

SICCITÀ E DESERTIFICAZIONE



Non sono rinviabili azioni coerenti di contrasto, adattamento e mitigazione

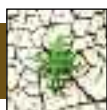
Il Programma di azione locale per affrontare i problemi di siccità e desertificazione è un'iniziativa che ha origine nel 1997, quando la legge italiana ratificò la Convenzione in materia delle Nazioni unite. Le contraddizioni, però, sono all'ordine del giorno. Il 1 aprile 2009 (sic!) il Senato italiano ha approvato una mozione che invita il governo a intervenire nelle sedi internazionali "per segnalare che il livello dell'acqua negli oceani non sta aumentando a ritmo preoccupante, che i ghiacciai... non si stanno sciogliendo, che il numero e l'intensità dei cicloni ed uragani tropicali non sta aumentando... che la temperatura media al suolo dell'atmosfera terrestre non risulta aumentata". Indifferenti alle opinioni della gran parte degli scienziati e leader del mondo, la maggioranza dei nostri senatori ha partorito questa posizione. Non sorprende se le scelte nazionali più attuali sono sempre meno attente al territorio, alle sue fragilità e si spostano altrove. Non sorprende l'attacco ai piani, ai vincoli, alle regole che presidiano il buon governo del suolo e del territorio.

Noi ci muoviamo con un'altra logica. Siamo ben consapevoli che l'efficacia del contrasto ai cambiamenti climatici dipende molto dai paesi in crescita quali Cina e India ma, senza prenderci i nostri impegni, non saremmo credibili. Guardiamo dunque con rispetto alle posizioni dell'Unccd e dell'Unione europea e cerchiamo di attuarle con le nostre scelte programmatiche e pianificatorie. Cerchiamo di rispondere alle domande di mitigazione, ossia di agire sulle cause dei cambiamenti climatici con interventi strutturali sull'energia, sulla mobilità e sulle attività produttive, e a quelle di adattamento, per adeguare il territorio ad esempio alla tropicalizzazione del clima, vale a dire lunghi periodi di siccità alternati a rapidi eventi piovosi che hanno pesanti ricadute sul territorio.

Abbiamo preso sul serio tutte le iniziative relative a questi temi e abbiamo dato vita al Programma d'azione locale (Pal), come previsto dall'accordo di collaborazione sottoscritto a fine 2007 tra Ministero dell'Ambiente e Regione Emilia-Romagna. Molto interessante è il taglio dato al Pal: il possibile conflitto tra le azioni di adattamento e mitigazione all'interno del bacino sperimentale individuato, quello del Lamone - Marzeno di cui ci parlano gli articoli raccolti in questa sezione di Arpa Rivista. Studi e piani messi in stretta relazione con gli interventi che ci proponiamo di assumere e un'opera di divulgazione e formazione tra gli operatori, per condividere i risultati dell'esperienza. Nella nostra Regione consideriamo una priorità il risparmio e la conservazione delle risorse idriche. Tecnologie e buone pratiche per ridurre i consumi danno sollievo ai corsi d'acqua e alle falde, consentono risparmio di energia per la depurazione e il trasporto, garantiscono sicurezza al territorio. Si tratta di una strategia generale che investe vari settori e punta sugli ampi margini della green economy per rilanciare lo sviluppo in un periodo difficile. In tale contesto abbiamo riformato il sistema tariffario, le agenzie d'ambito e i consorzi di bonifica e insistiamo per costituire i Distretti come luogo unitario di governo dei bacini idrografici. L'obiettivo è sempre lo stesso: avere strumenti moderni ed efficaci al servizio di una buona politica ambientale.

Lino Zanichelli

*Assessore all'Ambiente e sviluppo sostenibile,
Regione Emilia-Romagna*



Un piano per proteggere l'acqua e razionalizzare gli usi

Il Ministero dell'ambiente, a partire dal 2004, ha finanziato e promosso attività volte a fronteggiare il rischio di siccità e desertificazione in diverse regioni. Il Pal della Regione Emilia-Romagna, approvato nel 2008, mira alla valorizzazione e protezione delle risorse idriche, anche al fine di evitare conflittualità nei diversi usi. È previsto il monitoraggio della situazione delle valli del Lamone-Marzeno, per individuare i limiti dello sfruttamento del territorio a fini produttivi e definire gli strumenti per una gestione sostenibile dell'irrigazione in agricoltura.

26

I Programmi di azione locale di lotta alla siccità e desertificazione (Pal) sono progetti operativi e piani di azione specifici, relativi a comprensori omogenei dal punto di vista ambientale, volti alla prevenzione, alla mitigazione e all'adattamento dei fenomeni di siccità e desertificazione.

La legge 170/1997 ratificò la Convenzione delle Nazioni Unite per la lotta alla siccità e alla desertificazione (Unccd – United Nations Convention to Combat Desertification); successivamente il decreto legislativo 31 marzo 1998, n. 112 trasferì alle Regioni e agli enti locali ulteriori funzioni e competenze in materia ambientale.

Il Programma nazionale per la lotta alla siccità e alla desertificazione (Pan), di cui alla delibera Cipe 21 dicembre 1999, n. 229, attribuì poi alle Regioni e alle Autorità di bacino la responsabi-

lità di definire le azioni operative specifiche di lotta alla siccità e alla desertificazione e le loro modalità di attuazione a livello locale, indicando anche quattro settori prioritari di intervento (protezione del suolo, gestione sostenibile delle risorse idriche, riduzione d'impatto delle attività produttive, riequilibrio territoriale).

Il Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare, a partire dal 2004, ha finanziato e promosso attività specifiche volte a fronteggiare il rischio di siccità e desertificazione sul territorio nazionale; una prima fase di finanziamenti si è avuta nel 2005, quando si avviò la predisposizione di un Programma di azione locale di lotta alla siccità e alla desertificazione in sette regioni italiane: Sicilia, Sardegna, Puglia, Basilicata, Calabria, Abruzzo e Piemonte.

Sulla base dei primi risultati otte-

nuti dalle suddette attività e nell'intento di riprodurre l'esperienza già avviata anche in altre regioni per disporre di un campione più significativo della realtà territoriale del paese, il Ministero dell'ambiente ha ravvisato la necessità di finanziare la redazione di Programmi di azione locale in altre cinque regioni, tra le quali l'Emilia-Romagna.

Il 18 dicembre 2007 la Regione Emilia-Romagna ha provveduto a sottoscrivere l'accordo di collaborazione proposto dal Ministero per la realizzazione del Pal che fa parte di un quadro complessivo di interventi per la lotta alla siccità e desertificazione già implementati o in fase di elaborazione. Con deliberazione 193/2008 del 18 febbraio 2008 la giunta regionale ha approvato l'accordo di collaborazione tra il Ministero dell'ambiente e la Regione Emilia-

Romagna per la realizzazione di un Programma di azione locale di lotta alla siccità e desertificazione. Il supporto tecnico è stato assicurato da Arpa Emilia-Romagna.

La definizione di un Pal fa riferimento a una metodologia scientificamente condivisa con l'ausilio di un adeguato set di indicatori per l'individuazione di specifiche aree del territorio regionale. Deve inoltre contenere indicazioni per la quantificazione del fabbisogno finanziario e suggerire le fonti di finanziamento. I Pal implementati, per ognuna delle aree indagate, rappresentano il principale riferimento per la predisposizione del Pan.

Per l'elaborazione dei singoli Pal, si segue di norma uno schema così articolato:

- 1) presentazione del contesto regionale e della zona relativa al Pal. Analisi dei documenti cartografici esistenti e dei dati sperimentali disponibili e popolamento dei principali indicatori
- 2) analisi critica della situazione attuale (ostacoli e potenzialità), con particolare riferimento all'implicazione della componente "ambientale" (criticità della vulnerabilità alla desertificazione, ecc.)
- 3) individuazione delle azioni specifiche in compartimenti omogenei – ad esempio, proposte di misure antierosive – anche sulla base di una prima valutazione delle misure previste dalla condizionalità (sistemazioni diffuse di versante, metodi di irrigazione, reti di monitoraggio)
- 4) analisi del fabbisogno finanziario e analisi costi/benefici
- 5) obiettivi a breve, medio, e lungo termine (effetti e impatti attesi).

Il risultato punta all'individuazione di uno o più progetti opera-



FOTO: G. SPADA

tivi specifici a scala locale nelle aree del territorio nazionale soggette a ricorrenti siccità e fenomeni di desertificazione, tenendo conto dello stato delle conoscenze già disponibili.

La definizione di un Pal si basa infine su un approccio partecipativo sia nella diagnosi della situazione attuale del territorio oggetto di studio, con particolare riferimento alle risorse naturali, sia nella pianificazione delle soluzioni da adottare per uno sviluppo sostenibile secondo logica di tipo bottom-up e con il coinvolgimento di tutti.

IL PAL IN EMILIA-ROMAGNA

L'accertato cambiamento climatico, con la riduzione degli apporti meteorici, la diversa distribuzione degli eventi e l'accrescersi della loro intensità, ha sollecitato l'applicazione di scelte consapevoli e mirate, volte alla valorizzazione e alla protezione delle risorse idriche, per evitare l'innescarsi di processi degenerativi che conducano alla perdita del potenziale produttivo del

suolo. Il corretto uso dell'acqua in agricoltura attraverso tecniche di risparmio e di razionalizzazione è una necessità non più rinviabile anche in regioni ove la disponibilità della risorsa era considerata fino a poco tempo fa illimitata. Le ricorrenti stagioni siccitose hanno inoltre determinato una chiara consapevolezza della possibile conflittualità tra gli usi principali della risorsa. La priorità dell'uso idropotabile, in condizioni di siccità, potrebbe infatti sottrarre risorse all'agricoltura proprio nella stagione irrigua, arrecando gravi problemi al settore e difficoltà di gestione della situazione di crisi. Per la soluzione delle problematiche sopra esposte, i bilanci idrici, nella programmazione a scala territoriale e aziendale, rappresentano una via obbligata alla gestione sostenibile delle attività agricole per ridurre il disequilibrio ambientale, che precede l'instaurarsi di fenomeni di degrado e desertificazione.

In questo ambito, il Pal della Regione Emilia-Romagna ha previsto la prosecuzione e l'ap-

profondimento dell'azione di monitoraggio e studio della situazione agro-ambientale delle valli del Lamone-Marzeno, già incluse nella perimetrazione delle aree soggette o minacciate da siccità, degrado del suolo e processi di desertificazione (Dlgs 159/99) e nella lista delle aree soggette a fenomeni di desertificazione di cui alla delibera Cipe 229/1999. Con il progetto Interreg IIIC Desertnet (2002-2004) è stata avviata una prima fase conoscitiva della situazione ambientale, del conflitto d'uso della risorsa idrica e della dinamica dei fenomeni di desertificazione.

Il Programma di azione locale di lotta alla siccità e desertificazione intende descrivere l'attuale dinamica dei fattori di criticità, individuando i limiti dello sfruttamento del territorio ai fini produttivi agricoli e integrando le linee guida della pianificazione regionale nell'ambito di un'area di nota fragilità. Dal programma si vogliono derivare le indicazioni per l'uso di strumenti atti alla gestione sostenibile dell'irriga-

zione in agricoltura in un territorio regionale soggetto a intenso sfruttamento antropico.

Nello studio sono stati utilizzati nuovi strumenti di analisi del territorio non disponibili al momento del primo piano di studio, quali immagini telerilevate a maggiore risoluzione geometrica e il modello di bilancio idrico territoriale integrato Criterio Geo. Inoltre, è intenzione dell'amministrazione regionale valutare successivamente la possibile estensione del programma in un altro ambito critico (ad esempio, la pianura emiliana delle Province di Bologna, Modena e Reggio Emilia, Progetto Colt).

La conclusione dei lavori sarà celebrata con una Conferenza finale di livello nazionale che si terrà a Bologna il 15 ottobre 2009.

Emanuele Cimatti

Rosanna Bissoli

*Servizio tutela e risanamento
risorsa acqua*

Regione Emilia-Romagna

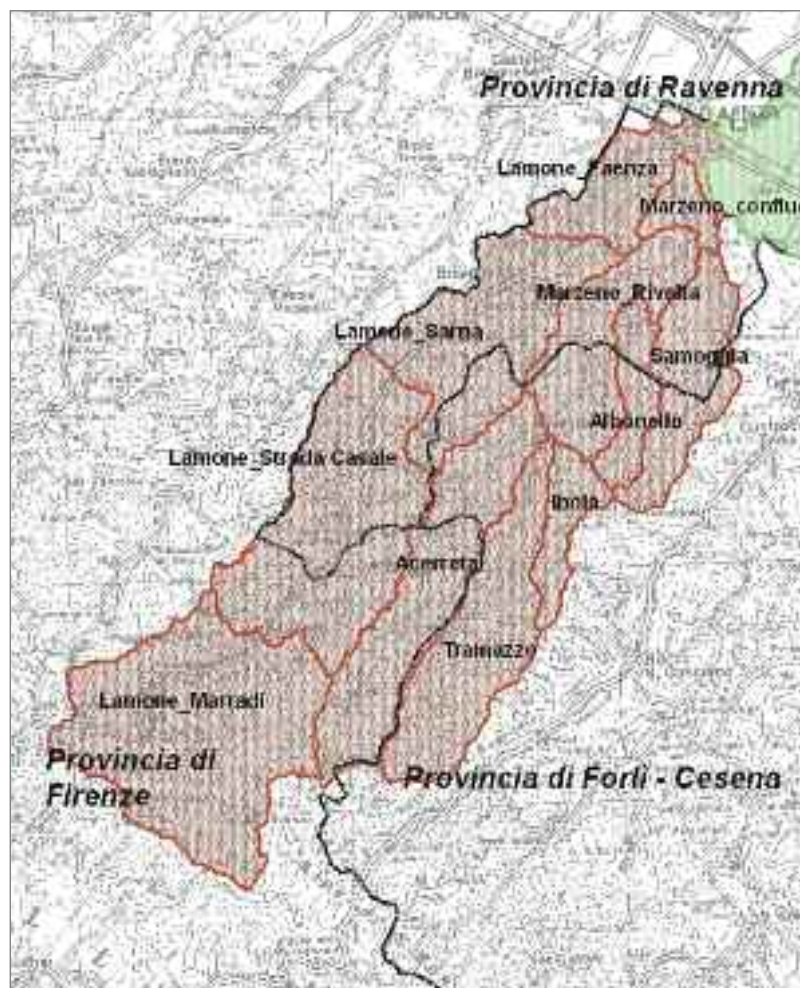


Fig. 1 I confini amministrativi e geografici del bacino del fiume Lamone e dei suoi affluenti

Conferenza finale del Programma di azione locale di lotta alla siccità e desertificazione (Pal)

15 Ottobre 2009
Ore 9-14

Sala Multimediale, Viale Aldo Moro 50, Bologna

Interventi previsti

Regione Emilia-Romagna, Servizio tutela e risanamento risorsa acqua

Comitato nazionale per la lotta alla siccità e alla desertificazione (Cnlsd), ministero dell'Ambiente e della tutela del territorio e del mare

Le esperienze del Pal nelle regioni italiane

Regione Emilia-Romagna e Arpa Emilia-Romagna

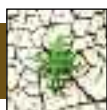
Regione Toscana

Regione Liguria

Regione Campania e Autorità di bacino dei fiumi Liri, Garigliano e Volturno

Conclusioni

Assessore all'Ambiente e allo sviluppo sostenibile della Regione Emilia-Romagna



Misure concrete di mitigazione e uno studio a valenza nazionale delle “zone calde”

La lotta alla siccità e alla desertificazione necessita l'individuazione di misure di mitigazione in grado di non pregiudicare gli equilibri agro-ambientali nel prossimo futuro. Per il Pal è stata scelta l'area del Lamone-Marzeno, rappresentativa delle zone regionali maggiormente soggette al cambiamento climatico. Le valli esaminate sono caratterizzate da frutticoltura intensiva (in particolare di kiwi) e dalla presenza di molti invasi per uso irriguo, che tuttavia non sono sufficienti a evitare il disseccamento estivo dei corsi d'acqua. Con il coinvolgimento di tutti i principali attori, sono state esaminate le possibili azioni.

28

Condizioni climatiche sempre più caratterizzate da fenomeni siccitosi e l'uso improprio del territorio e della risorsa idrica possono sinergicamente determinare inneschi di fenomeni di desertificazione. Per questo il Programma di azione locale di lotta alla siccità e desertificazione (Pal) della Regione Emilia-Romagna si è focalizzato sulla relazione tra squilibrio del bilancio idrico di un bacino e richieste irrigue. Il processo intrapreso con il Pal-ER si basa sull'assunzione di responsabilità e sui principi di sussidiarietà e solidarietà tra istituzioni, società e singoli imprenditori, indagando su misure di mitigazione del problema e non di mero adattamento, che può diventare componente attiva nel potenziale disequilibrio dell'intero bacino. In altre parole, le opere di adattamento, quali i bacini di accumulo interaziendali, costituiscono una soluzione temporanea al problema della scarsità d'acqua per l'irrigazione, ma non riescono a contenere la domanda stessa della risorsa, in assenza di un contenimento programmato della richiesta agricola, che invece rappresenta un possibile meccanismo di mitigazione da mettersi in atto anche a livello locale. Il Pal-ER sottolinea quindi la necessità di una programmazione a livello regionale e locale degli interventi normativi e strutturali a favore del settore che risponda alle istanze immediate dei produttori, ma che non pregiudichi gli equilibri dell'agro-ambiente nel prossimo futuro, in assenza di contemporanee misure di mitigazione. Sono state infine proposte soluzioni agronomiche sostenibili per ambienti di comprovata fragilità anche in rapporto al cambiamento climatico e a scenari climatici futuri, caratterizzati da siccità accentuata.

L'INDIVIDUAZIONE DELL'AREA DI STUDIO

Le aree regionali già maggiormente soggette al cambiamento climatico, con le maggiori anomalie di precipitazione e nei regimi termici, sono state localizzate, oltre che sui rilievi di crinale, anche sulle aree di collina e pedecollina, in particolare della Romagna, attraverso indicatori meteorologici e agrometeorologici. Queste aree, vocate alla viticoltura e alla frutticoltura di qualità, non sono generalmente raggiunte da canali irrigui derivati dal Po e sono meno dotate di derivazioni da falda, rispetto alle aree di pianura; risultano pertanto più sensibili a conflitti di uso della risorsa e a squilibri ambientali. Per il Pal-ER è stata quindi scelta una situazione agro-ambientale rappresentativa del comparto collinare romagnolo: le valli del Lamone-Marzeno, già inserite dall'Autorità dei bacini regionali romagnoli (Abrr) tra le aree dell'allegato F al Supporto per il Piano regionale di tutela delle acque (Perimetrazione delle aree soggette o minacciate da siccità, degrado del suolo e processi di desertificazione - Dlgs 159/99) e nella lista delle aree soggette a fenomeni di desertificazione di cui alla delibera Cipe 229/1999. La gestione delle risorse idriche alla scala di bacino è già stato affrontato dall'Abrr, che ha identificato gli squilibri esistenti in diffusi problemi di qualità delle acque e problemi di deficit nel bilancio idrico, connesso agli eccessivi prelievi dai corsi d'acqua e ai prelievi dalla falda. L'Abrr ha formulato quindi delle proposte di risparmio idrico e di suolo, e di uso e difesa del territorio, che si basano sul riequilibrio del bilancio idrico, lo studio e mantenimento del deflusso



Il fiume Lamone a Faenza, agosto 2008

minimo vitale (Dmv) e le scelte strategiche per l'approvvigionamento irriguo nei bacini collinari. Il Consorzio di bonifica della Romagna occidentale sta allestendo un piano di conservazione della risorsa. Su queste basi conoscitive e normative si è innestato il lavoro per il Pal-ER. L'Università di Bologna-Polo di Ravenna ha infine analizzato la situazione complessiva del bacino fluviale nel progetto Interreg ERE, proponendo uno strumento originale di supporto alle decisioni.

La zona è oggetto di frutticoltura intensiva, con particolare presenza e forte espansione del kiwi (*Actinidia chinensis* e *A. deliciosa*), di cui l'Italia è primario produttore mondiale. Il deflusso estivo dei corsi d'acqua non permette di soddisfare la domanda idrica delle colture durante la stagione irrigua e la zona è stata pertanto oggetto di estese escavazioni di oltre 460 bacini di stoccaggio delle acque, per circa 7 milioni di m³ stimati. I prelievi idrici dal fiume a scopo irriguo sono quindi tali da determinarne

il disseccamento estivo, fenomeno che in passato non accadeva sia per la minore domanda irrigua che per la maggiore disponibilità idrica dovuta alle precipitazioni. Il problema è in via di aggravamento, sia per la tendenza all'espansione delle colture idroesigenti, pur ridotta nel tempo ma sempre superiore rispetto all'aumento delle capacità di stoccaggio, sia per l'apparente gestione non corretta dei bacini stessi.

