paesaggio agricolo, decisamente più elevata a Montepaldi (dove vi è una cospicua estensione di elementi lineari quali siepi e fasce inerbite) che a Pisa.

I risultati relativi ai parametri chimici e biochimici del suolo mettono in evidenza come anche da pochi anni dopo l'introduzione del metodo di coltivazione biologica possa indurre significative variazioni positive sulla qualità di questo comparto ambientale. Infatti i dati

ottenuti nel dispositivo MASCOT dopo soli 5 anni di conversione dal convenzionale al biologico danno conto di un aumento dello stock del C organico del suolo e della modificazione della sua dinamica. Nel complesso, viene confermata la maggiore l'attitudine dei sistemi condotti in biologico di sequestrare C rispetto ai sistemi convenzionali.

I risultati ottenuti nel dispositivo più assestato (Montepaldi), oltre a confermare quanto sopra riportato, mettono in evidenza un comportamento differente tra il sistema biologico convertito più di recente (biologico nuovo) rispetto al biologico vecchio. Tali differenze, che sono prevalentemente legate allo stock ed alla dinamica dell'N, sono potenzialmente di grande interesse e devono essere ancora opportunamente valutate e spiegate.

Il sistema MASCOT non mostra variazioni tra i trattamenti per ciò che riguarda le popolazioni di funghi MA, mentre i risultati ottenuti nei sistemi di Montepaldi mostrano che la durata della sperimentazione a gestione biologica rappresenta un fattore importante nella struttura e dinamica delle popolazioni fungine micorriziche: i diversi parametri valutati indicano che i campioni sottoposti per più lungo tempo a gestione biologica presentano più alti valori di percentuale di colonizzazione delle piante in campo e di *entry points* nelle radici delle piante test, indicatore di un più elevato numero di propaguli fungini nel terreno, e una più alta concentrazione di glomalina. Al contrario il numero di spore nel terreno risulta più basso, ma questo dato può essere la risposta a un differenziamento della popolazione fungina presente nelle diverse parcelle, come indicato dal fatto che la maggiore presenza di spore nei trattamenti BN e CN è la conseguenza dell'elevato grado di sporificazione di una sola specie (*Glomus viscosum*). E' infatti possibile che nei terreni a più alto disturbo, specie fungine capaci di riprodursi e perpetuarsi principalmente attraverso la produzione di spore siano avvantaggiate rispetto a specie con minore capacità di sporulazione.

In entrambi i dispositivi sperimentali sono state trovate densità di artropodi più alte di quelle riportate in coltivazioni di mais intensive del Nord Italia. I valori noti di QBS si incrementano a partire da 50 per suoli grandemente sfruttati a circa 120 per le foreste e i prati naturali. I nostri dati mostrano QBS compatibili con un alto grado di biodiversità in tutte le situazioni saggiate e i rapporti acari/collemboli sono sempre stati ben superiori a 1 ad indicare una buona umificazione e qualità dei suoli considerati.

Da un punto di vista generale, è opportuno sottolineare come l'attività realizzata nella Linea 3.1 rappresenti uno dei pochi concreti esempi di integrazione della ricerca tra gruppi con competenze differenti e complementari nell'ambito degli studi sulla qualità del suolo.

#### 4.2 Sostenibilità economica

Questa attività si è articolata nelle seguenti azioni, coordinate dall'UO 3:

- analisi delle caratteristiche socio-economiche di casi studio di aziende biologiche operative, con evidenziazione dei rapporti salienti con il mercato sia in fase di acquisizione delle risorse che di organizzazione della vendita; descrizione delle necessità di formazione ed assistenza tecnica, le forme e i canali di commercializzazione, le azioni di marketing e promozione necessarie e auspicabili;
- valutazione della sostenibilità economica dei casi studio, con la determinazione dei principali indicatori tecnico-economici; determinazione della scheda tecnica di produzione/avvicendamento in colture erbacee/ortive e della relativa efficienza economica;
- valutazione dell'efficienza economica dei metodi e dei sistemi in sperimentazione nelle diverse UO, attraverso la determinazione della scheda tecnica ottimale, per ambiente e per avvicendamento.

In collaborazione con l' UO 6 (AIAB) sono state identificate 23 aziende biologiche di riferimento nelle diverse realtà produttive, che praticano le colture inserite nel progetto. La scelta aziendale è stata eseguita seguendo i criteri dell'esperienza nel comparto biologico, delle attività produttive praticate, del "successo imprenditoriale", della disponibilità alla collaborazione e delle zone di indagine previste dal progetto. In particolare, la scelta ha privilegiato quelle aziende convertite da tempo al metodo biologico, onde evitare risultati "devianti" imputabili al non completo assestamento dell'azienda al metodo stesso. A questo riguardo, ci si riferisce non solo agli aspetti tecnico-agronomici ma anche alla dotazione strutturale dell'azienda, che, a maturità raggiunta, dovrebbe essersi dotata delle attrezzature necessarie e dovrebbe aver sperimentato e implementato tutte quelle attività produttive di supporto (ad esempio i sovesci) atte ad agevolare la realizzazione delle produzioni destinate al mercato.

Per ogni azienda e per ogni attività produttiva sono stati raccolti anche i parametri previsti nella scheda tecnica sperimentale sull'uso delle risorse e l'impiego di input esterni, a cui sono state aggiunte le informazioni di natura economica rispetto all'input interno ed esterno. A livello aziendale, i parametri rilevati hanno riguardato sia la dotazione strutturale (ricostruzione completa del patrimonio e del capitale aziendale, con la raccolta dei singoli elementi tecnici ed economici) sia gli aspetti economici, dei quali vengono dettagliate: la produzione quali-quantitativa, i prezzi, i reimpieghi e la contribuzione comunitaria. La struttura dei costi è stata dettagliata per tutte le risorse utilizzate sia specifiche per singola attività produttiva, sia di carattere generale: di queste è stato specificato, oltre l'uso, il relativo costo. In parallelo, sono state raccolte le informazioni di natura socio-economica che descrivono le principali caratteristiche dell'imprenditore/impresa, delle maestranze impiegate, i rapporti con l'esterno per quanto riguarda gli approvvigionamenti di mezzi tecnici, i servizi, la commercializzazione (canali di vendita, strategie, ecc.). Particolare risalto è stato dato alle problematiche e peculiarità dell'organizzazione aziendale, al fine di evidenziarne i punti di forza e di debolezza.

Quindi, sono state messe a punto, con i necessari adeguamenti, una scheda tecnica operativa analoga a quella adottata nella "linea sperimentale" ed una scheda aziendale. I parametri rilevati nelle due schede tecniche descrivono in senso quanti-qualitativo l'uso delle risorse per la coltivazione nella fase sperimentale e operativa. Aspetto fondamentale, per questa linea, è stato identificare in senso qualitativo le "procedure" ottimali di produzione, mentre non ha rilevanza, per la natura sperimentale della coltivazione, la determinazione quantitativa dell'impiego di lavoro meccanico ed umano necessari, il cui valore/costo è stato imputato secondo le tariffe medie contoterzi della zona.

Tutti i dati e le informazioni tecnico-economiche relative alle 23 aziende sono stati processati ed elaborati come medie annuali e triennali, evidenziando gli indicatori di efficienza tecnica, economica, finanziaria e patrimoniale sia a livello aziendale che per gruppi omogenei di aziende. In particolare, oltre alla classificazione regionale, si è ritenuto opportuno, data la forte eterogeneità aziendale per dimensioni, dotazioni ed attività produttive praticate, riclassificare le aziende secondo gli ordinamenti produttivi prevalenti.

Per tutte le colture praticate sono stati elaborati il bilancio parziale e il report dei dati tecnici specifici – entrambi su base media ponderata triennale – relativi alle produzioni, ai prezzi di vendita e alla quantità di lavoro manuale e meccanico assorbito, oltre al valore e quantità degli input aziendali ed esterni utilizzati. Oltre ad una valenza conoscitiva, utile ad esprimere il livello d'efficienza economica con un'impostazione parziale, i risultati tecnici ed economici delle singole colture (bilanci parziali) variamente riaggregati su base regionale, sono uno strumento comparativo indispensabile all'espressione del giudizio d'efficienza economica delle schede sperimentali, rappresentandone il livello raggiunto nei diversi ambienti regionali e per i diversi avvicendamenti.

Dai dati socio economici aziendali, sono state predisposti dei report per evidenziare i rapporti con l'esterno in termini di canali di commercializzazione, strategie di marketing, relazioni con il sistema di assistenza tecnica (pubblica e privata), nonché caratteristiche socio-economiche dell'imprenditore e delle maestranze coinvolte nel processo produttivo. Accanto a ciò, si sono evidenziate le difficoltà, gli obiettivi e le strategie prevalenti dell'impresa in modo tale da poter acquisire conoscenze sulle strategie attuate ed identificare/quantificare i punti di forza e debolezza della gestione aziendale. In ultima analisi, sono state raccolte ed organizzate tutta una serie di informazioni relative ai rapporti con l'esterno e alla relativa capacità di interazione imprenditoriale: la conoscenza di queste dinamiche appare fondamentale per formulare sinteticamente un giudizio sull'efficienza economica e sul diverso ruolo che assumono i fattori produttivi nella determinazione della stessa.

Si ricorda che un obiettivo intermedio consisteva nell'identificazione – per coltura e per zona – delle tecniche/metodi ottimali di coltivazione, al fine della determinazione di un modello teorico riapplicato su aziende operative di riferimento, per quantificarne in maniera previsionale le performance economiche su strutture produttive operative, connotate da specifici obiettivi d'impresa, vincoli socio-ambientali e da propri costi gestionali. In tale modo, è possibile depurare la scheda tecnica sperimentale delle "inefficienze" relative agli obiettivi d'impresa ed all'utilizzo dei mezzi tecnici su limitate superfici ed in definitiva definire il livello di efficienza economica dei sistemi e metodi in sperimentazione, rispetto alle pratiche biologiche operative: ciò rappresenta la validazione economica della tecnica ottimale.

Per la validazione delle tecniche in sperimentazione, la metodologia adottata ha previsto l'utilizzo organizzato dei dati tecnico-economici derivanti dalle due linee di attività (operativa e sperimentale), al fine di prevedere quali risultati economici aziendali possano essere conseguiti con l'adozione in aziende operative di riferimento delle tecniche di coltivazione in sperimentazione nel progetto. In questo senso, l'elaborazione su base triennale di medie ponderate sull'utilizzo delle risorse, dei risultati tecnici e dei prezzi ha rappresentato il prodotto intermedio indispensabile per la trasposizione della tecnica sperimentale in ambito operativo. In particolare, sono state definite oltre la tecnica media di coltivazione nei diversi ambienti regionali e secondo gli avvicendamenti prevalenti, anche le rese medie di tutte le attività praticate, distinte per regione, i prezzi medi ponderati annuali e triennali e le ore d'impiego delle macchine e del lavoro per tutte le più importanti operazioni colturali.

Pur consci che questa metodologia può prestarsi a critiche, considerate le differenze tra i contesti sperimentale e operativo (soprattutto per i fattori di natura non agronomica), riteniamo comunque valido l'approccio impiegato per le simulazioni. In particolare, nel contesto sperimentale è possibile evidenziare i limiti massimi produttivi ai quali dovrebbero tendere le aziende operative.

Il metodo adottato prevede la definizione di un'azienda di riferimento a partire dal panel di aziende operative analizzate. L'azienda identificata ricalca per modello organizzativo e per dotazione di capitali un'azienda reale, alla quale vengono "applicate" alternativamente le schede tecniche ottimali di derivazione sperimentale ed operativa per ambito produttivo e per avvicendamento. In tal modo vengono poste sullo stesso livello tutte quelle variabili di natura imprenditoriale, strutturale ed organizzativa che determinano la distanza tra ambito operativo e sperimentale. Conseguentemente, le differenze di risultato economico sono riconducibili ai due diversi sistemi di coltivazione.

Fondamentale è la scelta aziendale su cui operare la simulazione, sia per dimensione che per indirizzo produttivo, dotazione di capitali e forma imprenditoriale. Per la scelta

delle aziende ove effettuare la simulazione, sono stati valutati i parametri strutturali fondamentali, quali la dimensione produttiva, la dotazione di macchine e capitali, la disponibilità di lavoro, sia interna che esterna, il numero di colture praticate ed i rapporti con l'esterno. Da ciò sono derivate due unità operative di riferimento, rappresentate da due aziende reali dove sono presenti, come nella realtà, colture cerealicole o industriali ed orticole a pieno campo oppure colture orticole coltivate su limitate dimensioni.

