



FEASR



REGIONE DEL VENETO



FONDO EUROPEO AGRICOLO PER LO SVILUPPO RURALE: L'EUROPA INVESTE NELLE ZONE RURALI

BIO FERTIMAT

**HANDBOOK TECNICO-OPERATIVO
PER ADDETTI DEL SETTORE**



I Partners coinvolti nel progetto



Agrintesa Società Agricola Cooperativa



Università degli Studi di Padova - Dipartimento di Agronomia Animali Alimenti Risorse Naturali e Ambiente (DAFNAE)



ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

Alma Mater Studiorum - Università di Bologna - Dipartimento di Scienze e Tecnologie Agroalimentari (DISTAL)



BRIO S.p.A.



Associazione Veneta dei Produttori Biologici e Biodinamici (A. Ve. Pro. Bi.)



CONFINDUSTRIA
Veneto SIAV S.p.A.

Confindustria Veneto SIAV S.p.A.

Indice

Il progetto BIOFERTIMAT - introduzione.....	2
Identificazione delle matrici.....	3
Applicazione delle matrici in ambito orticolo.....	7
Applicazione delle matrici in ambito frutticolo.....	8
Impatto delle matrici sui parametri qualitativi.....	9
Valutazione complessiva del piano sperimentale.....	22

Il progetto BIOFERTIMAT

Introduzione

Il fine che BIOFERTIMAT persegue è l'incentivazione dell'uso di matrici organiche, in un contesto di economia circolare, per creare condizioni che favoriscano la migrazione delle aziende presenti nel territorio oggetto della sperimentazione verso una gestione dei suoli più sostenibile.

Si svilupperà un protocollo di utilizzo di diverse matrici organiche di facile ed economico reperimento nella zona di sperimentazione. I risultati attesi sono:

- ridurre i fenomeni di contaminazione dei suoli con particolare riferimento all'azoto nitrico;
- aumentare la sostanza organica, quindi, la ritenzione idrica dei suoli;
- mettere a disposizione dei coltivatori biologici nuove matrici organiche, che potrebbero essere adatte alla sostituzione di fertilizzanti chimici anche in aziende che adottano pratiche di coltivazione convenzionali;
- utilizzare sottoprodotti derivati dall'attività agro-alimentare presente nella zona riducendo il costo di trasporto delle matrici e, quindi, il costo complessivo dell'unità fertilizzante;
- migliorare la "carbon footprint" delle aziende;
- migliorare la qualità organolettica e nutraceutica dei prodotti ortofrutticoli.

Identificazione delle matrici

Il ruolo chiave della sostanza organica nel suolo

- Tra i parametri pedologici, la sostanza organica (SO) è certamente quello che meglio esprime lo stato di salute di un suolo in tutti i suoi aspetti (fisici, chimici e biologici). Un buon tenore in SO, quindi, costituisce il prerequisito necessario ad assicurare le migliori condizioni colturali.
- Le aree italiane a forte vocazione frutticola sono state caratterizzate, nel corso degli ultimi decenni, da un progressivo depauperamento del tenore di SO, tanto che oggi la maggior parte dei suoli è classificata povera di SO, con dotazione spesso inferiore al 2%. Laddove possibile, pertanto, è necessario mettere in atto azioni atte a ripristinare un adeguato contenuto di SO nel suolo, per contrastare la progressiva perdita di fertilità.
- I benefici riconducibili all'uso di matrici organiche non sono solo agronomici, ma anche ambientali, come ad esempio il contrasto alla desertificazione e all'erosione, il sequestro di carbonio nel suolo. Uno studio condotto in Emilia Romagna su pesco ha dimostrato, oltre all'efficacia della concimazione organica nel migliorare la SO del terreno (triplicata in 14 anni), il ruolo di "sequestratore" del carbonio (C) del suolo. Dopo 14 anni, infatti, il C stoccato nel suolo del pescheto trattato annualmente con 10 t ha⁻¹ di compost è risultato nettamente superiore a quello del pescheto non concimato o gestito con i fertilizzanti minerali (Tab. 1).

Tab. 1. Effetto del tipo di fertilizzazione sulla quantità di carbonio e di sostanza organica in un pescheto di 14 anni.

Trattamento fertilizzante	Carbonio (t ha ⁻¹)		Sost. organica ¹ (%)
	Albero	Suolo (0-15 cm)	
Controllo non concimato	10,6	84,6	1,9
Minerale	13,5	99,0	2,1
Compost (10 t ha ⁻¹ anno ⁻¹)	13,3	149	6,0

¹ Sostanza organica a inizio periodo: 1,68%.

Apporti esogeni di sostanza organica di qualità

- La scarsa disponibilità di ammendanti “nobili” come il letame, quasi scomparso in molti comprensori agricoli, ha richiesto l’individuazione di nuove matrici organiche esogene (Fig. 1) con cui ripristinare il contenuto di SO del suolo.
- Tra le matrici organiche utilizzabili a tal fine, vi sono ad esempio gli ammendanti compostati (verdi e misti), gli effluenti zootecnici, i fanghi di depurazione, gli scarti delle produzioni agroindustriali e i digestati degli impianti di biogas.

