

# L'irrigazione a goccia

*Tubi di plastica collocati sulla superficie del terreno distribuiscono l'acqua alle piante goccia a goccia. Il sistema riduce gli «stress» idrici della pianta, non spreca acqua e consente di utilizzare le acque salmastre*

di Kobe Shoji

Circa 40 anni fa Symcha Blass, un ingegnere israeliano, osservò che un grosso albero situato vicino a un rubinetto che gocciolava esibiva uno sviluppo più vigoroso degli altri alberi dello stesso campo non raggiunti dall'acqua del rubinetto. Sapendo che i metodi tradizionali d'irrigazione spreca molta dell'acqua che si applica alle colture, l'osservazione del rubinetto che gocciolava lo indusse al concetto di un sistema d'irrigazione che potesse distribuire l'acqua in piccole dosi, letteralmente goccia a goccia. Egli ideò e brevettò allora un sistema a bassa pressione per la distribuzione di piccole quantità di acqua a intervalli frequenti direttamente nella zona delle radici delle piante. La tecnica, come sviluppata da Blass e successivamente perfezionata da lui stesso e da diversi fabbricanti, consiste nel collocare dei tubi di plastica di piccolo diametro sulla superficie del campo accanto ai filari delle piante e distribuire l'acqua lentamente, ma con turni frequenti attraverso fori o speciali distributori situati a distanze opportune lungo i tubi. Il concetto, che è attualmente denominato irrigazione a goccia o irrigazione per gocciolamento, è stato accolto favorevolmente e si è dimostrato particolarmente valido nelle regioni aride e dove il costo del lavoro è elevato. Un vantaggio inatteso è che il sistema funziona abbastanza bene anche con acque salmastre, quali quelle che si rinvencono spesso negli ambienti siccitosi.

In molte regioni del mondo gli agricoltori irrigano ancora con i sistemi di 5000 anni fa, allagando i loro campi o convogliando l'acqua alle colture attraverso solchi paralleli. Con questi metodi d'irrigazione le piante utilizzano solo dal 30 al 60 per cento dell'acqua distribuita; la preparazione della superficie dei campi e le cure richieste da questi sistemi necessitano inoltre di molta manodopera. Malgrado la sua inefficienza il metodo per scorrimento a solchi distanziati può ancora essere economicamente conveniente laddove l'acqua è largamente disponibile e la manodopera non è costosa. In regioni quali la California e le Hawaii, dove si

devono affrontare non solo i problemi delle limitate risorse idriche, ma anche quelli del continuo aumento dei costi del lavoro, dell'energia e dell'acqua, il sistema d'irrigazione a goccia è stato adottato subito e con successo. Attualmente la California, che lo scorso anno si classificò al terzo posto tra le regioni più aride, ha il 15 per cento della superficie totale mondiale (circa 162 000 ettari) irrigata con sistemi a goccia.

Il principio fondamentale su cui si basa l'irrigazione a goccia si può far risalire a esperimenti condotti in Germania intorno al 1860. Gli agricoltori, nel tentativo di combinare l'irrigazione e il drenaggio nei terreni in cui il livello dell'acqua si alza e si abbassa nel corso dell'anno, collocarono dei tubi di argilla con i giunti aperti a circa 0,8 metri dalla superficie del suolo. Verso il 1930, in Australia, i frutticoltori con risorse idriche piuttosto limitate escogitarono un sistema per irrigare i pescheti utilizzando tubi di ferro galvanizzato del diametro di cinque centimetri e con fori praticati con uno scalpello. Nel 1948 in Gran Bretagna gli agricoltori cominciarono ad adottare un sistema simile per la coltivazione dei pomodori in serra.

Le tecniche dell'irrigazione a goccia furono introdotte negli Stati Uniti nei primi anni sessanta quando numerosi operatori del settore vivaistico installarono il sistema in serra. A cominciare dal 1968 fu adottato in California nei frutteti e per le colture a filari; da allora è stato adottato per numerose altre colture tra cui pomodoro, uva, fragola, granoturco, ananas e canna da zucchero. (L'irrigazione a goccia non è idonea per colture a elevata densità di piante per unità di superficie, quali cereali da granella ed erba medica, in quanto la notevole quantità di tubazioni richieste rende il sistema antieconomico.)

Quando nel 1930 Blass ideò l'irrigazione a goccia non era ancora disponibile il materiale necessario per costruire, a costi ragionevoli, un sistema a bassa pressione. Solo dopo la seconda guerra

mondiale, con il rapido sviluppo dell'industria del materiale plastico, divenne economicamente conveniente la fabbricazione di tubi flessibili di piccolo diametro e chimicamente resistenti. I primi sistemi d'irrigazione a goccia consistevano di tubi capillari di plastica di piccolo diametro (un millimetro) collegati a tubi più grossi. L'attrito all'interno dei tubi limitava l'efflusso dell'acqua nel terreno da ogni punto di uscita a due - quattro litri per ora. Dapprima tutto l'impianto era collocato nel terreno; in seguito, a causa delle inadeguate tecniche di filtrazione di quel tempo e delle frequenti ostruzioni dei tubi, gli apparati di distribuzione furono sistemati sulla superficie del terreno. Questa modifica rese più facile il controllo dei tubi che si otturavano e mantenne nello stesso tempo il principale vantaggio del sistema: l'applicazione dell'acqua direttamente nella zona delle radici della pianta.

Allo scopo di prevenire l'otturamento dei tubicini Blass perfezionò il sistema originale con l'applicazione di un irrigatore a spirale; questo è formato da un tubicino spiralato racchiuso in un contenitore rigido. Costringendo l'acqua a fare un cammino più lungo si riduce la pressione di scarico e ciò rende possibile la fuoriuscita dell'acqua da un foro più grande.

Nel 1960 in Israele diversi sperimentatori conseguirono successi spettacolari quando adottarono il sistema di Blass nelle aree desertiche del Negev e dell'Arava. Le produzioni che prima si potevano conseguire con l'irrigazione per scorrimento a solchi o con l'irrigazione a pioggia erano piuttosto basse. La principale causa della scarsa produttività delle colture risiedeva nel fatto che l'acqua irrigua era alquanto salmastra. Come riferirò più in dettaglio in seguito, con l'irrigazione a goccia si possono invece utilizzare acque con salinità più elevata.