Per la validazione della tecnica in sperimentazione, sono state scelte alternativamente una o l'altra delle due strutture aziendali, in funzione delle prove di metodo o di sistema realizzate nei diversi siti sperimentali e della tipologia aziendale regionale di riferimento. Nelle varie simulazioni sono stati utilizzati gli avvicendamenti eseguiti nei diversi siti sperimentali e il dimensionamento delle diverse attività produttive è stato messo in relazione alle disponibilità di lavoro, del mercato di riferimento, della dotazione strumentale delle stesse aziende identificate come modello di riferimento, più che alla effettiva capacità di produrre reddito. Nella nuova configurazione aziendale, i prezzi della produzione utilizzati sono stati quelli osservati nel triennio, così come i costi degli input, analogamente ai costi generali che derivano dalla struttura aziendale. Le rese sono quelle osservate per le colture interessate nelle aziende di riferimento regionali: ne deriva che la scelta delle colture adottate è stata vincolata agli avvicendamenti produttivi praticati nei siti sperimentali, escludendo tutte quelle colture non incluse in questi ultimi. Il dimensionamento delle colture nell'ambito dell'avvicendamento (che influenza anche il livello di costo, facendo variare sia il costo orario che quello complessivo delle macchine) è stato fatto in relazione alla disponibilità di lavoro e all'assorbimento dei prodotti da parte del mercato.

#### 4.2.1 Aziende commerciali

Riguardo alla forma imprenditoriale, la maggior parte delle 23 aziende sono imprese individuali, condotte dall'imprenditore coadiuvato da altri membri della famiglia, che coprono il 95% della SAU, mentre le società di capitali e le società cooperative rappresentano solo il 5% della SAU.

Non c'è univocità negli obiettivi d'impresa, il che ha determinato un numero di risposte superiore al numero aziendale. Per la maggior parte degli imprenditori (41% delle risposte) l'obiettivo economico rappresenta il principale, mentre al secondo posto viene quello salutistico (26,5%).

La formazione in merito agli aspetti tecnici della agricoltura biologica è apparsa eterogenea: spicca al primo posto l'influenza del consulente privato, seguito dalla lettura di riviste specializzate e dall'esperienza diretta. Di scarsa rilevanza sono la partecipazione a corsi di formazione specialistica o la formazione scolastica e il ruolo delle istituzioni pubbliche.

L'esperienza maturata nella pratica biologica è sentita dai più (41% delle risposte) come il punto di forza più importante, ben oltre al clima favorevole o alla qualità e al più elevato valore delle produzioni. Viceversa, le basse rese, le difficoltà di commercializzazione e le elevate esigenze di lavoro vengono ravvisati come i principali punti di debolezza. Le problematiche emerse appaiono sostanzialmente in linea con i punti di debolezza: la maggior parte delle aziende evidenzia il controllo delle malattie delle piante come il problema principale (che ne riduce le rese) e la disponibilità di manodopera. Paradossalmente, non c'è relazione apparente tra i problemi e le soluzioni prospettate che vanno per lo più verso gli aspetti mercantili (aumento della domanda e tecniche di mercato corto).

La maggior parte delle 23 aziende commercializza direttamente i propri prodotti (73%), ma circa metà delle risposte indica rapporti con il trasformatore. In misura minore, le aziende si rapportano con cooperative e/o altre aziende per la vendita dei prodotti. Solo 8 aziende (36%) utilizza un unico canale di commercializzazione e altrettante ne utilizzano due; buona la percentuale di quelle che ne utilizzano più di due. L'accesso al mercato è agevolato da intermediari per il 13%, ma oltre la metà delle aziende (54%) indica che agisce direttamente e il 32% adotta una forma mista in funzione dei prodotti. Quasi nel 70% delle risposte la vendita non è regolamentata da un contratto scritto: ci si limita ad un contratto verbale nel 14,8% dei casi, mentre nel 18,5% si fa ricorso ad un regolare contratto di vendita. In merito alle problematiche della commercializzazione, la risposta più diffusa è stata la scarsa stabilità del mercato, che non dà garanzie né di prezzo né di assorbimento costante dei prodotti; eterogenea è la composizione delle altre risposte, che spaziano dai prezzi ridotti alle difficoltà logistiche e di contatto dei clienti.

Le 23 aziende commerciali selezionate erano distribuite in Lombardia, Veneto, Emilia-Romagna, Toscana, Lazio e Umbria, ovvero le regioni dove sono state realizzate le sperimentazioni. Nel 2008 la SAT complessiva delle 23 aziende era pari a 461 ha, di cui 321 gestiti in proprietà e 140 in affitto, mentre la SAU complessiva era di 432 ha, con un valore medio per unità di superficie pari a circa 33.000 €.

La classificazione aziendale è stata incentrata sulla prevalenza economica di ordinamenti colturali omogenei sul totale della PLV. Nelle 23 aziende, gli ordinamenti colturali sono 5: cerealicolo (con prevalenza di colture cerealicole, oleaginose, leguminose da granella), orticolo, frutticolo, cerealicolo-zootecnico (cereali e colture ad uso zootecnico) e cerealicolo-orticolo. Tale classificazione presenta una fondamentale importanza al fine dell'analisi dell'efficienza economica e tecnica, poiché le aziende assumono connotazioni strutturali quali-quantitative diverse, adattandole, al di là delle dimensioni fisiche, soprattutto all'indirizzo produttivo. Ne deriva una conformazione media della struttura e dei risultati diversa per indirizzo produttivo, come verrà evidenziato successivamente. Ai fini della comprensione del grado d'efficienza, i raffronti in termini di indicatori strutturali, economici e patrimoniali hanno particolare rilievo all'interno della classe di appartenenza, mentre assumono una rilevanza minore nel confronto generale tra aziende. In tal modo, si può meglio comprendere il ruolo e l'efficacia delle singole determinanti nella creazione del reddito.

La superficie media aziendale maggiore, in termini di SAU, è stata osservata nelle aziende frutticole (64 ha), con una superficie arborata (vite ed olivo) pari al 10% del totale e con ampia superficie dedicata alla foraggi coltura. All'estremo opposto vi è il gruppo delle aziende ad ordinamento orticolo (9 ha). La media generale è pari a 19 ha.

Le 23 aziende praticano un elevato numero di colture (72): 10 cereali, 8 leguminose da granella, 41 orticole, 2 industriali, 3 foraggere, 5 arboree, 3 piccoli frutti, oltre alle colture da sovescio, in linea con i dettami generali del metodo biologico, che prevede l'adozione di un elevato livello di agrobiodiversità. Ovviamente, oltre a considerazioni di ordine agronomico e dimensionale (buona ampiezza media aziendale), l'elevato numero è condizionato dall'ordinamento produttivo – volto all'orticoltura – e anche dalle modalità di rapporto con il mercato (prevalenza di filiera corta), per cui l'imprenditore tende ad ampliare il range delle referenze (colture) per soddisfare il proprio cliente.

Una nota particolare va fatta in relazione alla diffusione del sovescio, praticato solamente in 5 aziende: a fronte dell'innegabile valore dal punto di vista agronomico, le aziende in oggetto preferiscono - nella generalità - ricorrere ad altre forme di apporto nutritivo, poiché il costo di realizzazione appare elevato.

Le aziende hanno mostrato buone dotazioni in capitale fondiario, sia in assoluto che per unità di superficie (dati non riportati), in quest'ultimo caso con valori maggiori per le aziende ad ordinamento orticolo, dovuti sia ai più elevati valori fondiari, ma anche ai fabbricati ed immobili necessari per le esigenze della coltivazione e/o commercializzazione dei prodotti. All'estremo opposto si trovano le aziende ad indirizzo cerealicolo. Comunque, in tutti i casi, trattasi di aziende tendenzialmente estensive, con contenute esigenze di capitali, come si evince anche dall'analisi del capitale d'esercizio (circa 54.000 € azienda<sup>-1</sup>, come media del 2008), che per il 70% è rappresentato da capitale d'anticipazione (mezzi tecnici per la produzione). Ridotto è l'utilizzo delle macchine (ca. 25 h ha SAU<sup>-1</sup>), seppur con forti differenze tra aziende.

Nelle aziende del gruppo, il lavoro ammonta a 31,5 ULU, prevalentemente afferente alla famiglia dell'imprenditore (ca. 80%) al quale si integrano 4,9 ULU con rapporto stabile nel tempo. I restanti 3,4 ULU svolgono mansioni occasionali legate prevalentemente alle fasi salienti delle colture praticate (trapianto e raccolta). Mediamente, ciò corrisponde ad un impiego di 158 h ha SAU<sup>-1</sup>, valore elevato, corrispondente in media a ca. 14 ha SAU ULU<sup>-1</sup>. Prevedibilmente, le aziende ad ordinamento cerealicolo e cerealicolo-zootecnico sono risultate quelle più estensive in rapporto all'utilizzazione del lavoro (44 e 24,7 h ha SAU<sup>-1</sup>), in controtendenza rispetto alle aziende ad ordinamento orticolo (427,9 h ha SAU<sup>-1</sup>).

Riguardo alla parte attiva del bilancio, la contribuzione comunitaria è mediamente attorno all'11,7% della PLV, con valori più alti per le aziende cerealicole e cerealicolo-zootecniche e più bassi per le orticole (Tab. 27). La PLV è ovviamente spostata verso le produzioni erbacee, tuttavia diverse aziende hanno una qualche produzione in termini di servizi (agriturismo), mentre le trasformazioni e le entrate derivanti dalle gestione extracaratteristica sono limitate ad un caso.

**Tab. 27. Aziende commerciali: struttura della PLV per ordinamento produttivo (€ ha sau<sup>-1</sup>) nel triennio.**

<i>Ordinamento produttivo</i>	<i>SAU media aziendale (ha)</i>	<i>PLV (€)</i>	<i>Produzioni erbacee (% su PLV)</i>	<i>Trasformazione (% su PLV)</i>	<i>Servizi (es. agriturismo) (% su PLV)</i>	<i>Proventi gestione extracaratteristica (% su PLV)</i>	<i>Premi (€)</i>	<i>Premi (% su PLV)</i>
Cerealicolo	64,3	2314,8	53,7	7,1	12,8	3,6	528,5	22,8
Cerealicolo-orticolo	47,2	4066,9	66,3	0,0	18,1	0,0	635,6	15,6
Cerealicolo-zootecnico	38,8	1551,7	76,0	0,0	0,0	0,0	372,3	24,0
Frutticolo	24,3	1447,6	48,4	0,0	6,4	0,0	653,4	45,1
Orticolo	9,4	9003,6	88,8	1,5	4,3	0,5	442,0	4,9
TUTTE	19,2	4227,8	78,3	2,1	6,8	0,8	505,0	11,9

In Tab. 28 è riportata la struttura generale dei costi medi triennali, suddivisi tra variabili e fissi, con le relative incidenze percentuali. Le aziende orticole e cerealicolo-orticole presentano i valori più elevati di costi variabili e di incidenza di questi sui costi totali, imputabili principalmente ai mezzi tecnici a fecondità semplice impiegati nel processo

produttivo. All'estremo opposto si collocano le aziende frutticole, con i costi fissi più elevati, imputabili agli impianti.