Inoltre, l'analisi di una lunga serie di dati interpolati sul territorio dal 1951 al 2007 ha permesso di confermare, agli inizi degli anni '90, un deciso aumento delle temperature, in particolare le massime annue; l'aumento, tuttora in atto, tra il periodo 1951-90 e il più recente 1991-2007, risulta di circa 1°C. Uno studio più approfondito sulle temperature minime dell'area di crinale corrispondente all'area oggetto dello studio, mostra un simile aumento anche per questi valori, che influenzano direttamente le precipitazioni

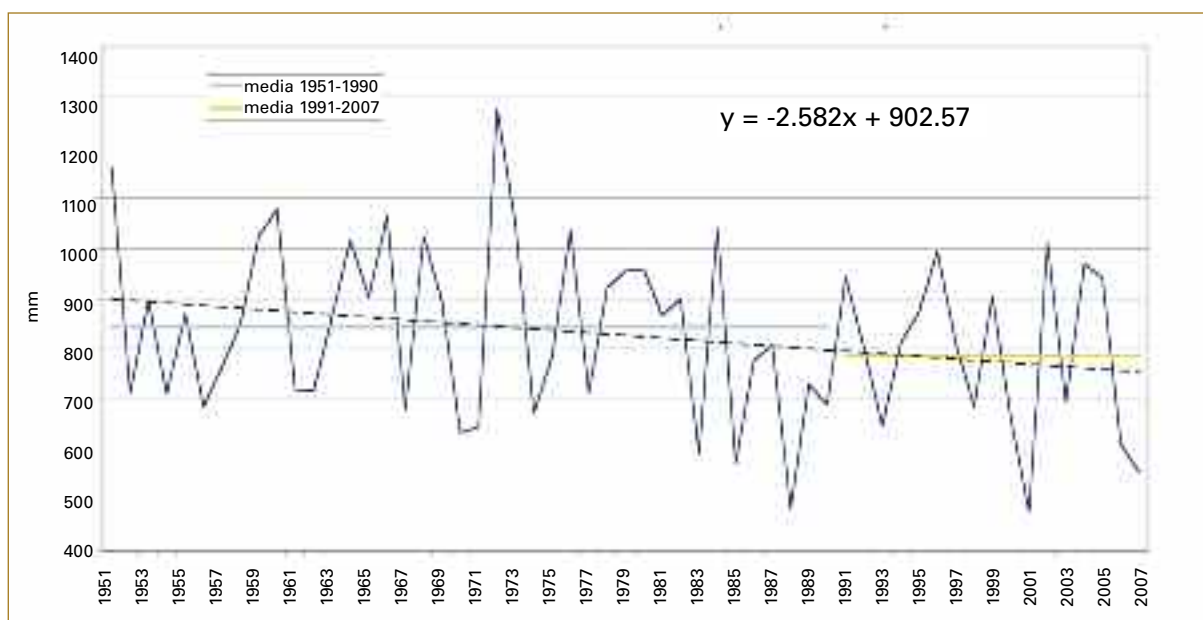


Fig. 1 Precipitazione cumulata annuale (1951-2007) nella valle del Lamone (quadrante di riferimento presso Brisighella)

nevole e la permanenza della neve durante l'inverno. Si noti ancora il forte aumento delle temperature degli ultimi 7 anni, nessuno dei quali ha fatto registrare temperature medie invernali inferiori allo zero. L'analisi pluviometrica evidenzia una tendenza alla diminuzione di circa 2,5 mm all'anno. La situazione idrologica del Lamone sembra risentire ancora solo marginalmente del cambiamento climatico, anche se i deflussi al netto dei prelievi risultano decrescenti più velocemente degli afflussi, a testimonianza dell'aumento dei volumi captati per il cambia-

mento d'uso del suolo agricolo verificatosi soprattutto negli ultimi anni, con la progressiva sostituzione delle colture tradizionali, quali vite e pesco, l'inserimento di specie a maggior reddito, ma ad alto consumo idrico come l'actinidia, e per l'aumento dell'irrigazione in colture dove questa pratica era quasi sconosciuta, come nel caso della vite. Per il calcolo del bilancio idrico è stato dapprima definito l'uso del suolo con l'impiego di tecniche di telerilevamento: l'actinidia, praticamente assente agli inizi degli anni '80, ha raggiunto superfici superiori a 600 ha. La stima dei

fabbisogni irrigui dell'area è stata effettuata con il programma Criterio Geo. I risultati indicano che su 8.609 ha totali, definiti come irrigui, le esigenze annuali ammontano mediamente a circa 6.700.000 m³, di cui 2.158.000 m³, pari al 32% del totale, sono imputabili all'actinidia; questa coltura però rappresenta solo il 7,7% della superficie irrigua.

Confrontando le richieste irrigue con la disponibilità conservata negli invasi al 2008, considerando le perdite strutturali e per evaporazione delle superfici libere, ci si approssima al pareggio di bilancio idrico. Nonostante questo dato,

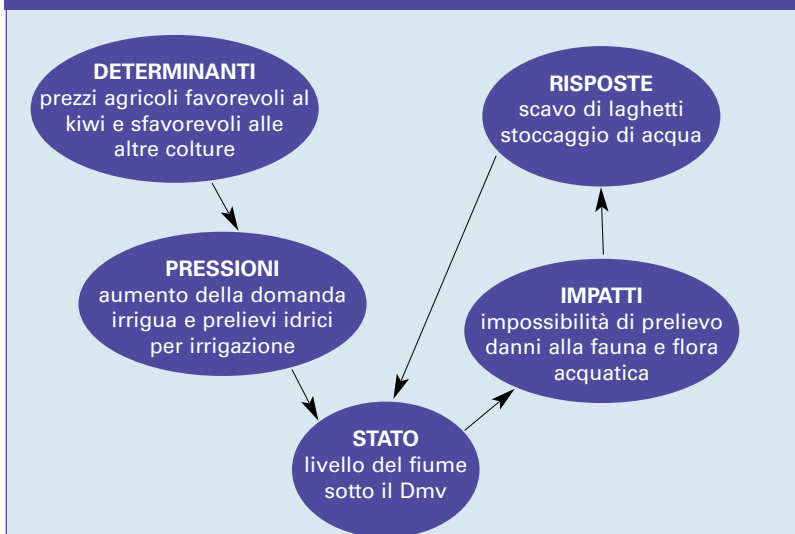
anche a causa della non omogenea e razionale distribuzione degli invasi, i prelievi dai corsi d'acqua superficiali continuano, provocando il non ottemperamento delle normative di salvaguardia (Dmv) e il loro disseccamento per lunghi periodi estivi.

Se, inoltre, la superficie colturale a elevata esigenza idrica aumentasse, allora aumenterebbe anche la necessità di invaso in periodo invernale e di conseguenza non potrebbe più esserci quel margine di volume idrico recuperabile con i prelievi nei periodi non irrigui. Per ora, le proiezioni per il prossimo futuro (2012) vedono una situazione di sostanziale stabilità: gli aumenti previsti nelle esigenze irrigue per il mutamento climatico, pari a circa 2%, e per l'aumento della superficie dell'actinidia, pari a circa 2%, saranno quasi completamente compensati dalla prevista diminuzione della superficie a pesco, prevista di circa il 7%.

LE POSSIBILI SOLUZIONI DI ADATTAMENTO E MITIGAZIONE

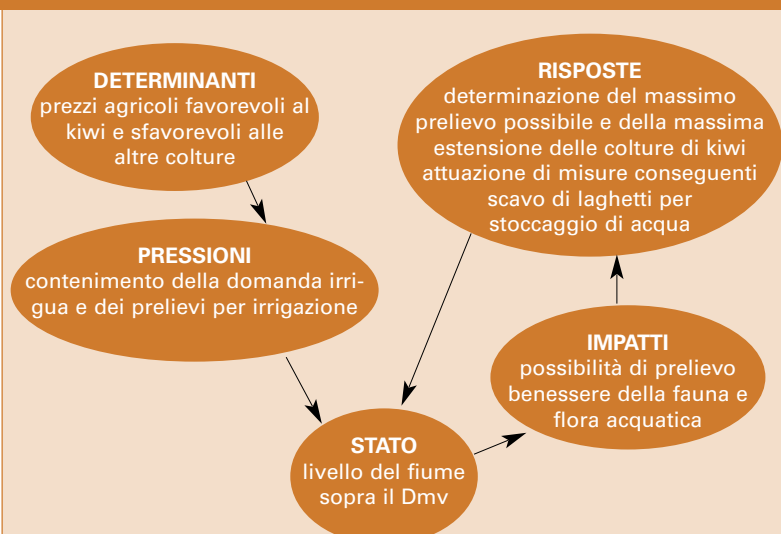
I dati climatici e quelli colturali nell'area di studio confermano nel periodo irriguo primaverile-estivo una situazione di carenza idrica che genererà ulteriori pressioni verso le risorse disponibili, siano esse da corsi d'acqua superficiali o da falda. Oltre la neces-

Scenario di adattamento (insufficiente)



Modello di puro adattamento: a causa di determinanti di mercato, prosegue la sostituzione delle colture tradizionali con l'actinidia, molto idroesigente. La misura di adattamento (bacini di stoccaggio idrico) risulta insufficiente perché non interviene sulla domanda idrica, che cresce più velocemente dello stoccaggio idrico. L'impatto sul fiume resta negativo e inalterato.

Scenario di mitigazione e adattamento



Misura di mitigazione simultanea all'adattamento: vengono esaminate le risorse massime disponibili (fatto salvo il Minimo Deflusso Vitale) e si concordano delle misure di contenimento della domanda (adozione di bilanci idrici corretti, specie e varietà meno idroesigenti, tetto ai prelievi, pagamento dell'acqua, tetto all'installazione di nuove colture di actinidia). I bacini sono quindi sufficienti a conservare l'acqua nel fiume e a consentire prelievi di emergenza.

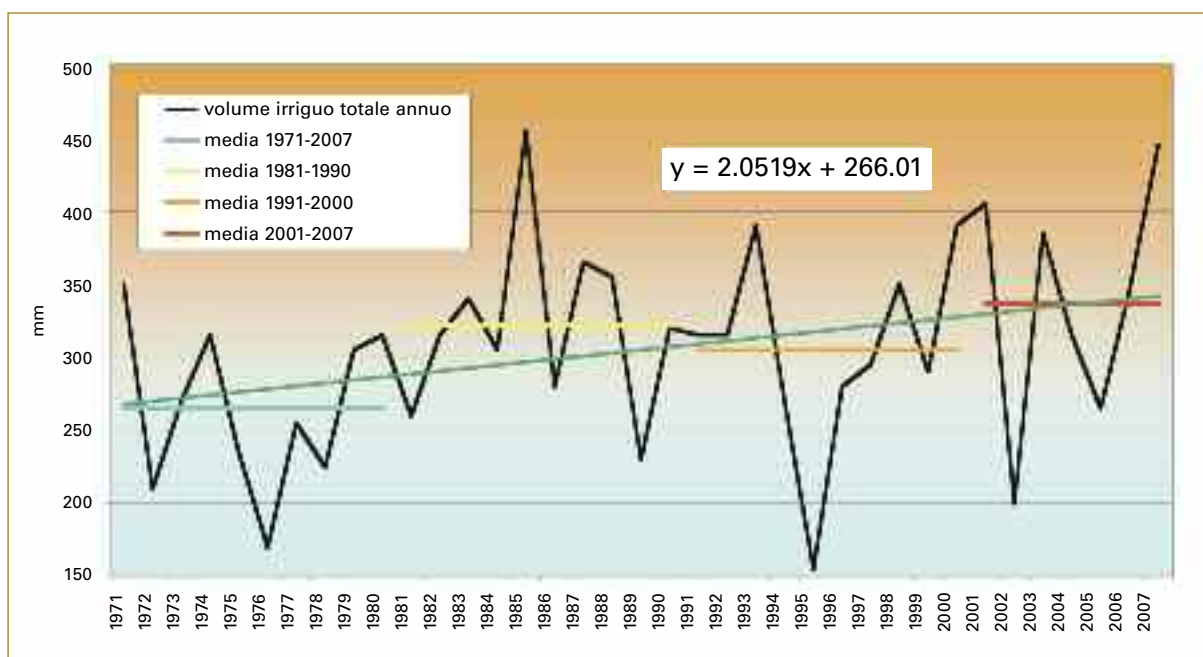


Fig. 2 Andamento delle esigenze irrigue dell'actinidia nella valle del Lamone-Marzeno dal 1971 al 2007 (area presso Brisighella): ogni anno maggiori richieste di circa 20 m³/ha.

sità di far rispettare durante la stagione irrigua la priorità d'uso delle acque conservate negli invasi artificiali, sono proponibili le soluzioni elencate in *tabella 1*. È in realtà auspicabile una soluzione che preveda l'integrazione ragionata dei diversi gruppi di proposte, senza penalizzare per quanto possibile le finalità produttive e di salvaguardia.

IL TAVOLO DI LAVORO

Al fine di un approfondimento delle possibili soluzioni tecniche e normative, si è costituito un tavolo di lavoro, a titolo volontario, con i rappresentanti di Arpa-Simc e i

principali attori regionali della ricerca (Cnr-Ibimet, Università di Bologna-Deiagra) e della tecnica irrigua (Consorzio per il Canale emiliano-romagnolo, Consorzio regionale per le produzioni vegetali, Consorzio di bonifica della Romagna occidentale), gli enti territoriali (Autorità di bacino dei fiumi regionali romagnoli) e i portatori di interesse (organizzazioni dei produttori). Sono state affrontate le proposte di adattamento e mitigazione: azioni di risparmio idrico nella gestione irrigua; azioni di risparmio idrico alternative con incentivazione di colture meno idroesigenti, o varietà a ciclo più

breve; adozione di gestioni agronomiche sostenibili. Le conclusioni hanno portato a definire che: a) i metodi irrigui utilizzati per la coltivazione dell'actinidia sono efficienti, poiché la maggioranza è a goccia, anche se sussistono ancora impianti misti che permettono un margine di miglioramento b) la possibilità di sostituzione della principale varietà attuale (Hayward) con delle cultivar precoci, che hanno caratteristiche produttive e organolettiche paragonabili, non sembra poter avere successo a causa della più breve durata di conservazione dei frutti (30-40 gg.) e del contenuto risparmio idrico

c) la sostituzione dell'actinidia con l'albicocco (o altre drupacee) non risulta conveniente dal punto di vista economico d) la calmierazione degli impianti di actinidia sarà comunque fisiologica e dettata dal mercato che nei prossimi anni potrebbe soffrire i primi fenomeni di un'offerta eccedente

e) esiste la possibilità di adeguamento di strumenti (es. reti ombreggianti) e di gestione agronomica della coltura, con la sperimentazione di modelli di gestione integrata di actinidia, vite e drupacee, e il miglioramento dei disciplinari di produzione f) gli strumenti di bilancio idrico possono essere perfezionati: a tal fine, per studiare i corretti coefficienti colturali del kiwi e integrarli nel programma di consiglio

irriguo Irrinet, è stata avviata una campagna di ricerca da parte di Cer e Cnr-Ibimet.

Negli articoli di questo speciale sono dettagliati alcuni degli studi intrapresi, i temi affrontati e le soluzioni proposte.

COMUNICAZIONE E PARTECIPAZIONE

Grande enfasi è stata data nel Pal alla parte di diffusione delle informazioni e di sensibilizzazione. Il Pal-ER è stato presentato in conferenze pubbliche e finalizzate (es. conferenze di pianificazione del Pta provinciale di Forlì-Cesena) per la necessaria partecipazione e condivisione del programma con le istituzioni e gli individui interessati (enti pianificatori e regolatori, utilizzatori dell'acqua irrigua e altri). Sono state adottate azioni di formazione e informazione attraverso le pagine web e la promozione di seminari e incontri seguendo i principi di Agenda 21 e Agenda 21 locale; infine si sono diffuse le metodologie e i risultati con azioni di sensibilizzazione sui temi della siccità e desertificazione, anche tramite attori della rete regionale di educazione ambientale Infea, in particolare il Cea Agenda 21 di Faenza per l'organizzazione di una specifica conferenza partecipata.

I documenti, gli interventi e gli atti prodotti nel Pal-ER sono scaricabili all'indirizzo http://www.arpa.emr.it/pubblicazioni/siccita/generale_1096.asp

Per maggiori informazioni e dettagli si rimanda inoltre alla relazione finale del Pal-ER, che terminerà a novembre 2009.

Lucio Botarelli, William Praticelli, Vittorio Marletto
Servizio IdroMeteoClima
Arpa Emilia-Romagna

RINGRAZIAMENTI

Si ringraziano tutti i partecipanti al tavolo tecnico di lavoro per il Pal: Gabriele Cassani (Abrr), Andrea e Alessandro Fabbri (Cbrr), Stefano Anconelli e Roberto Genovesi (Cer), Federica Rossi e Osvaldo Faccini (Cnr-Ibimet), Ugo Palara (Crpv), Giuseppe Taglioli e Giulia Villani (Unibo-Deiagra), Diego Marazza (Unibo-Cirsa), Giampiero Reggiori (Apo Conerpo), Roberto Fiorentini (Agrintesa Coop).

Tab. 1 - Possibili soluzioni di adattamento e mitigazione affrontate dal Pal

| | |
|--|---|
| Soluzioni strutturali, di puro adattamento, che rispondano alle richieste di espansione della coltura, senza azioni di mitigazione | a) ulteriore diffusione dei bacini di stoccaggio, preferibilmente di maggiori dimensione e a carattere interaziendale, meglio se a controllo pubblico per una corretta gestione del DMV |
| | b) estensione della rete del CER verso monte a sud della via Emilia |
| Soluzioni che contribuiscano al riequilibrio agro-ambientale dell'intero bacino, tenendo conto dell'opportunità di mitigazione | c) applicazione di tecniche di risparmio irriguo specifiche per l'area e per le colture più idroesigenti |
| | d) adozione di pratiche agronomiche in grado di limitare i consumi irrigui |
| | e) sostituzione di colture idroesigenti con altre a minori richieste irrigue |
| Altre soluzioni che prevedono la condivisione del valore ambientale e sociale della risorsa. | f) internalizzazione del costo dell'acqua |
| | g) contingentamento delle superfici delle colture idroesigenti |



La gestione idrica nella valle del Lamone

La necessità di rispetto del deflusso minimo vitale pone nuove esigenze di riequilibrio nell'approvvigionamento irriguo. È necessario intervenire riducendo i prelievi diretti in primavera ed estate mediante uno stoccaggio nelle stagioni in cui la disponibilità idrica è più elevata. Il bilancio idrico di Lamone e Marzeno indica che la risorsa sarebbe sufficiente per supportare il riempimento di nuovi invasi. Vanno però contrastate le pratiche ancora in essere di attingere direttamente dai fiumi in estate anche in presenza di acqua invasata.

A partire dalla fine degli anni '90 a oggi, le condizioni di portata estive registrate nei corsi d'acqua della Romagna sono sempre state tali (assenza di deflussi registrabili) da indurre a ordinanze di sospensione temporanea del regime ordinario dei prelievi irrigui assentiti. Tali provvedimenti, per loro natura straordinari, ma ormai ricorrenti, sono emanati per finestre temporali diverse: pochi giorni in annate più favorevoli (2001), alcuni mesi in annate più critiche (2003), mediamente da fine luglio a fine settembre. L'entrata in vigore del Piano di tutela delle acque regionale (dicembre 2005) ha posto l'obiettivo di prevenire, con un'opportuna azione amministrativa, non solo i casi di assenza di portata (secche) riconducibili a eccesso di prelievi, ma anche quelli di deflusso inferiore al minimo vitale, come determinato dal Piano stesso. Il particolare andamento climatico del primo scorcio di estate 2009, caratterizzato da un susseguirsi di precipitazioni regolarmente distanziate e intercalate da giornate calde e soleggiate, lungi dal mettere in discussione lo schema di funzionamento degli ultimi anni, ne rappresenta invece una riprova: quando piogge opportunamente distribuite anche nel periodo estivo mantengono un sufficiente tenore di umidità del suolo lavorato, rendendo superfluo il ricorso a pratiche di irrigazione, anche per le colture più idroesigenti, i corpi idrici risultano meno soggetti alle magre e alle secche che generalmente si instaurano da giugno a settembre. Ma questo non può essere assunto come il normale decorso delle estati romagnole. Si pone quindi la necessità di individuare opportune strategie per l'approvvigionamento irriguo ai fini di un riequilibrio del bilancio idrico

rispettoso del principio del deflusso minimo vitale (Dmv) dei bacini romagnoli, in presenza di una agricoltura specializzata, caratterizzata da elevati fabbisogni idrici e tuttora in espansione. Nelle porzioni situate a monte dell'areale servito o servibile dalla rete di distribuzione Cer, la salvaguardia del Dmv può essere perseguita unicamente mediante il differimento della pressione antropica stagionale sulle risorse idriche dei torrenti appenninici, dalla stagione di immediato impiego (stagione irrigua), ad altri momenti idrologicamente più ricchi, in altre parole pianificando un percorso di riduzione di prelievi diretti in primavera ed estate, a vantaggio del Dmv, previo stoccaggio di equivalente risorsa prelevata in autunno, inverno e inizio primavera. Le strategie di approvvigionamento irriguo dovranno fondarsi, come per il passato, sulla progressiva infrastrutturazione del territorio collinare mediante la realizzazione di invasi per la raccolta delle acque meteoriche e la successiva distribuzione al campo in condotte in pressione. Le elaborazioni sui bilanci idrici condotte dall'Autorità dei Bacini Romagnoli portano a ritenere che i volumi mediamente transitanti nel Lamone e nel Marzeno, specificatamente alle sezioni di chiusura del tratto montano (Faenza) in cui si concentrano le più acute criticità, pur se ormai in buona parte concessionati nel periodo estivo, sono sufficienti nel periodo invernale per supportare il riempimento di nuovi invasi. Nel Lamone risultano ancora disponibili, al netto del Dmv di legge e dei prelievi già in essere, oltre 150 milioni di mc, per il periodo da novembre a maggio, e nel Marzeno oltre 70 milioni di mc, per lo stesso periodo. Il progressivo adeguamento dei quanti-

tativi accumulati negli invasi alla quasi totalità del fabbisogno di tutta la stagione irrigua, soprattutto per l'actinidia, rappresenta un interesse non solo per il pubblico, connesso con l'obbligo di evitare una degenerazione degli ecosistemi acquatici per eccesso di prelievo, ma anche per il singolo imprenditore privato, che in questo modo può minimizzare l'incertezza connessa, nel suo ciclo produttivo, alla necessità di fare affidamento, anche in estate, su una quota del tutto aleatoria da prelevare direttamente dal fiume. In effetti in questi ultimi anni, si è assistito a un progressivo proliferare di invasi, in gran parte al servizio di singole aziende, a cui è stato prescritto, in fase di concessione, di effettuare il prelievo idrico esclusivamente al di fuori della stagione irrigua. L'incremento della risorsa stoccata in invasi sembra essere andata oltre l'incremento degli investimenti in colture idroesigenti, tanto che ultimi conteggi, effettuati con l'ausilio del telerilevamento (Arpa-Simc) sembrano indicare l'approssimarsi di un sostanziale pareggio tra i fabbisogni irrigui del kiwi e le riserve idriche che possono essere contenute nei laghetti finora realizzati. In questo caso non sarebbero più accettabili le pratiche, da taluni perseguite, di continuare l'approvvigionamento diretto da fiume in estate anche in presenza di una adeguata disponibilità di acqua da invaso, al solo fine di scongiurare il rischio ipotetico di una insufficienza delle scorte causata da una annata eccezionalmente secca. Peraltro, tali pratiche sono facilmente contestabili, allorché si possa constatare, al termine di una stagione irrigua felicemente conclusa, la presenza di ingiustificate riserve d'acqua nell'invaso aziendale, in contrasto con le prescri-

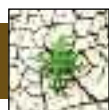


FOTO: L. ALBERGHIE D. DAL POZZO

zioni che sempre accompagnano in questi casi la concessione di derivazione idrica, ove è richiesto di operare in modo da utilizzare prioritariamente l'acqua invasata. In conclusione, sembra che, al fine di rendere meno frequenti le criticità denunciate dalle immagini, sia opportuno affidarsi a un mix di strategie che da un lato prosegua l'infrastrutturazione idrica del territorio da investire a colture idroesigenti, con invasi preferibilmente interaziendali, dall'altro non trascuri una puntuale azione di controllo dei prelievi, non solo di quelli abusivi, ma anche di quelli effettuati con modalità improprie, soprattutto in termini temporali, che possono contribuire grandemente al verificarsi di crisi di portata. A tale proposito, un significativo contributo potrà venir dall'applicazione della recente convenzione stipulata tra Regione Emilia-Romagna e Corpo Forestale dello Stato, che contempla il controllo dei prelievi idrici tra le attività specificatamente convenzionate.

