

Argomenti collegati all'acquaponica

(Capitolo 9)

Questo ultimo capitolo discute argomenti minori, ma importanti, per quanto riguarda la gestione di impianti acquaponici su piccola scala. La coltura acquaponica richiede diversi fattori di produzione essenziali, tra i quali: pellets per l'alimentazione, energia elettrica, semi/piantine, avannotti, fertilizzanti supplementari e acqua. Tutti questi fattori della produzione possono essere acquistati, ma molti di essi possono essere autoprodotti utilizzando pratiche sostenibili.

Questi metodi possono ridurre i costi unitari annui di gestione e contribuire a qualificare la produzione come ecocompatibile.

Evitare che l'acqua esca dal sistema acquaponico: tubi rotti o raccordi male assemblati possono causare perdite d'acqua fino al suo esaurimento, portando alla completa perdita del pesce e al blocco dell'intero processo. Sono presentate diverse tecniche di sicurezza e di ridondanza, per fare in modo che il livello e la qualità dell'acqua non scendano mai sotto alcuni parametri. Infine, si affronterà una breve discussione su come l'acquaponica si inserisca tra gli altri tipi di agricoltura e come può essere ulteriormente integrata.

9.1 Alternative locali sostenibili per i fattori di produzione necessari ad un sistema acquaponico

9.1.1 Fertilizzanti organici per le piante

Nel capitolo 6 si è trattato di come anche i sistemi acquaponici equilibrati possano occasionalmente avere delle carenze di nutrienti. Sebbene i pellet di cibo per i pesci siano un alimento equilibrato per gli animali, non necessariamente hanno la giusta quantità di nutrienti per le piante. In generale, i pellets per i pesci hanno basso contenuto di ferro, calcio e potassio. In condizioni di crescita sub-ottimali si possono anche manifestare carenze nutritive nelle piante, come in caso di freddo dovuto a condizioni meteo avverse oppure nei mesi invernali. Così, possono essere necessari apporti integrativi di fertilizzanti, in particolare nella coltivazione di ortaggi da frutto o di quelli con elevate esigenze nutrizionali. I fertilizzanti di sintesi spesso sono inadatti ai sistemi acquaponici e possono sconvolgere l'equilibrio dell'ecosistema; invece è possibile ricorrere a un infuso di compost per un supplemento di nutrienti alle piante.

Il processo di compostaggio

Il compost è un fertilizzante ricco che è derivato dalla decomposizione della materia organica, in gran parte scarti di cibo. Il compost è estremamente utile nel giardinaggio tradizionale per rifornire il suolo di materiale organico, per mantenere l'umidità e fornire nutrienti. Inoltre, il compost può essere utilizzato per creare un concime liquido, chiamato infuso di compost, che può essere aggiunto all'acqua dei sistemi acquaponici per aumentare l'apporto di nutrienti. Il compost di alta qualità può essere ricavato in modo conveniente da rifiuti alimentari domestici. Fondamentalmente, i rifiuti alimentari vengono raccolti in un contenitore, di seguito denominato "compostiera". All'interno della compostiera i batteri aerobici, funghi e altri organismi demoliscono la materia organica in semplici sostanze nutritive adatte al consumo da parte delle piante. La sostanza finale che viene prodotta è chiamata humus ed è composta da circa il 65 per cento di materia organica, è privo di agenti patogeni ed è ricco di sostanze nutritive. Tutto il processo dai rifiuti alimentari alla trasformazione in humus può richiedere fino a sei mesi a seconda della temperatura all'interno della compostiera e della qualità dell'aerazione.

Una compostiera è generalmente un contenitore da 200-300 litri, di forma cilindrica con un coperchio e molte prese d'aria, (figura 9.1). Sono di solito di colore scuro per trattenere il calore che accelera il processo di decomposizione. Sono disponibili in commercio molti tipi di compostiere e sono anche molto facili da costruire con materiali riciclati.