Fig. 1. Cumulo di letame (sinistra), ammendante sempre più raro che ha trovato nel compost (destra in alto) e nel biodigestato solido (destra in basso) due validi surrogati.



È importante conoscere le caratteristiche dell’ammendante

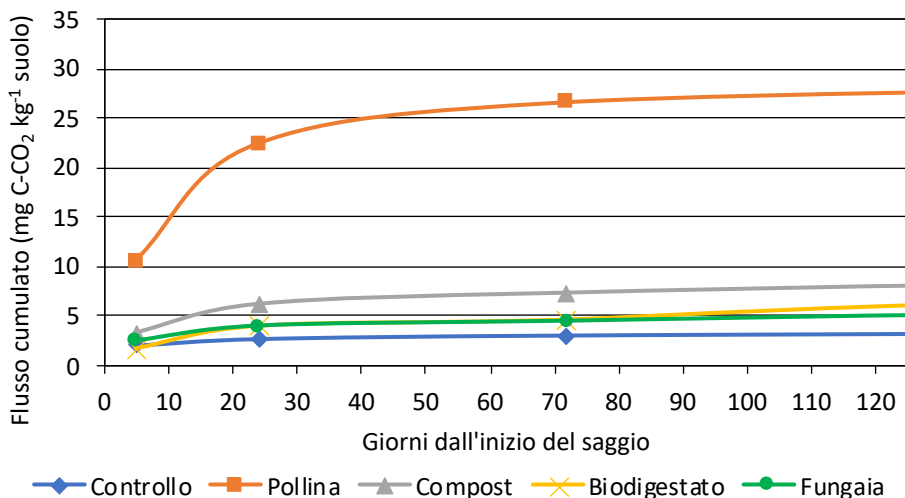
- Ciascuna matrice ha proprie caratteristiche fertilizzanti (Tab. 2), che ne definiscono la qualità e la sua azione nel suolo.
- Tra i parametri da considerare nella scelta dell’ammendante vi è il tenore di azoto (N) e di C; se il loro rapporto è relativamente basso ($C/N < 10$) esso promuove un rapido rilascio di N. Viceversa, l’utilizzo di matrici caratterizzate da un C/N alto (> 20) può portare al sequestro dell’N minerale da parte della microflora batterica del suolo, con conseguente carenza per le piante coltivate.

Tab. 2. Riepilogo delle caratteristiche di alcune matrici ammendanti, utilizzate anche nel progetto Biofertimat per lo studio su actinidia^a, melo^a e specie orticole^b.

Matrice	Umidità %	N totale % s.s.	C organico % s.s.	C/N
Compost verde ^{a,b}	41,0	1,50	29	19,0
Pollina ^{a,b}	12	4	41	10,7
Biodigestato ^{a,b}	77,1	2,28	30,1	13,2
Compost spento di fungaia ^{a,b}	69,5	1,99	35,2	17,7
Vegand [®] ^b	12	4	35	8,75

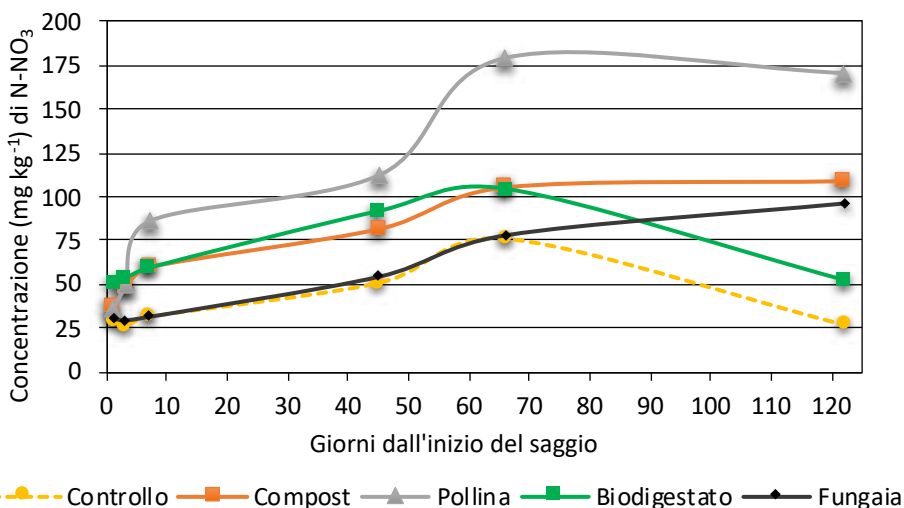
- Il contenuto di umidità (ottimale se <40%) condiziona la tecnica di distribuzione in campo, ma è un altro fattore che incide in modo determinante sulla qualità finale del prodotto e sulla sua stabilità.
- Tra gli ammendanti oggi maggiormente disponibili c'è il compost, sia come ammendante compostato verde (ottenuto da materie prime di origine ligno-cellulosica), caratterizzato da un elevato rapporto C/N, sia misto (miscela di rifiuti domestici, materiali vegetali, rifiuti di origine animale, ecc.).
- Anche le matrici di scarto di numerose attività agro-industriali possono essere riciclate in frutticoltura e, quindi, trasformate da rifiuti a fattore produttivo. Tra queste ad esempio la lettiera esausta di fungaia e il digestato da biogas.
- L'azione fertilizzante del compost verde, del digestato e del compost da lettiera esausta di fungaia è stata valutata su actinidia e melo coltivati in ambiente veronese, studiandone innanzitutto il comportamento nel terreno mediante saggi di mineralizzazione, i cui risultati sono riassunti in Figg. 2 e 3.