Gabriele Cassani

Autorità dei bacini regionali romagnoli



Analisi di dati telerilevati per il monitoraggio del kiwi nelle valli del Lamone e del Marzeno

Tramite l'impiego di immagini satellitari è stato possibile tracciare l'evoluzione della copertura a kiwi, dal 1985 al 2008, dell'area di studio del Pal. Sono stati inoltre analizzati diversi parametri utili per la valutazione dello stress idrico. Nel periodo esaminato si assiste a un costante incremento della diffusione della coltivazione di kiwi (663 ettari nel 2008) e del numero di bacini artificiali irrigui. Il volume complessivo stimato dei 486 laghetti censiti è di circa 7 milioni di mc.

32

La coltura del kiwi, diffusa dagli anni '80, ha portato a fondamentali modifiche dell'attività agricola e necessità irrigue nelle valli del Lamone e Marzeno. Le valli hanno infatti assistito alla conversione di estesi frutteti di pianura, interessati principalmente da pescheti, in actinidieti. Le maggiori necessità irrigue della nuova coltura, la diffusione dell'irrigazione della vite e la scarsità di piogge della zona hanno determinato la creazione di molti bacini artificiali irrigui fondamentali per la sostenibilità delle colture.

Da questa premessa è nata la necessità di un attento monitoraggio dell'area, basato sulla stima dell'estensione del kiwi e sulla diffusione dei bacini irrigui.

AREA DI STUDIO

L'area di studio copre la parte romagnola dei bacini idrografici del Lamone e Marzeno, in cui l'attività agricola, a prevalenza frutticola, è localizzata nei fondovalle con kiwi, vite, pesco, kaki e seminativi e sulla prima collina con vite, albicocco, susino e prati. L'estensione dell'area è di 326 kmq e vede come principali bacini: Lamone, Marzeno, Tramazzo, Acerreta e Ibola, distribuiti sui comuni di Faenza, Brisighella, Castrocaro, Modigliana, Dovadola, Tredozio, Rocca San Casciano e Portico.

In base ai dati di uso del suolo 2003 (Regione Emilia-Romagna), la zona è interessata da circa 8

kmq di suolo artificializzato, 155 kmq di suolo agricolo, 159 kmq di suolo forestale e 4 kmq di suolo afferente al dominio delle acque.

METODOLOGIA

L'analisi dei dati telerilevati ha visto la creazione di una serie temporale a partire da immagini del 1985, 1993, 2000, 2003, 2006 e 2008. Si sottolinea che per le classificazioni sono state individuate più coperture, ma la maggior precisione si ha per il kiwi, sia per la forma di allevamento (pergoletta doppia) che copre interamente gli appezzamenti e sia per la forte risposta spettrale nella banda dell'infrarosso rispetto alle altre specie vegetali. La pergoletta doppia, in cui praticamente non è presente nessun inerbimento, o almeno è poco visibile dall'alto, permette anche di separare la specie da altre colture frutticole che invece sono allevate sulle file, con interfilare inerbato, ben visibile nei dati telerilevati. Una possibile fonte di erronea classificazione del kiwi può sorgere in caso di impianti in allevamento poco coprenti o con eventuali sovrapposizioni con colture erbacee a forte copertura e intensa riflettanza nella banda del vicino infrarosso. Le varietà a terra sono state individuate tramite rilievi compiuti il 27/05/2004, 08/06/2004, 28/10/2008 e 04/11/2008. Per le immagini più vecchie si sono individuate classi semplificate attraverso l'interpretazione a video

delle immagini o, come nel caso del 1985, utilizzando anche dati di firme spettrali. Per limitare l'analisi alle sole aree potenzialmente agricole, per ogni annata sono state create delle maschere in base all'uso del suolo storico regionale del 1994 e 2003. Nel grafico 1 si riporta l'evoluzione della superficie investita a kiwi durante gli anni considerati. I risultati sono riferiti ai dati raster e si ricorda che l'analisi compiuta per l'anno 2000 può presentare delle sottostime in quanto l'unica data di acquisizione disponibile non è ottimale, poiché troppo anticipata. Nella figura 1 si mostra la distribuzione dei laghetti e del kiwi al 2008.

Nella tabella 1 si mostra la distribuzione del kiwi a livello dei bacini idrografici, mentre nella tabella 2 a livello dei comuni. I dati dei comuni si riferiscono alle sole superfici ricadenti all'interno dell'area di studio. Mentre la zona frutticola di Faenza entra nell'area solo parzialmente, per gli altri comuni le aree frutticole sono in larga parte incluse.

Le classificazioni in formato raster così ottenute sono state successivamente vettorializzate e riportate all'unità minima di 1 ha per essere importate nel software di simulazione del bilancio idrico Criteria Geo. Durante questo passaggio si ha una riduzione di

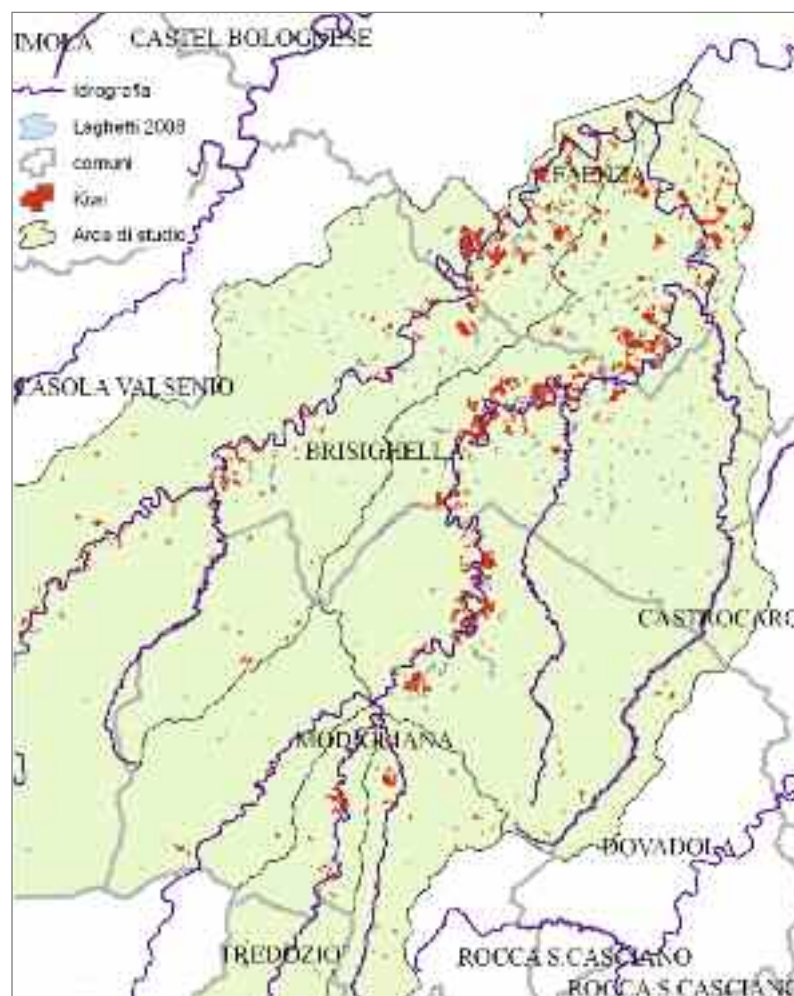


Fig. 1 Distribuzione del kiwi e dei laghetti al 2008

Tab. 1 - Distribuzione del kiwi nelle parti dei bacini idrografici incluse nell'area di studio al 2008 (dati estratti su base raster prima della vettorializzazione)

| Bacino | Area km ² | HA | % |
|----------|----------------------|-----|-------|
| Ibola | 1500 | 21 | 1.37% |
| Tramazzo | 5500 | 34 | 0.62% |
| Lamone | 13300 | 224 | 1.69% |
| Marzeno | 10300 | 377 | 3.67% |
| Acerreta | 2000 | 7 | 0.33% |

circa 20 ha di kiwi, dovuti ad appezzamenti isolati e di piccole dimensioni che sono stati automaticamente inclusi in altre classi di dimensioni maggiori. Viste le relazioni tra temperatura fogliare e dell'aria, stress idrico ed effetto climatizzante dell'irrigazione [1, 2 e 3], si è analizzato il dato termico da satellite con i tipi di copertura. Con la banda termica del 21/08/2008 (09:44 UTC), dopo la sua calibrazione da DN a °C, si è provveduto a una classificazione dell'uso del suolo in base alle temperature al suolo registrate da satellite in modo da verificare l'ubicazione delle zone a minor temperatura superficiale apparente, legate presumibilmente all'irrigazione, ma anche alla forma di allevamento e alla struttura fogliare. La metodologia adottata è stata basata sulla sovrapposizione delle aree di controllo utilizzate per la classificazione del 2008 al fine di verificare le temperature medie per ogni classe. A questo punto è stato definito un intervallo compreso tra 20.5 e 23 °C e quote inferiori a 150 m slm su base Dem Srtm [4]. Nella figura 2 si mostrano

i risultati di questa classificazione, in cui ben risulta che le aree individuate sono localizzate lungo i fondovalle, caratterizzati dalla presenza massiva di kiwi, vite e pesco, colture prevalentemente irrigate. Le temperature di confronto spazializzate dalle stazioni meteo sono state calcolate tramite il software di interpolazione Praga [5], basandosi sul dato medio orario di temperatura dell'aria del 21/08/2008 (10:00 UTC) e interpolato su Dem Srtm [4] ricampionato a 500 m di risoluzione geometrica. La temperatura delle stazioni meteo misura la temperatura dell'aria, mentre il dato da satellite quella della copertura, quindi le due misure sono in parte differenti. Anche la fisiologia delle piante e la forma di allevamento possono determinare variazioni nelle temperature tra coltura e coltura. Si aggiunge che il dato da satellite è acquisito a 120 m di risoluzione geometrica e successivamente distribuito ricampionato a 30 m per mantenere la coerenza con le altre bande nel visibile e infrarosso. Il grafico 2 mostra i dati medi di temperatura oraria rispetto alle aree di controllo e i dati di

temperatura delle coperture al suolo misurati da satellite. Analizzando il kiwi, le differenze di temperatura riscontrate tra i due metodi (interpolazione 28.5 °C e satellite 22 °C) sono imputabili a vari fattori, tra cui: tecnica e precisione della misura, interpolazioni e ricampionamenti, microclima del frutteto e irrigazione.

Comportamento simile è visibile anche per pesco, prugno, kaki e vite. Prendendo come esempio l'olivo aperto non irriguo si nota che non ci sono differenze (26.5 °C in entrambi i metodi), mentre l'olivo allevato più denso presenta una differenza leggermente maggiore (28 °C da interpolazione e 26 °C da satellite). Anche le erbacee estive in vegetazione presentano una differenza abbastanza marcata (28.5 °C da interpolazione e 23.5 °C da satellite). Si può supporre che pesco e vite non fossero irrigati, perché o già raccolti o prossimi alla raccolta, mentre il kiwi a quella data invece era sicuramente ancora irrigato. Una ulteriore differenza tra le temperature interpolate e da satellite è imputabile al fatto che l'interpolazione dei dati

Tab. 2 - Distribuzione del kiwi nelle parti dei comuni incluse nell'area di studio al 2008 (dati estratti su base raster prima della vettorializzazione)

| Comuni | HA |
|-------------|-----|
| Faenza | 284 |
| Brisighella | 220 |
| Modigliana | 143 |
| Dovadola | 3 |
| Tredozio | 14 |

meteo non tiene conto dell'esposizione dei versanti. L'interpolazione delle temperature avviene infatti considerando la sola quota orografica. Dai dati satellitari risulta invece evidente come i versanti di collina esposti a SE siano più caldi di quelli esposti a NO, cosa che invece non risulta nei dati interpolati da modello. Questo aspetto ha comunque influenza minore poiché le colture considerate sono localizzate nei fondovalle. Si aggiunge anche che la procedura necessiterebbe di ulteriori approfondimenti per valutare appropriatamente il valore di emissività delle piante.

L'identificazione dei bacini artifi-

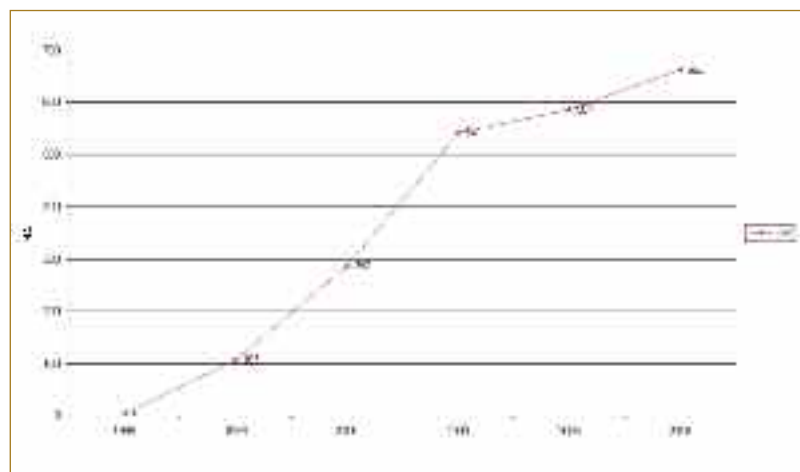


Grafico 1 Evoluzione del kiwi nelle valli del Lamone e Marzeno sul territorio romagnolo, immagini satellitari

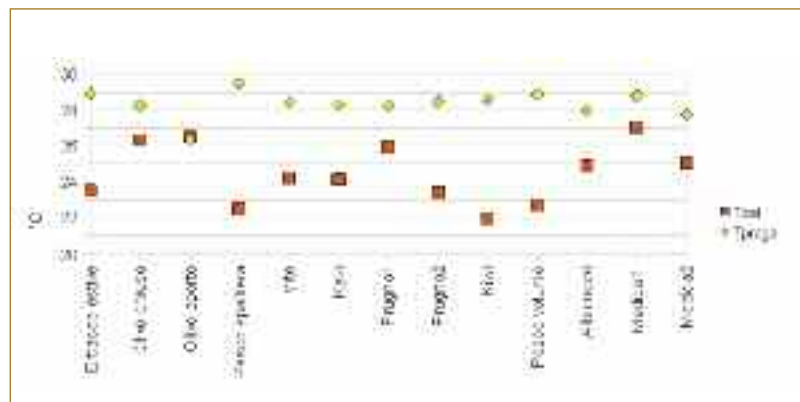


Grafico 2 Confronto tra temperature misurate da satellite e temperature interpolate da Praga con kriging per le classi a vegetazione al 21/08/2008

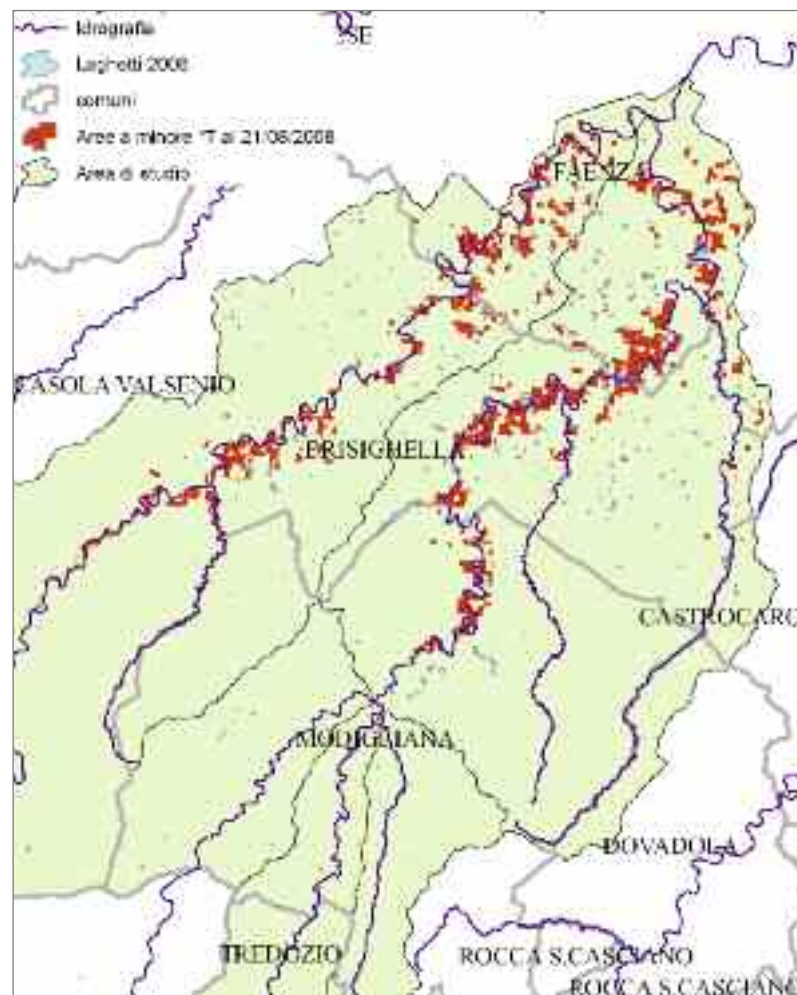


Fig. 2 Temperature e laghetti al 21/08/2008

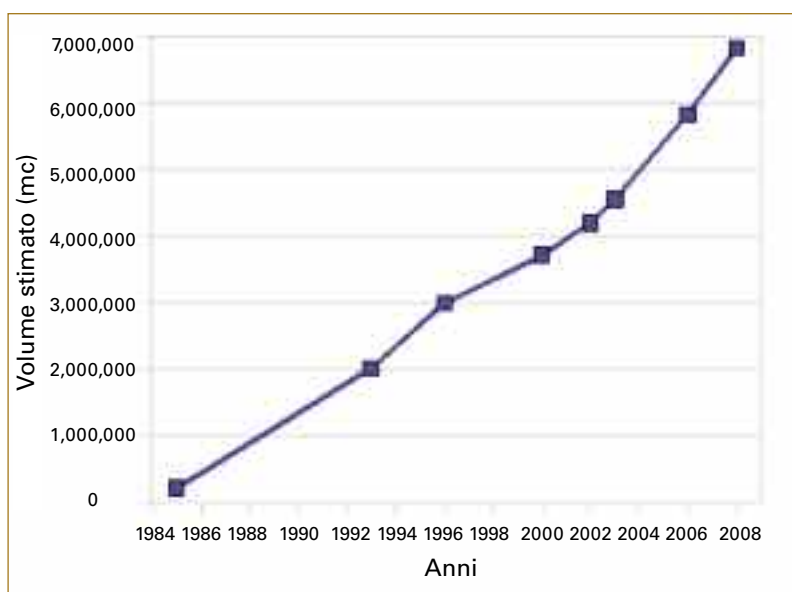


Grafico 3 Andamento dei volumi di stoccaggio di acqua sulla macro area

ciali irrigui è stata realizzata sulla serie temporale: 1985, 1993, 1996, 2000, 2002, 2003, 2006 e 2008. In *tabella 3* si riporta la fonte di dati utilizzata.

L'individuazione si è basata sulla fotointerpretazione a video di tutto il data set, compresa l'area coperta da immagini del comune di Marradi. Per ogni laghetto individuato si è potuta ricostruire la storia dalla sua creazione, l'evoluzione della forma e si sono stimati i volumi immagazzinati assumendo la forma teorica a tronco di cono con le seguenti caratteristiche:

1. in caso di raggio della superficie $R_{max} < 3$ m: pendenza 1:1 e profondità= 2 m;
2. in caso di raggio della superficie $3 m < R_{max} < 10$ m: pendenza 1:1 e profondità= 3 m;
3. in caso di raggio della superficie $10 m < R_{max} < 20$ m: pendenza 1:1 e profondità= 4 m;
4. in caso di raggio della superficie $R_{max} > 20$ m: pendenza 2:1 e profondità= 8 m;

Molti invasi medio-grandi presen-

tano profondità medie utili di 10-12 m, con punte di 14 m. Per la stima dei volumi dei bacini a raggio stimato maggiore di 20 m si sono utilizzate informazioni provenienti dai tecnici del Consorzio di bonifica della Romagna occidentale, incaricati della progettazione. La suddivisione sopra riportata si è resa necessaria per evitare che i laghetti più piccoli presentassero raggi minori o maggiori di quelli in superficie o forme a cono o pendenze eccessive.

