

LINEE GUIDA

per la gestione degli impianti di pero
in Emilia-Romagna



Iniziativa realizzata nell'ambito del PSR Emilia-Romagna 2014-2020 – Tipo di operazione 16.1.01 – Gruppi operativi del partenariato europeo per l'innovazione: "produttività e sostenibilità dell'agricoltura" Focus Area 5A – Progetto "IRRIGATE: Indagine sui sistemi iRrigui a livello territoriale in Risposta alla deGenerazione degli impiAnTi di pEro"

SOMMARIO

Introduzione	2
Indagini preliminari	2
Impiego di coperture	3
Scelta dell'impianto irriguo	3
Impianto con gocciolatori "on-line" autocompensanti	4
Impianto ad ali gocciolanti integrali autocompensanti	4
Impianto irriguo con mini-irrigatori sovrachioma	4
Impianto con micro-irrigatori a spruzzo	6
Progettazione dell'impianto irriguo	7
Restituzione del fabbisogno evapotraspirativo	7
Uniformità di distribuzione.....	8
Coerenza tra volume bagnato e volume esplorato dalle radici assorbenti.....	8
Restituzione del fabbisogno nutritivo E FERTIRRIGAZIONE	8
Scelta del portinnesto.....	10
Copertura del suolo anche nel sottofila	10
Operazioni per migliorare l'attività radicale degli apparati già formati.....	11
Operazioni per migliorare le proprietà fisico-chimiche e biologiche del suolo.....	12
Gestione dell'irrigazione.....	13
Bilancio idrico	13
Sensori di monitoraggio.....	14

INTRODUZIONE

Di seguito si riportano alcune indicazioni scaturite dal progetto “Indagine sui sistemi iRrigui a livello territoriale in Risposta alla deGenerazione degli impiAnTi di pEro” (IRRIGATE), finanziato dalla Regione Emilia-Romagna nell’ambito del PSR 2014-2020 - Mis. 16.1 Focus Area 5A.

Le attività sperimentali messe in atto nel progetto IRRIGATE hanno permesso di avere un quadro generale della situazione della pericoltura nella regione Emilia-Romagna, da cui emerge una sempre più diffusa degenerazione delle piante su diversi portinnesti di vigoria ridotta, non legate a specifici attacchi patogeni. Dallo studio effettuato, le cause che determinano questo problema sono molteplici e da ricercarsi in un’azione sistemica in cui intervengono diversi fattori, il cui fulcro si posiziona nella zona radicale, e quindi nel rapporto tra radice, suolo e ambiente.

Gli impianti di pero della regione hanno densità elevate e sono gestiti generalmente con portinnesti nanizzanti per contenere la vigoria, in linea con la tendenza generale della frutticoltura specializzata. L’alta densità d’impianto, combinata all’applicazione di tecniche convenzionali tipiche delle produzioni intensive possono, nel tempo, determinare l’affermarsi di condizioni favorevoli a uno squilibrio dei processi fisiologici, intensificate anche dal verificarsi di eventi estremi legati al cambiamento climatico in corso.

Infatti, vanno considerate le negative ripercussioni delle alte temperature, sempre più frequenti, dannose soprattutto se abbinate a scarsità di precipitazioni nel periodo estivo. Queste condizioni possono causare gravi problemi a piante che si trovano in situazione di fragilità per la mancanza di nicchie ospitali nella zona esplorabile dalle radici a seguito di fattori biotici e/o abiotici ostili.

In un tale contesto produttivo, l’applicazione di pratiche sostenibili nella gestione della pianta e del suolo possono aiutare a mitigare tali effetti, creando condizioni utili a ridurre la vulnerabilità delle colture.

Le linee guida di seguito descritte sono valide sia per la creazione di nuovi impianti di pero, sia per la gestione di quelli già esistenti e si riferiscono in particolare alla cv Abate Fetel. Esse si basano su due approcci: **mitigazione dei fattori climatici avversi e aumento della resilienza del sistema.**

INDAGINI PRELIMINARI

Per raggiungere il potenziale produttivo del pereto è necessario effettuare una serie di indagini preliminari volte ad accertare l’esistenza delle condizioni agronomiche necessarie alla coltivazione economicamente conveniente e predisporre le necessarie strumentazioni per il monitoraggio dei parametri ambientali. È opportuno, inoltre, considerare aspetti ambientali, quali: la presenza di pereti negli anni precedenti, la stanchezza e la fertilità del suolo, la disponibilità di risorsa irrigua.

Al fine di acquisire tutte le informazioni necessarie a valutare l’attitudine dell’appezzamento a ospitare un pereto, è necessario effettuare le analisi del profilo e del terreno raccogliendo un numero di campioni e sub-campioni coerente con la variabilità dell’appezzamento. Le modalità di campionamento sono ben espresse all’interno delle “Norme Generali, Allegato 4, dei DPI (Disciplinari di Produzione Integrata) della Regione Emilia-Romagna” In tale documento, al quale si rimanda, sono trattati in maniera esauriente tutti gli aspetti relativi all’individuazione dell’area di campionamento, gli strumenti necessari, il numero minimo di campioni richiesti, l’epoca e la profondità di prelievo e, naturalmente, il tipo di analisi da eseguire.

IMPIEGO DI COPERTURE

L'utilizzo di reti antigrandine (tradizionali o fotoselettive) o multifunzionali (antigrandine, antipioggia e antinsetto) monoblocco o monofila è consigliato in quanto, oltre a fornire protezione da grandine e forti piogge, nonché a ridurre la velocità del vento e a limitare le perdite di acqua dalla foglia, portano a una riduzione della radiazione solare incidente direttamente sul suolo, contribuendo a contenerne l'aumento della temperatura, pur mantenendo elevata la quantità di luce fotosinteticamente attiva che arriva alla chioma.