Fig. 2. Dinamica del flusso di CO₂ prodotta dai microrganismi del suolo miscelato con le diverse matrici ammendanti utilizzate per il progetto Biofertimat.



- La mineralizzazione delle matrici, valutata come flusso di CO₂ prodotta dalla biomassa microbica (Fig. 2), è risultata più lenta per il compost verde, il com-

Fig. 3. Dinamica della mineralizzazione con rilascio di N nitrico delle matrici utilizzate per il progetto Biofertimat.



- post spento di fungaia e il biodigestato rispetto alla pollina, ritenuta, per il suo tenore di N, un concime organico e non un ammendante.
- Il comportamento sopra descritto ha trovato conferma anche nel rilascio di N nitrico, più intenso e rapido per la pollina rispetto alle altre matrici organiche (Fig. 3).

Applicazione delle matrici in ambito orticolo

Nel contesto orticolo la scelta delle matrici ha, ovviamente, considerato i medesimi principi sopra descritti. In particolare è opportuno ricordare che per il comparto orticolo risulta ancora più strategico adottare una pratica di concimazione virtuosa che faccia riferimento all'impiego di matrici organiche. Tale aspetto è legato all'elevata dinamicità delle successioni colturali e alle frequenti lavorazioni del terreno che comportano un'elevata ossidazione della sostanza organica, soprattutto in ambienti caratterizzati da terreno sabbioso. Per questi motivi il progetto ha previsto l'impiego delle matrici organiche descritte in precedenza al fine di migliorare la dotazione di sostanza organica del terreno e, di conseguenza, le caratteristiche fisico-chimiche.

Scelta dell'ammendante

La scelta delle matrici è stata effettuata sulla base delle caratteristiche chimico-fisiche del prodotto, ovvero il contenuto di nutrienti, il rapporto C/N, che consente di gestire entro certi limiti la mineralizzazione del prodotto e quindi il rilascio dei nutrienti in esso contenuti, e la disponibilità dei materiali. Appare evidente infatti che quest'ultimo aspetto rappresenta un elemento imprescindibile per i produttori al fine di poter effettivamente disporre ed impiegare facilmente le risorse che vengono proposte in questo progetto.

Sotto il profilo pratico la scelta dell'ammendante deve tenere inoltre conto della modalità di distribuzione che il produttore è in grado di effettuare o delle attrezzature reperibili in zona. Esistono infatti matrici sfuse contraddistinte da forma

irregolare e umidità elevata che rendono complessa la distribuzione utilizzando le normali macchine operatrici. Parallelamente è possibile impiegare materiali pellettati che consentono una distribuzione più agevole.

Dose, epoca e modalità di applicazione nella coltivazione di specie orticole

L'elemento di innovazione che il progetto Biofertimat ha posto in essere nella gestione delle specie orticole è legato al criterio con cui sono state impiegate le matrici organiche. Si è fatto riferimento al loro impiego non come ammendanti ma come fertilizzanti in grado di sostituire la concimazione minerale.

La distribuzione delle matrici organiche prevista dal progetto Biofertimat è stata svolta sia in ambiente protetto che in pieno campo considerando diverse specie orticole (Tab. 3).

Tab. 3. Riepilogo delle colture che si sono susseguite in ambiente protetto, serra-tunnel, e in campo, per i partner di progetto.

SERRA - TUNNEL		CAMPO	
ANNO	SPECIE	ANNO	SPECIE
2018	lattuga ^a		
2018/19	radicchio ^a	2019	patata ^a
2019	malanzana ^a	2019	fagiolino ^a
2019/20	finocchio ^a	2020	zucca ^a
2020	lattuga ^a		
2020	pomodoro ciliegino/ramato ^b		
2020	malanzana ^a	2020-2021	sovescio ^a
2021	spvescio ^a	2021	cavolfiore ^a
2021	peperone ^a	2021	fagiolino ^a

^a: prove realizzate presso l'Azienda Agraria Sperimentale dell'Università di Padova; ^b: prove realizzate presso aziende partner.