Nel complesso sono stati individuati 468 laghetti al 2008, di cui 16 nell'Acerreta, 6 nell'Ibola, 181 nel Lamone, 250 nel Marzeno, 9 nel Tramazzo e 6 nella parte toscana del territorio. Il volume complessivo stimato è di circa 7 milioni di mc (*grafico 3*).

I risultati mostrano un costante incremento delle superfici investite a laghetti irrigui, soprattutto nelle valli del Lamone e Marzeno che sono quelle più interessate dalla presenza dei frutteti irrigui. Dai dati risulta che il 56% dei

bacini irrigui è localizzato nel comune di Brisighella con una capacità di invaso del 44% del totale (circa 3 milioni di mc), seguito da Faenza con il 25% dei laghetti e un 36% del volume d'invaso totale (circa 2.5 milioni di mc) e da Modigliana con il 16% dei laghetti e 17% della capacità d'invaso (circa 1.2 milioni di mc), seguono poi gli altri comuni (Castrocaro, Dovadola, Tredozio e Marradi) con un apporto complessivo del 4% sul totale dei laghetti e del 3% (180.000 mc) della capacità d'invaso. Nel comune di Faenza sono poi localizzati i bacini a più alta capacità d'invaso media. A causa della bassa risoluzione delle immagini Landsat i bacini individuati possono presentare una sottostima se la fotointerpretazione non è stata assistita da foto ad alta definizione. Questo aspetto può essere rilevante soprattutto nelle immagini del 1985 e 1993 in quanto, in tali date, le superfici occupate dai singoli bacini erano dell'ordine della risoluzione geometrica del sensore del satellite. Solo negli ultimi anni, grazie a una accorta pianificazione territoriale da parte delle autorità competenti, le dimensioni medie sono aumentate.

CONCLUSIONI

L'analisi dei dati telerilevati da satellite ha permesso di tracciare l'evoluzione della copertura a kiwi dell'area. Imprecisioni nelle classificazioni sono dovute alla variabilità delle date inter-annuali e alle differenti risoluzioni geometriche e spettrali che hanno impedito la possibilità di applicare stessi criteri di classificazione alla serie temporale. Questi fattori possono determinare difficoltà per eventuali confronti spaziali

multitemporali pixel per pixel. In questi casi, più corretta appare l'analisi tra superfici aggregate.

Durante gli anni considerati si è assistito a un costante incremento della diffusione della coltura, che è passata da pochi ettari nel 1985 a circa 663 ha nel 2008. Al 2008 i comuni di Faenza, Brisighella e Modigliana presentano la maggior copertura a kiwi. Il maggior incremento è stato registrato tra il 2000 e il 2003, periodo in cui le superfici sono raddoppiate. Si sottolinea che il 2000 è stato anche l'anno che presentava le date meno ottimali per l'analisi da satellite, quindi potrebbero essere presenti delle sottostime.

L'analisi delle temperature da satellite ha messo in risalto le relazioni, con le dovute precauzioni, tra gli effetti dell'irrigazione, la fisiologia delle piante e la temperatura dell'aria. Ulteriori approfondimenti dovrebbero essere svolti anche sul piano della valutazione dell'emissività delle piante.

L'aggiornamento dei bacini artificiali irrigui attraverso immagini telerilevate ad alta e altissima risoluzione ha permesso di tracciare lo sviluppo di questi importanti manufatti per una migliore gestione dell'acqua a tutela dei deflussi minimi vitali della rete idrografica locale. Durante gli anni, l'aumento dei laghetti si è presentato pressoché costante. Il progetto ha realizzato l'aggiornamento dei bacini al 2008, sia individuando le superfici che stimando i volumi immagazzinati. Nell'area, Brisighella e Faenza presentano i maggiori stoccaggi.

Andrea Spisni
Servizio IdroMeteoClima
Arpa Emilia-Romagna

Tab. 3 - Immagini utilizzate per la definizione dei laghetti

| Anno | Dati | Risoluzione (m) |
|------|------------------------------|-----------------|
| 1985 | Landsat TM | 30 |
| 1993 | Landsat TM | 30 |
| 1996 | Ortofoto B/N | 1 |
| 2000 | Ortofoto B/N + Landsat ETM+ | 1 + 25 |
| 2002 | Ortofoto B/N | 1 + 25 |
| 2003 | Quickbird PAN + Landsat ETM+ | 0.8 + 15 |
| 2006 | Spot 5 HRG2 | 10 |
| 2008 | Ortofoto MS + Landsat TM | 0.5 + 30 |

BIBLIOGRAFIA

- [1] Hatfield J. L., 1983. *The utilization of thermal infrared radiation measurements from grain sorghum crops as a method of assessing their irrigation requirements*. Irrigation Science, Vol. 3, N. 4:259-268.
- [2] Wierenga P.J., Hagan R.M., Greogory E.J., 1971. *Effects of irrigation water temperature on soil temperature*. Agron J 63:33-36.
- [3] Zipoli, G., 1990. *Remote sensing for scheduling irrigation: review of thermal infrared approach*. Acta Hort. (ISHS) 278:281-288, http://www.actahort.org/books/278/278_27.htm.
- [4] *Void-filled seamless SRTM data V2*, 2006. International Centre for Tropical Agriculture (CIAT), available from the CGIAR-CSI SRTM 90m Database: <http://srtm.csi.cgiar.org>;
- [5] Antolini G., Tomei F., 2006. *Praga - Programma di Analisi e Gestione dati Agrometeorologici*. Atti del convegno AIAM "Agrometeorologia e gestione delle colture agrarie", Torino 6-8 giugno 2006.



Quantità di acqua e durata dell'irrigazione, nel mirino l'actinidia

In tutto il mondo sono stati condotti numerosi esperimenti per verificare il comportamento delle piantagioni di kiwi in presenza di stress idrico. La crescita dei frutti e la resa produttiva degli impianti è strettamente collegata a un'adeguata irrigazione nell'intera stagione. Utili indicazioni si ottengono anche in merito al metodo di adacquamento più efficace. Le acquisizioni rivestono grande importanza per migliorare la sostenibilità della coltura.

A causa dell'esplosiva diffusione a scala mondiale della coltura dell'actinidia, che in Italia si è registrata alla fine degli anni '70, è sorto un crescente interesse da parte del mondo della ricerca agronomica; tale interesse si è manifestato attraverso una corposa produzione di materiale scientifico in differenti settori di specializzazione come la fisiologia e l'anatomia della pianta, le pratiche colturali, le cultivar, la modellistica dedicata, l'irrigazione.

In questo contributo si intendono approfondire gli aspetti legati al rapporto acqua/rese raccogliendo alcune delle principali esperienze scientifiche effettuate nei differenti areali di coltivazione dell'actinidia, comprendenti emisfero australe e boreale. Si tenga ben presente che i dati puramente quantitativi delle pubblicazioni qui presentate non saranno applicabili tal quali a casi di studio locali, mentre le considerazioni di carattere agronomico possono essere di notevole interesse anche nelle nostre realtà. Inoltre, lo studio e la conoscenza della relazione acqua/actinidia riveste grande importanza all'interno del Programma di azione locale di lotta alla siccità e desertificazione in Emilia-Romagna, che ha come obiettivo quello di ottimizzare l'utilizzo delle risorse idriche in previsione di condizioni di crescente siccità e di proporre soluzioni per mitigare situazioni di conflitto nell'uso della risorsa.

CENNI DI FISIOLOGIA DELL'ACTINIDIA

L'actinidia è originaria della valle dello Yangtze in Cina [1]. La sua origine geografica l'ha geneticamente predisposta ad avere peculiari caratteristiche che lo rendono una coltura altamente esigente dal punto di vista idrico.

L'area fogliare è un parametro fondamentale per una scelta razionale

sia del metodo che della tecnica irrigua. Infatti è proprio da tale grandezza che viene determinato il coefficiente colturale da applicare all'evapotraspirazione potenziale per il calcolo dei volumi di adacquamento. Essa dipende da molteplici fattori come la specie, la cultivar, il portinnesto, la densità e l'età della piantagione e la fase colturale. Xiloyannis ha osservato che l'actinidia in piena produzione presenta un'area fogliare per ettaro uguale o inferiore a quelle di altre specie arboree da frutto. Inoltre l'evoluzione dell'area fogliare dall'impianto fino all'entrata in piena produzione è simile al pesco; di conseguenza, anche il consumo idrico di piante giovani e di piante in piena produzione è uguale o inferiore alle altre specie arboree da frutto.

Questa affermazione sembrerebbe in piena contraddizione con le elevate esigenze idriche del kiwi; ma il motivo della estrema sensibilità alla carenza idrica e della elevata domanda evapotraspirativa è da ricercarsi nella struttura dell'apparato radicale. Esso infatti tende a colonizzare il terreno molto lentamente e impiega quasi 10 anni a esplorare tutto il volume a sua disposizione. Da ciò deriva che la riserva idrica facilmente utilizzabile contenuta nel volume di terreno esplorato dalle radici risulta molto limitata. In giornate con un'alta domanda evapotraspirativa la pianta può entrare in stress nonostante l'elevata disponibilità idrica del terreno: chiude gli stomi mantenendo elevato il contenuto idrico dei vari tessuti e non permette l'instaurarsi di un gradiente di potenziale tra le foglie e le radici tale da poter sfruttare completamente le riserve idriche del terreno [2].

GLI ASPETTI FISIOLOGICI

È stato condotto in Nuova Zelanda [8] un esperimento di irrigazione biennale finalizzato all'esame degli effetti dello stress idrico sullo svi-

luppo del frutto. Le misure sono state effettuate durante la stagione irrigua in corrispondenza di due periodi di stress idrico provocati all'inizio e alla fine delle due stagioni di crescita, con una riduzione dei volumi di adacquamento. Una volta che era stato osservato lo stress, le piante sono state irrigate per il resto della stagione alla metà del volume irriguo del controllo per assicurare la loro sopravvivenza. Lo sviluppo del frutto è stato molto reattivo al deficit idrico: la pezzatura dei frutti è variata da un minimo di 60 a un massimo di 130 cm³, rispettivamente per la tesi sottoposta a stress e per quella irrigata con continuità. Le differenze produttive tra le due tesi, tenendo conto del numero e del peso medio dei frutti, corrispondono mediamente al 30%.

Sempre in Nuova Zelanda, in un actinidieta di 4 anni [9], è stata studiata la risposta della pianta e la qualità del frutto in funzione di

un'irrigazione continua e di un voluto stress idrico all'inizio e alla fine del ciclo vegetativo. Il tasso di crescita del frutto appartenente al controllo è stato maggiore nelle prime 4 settimane, per poi scendere rapidamente e rimanere costante fino alla raccolta (da 0.75 mm³/settimana a 0.2 mm³/settimana). Come ci si poteva aspettare, la riduzione dei volumi irrigui ha avuto effetti immediati sulla crescita del frutto: la prova con stress provocato all'inizio dell'estate (a dicembre in queste latitudini) ha registrato un notevole calo del tasso di crescita nelle prime 3 settimane, tasso che si è successivamente innalzato alla ripresa degli adacquamenti standard. È da sottolineare che la crescita del frutto, che è stata persa durante il periodo di deficit, non è mai stata recuperata durante tutta la stagione vegetativa: la differenza massima per frutto si attesta sul 30% in meno del controllo. L'ana-

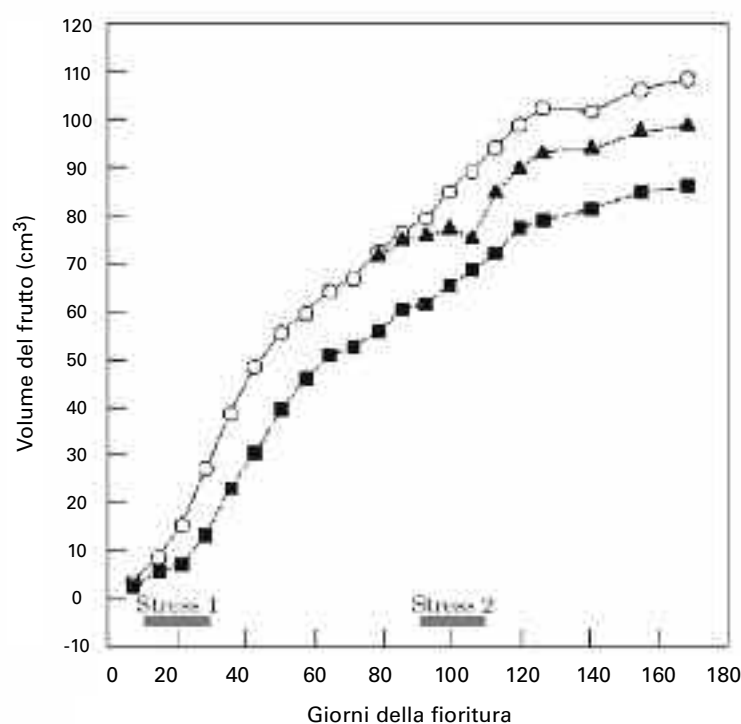


Fig. 1 Cambiamenti nel volume del frutto e gli effetti della crescita con stress idrici imposti all'inizio (■) o alla fine (▲) della stagione colturale confrontate con il controllo (○) [9]

logo effetto è stato osservato nel trattamento dove è stata cessata l'irrigazione alla fine dell'estate. Anche in questo caso si è registrata una riduzione del peso alla raccolta, ma inferiore al primo trattamento del 13% (vedi *figura 1*).

In Grecia [10] sono stati osservati, in ambiente controllato, gli effetti della carenza idrica sulla fotosintesi, la crescita della pianta, l'accumulo di sostanza secca e la sua distribuzione.

Gli stress idrici sono stati indotti mediante irrigazione con il 100, 85, 65 e il 40% del fabbisogno idrico rispetto al valore dell'umidità alla capacità di campo (CIC). Da questo studio si è notata una progressiva diminuzione dell'attività fotosintetica dal 53 al 64% in rapporto al controllo (100% CIC). Questa diminuzione è da attribuirsi alla chiusura degli stomi, dal momento che la conduttanza stomatica si riduce notevolmente all'aumento dello stress idrico. Questo causa una diminuzione in altezza tra le tesi estreme di più di 6 volte, del peso secco totale della pianta di 3 volte e dell'area fogliare di 4 volte. La maggiore riduzione riguarda il peso secco dei germogli, che rappresentano il 35-23% del peso secco delle piante in condizioni rispettivamente della tesi al 65 e 40% della CIC. Inoltre il rapporto radici/gemme è di 3.5 volte maggiore nelle piante sottoposte a stress rispetto al controllo, indice del fatto che lo stress idrico altera la struttura della distribuzione di sostanza secca in favore delle radici. In definitiva, si osserva che un deficit idrico riduce la crescita di ogni componente della pianta.

GLI ASPETTI IDRAULICO-AGRONOMICI

In un esperimento di durata triennale [3], dal 1984 al 1986, effettuato in provincia di Cuneo, è

stata eseguita una prova applicando due differenti volumi di acqua in un actinidiato cv. Hayward impiantato nel 1976 nel quale era presente un impianto microirriguo a goccia. In questo caso, gli aspetti indagati riguardavano i volumi irrigui e la frequenza di adacquamento.

In precedenti esperimenti è stato osservato che lo stress idrico ha inizio quando l'umidità negli strati di suolo esplorati dalle radici è circa il 50% dell'acqua disponibile; è quindi consigliabile iniziare gli interventi irrigui quando l'umidità del suolo è equivalente al 60-70% dell'acqua disponibile.

Sono state prese in considerazione due tesi irrigue, con volumi di adacquamento medi nei tre anni pari a 1844 m³/ha e 2658 m³/ha, corrispondenti al calcolo attraverso vasca evaporimetrica con coefficiente di correzione rispettivamente 0.8 e 1.2 (vedi *tabella 1*). Le corrispondenti produzioni hanno fatto registrare circa 35 t/ha e 40 t/ha. A una variazione del volume irriguo del 50% ha quindi corrisposto una variazione della produzione del 15%.

In Basilicata, regione caratterizzata da un alto deficit idrico, è stata effettuata una prova in cui sono state messe a confronto per due anni (2004-2005) le produzioni di un actinidiato di 21 anni lavorato secondo due modalità: con pratiche convenzionali e sostenibili, come schematizzato in *tabella 2*. Negli ultimi anni l'effetto combinato delle caratteristiche climatiche e di operazioni agronomiche depauperanti hanno degradato i suoli in maniera rilevante, riducendo la frazione di carbonio organico, giunto all'1% circa. È emerso che la produzione ottenuta dalla tesi con pratiche agronomiche sostenibili (denominata University) è stata superiore di circa 2.5 volte rispetto

| | Pratiche agronomiche sostenibili | Pratiche agronomiche convenzionali |
|------------------------|---|--|
| Suolo | Non lavorato, inerbito | Lavorato |
| Irrigazione | Basata sull'ET0 | Calcolata empiricamente |
| Fertilizzazione | Basata sulle reali esigenze dell'actinidiato e sulla disponibilità di N, uso di compost | Calcolata empiricamente, concimazione minerale |
| Potatura | Lasciata in situ | Rimossa e bruciata |

Tab. 2 Differenti pratiche agronomiche adottate durante le prove negli actinidiati "sostenibili" e "convenzionali" [4]

| Anno | 1984 | | 1985 | | 1986 | | 1987 | |
|--|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Parametri | A | B | A | B | A | B | A | B |
| Volume di adacquamento (m³/ha) | 1282 | 1908 | 2450 | 3500 | 1801 | 2567 | 1844 | 2658 |
| Precipitazioni (m³/ha) | 2000 | | 1710 | | 1870 | | 1860 | |
| Totale (m³/ha) | 3282 | 3908 | 4160 | 2510 | 3671 | 4437 | 3704 | 4518 |
| Peso medio del frutto (g) | 84 | 87 | 92 | 97 | 110 | 108 | 95 | 97 |

Tab. 1 Influenza del volume irriguo sulle rese e sul peso del frutto [3]

a quella con pratiche agronomiche tradizionali (denominata Grower) per tutti e due gli anni della sperimentazione (circa 38 t/ha contro 18 t/ha), ma la distribuzione del peso dei frutti si è mantenuta simile in entrambe le prove (vedi *figura 2*). La massima produzione è stata ottenuta con un volume di adacquamento stagionale di 8000 m³/ha, pari circa al 100% del deficit idrico annuo.

È stata condotta in Cile una sperimentazione triennale [5] con due tipologie di impianti di microirrigazione applicate all'actinidia: a goccia con un turno di adacquamento giornaliero e a spruzzo con due irrigazioni settimanali. I due metodi irrigui utilizzati sono stati poi differenziati su 4 differenti volumi di adacquamento, calcolati in base alla quantità di evapotraspirato con valori corrispondenti al 40, 60, 100, 120%: lo stesso volume di adacquamento applicato con metodo a microjet presenta una maggiore produzione rispetto al metodo a goccia dell'80-90% nelle due annate; questo può essere attribuito alle pratiche di gestione dell'acqua e al fatto che il microjet bagna un maggior volume di suolo

producendo una migliore aerazione nella zona radicale e dunque un volume maggiore di suolo esplorato dalle radici, soprattutto in un suolo sabbioso come quello utilizzato per la prova. Nelle prove con interventi caratterizzati da un turno più lungo, come nel microjet, si può osservare una produzione più che proporzionale rispetto al volume idrico distribuito nell'intervallo tra i circa 6000 e i 10-12000 m³/ha a stagione. Quest'ultimo valore sembra rappresentare il volume a cui corrisponde la massima produzione (38-48 t/ha per piante di età di 4-5 anni). Sulla base di queste analisi si può concludere che il livello ottimale di adacquamento si attesta in un intervallo compreso tra 80 e 100% dell'evapotraspirato. Più il terreno tende a essere sabbioso, più il metodo a microjet raggiunge la massima efficienza di adacquamento rispetto al metodo a goccia. Nel Nord della Spagna [7] è stato effettuato un esperimento utilizzando il metodo microirriguo per determinare gli effetti del volume idrico sullo sviluppo del frutto e sulle rese colturali. È stata fatta una prova irrigando un actinidiato

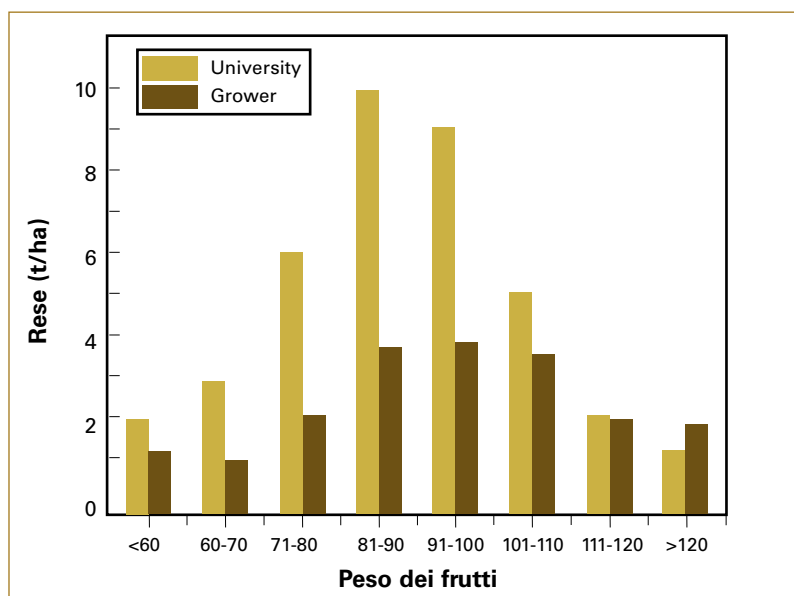


Fig. 2 Rese medie classificate secondo il peso dei frutti [4]

di 4 anni con tre diversi volumi irrigui relativi a tre diverse restituzioni di evaporazione, rispettivamente il 36%, 63% e il 100% dell'evapotraspirato, usando una prova all'asciutto come controllo. Le curve medie di crescita del frutto ottenute da misurazioni settimanali mostrano che la forma è simile in tutte e quattro le prove, ovvero non è lineare con il tempo, ma il volume del frutto è direttamente correlato con i volumi di adacquamento. Differenze significative nel volume del frutto sono da registrarsi dalla sesta settimana dopo la fioritura. Per quanto riguarda la produzione arcica, questa si presenta direttamente proporzionale al volume idrico distribuito, con un raddoppio della produzione tra la tesi asciutta e quella maggiormente irrigata (tabella 3). Tale produzione massima è molto più bassa rispetto a quelle riscontrate in altri lavori ed è verosimilmente dovuta sia all'età delle piante, sia al modesto volume di adacquamento distribuito. La pezzatura dei frutti varia in maniera più che proporzionale con il volume idrico distribuito: i frutti di peso superiore a 110 g rappresentano circa il 15% per la tesi asciutta e raggiungono l'80% per la tesi al 100% della restituzione dell'evapotraspirato.