Di seguito si riportano alcuni esempi, non esaustivi, di queste tipologie di copertura.



Reti antigrandine tradizionali (a sinistra) e fotoselettive (a destra)



Reti multifunzionali a monoblocco (a sinistra) e monofila (a destra)

SCelta DELL'IMPIANTO IRRIGUO

La scelta dei metodi di irrigazione rappresenta un importante aspetto di tutta la problematica irrigua. Esistono, infatti, metodi idonei al solo umettamento del terreno, altri che si prestano per la fertirrigazione, altri ancora che possono servire per il dilavamento dei sali in eccesso o alla regolazione termica o alla lotta antiparassitaria.

I vari metodi differiscono inoltre per quanto riguarda l'impiego d'acqua, di energia, di manodopera, di capitali, per la possibilità di automazione, per l'adattabilità a certi tipi di terreno e non ad altri, per la possibilità che offrono di soddisfare o meno le esigenze specifiche di determinate colture.

La scelta del miglior metodo irriguo da adottare va fatta tenendo in considerazione numerosi fattori: agronomici, climatici, di qualità dell'acqua e del suo tipo di approvvigionamento. La scelta dell'impianto irriguo deve inoltre tenere conto delle mutate condizioni climatiche, delle caratteristiche pedologiche, della disponibilità idrica e dei turni irrigui, della qualità dell'acqua, della fonte di prelievo, senza tralasciare la necessità di aumentare la sostanza organica e la ricerca della sostenibilità economica del pereto.

La Regione Emilia-Romagna e il Consorzio di bonifica di secondo grado per il Canale Emiliano Romagnolo hanno sviluppato dei supporti decisionali per la scelta e il corretto dimensionamento degli impianti irrigui (*SETI, TECNIRRI*), fruibili gratuitamente sul sito web del Consorzio CER.

Di seguito le tipologie che possono essere impiegate:

- Impianto irriguo con gocciolatori “on-line” autocompensanti;
- Impianto ad ali gocciolanti integrali autocompensanti;
- Impianto irriguo con mini-irrigatori sovrachioma;
- Impianto irriguo con micro-irrigatori a spruzzo sovrachioma o sottochioma.

IMPIANTO CON GOCCIOLATORI “ON-LINE” AUTOCOMPENSANTI

L'impianto irriguo con gocciolatori “on-line” autocompensanti è costituito da erogatori con portate variabili da 1 a 8 l/h (più comunemente da 2 e 4 l/h), inseriti direttamente su un tubo di polietilene fissato su ogni filare del frutteto. I gocciolatori autocompensanti non variano la portata al variare della pressione d'esercizio, all'interno del campo di compensazione che va generalmente da 0,7 bar fino a 4 bar, e consentono di poter servire anche filari molto lunghi e posti in terreni in pendenza, con un'ottima e omogenea uniformità di distribuzione. È necessaria la filtrazione accurata delle acque provenienti dalle fonti di prelievo, almeno con 120-140 MESH. La fertirrigazione può essere eseguita con buona uniformità di distribuzione. Si possono posizionare 1 o 2 gocciolatori per pianta, cercando comunque di garantire una buona uniformità di bagnatura, impiegando erogatori con elevate caratteristiche tecnologiche e di uniformità di portata.

IMPIANTO AD ALI GOCCIOLANTI INTEGRALI AUTOCOMPENSANTI

Le ali gocciolanti integrali sono condotte in polietilene con i gocciolatori inseriti all'interno del tubo a distanze prefissate. Lo spessore del tubo è generalmente uguale o superiore a 35 mil (> 875 µm), per garantire una durata dell'impianto pari alla vita del pereto. Generalmente hanno portate variabili da 0,7 (*Ultra low drip irrigation*) a 3,5-4 l/h. Il passo, ovvero la distanza tra i punti goccia, varia in funzione della portata dei gocciolatori, della distanza tra le piante, delle caratteristiche pedologiche. In generale è consigliabile garantire una sufficiente uniformità di bagnatura lungo la fila. Anche in questo caso è necessaria la filtrazione accurata delle acque provenienti dalle fonti di prelievo, almeno con 120-140 mesh. La fertirrigazione può essere eseguita con buona uniformità di distribuzione. Per aumentare l'efficienza di applicazione dell'acqua possono essere impiegate anche per la subirrigazione, interrate a 20-25 cm, portando l'acqua direttamente allo strato interessato dalle radici e garantendo una elevata resistenza nel tempo. Per aumentare l'area bagnata ed evitare un eccesso di concentrazione di zone sovrairrigate, se ne possono impiegare due, da entrambi i lati del filare.

IMPIANTO IRRIGUO CON MINI-IRRIGATORI SOVRACHIOMA

Sono mini-irrigatori con portate nominali superiori a 150 l/h; la rotazione circolare è garantita dal tradizionale sistema a schiaffo o da particolari diffusori. Hanno delle gittate comprese tra 6-14 m e portate da 150 a 600 l/h, si montano su ali piovane in PE, con sestri di impianto generalmente da 7 x 7 m fino a 12 x 12 m. Si impiegano in frutticoltura elevandoli con speciali kit di montaggio al di sopra delle chiome. Funzionano a

pressioni di esercizio basse, comprese tra 2,5-3,5 bar. Sono molto utilizzati sia per l'irrigazione che per la difesa antibrina e climatizzante, e la loro caratteristica che li fa preferire a tanti altri metodi irrigui è quella di avere necessità di filtraggio dell'acqua molto blande. Con i mini-irrigatori comuni sono consigliate lunghezze delle linee non superiori ai 150 m, mentre con gli autocompensanti si possono raggiungere lunghezze maggiori ed essere impiegati in terreni declivi.