FIGURE 9.1
Upright compost unit



Quando si effettua il compostaggio, è importante gestire i materiali che si introducono. Per mantenere un buon rapporto di materiale organico umido e secco è meglio stratificandolo in quantità idonea a raggiungere un contenuto di umidità di circa il 60-70 per cento. Poiché nelle prime 2-3 settimane si verifica un processo aerobico termico con temperature fino a 60-70 °C, è importante evitare l'eccessiva umidità che ridurrebbe il calore. La fase termica accelera il processo di compostaggio e aiuta a pastorizzare i rifiuti organici da ogni possibile patogeno. La stratificazione è importante al fine evitare che il compost sia troppo bagnato e evitare zone anaerobiche. L'aerazione frequente del cumulo è importante, al fine di mantenere batteri in condizioni aerobiche per processare i rifiuti uniformemente. L'operazione consiste semplicemente nell'inversione periodica e completa della stratificazione dei rifiuti. Questo aiuta l'aerazione a

beneficio dei batteri aerobici. Un buon compost può essere ottenuto da una miscela di materiali umidi, come avanzi di cibo vegetale, caffè macinato, frutta e verdura e materiali secchi come pane, erba, foglie secche, paglia, cenere, e trucioli di legno. Tuttavia, è importante mantenere un equilibrio ottimale tra carbonio e Azoto (rapporto C:N di 20-30) che facilita la rapida trasformazione del materiale. In generale, è bene non usare troppa paglia o trucioli di legno (C:N >100), piuttosto usare rifiuti "verdi", come erba tagliata, preferibilmente leggermente essiccati per ridurre il loro contenuto di umidità. Non è raccomandato l'uso di troppa cenere di legno per evitare un eccessivo aumento del pH e di utilizzare solo la cenere di legno/vegetale, piuttosto che da altre origini (es. carta) che può contenere sostanze tossiche. Alcuni materiali come latticini, carne, agrumi, plastica, vetro, metallo e nylon non dovrebbero mai essere compostati. Il compost è molto tollerante, ma idealmente il compost dovrebbe avere abbastanza umidità e azoto per alimentare tutti gli organismi benefici. L'acqua può essere aggiunta se il compost è troppo secco. L'aumento nella temperatura del compost indica una intensa attività microbica, segnalando che il processo di compostaggio è in piena attività. In questa fase il compost diventa così caldo da poter essere usato per creare i "letti caldi".

Il vermicompostaggio è un metodo speciale di compostaggio che utilizza lombrichi nella compostiera (figura 9.2). Ci sono diversi vantaggi nell'aggiunta di vermi. In primo luogo, si accelera il processo di decomposizione dal momento che anche i lombrichi consumano rifiuti organici. In secondo luogo, il loro rifiuto (humus) è un fertilizzante estremamente efficace e completo. Le vermicompostiere possono essere acquistate o costruite e c'è una grande quantità di informazioni disponibili in proposito. È importante che i vermi provengano da una fonte affidabile e ci si deve assicurare che non abbiano mai mangiato carne o rifiuti provenienti da animali. Una volta compostato, il vermi-compost può essere utilizzato direttamente in vivaio per la produzione delle piantine, introducendo elementi nutritivi nel sistema acquaponico attraverso il trapiantato delle piantine. In alternativa, con il vermi-compost può essere fatto in un infuso compost.



Infuso di compost e mineralizzazione secondaria

Quando i rifiuti organici sono finalmente decomposti in humus, processo che può richiedere 4-6 mesi, è possibile fare un infuso di compost. Il procedimento è semplice, basta legare un sacchetto a

rete riempito con una certa quantità di compost, appesantire con un po' pietre e sospendere il sacchetto in un in un secchio di acqua (20 litri). Mettere una pietra porosa collegata ad un areatore e posizionarla sotto il sacchetto in modo che le bolle agitano il contenuto (figura 9.3). L'aerazione è molto importante per impedire che si verifichi la fermentazione anaerobica. La miscela viene lasciata per diversi giorni con aerazione costante. Il contenuto deve essere mescolato di tanto in tanto per evitare che si creino zone anaerobiche. Dopo 2-3 giorni, l'infuso di compost è pronto per essere utilizzato nell'impianto. L'infuso deve essere filtrato attraverso un panno fine e poi diluito con acqua in un rapporto 1:10. Somministrare alle piante sia come fertilizzante fogliare utilizzando un contenitore a spruzzo o come fertilizzante liquido somministrandolo direttamente alle radici delle piante. Se aggiungete l'infuso diluito direttamente nell'impianto, iniziare utilizzando piccole quantità (50 ml) e annotate pazientemente il cambiamento nella crescita delle piante. Applicate, quando necessario, ma facendo attenzione a non aggiungerne troppo.