Il criterio distributivo ha considerato le seguenti modalità per le prove in campo:

- T0 - tesi non concimata o testimone assoluto;

- TMIN - tesi in cui l'intero fabbisogno in N della coltura è stato apportato in forma minerale;
- T50 - tesi in cui il 50% del fabbisogno in N è stato apportato con matrice organica e il restante 50% in forma minerale;
- T100 - tesi in cui il 100% del fabbisogno in N è stato apportato con matrice organica;
- T200 - tesi in cui il 200% del fabbisogno in N è stato apportato con matrice organica.

In ambiente protetto, oltre al testimone assoluto e minerale, è stato considerato solo il trattamento T100.

L'applicazione delle matrici organiche viene normalmente eseguita nel periodo primaverile facendo riferimento agli effettivi fabbisogni della coltura in esame, o delle colture che si ha intenzione di coltivare nel periodo primaverile-estivo, con particolare riferimento alla componente azotata (Fig. 4).

Fig. 4 – Distribuzione e interramento delle matrici organiche in pieno campo.



Nel caso in cui le componenti fosforo e potassio non vengano completamente soddisfatte dal quantitativo di matrice necessario per la componente azotata, è possibile integrare con opportuni fertilizzanti. Tale approccio consente di evitare la sovra concimazione azotata che spesso viene adottata dai produttori quando gestiscono le matrici organiche come ammendanti. A titolo esemplificativo è possibile osservare per alcuni esempi di specie orticole quelli che sono i quan-

titativi di matrici organiche necessari a soddisfare al 100% il fabbisogno della coltura e le aliquote, soprattutto di potassio, da integrare (Tab. 4).

Tab. 4 – Quantitativi di matrici organiche distribuiti su specie orticole esemplificative al fine di soddisfare il 100% del fabbisogno azotato. In rosso sono evidenziati gli apporti da soddisfare con fertilizzanti specifici.

Finocchio	minerale	pollina	Vegand®	compost spento fungaia	digestato
Matrice organica (t/ha)	/	3,5	3,5	17,37	36,06
N (kg/ha)	140	/	/	/	/
P ₂ O ₅ (kg/ha)	80	/	/	/	/
K ₂ O (kg/ha)	160	20	125	/	/
Lattuga	minerale	pollina	Vegand®	compost spento fungaia	digestato
Matrice organica (t/ha)	/	1,75	1,75	8,68	18,0
N (kg/ha)	70	/	/	/	/
P ₂ O ₅ (kg/ha)	20	/	/	/	/
K ₂ O (kg/ha)	110	43	95,5	27,2	14,8
Pomodoro	minerale	pollina	Vegand®	compost spento fungaia	digestato
Matrice organica (t/ha)	/	3,75	3,75	18,6	40,5
N (kg/ha)	150	/	/	/	/
P ₂ O ₅ (kg/ha)	60	/	/	/	/
K ₂ O (kg/ha)	300	150	262,5	116,2	89,5

Nonostante non sia possibile generalizzare il comportamento di tutte le specie orticole valutate durante il progetto, è comunque possibile individuare dei comportamenti comuni che rappresentano un valido punto di riferimento per il mondo produttivo (Fig. 5).

Fig. 5. Fasi di sviluppo delle orticole in pieno campo e in ambito protetto serra-tunnel presso l'Azienda Agraria Sperimentale "L. Toniolo" dell'Università degli Studi di Padova.



- La produzione unitaria ottenuta tramite l'impiego delle matrici organiche ha fornito valori comparabili con quelli del testimone minerale. Tale aspetto è stato enfatizzato a partire dal secondo/terzo anno di applicazione.
- Il raggiungimento degli obiettivi produttivi richiede una fase di transizione iniziale in cui il terreno deve gradualmente entrare a regime in seguito alla distribuzione delle matrici.
- Le matrici utilizzate (ad esclusione della pollina) non sono classificabili come "concimi" ma possono essere utilizzati come se lo fossero. Le quantità da distribuire possono essere calcolate sulla base del loro contenuto in azoto riducendo quindi i costi (circolarità economica) pur mantenendo elevate le rese.
- L'utilizzo di queste matrici contribuisce al miglioramento e all'incremento del tenore di sostanza organica nel terreno.
- Le diverse matrici hanno evidenziato alcune leggere differenze d'azione non tanto tra ambiente controllato (serra) e pieno campo quanto in funzione della collocazione temporale delle colture. Infatti momenti di distribuzione diversi espongono le matrici a condizioni ambientali variabili più o meno

- confacenti alla mineralizzazione di una matrice piuttosto che di un'altra.
- Al netto delle valutazioni economiche, l'impiego del compost spento di fungaia e del digestato presenta un tempo di mineralizzazione maggiore rispetto a pollina e Vegand®. Tale aspetto va valutato in termini di scelta del periodo ottimale di applicazione o dell'ambiente di coltivazione. Il compost spento di fungaia e il digestato trovano migliore applicazione in colture a ciclo lungo ed il periodo di applicazione preferibile è quello primaverile. Pollina e Vegand® sono caratterizzati da una maggiore prontezza d'effetto e possono trovare impiego in colture a ciclo breve e in periodi non necessariamente contraddistinti da temperature elevate.
 - Sotto il profilo qualitativo, le caratteristiche prese in esame per le specie orticole non si sono differenziate negativamente rispetto al testimone minerale e in alcuni casi hanno migliorato i parametri (Fig. 6).