**Tab. 28. Aziende commerciali: struttura dei costi per ordinamento produttivo (€ ha sau<sup>-1</sup>) nel triennio.**

Ordinamento produttivo	SAU media aziendale (ha)	Costi totali (CT)		Costi variabili		Costi fissi	
		€	% su CT	€	% su CT	€	% su CT
Cerealicolo	64,3	2241,2	100,0	496,2	22,1	1744,9	77,9
Cerealicolo-orticolo	47,2	4124,7	100,0	990,4	24,0	3134,4	76,0
Cerealicolo-zootecnico	38,8	1737,7	100,0	459,4	26,4	1278,3	73,6
Frutticolo	24,3	3187,8	100,0	410,3	12,9	2777,4	87,1
Orticolo	9,4	9099,4	100,0	1894,1	20,8	7205,3	79,2
TUTTE	19,2	4528,3	100,0	945,1	20,9	3583,2	79,1

Tutte le aziende del gruppo riescono sempre a generare ricchezza con valori positivi di Produzione Netta Aziendale (PNA), ad eccezione di due ad indirizzo cerealicolo, nelle quali la produzione a livello tecnico-gestionale è particolarmente inefficiente (Tab. 29). Stessa considerazione può essere fatta per il Reddito Netto (RN) – espressione della somma dei redditi afferenti all'impresa – e del Reddito Operativo (RO) – espressione di quelli del solo processo produttivo tipico. Al di là della dimensione economica, per tutte le aziende si nota la capacità di produrre ricchezza e reddito. I valori negativi di Reddito da lavoro (RLAV) e Profitto (+/- T), denotano invece che la pura attività d'impresa non sempre è compensata, andando ad erodere e sotto-remunerare in particolare il lavoro interno. Si nota come solamente le aziende cerealicolo-zootecniche e frutticole sono in tale situazione, segno che gli altri indirizzi produttivi, per strategie diverse (estensivizzando il lavoro o impiegandolo in produzioni più ricche) riescono a compensare tutta la struttura teorica dei costi. Tale situazione è ben evidenziata nelle tabelle in cui la ricchezza ed i redditi sono espressi per unità di superficie e di lavoro: nel primo caso è sufficiente che la ricchezza prodotta, ferma restando la struttura del lavoro, raggiunga 1.200-1.300 € ha SAU<sup>-1</sup> affinché tutti i fattori produttivi siano remunerati a prezzo d'opportunità. In particolare, secondo la classificazione per dimensione, le aziende ad ordinamento orticolo risultano essere al primo posto, compensando con circa 500 € ha SAU<sup>-1</sup> l'impresa.

**Tab. 29. Aziende commerciali: valori medi triennali dei principali redditi per ordinamento produttivo, espressi in valore assoluto (€), per unità di superficie (€ ha SAU<sup>-1</sup>) e unità di lavoro (€ ha ULU<sup>-1</sup>).**

Ordinamento produttivo	N. aziende	PNA (€)	RN (€)	RO (€)	RLAV (€)	+/-T (€)
Cerealicolo	1	26.947	21.328	19.328	7.389	1.786
Cerealicolo-orticolo	1	80.215	69.272	69.272	11.271	-2.729
Cerealicolo-zootecnico	2	22.848	22.848	22.848	-951	-7.211
Frutticolo	5	20.160	9.293	9.293	-109.985	-111.852

Orticolo	14	38.023	34.726	34.345	21.065	-896
<i>Ordinamento produttivo</i>	<i>N. aziende</i>	<i>PNA (€ ha SAU<sup>-1</sup>)</i>	<i>RN (€ ha SAU<sup>-1</sup>)</i>	<i>RO (€ ha SAU<sup>-1</sup>)</i>	<i>RLAV (€ ha SAU<sup>-1</sup>)</i>	<i>T (€ ha SAU<sup>-1</sup>)</i>
Cerealicolo	1	2.148	1.759	1.603	671	216
Cerealicolo-orticolo	1	324	61	61	-1.308	-1.605
Cerealicolo-zootecnico	2	1.544	1.544	1.544	253	-70
Frutticolo	5	1.895	1.441	1.441	-2.762	-2.907
Orticolo	14	59.746	55.072	55.072	33.760	-161

<i>Ordinamento produttivo</i>	<i>N. aziende</i>	<i>PNA (€ ha ULU<sup>-1</sup>)</i>	<i>RN (€ ha ULU<sup>-1</sup>)</i>	<i>RO (€ ha ULU<sup>-1</sup>)</i>	<i>RLAV (€ ha ULU<sup>-1</sup>)</i>	<i>T (€ ha ULU<sup>-1</sup>)</i>	<i>RLAV (€ h lavoro familiare<sup>-1</sup>)</i>
Cerealicolo	1	17.012	13.465	12.203	4.665	1.128	3,1
Cerealicolo-orticolo	1	107.606	92.926	92.926	15.120	-3.661	4,7
Cerealicolo-zootecnico	2	18.016	18.016	18.016	-750	-5.686	-0,4
Frutticolo	5	22.476	10.361	10.361	-122.619	-124.700	-46,3
Orticolo	14	19.565	17.868	17.672	10.839	-461	8,9

PNA = Produzione Netta Aziendale, RN = Reddito Netto, RO = Reddito Operativo, RLAV = Reddito da Lavoro, +/-T = profitto.

In media, l'investimento generale mostra una redditività (ROE) pari al 3% del capitale investito, con valori più elevati (6%) per le aziende orticole e più ridotti per le frutticole (0,2%). Il contenuto contributo della gestione extra-caratteristica è confermato dai valori del ROI (3,1%), che ribadiscono la buona efficienza economica della produzione del gruppo di aziende esaminato, come media triennale.

La verifica triennale di tutti gli indicatori pone in evidenza una generale buona efficienza economica delle aziende, pur in una situazione di sostanziale eterogeneità. Le aziende più efficienti sembrano essere quelle ad ordinamento orticolo e cerealicolo-orticolo, forti di produzioni più "ricche" che si adattano meglio alle esigenze del mercato corto. Per le altre, pur con strategie produttive divergenti, la concorrenza nella formazione del prezzo del mercato convenzionale le pone in una situazione di minor efficienza economica.

La verifica della sostenibilità economica passa anche attraverso la determinazione e l'analisi dei risultati parziali delle singole attività produttive. Per tutte le colture praticate dalle 23 aziende nel triennio è stato calcolato il bilancio parziale a partire dai risultati generali aziendali e dalle relative schede tecniche. La determinazione dei risultati colturali in chiave tecnica ed economica consente di esprimere giudizi più puntuali rispetto al livello d'efficienza delle singole colture. Sebbene si tratti di un approccio parziale di natura classica e non olistica, è tuttavia chiara l'importanza di queste informazioni, sia in ottica di singola analisi economica che di programmazione a più ampio respiro.

Nei singoli bilanci parziali delle colture (per il cui esame si rimanda alla relazione triennale dell'UO 3-DSEEA) sono stati riportati i dati generali relativi all'azienda ed all'impresa, la superficie aziendale dedicata, la produzione e la resa; i prezzi ed i premi per unità di prodotto; la PLV relativa; i costi distinti in variabili, fissi e per fattore produttivo,

nonché i costi d'esercizio delle macchine; i principali redditi e i punti di pareggio in quantità, in prezzo, con premi e senza premi. I risultati sono stati presentati per unità di superficie, ma di tutti è stato calcolato il valore medio ponderato annuale e triennale.

Nelle Tab. 30 e 31 sono riportati i prezzi medi ponderati e le rese realizzati nel triennio per tutte le colture praticate. Aspetto fondamentale in sede di stima della sostenibilità economica è il diverso livello dei prezzi dei prodotti biologici rispetto ai prezzi medi di mercato. Ne consegue che le performance economiche debbono essere interpretate alla luce delle determinanti non strutturali: le capacità relazionali dell'imprenditore e le forme di commercializzazione diretta dei prodotti garantiscono all'impresa prezzi più elevati delle quotazioni medie di mercato.

**Tab. 30. Prezzi dei prodotti e confronto tra rese aziendali e sperimentali nel periodo 2006-08 per le colture cerealicole, oleaginose e leguminose da granella (n.d. = non disponibile).**

Colture	Prezzi (€ q <sup>-1</sup> )				Rese aziendali (q ha <sup>-1</sup> )				Rese sperimentali (q ha <sup>-1</sup> )	Δ % S/A
	2006	2007	2008	Media	2006	2007	2008	Media (A)	Media (S)	
<i>Cereali</i>										
farro	29,48	29,68	59,00	35,32	32,7	20,3	25,2	26,7	30,5	14,5
frumento duro	23,87	44,24	46,98	40,04	23,2	24,6	25,2	24,5	29,5	20,5
frumento tenero	19,13	27,31	24,43	23,24	43,2	42,9	45,3	43,9	35,7	-18,6
kamut	51,18	70,00	40,00	53,07	20,0	13,4	15,9	16,6	n.d.	n.d.
mais asciutto	15,81	34,12	16,15	20,28	45,9	42,3	90,5	67,7	28,7	-57,6
mais irriguo	19,26	29,87	19,08	23,23	70,7	98,0	122,6	101,7	n.d.	n.d.
orzo	14,57	30,00	25,00	18,44	29,8	21,4	22,9	27,0	46,0	70,5
<i>Oleaginose</i>										
girasole	30,00	40,68	39,17	38,32	30,0	23,4	22,5	23,8	12,0	-49,9
lino	86,96	80,00	80,00	83,86	8,6	1,4	5,5	5,3	n.d.	n.d.
<i>Leguminose da granella</i>										
cece	213,58	260,00	316,28	252,30	13,7	7,6	8,9	10,0	n.d.	n.d.
cicerchia	277,78	443,40	563,64	425,49	9,7	9,7	10,2	9,8	n.d.	n.d.
fagiolina del Trasimeno	1000,00	1000,00	1000,00	2000,00	10,0	8,7	3,6	5,7	n.d.	n.d.
fagiolo da granella	461,54	661,54	593,62	582,19	6,0	4,5	7,7	6,6	n.d.	n.d.
fava da granella	209,75	247,17	0,00	227,92	28,7	42,4	0,0	34,0	n.d.	n.d.
lenticchia	337,60	338,79	401,07	350,82	8,7	6,9	6,4	7,5	n.d.	n.d.

**Tab. 31. Prezzi dei prodotti e confronto tra rese aziendali e sperimentali nel periodo 2006-08 per le colture orticole e foraggere (n.d. = non disponibile).**

Colture	Prezzi (€ q <sup>-1</sup> )				Rese aziendali (q ha <sup>-1</sup> )				Rese sperimentali (q ha <sup>-1</sup> )	Δ % S/A
	2006	2007	2008	Media	2006	2007	2008	Media (A)	Media (S)	
<i>Orticole</i>										
carota	76,40	84,57	84,06	81,39	227,5	236,0	353,4	254,5	n.d.	n.d.
cetriolo	106,09	89,33	88,13	92,39	278,6	299,1	263,1	289,4	n.d.	n.d.
fagiolino	277,09	285,03	228,34	264,38	54,1	64,3	78,9	61,9	63,7	2,8
fagiolo baccello	213,85	212,31	231,89	223,17	81,3	51,0	148,0	93,3	n.d.	n.d.
cocomero	32,45	24,02	24,89	27,86	519,9	372,0	330,2	406,3	n.d.	n.d.
fava fresca	190,19	200,00	200,00	195,57	101,4	112,0	112,0	106,9	n.d.	n.d.
finocchio	146,12	181,15	168,12	164,84	183,1	184,3	219,6	195,9	n.d.	n.d.
fragola	277,03	274,88	280,50	277,81	29,3	28,2	94,4	39,9	n.d.	n.d.
lattuga	114,59	141,67	150,28	136,84	134,8	166,0	183,3	160,6	n.d.	n.d.
melanzana	144,83	137,54	141,99	139,81	189,8	123,8	180,9	144,6	n.d.	n.d.
melone	113,40	102,41	112,82	108,47	123,2	171,5	418,5	182,4	n.d.	n.d.
patata	80,67	82,41	83,24	81,94	153,9	132,1	145,9	143,8	n.d.	n.d.
peperone	137,42	156,70	159,48	149,87	82,7	84,9	213,2	97,8	n.d.	n.d.
pisello fresco	227,19	219,05	206,22	220,17	33,0	87,1	80,4	55,5	n.d.	n.d.
pomodoro da industria	50,77	19,43	44,67	36,86	311,2	384,6	200,8	334,9	n.d.	n.d.
pomodoro da mensa	129,82	132,46	122,19	127,98	117,0	148,4	61,1	93,0	n.d.	n.d.
radicchio Chioggia	154,19	157,03	261,43	185,40	112,2	137,0	134,6	124,8	n.d.	n.d.
radicchio Treviso	438,52	500,00	612,50	493,53	104,6	68,0	59,3	80,0	n.d.	n.d.
radicchio verona	220,49	200,00	272,50	227,44	81,3	63,0	59,3	70,3	n.d.	n.d.
zucca	38,42	76,46	72,32	53,45	89,6	96,7	73,0	87,7	n.d.	n.d.
zucchino	113,31	114,20	119,23	115,95	275,3	269,4	208,7	243,1	n.d.	n.d.
<i>Foraggere</i>										
favino	48,90	54,33	36,98	43,03	23,2	27,5	25,5	25,3	31,5	24,7
medica	10,00	10,00	10,00	10,00	81,1	80,9	81,0	81,0	49,4	-39,0
pisello foraggio	38,34	42,68	55,00	43,38	40,1	29,6	100,0	39,8	n.d.	n.d.
soia	28,50	38,00	47,00	36,90	47,3	25,1	52,0	41,3	22,6	-45,1

Dal confronto tra le rese aziendali e quelle sperimentali emerge che non sempre queste ultime – com'era da attendersi – presentano una resa tecnica superiore. L'elevata variabilità conferma, una volta in più, come i risultati produttivi di un'agrotecnica meno standardizzabile – quale quella biologica – dipendano in misura preponderante dalle condizioni locali, ivi compresa l'abilità gestionale del singolo tecnico/agricoltore.