Gocciolatore on-line



Ali gocciolanti integrali



Mini-irrigatori sovrachioma

IMPIANTO CON MICRO-IRRIGATORI A SPRUZZO

Questo tipo d'impianto viene impiegato in frutticoltura, sottochioma o sovrachioma, per ottenere una maggiore diffusione dell'area bagnata rispetto agli impianti a goccia in terreni molto sciolti e con scheletro. Si dividono in due grandi gruppi: statici (Microsprayers) e dinamici (Microsprinklers). I primi non hanno organi rotanti, possono bagnare anche a settore, nebulizzano di più il getto rispetto ai dinamici, hanno lanci inferiori e si possono montare direttamente sul tubo. I dinamici hanno un organo rotativo, distribuiscono il lancio a 360°, hanno gocce più pesanti, hanno lanci anche > di 4 m e si montano verticalmente su astine a testa in su, o in derivazione appesi a testa in giù con pesetti.



Microsprayer statico



Microsprinklers dinamico

I micro-spruzzatori autocompensanti sono principalmente utilizzati in terreni collinari, consentendo anche linee irrigue molto lunghe per la loro capacità di compensare le pressioni d'esercizio.

Possono essere utilizzati anche per la difesa dalle gelate tardive primaverili e per la climatizzazione, hanno portate più elevate dei gocciolatori, generalmente da 25 a 90 l/h, ma non superiori a 150 l/h. Il loro posizionamento è funzione della portata/gittata, del tipo di terreno e del sesto di impianto. La pressione di esercizio è bassa (1,5-2,5 bar). È necessaria la filtrazione accurata delle acque provenienti dalle fonti di prelievo.

Possono essere impiegati anche sovrachioma, ed esistono modelli dotati di sistemi pulsanti, ad erogazione intermittente.

La scelta del sesto d'impianto è condizionata dalla distanza tra i filari, su cui sono installati gli erogatori, e dalla larghezza della striscia bagnata che si vuole ottenere.

SOVRACHIOMA

Utilizzando impianti sovrachioma è possibile bagnare tutta la superficie dell'appezzamento. In questo caso sarà necessario valutare l'interazione tra irrigazione e quindi suoli bagnati e il passaggio delle macchine operatrici, al fine di non produrre eccessivi effetti negativi dovuti al calpestio. Per evitare la bagnatura del percorso delle macchine operatrici è possibile utilizzare degli impianti a spruzzo sovrachioma lineari, cioè che distribuiscono l'acqua unicamente sul filare. In entrambi i casi è possibile adottare la tecnologia a pulsazione (es. Pulsar o similari), per diminuire la pluviometria oraria fino al 70%. La bagnatura fogliare va comunque valutata con i propri consulenti tecnici per l'interazione con gli aspetti fitosanitari.

SOTTOCHIOMA

Utilizzando impianti sottochioma non si bagna la chioma del pero, diminuendo l'interazione con gli aspetti fitosanitari. Anche con gli impianti di irrigazione sottochioma è possibile decidere se bagnare tutta la superficie dell'appezzamento o solo porzioni coincidenti col filare. Possono anch'essi essere dotati di tecnologie "a pulsazione" (es. Pulsar) per diminuirne la pluviometria oraria. Per ottenere strisce bagnate che escludano il percorso di transito delle macchine operatrici è necessario utilizzare microsprinkler che abbiano un diametro di bagnatura di circa 1 m. Il diametro di bagnatura è influenzato anche dall'altezza dal suolo a cui viene collocato il microsprinkler. Al fine di ottenere la maggior uniformità di bagnatura possibile, utilizzando microsprinkler, risulterà necessario diminuire la distanza tra gli erogatori, aumentandone il numero per ettaro, il che inciderà anche sulla portata del settore irriguo; parametro limitante, da tenere in considerazione. In entrambi i casi, la bagnatura del cotico erboso potrà influenzare lo sviluppo di funghi e batteri e in taluni casi favorire l'insorgenza di avversità. La bagnatura delle zone in cui è stata distribuita sostanza organica, contribuirà ai processi di umificazione.



Microsprinkler sovrachioma



Microsprinkler sottochioma

PROGETTAZIONE DELL'IMPIANTO IRRIGUO

RESTITUZIONE DEL FABBISOGNO EVAPOTRASPIRATIVO

L'impianto irriguo deve essere capace di restituire il fabbisogno irriguo giornaliero, compatibilmente con i turni irrigui aziendali e la disponibilità della risorsa idrica, considerando anche eventuali turnazioni della consegna dell'acqua irrigua da parte degli enti preposti. Si consiglia di individuare il fabbisogno evapotraspirativo del frutteto basandosi su quello medio dell'ultimo ventennio, al quale applicare una maggiorazione del 30% affinché l'impianto irriguo possa risultare efficiente per tutta la vita del frutteto, anche in annate critiche e straordinarie.

Si evidenzia che negli areali vocati alla coltivazione del pero, negli ultimi anni è stato riscontrato un aumento costante del VPD (Deficit di pressione del vapore) che misura la quantità di acqua presente nell'aria rispetto alla quantità massima di vapore acqueo che può esistere in quell'aria (la cosiddetta pressione del vapore di saturazione SVP); man mano che l'aria si riscalda, la sua capacità di trattenere l'acqua aumenta.

Facile da regolare in serra, in pieno campo il VPD è difficilmente influenzabile, se non tramite l'apporto idrico tramite impianti a spruzzo (sprinkler) e la disposizione di apposite coperture ombreggianti, elementi entrambi che favoriscono l'abbassamento delle temperature del frutteto. Laddove quindi siano installate reti ombreggianti, come per esempio le reti antigrandine, è necessario decurtare il possibile fabbisogno evapotraspirativo di una determinata percentuale, che può arrivare fino al -30%. Proprio per le differenti

condizioni climatiche che si vengono a realizzare in un frutteto coperto, è necessario installare dentro il frutteto coperto, i sensori utili al calcolo dell'evapotraspirazione (termometri, radiometri, sensori di umidità, ecc.) (vedi § "Sensori di monitoraggio").