In un altro studio effettuato in Romagna [6] sono stati misurati i volumi idrici dell'actinidia per un periodo di 12 anni (dal 1996 al 2008) seguendo sia il criterio del bilancio idrico, sia le indicazioni di tensiometri. Il volume di adacquamento stagionale medio è risultato di 3167 m³/ha con variazioni in base all'andamento climatico annuo dai 1820 m³/ha ai 4380 m³/ha. Considerando le produzioni dal 2000 in poi, escludendo quindi le produzioni dei primi anni dall'impianto, il valore medio oscilla intorno alle 27 t/ha con modeste variazioni tra gli estremi.

CONCLUSIONI

Al fine di fornire strumenti tecnici in aiuto alle proposizioni operative che il Pal intende raccogliere per migliorare la sostenibilità delle colture di actinidia nella valle del Lamone, si riportano gli aspetti più significativi del rapporto acqua/kiwi sviluppati nelle pubblicazioni esaminate:

– occorre intervenire con l'irrigazione quando l'umidità del ter-

| Trattamento irriguo | Volume del frutto (cm ³) (alla 6 ^a Settimana) | Volume del frutto (cm ³) (alla raccolta) | Raccolta totale (kg/PIANTA) | % frutta extra (>110 g) |
|---------------------|---|---|--------------------------------|-------------------------|
| 0% ET | 40.93 | 89.29 | 4.72 | 14.85 |
| 36.3 % ET | 41.50 | 92.71 | 7.68 | 23.96 |
| 63.5 % ET | 48.50 | 110.15 | 8.71 | 49.89 |
| 100% ET | 53.76 | 119.07 | 9.44 | 80.51 |

Tab. 3 Effetti dei diversi tassi di irrigazione sulla crescita e sulla resa dei frutti [7]

reno è intorno al 60-70% dell'acqua disponibile [3]

– la gestione irrigua del kiwi deve essere basata su criteri legati all'andamento del clima e ai reali fabbisogni idrici della coltura: la gestione empirica dell'irrigazione, infatti, quando non si avvicina ai quantitativi idrici previsti da un vero e proprio bilancio idrico porta a risultati produttivi insoddisfacenti pari anche al 50% in meno [4]

– il metodo irriguo può incidere a parità di volumi di adacquamento lordi distribuiti in maniera decisiva sulle produzioni; in particolare, quando il terreno è notevolmente sabbioso il metodo a spruzzo sembra ottenere, rispetto a quello a goccia, produzioni molto superiori, arrivando anche a raddoppiare il valore a motivo di una maggiore efficienza irrigua (effetto "chiodo" della goccia) [5]

– il kiwi prevede una gestione continua dell'irrigazione nell'arco di tutta la stagione: esso infatti soffre per periodi di stress idrico indipendentemente che si verifichino all'inizio o alla fine della stagione irrigua con effetti sui singoli frutti, sul loro numero per pianta e quindi sulle produzioni che possono variare anche di un 30% [8]. In particolare il periodo di stress che incide in maniera più negativa è quello che si dovesse verificare all'inizio dell'estate. Ad esempio, il peso dei frutti risulta inferiore del 30% rispetto al controllo irrigato con continuità mentre lo stress provocato alla fine della stagione determina una riduzione soltanto del 12% [9].

– i migliori risultati produttivi sembrano essere ottenibili mantenendo l'umidità del terreno al 100% della CIC, in quanto contenuti inferiori incidono in maniera negativa su diversi aspetti della pianta, con riduzione della fotosintesi fino al 50%, dell'altezza della pianta fino a 6 volte, dell'area fogliare fino a 4 volte e del peso secco della pianta fino a 3 volte. In particolare nei casi di maggiore stress (mantenimento soltanto del 30-40% della CIC),

aumenta notevolmente anche di più di 3 volte il rapporto radici/gemme, quindi con un trasferimento della sostanza secca a favore delle radici [10].

Per quanto riguarda il rapporto tra rese e irrigazione, si possono evincere le seguenti indicazioni:

– l'irrigazione incide notevolmente anche sulla qualità del frutto. Infatti, nei trattamenti con una restituzione del 100% dell'ET, i frutti di qualità extra corrispondenti a un peso superiore ai 110 g raggiungono l'80% del totale, rispetto al 15-25% per i trattamenti fino a un terzo di tale restituzione [7]

– in generale, la produzione è direttamente proporzionale al volume di adacquamento, fino a valori anche superiori agli 8-10000 m³/ha [5] prima di decrescere

– i massimi valori produttivi si riscontrano con una restituzione del 100% dell'evapotraspirato, che corrisponde a volumi stagionali di adacquamento che si diversificano a seconda della zona geografica e dell'età dell'impianto a parità di altre condizioni (es. ter-

reno, sesto d'impianto) e variabili da circa 1500 m³/ha a 12000 m³/ha. Le corrispondenti produzioni variano da alcune t/ha soltanto a valori maggiori (40-50 t/ha) in corrispondenza dei maggiori volumi irrigui necessari per piante in piena produzione e in zone climatiche ad alto deficit idrico [5]

– in particolare, nella zona oggetto di studio del Pal [6], lo studio di 12 anni di interventi irrigui sullo stesso actinidieta ha messo in evidenza un fabbisogno idrico totale nella stagione irrigua di circa 8000 m³/ha e una necessità irrigua media (tenendo conto quindi delle precipitazioni) di circa 3200 m³/ha, con variazioni annuali del più o meno 50%. A fronte di questo volume di adacquamento stagionale medio, le produzioni medie ottenute raggiungono le 27 t/ha.

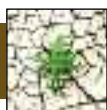
**Giuseppe Taglioli,
Giulia Villani**

*Deiagra, Facoltà di Agraria,
Università di Bologna*

Si ringrazia Gianluigi Spada per i dati di produzione dell'actinidia relativi alla località Zattaglia (Brisighella).

BIBLIOGRAFIA

- [1] Nihoul E., 1976. *Le Yang Tao (Actinidia sinensis, Planch)*. Fruits 31, 96-109.
- [2] Xiloyannis C., Nuzzo V., Dichio B., Massai R., Gucci R., 1995. *È vero che l'actinidia consuma più acqua di altre specie frutticole?* Rivista di frutticoltura. 4, 27-34.
- [3] Xiloyannis C., Angelini P., Galliano A., 1990. *Drip irrigation for kiwifruit trees*. Acta Hort. 282, 217-225.
- [4] Montanaro G., Dichio B., Celano G., Xiloyannis C., 2007. *Sustainable kiwifruit orchard management in semi-arid environments*. Acta Hort. 753, 591-598.
- [5] Holzapfel E.A., Merino R., Mariño M.A., Matta R., 2000. *Water production functions in kiwi*. Irrig. Sci. 19, 73-79.
- [6] Spada G., 2009. Irrigazione. Kiwi informa, 1-3, 20-25.
- [7] Ciordia M., Díaz M.B., Coque M., Gómez Aparisi J., 1993. *The effect of different irrigation rates on kiwifruit growth and cropping*. Acta Hort. 335, 235-240.
- [8] Judd M.J., McAneney K.J., Wilson K.S., 1989. *Influence water stress on kiwifruit growth*. Irrig. Sci. 10, 303-311.
- [9] Miller S.A., Smith G.S., Boldingh H.L., Johansson A., 1998. *Effects of water stress on fruit quality attributes of kiwifruit*. Annals of botany 81, 73-81.
- [10] Chartzoulakis K., Noitsakis B., Therios I., 1993. *Photosynthesis, plant growth and carbon allocation in kiwi, cv Hayward, as influenced by water deficits*. Acta Hort. 335, 227-234.



Validazione di un modello di bilancio idrico per colture “idroesigenti”

Il modello di bilancio idrico Criteria si è dimostrato un solido strumento per valutazioni sempre più attendibili dei consumi idrici di una coltura “particolare” come l’actinidia, anche per ragionare e programmare uno sviluppo sostenibile delle aree critiche.

Può un antico frutto originario della Cina, precisamente della valle dello Yangtze (il Fiume Azzurro), dove durante la stagione primaverile-estiva (aprile-settembre) piovono oltre 1.000 mm, crescere e svilupparsi in una zona dove le piogge nello stesso periodo raggiungono solo un terzo di questo valore?

Un agronomo risponderebbe no, troppa differenza nei livelli di pioggia. Farebbe inoltre presente, a conferma della sua tesi, che la stessa coltura si è sviluppata dai primi del '900 in Nuova Zelanda, in aree dove le piogge sono ancora più elevate, sino a 4.000 mm all'anno. Dal punto di vista ambientale quindi la risposta sarebbe no, ma la risposta vera è invece sì, perché il frutto è l'actinidia e soprattutto perché la zona è la Romagna, dove l'abilità e il lavoro dei frutticoltori hanno superato i limiti del clima e le capacità imprenditoriali e commerciali dei produttori agricoli e delle loro cooperative hanno fatto conoscere la qualità di questo frutto in tutto il mondo. E i limiti del clima sono stati superati tanto bene che l'Italia, grazie anche alle produzioni delle altre regioni, come Lazio, Piemonte e

Veneto, è ora il maggior produttore di questo frutto al mondo, Cina esclusa: quasi un miracolo agronomico. Un miracolo di tecnica, perché resta comunque il fatto che questo frutto ha grandi necessità di acqua e richiede quindi forti irrigazioni. Le alte richieste idriche, che si sommano a quelle delle altre colture irrigue specializzate, e il mutamento climatico, che ora spesso impone l'irrigazione anche a colture precedentemente non irrigue, possono in alcuni ambienti alterare l'equilibrio idrologico, creare una forte competizione per la risorsa idrica con le altre destinazioni e impedire il mantenimento del minimo deflusso vitale dei corsi d'acqua. È quindi necessaria, per una corretta gestione di questi ambienti, acquisire strumenti idonei alla valutazione del bilancio idrico territoriale.

IMPORTANZA E USO DEI MODELLI DI BILANCIO IDRICO NELLA GESTIONE DELLA RISORSA IRRIGUA

Arpa-Simc ha quindi avviato uno studio per validare il modello di bilancio idrico Criteria con particolare attenzione alla coltura del-



FOTO: G. SPADA

Stazione composta da tre tensiometri (cm 30, 60, 90) di profondità

l'actinidia. Il modello rappresenta uno strumento indispensabile per chi ha la responsabilità di gestire le risorse idriche di un territorio, permettendo diversi livelli di approccio: nella gestione corrente delle risorse il modello aiuta a definire le esigenze irrigue per area, stima il livello di sofferenza delle colture in relazione alla siccità, rendendo possibili congrue risposte a eventi di crisi. A livello di pro-

grammazione, il modello permette di simulare le esigenze della coltura in relazione a variabili climatiche e antropiche, stimando i consumi idrici con diversa distribuzione di colture irrigue anche in scenari climatici futuri.

A partire dal 1996, nell'azienda frutticola Spada, situata in località Zattaglia, comune di Brisighella (Ra), in area collinare (180

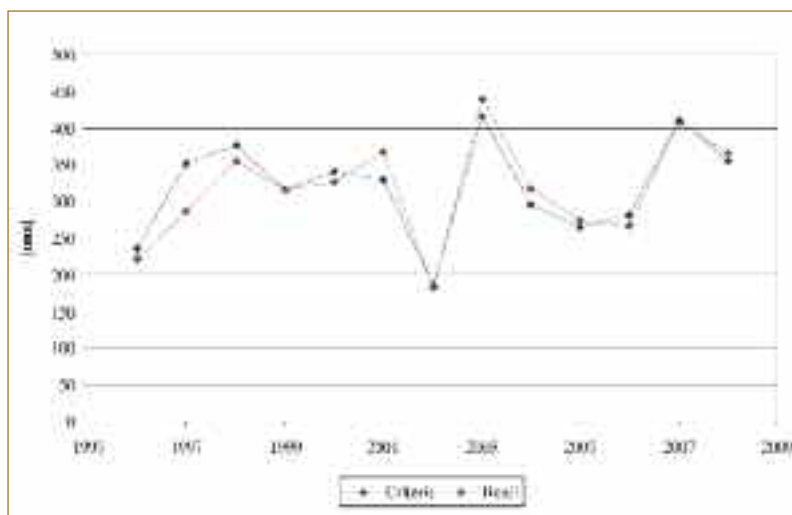


Fig. 1 Az. Spada. Actinidia: confronto tra irrigazioni annuali osservate e quelle previste da Criteria (1995-2008) ($R^2 = 0,86$)

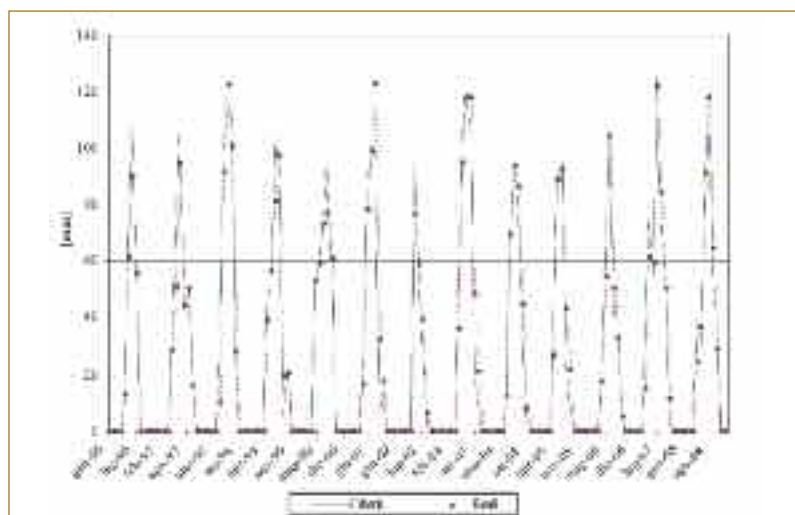


Fig. 2 Az. Spada. Actinidia: confronto tra irrigazioni mensili osservate e quelle previste da Criteria

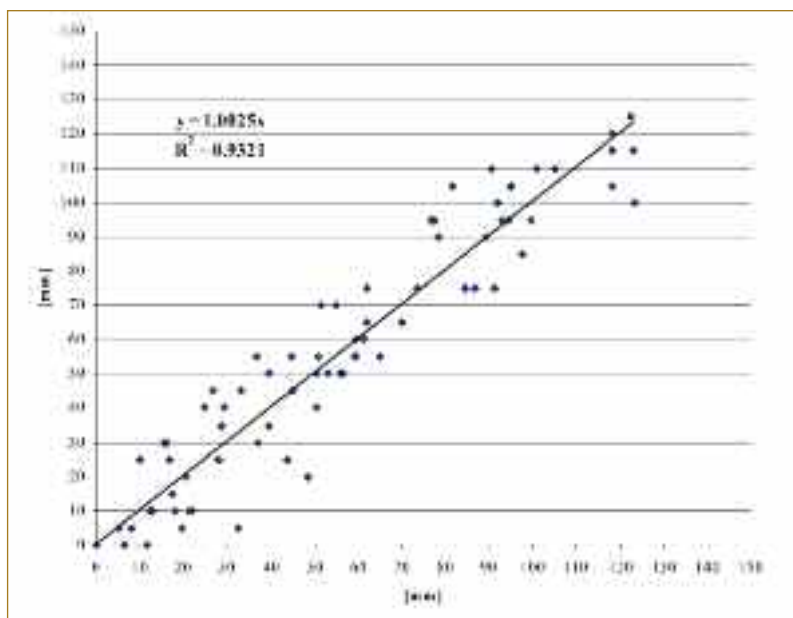


Fig. 3 Az. Spada, Actinidia: correlazione tra le irrigazioni cumulate mensili osservate e quelle previste da Criteria (1995-2008)

m slm) sono state registrate giornalmente le precipitazioni e la quantità d'acqua distribuita all'actinidia con metodo irriguo a goccia. L'irrigazione è stata regolata con l'aiuto di una batteria di tensiometri posizionati a 30, 60 e 90 cm di profondità: in particolare l'irrigazione era avviata quando il tensiometro posto a 30 cm di profondità segnalava valori compresi tra 0,15 e 0,20 bar. Il periodo irriguo del kiwi in Emilia-Romagna parte tipicamente a maggio (solo nel 2007 si è registrata necessità di irrigare ad aprile) e si conclude in ottobre. Grazie alla disponibilità dei dati, è stato possibile affinare i principali parametri colturali (sviluppo della superficie fogliare, profondità e forma dell'apparato radicale, andamento del coefficiente colturale) necessari per la simulazione del bilancio idrico, utilizzando il modello di bilancio idrico Criteria. Il modello richiede in input dati meteorologici giornalieri (temperatura massima e minima e precipitazione), dati pedologici del suolo e parametri colturali. In particolare, in questo studio il modello è stato alimentato con le precipitazioni registrate in sito e le temperature giornaliere della cella GIAS di riferimento; come suolo è stata utilizzata la classificazione DOG1 (franco-argilloso e franco-argilloso-limoso) della carta pedologica dei suoli regionali, suolo frequente in zona e corri-

spondente con le analisi di tessitura effettuate in sito. La presenza della serie di dati ha permesso una calibrazione dei parametri colturali e irrigui per il modello.

La figura 1 mostra il confronto tra le irrigazioni cumulate annuali stimate dal modello e quelle realmente effettuate in campo; le due serie sono ben correlate, presentando un coefficiente di determinazione R^2 pari a 0,86. In figura 2 e figura 3 viene presentato lo stesso confronto tra le irrigazioni cumulate mensili, con ottima correlazione ($R^2 = 0,93$).

Dai risultati è evidente come il modello Criteria riesca a simulare la necessità irrigua dell'actinidia con un alto grado di accuratezza, riuscendo a spiegare il 90% della variabilità reale. Questo è vero anche per la distribuzione dei dati, in particolare le irrigazioni reali cumulate sul mese presentano un valore massimo di 123,3 mm e una media di 46,1 mm, mentre il modello stima come massimo 125 mm con una media di 46,5 mm.

Il modello potrà quindi entrare nel prossimo futuro in una catena operativa per la stima previsionale dei consumi idrici della coltura in abbinamento alle previsioni meteorologiche stagionali a scala locale.

William Pratizzoli
Servizio IdroMeteoClima
Arpa Emilia-Romagna

CRITERIA

Criteria è un sistema modellistico per la simulazione dei processi dell'agroecosistema, sviluppato dall'area Agrometeorologia, territorio e clima di Arpa-Simc, tramite programmi di ricerca nazionali e internazionali e con il supporto finanziario della Regione Emilia-Romagna.

L'architettura del sistema è modulare e permette una facile integrazione di nuovi modelli. La suite Criteria attualmente comprende un modello di bilancio idrico, che ne rappresenta il nucleo centrale, e moduli riguardanti la simulazione del flusso di calore nel suolo, l'accrescimento delle colture e il bilancio dell'azoto.

Esistono al momento tre versioni di Criteria:

- una versione 1D, monodimensionale (Criteria Bdp, o Banco di prova)
- una versione geografica con interfaccia GIS (Criteria Geo), che permette l'applicazione della versione 1D a livello territoriale
- una versione 3D (Criteria 3D), applicabile a livello di bacino, ora in fase sperimentale.

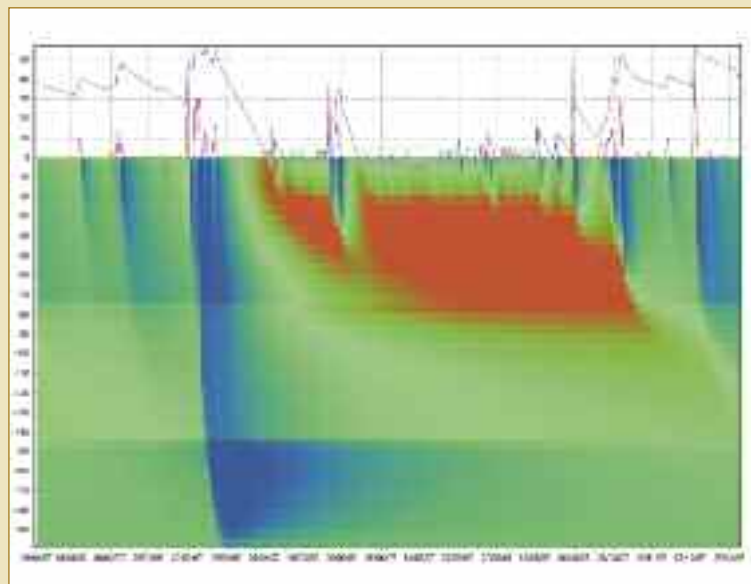
Il programma è stato impiegato per numerosi studi a livello regionale, nazionale e internazionale. Viene utilizzato regolarmente per la produzione dei bollettini agrometeorologici, della siccità e della copertura del manto nevoso. È in fase pre-operativa il suo impiego per il calcolo del bilancio idrico delle colture sull'intero territorio regionale, come supporto ai consorzi di bonifica. In ambito sperimentale è usato per la previsione delle rese dei cereali autunno-vernini.