Altri infusi nutrienti

Oltre al compost, ci sono molti altri materiali organici ricchi di nutrienti che possono essere somministrati sotto forma di infusi di nutrienti nel modo descritto sopra. Fra questi uno è quello di utilizzare i rifiuti solidi della vasca dei pesci, catturati dal filtro meccanico. Lavorati nello stesso modo del compost i rifiuti solidi sono completamente mineralizzati e disponibili per rientrare nuovamente nel sistema acquaponico. Altre fonti includono alghe, ortiche e la consolida*. Le alghe marine sono un integratore molto interessante perché sono ricche di potassio e ferro, che sono spesso sono carenti negli impianti acquaponici, bisogna però fare molta attenzione a lavare il sale residuo dalle alghe. E' possibile utilizzare grandi quantità di infuso fertilizzante per mantenere in funzione il sistema acquaponico temporaneamente senza pesci. Questo può essere utile nei mesi più freddi dell'anno, quando il metabolismo dei pesci è basso e le piante hanno bisogno di un ulteriore aiuto nutritivo.

(*pianta di origine euroasiatica della famiglia della borragine NdR)

Sicurezza del compost

Quando si utilizza il compost assicurarsi che sia completamente decomposto (situazione che lo rende libero da patogeni). Non utilizzare fonti organiche di animali a sangue caldo, che aumentano il rischio di introdurre patogeni. Inoltre, assicurarsi che l'acqua sia ben ossigenata e costantemente aerata quando si produce l'infuso poiché ciò aiuta la mineralizzazione e impedisce ad alcuni tipi di batteri patogeni di svilupparsi. Evitare sempre di bagnare le foglie delle piante coltivate con l'acqua del sistema acquaponico, soprattutto quando si utilizza l'infuso di compost. Per maggiori informazioni sulla preparazione dell'infuso di compost, vedere la sezione bibliografia.

9.1.2 Mangimi alternativi per i pesci

Il mangime è uno degli input più importanti e costosi per qualsiasi sistema acquaponico. Può essere acquistato o fatto da sé. Gli autori raccomandano vivamente l'uso di mangimi di qualità perché devono rappresentare un alimento completo per i pesci, il che significa che il pellet deve soddisfare tutte le esigenze nutrizionali del pesce. Anche in questo caso, qui di seguito, si presenta un esempio di mangime per pesci supplementare che può essere facilmente prodotto a livello aziendale, che può aiutare a risparmiare denaro o può essere utilizzato temporaneamente, se il pellet industriale non è disponibile o è troppo caro. Ulteriori informazioni su come prodursi in proprio pellet di mangime sono disponibili nell'appendice 5.

Lenticchia d'acqua

La lenticchia d'acqua è un pianta acquatica galleggiante dotata di una rapida crescita, è ricca di proteine e può servire come fonte di cibo per le carpe e tilapia (figura 9.4).

La lenticchia d'acqua può raddoppiare la sua massa ogni 1-2 giorni in condizioni ottimali, il che significa che metà delle lenticchie d'acqua possono essere raccolte ogni giorno. La lenticchia d'acqua deve essere coltivata in una vasca separata dal pesce, perché altrimenti i pesci la consumerebbero completamente. Non è necessaria un'aerazione supplementare e l'acqua deve scorrere lentamente attraverso il contenitore. La lenticchia d'acqua può essere coltivata in luoghi esposti al sole o in mezz'ombra e l'eccedenza può essere conservata e congelata in sacchetti per un uso successivo. La lenticchia d'acqua è anche un'alimentazione utile per il pollame.

La lenticchia d'acqua è un'utile integrazione in un impianto acquaponico, soprattutto se il contenitore per la sua coltivazione si trova lungo il ritorno del flusso dell'acqua dalle piante alla vasca dei pesci. Tutte le sostanze nutrienti che sfuggono ai letti di crescita delle piante vengono in questo modo ad alimentare le lenticchie d'acqua, e si può essere certi che l'acqua torni ai pesci ancora più pulita.

La lenticchia d'acqua non fissa l'azoto atmosferico, tutte le sue proteine provengono dal mangime dei pesci o da altre fonti esterne.



Azolla, una felce di acqua

L'azolla è un genere di felce che cresce galleggiando sulla superficie dell'acqua, come la lenticchia d'acqua (figura 9.5). La differenza principale è che l'azolla è in grado di fissare l'azoto atmosferico, creando essenzialmente una fonte di proteine dall'aria.