#### 4.2.2 Aziende sperimentali

Nelle schede economiche delle aziende sperimentali è stato attribuito alle singole colture il costo delle operazioni eseguite in conto terzi, alle produzioni il prezzo medio realizzato dalle aziende operative e agli input il costo reale sostenuto, evidenziando una tipologia di reddito al lordo del costo della struttura. I redditi lordi delle colture sperimentali, che hanno un valore puramente indicativo, sono riportati nella Tab. 32.

**Tab. 32. Redditi Lordi delle colture in sperimentazione (valori medi triennali, € ha<sup>-1</sup>).**

<i>Coltura</i>	<i>FA</i>	<i>MA</i>	<i>OR</i>	<i>SO</i>	<i>FV</i>	<i>FD</i>	<i>FT</i>	<i>TR</i>	<i>GI</i>	<i>EM</i>	<i>PI</i>	<i>LA</i>	<i>FR</i>	<i>ME</i>	<i>FG</i>	<i>FI</i>	<i>PO</i>
Produzione principale (q)	31	29	46	23	32	29	36	28	12	49	13	411	185	387	64	-	559
Prezzo* prodotto (€ q <sup>-1</sup> )	35	20	18	37	43	40	23	13	38	10	43	137	278	108	264	165	37
Valore produzione (€)	1079	583	848	835	1356	1179	831	369	458	494	577	56240	51358	42006	16828	-	20601
<i>Spese mercantili</i>	348	423	249	41	193	269	289	15	283	146	464	3108	14038	3903	2100	3582	1540
Fertilizzanti	348	194	169	-	44	111	105	-	167	-	158	271	1269	792	-	1022	307
Sementi	-	229	80	41	149	158	184	15	116	146	140	2806	11785	2224	2100	2560	992
Altri mezzi tecnici	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	167	31	984	887	-	-	240
<i>Operazioni</i>	470	877	708	798	621	695	729	15	937	1628	892	400	758	734	322	369	2023
Preparazione terreno	200	317	315	244	345	383	388	-	451	618	506	184	376	168	196	246	349
Semina o trapianto	74	104	57	58	67	105	101	-	105	57	59	-	-	103	-	-	117
Altre operazioni	68	320	208	334	74	80	112	15	241	953	328	216	383	442	125	122	916
Raccolta	127	135	127	162	135	127	127	-	140	-	-	-	-	21	-	-	640
<i>Reddito lordo</i>	262	-717	-108	-3	542	216	-187	339	-762	-1281	-779	52732	36562	37370	14406	-3951	17038

\*I prezzi utilizzati sono quelli medi ponderati delle aziende commerciali. FA = farro, MA = mais, OR = orzo, SO = soia, FV = favino, FD = frumento duro, FT = frumento tenero, TR = trifoglio, GI = girasole, EM = erba medica, PI = pisello, LA = lattuga, FR = fragola, ME = melone, FG = fagiolino, FI = finocchio, PO = pomodoro, ZC = zucchini.

Come era lecito attendersi, le colture orticole (sebbene con qualche eccezione) hanno spuntato redditi lordi nettamente superiori alle altre. Invece, come spesso accade anche in agricoltura convenzionale, le colture cerealicole e in genere quelle estensive faticano a spuntare redditi lordi positivi, mostrando anzi spesso valori negativi.

Nella Tab. 33 sono riportati i principali indicatori di redditività relativi al confronto tra aziende commerciali e sperimentali in tutte le aree geografiche coperte dalle ricerche di SIMBIO-VEG. I risultati si riferiscono a simulazioni – basate su dati reali – relative ad aziende standard a diverso ordinamento produttivo. Per i dettagli sul metodo adottato si rimanda alla relazione dell'UO 3-DSEE. Si può osservare come, in tutte le situazioni, l'efficienza generale aziendale aumenti con le tecniche di gestione agronomica impiegate nelle aziende sperimentali, segno che vi sono buoni margini di miglioramento dell'efficienza delle aziende commerciali legati all'affinamento dell'agrotecnica, soprattutto in quelle con orticole. Tuttavia, ancora una volta emergono notevoli differenze di redditività legate alla tipologia di ordinamento produttivo: si può notare come l'inserimento di colture orticole in avvicendamento determini un significativo incremento di efficienza aziendale; al contrario, le aziende ad ordinamento cerealicolo e soprattutto cerealicolo-industriale si rivelano quelle a più bassa redditività. Inoltre, è interessante notare come (caso di Parma) l'introduzione del sovescio aumenti l'efficienza economica aziendale. E' bene ricordare che nelle simulazioni si è ipotizzato che tutta la produzione venga venduta al prezzo previsto; tuttavia, in situazioni reali è probabile che l'impresa adotti uno schema di coltivazione subottimale, mossa dalla difficoltà a reperire la manodopera necessaria o dalla difficoltà di posizionare adeguatamente nel mercato diretto tutta la produzione realizzabile.

**Tab. 33. Principali indicatori di redditività (%): confronto tra aziende commerciali e sperimentali (v. testo per i dettagli).**

Zona (ordinamento produttivo)	Aziende commerciali (C)	Aziende sperimentali (S)	S/C (%)
<i>Firenze (cerealicolo)</i>			
ROE (RN/CN)	-0,25%	0,01%	102,5
ROI (RO/CI)	0,00%	0,00%	102,5
ROS (RO/PLV)	0,00%	0,00%	101,5
PLV/CI	0,05%	0,08%	67,4
<i>Pisa (cerealicolo-industriale)</i>			
ROE (RN/CN)	0,16%	0,37%	128,6
ROI (RO/CI)	-0,04%	-0,03%	22,3
ROS (RO/PLV)	-76,94%	-38,04%	50,6
PLV/CI	0,05%	0,08%	57,2
<i>Perugia (cerealicolo-orticolo)</i>			
ROE (RN/CN)	-0,09%	0,70%	864,1
ROI (RO/CI)	-0,01%	0,09%	865,0
ROS (RO/PLV)	-9,77%	37,99%	489,0
PLV/CI	0,11%	0,22%	96,7
<i>Parma (cerealicolo-orticolo, senza sovescio)</i>			
ROE (RN/CN)	0,15%	0,28%	79,0
ROI (RO/CI)	0,02%	0,03%	89,5
ROS (RO/PLV)	15,21%	22,84%	50,2

PLV/CI	0,12%	0,15%	26,2
<i>Parma (cerealicolo-orticolo, con sovescio)</i>			
ROE (RN/CN)	0,14%	0,53%	277,3
ROI (RO/CI)	0,02%	0,06%	251,7
ROS (RO/PLV)	12,96%	37,27%	187,6
PLV/CI	0,13%	0,16%	22,3
<i>Ravenna (orticolo)</i>			
ROE (RN/CN)	2,16%	22,51%	940,7
ROI (RO/CI)	0,67%	5,83%	771,5
ROS (RO/PLV)	21,20%	60,84%	186,9
PLV/CI	3,15%	9,58%	203,7

ROE = *Return On Equity*, ROI = *Return On Investment*, ROS = *Return on Sales*, RN = Reddito Netto, CN = Capitale Netto, RO = Reddito Operativo, CI = Capitale Investito, PLV = Produzione Lorda Vendibile.

### 4.3 Sostenibilità globale

La metodologia per la valutazione della sostenibilità globale è stata applicata alle due aziende sperimentali di Pisa (UO 1) e Firenze (UO 2) e a 12 aziende commerciali con ordinamenti prevalentemente orticoli, individuate tra quelle segnalate dall'UO 6 (AIAB). In particolare, sono state scelte 2 aziende per regione, il più possibile uniformi per dimensione e ordinamento colturale, indicate di seguito:

#### Lazio

- Azienda Agricola Caramadre (14 ha, orticola), Fiumicino RM.
- Azienda Agricola Arvalia (3,44 ha, orticola), Loc. Casetta, Viterbo VT.

#### Umbria

- Azienda Agricola Martelli Rossella (10 ha, orticola), Foligno PG.
- Azienda Agricola I Melagrani (7 ha, orticola), Castiglione del Lago PG.

#### Toscana

- Azienda Agricola Roncareggi Ida (7,5 ha, orticola), San Vincenzo LI.
- Azienda Agricola Podere Pereto (38 ha, orticola), Rapolano Terme SI.

#### Emilia Romagna

- Azienda Agricola Radisa (5 ha, orticola), Santeramo RA.
- Azienda Agricola Tassinari Carla (3,5 ha, orticola), Bondeno FE.

#### Veneto

- Azienda Agricola Celestino Benetazzo (3 ha, orticola), Padova PD.
- Azienda Agricola Madre Terra (2,8 ha, orticola), Caltana di Santa Maria di Sala VE.

#### Lombardia

- Azienda Agricola Corbari Antonio (4,5 ha, orticola), Cernusco sul Naviglio MI.
- Azienda Agricola E Terra vita gignitur (11,45 ha, orticola), Trescore Balneario BG.

La metodologia ha previsto il calcolo di una serie di indicatori di sostenibilità a partire dalla determinazione dei processi produttivi con quantificazione di tutti gli input (materia,

NPK ed energia) e output (materia, NPK ed energia) del sistema azienda. Nelle aziende sperimentali la valutazione è il risultato della somma dei processi produttivi delle singole colture (schede colturali), mentre nelle 12 aziende commerciali la valutazione è stata fatta a scala aziendale, senza la determinazione dei singoli processi produttivi per coltura. In entrambi i casi è stato possibile calcolare quasi tutti i parametri previsti, seppur con metodi diversi. I parametri rilevati – che fanno riferimento alla metodologia I/EAFS (Vereijken, 1997) – sono elencati di seguito:

- Superficie boschiva
- Adiacenza appezzamenti
- Dimensione appezzamenti
- Rapporto lunghezza-larghezza appezzamenti
- Densità appezzamenti
- Indice infrastrutture ecologiche
- Ricchezza infrastrutture ecologiche arboree
- Diversità infrastrutture ecologiche arboree
- Ricchezza infrastrutture ecologiche erbacee
- Diversità infrastrutture ecologiche erbacee
- Durata della rotazione
- Adiacenza di specie
- Percentuale di specie
- Percentuale di gruppo
- Copertura del suolo/anno
- Copertura del suolo nel periodo critico
- Sostanza organica
- Azoto totale del suolo
- Fosforo assimilabile del suolo
- Potassio scambiabile del suolo
- Rapporto C/N del suolo
- Dipendenza da fonti non rinnovabili
- Reimpieghi
- Sostenibilità complessiva
- Asportazione immediata
- Rendimento (output totali/input totali)
- Rendimento (output venduti/input esterni)
- Bilancio unico (input - output)
- Bilancio unico (input/output)
- N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> nel suolo
- Rischio per l'ambiente (GUS)
- Rete scolante

#### 4.3.1 Aziende commerciali

In Tab. 34 vengono presentati i risultati del calcolo degli indicatori di sostenibilità agro-ambientale come media delle 12 aziende caso di studio, riferiti all'unità di superficie. Per quanto riguarda il sistema suolo, i risultati mostrano che tutti gli indicatori, eccetto la copertura del suolo ed il rapporto C/N, si discostano dal valore ottimale. La copertura del suolo annua (89,5%) e quella nel periodo critico (78,3%) sono molto superiori all'ottimale (50%). Ciò è dovuto ai cicli colturali continui delle orticole ed alla presenza di sovesci

intercalari. La dotazione di sostanza organica è buona (2%), considerato che siamo in terreni prevalentemente sabbio-limosi, anche se non raggiunge il valore soglia del 2,5%. I valori di fosforo assimilabile e potassio scambiabile sono invece molto al di sopra dei limiti ottimali e vista la natura sabbiosa dei terreni si deve pensare ad un rischio di ruscellamento del fosforo e quindi di eutrofizzazione delle acque superficiali. Anche il parametro dell'azoto nitrico è preoccupante, in quanto valori così elevati (408 kg) nei terreni sabbiosi sono sicuramente indicatori di rischio di dilavamento soprattutto se soggetti all'irrigazione.