UNIFORMITÀ DI DISTRIBUZIONE

Alla base del corretto raggiungimento degli obiettivi sopraelencati, occorre garantire una buona uniformità di distribuzione, pertanto è bene tenerne conto durante le fasi di progettazione dell'impianto irriguo. Scarsa uniformità di distribuzione potrà dare adito a:

- presenza di volumi di terreno asfittici e/o in stress da carenza idrica;
- eccessiva concentrazione dei nutrienti, con conseguente creazione di fenomeni di fitotossicità e eccessiva conducibilità;
- scarsa e non uniforme protezione dalle gelate tardive;
- dilavamento della salinità non uniforme.

Per ottenere una buona uniformità di distribuzione è bene ravvicinare il più possibile gli erogatori negli impianti a goccia, diminuendone il più possibile la portata nominale di ciascuno. Per definire la corretta distanza tra i gocciolatori è necessario conoscere la tessitura del terreno (vedi § "Indagini preliminari").

Negli impianti a spruzzo (sprinkler), a seconda del sesto di impianto è possibile scegliere differenti schemi (triangolo, quadrato, ecc.) per il posizionamento degli erogatori, sempre considerando adeguatamente le aree di sovrapposizione al fine di raggiungere la massima uniformità possibile su tutta la superficie bagnata.

COERENZA TRA VOLUME BAGNATO E VOLUME ESPLORATO DALLE RADICI ASSORBENTI

L'impianto irriguo deve permettere la bagnatura del volume esplorato dalle radici assorbenti; pertanto, è necessario *in primis* sapere quale sia questo volume, che varia fortemente in relazione al portinnesto.

Le radici hanno una crescita tendenzialmente radiale e centrifuga, ovvero tendono ad allontanarsi dal fusto. In caso di portinnesti con vigoria media o elevata, quindi, la coerenza tra volume bagnato e volume esplorato dalle radici si può ottenere con sistemi a spruzzo sovrachioma o sottochioma, oppure con 2 linee di ali gocciolanti (una per ciascun lato del filare), stese in terra o meglio impalcate con appositi supporti distanziatori.

La distanza tra le due ali gocciolanti deve esser sufficiente ad evitare concentrazioni elevate di acqua nel terreno; comunque mai inferiore a 40 cm. Nel caso di impianti a doppia ala gocciolanti si consiglia di diminuire il più possibile la pluviometria oraria del singolo punto goccia, tendendo a portate inferiori o uguali a 1 l/h, compatibilmente con i turni irrigui aziendali e la disponibilità di risorsa idrica. La distanza tra i gocciolatori deve esser compresa tra 20 e 50 cm.

E' possibile impostare impianti irrigui che permettono l'alternanza programmata delle zone bagnate in modo da garantire diverse disponibilità idriche nel tempo e nelle diverse posizioni rispetto al tronco e in profondità per ottenere un maggiore benessere radicale complessivo.

RESTITUZIONE DEL FABBISOGNO NUTRITIVO E FERTIRRIGAZIONE

Il pero necessita di differenti fabbisogni nutritivi a seconda che si trovi in fase di allevamento, di entrata in produzione o di piena produzione e la loro dinamica di assorbimento dipende dallo stadio fenologico in cui si trova la coltura. Inoltre, i fabbisogni nutrizionali annuali dipendono da una serie di fattori come il portinnesto, la forma di allevamento, l'età della pianta e, non ultimo, la carica di frutti. Le attuali conoscenze consentono di determinare con esattezza i momenti di intervento e le dosi di nutrienti da distribuire.

In linea generale, il 40% dell'azoto assorbito complessivamente dalla pianta proviene dalle riserve interne e la maggior parte di esso viene traslocato prima della fase di "caduta petali". L'azoto assorbito dalle radici diventa preponderante solo successivamente, con un 50% del totale assorbito tra aprile e giugno e solo il 10% nel restante periodo. Quindi, non è necessario intervenire con concimazioni azotate prima della comparsa dei bottoni fiorali ed è consigliabile effettuarle a partire dalla fioritura, riservando una quota in post-raccolta.

Per quanto riguarda l'assorbimento del fosforo, esso avviene in quantità limitata e concentrato prevalentemente nelle primissime fasi seguenti la ripresa vegetativa. Non essendo soggetto a lisciviazione, in quanto trattenuto dai colloidali del suolo, si consiglia di somministrarlo in un'unica soluzione, anche alla fine dell'inverno. Il potassio, invece, è insieme al calcio l'elemento che viene assorbito in grandi quantità nel pero ed è determinante per la qualità dei frutti. Buona parte del potassio assorbito viene asportato con i frutti e accumulato al loro interno rapidamente durante l'ingrossamento. Eccessive disponibilità o distribuzione troppo anticipate possono innescare fenomeni di antagonismo con il calcio e il magnesio peggiorando la conservabilità dei frutti. Infine, le alte densità di impianto, la necessità di anticipare l'entrata in produzione e il perseguimento di obiettivi quanti-qualitativi sempre più elevati della moderna pericoltura, rende la nutrizione minerale del pero una pratica agronomica determinante.