Ciò si verifica perché l'azolla ha una relazione simbiotica con una specie di batteri, *Anabaena azollae*, che è contenuta all'interno fogliame. Oltre a fornire una fonte gratuita di proteine, l'azolla è una fonte di alimentazione attraente a causa del suo tasso di sviluppo eccezionalmente alto. Come la lenticchia d'acqua, l'azolla dovrebbe essere allevata in una vasca separata con flusso d'acqua lento. La crescita è spesso limitata dal fosforo, pertanto se l'azolla deve essere coltivata intensivamente è necessaria un'ulteriore fonte di fosforo.



Insetti

Gli insetti sono considerati parassiti indesiderati in molte culture. Tuttavia, hanno un enorme potenziale nel sostenere catene alimentari tradizionali con soluzioni più sostenibili. In molti paesi gli insetti fanno già parte delle diete delle persone e sono venduti sui mercati. Inoltre per secoli sono stati utilizzati per l'alimentazione animale.

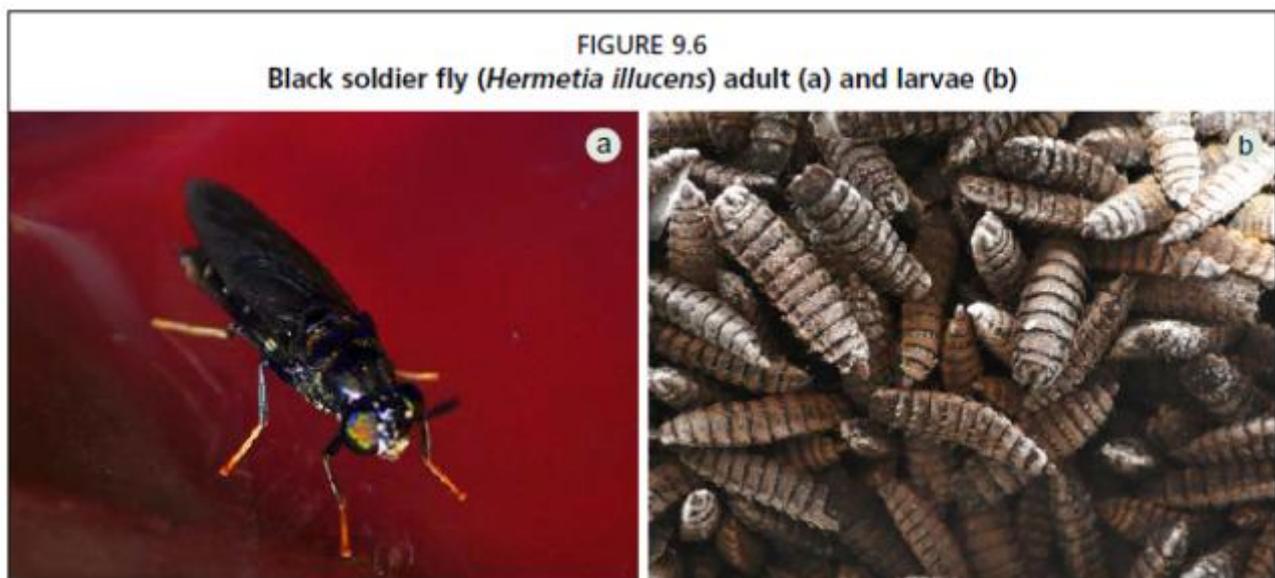
Gli insetti sono una fonte sana di nutrienti perché sono ricchi di proteine e acidi grassi polinsaturi e ricchi di minerali essenziali. Il loro tenore di proteine grezze varia tra il 13 e il 77 per cento (in media il 40 per cento) e varia secondo la specie, la fase di crescita e la dieta di allevamento. Gli insetti sono anche ricchi di aminoacidi essenziali, che sono un fattore limitante in molti ingredienti dei mangimi (allegato 5). Gli insetti commestibili sono anche una buona fonte di lipidi, la loro quantità di grasso può variare tra 9 e il 67 per cento. In molte specie, è anche alto il contenuto di acidi grassi polinsaturi essenziali. Queste caratteristiche rendono gli insetti una scelta sana e ideale sia per l'alimentazione umana sia per i mangimi per animali o pesci.