Le condizioni per un'agricoltura redditizia nelle aree desertiche erano decisamente avverse: non solo a causa della salinità dell'acqua, ma anche per le alte temperature, per la bassa umidità relati-

va e per i terreni piuttosto sabbiosi. Malgrado queste difficoltà l'adozione dei sistemi di irrigazione a goccia ha determinato un sostanziale miglioramento della produttività delle colture. Per esempio, nell'Arava con l'irrigazione a goccia si è avuta una produzione annuale di quasi 583 quintali di pomodori per ettaro, mentre con l'irrigazione a pioggia la produzione era solo di 358 quintali. In un'altra prova si registrò un incremento del 70 per cento nella produzione di meloni; altre colture sensibili alla salinità come i cetrioli manifestarono per la prima volta produzioni significative. L'irrigazione a goccia si è dimostrata inoltre vantaggiosa per il minor consumo di acqua, per la riduzione dei costi di lavoro e per la migliore distribuzione dei fertilizzanti. Un fertilizzante solubile può essere facilmente distribuito attraverso il sistema d'irrigazione insieme all'acqua. Poiché un sistema a goccia distribuisce l'acqua solo vicino alle piante, il fertilizzante viene quindi applicato dove è più utile.

Nello scorso decennio si è sviluppata una intera industria per la progettazione e la costruzione dell'attrezzatura per l'irrigazione a goccia. Poiché l'irrigazione a goccia viene adottata in molti

tipi di terreni e in diversissime condizioni topografiche, la progettazione di un sistema capace di mantenere un flusso uniforme è una sfida all'ingegnere. Sebbene qualsiasi sistema a goccia si basi sul moto dei liquidi nei condotti, è necessario che tutta l'attrezzatura sia progettata per la coltura da irrigare e per le particolari condizioni ambientali in cui si effettua la coltura stessa.

Attualmente un tipico sistema di irrigazione a goccia consta di una rete di condotti di plastica e di tubi di dimensioni variabili. Una condotta discretamente grande porta l'acqua ai bordi del campo. Una serie di linee principali di diametro più ridotto la portano quindi nel campo senza tuttavia distribuirla alla coltura. Altre linee secondarie di diametro ancor più ridotto la portano alle linee laterali, le quali la distribuiscono alle piante attraverso fori o irrigatori. La linea di alimentazione (di circa 30 centimetri di diametro) e le linee principali (di 15 centimetri) sono costituite da tubi di plastica rigida generalmente collocati sotto la superficie del suolo. Se la rete comprende anche le linee secondarie, queste sono costituite da tubi con diametro variabile tra 7,6 e 15,2 centimetri.

Le linee laterali flessibili hanno un

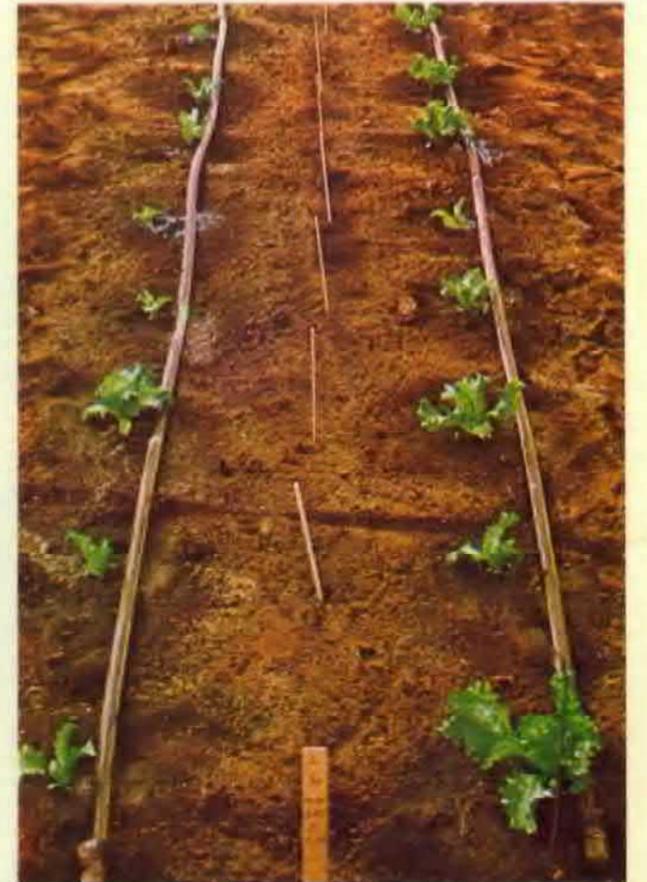
diametro variabile tra i 12 e i 32 millimetri. Esse sono collocate accanto ai filari della coltura sulla superficie del terreno o appena al di sotto. Gli irrigatori collegati alla linea laterale (o dei fori spaziatissimi su di essa) permettono la fuoriuscita dell'acqua con una portata variabile da uno a sei litri l'ora. Nei frutteti e nei vigneti vi sono da uno a sei punti di distribuzione per pianta in rapporto alle dimensioni e alla densità delle piante; essi sono sistemati parallelamente ai filari o in circolo intorno a ciascuna pianta.

Il sistema richiede inoltre una stazione di controllo ai bordi del campo, che normalmente comprende un'unità per filtrare l'acqua e rimuovere quindi le particelle che potrebbero occludere le linee laterali, un iniettore per immettere i fertilizzanti o altri composti chimici nell'acqua, regolatori della pressione, contatori dell'acqua e, naturalmente, le valvole e le pompe necessarie per il controllo della portata. Generalmente i diversi sistemi sono progettati in modo tale da poter essere usati manualmente o automaticamente (per mezzo di timer e valvole) e per irrigare un certo numero di campi nella successione desiderata.