In considerazione dei costi di impianto della coltura, per massimizzare l'efficienza di distribuzione e di assorbimento dei nutrienti, la loro distribuzione deve essere effettuata localizzandoli sulla fila. È consigliabile effettuare la distribuzione dei primi interventi con metodi tradizionali e i restanti mediante la fertirrigazione, veicolando i nutrienti tramite l'acqua di irrigazione. In tal modo, le perdite per lisciviazione sono limitate, si riducono i costi di manodopera ed è possibile intervenire anche quando i terreni sono impraticabili. Con la fertirrigazione è possibile frazionare gli interventi nutritivi garantendo sempre livelli di nutrienti nel terreno ottimali per le colture, evitando eccessi di conducibilità e fenomeni di fitotossicità.

La Regione Emilia-Romagna e il Consorzio di bonifica di secondo grado per il Canale Emiliano Romagnolo hanno sviluppato il supporto decisionale FERT-IRRINET per la determinazione del fabbisogno nutritivo totale (N, P, K) e il loro frazionamento durante la stagione in base alle curve di assorbimento della coltura. Il servizio è gratuito ed è possibile iscriversi nel portale www.irriframe.it.

FERTIRRIGAZIONE

Per effettuare correttamente la fertirrigazione è necessario possedere alcune conoscenze di base e utilizzare attrezzature adeguate. Innanzitutto, per una corretta preparazione della soluzione madre è necessario conoscere la qualità dell'acqua. Analizzandone la temperatura possiamo determinare il grado di solubilità dei fertilizzanti; con la conducibilità elettrica, la salinità della soluzione, con il calcio, magnesio e i microelementi sappiamo se è necessario o meno acidificare la soluzione madre al fine di impedire che questi precipitino legandosi con solfati e fosfati. Infatti, a pH sub-alcalini si presentano le condizioni per la formazione di precipitati ed è necessario effettuare l'acidificazione della soluzione madre impiegando acidi minerali e portando il pH a reazioni acide/sub-acide.

Una volta preparata la soluzione madre si procede alla miscelazione dei fertilizzanti con l'acqua di irrigazione, attraverso iniezione diretta della soluzione madre nell'impianto di irrigazione. Tra le varie modalità di distribuzione possibili, si consiglia di effettuare la fertirrigazione in tre fasi. In una prima fase, pari a circa il 40-50 % del tempo totale di irrigazione, viene distribuita solo acqua, nella fase centrale tutto il volume della soluzione madre (20-30% del tempo) e, nella restante fase l'irrigazione viene effettuata di nuovo con la sola acqua. Infine, si consiglia di non superare l'1 ‰ (1 kg di sali per m³ di acqua) di concentrazione della soluzione fertirrigata impiegata. L'impianto irriguo deve permettere la bagnatura del volume esplorato dalle radici assorbenti; pertanto, è necessario *in primis* sapere quale sia questo volume, che varia fortemente in relazione al portinnesto.

SCelta DEL PORTINNESTO

È importante operare una scelta ottimale del portinnesto in rapporto alle proprietà chimico-fisiche del suolo. Pertanto, prima dell'impianto è necessario conoscere il profilo e il tipo di suolo con analisi chimico-fisiche. In base ai risultati si può procedere a un'opportuna scelta del portinnesto (es. evitare cotogni in suoli con elevato calcare attivo) e del tipo di sistema di irrigazione.

Dove sono presenti evidenti problemi di degenerazione del pero, occorre prendere in considerazione anche portinnesti franchi con modifiche del sesto d'impianto e delle tecniche di gestione, in modo da utilizzare il vigore elevato per avere una maggiore esplorazione del suolo ma al tempo stesso occorre programmare il controllo della crescita aerea e della produttività. Andranno prese in considerazione in questo caso tecniche di potatura lunga con raccorciamenti limitati alle branche di 3-4 anni fortemente produttive. Questa scelta è da fare con attenzione e coerenza nella gestione integrata di tutti i fattori di controllo della crescita (irrigazione, concimazione, lavorazioni, potatura).

Qualora si decida di utilizzare portinnesti deboli, è importante favorire l'espansione radicale, in modo che la radice esplori una zona di terreno più grande possibile, anche a profondità leggermente maggiori (30-50 cm). Nei primi anni, infatti, si ha una spiccata espansione della chioma e della radice, quando la pianta raggiunge l'equilibrio ed entra in produzione rallenta lo sviluppo e l'esplorazione radicale, tendendo a mantenere l'equilibrio (poca esplorazione radicale).

Per questi portinnesti si consiglia quindi di:

- Evitare la produzione del 2° anno in modo da lasciare espandere la radice;
- Evitare il diserbo (suolo nudo che richiama le radici anche in superficie nelle zone irrigate);
- Effettuare la lavorazione del suolo i primi anni (per scoraggiare le radici ad uno sviluppo negli strati superficiali), in seguito valutare l'utilizzo di pacciamatura viva riducendo fortemente l'uso dei diserbanti chimici.

COPERTURA DEL SUOLO ANCHE NEL SOTTOFILA

Il suolo nudo è esposto all'azione battente della pioggia e al ruscellamento che possono causare degenerazione della struttura ed erosione. La superficie del suolo esposta al riscaldamento da parte dei raggi solari è soggetta ad aumento di temperatura e perde umidità negli strati superficiali più velocemente di un suolo coperto.



Alcuni esempi di pacciamatura viva.

Si consiglia quindi una gestione del sottofila con copertura pacciamante organica che ha maggiore effetto in termini di mitigazione della temperatura e ritenzione dell'umidità. In particolare si suggerisce una pacciamatura viva con semina o impianto di specie selezionate per la capacità di copertura rapida del suolo e per un apparato radicale poco profondo (ridotta competizione con le radici dell'albero), come possono essere trifoglio, timo serpillo, fragolina di bosco, potentilla o altre specie localmente adatte. La pacciamatura viva si può considerare multifunzionale, in quanto oltre a controllare lo sviluppo di piante spontanee indesiderate, riduce l'erosione, è una fonte di materia organica (di specie diverse dalla pianta da frutto) che migliora la fertilità del suolo, mantiene umidità negli strati superiori del suolo, aumenta la biodiversità (vegetale, entomologica e microbica).