Ulteriori dettagli, una bibliografia essenziale e il pacchetto di installazione della versione Banco di prova sono disponibili all'indirizzo:

http://www.arpa.emr.it/dettaglio_documento.asp?id=708&idlive=64

Gabriele Antolini

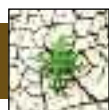
Arpa Emilia-Romagna - Servizio IdroMeteoClima



Un esempio di simulazione del modello Criteria, riferito al bilancio idrico del terreno e al fabbisogno irriguo di un impianto di actinidia (Az. agricola Spada, anno 2007)

RINGRAZIAMENTI

Si ringrazia Gianluigi Spada per la condivisione della lunga serie di dati di campo e per la collaborazione fornita nello studio delle esigenze idriche e dei parametri irrigui dell'actinidia.



Bilancio energetico e scambi di CO₂ i risultati di uno studio sul kiwi

I risultati di uno studio condotto a Brisighella per migliorare la stima di esigenza irrigua del frutteto nell'ambito del sistema Irrinet. Con l'utilizzo della tecnica della Eddy Covariance è stato possibile ottenere significativi risparmi nel consumo di acqua. L'actinidia ha inoltre dimostrato un'elevata efficacia nel contenimento della CO₂.

40

L'actinidia è una specie originaria di ambienti caldo umidi molto piovosi e a medio-bassa radiazione solare. Negli ambienti mediterranei la coltura necessita, quindi, del ricorso ad abbondanti irrigazioni per poter compensare l'elevato flusso evapotraspirativo. La specie possiede un efficiente sistema xilematico che in condizioni di elevata disponibilità idrica riesce a ripristinare con facilità la totalità dell'acqua traspirata, per contro ha una medio-bassa resistenza agli stress idrici in conseguenza di un apparato radicale poco efficiente e sviluppato e alla facilità di interruzione del gradiente di potenziale idrico tra foglie e radici, con riduzione della traspirazione e gravi effetti di appassimento e necrosi fogliare e quindi di riduzione di resa e qualità dei frutti (Gucci et al., 1997). La continua sollecitazione verso gestioni avanzate ed efficaci di risparmio idrico in agricoltura ha portato, in Emilia-Romagna, all'attivazione del servizio di assistenza tecnica irrigua Irrinet, impiegato da circa il 23% delle aziende agricole regionali (Rossi

et al. 2004; Mannini et al., 2007). Il servizio fornisce indicazioni circa il momento e il volume di intervento di irrigazione calcolati mediante la stima dell'evapotraspirazione delle colture ET_c, individuata tramite l'evapotraspirazione di riferimento ET_o e l'impiego di coefficienti colturali, secondo l'equazione $ET_c = ET_o \cdot K_c$ (Doorembos e Pruitt, 1977; Allen et al., 1998). L'obiettivo di questa ricerca è stato quello di migliorare questa stima mediante l'individuazione di coefficienti colturali locali, e quindi meno generici rispetto a quelli finora adottati, ottenuti in ambienti diversi e adattati empiricamente alle diverse realtà. Il miglioramento della stima delle necessità idriche di una coltura altamente idroesigente come il kiwi può, infatti, permettere consistenti riduzioni dei consumi d'acqua. L'esperienza è stata svolta con il contributo della Regione Emilia-Romagna, nell'ambito dei finanziamenti concessi ai sensi della L.R. 28/98. Il lavoro verrà presentato al IX

convegno nazionale Actinidia 2009 (Viterbo-Latina, 6-8 ottobre 2009).

MATERIALI E METODI

Lo studio è stato svolto nel 2008 in un frutteto situato a Brisighella (Ra) a 44°12.23 lat. N e 11°45.26 long. E, in zona collinare alla quota di 151 m s.l.m., circondato da altre colture di actinidia per una superficie stimata di circa 60 ha. L'impianto, che risale al 1995, è costituito da Hayward con sesto di 3x5 m allevato a "T" con interfilare inerbito e con rapporto femmine/maschi di 9:1. Il terreno si presenta profondo, di medio impasto e senza presenza di falda ipodermica, capacità idrica di campo del 29% e punto di appassimento del 13% in volume. L'impianto irriguo è a goccia, con 4 erogatori autocompensanti "on line" da 4 l/h per pianta posti a cm 50 e 100 da ogni lato del fusto, per un totale di 16 l/h/pianta e una pluviometria corrispondente a 1,067 mm/h. Per assicurare al frutteto un ottimale rifornimento idrico, e quindi ottenere le condizioni di massima

evapotraspirazione della coltura, indispensabili per una precisa valutazione dei coefficienti colturali, le irrigazioni sono state effettuate seguendo le indicazioni del sistema Irrinet basate sui dati meteorologici di ET_o e pioggia della stazione meteo distante circa 1 km. Considerate le specifiche condizioni pedoclimatiche e del sistema irriguo a goccia il modello di "irrigation scheduling" è impostato per indicare irrigazioni al raggiungimento di una "soglia di intervento irriguo" pari al 50% della Capacità idrica di campo, con volumi capaci di reintegrare l'umidità sino a un valore prossimo al 70% della medesima costante idrologica.

Nel periodo maggio-ottobre, a fronte di un'evapotraspirazione stimata in 563 mm, sono state registrate precipitazioni di 455 mm. I mesi di maggio e giugno sono risultati più piovosi della media con valori superiori o quasi equivalenti ai consumi idrici per evapotraspirazione stimata della coltura. Viceversa, i 4 mesi successivi sono stati decisamente poco piovosi, con 36 mm in luglio, 18 in settembre e praticamente nulla in agosto e ottobre. In conseguenza di tale andamento meteorologico sono state eseguite irrigazioni per un totale di 455 mm, con volumi massimi erogati nei mesi di luglio e agosto, nei quali le irrigazioni sono assommate a circa 143 mm per mese. Gli interventi irrigui erano a elevata frequenza sino a diventare giornalieri in luglio e agosto. L'apporto lordo complessivo d'acqua nei 6 mesi di osservazione è risultato pari a 729 mm (tabella 1).

MISURAZIONE DEL CONTENUTO IDRICO DEL SUOLO

L'umidità del terreno è stata sottoposta a un continuo monitoraggio mediante due sonde multilivello

Tab. 1 - Apporti idrici ed evapotraspirazione durante il periodo vegetativo (mm/mese)

| | Maggio | Giugno | Luglio | Agosto | Settembre | Ottobre | Totale |
|--------------------|--------|--------|--------|--------|-----------|---------|--------|
| ET _c | 82.2 | 97.8 | 148.4 | 122.0 | 70.3 | 42.1 | 562.8 |
| Irrigazione | 17.0 | 39.2 | 143.1 | 143.1 | 71.0 | 41.3 | 454.7 |
| N° irrigazioni | 8 | 11 | 29 | 31 | 21 | 17 | 117 |
| Piogge | 144.0 | 73.0 | 36.0 | 2.0 | 18.0 | 1.0 | 274.0 |
| Irrigazioni+piogge | 161.0 | 112.2 | 179.1 | 145.1 | 89.0 | 42.3 | 728.7 |



Fig. 1 Contenuto idrico del terreno lungo il filare

EnviroSCAN basate su tecnologia FDR (Frequency Domain Reflectometry). Ciascuna sonda era composta da un pozzetto d'accesso lungo 1.5 m e dotata di 6 sensori posizionati a 20-40-60-80-100-130 cm di profondità, con i quali si sono registrati in continuo i livelli di umidità lungo il profilo del terreno sotto la linea dei gocciolatori e a 50 cm lungo l'interfila. Le misurazioni del contenuto d'acqua del suolo sono state programmate con acquisizioni a intervalli di 60 minuti. I dati di contenuto idrico del suolo misurati hanno evidenziato che le irrigazioni effettuate seguendo come traccia il sistema esperto Irrinet hanno permesso alla pianta di mantenersi in ottimali condizioni di rifornimento idrico. Infatti, dopo un primo periodo caratterizzato da moderate irrigazioni indirizzate a evitare eccessive umidità nel terreno, il tenore di umidità nei primi 60 cm di suolo è gradualmente sceso sino a mantenersi a valori prossimi al 25% d'acqua in volume, sicuramente ottimali per l'alimentazione idrica del frutteto. Il mantenimento dell'umidità nel terreno nel periodo estivo lungo il filare evidenzia una sostanziale equivalenza tra apporto idrico ed evapotraspirazione (fig.1).

MISURAZIONE DEL BILANCIO ENERGETICO E DEI FLUSSI DI EVAPOTRASPIRAZIONE

La metodologia seguita si è basata sull'applicazione della Eddy Covariance (EC), metodo attualmente sempre più utilizzato sia

nei campi di studio della fisica dell'atmosfera, sia della biometeorologia ed ecofisiologia vegetale e quindi anche per procedere alla misurazione dell'evapotraspirazione effettiva delle colture e quindi al calcolo dei coefficienti colturali delle stesse (Tanner et al., 1985; Conceição et al. 2008). I due strumenti principali per la misura, posizionati a un'altezza pari a due volte quella della chioma, sono stati un anemometro sonico (Metek Usa1, Germany), e un analizzatore di gas a infrarossi (Irga Li7500, LiCor Inc, Usa) (figura 2) i cui dati sono stati campionati a 10 Hz e immagazzinati su un Pc; il post-processamento è stato svolto utilizzando intervalli temporali di 30 minuti. Sullo stesso palo di supporto è stato posizionato un radiometro Cnr1 (Kipp and Zonen, NL) per

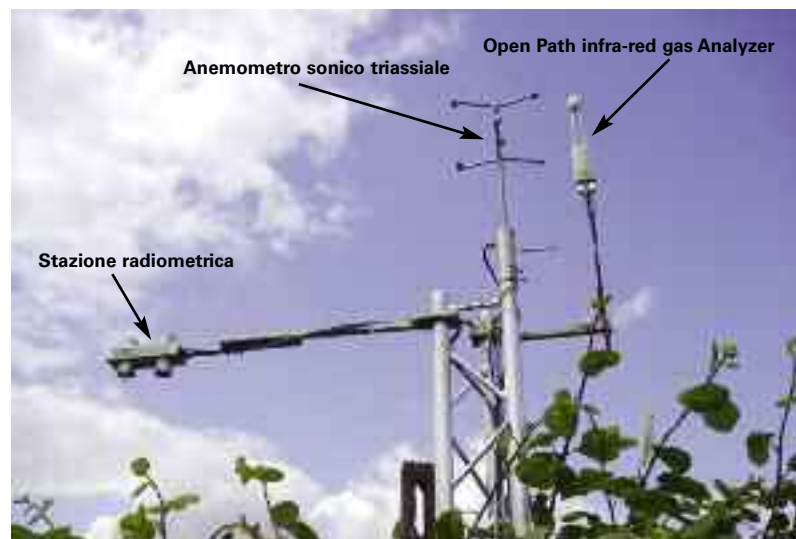


Fig. 2 La strumentazione utilizzata per le misure di Eddy Covariance

la radiazione netta. Il flusso di calore nel terreno è stato misurato tramite due piastre di flusso posizionate alla profondità di 10 cm. Il bilancio energetico è stato valutato mediante la misurazione diretta di tutti i termini dell'equazione $R_n = LE + H + G$, in cui R_n è la radiazione netta, G è il flusso di calore nel suolo, cioè l'ammontare di energia che riscaldando il suolo si propaga in profondità, λE è il calore latente di vaporizzazione che rappresenta la quota di energia utilizzata per evaporare l'acqua disponibile e H è il calore sensibile, quella frazione di energia che riscalda l'aria attraverso gli scambi di calore tra corpi solidi e atmosfera.

RISULTATI

La componente anemologica ha fatto rilevare come direzione del

vento prevalente il quadrante W S-W, mentre la classe di velocità di maggior frequenza è stata tra 1 e 2 $m s^{-1}$, con eventi superiori ai 4 $m s^{-1}$ solo molto raramente. La zona collinare e la frammentazione degli appezzamenti potevano complicare le analisi micro meteorologiche, dato che esse richiedono estensioni notevoli degli impianti per monitorare un flusso significativo che provenga dalla superficie di interesse, e che occorre rispettare le leggi della similarità per poter applicare correttamente le parametrizzazioni dello strato atmosferico superficiale. Nel caso in esame, l'omogeneità colturale a kiwi dei terreni attraversati dal flusso principale del vento ha consentito l'effettuazione delle misure nel rispetto delle regole imposte dall'applica-

Tab. 2 - Evapotraspirazione effettiva ottenuta con EC, evapotraspirazione di riferimento stimata secondo Penman ed Hargreaves, e coefficienti colturali calcolati e corretti mediante chiusura del bilancio energetico

| | Maggio | Giugno | Luglio | Agosto | Settembre | Ottobre |
|--|--------|--------|--------|--------|-----------|---------|
| ETc misurata con EC (mm/d) | 2.70 | 3.26 | 4.79 | 3.94 | 2.34 | 1.36 |
| ETo Penman (mm/d) | 3.80 | 3.79 | 4.78 | 4.83 | 2.94 | 1.66 |
| ETo Hargreaves (mm/d) | 3.70 | 4.15 | 4.90 | 4.67 | 2.91 | 1.76 |
| Kc calcolata con Eto Penman | 0.70 | 0.86 | 1.00 | 0.82 | 0.80 | 0.82 |
| Kc calcolata con Eto Hargreaves | 0.70 | 0.78 | 0.98 | 0.84 | 0.81 | 0.77 |
| Kc usato in Irrinet | 0.91 | 1.16 | 1.17 | 1.25 | 1.25 | 0.85 |
| Kc corretto con Bowen | 0.73 | 0.83 | 1.06 | 0.98 | 0.97 | 0.91 |

zione della tecnica di correlazione turbolenta, fetch incluso.

La correttezza delle misure di Eddy Covariance è stata effettuata, dopo la necessaria fase di controllo di qualità dei dati (test di stazionarietà, rimozione degli spikes ecc.) in fase di post-processing, tramite la chiusura del bilancio energetico.

La chiusura del bilancio è stata ottima nei mesi di maggio, giugno e luglio, un po' meno precisa ad agosto e settembre, quando si è evidenziato un limitato deficit nei valori di λE_e di H, la sotto-stima di entrambi i quali ha imposto una chiusura del bilancio di qualità leggermente inferiore. Per determinare la correttezza dei valori ottenuti, e la congruenza del rapporto tra H e LE è stato calcolato anche il rapporto di Bowen ($=H/LE$) il cui andamento è risultato pari a 0.55 in maggio, 0.27 in giugno, 0.21 in luglio, 0.23 in agosto, 0.21 in settembre e 0.24 in ottobre.

EVAPOTRASPIRAZIONE POTENZIALE ED EFFETTIVA

L' E_{Te} effettiva dell'impianto (mm/d) è stata calcolata dividendo i valori misurati di LE per il calore latente di vaporizzazione dell'acqua λ (2.45 MJ kg⁻¹). Successivamente, i valori di E_{Te} e quelli dell'evapotraspirazione potenziale E_{To} sono stati messi a confronto, e il coefficiente culturale Kc calcolato in accordo alla formula: $Kc = E_{Te}/E_{To}$.

Il valore dell'evapotraspirazione di riferimento E_{To} è stato quantificato sia secondo la formula di Penman-Montheith, sia in base alla formula proposta da Hargreaves, frequentemente utilizzata nei servizi di assistenza tecnica irrigua come Irrinet per la semplicità di reperimento dei parametri meteorologici richiesti (tabella 2).

Il consumo idrico giornaliero del kiwi a interfilare inerbito e mantenuto in ottimali condizioni di rifornimento idrico (E_{Te} inerbito) è stato mediamente di 2.7 mm/d in maggio e 3.26 mm/d in giugno, per poi raggiungere il massimo di consumo in luglio con 4.79 mm/d e poi gradualmente decrescere fino a ottobre quando, in prossimità della raccolta, si è ridotto a 1.36 mm/d.

Le misure di umidità nel terreno non hanno evidenziato differenze tra l'umidità iniziale e finale, permettendo di valutare il consumo complessivo d'acqua della coltura nel periodo 1 maggio-20 ottobre in 563 mm.

I valori di E_{To} calcolati con le due formule climatiche non sono differiti in maniera significativa, indicando che nell'ambiente in esame è possibile impiegare l'equazione di Hargreaves senza incorrere in tangibili errori.

I valori di evapotraspirazione effettiva (E_{Te}) rapportati con l'evapotraspirazione di riferimento (E_{To}) hanno permesso il calcolo dei coefficienti culturali dell'actinidia a interfilare inerbito calcolata con le due formule climatiche. Il coefficiente culturale ottenuto impiegando l'evapotraspirazione calcolata con Penman evidenzia valori di 0.7 medi nel mese di maggio, 0.86 e 1.0 in giugno e luglio e attorno a 0.8 nei tre mesi successivi.

Per tener conto della deficitaria chiusura del bilancio energetico nei mesi presi in esame i valori di Kc sono stati corretti assumendo un valore aggiuntivo comprendente anche la quota mancante di calore latente di vaporizzazione (LE) dedotta dal rapporto di Bowen. Il coefficiente culturale così ottenuto risulta leggermente superiore a quello appena descritto assumendo valori di picco di 1.06 in luglio e prossimi all'unità nei due mesi successivi, con buona corrispondenza a quanto emerso in altri ambienti di coltivazione (Silva et al., 2008). Questi valori risultano inferiori a quelli impiegati prudenzialmente nel sistema esperto Irrinet in Emilia-Romagna, con differenze che raggiungono il 10% nel mese di luglio e il 22% in agosto e settembre.

La tecnica dell'Eddy Covariance permette di determinare anche i flussi di CO₂ come carbonio fissato dalla fotosintesi (Net Ecosystem Exchange) o emesso dai processi respirativi. Il rapporto tra biomassa prodotta e acqua consumata fornisce la Wue (Water Use Efficiency). I dati della Nee (Net Ecosystem Exchange) hanno mostrato come l'actinidieta ha fis-

sato nei sei mesi di monitoraggio 10.5 t ha⁻¹ di carbonio, ai quali però dovrà essere sottratta la quota emessa nel periodo di riposo vegetativo quando prevalgono i fenomeni di respirazione. In ogni caso l'actinidia dimostra una grande capacità di fissare CO₂, più che doppio rispetto, ad esempio, a un bosco misto di latifoglie della pianura che è attualmente sottoposto a monitoraggio da parte dell'Istituto Cnr-Ibimet. Confrontando i dati di fissazione del carbonio con quelli dei consumi idrici è stato calcolato il Wue. Tale rapporto, che in pratica indica quanto carbonio viene fissato per unità di acqua consumata, è stato compreso tra 1.6 e 2.2 kg di C/m³ d'acqua se si considera solo l'evapotraspirazione effettiva (E_{Te}), mentre risulta inferiore se nel computo si considerano le irrigazioni e le precipitazioni.

CONCLUSIONI

L'esperimento condotto su un impianto di actinidia adulta con interfilare inerbito ha messo in luce che la tecnica della Eddy Covariance permette di stimare con buona precisione il consumo idrico di specie complesse come i frutteti, per i quali le misurazioni lisimetriche risultano praticamente impossibili e affette dai

rilevanti errori determinati dall'esiguo numero di piante normalmente osservate.

I coefficienti culturali individuati sono risultati discretamente più bassi di quelli attualmente impiegati in Emilia-Romagna dal sistema esperto di bilancio idrico Irrinet. I Kc individuati con l'esperimento, se confermati in un secondo anno di indagine, saranno adottati dal sistema determinando risparmi idrici di circa il 15-20%, e quindi in 800-1500 m³/ha, a seconda della piovosità dell'annata.

Di notevole interesse è anche l'aver acquisito i primi dati ottenuti con misure dirette sull'actinidia, che hanno fatto emergere la grande efficacia nel contenimento della CO₂ come gas serra da parte del frutteto. I dati della Nee (Net Ecosystem Exchange) hanno, infatti, mostrato come l'actinidieta ha fissato nei sei mesi di monitoraggio 10.5 t ha⁻¹ di carbonio.

Stefano Anconelli,

Paolo Mannini

Consorzio di bonifica di secondo grado per il Canale Emiliano-Romagnolo

Federica Rossi

Cnr-Ibimet, Bologna

BIBLIOGRAFIA

- Allen R.G., Pereira L.S., Raes D., Smith M., 1998. *Crop evapotranspiration. Guidelines for computing crop water requirements*. FAO Irrigation and Drainage Paper 56. FAO, Rome, Italy.
- Conceição N., Paço T.A., Silva A.L., Ferreira M.I., 2008. *Crop coefficients for a pear orchard (Pyrus communis L.) obtained using eddy covariance*. Proc. Vth IS on Irrigation of Hort. Crops. Acta Hort. 792, ISHS 2008.
- Doorenbos J., Pruitt W.O., 1977. *Crop water requirements*. FAO Irrigation and Drainage Paper 24. FAO, Rome, Italy.
- Gucci R., Massai R., Xiloyannis C., 1997. *Mechanisms of drought avoidance in kiwifruit vines*. Proc. Third Int'l Symp. on Kiwifruit. Acta Hort. 444 Vol. 1, ISHS 1997.
- Mannini P., Genovesi R., Letterio T., 2007. *Il risparmio idrico attraverso il servizio interattivo di assistenza irrigua Irrinet*. AIIA 2007: Firenze 25-26 ottobre 2007. L'e-nell'ingegneria agraria, forestale e dell'industria agro-alimentare.
- Rossi F., Nardino M., Mannini P., Genovesi R., 2004. *Irrinet Emilia-Romagna: Online decision support on irrigation. Online Agrometeorological Applications with Decision Support on the Farm Level*. Cost Action 718. pp. 99-102.
- Silva A.L., Paço T.A., Ferreira M.I., Oliveira M., 2008. *Transpiration of a Kiwifruit orchard estimated using the granier sap flow method calibrated under field conditions*. Proc. Vth IS on Irrigation of Hort. Crops. Acta Hort. 792, ISHS 2008.
- Tanner B.D., Tanner M.S., Dugas W.A., Campbell E.C., Bland B.L., 1985. *Evaluation of an operational eddy correlation system for evapotranspiration measurements*. Proc. of the ASAE National Symposium on Advances in Evapotranspiration. Chicago, USA 16-17 Dec. p. 87-89.