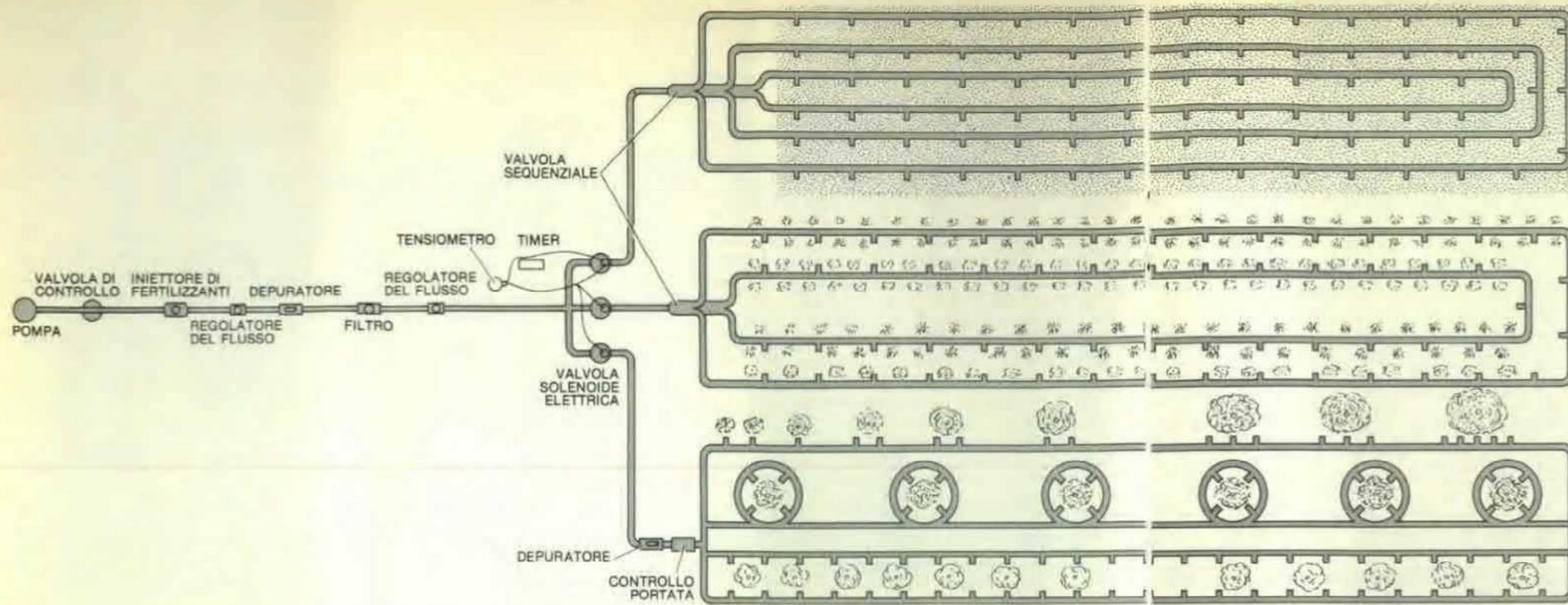
Negli Stati Uniti la superficie irrigata con i metodi a goccia, sebbene sia au-



Sistema d'irrigazione a goccia in parcelle sperimentali all'Università di Hawaii. Nella fotografia a sinistra tubi di plastica di diametro ridotto distribuiscono l'acqua alle singole piantine di lattuga per mezzo di fori sottili. Le macchie di umidità che si vedono sulla superficie del terreno



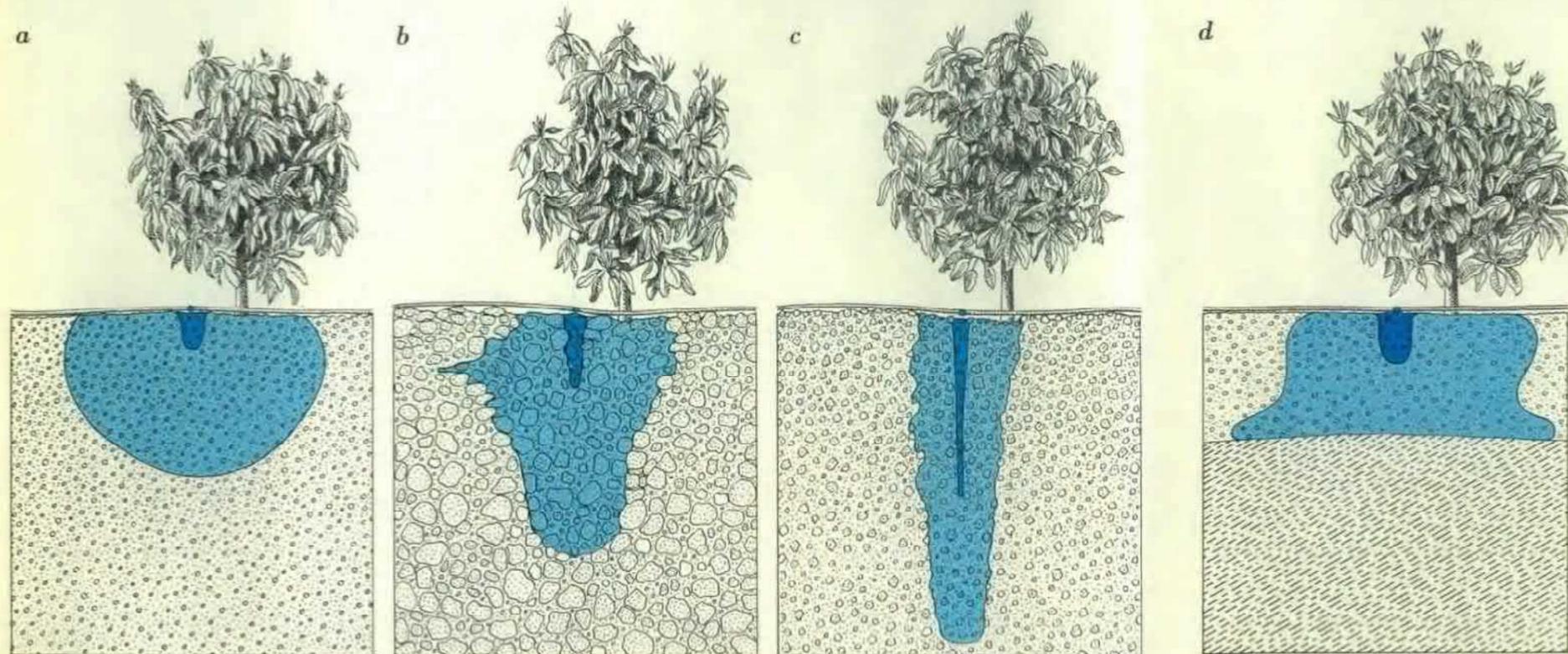
dimostrano la precisione con cui viene distribuita l'acqua. Nella fotografia a destra una parcella con piante di lattuga irrigate per quattro settimane con il sistema a goccia. In alcuni sistemi più complessi sui tubi di plastica sono installati speciali distributori di acqua.