OPERAZIONI PER MIGLIORARE L'ATTIVITÀ RADICALE DEGLI APPARATI GIÀ FORMATI

In un frutteto ad alta densità, già dopo alcuni anni dall'impianto può essere difficile per le radici trovare nicchie ospitali. Infatti il volume di suolo disponibile è limitato: sulla fila, dalla presenza di piante della stessa specie; nell'interfila, dal compattamento dovuto al passaggio dei mezzi agricoli e solitamente anche dalla mancanza di irrigazione e concimazione (che sono concentrati sulla fila); in profondità, dalla scarsa qualità del terreno.

La radice delle piante esprime la sua plasticità e quindi la capacità di adattamento alle variazioni delle condizioni ambientali, attraverso la continua esplorazione e colonizzazione di nuove nicchie di suolo. Le radici assorbenti hanno infatti un turnover molto rapido di pochi giorni/settimane e hanno quindi bisogno di spazi non sfruttati da radici della stessa specie (liberi da sostanze "dispatiche"). Per fare questo lo spazio tra le piante sulla fila è presto completamente colonizzato dalle radici, va quindi favorito il rinnovo del suolo specialmente in direzione dell'interfila, applicando le seguenti pratiche colturali:

- Utilizzare un erpice arieggiatore sulla carraia in autunno con terreno in tempera, in quanto smuovendo il suolo in profondità si stimola lo sviluppo radicale nella direzione dell'interfila;
- Distribuire nutrienti e acqua in modo razionale (posizionarli dove vogliamo che si sviluppino le radici); ad esempio, una distribuzione di nutrienti nella zona vicina a dove è passato l'erpice arieggiatore porta a creare una nicchia con terreno non compattato e con nutrienti a disposizione in grado di favorire la crescita radicale;
- Regolare il carico di frutti a favore della crescita radicale (ridurre il carico massimo in modo da lasciare energie per lo sviluppo radicale); questo richiede una capacità di controllo del carico produttivo che comincia con la potatura e prosegue con il diradamento.



Erpice arieggiatore

OPERAZIONI PER MIGLIORARE LE PROPRIETÀ FISICO-CHIMICHE E BIOLOGICHE DEL SUOLO

Al fine di favorire il migliore adattamento possibile della coltura alle condizioni pedoclimatiche esistenti nella zona di produzione, diventa prioritario recuperare la fertilità dei suoli, intesa come uno stato nel quale le proprietà fisico-chimiche e biologiche sono tali da favorire un miglior sviluppo del sistema radicale-vegetativo della pianta. In tal senso, si dovrà operare affinché il suolo presenti un buono stato strutturale per garantire rapida infiltrazione e movimento dell'acqua e dell'aria, una buona dotazione di sostanza organica per favorire la presenza e l'attività di una popolazione microbica diversificata, il naturale ciclo biogeochimico degli elementi e un'adeguata disponibilità degli elementi della nutrizione favorendo il massimo assorbimento ed efficienza d'uso dei nutrienti da parte della pianta.

Si consigliano, pertanto, alcune operazioni per migliorare le proprietà fisico-chimiche e biologiche del suolo, migliorare l'infiltrazione e il movimento dell'acqua e dell'aria, l'accumulo di sostanza organica, la biodisponibilità degli elementi, la biodiversità e il contenuto e l'attività dei microrganismi benefici, con un'attenzione particolare a promuovere l'ospitalità delle nicchie di suolo intorno alle piante.

Le nicchie di suolo nel sottofila sfruttate dalle radici di una pianta hanno sostanza organica (residui di radici e sostanze allelopatiche rilasciate dalle radici) che, in caso di suolo nudo, sarà di provenienza principalmente della specie arborea. Per rendere queste nicchie di nuovo ottimali per la colonizzazione di nuove radici assorbenti (il rinnovo apparato assorbente è indispensabile per la pianta arborea) è necessaria una trasformazione di questi residui.

L'unificazione della sostanza organica è favorita dalla biodiversità dei residui, che comporta una biodiversità microbica, sono dunque consigliabili le seguenti azioni in modo da favorire questi processi.

- **Presenza di inerbimento spontaneo o controllato.** La presenza dell'inerbimento favorisce l'infiltrazione dell'acqua anche in assenza di un buono stato strutturale del suolo. Considerare la presenza di un inerbimento permanente dell'interfilare come miscela di essenze erbacee a diverso sviluppo radicale, profondo-fittonante-compatto e superficiale-fascicolato-espanso (lavorazione "biologica" delle radici e incremento della porosità a diverse profondità del suolo), mentre nel sottofila una pacciamatura viva con specie con rapida copertura del suolo ma radice poco profonda e senza interferire con il ciclo dei patogeni.
- **Gestione meccanica dell'inerbimento nell'interfila e nel sottofila.** Trinciare ed eventualmente interrare i residui colturali con lavorazioni minime (solo in assenza di condizioni di rischio fitosanitario). Evitare il diserbo chimico (riduzione della biodiversità). Per evitare lavorazioni e diserbanti sotto fila si può introdurre l'uso di spollonatori per il controllo delle specie più aggressive.
- **Praticare la difesa integrata** utilizzando molecole a target specifico e a basso profilo eco-tossicologico, trattare solo in presenza di rischio effettivo. Prediligere metodi di confusione sessuale.
- **Utilizzare ammendanti organici ben stabilizzati** (9-12 mesi), prediligere materiali organici stabilizzati con la tecnica del vermi-compostaggio.
- **Evitare fenomeni di ristagno** (compattazione del suolo) favorendo le condizioni per un corretto drenaggio.
- **Controllare la salinità delle acque di irrigazione**, in particolare durante il periodo estivo o comunque dopo lunghi periodi di siccità in presenza di temperature elevate.
- **Effettuare l'analisi chimica dei suoli con una regolarità** di 3-5 anni per valutare la dotazione di macro e microelementi ed effettuare bilanci nutritivi per limitare la distribuzione della quantità di fertilizzante effettivamente utile a soddisfare il fabbisogno colturale. È bene effettuare anche l'analisi fogliare per