Eddy Covariance, un metodo avanzato per lo studio dei flussi

La metodologia seguita nel progetto su kiwi è stata basata sulla applicazione della Eddy Covariance (correlazione turbolenta).

A partire dalla fine degli anni '80, grazie allo sviluppo tecnologico e strumentale, e allo sviluppo di algoritmi di calcolo sempre più perfezionati, questo metodo è stato sempre più utilizzato sia nei campi di studio della fisica dell'atmosfera, sia della biometeorologia ed ecofisiologia vegetale.

La tecnica EC si basa su un approccio di tipo Euleriano, secondo cui una massa d'aria in movimento è definibile come un fluido di entità continua di cui in ogni momento si conoscono posizione (X) e velocità vettoriale (U) (figura A).



Fig. A Rappresentazione schematica dei flussi turbolenti sulla cui analisi si basa la teoria dell'Eddy Covariance

Esso infatti è un metodo diretto e non distruttivo; affidabile da un punto di vista fisico anche per misure in continuo e di medio-lungo periodo, sono infatti in corso campagne di misura in tutto il mondo che si prolungano da alcuni anni (figura B).



Fig. B Siti nel mondo nei quali si misurano i flussi di energia e materia con la tecnica dell'Eddy Covariance

Inoltre, questo metodo opera su scale spaziali simili a quelle dell'ecosistema ed è utilizzabile sia come strumento di validazione di misure eco-fisiologiche, sia di modelli descrittivi e previsionali.

L'Eddy Covariance misura il flusso di una quantità scalare (calore, massa, quantità di moto) in un punto centrato su uno strumento posizionato a una certa altezza al di sopra della superficie che viene studiata. Affinché le misure rappresentino il flusso da parte della superficie stessa, lo strumento di misura deve essere collocato, in base a quanto esposto precedentemente, all'interno dello strato atmosferico superficiale in cui il flusso rimane costante con l'altezza. Perché sia garantita la correttezza della misura occorre che i flussi vengano misurati su una superficie vegetale uniforme, rispettando le caratteristiche di estensione omogenea sopravvento (fetch), ed evitando la prossimità di ostacoli e perturbazioni orografiche, oltre che di altre fonti di emissione e di assorbimento delle quantità studiate. Attraverso le misure micrometeorologiche, e supponendo rispettati i presupposti di applicabilità del metodo, il flusso di uno scalare che attraversa un

piano orizzontale nell'unità di area e nell'unità di tempo è dato alla media della covarianza delle fluttuazioni istantanee della velocità verticale del vento e della concentrazione dello scalare stesso:

$$\overline{F} = \overline{\rho_a \cdot w' s'} \quad (1)$$

dove:

F è il flusso dello scalare misurato

ρ_a è la densità dell'aria (kg m^{-3})

w' è la velocità verticale del vento

s' è il rapporto tra ρ_c e ρ_a , noto come densità dello scalare

I termini sopra barrati (—) rappresentano i valori medi, mentre con l'apice (') vengono indicati i valori di fluttuazione. Convenzionalmente, i flussi di segno positivo corrispondono al movimento dello scalare dalla superficie verso l'atmosfera (e indicano quindi un rilascio della quantità studiata da parte delle piante), mentre i flussi di segno negativo corrispondono al movimento in senso opposto. Le variabili in esame (concentrazione dello scalare, velocità del vento, ecc.), vengono quindi espresse come valore medio ottenuto sui trenta minuti di acquisizione e fluttuazioni temporali rispetto alla media. Così ad esempio, la concentrazione di uno scalare è data da:

$$\rho_c = \overline{\rho_c} + \rho'_c \quad (2)$$

Per definizione, la media delle fluttuazioni è uguale a zero, quindi anche la media delle fluttuazioni rispetto alla media è uguale a zero (analogia di Reynold). L'equazione (1) può essere applicata alla misura dello scalare CO_2 (Fc) e per il flusso del calore sensibile (H) e del calore latente (λE):

$$F_c = \overline{w' \rho'_c} \quad (3) \quad (\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1})$$

$$H = \overline{\rho C_p w' T'} \quad (4) \quad (\text{W m}^{-2})$$

$$\lambda E = \overline{\lambda w' \rho'_v} \quad (\text{W m}^{-2})$$

dove:

T è la temperatura dell'aria

C_p è il calore specifico dell'aria a pressione costante

λ il calore latente di evaporazione

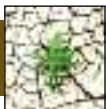
ρ'_v è l'umidità assoluta

La principale energia disponibile è quella fornita dal sole, tale energia quando raggiunge il suolo viene in parte riflessa e la quota restante detta radiazione netta (Rn) viene ripartita nei termini che costituiscono l'equazione del bilancio energetico:

$$Rn = \lambda E + H + G$$

In cui Rn è la radiazione netta, G è il flusso di calore nel suolo, cioè l'ammontare di energia che riscaldando il suolo si propaga in profondità, λE è il calore latente di vaporizzazione che rappresenta la quota di energia utilizzata per evaporare l'acqua disponibile e H è il calore sensibile, quella frazione di energia che riscalda l'aria attraverso gli scambi di calore tra corpi solidi e atmosfera.

Nel progetto su kiwi, sono stati misurati direttamente tutti i termini del bilancio, dedicando attenzione particolare a λE e quindi alla misura diretta dell'evapotraspirazione effettiva della coltura. L'actinidi è stato mantenuto costantemente in ottimali condizioni di rifornimento idrico, quindi, l'evapotraspirazione misurata è coincisa con quella massima della coltura (ETc).



Il kiwi in Emilia-Romagna, territorio e filiera

Storia di una coltivazione che nella nostra Regione ha assunto un'importanza produttiva di primo rilievo: dagli esordi delle prime aziende all'avanguardia alla fine degli anni '70 al boom che porta anche a crisi di sovrapproduzione, con un'attenzione particolare agli aspetti legati alla commercializzazione, alla sicurezza alimentare e alla sostenibilità ambientale. Oggi la produzione di actinidia è basata su una filiera complessa e molto articolata, che permette di conoscere i propri impatti e di migliorarli.

44

Chissà se nei primi anni di diffusione della coltura dell'actinidia in Italia e in particolare in Emilia-Romagna, nella seconda metà degli anni '70, qualcuno profetizzò che nel giro di 20-25 anni l'Italia sarebbe diventata il primo produttore mondiale (Cina esclusa), anche in "sberleffo" alla Nuova Zelanda che l'aveva anticipatamente studiata a fondo ed esportata nel nostro paese per verifica di fattibilità della coltivazione.

Per le specie frutticole più importanti che caratterizzano un paese, esistono dei momenti particolari che, oltre a segnare la storia, rimangono delle pietre miliari per aver determinato dei cambiamenti strutturali di un territorio, compresi alcuni aspetti culturali. Nel caso dell'actinidia, ci sono alcuni momenti significativi che dalla sua iniziale diffusione fino a oggi rimarranno come un fermo immagine chiave per le successive evoluzioni di un territorio e della sua gente.

In Emilia-Romagna, appena trascorso il primo periodo di piccola diffusione dell'actinidia nelle aziende all'avanguardia per la spinta all'innovazione e lo spirito imprenditoriale dell'agricoltore, alla fine degli anni '70, nell'estate

del 1984 arriva la prima grande crisi dei prezzi alla produzione della peschicoltura per eccesso di produzione europea e quindi di offerta, soprattutto italiana. All'inizio dell'inverno di quell'anno sono molte le aziende agricole che si interrogano su un'ulteriore diversificazione culturale per tentare di uscire "dalle secche" di mercato. Il kiwi coltivato in quel periodo, se non altro per la novità che rappresenta, spunta dei prezzi alla produzione talmente buoni e differenti dal resto delle altre specie frutticole che il prezzo è stabilito a frutto anziché a chilogrammo.

All'inizio dell'inverno 1984-85 si moltiplicano molte iniziative di convegni e piccoli corsi di formazione sul kiwi, a tal punto che nell'allora sala della Cassa Rurale ed Artigiana di Lugo (RA), ai primi di gennaio 1985, si deve ripetere la serata predisposta perché l'affluenza degli agricoltori è talmente alta che la sala non riesce a contenerne neppure la metà, pur avendo disponibilità per circa 150-160 persone. Ma c'è un problema appena spuntato all'orizzonte: già in quelle date di inizio gennaio è arrivata una specie di "grande freddo" che, oltre a portare un sacco di neve, abbassa la tempera-

tura per quasi due settimane abbondantemente sotto i valori invernali della zona. Soprattutto, porta le minime di varie notti anche fino a -20/22 °C, con punte per alcune zone di -25 °C. Il freddo notturno prende la connotazione di gelata per convezione, con una mistura micidiale di forti abbassamenti termici notturni alternati da giornate soleggiate, anche se fredde. Al termine del fenomeno, si capirà che c'è l'esigenza di riallevare completamente da terra tutti gli impianti di kiwi esistenti, perché non hanno retto al freddo. Si aggiunga poi che anche l'albicocco, il pesco, il ciliegio e il susino subirono dei danni forti, che nel giro dei successivi 4-5 anni portarono al completo rinnovo di quasi tutti gli impianti presenti. Non da meno furono i danni sulla vite. Scattò immediatamente la prima riflessione: possibile fare kiwi, considerando che fra tutte le specie del territorio era quello che ne era uscito più malconcio?

L'ulteriore riflessione che avanzò prioritaria fu quella della valutazione di quali ambienti sarebbero stati più idonei alla coltivazione, considerando che la specie aveva già dimostrato di non gradire terreni asfittici, calcarei e troppo compatti. Quindi la sua collocazione più idonea sia avvicinava più alla collina che alla pianura.

Un aspetto certamente significativo e che ha sempre fatto riflettere soprattutto coloro che si occupano di commercializzazione è stato quello del perdurare per molti anni della presenza sul mercato di una sola varietà, l'Hayward, ben identificabile e a polpa verde.

Passato il periodo post-gelata dell'inizio 1985, riequilibrare nuovamente le superfici del pesco perché la maggior parte degli impianti si dovette sostituire in tempi anticipati, il kiwi cominciò a farsi spazio fra i produttori più spe-



FOTO: G. REGGIDORI

cializzati, a tal punto che mettendo insieme la produzione italiana con quella degli altri paesi, compresi quelli dell'emisfero sud, all'inizio degli anni '90 arriva la prima crisi dei prezzi alla produzione, più o meno tosta come quella della peschicoltura del 1984, anche se i prezzi del kiwi partivano da livelli un po' più alti. Nel momento della crisi dei prezzi alla produzione si raffina la riflessione sugli indirizzi da prendere per quella coltivazione. Ecco che allora inizia lo spostamento della coltivazione, o perlomeno il mantenimento, nelle aree di inizio collina e collina, a monte della via Emilia. Si riduce la presenza in pianura, specialmente verso la costa adriatica.

Dall'anno 2000 in poi, dopo un certo assestamento e riequilibrio mondiale delle superfici, il valore del kiwi alla produzione riprende una certa quota d'interesse e quindi torna ad aumentare la spinta alla coltivazione, soprattutto in altre regioni d'Italia, in particolare nel Lazio. Da quell'anno si fa sempre più forte l'ipotesi di iniziare a inserire altre varietà, soprattutto puntando su caratteristiche che sono anche studiate in base all'indice di gradimento dei consumatori. Emerge da questo momento il filone di



FOTO: G. REGGIDORI

nuove varietà a polpa gialla (colore più accattivante per alcuni) e con maggior quantità di zuccheri.

Fin dalla crisi dei prezzi alla produzione dei primi anni '90, si rafforza l'idea di supportare la valorizzazione con investimenti mirati alla pubblicità, avendo come carro trainante l'azione già in corso da anni da parte dei neozelandesi. È soprattutto grazie a queste azioni d'immagine che si registra un aumento dei consumi pro capite dove il prodotto è già conosciuto, come pure l'approccio nei nuovi paesi che poco lo conoscono e quasi mai l'hanno assaggiato.

Si associa a questa azione di divulgazione finalizzata ai consumi, quella della gestione in esclusiva delle nuove varietà lungo l'intera filiera, anche con il tentativo di governare le superfici coltivate, per evitare che dopo qualche tempo ci sia il solito ritornello della saturazione di mercato.

Il cerchio si chiude con la presa di coscienza che la coltivazione deve entrare in sintonia con il territorio in cui si coltiva, con il paesaggio in cui si inserisce, assoggettandosi a un razionale impiego delle risorse disponibili, che deve prevedere la ricostituzione delle stesse provocando il minor impatto ambientale. Su questo fronte i primi a capire il messaggio sono i produttori agricoli, perché sanno già in partenza che una coltivazione depauperante o da coltivare quasi artificialmente, porta a un eccesso di costi non recuperabili e alla ingestibilità dei danni determinati a quel territorio sul quale loro devono restare e convivere possibilmente per un bel po' di anni.

Nel mondo della produzione ortofrutticola organizzata, l'obiettivo della migliore coltivazione della specie identificata, per dare un reddito all'azienda agricola quale impresa che impegna persone e mezzi, va di pari passo con quello del rispetto ambientale e della sicurezza alimentare. Quest'ultima intesa come garanzia di alimentazione sana dentro i parametri delle norme per quelli esistenti, con riconoscibilità del prodotto fino all'origine del luogo di coltivazione, con rintracciabilità al fine di conoscerne il percorso dalla terra di coltivazione, con carta d'identità caratterizzata dalla conoscenza dei processi di coltivazione

e gestione post raccolta, tramite disciplinari di produzione integrata riconosciuti.

Allo stato attuale, la produzione commercializzabile di kiwi in Emilia-Romagna si attesta intorno alle 62.000-64.000 tonnellate/anno, circa un settimo della produzione di pesche. Ciò significa che esiste una consistente importanza della coltivazione, anche in relazione alle aziende agricole coinvolte che presiedono e presidiano il territorio rurale, pur nella tutela dell'impatto sul territorio e l'ambiente visto che comunque rispetto alle principali coltivazioni è ancora poco significativa in termini di superficie impegnata. Il frutto si conserva anche fino a 7-8 mesi come quelli invernali e a differenza di altri aumenta il contenuto zuccherino in conservazione, dopo la raccolta. Una filiera come quella illustrata nel box a fianco è oggi in grado di definire e focalizzare varie informazioni elaborabili adeguatamente ogni anno per la messa a fuoco di molti punti cruciali del fare frutticoltura con rispetto, salvaguardia ambientale e garanzie di sicurezza alimentare al consumatore, oltre che di reddito al produttore: bilancio degli elementi nutritivi, bilancio dei mezzi impiegati (acqua, fertilizzanti, fitofarmaci ecc.), tecniche agronomiche impiegate con relativi supporti meccanici a dispendio di energia, costi di coltivazione e manipolazione/confezionamento, impatto sull'ambiente, energia recuperata tramite i processi di coltivazione o lavorazione più razionali, mantenimento dell'integrazione nell'ambiente da parte della coltura e dell'uomo.

Un modello così identificato e applicato lascia pochi margini di incertezza sulla conoscenza degli impatti che genera, soprattutto permette di misurarli e quindi migliorarli dove necessario. Ovviamente senza tralasciare nessuna delle fasi di filiera, compresa quella del punto vendita, dove spesso gli sperperi per una cattiva gestione del prodotto sono all'ordine del giorno.

Giampiero Reggiori

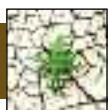
Apo Conerpo

Ufficio produzioni agricole

La filiera dell'actinidia

Una moderna filiera dell'actinidia viaggia su alcuni punti chiave che coinvolgono tutti gli attori. Passa lungo varie fasi che sono concatenate fra loro per obiettivi comuni relativi alla salvaguardia ambientale, alla sicurezza alimentare dei consumatori e alla qualità del prodotto:

- **identificazione della varietà da coltivare.** Per arrivare a questo esiste un grosso lavoro a monte, di incroci e valutazioni agronomico/qualitative e nell'accettabilità del consumatore
- **scelta dell'area adatta alla coltivazione e del tipo di terreno** che può rendere agevoli e poco dispendiose le pratiche agronomiche, sul piano economico e ambientale
- **scelta della tipologia di impianto frutticolo adatto**, in relazione a sesti d'impianto, forma d'allevamento e gestione, soprattutto nel caso di coltivazione di varietà "in esclusiva" che presentano caratteristiche qualitative e produttive definite, perché studiate a monte per vari anni dalla sperimentazione a supporto
- **definizione di un disciplinare di coltivazione** (preferibilmente di produzione integrata) che contiene i punti chiave da applicare per rispondere alla richiesta di applicazione di tecniche a basso impatto ambientale, sicure per operatori e garanti della sicurezza alimentare al consumatore. Il disciplinare nasce, ed è annualmente aggiornato, dal lavoro di équipe dei tecnici del territorio, supportato da sperimentazione efficace e con ricaduta omogenea sulle aziende che convergeranno il loro prodotto su un unico centro di lavorazione che ha già predefiniti vari segmenti di mercato. Sul versante ambientale i processi agronomici di maggior riferimento per un'applicazione razionale, sono la gestione del suolo, la fertilizzazione integrata alle pratiche agronomiche, l'uso dell'acqua per irrigazione, la difesa dalle avversità parassitarie, la gestione della pianta
- **verifica dell'organizzazione aziendale** sul piano del servizio di assistenza tecnica
- **definizione delle modalità di assistenza tecnica e dei servizi connessi**, visite, frequenza, supporti informativi, mezzi di campionamento e controllo, per applicare puntualmente i processi di coltivazione di riferimento e quindi ridurre costi e impatto ambientale
- **individuazione del momento ottimale della raccolta**, finalizzata per segmento di mercato e ai parametri di qualità richiesti dallo stesso
- **applicazione dei primi controlli qualitativi**, in specifico soprattutto legati all'aspetto sanitario, in particolare le analisi dei residui dei fitofarmaci eventualmente applicati, al fine di riscontrarne la conformità alle norme di legge. Il kiwi è uno dei 10 prodotti che mantengono una norma europea di qualità specifica anche dopo il 1 luglio 2009, data di entrata in vigore del nuovo Regolamento CE in materia di qualità degli ortofrutticoli destinati al consumo fresco. La norma specifica del kiwi è uguale alla precedente, a dimostrazione dell'importanza del prodotto, anche sul piano salutistico e dietetico
- **organizzazione della raccolta delle informazioni di processo** che costituiranno le garanzie di filiera da mettere a supporto della commercializzazione per prodotti certificati o garantiti. I moderni mezzi di archiviazione dati (es. quaderno di campagna) permettono la semplificazione del lavoro e una migliore organizzazione della raccolta informazioni
- **verifica dei parametri qualitativi e delle modalità di raccolta** predisposte dal disciplinare del centro di lavorazione/commercializzazione al momento dell'ingresso nel centro di stoccaggio e conservazione. A supporto c'è il disciplinare di gestione del dopo-raccolta relativamente a ogni segmento di mercato
- **organizzazione della conservazione, della lavorazione, dell'eventuale confezionamento** all'interno del centro di lavorazione
- **controllo qualità del prodotto**, nei vari momenti definiti dalle procedure
- **disciplina e controllo del trasporto** verso il mercato o verso il punto vendita se si tratta di filiera corta.



Verso la gestione integrata del bacino del Lamone

Nell'ambito del programma comunitario Interreg IIIc tra il 2004 e il 2007 si sviluppa il progetto europeo "Espace Rivière d'Europe" (ERE). Gli obiettivi riguardano lo sviluppo eco-turistico, l'integrazione sociale e la tutela ambientale attorno al fiume e a tratti territoriali. Al Gruppo di ricerca sulla gestione ambientale presso l'Università di Bologna è stato richiesto di sviluppare un lavoro per accompagnare la cooperazione interregionale sul piano della gestione idrica e della valorizzazione dell'ambito fluviale del Lamone.

46

La ricerca ha preso in considerazione l'area del bacino del fiume Lamone ricadente nei confini dei comuni di Faenza (Ra), Brisighella (Ra) e Marradi (Fi) in ragione della crescente attenzione sul problema della scarsità d'acqua nel fiume durante il periodo estivo da parte delle amministrazioni locali, dei residenti e degli agricoltori. Il territorio è ampiamente interessato da attività agricole (47% del bacino) che risultano prevalentemente localizzate nella zona collinare e di pianura, mentre il tratto alto-collinare è caratterizzato da una forte naturalità, con presenza di ampie zone boschive, sia naturali che produttive. I centri urbani interessano il 6% della superficie del bacino e sono concentrati lungo il corso del fiume. La popolazione residente nelle "case sparse" risulta, nel tratto collinare, pari a quella presente negli abitati principali. L'agricoltura, le attività di processamento delle produzioni agricole e, in minor misura, il

turismo, risultano essere le attività economiche di maggior rilievo.

In questo quadro, ci si è chiesti quale fosse il modo migliore di gestire la risorsa idrica, come migliorare l'attrattiva del territorio e al contempo incrementarne la funzionalità ecologica.