Per quanto riguarda l'aspetto ambientale, paesaggistico e della biodiversità, i risultati della valutazione di queste aziende mostrano valori molto positivi. Pur non avendo quasi mai la presenza del bosco nella propria superficie (solo 4% rispetto al valore ottimale del 10%), le aziende sono molto dotate di infrastrutture ecologiche (16,7%), con valori di gran lunga superiori a quello ottimale (5%). Inoltre, le infrastrutture ecologiche sono molto ricche in specie (56,3) ed hanno un elevato indice di diversità (3,38), entrambi molto superiori ai valori limite (rispettivamente 35 e 2). Gli indicatori della struttura agroecosistemica aziendale non sono invece altrettanto positivi. Gli appezzamenti non sono sempre adiacenti (0,45), aspetto negativo perché interrompe l'unità ecologica dell'azienda biologica (1), soprattutto se confinante con aziende convenzionali orticole; similmente, la dimensione e la disposizione spaziale non sono ottimali. L'elevatissima ricchezza varietale (ben 45 cultivar) e la presenza di varietà autoctone (3,62) testimoniano l'adesione di queste aziende ai principi ed ai metodi dell'agricoltura biologica e la propensione alla filiera corta (ad es. vendita diretta o gruppi di acquisto). A ciò va aggiunto il fatto che vi è un elevato grado di reimpiego (sovesci e sementi), ulteriore testimonianza della tendenza al ciclo chiuso. La diversità della vegetazione spontanea nei campi (indice di Shannon) è inferiore a 2 (1,66) segno che la gestione delle infestanti rimane un problema, in quanto due o tre specie di infestanti sono prevalenti rispetto alle altre.

**Tab. 34. Valore medio degli Indicatori Agroambientali nelle 12 aziende commerciali orticole.**

Sistema		Acronimo*	Indicatori agro-ambientali	Unità di misura	Valore ottimale	Valore medio
Biofisico	Suolo e acque	SClaA	Copertura del suolo/anno	% mesi	x > 50	89,45
		SClcA	Copertura del suolo nel periodo critico	% mesi	x > 60	78,32
		OMARs	Sostanza Organica (riserve del suolo)	%	x ≥ 2,5	2,03
		TNAR	Azoto totale del suolo		x > 1,5	1,22
		PAR	Fosforo assimilabile del suolo	mg kg <sup>-1</sup>	35 < x < 25	81,29
		KAR	Potassio scambiabile del suolo	mg kg <sup>-1</sup>	150 < x < 200	359,78
		PNL	Nitrati del suolo	kg	x < 70	408,00
		C/N	Rapporto C/N	-	9 < x < 12	9,71
		Tessitura	Tessitura terreno media	-	-	Sabbioso-limoso
	Paesaggio e biodiversità	WA	Superficie boschiva	% SAT	x > 10	3,99
		FA	Adiacenza appezzamenti	-	x = 1	0,45
		CFS	Dimensione appezzamenti	ha	1 < x < 5	5,92
		FLW	Lunghezza/larghezza	-	1 < x < 4	4,91
		FD	Densità appezzamenti	numero ha <sup>-1</sup>	Max	3,62

		VR	Ricchezza varietà	numero	$x > 20$	45,00
		AVR	Ricchezza varietà autoctone	numero	$x > 2$	3,58
		EII	Indice infrastrutture ecologiche	% SAU	$x > 5$	16,68
		EIR	Ricchezza infrastrutture ecologiche	numero	$x > 35$	56,33
		EID	Diversità infrastrutture ecologiche	numero	$x > 2$	3,38
		WD	Diversità vegetazione infestante	H'	$x > 2$	1,66
Produttivo	Avvicendamento colturale	CR	Durata della rotazione	anni	$x \geq 6$	6,00
		SA	Adiacenza di specie	numero	$x = 0$	0,00
		SS	Percentuale di specie	% tot. specie	$x \leq 0,167$	0,07
		SG	Percentuale di gruppo	% tot. specie	$x \leq 0,33$	0,18
	Efficienza energetica	EE	Bilancio energetico (output-input)	kg	$x > 0$	-4.704,37
		EE	Bilancio energetico (output/input)	Kg/kg	$x > 1$	0,99

\*Fonte: Vereijken (1997).

L'ambito produttivo è valutato per mezzo di indicatori di sostenibilità che riguardano l'avvicendamento colturale e l'efficienza energetica. I risultati sul primo sono tutti ottimali e dimostrano che le aziende adottano piani di avvicendamento ampi, alternando specie e varietà con lo scopo principale di contrastare patogeni e fitofagi. Il calcolo dei flussi di energia mostra invece che queste aziende non sono efficienti dal punto di vista energetico, poiché gli input sono superiori agli output. Questi indicatori hanno valori molto bassi per l'uso di concimi organici, antiparassitari e sementi, segno di una gestione tutto sommato estensiva, e valori medi per il consumo di energia elettrica e gasolio, dovuta principalmente all'uso dell'acqua, delle serre, delle celle frigorifere e dei trasporti (dati non riportati). Per quanto riguarda gli output, le produzioni hanno valori molto variabili tra aziende ma il coefficiente di trasformazione per le colture orticole (2,11 MJ/kg) rende l'efficienza negativa, soprattutto se confrontato con quella di un prodotto cerealicolo.

#### 4.3.2 Aziende sperimentali

In Tab. 35 sono elencati i risultati degli indicatori agroecologici per le due aziende sperimentali toscane. Essi mostrano livelli intermedi di sostenibilità, migliori per quanto riguarda il paesaggio e la biodiversità rispetto all'avvicendamento e al comparto suolo.

**Tab. 35. Valore medio degli Indicatori Agroecologici nelle due aziende sperimentali (Firenze e Pisa).**

Sistemi	Indicatori	Acronimo	UM	Valore ottimale	Valore osservato	
					FI	PI
Paesaggio e biodiversità	Superficie boschiva	WA	% SAT	$X \geq 10$	34,6	41,2
	Adiacenza appezzamenti	FA	Numero	$x = 1$	1,0	1,0
	Dimensione appezzamenti	CFS	ha	$x > 1$	1,3	0,6
	Rapporto lunghezza-larghezza	FLW	m/m	$x < 4$	5,2	10,0
	Densità appezzamenti	FD	numero ha <sup>-1</sup>	max	0,8	1,7
	Indice Infrastrutture ecologiche	EII	% SAU	$x > 5$	5,7	5,3
	Ricchezza infrastrutture ecologiche	EIR	Numero	$x > 40$	47	19,0
	Diversità infrastrutture ecologiche	EID	Numero	$x > 2$	2,3	2,5
Rotazione colturale	Durata della rotazione	CR	anni	$x > 6$	4,0	5,0
	Adiacenza di specie	SA	numero	$x = 0$	0,0	0,0
	Percentuale di specie	SS	% tot. Spec.	$x < 0,167$	0,3	0,2
	Percentuale di gruppo	SG	% tot. Grup.	$x < 0,25$	0,3	0,3
	Copertura del suolo anno	SCla	% mesi	$x > 50$	74,4	66,2
	Copertura del suolo periodo critico	SClc	% mesi	$x > 60$	82,9	74,7
Suolo	Sostanza organica (riserve del suolo)	OMARs	%	$x > 2,5$	1,63	1,6
	Azoto totale del suolo	TNAR	‰	$x > 1,5$	1,19	1,1
	Fosforo assimilabile del suolo	PAR	Ppm	$35 < x < 25$	61,75	13,4
	Potassio scambiabile del suolo	KAR	Ppm	$150 < x < 200$	128,16	n.d.
	Rapporto C/N	C/N	numero	$9 < x < 12$	8,03	8,4

Come evidenziato dalle Tab. 36, 37 e 38, il calcolo dei flussi di energia stimato come indicatore di bilancio output/input per l'intero avvicendamento colturale presenta valori più elevati nel sistema biologico che in quello convenzionale (Pisa: 10,6 vs 6,1 come media quinquennale) e nel sistema biologico più datato rispetto a quello più recente (Firenze: 9,7 vs 9,1 vs 5,0 per il sistema convenzionale, come media quadriennale).

**Tab. 36. Bilancio energetico del dispositivo sperimentale MASCOT (Pisa).**

Anno	Sistema biologico											Sistema convenzionale												
	MJ ha <sup>-1</sup>		%		MJ ha <sup>-1</sup>		%		MJ ha <sup>-1</sup>		%		MJ ha <sup>-1</sup>		%		MJ ha <sup>-1</sup>		%		MJ ha <sup>-1</sup>		%	
	01/02	02/03	03/04	04/05	05/06	%	Media	%	01/02	02/03	03/04	04/05	05/06	%	Media	%	01/02	02/03	03/04	04/05	05/06	%	Media	%
	INPUT											INPUT												
Lavorazioni del terreno e preparazione letto di semina	5075	38	5151	43	6049	45	7016	47	6411	44	<b>5940</b>	<b>43</b>	4713	19	5218	20	4992	20	5815	22	5126	20	<b>5173</b>	<b>20</b>
Gestione delle colture	478	4	413	3	478	4	478	3	516	4	<b>473</b>	<b>3</b>	469	2	579	2	704	3	704	3	704	3	<b>632</b>	<b>2</b>
Semina	3111	23	2750	23	3177	24	3685	25	3895	27	<b>3324</b>	<b>24</b>	2958	12	3130	12	2927	12	3275	12	3555	14	<b>3169</b>	<b>12</b>
<i>Fertilizzazione</i>																								
N	1878	14	1878	16	1878	14	1878	13	1878	13	<b>1878</b>	<b>14</b>	12001	48	12001	47	12001	48	12001	45	12001	47	<b>12001</b>	<b>47</b>
PK	675	5	675	6	675	5	675	5	675	5	<b>675</b>	<b>5</b>	2166	9	2166	8	2166	9	2166	8	2166	8	<b>2166</b>	<b>8</b>
<i>Agrofarmaci</i>																								
Erbicidi			0								<b>0</b>	<b>0</b>	714	3	610	2	528	2	658	2	697	3	<b>641</b>	<b>3</b>
Fungicidi	754	6	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>151</b>	<b>1</b>	281	1	441	2	0	0	89	0	0	0	<b>162</b>	<b>1</b>
Insetticidi	236	2	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>47</b>	<b>0</b>	0	0	0	0	278	1	728	3	0	0	<b>201</b>	<b>1</b>
<i>Raccolta</i>																								
Coltura	1231	9	1026	9	1231	9	1231	8	1231	8	<b>1190</b>	<b>9</b>	1231	5	1231	5	1231	5	1231	5	1231	5	<b>1231</b>	<b>5</b>
Residui			0								<b>0</b>	<b>0</b>	223	1	223	1	223	1	223	1	223	1	<b>223</b>	<b>1</b>
<b>TOTALE</b>	<b>13438</b>	<b>100</b>	<b>11893</b>	<b>100</b>	<b>13489</b>	<b>100</b>	<b>14964</b>	<b>100</b>	<b>14605</b>	<b>100</b>	<b>13678</b>	<b>100</b>	<b>24756</b>	<b>100</b>	<b>25598</b>	<b>100</b>	<b>25049</b>	<b>100</b>	<b>26890</b>	<b>100</b>	<b>25703</b>	<b>100</b>	<b>25599</b>	<b>100</b>
	OUTPUT											OUTPUT												
Prodotto utile	63080	43	26534	28	39118	31	48950	36	62309	33	<b>47998</b>	<b>33</b>	85415	43	49266	43	63793	43	69294	45	74910	47	<b>68535</b>	<b>44</b>
Residui colturali	82043	57	33614	36	49063	39	62328	46	70899	38	<b>59589</b>	<b>41</b>	112938	57	65587	57	86131	57	86116	55	85735	53	<b>87302</b>	<b>56</b>
Produzione sovesci			33602	36	37365	30	25122	18	55014	29	<b>37776</b>	<b>26</b>												<b>0</b>
<b>TOTALE</b>	<b>145123</b>	<b>100</b>	<b>93750</b>	<b>100</b>	<b>125546</b>	<b>100</b>	<b>136400</b>	<b>100</b>	<b>188222</b>	<b>100</b>	<b>145363</b>	<b>100</b>	<b>198353</b>	<b>100</b>	<b>114853</b>	<b>100</b>	<b>149924</b>	<b>100</b>	<b>155410</b>	<b>100</b>	<b>160646</b>	<b>100</b>	<b>155837</b>	<b>100</b>
	OUTPUT/INPUT											OUTPUT/INPUT												
	10,8		7,9		9,3		9,1		12,9		<b>10,6</b>		8,0		4,5		6,0		5,8		6,3		<b>6,1</b>	