monitorare, nel tempo, la quantità effettivamente assorbita di elementi. Dalle analisi del suolo delle aziende in prova è emersa la presenza in diverse di loro di elevati contenuti di macroelementi (dotazione alta, medio alta, molto alta), inoltre risultano disequilibri nel rapporto Mg/K che portano a squilibrio fisiologico della pianta (se Mg/K basso: scarso assorbimento di magnesio, minore sintesi della clorofilla; se alto: scarso assorbimento del potassio, minore resistenza all'attacco dei patogeni). Anche alcuni microelementi hanno mostrato una dotazione da normale a molto alta che denota una potenziale tossicità (soprattutto per Fe, Cu e Zn).

- **Ottimizzare la distribuzione degli input** (fertilizzanti, acqua, prodotti fitosanitari) mediante l'uso di tecniche innovative (es. agricoltura di precisione).



Pereto inerbito

GESTIONE DELL'IRRIGAZIONE

BILANCIO IDRICO

Per evitare stress idrici determinati da scarsità o abbondanza di acqua nel terreno, è necessario evitare l'empirismo e interventi basati solo sull'osservazione dei sintomi da stress. Quando compaiono i sintomi, il calo di resa è già stato determinato. Per evitare cali di resa è dunque necessario prevenire gli stress idrici, mediante strumenti previsionali, come il bilancio irriguo.

Il bilancio irriguo calcola matematicamente la differenza tra entrate (piogge, risalita capillare) e perdite d'acqua per evaporazione, traspirazione, percolazione, ruscellamento superficiale, che insistono sul sistema del frutteto. Scopo del bilancio è ottenere le informazioni necessarie a definire i volumi corretti da apportare con le irrigazioni, al fine di mantenere la percentuale di acqua disponibile alla coltura all'interno delle soglie predeterminate.

Nel caso specifico del pero è opportuno mantenere l'umidità del terreno tra il 40 e l'80% dell'acqua disponibile, evitando di raggiungere livelli prossimi alla capacità idrica di campo, che varia in funzione della tessitura. Nel bilancio irriguo, la distanza tra la % di umidità a cui far partire l'irrigazione e quella a cui sospenderla, dipende dal sistema irriguo impiegato: soglie più distanti per volumi ampi e tipici dell'aspersione (indicativamente tra 40 e 60%) e soglie ravvicinate per volumi piccoli e turni frequenti della goccia (tra 40 e 50%).

Rispettando le soglie indicate è possibile garantire il giusto equilibrio tra le componenti solida, liquida e gassosa, fornendo alla pianta l'ambiente ideale per lo sviluppo radicale e lo svolgimento delle funzioni

radicali. In ogni modo è bene evitare situazioni di stress idrico nelle fasi più sensibili del ciclo colturale: dalla ripresa vegetativa all'allegagione e durante la fase di rapido accrescimento dei frutti.

Vista la difficoltà di calcolo e i tanti parametri coinvolti (costanti idrologiche del terreno, temperatura dell'aria, precipitazioni, fasi fenologiche specifiche, ecc.), per il calcolo del bilancio idrico è utile avvalersi dei tanti servizi offerti sui nostri territori.

La Regione Emilia-Romagna e il Consorzio di bonifica di secondo grado per il Canale Emiliano Romagnolo hanno sviluppato e offrono sul territorio regionale, il servizio di consiglio irriguo **Irrinet/Irriframe**, che svolge il bilancio idrico e indica agli agricoltori il volume corretto da distribuire per ciascun intervento irriguo, prevedendone anche il momento più opportuno. Il servizio è gratuito ed è possibile iscriversi nel portale www.irriframe.it.

Per ricevere il consiglio irriguo corretto è necessario fornire alcune informazioni riguardanti l'apezzamento e comunicare gli interventi irrigui effettuati.

Il calcolo del bilancio idrico può essere effettuato da Irrinet/Irriframe anche utilizzando i dati provenienti dalla rete di monitoraggio aziendale. In alternativa Irrinet/Irriframe utilizzerà altri servizi locali per il reperimento dei dati meteo.

Il servizio è disponibile anche in altri areali agricoli italiani.

SENSORI DI MONITORAGGIO

Le reti di monitoraggio costituiscono un supporto indispensabile per la corretta gestione dei fattori produttivi e l'esecuzione delle operazioni colturali.

MONITORAGGIO DEI PARAMETRI CLIMATICI

Per una misura puntuale dell'evapotraspirazione di riferimento (Et0), è possibile installare una stazione meteorologica completa dei seguenti sensori: termometro, pluviometro, anemometro, eliometro, igrometro.



Diverse tipologie di stazioni meteorologiche

Per una consultazione da remoto è possibile mettere in rete i sensori tra loro e dotarsi di un sistema di interfaccia accessibile da smartphone, tablet e computer. La centralina meteorologica aziendale va installata: in un'area rappresentativa, possibilmente in aree aperte attigue agli appezzamenti, lontano da piazzali e capannanoni, in aree che non interferiscano col transito delle macchine operatrici. Se si vogliono misurare le condizioni microclimatiche in presenza di copertura antigrandine e/o antinsetto, è opportuno posizionare la stazione meteorologica all'interno del frutteto. La centralina va calibrata e mantenuta periodicamente, con

interventi a cadenza almeno annuale. Si consiglia un controllo visivo dei sensori settimanale. È pertanto consigliata l'installazione della stazione su vie di transito percorse di frequente.