Dato il loro enorme numero e varietà, la scelta degli insetti da allevare può dipendere ed essere adattata alla disponibilità locale, alle condizioni climatiche/stagionalità e dal tipo di alimentazione disponibile. La fonte di cibo per gli insetti può includere crusche, foglie, scarti vegetali, letame e persino legno o sostanze ricche di cellulosa e materiali organici che sono particolarmente adatti per le termiti. Gli insetti possono anche dare un grande contributo alla biodegradazione dei rifiuti giacché demoliscono la materia organica finché non viene attaccata da funghi e batteri e mineralizzata in elementi nutritivi.

La coltura degli insetti non è così impegnativa come per gli altri animali in quanto l'unico fattore limitante è il cibo e non lo spazio di allevamento. La limitatezza dello spazio necessario per questo tipo di allevamento significa che nelle aziende agricole che allevano insetti possono essere riservati spazi molto limitati con costi di investimento molto contenuti. Inoltre, gli insetti sono creature a sangue freddo, questo significa che la loro efficienza di conversione dei mangimi in carne è molto più elevata degli animali terrestri e simile a quella del pesce. Ci sono molte opzioni disponibili per l'allevamento degli insetti, per ulteriori informazioni in materia visitare la sezione "approfondimenti". Tra le molte specie disponibili, una specie interessante da utilizzare come mangime per il pesce è la mosca soldato (vedi sotto).

La mosca soldato

Le larve di mosca soldato, *hermetia illucens*, hanno un contenuto estremamente alto di proteine, sono dunque una fonte preziosa di proteine per il bestiame, incluso il pesce (figura 9.6).



Il ciclo di vita di questo insetto lo rende una comoda e interessante integrazione per un allevamento annesso qualora si disponga di condizioni climatiche favorevoli. Le larve si nutrono di concime, animali morti e scarti di cibo. Nell'allevamento delle mosche soldato questo tipo di rifiuti sono posti in una compostiera che ha un drenaggio e un flusso d'aria adeguato. Le larve, giunte a maturazione, hanno la necessità di strisciare via dalla loro fonte di alimentazione tramite una rampa installata nell'unità di compostaggio che porta ad un secchio di raccolta. In sostanza, divorando i rifiuti le larve accumulano proteine quindi si "accomodano" direttamente nel secchio di raccolta. Due terzi delle larve possono essere trasformate in sostanza alimentare mentre al restante terzo dovrebbe essere consentito di svilupparsi in mosche adulte in una zona separata.

Le mosche adulte non sono un vettore di malattia non hanno apparato boccale, non mangiano e non sono attratte da alcuna attività umana. Le mosche adulte si dedicano esclusivamente all'accoppiamento per poi tornare nell'unità di compostaggio per deporre le uova, morendo dopo una settimana. E' stato dimostrato che la presenza delle mosche soldato è in grado di ridurre la presenza di mosche e mosconi nelle strutture di allevamento e può effettivamente ridurre il carico patogeno nel compost. In ogni caso prima di alimentare con le larve i pesci, le larve devono essere messe in sicurezza con la cottura in forno (170 °C per 1 ora) che distrugge qualsiasi patogeno e le larve essiccate che ne derivano possono essere macinate e trasformate in mangime.

Moringa o kalamungay

Moringa oleifera è una specie di albero tropicale molto ricco di sostanze nutritive, tra cui proteine e vitamine. La pianta viene considerata un alimento eccellente e attualmente viene usato per combattere la malnutrizione. Può dunque rappresentare per il pesce una preziosa integrazione alimentare fatta in casa proprio in virtù del suo contenuto in nutrienti essenziali. Tutte le parti della pianta sono commestibili per il consumo umano ma per acquacoltura vengono utilizzate solitamente le foglie. In effetti in diversi progetti di acquaponica di piccola scala in Africa le foglie di questo albero sono l'unica fonte di alimentazione per la tilapia. Gli alberi di Moringa sono di rapida crescita e resistenti alla siccità e di facile propagazione attraverso talee o semi. Tuttavia, essi sono intolleranti al gelo, non sono dunque adatti per ambienti particolarmente freddi. Per la produzione delle foglie, tutti i rami vengono raccolti fino al tronco principale quattro volte l'anno in un processo chiamato cimatura.