**Tab. 37. Bilancio energetico del dispositivo sperimentale Montepaldi (Firenze): sistema biovecchio vs bionuovo.**

Anno	Sistema BIOVECCHIO								Sistema BIONUOVO											
	04/05		05/06		06/07		07/08		MEDIA		2004/05		2005/06		2006/07		2007/08		MEDIA	
	MJ ha <sup>-1</sup>	%	MJ ha <sup>-1</sup>	%	MJ ha <sup>-1</sup>	%	MJ ha <sup>-1</sup>	%	MJ ha <sup>-1</sup>	%	MJ ha <sup>-1</sup>	%								
	<i>INPUT</i>								<i>INPUT</i>											
Lavorazioni 1	3040	36	4054	33	3040	34	3040	33	<b>3294</b>	<b>34</b>	3040	36	4054	33	3040	34	3040	33	<b>3294</b>	<b>34</b>
Lavorazioni 2	477	6	558	5	1473	16	433	5	<b>735</b>	<b>8</b>	477	6	558	5	1473	16	433	5	<b>735</b>	<b>8</b>
Semina	2879	34	4641	38	3083	34	3280	35	<b>3471</b>	<b>36</b>	2879	34	4641	38	3083	34	3280	35	<b>3471</b>	<b>36</b>
Fertilizzazione	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>0</b>	<b>0</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>0</b>	<b>0</b>
N	907	11	1438	12	477	5	1590	17	<b>1103</b>	<b>11</b>	907	11	1438	12	477	5	1590	17	<b>1103</b>	<b>11</b>
PK	289	3	538	4	0	0	0	0	<b>207</b>	<b>2</b>	289	3	538	4	0	0	0	0	<b>207</b>	<b>2</b>
Agrofarmaci	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>0</b>	<b>0</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>0</b>	<b>0</b>
Erbicidi	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>0</b>	<b>0</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>0</b>	<b>0</b>
Fungicidi	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>0</b>	<b>0</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>0</b>	<b>0</b>
Insetticidi	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>0</b>	<b>0</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>0</b>	<b>0</b>
Raccolta	943	11	943	8	998	11	943	10	<b>957</b>	<b>10</b>	943	11	998	8	943	10	943	10	<b>957</b>	<b>10</b>
TOTALE	8535	100	12172	100	9073	100	9286	100	<b>9766</b>	<b>100</b>	8535	100	12227	100	9017	100	9286	100	<b>9766</b>	<b>100</b>
	<i>OUTPUT</i>								<i>OUTPUT</i>											
Prodotto utile	33247	45	43283	33	26033	32	34279	37	<b>34211</b>	<b>36</b>	30048	47	36354	28	25649	33	31650	39	<b>30925</b>	<b>35</b>
Residui colturali	28738	39	85396	65	45387	55	46430	51	<b>51488</b>	<b>55</b>	24944	39	92826	71	42215	54	41521	51	<b>50376</b>	<b>57</b>
Sovescio	11110	15	1930	1	11023	13	10975	12	<b>8760</b>	<b>9</b>	9433	15	2005	2	11023	14	8074	10	<b>7634</b>	<b>9</b>
TOTALE	73095	100	130609	100	82443	100	91683	100	<b>94458</b>	<b>100</b>	64425	100	131185	100	78887	100	81244	100	<b>88935</b>	<b>100</b>
<i>OUTPUT/INPUT</i>	8,6		10,7		9,1		9,9		<b>9,7</b>		7,5		10,7		8,7		8,7		<b>9,1</b>	

**Tab. 38. Bilancio energetico del dispositivo sperimentale Montepaldi (Firenze): sistema convenzionale.**

Anni	2004/05		2005/06		2006/07		2007/08		<b>MEDIA</b>	
	MJ ha <sup>-1</sup>	%								
<i>INPUT</i>										
Lavorazioni 1	4054	29	4054	28	4054	26	4054	21	<b>4054</b>	<b>26</b>
Lavorazioni 2	225	2	225	2	225	1	225	1	<b>225</b>	<b>1</b>
Semina	2296	16	2972	20	2972	19	2972	16	<b>2803</b>	<b>18</b>
Fertilizzazione	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>0</b>	<b>0</b>
N	5282	38	5282	36	6282	41	9572	51	<b>6605</b>	<b>42</b>
PK	856	6	856	6	459	3	766	4	<b>734</b>	<b>5</b>
Agrofarmaci	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>0</b>	<b>0</b>
Erbicidi	297	2	249	2	342	2	342	2	<b>308</b>	<b>2</b>
Fungicidi	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>0</b>	<b>0</b>
Insetticidi	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>0</b>	<b>0</b>
Raccolta	998	7	998	7	998	7	998	5	<b>998</b>	<b>6</b>
<b>TOTALE</b>	<b>14008</b>	<b>100</b>	<b>14637</b>	<b>100</b>	<b>15333</b>	<b>100</b>	<b>18930</b>	<b>100</b>	<b>15727</b>	<b>100</b>
<i>OUTPUT</i>										
Prodotto utile	45605	56	30958	55	31155	41	44725	43	<b>38111</b>	<b>48</b>
Residui colturali	35680	44	25468	45	45189	59	58353	57	<b>41173</b>	<b>52</b>
Sovescio	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>TOTALE</b>	<b>81285</b>	<b>100</b>	<b>56426</b>	<b>100</b>	<b>76344</b>	<b>100</b>	<b>103078</b>	<b>100</b>	<b>79283</b>	<b>100</b>
<i>OUTPUT/INPUT</i>	5,8		3,9		5,0		5,4		<b>5,0</b>	

## 5. Linea 4. Divulgazione dei risultati e trasferimento delle innovazioni

Il progetto SIMBIO-VEG ha prodotto numerose pubblicazioni a carattere scientifico e divulgativo, che vengono riportate in un elenco a parte. Alcune di queste sono state selezionate come presentazione orale nell'ambito di prestigiosi convegni scientifici internazionali, primi tra tutti il 2nd ISOFAR Scientific Congress e il 16th IFOAM World Congress, tenutisi in contemporanea a Modena nel giugno 2008 e a cui hanno partecipato migliaia di delegati da tutto il mondo. Riguardo alle pubblicazioni di carattere divulgativo si segnala in particolare la serie di articoli di presentazione del progetto e dei suoi principali risultati, distinti per tematiche, che sono apparsi con cadenza regolare sulla rivista Bioagricoltura (edita dall'AIAB) a partire dal n°108 del 2008.

Inoltre, il coordinatore ha divulgato gli obiettivi e le attività del progetto mediante tre comunicazioni orali, due in ambito nazionale (20 gennaio 2006, Fiera BioWorld, Ferrara e 26 giugno 2007, Azienda Marani, Ravenna) e una in ambito internazionale (6 aprile 2006, EU Project CHANNEL Final Conference, Budapest, Ungheria).

Tra le altre attività di divulgazione spicca l'organizzazione di numerosi convegni in cui sono stati presentati i risultati parziali del progetto e/o si sono dibattuti temi tecnici relativi alla gestione delle colture in bio e di giornate in campo in cui le prove di SIMBIO-VEG sono state aperte alla visita di ricercatori, tecnici e agricoltori. Quando possibile, i convegni sono stati abbinati alle giornate in campo. Tra i convegni, merita un cenno particolare quello di Montecastrilli (TR) di fine settembre 2008, nel corso del quale – in occasione della manifestazione Umbria Bio Expo – sono stati presentati, raggruppati per tematiche, i risultati del primo biennio di sperimentazione.

Di seguito si riporta, in ordine cronologico, il dettaglio dei convegni e delle giornate in campo organizzate nel corso del progetto:

#### Evento n°1

Data: 13 giugno 2006

Luogo: Azienda agricola sperimentale dell'Università di Perugia, Papiano PG.

Evento: Visita in campo alle prove di SIMBIO-VEG.

#### Evento n°2

Data: 17 aprile 2007

Luogo: Azienda Caramadre, Fiumicino RM.

Evento: incontro sul tema: "Difesa e controllo biologico"; relatore: Luca Conte (collaboratore AIAB sulle prove delle orticole in Veneto).

#### Evento n°3

Data: 27 aprile 2007

Luogo: Azienda Caramadre, Fiumicino RM.

Evento: incontro sul tema "Qualità sensoriale e nutrizionale dei prodotti orticoli biologici"; relatore: Flavio Paoletti (INRAN).

#### Evento n°4

Data: 24 maggio 2007

Luogo: Azienda Riccardi Antonino, Aprilia LT.

Evento: incontro sul tema "Quali fertilizzanti per l'agricoltura bio? Quanto mi costano e quando ne vale la pena?"; relatori: Stefano Canali (CRA-RPS Roma) e Massimo Chiorri (Università di Perugia).

#### Evento n°5

Data: 7 giugno 2007

Luogo: Azienda Lo Zoccolo Rosso, Tobia VT.

Evento: incontro sul tema "Fertilità e lavorazioni in agricoltura biologica"; relatori: Vincenzo Vizioli (AIAB) e Marcello Biocca (CRA Monterotondo).

#### Evento n°6

Data: 8 giugno 2007

Luogo: Azienda agricola sperimentale Stuard, S. Pancrazio PR.

Evento: Visita in campo alle prove di SIMBIO-VEG sui cereali autunno-vernini.

#### Evento n°7

Data: 13 giugno 2007

Luogo: Azienda agricola sperimentale dell'Università di Perugia, Papiano PG.

Evento: Visita in campo alle prove di SIMBIO-VEG.

#### Evento n°8

Data: 26 giugno 2007

Luogo: Azienda agricola sperimentale Marani, Ravenna RA.

Evento: Visita in campo alle prove di SIMBIO-VEG + convegno.

#### Evento n°9

Data: 28 novembre 2007

Luogo: Azienda agricola Arvalia, Viterbo VT.

Evento: incontro sul tema "Rotazioni e consociazioni: una risorsa per il bio"; relatori: Daniele Antichi (Scuola Superiore Sant'Anna, Pisa) e Luca Conte (collaboratore AIAB).

Evento n°10

Data: 9 aprile 2008

Luogo: Azienda agricola sperimentale dell'Università di Firenze, Montepaldi FI.

Evento: Giornata di studio su: "Esperienze su colture da sovescio in Italia centrale".

Evento n°11

Data: 4 giugno 2008

Luogo: Azienda agricola sperimentale Stuard, S. Pancrazio PR.

Evento: Visita in campo alle prove SIMBIO-VEG di confronto varietale su frumento tenero e duro in coltivazione biologica.

Evento n°12

Data: 12 giugno 2008

Luogo: Azienda agricola sperimentale dell'Università di Perugia, Papiano PG.

Evento: Visita in campo alle prove di SIMBIO-VEG.

Evento n°13

Data: 16 giugno 2008

Luogo: Azienda agricola sperimentale Marani, Ravenna RA.

Evento: Visita in campo alle prove di SIMBIO-VEG + convegno.



## PROGETTO SIMBIO-VEG

Sistemi e metodi di agricoltura biologica per il miglioramento della qualità delle produzioni vegetali e dell'ambiente

[www.simbioveg.org](http://www.simbioveg.org)

## Giornata divulgativa sul Progetto SIMBIO-VEG organizzata dall'Unità Operativa CRPV

Lunedì 16 Giugno 2008

Azienda Agraria Sperimentale M. Marani  
Via Romea Nord, 248 - Ravenna

### Programma

- 11,00 **Visita ai campi sperimentali del Progetto Simbio-Veg**  
- fagiolino confronto varietale ed epoche di semina  
- zucca da seme  
- basilico da seme  
- pomodoro da industria e tecniche controllo malerbe
- 12,30 Pausa pranzo
- 14,30-18,00 **Prove in campo macchine preparazione terreno e controllo malerbe in agricoltura biologica.**  
VII Edizione in occasione del 16° IFOAM Organic World Congress
- Sarà presente l'esperto in agricoltura biodinamica **Alex Podolinsky** - che presenterà la comunicazione "**Aspetti innovativi della lavorazione del terreno in agricoltura biologica e biodinamica**"*

**Per motivi organizzativi è richiesta conferma della partecipazione  
entro Giovedì 12 Giugno via e-mail a: [tisselli@crpv.it](mailto:tisselli@crpv.it)**

#### Evento n°14

Data: 19 settembre 2008

Luogo: Azienda agricola Bastoni, Sala di Cesenatico FC.