Fig. 6 – Panoramica esemplificativa della produzione di peperone tipologia corno concimato con matrici organiche.



Applicazione delle matrici in ambito frutticolo

Scelta dell'ammendante

- La scelta dell'ammendante è fatta sulla base di parametri quali il contenuto di sostanza secca (SS), di elementi nutritivi, il rapporto C/N e delle caratteristiche del suolo. In suoli con ampia dotazione di N minerale, si utilizzerà un prodotto con C/N elevato (25-30), proprio dell'ammendante compostato verde. Nel caso di suolo con scarsa fertilità chimica sarà da preferire un ammendante con C/N relativamente basso (10), in grado di rilasciare N più rapidamente.
- È necessario, inoltre, utilizzare materiale organico opportunamente stabilizzato, con concentrazioni di metalli pesanti e organismi nocivi nei limiti di legge.
- Il prodotto può essere reperito sfuso, confezionato in sacchi o big-bag, oppure pellettato. Un parametro importante è rappresentato dalla granulometria e dall'omogeneità fisica e qualitativa del prodotto, aspetti che, insieme all'umidità, possono condizionare la tecnica di distribuzione (con materiali molto secchi ad es. aumenta il rischio di polverosità).

Dose, epoca e modalità di applicazione dell'ammendante nei frutteti

- Il momento di distribuzione e il dosaggio devono tenere conto della fertilità del suolo, delle esigenze dei nutrienti del frutteto, e della necessità di sincronizzare il fabbisogno nelle diverse fasi fenologiche con il rilascio di nutrienti da parte dell'ammendante.
- In previsione di realizzare un nuovo frutteto, si consiglia la distribuzione del compost in concomitanza con le lavorazioni per la preparazione del terreno; la dose consigliata è di almeno 25–40 t ha⁻¹, con applicazione a pieno campo e successivo interrimento. L'impiego di pollina invece è sconsigliato per

la rapida mineralizzazione che renderebbe disponibile un'eccessiva quantità di N, aumentando i rischi di lisciviazione.

- L'ammendante compostato può essere applicato anche nella buca di piantagione (Fig. 7), con dosaggi variabili (fino a 8-10 t ha⁻¹) in funzione del sesto di impianto, evitando il contatto diretto con l'apparato radicale per prevenire eventuali stress (es. da eccesso di salinità). Tale pratica, seppur onerosa, migliora l'attecchimento dell'astone e crea intorno alle radici un ambiente particolarmente favorevole allo sviluppo della pianta nei primi anni. È comunque fondamentale utilizzare un prodotto ben stabilizzato e maturo, per evitare fenomeni di asfissia radicale indotti dalla fase termofila di compostaggio.
- Nei frutteti in produzione l'apporto annuale consigliato è compreso tra 10 t ha⁻¹ (melo) e 15 t ha⁻¹ (actinidia); la ricerca Biofertimat condotta su actinidia e melo, infatti, non ha mostrato differenze di produzione e dello stato nutrizionale tra gli alberi trattati con 100, 200 e 300 kg N ha⁻¹, mentre ha evidenziato a volte il rilascio di quantità eccessive di N minerale rispetto il fabbisogno della coltura, anche in periodi dell'anno in cui è più alto il rischio di lisciviazione dei nutrienti facilmente dilavabili (es. N nitrico).
- La dose di 100 kg ha⁻¹ di N è il risultato di una quantità di ammendante compostato di 15 t, con un tenore di N di circa il 2% e un tasso di mineralizzazione del 30% annuo.
- Tale dose, pertanto, può essere considerata ottimale per matrici quali il compost verde, il digestato e il compost da fungaia, pertanto, per i frutteti in produzione delle aree frutticole vocate del veronese. Apporti annui superiori devono tener conto dei limiti definiti dalla normativa in vigore (es. direttiva nitrati).
- L'impiego di pollina, invece, è giustificato nel caso di carenze di N e di necessità di elemento prontamente disponibile.
- La distribuzione "in copertura" va effettuata preferibilmente in primavera (aprile-maggio), localizzando l'ammendante sulla fila (Fig. 8) con appositi attrezzi a distribuzione laterale.



Fig. 7. Apporto di ammendante compostato in buca all'impianto del frutteto.

Fig. 8. Apporto primaverile di ammendanti in actinidia e melo in produzione.



- La formazione sulla fila di uno strato pacciamante di diversi cm, per una larghezza di circa 1 m, svolge anche un effetto di controllo della vegetazione infestante. Tuttavia, ove possibile, alla distribuzione è bene far seguire l'interramento dell'ammendante mediante lavorazione superficiale; in caso di inerbimento totale, può essere distribuito lungo la fila e protetto con l'erba dell'interfila durante la trinciatura.