Modelli schematizzati di sistemi d'irrigazione a goccia in cui sono state messe in rilievo la diversa disposizione e la diversa quantità di tubi e distributori per colture differenti. In un frutteto, in cui gli alberi sono di dimensioni ridotte e a distanza ravvicinata, i tubi muniti di numerosi irrigatori o fori possono essere sistemati parallelamente ai filari di alberi. Nel caso in cui gli alberi siano di grosse dimensioni i

tubi di plastica vengono sistemati ad anello intorno a ciascun albero. Per le colture erbacee a filare si può collocare un tubo per uno o due filari di piante. Per le colture a elevata densità di piante per unità di superficie, quali l'erba medica e i cereali da granella, l'irrigazione a goccia può non rappresentare il miglior sistema d'irrigazione in quanto la notevole quantità di tubazioni necessarie può rendere il sistema

antieconomico. Nei casi in cui si adotta l'irrigazione a goccia anche per tali colture le tubazioni e gli irrigatori vengono spazati equamente sull'intera superficie. L'installazione di valvole idonee permette l'irrigazione di diversi campi in una determinata sequenza.



La zona umida circostante le radici di un albero o di una pianta irrigata con il metodo a goccia dipende dalla natura del terreno. Negli esempi qui riportati gli irrigatori sono collocati sulla sinistra dell'albero; la zona più umida (in colore scuro) è sotto l'irrigatore. In terreni

ben preparati e con particelle fini (a) predominano le forze capillari, per cui la sezione della zona umida è quasi una semicirconferenza. Se il terreno è mal preparato, le zolle interferiscono con l'azione dei capillari, per cui la sezione viene influenzata notevolmente dalla forza

di gravità (b). Nei terreni a grana grossa (c) predominano le forze gravitazionali. La presenza di uno strato molto compatto (d), limita il movimento discendente dell'acqua.

mentata dai 40 ettari del 1960 agli oltre 54 600 ettari attuali, nel complesso è ancora limitata rispetto alla superficie irrigata con altri metodi. Il sistema a goccia con le tecniche a goccia (24 290 ettari) si trova in California; aree minori ma pur sempre di sostanziale entità si trovano nel Texas, nelle Hawaii, in Florida, Arizona e Michigan. I sistemi a goccia sono stati inoltre largamente adottati in Australia, Israele, Sud Africa, Messico e in minor misura in Canada, Cipro, Francia, Iran, Nuova Zelanda, Gran Bretagna e in alcune altre nazioni dell'Africa occidentale. Si prevede che nel 1980 la superficie mondiale irrigata con questo sistema sarà di 350 000 ettari.

Ciò che rende economicamente interessante l'irrigazione a goccia in diversi ambienti agricoli sono i vantaggi che presenta rispetto agli altri sistemi d'irrigazione. Probabilmente il vantaggio principale è la possibilità di distribuire l'esatta quantità di acqua di cui le piante necessitano. Con questo sistema l'acqua viene distribuita direttamente nella zona delle radici delle piante in quantità tale da compensare le perdite dovute all'evapotraspirazione (l'acqua evaporata dal suolo e quella traspirata dalle piante); un'ulteriore quantità serve per portare i sali nutritivi nella zona delle radici. Questa tecnica è di gran lunga più efficiente di quelle tradizionali.

Nel passato si è lavorato molto per determinare equazioni che rappresentino la quantità di acqua richiesta dalle piante di diverse specie. I fattori considerati in tali equazioni comprendono la natura della superficie evaporante e gli effetti del vento, della temperatura, della qualità dell'acqua e della quantità di energia disponibile sulla tensione del vapore. Una volta determinato il fabbisogno idrico di una coltura, l'acqua viene distribuita a ciascuna pianta attraverso l'impianto di irrigazione a goccia. Quando l'acqua fuoriesce dai distributori a goccia, essa va nel terreno creando una zona umida intorno alle radici delle piante.

Le dimensioni e la forma della zona umida, come si potrebbe vedere in una sezione trasversale, dipendono dalle caratteristiche fisico-chimiche del terreno, dalla quantità di acqua assorbita dalle piante, dal numero e dalla posizione dei distributori e dalla loro portata. L'acqua d'irrigazione percola negli strati inferiori del terreno attraverso i pori più grandi per gravità, mentre attraverso i pori più piccoli si diffonde in tutte le direzioni per l'azione dei capillari. Nei terreni porosi le forze capillari sono più forti di quelle gravitazionali, per cui il profilo della sezione trasversale è più o meno circolare. Nei terreni a grana grossa, che non riescono a trattenere molto bene l'acqua, la sezione appare più ellittica.