Evento: Visita in campo alle prove di SIMBIO-VEG + tavola rotonda.



## PROGETTO SIMBIO-VEG

Sistemi e metodi di agricoltura biologica per il miglioramento della qualità delle produzioni vegetali e dell'ambiente

[www.simbioveg.org](http://www.simbioveg.org)

**Giornata divulgativa sul  
Progetto SIMBIO-VEG  
organizzata dall'Unità Operativa CRPV**

Venerdì 19 Settembre 2008

Azienda Bastoni Pietro  
Via Pisciatello 169 – Sala di Cesenatico (FC)

## Programma

- |       |   |
|-------|---|
| 10,00 | <b>Visita ai campi sperimentali del Progetto Simbio-Veg</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- Lattuga confronto varietale ed epoche di semina</li><li>- Finocchio</li><li>- Fragola in fase di impianto</li><li>- Peperone</li></ul>  |
| 11,30 | Trasferimento nel vicino ristorante “La Gnaffa” Via Canale bonificazione 290<br><b>“Tavola rotonda sui problemi della commercializzazione degli ortaggi biologici: esperienze a confronto”</b><br>Saranno presenti tecnici ed agricoltori da anni impegnati nella produzione di ortaggi biologici che stanno sperimentando diverse modalità di commercializzazione. |
| 13,00 | Chiusura dei lavori   |

**Per motivi organizzativi è richiesta conferma della partecipazione entro mercoledì 17 Settembre via e-mail a: [tisselli@crpv.it](mailto:tisselli@crpv.it)**

### Evento n°15

Data: 27 settembre 2008

Luogo: Fiera di Montecastrilli, Montecastrilli TR.

Evento: Convegno di presentazione dei risultati del primo biennio del progetto SIMBIO-VEG, nell'ambito delle manifestazioni di Umbria Bio Expo.

## CONVEGNO

### PRESENTAZIONE DEI PRIMI RISULTATI DEL PROGETTO

**SIMBIOVEG**-Sistemi e metodi di agricoltura biologica per il miglioramento della qualità delle produzioni vegetali e dell'ambiente

□ **9.30 Saluti delle autorità**

**9.45 Presentazione del progetto**

*Paolo Bàrberi (Scuola Superiore Sant'Anna, Pisa), coordinatore di SIMBIOVEG*

#### **SESSIONE 1: AGROTECNICA**

*Coordina: Paolo Bàrberi (Scuola Superiore Sant'Anna, Pisa)*

#### **PROVE DI SISTEMA**

**10.00 Risultati e valutazioni agronomiche**

*Marco Mazzoncini (Università di Pisa)*

**10.25 Sostenibilità economica e ambientale**

*Paola Migliorini (Università di Firenze)*

*Massimo Chiorri (Università di Perugia)*

#### **PROVE PARCELLARI**

**10.50 Scelta varietale e qualità tecnologica del frumento tenero**

*Maurizio Perenzin (CRA-SCV, Sant'Angelo Lodigiano)*

**11.15 Scelta varietale di ortive (melone, pomodoro da industria, fragola e lattuga)**

*Cristina Piazza (Azienda Sperimentale Stuard, Parma)*

**11.30 Scelta varietale di mais**

*Umberto Bonciarelli (Università di Perugia)*

**11.45 Prove di sovescio su mais e pomodoro da industria**

*Marcello Guiducci (Università di Perugia)*

**12.00 Prove di consociazione su ortaggi e cereali autunno-vernini**

*Luca Conte (Tecnico di campo AIAB e coordinatore scuola esperienziale)*

*Giacomo Tosti (Università di Perugia)*

□ **12.25 Dibattito e conclusioni**

**13.00 Pausa pranzo**

#### **SESSIONE 2: QUALITÀ DELLE PRODUZIONI BIOLOGICHE**

*Coordina e conclude i lavori: Isabella Mezza (Giornalista RAI TG3)*

#### **RISULTATI DELLE PROVE SENSORIALI**

**14.30 Cereali trasformati**

*Roberto Zironi, Franco Battistutta (Università di Udine)*

**14.50 Melone, fragola e zucchini**

*Vanni Tisselli (CRPV, Cesena)*

#### **SICUREZZA D'USO E QUALITÀ SALUTISTICA**

**15.10 Sicurezza d'uso dei prodotti cerealicoli: presenza di aflatossine su mais**

*Enrico Finotti (INRAN, Roma)*

**15.30 Effetti delle tecniche di coltivazione sulla qualità alimentare in pomodoro da industria e frumento tenero**

*Fabio Nobili (INRAN, Roma)*

**15.50 Qualità alimentare ed effetti sulla salute del consumatore**

*Giuseppe Maiani (INRAN, Roma)*

**16.15 Dibattito**

**17.00 Conclusioni**

Evento n°16

Data: 15 dicembre 2008

Luogo: Azienda Sperimentale Stuard, S. Pancrazio PR.  
Evento: incontro tecnico sul pomodoro da industria bio.

## 6. Conclusioni

Come si può ben immaginare, non è semplice trarre delle conclusioni generali dall'enorme mole di risultati generati dal progetto SIMBIO-VEG, anche in virtù dell'elevata diversità delle attività e delle colture oggetto delle ricerche. Tuttavia, dall'analisi dei risultati emergono delle indicazioni abbastanza chiare sui vari aspetti dei sistemi e metodi produttivi bio - obiettivo delle diverse Linee del progetto - che è possibile esprimere come valutazione qualitativa (positiva, neutra o negativa), sia in termini assoluti (per le ricerche condotte soltanto in bio) sia in confronto ai rispettivi sistemi convenzionali. Ciò a dispetto dell'elevata variabilità dei risultati osservata tra ambienti, annate, colture, varietà e parametri analizzati, tutt'altro che sorprendente considerato che il metodo biologico - per la sua stessa natura - è basato principalmente sulla valorizzazione delle risorse naturali locali e quindi sulla diversificazione dell'agrotecnica piuttosto che sulla sua standardizzazione, contrariamente a quanto spesso accade nei sistemi convenzionali.

Per la sintesi generale dei risultati di SIMBIO-VEG si è quindi costruito un pittogramma (Tab. 39), che raffigura la valutazione dei sistemi e metodi biologici distinta per tematiche e ordinamenti produttivi o colture.

Per quanto riguarda gli aspetti agronomici, a fronte di una buona produzione di biomassa totale (importante per la reintegrazione della sostanza organica al suolo), i sistemi bio mostrano rese generalmente inferiori a quelli convenzionali nei cereali autunno-vernini e nelle orticole da industria, paragonabili nelle leguminose e nelle colture da rinnovo e decisamente soddisfacenti nelle orticole da consumo fresco e da seme. Il bilancio della sostanza organica e la fertilità del suolo appaiono migliori negli ordinamenti produttivi tendenzialmente erbacei rispetto a quelli orticoli, che presentano sensibili surplus di N e P a causa del ricorso eccessivo all'approccio "di sostituzione" (concimi organici) piuttosto che alle colture da sovescio. Nei sistemi colturali cerealicolo-industriali e cerealicolo-orticoli il sovescio di un miscuglio tra la vecchia-vellutata e una graminacea appare come la soluzione agronomicamente migliore. La vecchia appare una coltura molto interessante anche quando inserita nelle consociazioni temporanee col frumento, che hanno mostrato un limitato effetto sulla resa del cereale ma un notevole e costante incremento del contenuto proteico della granella. Incerti sono invece apparsi i risultati delle prove sulle consociazioni varietali nel frumento; in questo caso, è da sottolineare l'andamento opposto della valutazione della qualità tecnologica e sensoriale sui pani ottenuti da farine miste, rispettivamente negativa (panificatore) e positiva (consumatori). Tendenzialmente negativo è il giudizio sui fertilizzanti organici (ad es. gli idrolizzati proteici), il cui modesto effetto sulle rese non sembra giustificarne i costi elevati.

Per quanto riguarda i vari aspetti della qualità dei prodotti, i risultati dei sistemi e metodi bio appaiono chiaramente positivi. La qualità commerciale dei prodotti è generalmente accettabile, mentre la qualità salutistica è decisamente buona. In particolare, interessante è il potere antiossidante totale dei prodotti bio, seppur con valori che non sempre si discostano significativamente dai prodotti convenzionali. Inoltre, i prodotti bio non mostrano alcun rischio apprezzabile di sviluppo di micotossine (mais) o di concentrazioni fuori limite di nitrati (ortaggi da foglia o da coste). La qualità sensoriale non sembra differire in maniera apprezzabile tra pani bio e convenzionali se si fa riferimento al giudizio globale, ma sono state registrate alcune differenze per i singoli descrittori (ad es. croccantezza o colore). E' inoltre interessante notare come, per una stessa matrice, la qualità sensoriale dipenda anche dal metodo di panificazione: infatti, mentre con la panificazione in cassetta i pani convenzionali presentano un profilo sensoriale

leggermente migliore di quelli bio, con la panificazione artigianale la situazione si inverte. Buona è la qualità sensoriale di fragole e meloni bio: in questo caso la componente genetica (caratteristiche della varietà) sembra essere più importante della tecnica colturale nel determinare il profilo sensoriale.

La sostenibilità ambientale sembra essere leggermente migliore nei sistemi colturali prevalentemente erbacei gestiti con i metodi dell'agricoltura biologica rispetto a quelli convenzionali, soprattutto riguardo alla fertilità chimica e biochimica, mentre i parametri della fertilità biologica (attitudine alla micorrizzazione delle colture e indice di qualità biologica dei suoli, QBS) hanno fornito risultati variabili tra sistemi e località.

I sistemi bio, sia nelle aziende commerciali che in quelle sperimentali, appaiono quasi sempre sostenibili dal punto di vista economico. Tuttavia, sono emerse notevoli differenze in relazione al tipo di ordinamento produttivo: in entrambi i gruppi di aziende, sia i redditi lordi delle colture o degli avvicendamenti che i principali indici di redditività aziendale (ad es. ROE e ROI) appaiono nettamente più favorevoli per le aziende orticole che per quelle tendenzialmente a base cerealicola. Questa differenza sembra soprattutto dipendere dalla maggiore flessibilità che le aziende orticole hanno in termini di opportunità di mercato e formazione del prezzo (più canali di commercializzazione, ricorso alla filiera corta o cortissima). In ogni caso, tutte le tipologie di azienda mostrano di avere sensibili margini di miglioramento nell'efficienza delle tecniche produttive. E' interessante notare come l'inserimento delle colture da sovescio - a parità di ordinamento produttivo e avvicendamento colturale - permetta di aumentare l'efficienza aziendale (caso di Parma).

Infine, la sostenibilità globale, intesa come rispondenza della struttura e gestione aziendale ai principi dell'approccio agroecologico, presenta valori altalenanti e non sempre favorevoli ai sistemi o metodi bio. Anche in questo caso emergono sensibili differenze tra ordinamenti produttivi: è interessante notare che alla maggiore efficienza economica dei sistemi orticoli bio si contrappone un impatto ambientale potenzialmente più elevato (rischio di inquinamento da nitrati e fosforo) e una minore efficienza energetica rispetto ai sistemi bio tendenzialmente cerealicoli, aspetti probabilmente legati alla maggiore intensivizzazione del processo produttivo che li contraddistingue. Riguardo agli ordinamenti cerealicoli e cerealicolo-industriali, la loro efficienza economica è decisamente superiore quando sono gestiti con metodi bio rispetto ai metodi convenzionali.