LA MAPPATURA DEGLI STAKEHOLDER

La direttiva quadro sull'acqua stabilisce la necessità della pubblica partecipazione nella gestione dell'acqua, articolando il concetto in contenuti dell'informazione, consultazione e attiva partecipazione. Su questa base, la strategia comune per l'implementazione (Cis) [1] della Direttiva raccomanda la necessità di creare una mappa dei soggetti maggiormente rappresentativi per diversi livelli e per tipo di apporto nel processo decisionale. La ricerca svolta ha riguardato la valorizzazione dell'ambito fluviale e la gestione della risorsa idrica del bacino oggetto di stu-

dio per competenze di tipo comunale, intercomunale, provinciale, infraregionale, regionale, nazionale, europeo. I soggetti censiti riguardano le principali unità amministrative (settori) in cui Comuni, Province e Regioni sono articolati, nonché i portatori di progetti e di conoscenza presenti sul territorio. Il metodo seguito è quello dell'impostazione di uno schema di categorie e loro proprietà (ontologia), riproducibile per qualsiasi tipo di bacino. I risultati sono rappresentati in *tabella 1* e *figura 1*. Il lavoro è stato anche l'occasione per raccogliere ed evidenziare l'immenso apporto degli organi istituzionali preposti alla tutela fluviale. I dati si riferiscono all'anno 2005.

L'ANALISI DPSIR

La direttiva quadro sull'acqua sancisce la necessità di un approccio di tipo "causa-effetto" alla valutazione delle pressioni e degli impatti esercitati sull'ambiente dalle attività antropiche;

Tab. 1 - Bacino del Lamone: unità amministrative presenti, loro competenze e documentazione disponibile

| | |
|------------------------|-----|
| Soggetti rilevati | 47 |
| Competenze rilevate | 111 |
| Documenti di programma | 16 |
| Progetti rilevati | 27 |
| Studi rilevati | 28 |
| DB rilevati | 22 |

per questo motivo il framework DPSIR (determinanti, pressioni, stato, impatto e risposta) è stato utilizzato come modello di riferimento per l'analisi delle criticità ambientali. Le variabili del sistema antropico/ambientale sono quindi rappresentate tramite 54 indicatori e organizzate individuando i rapporti di causa/effetto tra le stesse. I principali risultati individuano le seguenti criticità ambientali:

- il non rispetto del deflusso minimo vitale delle portate idriche del Lamone nella maggior parte del periodo estivo
- le attività di irrigazione della frutticoltura come principale *driving force* per il bilancio idrico della zona di studio
- la scarsa qualità delle acque del fiume nello stesso periodo, probabilmente dovuto alla scarsa efficacia dei sistemi di depurazione diffusi
- il degrado della vegetazione riparia e della funzionalità fluviale nei tratti in cui il Lamone attraversa le zone urbane o fortemente agricole.

Quest'ultimo indice è stato valutato tramite indicatori sintetici (Iff, Bsi, Wsi e Qhe) all'interno del progetto stesso (*figura 2*).

Inoltre, lo sviluppo dell'analisi degli impatti ambientali dovuti ai cambiamenti di uso del suolo degli ultimi 30 anni ha individuato come principali risultati l'aumento

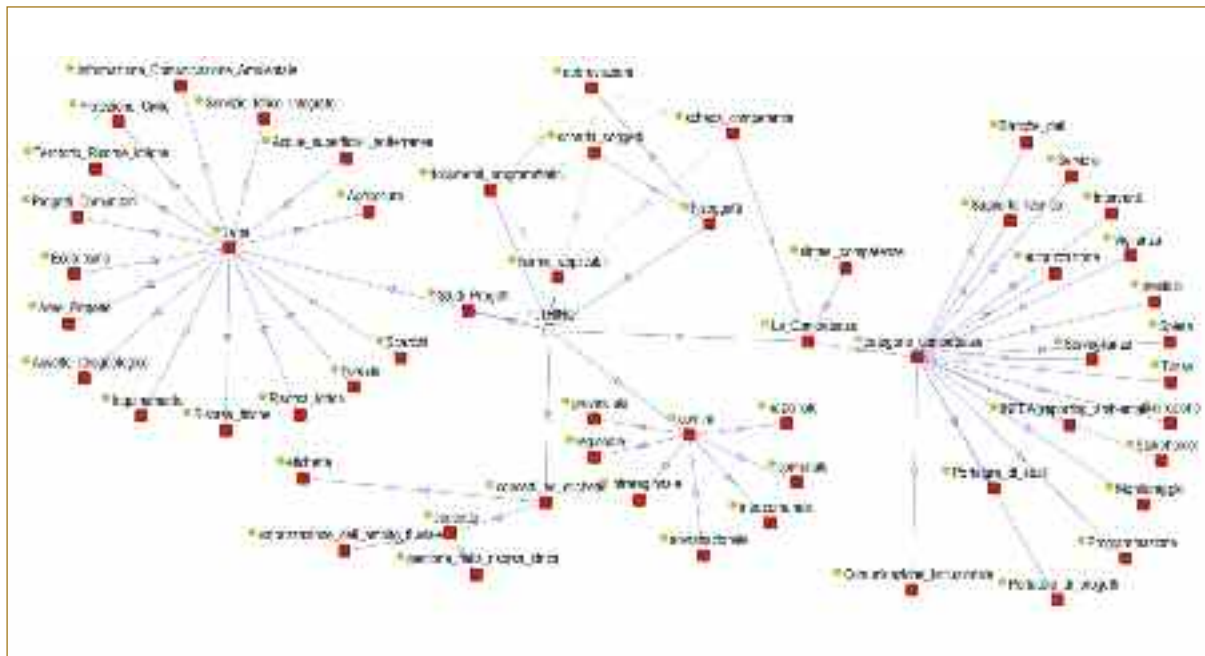


Fig. 1 Lo schema delle categorie utilizzate per la mappatura degli stakeholder e loro collegamenti, rappresentati attraverso il software Protégé della Stanford University

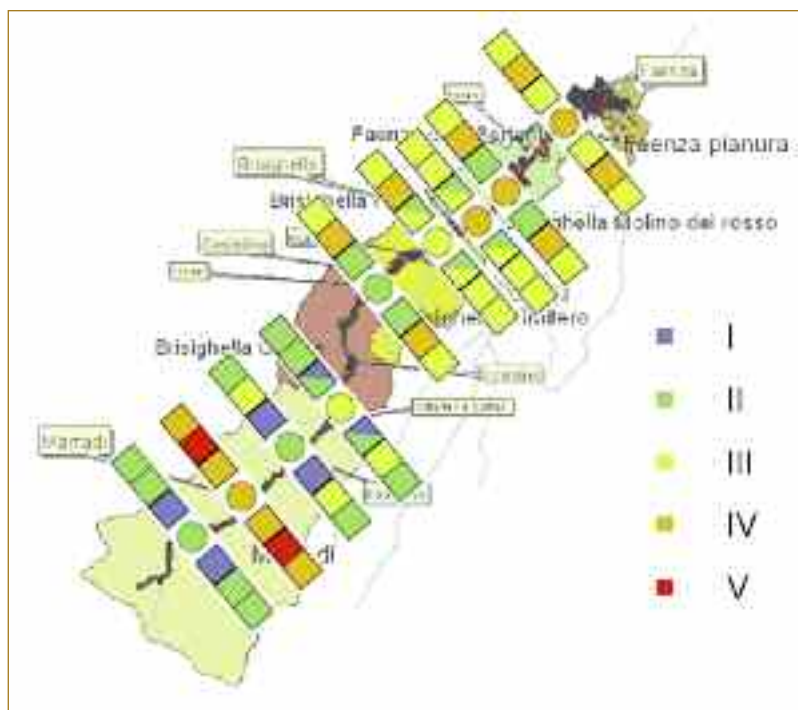


Fig. 2 La qualità delle rive è espressa attraverso gli indici Qhei, Iff, Bsi, Wsi rappresentati rispettivamente con il simbolo grafico del cerchio e di un quadrato per ognuna delle sponde; la scala di colori esprime il valore dell'indice in classi di qualità, utilizzando un simbologia che ricorda un semaforo

della richiesta idrica colturale (da 1.94 milioni di m³ nel 1976 a 4.78 milioni di m³ nel 2003) e il relativo deficit idrico estivo medio pari a 0.89 milioni di m³, la crescita significativa dell'habitat antropico a discapito di quello naturale e un trend di semplificazione e riduzione della diversità del paesaggio.

GLI SCENARI E IL SUPPORTO AL DECISION-MAKING

Al fine di poter fornire delle informazioni funzionali al pro-

cesso di policy-making si sono valutate alcune opzioni di gestione del bacino che permettono, nel breve periodo, il miglioramento dell'uso della risorsa idrica e il miglioramento della qualità delle ripe fluviali (costruzione di bacini per l'irrigazione, passaggio verso colture meno idroesigenti e sviluppo di siepi e filari all'interno delle aree coltivate prossime alle golene fluviali). Le strategie, articolate in 14 scenari alternativi, sono state valutate in termini di sostenibilità

ambientale, sociale ed economica tramite l'utilizzo del software Mulino Decision Support System mDSS4 [2] e il confronto con gli stakeholder locali. In particolare, l'esplorazione sulle possibili strategie di gestione sul breve periodo ha premiato la creazione di bacini irrigui di accumulo, identificando la condizione attuale come lontana da una situazione sostenibile (*figura 3*). Sulla base dei trend individuati nella fase analitica sono stati sviluppati degli scenari normativi con proiezione sul medio periodo (2015), che tengono conto di demografia, cambiamenti climatici e uso del suolo per poter ipotizzare l'evoluzione della condizione ambientale del fiume Lamone. I risultati delle proiezioni dei tre scenari ottenuti (*business as usual*, migliorativo e peggiorativo) hanno contribuito allo sviluppo di suggerimenti alla gestione del bacino sul lungo periodo.

CONCLUSIONI

Il lavoro descritto è quindi consistito nel comporre l'aspetto analitico con quello operativo e quindi decisionale; le relazioni "causa-effetto" richiamate dalla Direttiva Quadro sono state rese esplicite in maniera scientifica, consentendo di migliorare la gestione del territorio. I risultati sono stati parzialmente soddisfa-

centi. Nonostante la metodologia utilizzata abbia permesso di connettere tra di loro stakeholder (*chi*), problematiche (*cosa*) e strategie di gestione (*come*), la necessità di un'approfondita valutazione ecologico-economica dei costi/benefici si è rivelata come una carenza importante nel quadro della gestione integrata. In altri termini, si è reso evidente che la parte fondamentale è l'attribuzione del peso da assegnare alle varie componenti ambientale, sociale ed economica e ai loro cambiamenti nel tempo. L'alto numero di competenze e la mancanza di un'autorità di riferimento territoriale per le politiche di gestione del bacino rendono difficile il supporto alla decisione. Un ulteriore passo verso la gestione ottimale della risorsa idrica e verso la tutela dell'ecosistema fluviale deve essere intrapreso da parte delle comunità e autorità locali. Un modello simile a quello dei contratti di fiume (*contrats de rivière*) e comitati di bacino in uso in Francia sembra auspicabile per potenziare la gestione integrata del territorio.

Lorenzo Benini
Diego Marazza

*Gruppo di ricerca sulla gestione
ambientale, Università di Bologna*

RINGRAZIAMENTI

Per questo studio vanno ricordati i contributi di Andrea Contin, Vittoria Bandini, Arianna Cecchi, Lorenzo Diani, Silvia Fabbri e Gianpaolo Salmoiraghi (Università di Bologna), l'Autorità dei bacini regionali romagnoli e in particolare Gabriele Cassani e Oscar Zani, Saverio Giaquinta (Arpa Ravenna), Servizio tecnico di bacino e in particolare Mauro Ceroni e Stefano Ramazza dell'Autorità di bacino del fiume Reno.

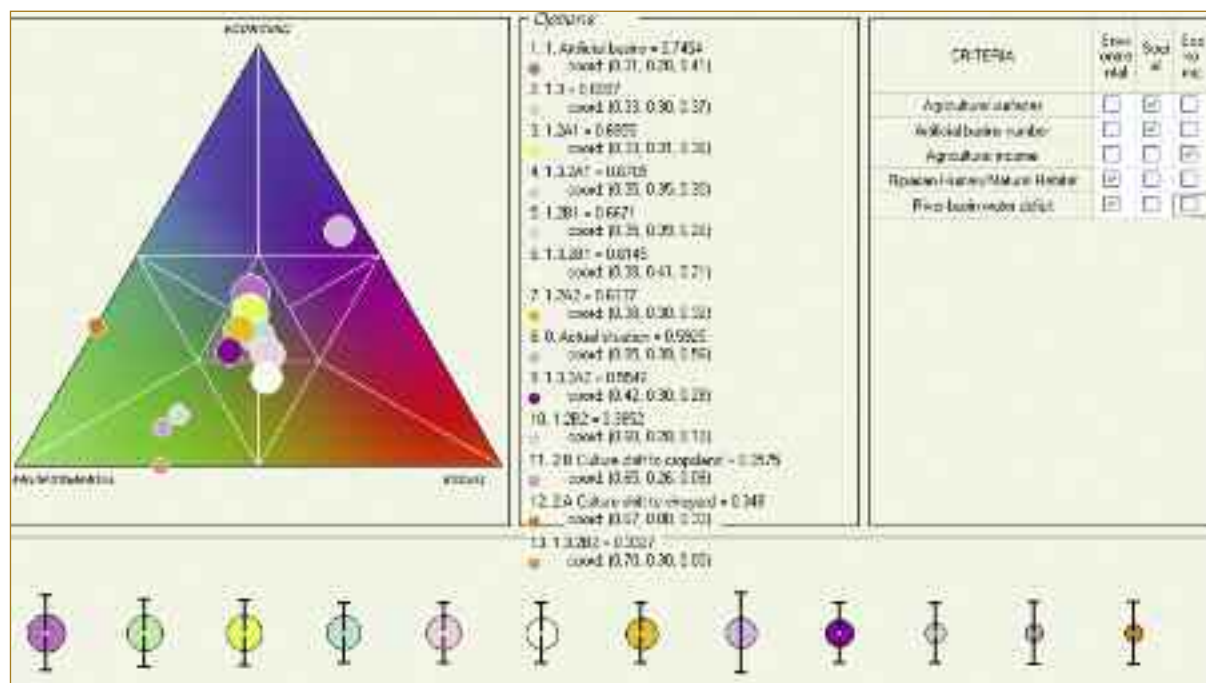
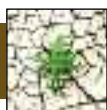


Fig. 3 Analisi di sostenibilità degli scenari: i vertici del triangolo corrispondono alle dimensioni sociali, economica e ambientale

NOTE

[1] Common implementation strategy for the Water framework directive (2000/60/EC) Guidance document, n. 8 “Public Participation”.

[2] Giupponi, C., 2007. *Decision support systems for implementing the European framework directive: the Mulino approach*. Environmental Modelling Software. 22, 248-258.



La genetica per ridurre il consumo idrico

Mentre la cultivar Hayward è ancora largamente la più diffusa, sono oggi disponibili nuove varietà che permettono risparmi anche significativi nell'utilizzo di risorsa idrica, principalmente in relazione al periodo di raccolta. Emergono tuttavia anche questioni relative ai brevetti e ai relativi vincoli di impianto e commercializzazione.

Il genere *Actinidia* comprende una settantina di specie, caratterizzate da una grande diversità in termini di attributi sia dei frutti che della pianta. Quelle alle quali appartengono la maggior parte delle varietà coltivate sono due: *Actinidia deliciosa* e *A. chinensis*.

Nell'uso comune, con il termine "kiwi" si definisce il frutto di *A. deliciosa* (in gran parte afferenti alla cultivar Hayward), mentre i frutti di *Actinidia chinensis* sono diventati noti ai consumatori solo da quando è iniziata la commercializzazione della varietà a polpa gialla Hort 16A (Zespri™ Gold). Le cultivar di *Actinidia deliciosa* coltivate nel mondo sono una decina e costituiscono tre quarti degli impianti di actinidia in Cina. Bruno e Hayward, due varietà di origine neozelandese, attualmente rappresentano circa un sesto di tutti gli impianti di actinidia in Cina. Nel resto del mondo Hayward costituisce circa il 95% di tutti gli impianti.

Da una decina d'anni sono disponibili nuove varietà, che occupano attualmente alcune centinaia di ettari anche in Italia.

A POLPA VERDE (A. DELICIOSA)

HAYWARD

Originaria della Nuova Zelanda è la varietà di kiwi più nota, sufficientemente adatta alla maggior parte delle aree di coltivazione italiane. Le piante fioriscono nell'ultima decade di maggio e i frutti si raccolgono a fine ottobre - inizio novembre. I frutti sono di pezzatura elevata (100 g e oltre) con buone caratteristiche organolettiche (buon rapporto acidi/zuccheri) ed elevata conservabilità (fino a 5-6 mesi). Su questa cultivar non gravano diritti di moltiplicazione né di coltivazione.

SUMMER 3373® (SUMMERKIWI®)

Derivante da un incrocio controllato ottenuto a Faenza (Ra). La varietà può essere raccolta 30-40 gg prima di Hayward. La pianta ha vigoria medio-elevata, con inizio germogliamento medio-precocce (25-30 marzo). Il frutto ha una forma cilindrica, di colore marrone, simile a quello di Hayward e raggiunge una pezzatura di 80-90 g. La produzione viene gestita tramite club, con il marchio commerciale Summerkiwi®. I vantaggi derivanti dalla coltivazione risiedono nella possibilità di

antipare di circa un mese la commercializzazione, rispetto al prodotto conservato da molti mesi o proveniente dall'emisfero Sud (Nuova Zelanda e Cile). La varietà si distingue anche per un periodo più breve d'irrigazione (meno idro-esigente) rispetto ad Hayward, con sensibili risparmi energetici, e per i minori rischi di esposizione alle gelate precoci.

GREEN LIGHT® (GREEN STAR*)

Mutazione gemmaria di Hayward individuata a Brisighella (Ra), a maturazione più precoce, in quanto può essere raccolta 30-35 gg prima. Per il resto questa cultivar mantiene le stesse caratteristiche della varietà da cui deriva. Non sono presenti vincoli di commercializzazione sulla produzione, ma solo il pagamento di una royalty al momento di acquisto delle piante. Al pari della Summer 3373®, i vantaggi riguardano l'anticipo di raccolta, che permette di sfruttare un periodo di commercializzazione poco coperto dalla produzione dell'emisfero Sud, nonché nella possibilità di risparmiare acqua per l'irrigazione e nella minore esposizione al rischio di gelate autunnali.

A POLPA GIALLA

(A. CHINENSIS)

HORT 16A (ZESPRI™ GOLD)

Varietà ottenuta dalla neozelandese Hort Research; diffusa commercialmente come Zespri™ Gold. La pianta germoglia con qualche settimana di anticipo e fiorisce circa un mese prima rispetto ad Hayward. La raccolta è leggermente più tardiva (varietà più idro-esigente). I frutti sono allungati, ovoidali con un caratteristico becco all'estremità (peso medio 100 g). La polpa, inizialmente verde, vira al giallo in prossimità della maturazione di consumo; ha un gusto equilibrato (meno acido e più dolce rispetto ad Hayward). La conservabilità è media (inferiore ad Hayward). La produzione viene

commercializzata tramite il consorzio Zespri™ che ne regola sia le modalità di coltivazione e raccolta, sia di valorizzazione (imballaggi, logo ecc.).

JINTAO (JINGOLD®)

Jintao (letteralmente "frutto d'oro") è una cultivar ottenuta in Cina, a maturazione relativamente precoce, 15-20 gg prima di Hayward. Anche la fioritura è anticipata di circa una settimana. Si tratta di una varietà poco vigorosa, con frutti allungati, molto regolari, dotati di buccia liscia e polpa gialla, di pezzatura 90-100 g e buon rapporto zuccheri/acidi che gli conferiscono un gusto equilibrato. Il frutto manifesta un'elevata durezza e resistenza alla manipolazione e al trasporto. La conservabilità è media (inferiore ad Hayward). La varietà è brevettata e i diritti di moltiplicazione appartengono al consorzio Kiwigold® che coordina l'attività vivaistica e gli investimenti produttivi e unifica l'organizzazione commerciale e di marketing.

SORELI

Soreli, che in friulano significa Sole, è il risultato di un'attività di miglioramento genetico svolta dall'Università di Udine. La varietà si raccoglie circa 30 giorni prima di Hayward. Germoglia quasi contemporaneamente, ma fiorisce 9-10 giorni prima. La fertilità delle gemme è elevata e questo lascia presupporre una buona produttività. I frutti sono di forma ovale-allungata, dotati di polpa di colore giallo intenso, peso medio superiore a 100 g e buon rapporto zuccheri/acidi. La conservabilità è piuttosto limitata (90-120 gg). Al momento è l'unica varietà gialla non a club e quindi liberamente coltivabile pagando una royalty (la varietà è protetta da domanda di privativa comunitaria).

Daniele Missere

Centro ricerca produzioni vegetali (Crpv)

Risparmio idrico m³/ha

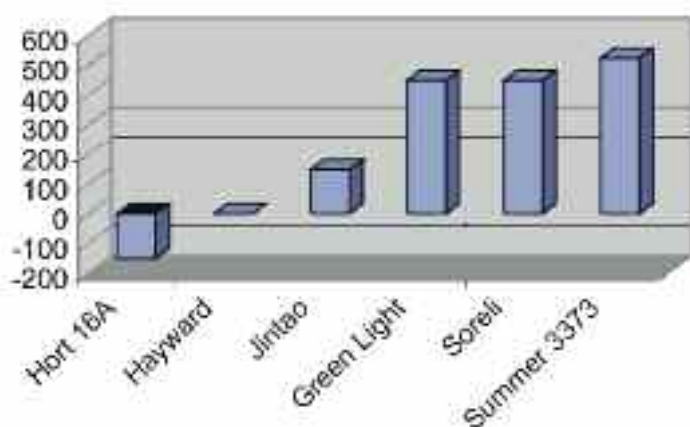


Fig. 1 Confronto tra varietà di actinidia in funzione del risparmio irriguo giornaliero per i giorni di anticipo, o nel caso della Hort 16° di posticipo, della raccolta. Il grafico è stato realizzato considerando un risparmio di 1.5 mm/gg (15 m³/ha) nel periodo settembre-ottobre tra pianta con frutti e pianta senza frutti