Poiché con l'irrigazione a goccia l'acqua viene distribuita lentamente e fre-

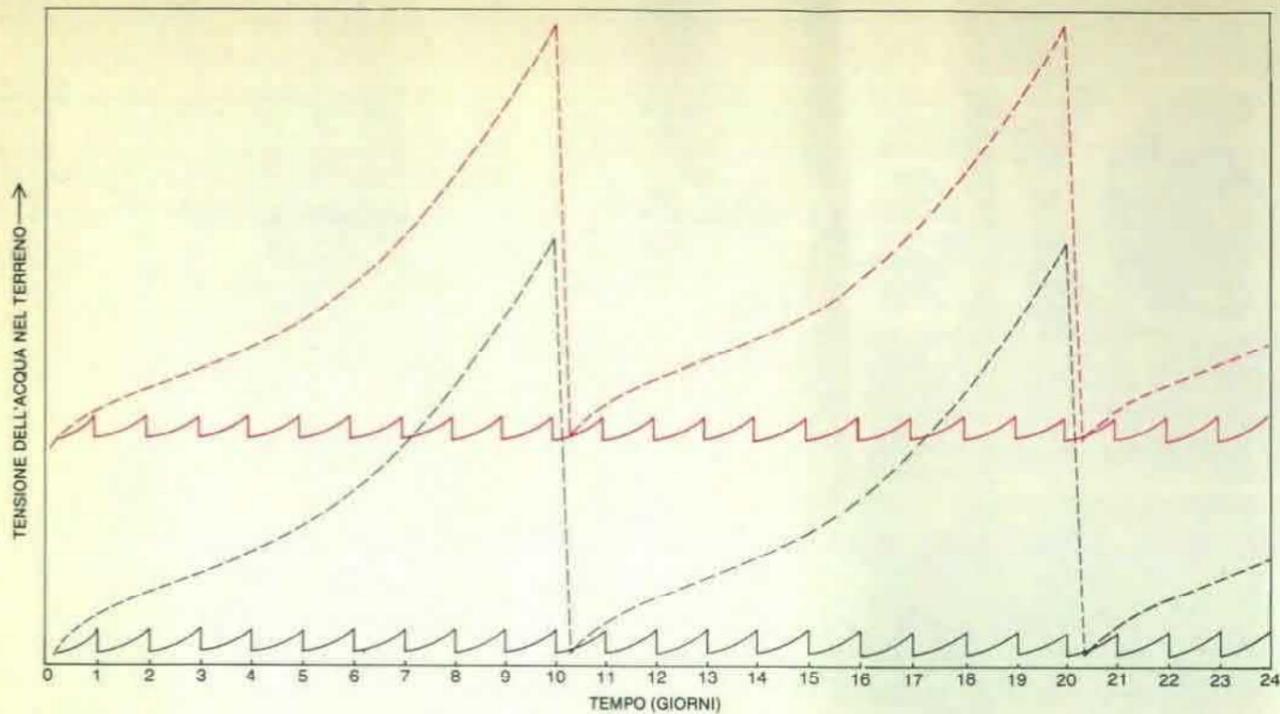
quentemente in quantità ben determinata, la percentuale di umidità nella zona delle radici rimane abbastanza costante; le piante crescono, quindi, in un ambiente con un'umidità ottimale senza subire alcuno stress. Il sistema a goccia elimina così le ampie fluttuazioni di umidità che di solito si manifestano quando si distribuisce l'acqua periodicamente. Per esempio, nel periodo compreso tra i turni d'irrigazione previsti con i metodi per sommersione o per scorrimento a solchi, l'umidità del terreno diminuisce per effetto dell'evaporazione del terreno stesso e della traspirazione delle piante; l'assorbimento dell'acqua residua da parte delle piante diventa di conseguenza più difficoltoso. Durante tale periodo aumenta la tensione dell'acqua nel suolo (la forza con cui l'acqua viene trattenuta dalle particelle del terreno); se questa raggiunge un certo livello la pianta subisce dapprima uno stress e poi comincia ad appassire.

Con l'irrigazione a goccia l'agricoltore può programmare le somministrazioni di acqua in modo da mantenere uno stretto e predeterminato intervallo della tensione dell'umidità del suolo. Il livello ottimale, denominato capacità idrica di campo, è il livello in cui l'acqua in eccesso viene drenata per gravità e l'acqua residua viene trattenuta dalle particelle del terreno per azione capillare. Alla capacità di campo, quando la tensione dell'acqua nel terreno va da zero a 0,3 atmosfere, la pianta può assorbire l'acqua con uno sforzo minimo. Poiché il fabbisogno idrico di una coltura in pieno campo, nonostante le equazioni che sono state ricavate per l'evapotraspirazione, è fondamentalmente il risultato di una stima, molto spesso vengono utilizzati dei dispositivi per la misura del contenuto di umidità nella zona delle radici allo scopo di assicurare che la tensione dell'acqua sia mantenuta quanto più possibile vicina alla capacità di campo.

L'idea di mantenere la tensione dell'acqua nel terreno a un livello ottimale per lo sviluppo di una coltura non è nuova. Prima dello sviluppo dell'irrigazione a goccia era tuttavia economicamente impossibile cercare di mantenere una simile condizione a causa dell'eccessiva quantità di acqua e di lavoro necessario con i metodi tradizionali d'irrigazione. Un vantaggio del sistema a goccia, che deriva dall'eliminazione degli stress idrici, è quello che le piante molto spesso raggiungono l'epoca di maturazione prima delle piante irrigate con altri metodi.

Un altro vantaggio dell'irrigazione a goccia è dato dalla sua capacità di utilizzare meglio l'acqua disponibile; ciò ha destato un notevole interesse nelle regioni con limitate risorse idriche.

Con l'irrigazione a goccia la zona di terreno compresa tra i filari della coltura rimane asciutta, per cui si perde pochissima acqua per effetto di evaporazione, ruscellamento e percolazione. (Una ulteriore perdita con l'irrigazione a pioggia si ha talvolta a causa del vento che



Nel grafico è riportata la tensione dell'acqua nel terreno, una misura della forza con cui l'acqua è trattenuta dalle particelle del terreno e quindi dello sforzo che deve esercitare una pianta per assorbirla, adottando l'irrigazione a goccia (curve continue) e l'irrigazione per aspersione o per scorrimento (curve tratteggiate). Con l'irrigazione a goccia l'acqua viene distribuita ogni giorno; la tensione dell'acqua nel terreno aumenta solo leggermente nel periodo da 12 a 18 ore tra le irrigazioni. Con il sistema per aspersione o con quello per scorrimento generalmente si irriga a intervalli di tempo più lunghi, per cui la tensione dell'acqua nel terreno aumenta di molto tra una distribuzione e l'altra. Le curve riportate in alto si riferiscono a irrigazione con acqua salmastra, quelle in basso con acqua relativamente dolce.