**Tab. 39. Pittogramma raffigurante la valutazione complessiva dei risultati del progetto SIMBIO-VEG, distinta per tematiche e ordinamenti produttivi o colture e riferita ai sistemi/metodi biologici.**

<i>Tematica</i>	<i>Ordinamento produttivo/coltura</i>	<i>Valutazione</i>	<i>Note</i>
<i>1. Aspetti agronomici</i>			
Resa delle colture	Prevalentemente erbaceo (cerealicolo, cerealicolo-industriale, cerealicolo-orticolo)	☹ (cereali autunno-vernini) ☹ (leguminose, colture da rinnovo)	La resa è quasi sempre minore nei sistemi bio, ad eccezione di quelli di più lunga durata, ma presenta elevate differenze tra colture
"	Orticolo	☺ (colture da consumo fresco e da seme) ☹ (colture da industria)	Elevate fluttuazioni stagionali
Biomassa totale delle colture	Prevalentemente erbaceo (cerealicolo, cerealicolo-industriale, cerealicolo-orticolo)	☹	Paragonabile al convenzionale
"	Orticolo	☺	
Bilancio della sostanza organica	Prevalentemente erbaceo (cerealicolo, cerealicolo-industriale, cerealicolo-orticolo)	☺	Sempre più favorevole nei sistemi bio
"	Orticolo	☹	
Fertilità del suolo	Prevalentemente erbaceo (cerealicolo, cerealicolo-industriale, cerealicolo-orticolo)	☹	Elevata variabilità. Talora nel bio si ha deficit di N ma nel convenzionale/low input si ha surplus
"	Orticolo	☹	Sensibili surplus di N e P, mentre il bilancio del K è in pareggio. Problema del costo opportunità dei sovesci
Confronti varietali	Frumento tenero	☺/☹	Fluttuazioni stagionali nelle rese. E' possibile identificare un gruppo di cv. migliori per ciascuna categoria commerciale
"	Orticole	☺/☹	Risultati chiari per fragola, fagiolino e finocchio, interlocutori per lattuga, melone, pomodoro da industria e spinacio
Colture autunno-vernine da sovescio	Prevalentemente erbaceo (cerealicolo, cerealicolo-industriale, cerealicolo-orticolo)	☺/☹	Apporti di N costantemente buoni (paragonabili a una concimazione minerale), ad eccezione di inverni rigidi, e modulabili, soprattutto nei miscugli vecchia vellutata/graminacee seguiti da una coltura irrigua.
Consociazioni temporanee	Prevalentemente erbaceo	☺	Limitato effetto sulla resa, ma elevati e

"	(cerealicolo, cerealicolo-industriale, cerealicolo-orticolo) Orticolo	☹	costanti incrementi delle proteine nella granella del frumento Effetti di controllo delle avversità non evidenti, da confermare
Consociazioni varietali	Frumento tenero	😊/☹	Risultati positivi al Nord e negativi al Centro: la scelta delle cv. componenti la miscela è di fondamentale importanza. Qualità tecnologica e sensoriale danno risultati opposti: i consumatori preferiscono il pane da miscele, contrariamente al panificatore
Fertilizzanti organici	Frumento duro e tenero	☹	Effetto modesto sia sulle rese che sulla qualità della granella. L'effetto del sistema è prevalente
"	Orticolo	☹	Effetto apprezzabile su spinacio ma non su fragola
<b>2. Qualità dei prodotti</b>			
Qualità tecnologica	Prevalentemente erbaceo (cerealicolo, cerealicolo-industriale, cerealicolo-orticolo)	😊/☹	Molto interessante l'incremento del contenuto proteico della granella di frumento ottenuto con le consociazioni temporanee leguminose-frumento.
"	Orticolo	😊/☹	Sensibili differenze tra le due aziende sperimentali, ma non tra le annate
Qualità salutistica (potere antiossidante totale)	Pomodoro	😊/☹	Risultati variabili ma, se standardizzati per grado di maturazione e condizioni pedo-climatiche, favorevoli al bio. Singoli composti antiossidanti: risultati variabili. Effetto protettivo degli antiossidanti uguale tra bio e convenzionale
"	Frumento tenero	☹	Risultati molto variabili tra località, anni, sistemi di coltivazione e varietà
Qualità salutistica (micotossine)	Mais	😊	Nessun sviluppo di aflatossine su granella bio
Qualità salutistica (nitrati)	Ortaggi da foglia e da coste	😊	Valori sempre ampiamente al di sotto dei limiti di legge
Qualità sensoriale	Frumento tenero	☹	Risultati dei singoli parametri variabili tra bio e convenzionale e tra cv. (in bio) ma giudizio complessivo sostanzialmente uguale. La qualità sensoriale sembra dipendere anche

"	Orticole	😊	dal metodo di panificazione: risultati leggermente migliori per il convenzionale con panificazione in cassetta e per il bio con panificazione artigianale. Sia in fragola che in melone è possibile identificare cv. con profilo sensoriale sistematicamente migliore
<b>3. Sostenibilità ambientale</b>			
Fertilità chimica	Prevalentemente erbaceo (cerealicolo, cerealicolo-industriale, cerealicolo-orticolo)	😊/😊	Risultati variabili a seconda della località e del parametro considerato. L'età del sistema bio sembra essere correlata con la sua fertilità chimica: importanza delle prove di lungo periodo
Fertilità biochimica	"	😊/😊	Risultati variabili a seconda della località e del parametro considerato. I sistemi bio sembrano favorire il sequestro del C, ma la qualità della sostanza organica è sostanzialmente uguale al convenzionale
Fertilità biologica	"	😊	Risultati variabili a seconda della località e del parametro considerato
<b>4. Sostenibilità economica</b>			
Redditività aziende commerciali	Prevalentemente erbaceo (cerealicolo, cerealicolo-zootecnico)	😊	Costi ridotti ma prezzi dipendenti dal mercato globale. Elevata variabilità delle rese
"	Orticolo	😊	Costi elevati ma redditi molto elevati, soprattutto quando le aziende si rivolgono alla filiera corta o cortissima e hanno più di un canale di commercializzazione. Elevata variabilità delle rese. Ampi margini di miglioramento delle tecniche
Redditività aziende sperimentali	Prevalentemente erbaceo (cerealicolo, cerealicolo-industriale, cerealicolo-orticolo)	😊	Redditi lordi spesso negativi, ma indici di efficienza generale aziendale (es. ROE, ROI) più elevati delle aziende commerciali. A parità di avvicendamento, l'inclusione dei sovesci aumenta la redditività
"	Orticolo	😊	Redditi lordi elevati e indici di

efficienza generale aziendale (es. ROE, ROI) più elevati delle aziende commerciali

**5. Sostenibilità globale**

Suolo e acque	Cerealicolo o cerealicolo-industriale (aziende sperimentali)	☹️	
"	Orticolo (aziende commerciali)	☹️	Tutti gli indicatori (eccetto la copertura del suolo e il C/N) si discostano dai valori ottimali. Rischio d'inquinamento da NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> e P
Paesaggio e biodiversità	Cerealicolo o cerealicolo-industriale (aziende sperimentali)	☹️	Buona la rete di infrastrutture ecologiche ma elevato grado di frammentazione e sub-ottimale dimensione/disposizione degli appezzamenti
"	Orticolo (aziende commerciali)	☹️	Buona la rete di infrastrutture ecologiche e la ricchezza genetica/specifica ma elevato grado di frammentazione e sub-ottimale dimensione/disposizione degli appezzamenti
Avvicendamento colturale	Cerealicolo o cerealicolo-industriale (aziende sperimentali)	☹️	Buona diversificazione degli avvicendamenti ma durata inferiore a quella ottimale
"	Orticolo (aziende commerciali)	☺️	Buona diversificazione degli avvicendamenti e durata superiore a quella ottimale
Efficienza energetica	Cerealicolo o cerealicolo-industriale (aziende sperimentali)	☹️	I sistemi bio sono più efficienti dei convenzionali, soprattutto quando di durata maggiore
"	Orticolo (aziende commerciali)	☹️	Input esterni troppo elevati

☺️ = valutazione positiva, ☹️ = valutazione neutra o variabile, ☹️ = valutazione negativa

In Tab. 40 si riporta la sintesi della valutazione qualitativa dei risultati del progetto raggruppati per tematica. Per ciascuna di queste ultime, è stato effettuato un test  $\chi^2$  della bontà di adattamento (*goodness of fit*) della distribuzione campionaria con simulazione Monte Carlo (20.000 repliche), per vedere se la numerosità dei casi classificati come positivi, neutri o negativi differiva significativamente dalla equidistribuzione (33,3% dei casi classificati in ciascuna delle tre categorie). Dalla tabella si evince che - nonostante la limitazione alla potenza del test dovuta alla generale scarsa numerosità dei campioni - i giudizi positivi sui sistemi o metodi bio risultano significativamente superiori (per  $P \leq 0,05$ ) per il totale dei casi e quasi per la tematica "qualità dei prodotti".

**Tab. 40. Ripartizione numerica e percentuale, distinta per tematica e complessiva, delle valutazioni positive, neutre e negative per i sistemi/metodi bio.**

	☺	☹	☹	P
Aspetti agronomici	8 (36%)	9 (41%)	5 (23%)	0,646 <sup>NS</sup>
Qualità dei prodotti	6 (55%)	5 (45%)	0 (0%)	0,053 <sup>(*)</sup>
Sostenibilità ambientale	2 (40%)	3 (60%)	0 (0%)	0,386 <sup>NS</sup>
Sostenibilità economica	2 (50%)	2 (50%)	0 (0%)	0,554 <sup>NS</sup>
Sostenibilità globale	2 (25%)	4 (50%)	2 (25%)	0,742 <sup>NS</sup>
TOTALE	20 (40%)	23 (46%)	7 (14%)	0,013*

☺ = valutazione positiva, ☹ = valutazione neutra, ☹ = valutazione negativa. \*, (\*) = significativo rispettivamente per  $P \leq 0,05$  e  $\leq 0,10$ ; NS = non significativo.

Per concludere, è opportuno fare alcune considerazioni di carattere generale emerse dalle ricerche e dai risultati di SIMBIO-VEG:

- Riguardo agli aspetti della qualità dei prodotti, le ricerche condotte nell'ambito del progetto hanno cercato di standardizzare tutti quegli aspetti (varietà, grado di maturazione, ambiente pedo-climatico) che spesso non vengono adeguatamente considerati nelle ricerche che confrontano la qualità di prodotti bio e convenzionali. Pertanto, quando dai risultati di SIMBIO-VEG emerge una differenza significativa tra prodotti bio e convenzionali per qualche aspetto di qualità, essa può essere ragionevolmente attribuita all'effetto del solo sistema/metodo di coltivazione.
- Diversi parametri di tipo agronomico e ambientale mostrano che, oltre al sistema di coltivazione (biologico vs convenzionale), anche la durata del dispositivo sperimentale può avere effetti sui risultati. Ad esempio, nel dispositivo di Montepaldi (FI) alcuni parametri di qualità del suolo mostrano andamenti significativamente differenti tra il sistema biologico "nuovo" e quello "vecchio" (iniziato diversi anni prima). Questi risultati sottolineano l'importanza di poter disporre di dispositivi sperimentali di lungo periodo - quali quelli inseriti nelle ricerche di SIMBIO-VEG - al fine di evidenziare dinamiche di medio-lungo periodo che non possono essere catturate dai risultati di sperimentazioni di breve durata.

## 7. Ringraziamenti

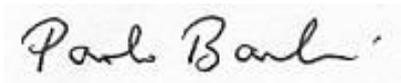
Oltre ai coordinatori delle singole tematiche (elencati nella Tab. 1), desidero ringraziare sentitamente i Dott. Daniele Antichi e Federica Bigongiali per il fondamentale apporto

datomi nelle fasi di 'digestione' e sintesi dei risultati forniti dalle varie UO in tutti e tre gli anni di SIMBIO-VEG.

## 8. Bibliografia

- Guiducci M., Boldrini A. & Tosti G. (2007). *Effetto della consociazione temporanea con il favino nel frumento duro in agricoltura biologica. II) accumulo di azoto, produzione e qualità della granella*. Atti del XXXVII Convegno SIA (Società Italiana di Agronomia), Catania, 13-14 settembre 2007.
- Li Destri Nicosia O., De Vita P., Cattivelli L., Guiducci M., Tosti G., Boldrini A., Quaranta F., Melloni S. & Bellocchi A. (2007). *Più proteina nel grano duro se consociato alle leguminose*. L'Informatore Agrario 36, 62-64.
- Vereijken P. (1997). *A methodical way of prototyping integrated and ecological arable farming systems (I/EAFS) in interaction with pilot farms*. European Journal of Agronomy 7, 235-250.

Sintesi prodotta da



Prof. Paolo Bàrberi  
Coordinatore di SIMBIO-VEG