MONITORAGGIO DEI PARAMETRI DEL SUOLO

L'installazione dei sensori di umidità del terreno è fondamentale per avere valutazione precisa dell'acqua disponibile alla coltura, evitare eccessi idrici e asfissie o eccessive carenze di acqua. Come regola generale si consiglia di installare un sensore in ogni appezzamento omogeneo, per caratteristiche di suolo, piante ed impianto irriguo. Questo numero può crescere, tanto più tanto è presente difformità nel settore irriguo (suoli differenti, piante differenti, impianti di erogazione differenti).

I sensori debbono esser collocati laddove siano presenti le radici assorbenti. Pertanto, la distanza dal fusto è in funzione dell'espansione dell'apparato radicale, che viene condizionata dal genotipo del portinnesto e dalle condizioni ambientale determinate dalle operazioni agronomiche (arieggiatura, irrigazione, nutrizione, apporti di sostanza organica, ecc.). Un apparato radicale sano sarà in continua espansione, soprattutto nei primi anni. In tal caso potrebbe essere necessario riposizionare i sensori in funzione della crescita dell'apparato radicale. Per questo motivo e per la necessità di indagare tutta la profondità di terreno esplorato dalle radici, si consiglia l'installazione di sonde multilivello di facile installazione ed estrazione.

I sensori raccolgono dati puntuali che vanno interpretati: è, quindi, importante che la sonda sia tarata in maniera sito-specifica in relazione alla tessitura del terreno. Una prima valutazione empirica può essere fatta osservando i valori di umidità del suolo misurati all'inizio e alla fine di ogni intervento irriguo stabilendo valori soglia all'interno dei quali mantenere il grado di umidità del terreno. Tali valori possono essere allineati alle costanti idrologiche e alle soglie di intervento irriguo di un bilancio idrico, aumentando la precisione del consiglio irriguo.

Sostanzialmente, i sensori sono di tipo tensiometrico o capacitivo: i primi misurano la tensione nel terreno (la pressione negativa che devono vincere le radici per assorbire l'acqua, valori tanto più alti quanto minore è l'acqua nel suolo), i secondi la percentuale d'acqua rispetto al volume di terreno esplorato. A titolo puramente di esempio, si riportano valori indicativi a cui mantenere l'umidità del terreno, corrispondenti al 40-80% dell'acqua disponibile, in base alla tessitura.

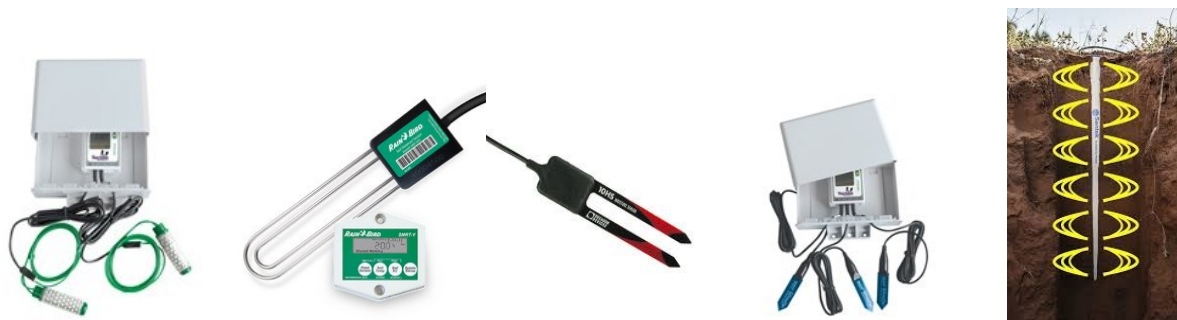
Terreno	Tensiometro (cbar)	% umidità
Sciolto	20-30	15-20
Medio impasto	30-50	20-30
Argilloso	40-60	30-40

Per il corretto posizionamento delle sonde è opportuno considerare il metodo irriguo impiegato:

- In caso di impianti a spruzzo, posizionare il sensore ad una distanza dallo spruzzatore corrispondente a circa 2/3 della gittata, dove si ha una pluviometria corrispondente a quella media dell'impianto irriguo;
- In caso di impianti a goccia, posizionare il sensore in un punto corrispondente ad una bagnatura media del terreno e comunque mai in punto sottostante un gocciolatore.

Esistono in commercio sonde capaci di rilevare, oltre al contenuto di acqua nel suolo, anche la temperatura e, ove necessario, la conducibilità. La temperatura del suolo degli strati colonizzati dalle radici assorbenti è risultato esser un fattore limitante negli ultimi anni. Va dunque prestata grande attenzione alla messa in atto di tutte le scelte e le operazioni colturali che contribuiscano a mantenerla sotto i 25°C, soprattutto nel periodo estivo.

La conducibilità del suolo, molto influenzata dagli apporti di fertilizzanti ed effluenti, può determinare un fattore limitante, in particolar modo quando questa supera 1,4 mS/cm. Il monitoraggio dei diversi strati di terreno permette di monitorare il movimento dei nutrienti, eventuali lisciviazioni indesiderate o accumuli nocivi. Se i sensori sono collegati ad una rete web, è possibile integrare i dati provenienti dalla sensoristica suolo-clima illustrata, tramite un sistema di interfaccia su internet, con il bilancio idrico di Irriframe, per migliorare il consiglio irriguo del pereto. Il sistema Irriframe è predisposto per ricevere il dato di umidità sia in tensione (cbar) che in volume (%).



Esempi di sensori di umidità del terreno (tensiometrico i primi tre a sinistra, capacitivi gli altri)