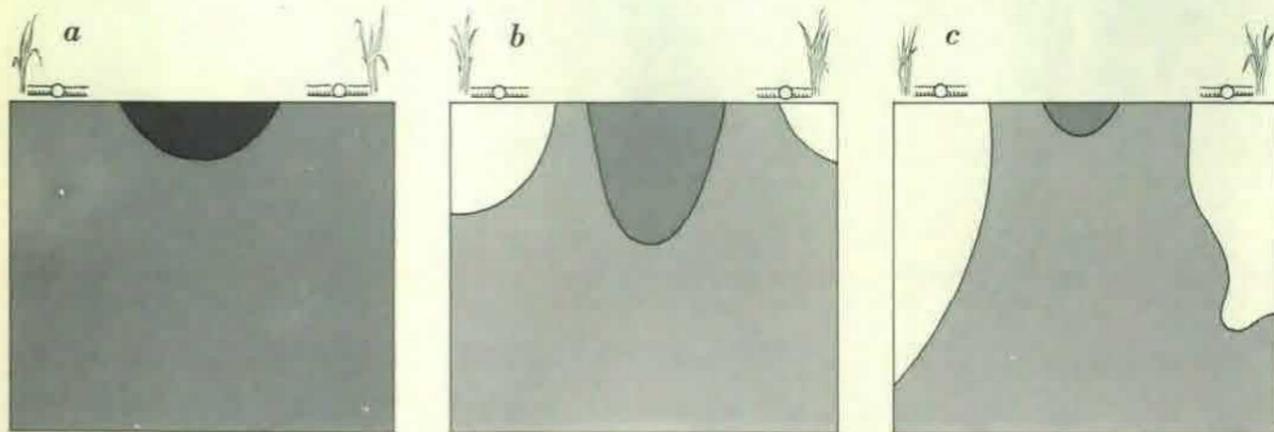
trasporta lontano l'acqua prima che essa raggiunga il terreno.)

L'efficienza della utilizzazione dell'acqua dipende dal modo con cui si gestisce un sistema a goccia. Con una razionale gestione i coltivatori di canna da zucchero delle Hawaii hanno ottenuto con l'irrigazione a goccia incrementi in efficienza dal 40 al 60 per cento.

Le Hawaii, che forniscono circa il 10 per cento dello zucchero consumato ne-

gli Stati Uniti, hanno circa 48 600 ettari irrigati su un totale di 89 700 coltivati a canna da zucchero. Ogni ettaro irrigato richiede 46 700 metri cubi di acqua nei due anni del periodo di sviluppo di questa coltura. Poiché nelle Hawaii le risorse idriche costituiscono un fattore limitante e poiché il costo del lavoro è generalmente elevato, l'utilizzazione efficiente dell'acqua costituisce un problema essenziale. Nei diversi sistemi d'irrigazione

l'efficienza è misurata dal rapporto tra la quantità di acqua disponibile per la pianta e la quantità di acqua distribuita. Nelle Hawaii i metodi tradizionali d'irrigazione per scorrimento a solchi sono piuttosto inefficienti in quanto le piante utilizzano soltanto la metà dell'acqua distribuita. I sistemi d'irrigazione a pioggia sono migliori con un rapporto di efficienza dal 70 all'80 per cento; i costi delle attrezzature e della loro manuten-



In queste figure è rappresentato l'accumulo di sali nella zona delle radici di piante irrigate con il sistema a goccia in tre diverse condizioni in cui le piante sono a un metro l'una dall'altra e vicino a ognuna di esse vi è un distributore di acqua. Le diverse tonalità di colore (bianco, due toni di grigio, nero) indicano quattro diversi gradi di accumulo di sali (da una concentrazione insignificante a una concentrazione notevole).

Se la quantità di acqua distribuita al terreno con l'irrigazione è inferiore alla quantità perduta con l'evaporazione e la traspirazione (a), l'area compresa tra le piante contiene una elevata concentrazione di sali e se ne riscontra un significativo accumulo in tutta la zona circostante le radici. Nelle altre due condizioni rappresentate nella figura l'irrigazione è uguale (b) o supera l'evaporazione e la traspirazione (c),

zione risultano però elevati. Con l'irrigazione a goccia l'efficienza va dall'80 al 95 per cento.

Il terzo grande vantaggio dell'irrigazione a goccia è rappresentato dal fatto che il sistema funziona abbastanza bene anche con acque molto salmastre. La maggior parte delle colture tollerano le acque che presentano un contenuto totale di sali solubili sino a 0,6 grammi per litro. In terreni ben drenati si può irrigare con acque contenenti da 0,5 a 1,5 grammi per litro di sali solubili. Se la salinità è tra 1 e 2 grammi per litro, l'irrigazione deve essere più frequente allo scopo di favorire la percolazione dei sali. Le acque con salinità tra 3 e 5 grammi per litro sono considerate buone solo per taluni tipi di colture altamente tolleranti.