Controllo del rilascio di nutrienti da parte dell'ammendante

- La ricerca Biofertimat ha messo in evidenza differenze nel rilascio di azoto minerale da parte delle matrici organiche testate, con picchi in presenza dei dosaggi maggiori a volte eccessivi, rispetto sia alle esigenze del frutteto sia alla necessità di preservare l'ecosistema frutteto dal rischio di lisciviazione di nitrati.
- A tal fine, nelle settimane successive la distribuzione è consigliato monitorare il processo di mineralizzazione della matrice organica distribuita, mediante l'analisi dell'N minerale (in particolare della frazione nitrica) del suolo o

della sua soluzione, facilmente estraibile negli impianti dotati di irrigazione localizzata (Fig. 9).

Fig. 9. Monitoraggio della disponibilità di nutrienti nel terreno mediante carotaggio del suolo (sinistra) o prelievo della soluzione con lisimetro a suzione (destra).



Impatto delle matrici sui parametri qualitativi

Il concetto di qualità

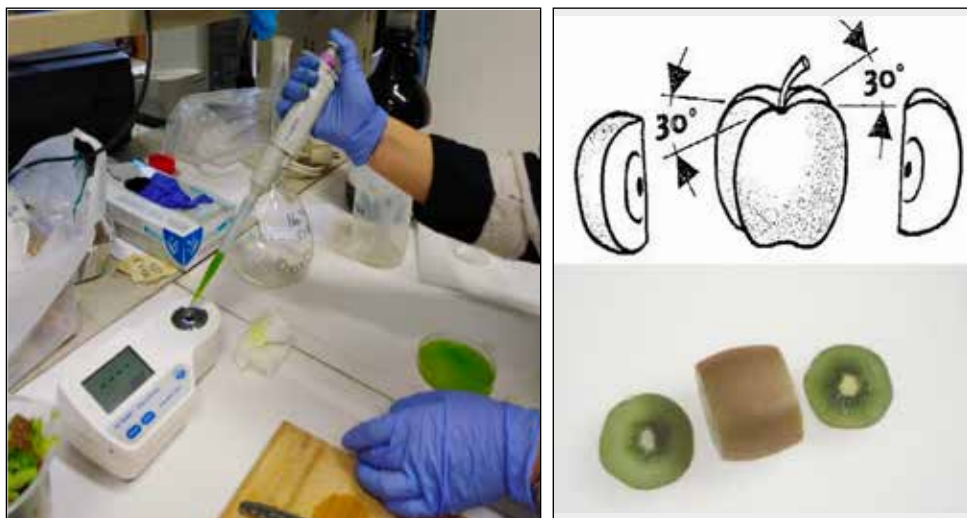
- Negli ultimi anni il consumatore sta manifestando in maniera crescente la necessità di avere a disposizione frutta di una qualità tale da soddisfare le sue esigenze nutrizionali, salutistiche ed edonistiche (è buono da mangiare), ambientale ecc.
- La qualità che consente il soddisfacimento dei bisogni del consumatore è fortemente condizionata dalla soggettività dell'individuo; tuttavia, è fortemente correlata al grado di maturazione raggiunto.
- La corretta determinazione del grado di maturità richiede dei criteri oggettivi che il produttore e il responsabile della conservazione e della commercializzazione adottano per ottenere e selezionare prodotti rispondenti alle esigenze del consumatore.

Livelli di maturazione e qualità

- Nella fase di maturazione si assiste a trasformazioni evidenti del frutto, che risultano percepibili sia attraverso i sensi dell'uomo, sia in laboratorio attraverso la strumentazione idonea. Si assiste ad un rammollimento della polpa, al cambiamento dei sapori, a cambiamenti del colore dell'epicarpo, che da verde passa a giallo, rosso o altri colori caratteristici della specie e della varietà (degradazione della clorofilla e formazione dei pigmenti). Dal punto di vista chimico, si hanno modificazioni nella composizione zuccherina, il contenuto in acidi totali, in cui predominano l'acido malico e l'acido citrico, diminuisce soprattutto a causa di una sostanziale regressione del malico. Aumenta la produzione di composti volatili che conferiscono al frutto aromi, aumenta la respirazione e la produzione di ormoni, tra cui il più importante è l'etilene.
- Di seguito si riportano i protocolli seguiti nel progetto BIOFERTIMAT e che possono essere facilmente adottati in laboratori con equipaggiamento di base:
- *Campionamento*: sono stati raccolti 60 frutti per tesi da tre piante diverse (20 per pianta) in modo da avere delle repliche tecniche (più misure dello stesso campione) e biologiche (misure di campioni diversi) che permettano di avere dati solidi da un punto di vista statistico e rappresentativi della diversità presente nei frutteti.
- *Determinazione dei solidi solubili*: Il contenuto di zuccheri è stato determinato con rifrattometro portatile digitale HI 96801 Hanna Instruments (Fig. 10A). Il succo per l'analisi è stato estratto da due porzioni di frutto opposte avendo cura di spremere il succo longitudinalmente (Fig. 10B).