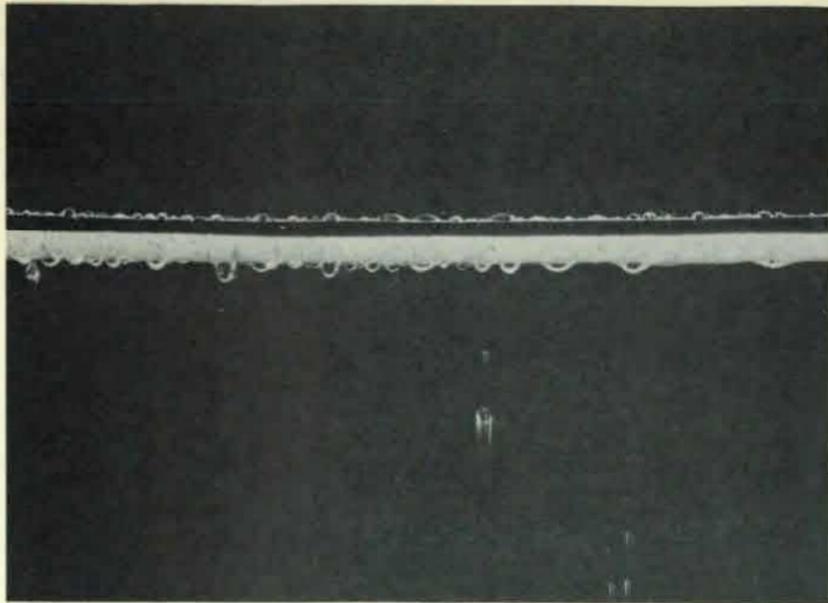
Quando si utilizzano acque salmastre la concentrazione dei sali nel terreno aumenta con il graduale essiccamento del suolo che si verifica tra un'irrigazione e l'altra per effetto dell'evapotraspirazione. Durante tale periodo aumenta la tensione dell'acqua nel terreno e ciò rende più difficoltoso l'assorbimento dell'acqua residua da parte delle piante. Come conseguenza dell'accumulo dei sali si ha un declino dello sviluppo delle piante e quindi della produttività della coltura. La pratica comune tra gli agricoltori è quella di affidare nelle precipitazioni o di irrigare abbondantemente e con frequenza in modo da lisciviare i sali. Il mantenimento di un'adeguata produttività dei terreni si può conseguire perciò solo con l'attento studio delle relazioni tra la pianta, il suolo e l'acqua; ciò è particolarmente valido nelle regioni aride. Anche adottando tutti gli accorgimenti possibili, se si utilizzano acque saline con i metodi tradizionali, non si possono ottenere buone produzioni.

Con l'irrigazione a goccia, invece, l'accumulo di sali viene controllato da una efficace e continua lisciviazione del suolo. I sali vengono portati all'esterno della zona umida dal fronte sempre avanzante di acqua emessa dagli orifizi del tubo. Le radici possono assorbire liberamente acqua dalla parte centrale della zona umida dove la tensione di ritenzione dell'acqua nel terreno è bassa e il livello dei sali risulta praticamente uguale a quello dell'acqua d'irrigazione.

L'irrigazione a goccia molto spesso determina produzioni più elevate e un più uniforme sviluppo delle colture. Lo sviluppo uniforme, dovuto alla somministrazione della stessa quantità d'acqua a ogni pianta, facilita notevolmente la raccolta meccanica. Come ho già ricordato, l'irrigazione a goccia richiede pochissimo lavoro per la preparazione della superficie del campo: il sistema è idoneo per un'ampia varietà di terreni e condizioni ambientali. Poiché si può distribuire frequentemente l'acqua, il problema di taluni terreni, quali ad esempio quelli sabbiosi, che non riescono a trattenere l'umidità tra i turni d'irrigazione, cessa di essere importante. Il sistema può esse-

NAZIONE	SUPERFICIE NEL 1975 (ETTARI)	COLTURE
ARGENTINA	152	VITE
AUSTRALIA	17 337	FRUTTI DECIDUI, ORTAGGI, AVOCADO, BANANO, AGRUMI, NOCI, PIANTE IN SEMENZAIO
BRASILE	368	FRUTTI DECIDUI, ORTAGGI, PIANTE IN SEMENZAIO, NOCI
CANADA	405	FRUTTI DECIDUI, ORTAGGI, PIANTE IN SEMENZAIO, PIANTE ORNAMENTALI
CIPRO	405	ORTAGGI, VITE, BANANO, AGRUMI
COSTA RICA	10	PALMA DA OLIO (SPERIMENTALE)
FRANCIA	1234	FRUTTI DECIDUI, FIORI, PIANTE DA SERRA
HONDURAS	2	BANANO, PALMA
INDIA	20	FRUTTI DECIDUI, ORTAGGI
IRAN	809	AGRUMI, ORTAGGI
ISRAELE	10 117	FRUTTI DECIDUI, ORTAGGI, AVOCADO, BANANO, AGRUMI, PIANTE DA SERRA, PIANTE ORNAMENTALI
GIAPPONE	4	AGRUMI, VITE, ORTAGGI
MESSICO	4	FRUTTI DECIDUI, AGRUMI, COLTURE A FILARI, OLIVO
MARTINICA	405	BANANO, AVOCADO, CANNA DA ZUCCHERO
NUOVA ZELANDA	1085	FRUTTI DECIDUI, ORTAGGI, AGRUMI, AVOCADO, PIANTE DA SERRA
PANAMA	0,8	FRUTTI DECIDUI, ORTAGGI
PORTORICO	73	MANGO, CILIEGIO, PIANTAGGINE
REPUBBLICA SUDAFRICANA	7284	FRUTTI DECIDUI, ORTAGGI, FIORI DA SERRA
GRAN BRETAGNA	1619	FRUTTI DECIDUI, ORTAGGI, FIORI DA SERRA
USA	54 115	FRUTTI DECIDUI, ORTAGGI, AGRUMI, CANNA DA ZUCCHERO, NOCI, PIANTE DA SERRA, PIANTE IN SEMENZAIO, PIANTE ORNAMENTALI, COLTURE A FILARI, AVOCADO
AFRICA OCCIDENTALE (SENEGAL)	405	ORTAGGI

Superficie irrigata con i sistemi a goccia nel 1975. I dati sono ricavati da una rassegna eseguita da C. Don Gustafson dell'Agricultural Extension dell'Università della California. Negli Stati Uniti la superficie più vasta (24 282 ettari) irrigata con sistemi a goccia si trovava in California; altri sette stati avevano più di 400 ettari. Gustafson ha riscontrato il sistema in 35 stati.



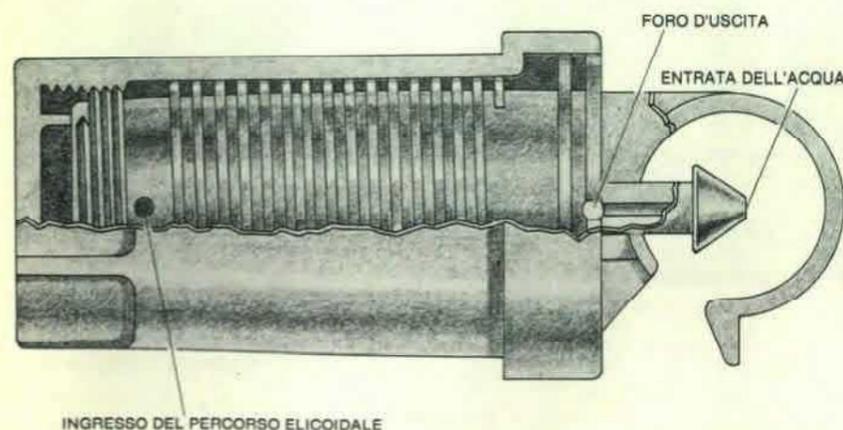
Tubo di gomma che trasuda lentamente acqua lungo tutta la sua lunghezza; tali tubi vengono impiegati nei sistemi d'irrigazione a goccia per le colture a filari. In questa fotografia, allo scopo di mostrare più chiaramente l'emissione di acqua, il tubo è stato sistemato fuori dal terreno.

re adottato anche nelle zone collinari in quanto non sussiste il problema del ruscellamento dell'acqua. Nelle Hawaii con l'irrigazione a goccia la canna da zucchero viene coltivata in zone con il 20-30 per cento di pendenza; a San Diego si trovano piantagioni di avocado su terreni con il 50-60 per cento di pendio senza avere problemi di erosione.

L'irrigazione a goccia, inoltre, rende massima l'utilizzazione dei fertilizzanti. Somministrando i fertilizzanti solubili in acqua direttamente con le attrezzature dell'irrigazione a goccia non solo si consegue una più accurata e più uniforme distribuzione, ma si ottiene anche una riduzione dei costi in quanto si elimina la perdita di sali nutritivi attraverso la per-

colazione in profondità e lo spreco tra i filari. Il sistema riduce anche i problemi ambientali associati all'inquinamento dell'acqua del sottosuolo con i prodotti chimici usati in agricoltura. Non si manifesta mai, inoltre, il fenomeno delle «scottature da fertilizzanti» in quanto i sali minerali vengono notevolmente diluiti dall'acqua d'irrigazione prima che raggiungano le radici delle piante.

Poiché con l'irrigazione a goccia la maggior parte della superficie del terreno rimane asciutta, lo sviluppo di erbe infestanti viene inibito. Le malerbe possono tuttavia costituire un problema nella zona umida circostante i fori di distribuzione dell'acqua; diversi esperimenti condotti in California hanno comunque di-



Irrigatore a becco ideato allo scopo di ridurre la pressione di scarico costringendo l'acqua a passare in un lungo percorso elicoidale. Con pressioni basse il foro di distribuzione può essere più grande e ciò riduce la sua tendenza a otturarsi. Un distributore di questo tipo viene fabbricato per portate di 4,5, 7,8 o di 9,1 litri per ora. Il gancio che si vede sulla destra serve per collegare ad angolo retto l'irrigatore al tubo; l'acqua entra nella punta conica dal centro del tubo.

mostrato che tali piante possono essere controllate in maniera soddisfacente con l'applicazione di idonei diserbanti.

Un ultimo vantaggio dell'irrigazione a goccia ai bordi del campo va da 0,4 a 1 chilogrammo per centimetro quadrato, mentre per l'irrigazione a pioggia si deve avere una pressione che va da tre a otto chilogrammi per centimetro quadrato; per il funzionamento delle pompe del sistema a goccia è perciò richiesta meno energia. La bassa pressione del sistema riduce inoltre il costo dell'attrezzatura di ferro, in quanto le condutture principali e secondarie possono avere un diametro più piccolo di quello che è invece necessario per l'irrigazione a pioggia.

L'irrigazione a goccia non è comunque priva di problemi. Molto probabilmente il più serio è rappresentato dall'otturazione dei fori e dei distributori, inconveniente che può pregiudicare l'efficienza del sistema. La pressione bassa, i fori piuttosto piccoli e la bassa velocità del flusso dell'acqua facilitano l'otturazione, il quale può essere causato da particelle che si trovano nell'acqua o dalla melma che si raccoglie intorno ai fori all'interno dei tubi.

Diverse ricerche hanno dimostrato che le particelle possono essere eliminate con la filtrazione dell'acqua. I bacini di sedimentazione possono rimuovere le particelle con diametro superiore ai 75 micrometri. Le particelle più piccole possono essere eliminate con filtri a rete o, nei casi più gravi, con filtri a sabbia. Si può ancora ridurre l'otturazione dei fori orientando i fori stessi verso l'alto e ripulendo regolarmente i tubi. Il problema della melma può essere risolto immettendo nell'acqua del cloro in dose di 10 parti per milione per circa 20 minuti al giorno.

Un altro problema che talvolta è associato con l'irrigazione a goccia è quello che i tubi sono spesso attaccati dalle formiche e dai roditori in cerca di acqua. Il sistema attuale per il controllo di questi assalti è quello di applicare determinate sostanze chimiche; alcune ricerche sono in corso con l'obiettivo di incorporare dei composti repellenti direttamente nel materiale delle tubazioni.

Alla Conferenza mondiale sull'acqua (World Water Conference), convocata dalle Nazioni Unite in Argentina nel marzo 1977, è stato rilevato come, sebbene il 70 per cento della superficie terrestre sia coperto di acqua, solo l'1 per cento sia acqua dolce; per di più, di questo 1 per cento il 99 per cento si trova nel sottosuolo. Quando nelle regioni con limitate risorse idriche diventerà più costoso approvvigionarsi di acqua scavando pozzi, deviando fiumi, dissalando la acqua del mare e disseminando nuvole, la conservazione e l'efficiente utilizzazione delle risorse disponibili diventerà sempre più importante. L'irrigazione a goccia rappresenta perciò una promettente tecnologia che può contribuire a risolvere i problemi dell'efficienza dell'irrigazione e dell'incremento della produttività dei terreni.