La calibrazione del rifrattometro è stata effettuata con acqua distillata.

Fig. 10. Misurazione con rifrattometro digitale (A) e isolamento porzioni da analizzare da mele e kiwi (B).



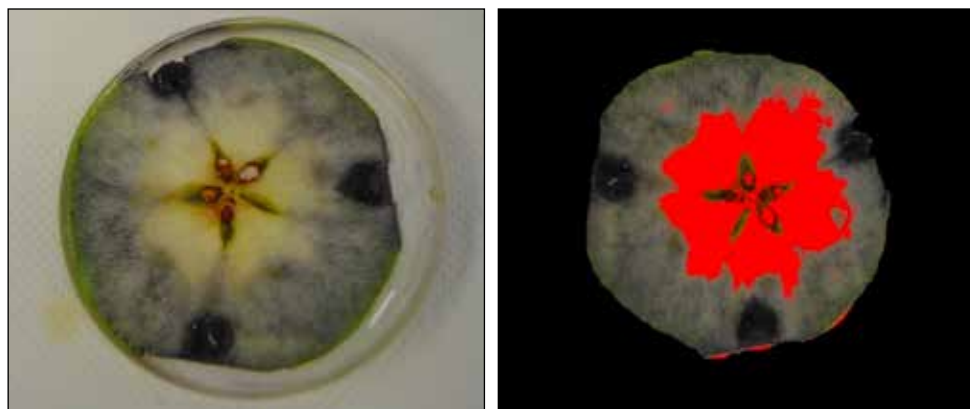
- **Determinazione della compattezza della polpa:** Per il progetto Biofertimat è stato utilizzato un *texture analyzer* (per informazioni si veda: <https://encosrl.com/analisi-di-struttura/ta-xt-plus-analizzatore-di-struttura-mono-colonna.html>), ma può essere utilizzato un tradizionale penetrometro avendo cura di eliminare la buccia prima di effettuare la misura e di utilizzare la sonda da 11 mm per le mele da 8 mm per il kiwi.
- **Determinazione Acidità titolabile:** L'acidità titolabile è stata determinata secondo il metodo standard ISO 750:1998 (E), che prevede il prelievo di 10 mL di succo del campione ai quali vengono aggiunti 40 mL di acqua demineralizzata. Servendosi di una buretta graduata, contenente idrossido di sodio (NaOH) 0,1 N si è proceduto con la titolazione del succo (Fig. 11), al quale sono state aggiunte alcune gocce di indicatore (fenoftaleina, pH di viraggio 8,1-8,3). Si sono quindi annotati i mL di soda che sono serviti a far virare al rosa-fuxia, in modo stabile per almeno 5 secondi, la soluzione contenente il campione. L'acidità titolabile è stata calcolata con la formula semplificata $\text{mL di NaOH} \times 0,64$ che permette fornisce i g/L di acido malico.

Fig. 11. Analisi dell'acidità titolabile con titolatore e sonda pH immersa nel campione.



- **Determinazione del livello di amido (SOLO PER LE MELE):** I frutti sono stati tagliati lungo il piano equatoriale all'altezza della cavità seminale. In un recipiente di vetro è stata versata la soluzione di Lugol (Iodio:Potassio ioduro). Per la valutazione del risultato si è utilizzata la scala 1-10 definita da Planton (Fig. 12). Per il progetto Biofertimat è stata effettuata una determinazione dell'amido attraverso un software di immagine.

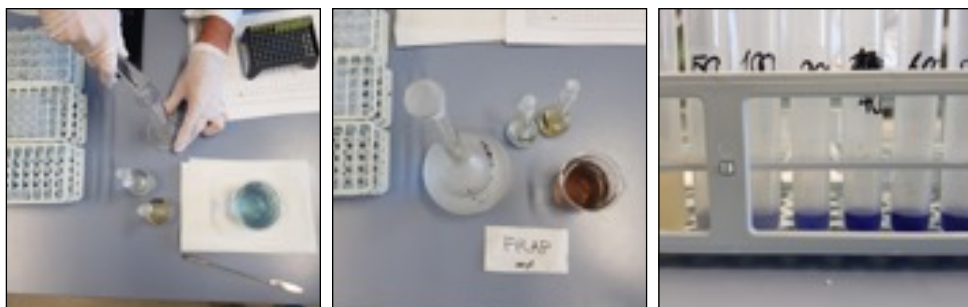
Fig. 12– Campione numero 5, plot 80, coltivazione convenzionale, anno 1; Valore Scala Planton: 6 (destra); Valore amido (ImageJ): 31,35539143



- **Determinazione contenuto clorofilla (SOLO I KIWI):** il kiwimeter è stato impiegato per determinare il contenuto di clorofilla del kiwi, un parametro che è inversamente correlato allo stato di maturazione del frutto. Per ulteriori indicazioni si rimanda al sito del produttore (<https://www.trturoni.com/controllo-manutenzione-qualita/da-meter-strumenti-non-distruttivi/kiwi-meter.6.html>).

- *La determinazione della capacità antiossidante e contenuto totale di fenoli* (Fig.13) ha previsto per entrambi una comune fase di estrazione effettuata con 0,500 g di prodotto liofilizzato ai quali sono stati aggiunti 20 mL di metanolo; il campione è stato omogeneizzato per 30" con l'ausilio di Ultra Turrax a velocità di 9000 rpm e quindi filtrato con carta da filtro (589 Schleicher). La CAT è stata determinata con il metodo FRAP (Ferric Reducing Ability of Plasma). Il reagente FRAP (soluzione 1 mM di 2,4,6-tripiridil-2 triazina [TPTZ], 2 mM di cloruro ferrico e 250 mM di acetato di sodio a pH 3.6) è stato preparato giornalmente a partire da soluzioni madre di 300 mM di buffer acetato, 12 mM di TPTZ (in acido cloridrico 48 mM) e 24 mM di cloruro ferrico in rapporto 10:1:1. A 100 μ L di estratto sono stati aggiunti 1900 μ L di reagente FRAP e si è omogeneizzato con l'ausilio di un vortex; dopo 4' a 20° C è stata letta l'assorbanza a 593 nm. La lettura è stata confrontata con una curva di calibrazione costituita da soluzioni di solfato di ammonio ferroso con concentrazione da 0 a 800 ppm. La CAT è stata espressa come mg di Fe²⁺ equivalenti (Fe²⁺+E) per kg di campione secco. Per la determinazione dei fenoli totali, invece, si sono prelevati 200 μ L dell'estratto, sono stati aggiunti 1000 μ L di reattivo Folin-Ciocalteu e 800 μ L di carbonato di sodio anidro al 7,5%. Si è proceduto con 15" di agitazione e successivo riposo per 30' a temperatura ambiente prima di leggere allo spettrofotometro ad una lunghezza d'onda di 765 nm. L'assorbanza è stata confrontata con quella letta da soluzioni a concentrazione nota di acido gallico (da 0 a 400 μ g mL⁻¹) le quali hanno subito lo stesso procedimento dei campioni. Il contenuto totale di fenoli è stato espresso come mg di acido gallico equivalenti (GAE) per kg di campione secco.

Fig. 13. Analisi della capacità antiossidante e del contenuto dei fenoli totali effettuati con le procedure di FRAP e FOLIN.



- *Analisi strutturale*: per alcune colture orticole e frutticole è stato osservato il comportamento del prodotto fertilizzato con matrici organiche anche sotto il profilo strutturale valutandone la resistenza dei tessuti alla frattura o alla penetrazione (Fig. 14). A questo proposito si è impiegato il Texture Analyzer modello Stable Microsystem "TA-XT-PLUS" valutando, attraverso gli accessori di compressione, la forza necessaria per comprimere, fratturare, penetrare il campione.
- *Analisi sensoriali*: Per le analisi sensoriali si è proceduto all'addestramento di un panel di assaggiatori non professionisti per cui anche questa procedura richiede operatori specializzati. Per informazioni basilari sull'analisi sensoriale si rimanda all'organizzazione nazionale assaggiatori di frutta (ONAFrut, <http://www.onafrut.it/pagina/?ID=19>).



Fig. 14. – Analisi della struttura dei prodotti tramite dinamometro Stable Microsystem "TA-XT-PLUS".

Valutazione complessiva del piano sperimentale

A conclusione del progetto sembra utile spendere alcune parole relativamente all'approccio sperimentale adottato durante le prove condotte sia in ambito frutticolo sia in ambito orticolo.

Partendo dal presupposto che un argomento così complesso necessiterebbe di tempi molto ampi per una piena comprensione e valutazione, si può affermare che l'approccio adottato nel presente progetto ha pienamente risposto alle aspettative.

Tutte le sperimentazioni sono risultate rigorose e pienamente rispondenti a raggiungere gli obiettivi indicati. Il piano sperimentale ideato ha permesso di affrontare le molteplici problematiche indagate grazie anche a tutte le diverse competenze coinvolte.

I protocolli adottati per la sperimentazione in campo e in serra per i due ambiti colturali trattati, le metodiche avanzate usate per lo studio degli aspetti qualitativi, e l'approccio sensoriale si sono dimostrati perfettamente adeguati.

I risultati ottenuti testimoniano che il progetto presentato e condotto utilizzando specifici approcci scientifici ha visto un adeguato mix tra sperimentazione classica e innovativa che può rappresentare un esempio è un punto fermo sul quale impostare future ricerche sull'argomento.



**Iniziativa finanziata dal Programma
di Sviluppo Rurale per il Veneto 2014 – 2020.**

Organismo responsabile dell'informazione: A.T.S. BIOFERTIMAT;
Soggetto capofila: Agrintesa Società Agricola Cooperativa

Autorità di gestione: Regione del Veneto - Direzione AdG FEASR e Foreste.