9.1.3 Raccolta dei semi

Raccogliere i semi dalle piante adulte è un altro importante risparmio di costi e collegato ad una strategia di coltivazione sostenibile in molti tipi di agricoltura di piccola scala. E' particolarmente efficace in acquaponica perché le piante sono l'obiettivo della produzione primaria. La raccolta dei semi è un semplice processo, che possiamo suddividere in due grandi categorie, raccolta di semi secchi o di frutti che contengono semi umidi. In generale si devono usare solo i semi di piante mature, i semi delle piante giovani non germinano e quelli delle piante troppo vecchie avranno già disperso i loro semi. Evitare di raccogliere i semi da piante ibride che possono essere sterili. La raccolta del seme da molte piante aiuta a mantenere la diversità genetica e le piante sane. Inoltre sarà sempre possibile attuare lo scambio di semi con altri agricoltori su piccola scala.

Raccolta di seme secco

Questa sottocategoria comprende basilico, lattuga, rucola e broccoli. Semi di alcuni di queste piante possono essere raccolti durante tutto il ciclo di crescita, ad esempio basilico (figura 9.7).

Altri semi possono essere raccolti solo dopo che la pianta ha completato del tutto la maturazione e non è più utilizzabile come verdura, per esempio lattuga e broccoli. In generale il procedimento è quello di tagliare la pianta secca o matura ponendola all'interno di una grande sacchetto di carta e lasciarvela per 3-5 giorni in un locale fresco e buio. Durante questo tempo è utile scuotere leggermente il sacchetto di carta sigillato per favorire il rilascio dei semi. Quindi aprire il sacchetto e agitare il gambo un'ultima volta mentre ancora all'interno della busta, dunque rimuovere i gambi e frammenti di piante e passare al setaccio il contenuto per raccogliere i restanti semi. Riunire nuovamente i semi dentro un sacchetto di carta, facendo in modo di trattenere solo i semi e senza residui.



Raccolta di semi umidi

Questa sotto-categoria comprende cetrioli, pomodori e peperoni. I semi si sviluppano all'interno del frutto vero e proprio, di solito rivestito da un sacco di gel, che impedisce la germinazione dei semi. Quando i frutti sono pronti per il raccolto, rimuovere il frutto dalla pianta, aprire il frutto con un coltello e raccogliere i semi all'interno utilizzando un cucchiaino. Prendete i semi rivestiti con gel e dopo averli messi in un setaccio e iniziare a lavare via il gel con l'aiuto di acqua e un panno morbido. Poi, prendere i semi e asciugarli all'ombra, muovendoli di tanto in tanto fino a quando saranno completamente asciutti. Infine, rimuovere qualsiasi traccia di gel o residui vegetali rimasti e conservarli in un piccolo sacchetto di carta.

Conservazione dei semi

Si raccomanda di conservare i semi all'interno di sacchetti di carta o buste sigillate in un luogo fresco, asciutto e buio con un'umidità minima. Un piccolo frigorifero è un luogo perfetto per conservare i semi, meglio se in un contenitore ermetico con un sacchetto essiccante (cioè gel di silice) mantenere sempre l'umidità al di sotto dei livelli richiesti ai funghi per svilupparsi. Per eliminare il rischio di malattie o la germinazione precoce è fondamentale fare in modo che nei sacchetti siano presenti solo i semi e nessun altro residuo vegetale o tracce di terreno. Detriti e umidità possono anche stimolare lo sviluppo di funghi e muffe che possono danneggiare i semi. Una volta messi i semi nei sacchetti, scrivere a mano la data e tipo di semente. Per ottenere alte percentuali di germinazione, i semi dovrebbero essere usati nel giro di 2-3 stagioni.

9.1.4 La raccolta dell'acqua piovana

Anche la raccolta dell'acqua piovana per alimentare gli impianti acquaponici è un modo efficace per ridurre costi di gestione. Ci sono diversi vantaggi nell'utilizzare per gli impianti acquaponici l'acqua piovana. Il primo e principale è che la pioggia è gratuita. I sistemi acquaponici descritti in questa pubblicazione perdono l'1-3 per cento dell'acqua ogni giorno, per lo più a causa della traspirazione delle piante attraverso il foglie.

L'acqua è una risorsa preziosa e in alcune aree può essere costosa e non sempre disponibile. Il secondo vantaggio è che la maggior parte delle acque piovane è di alta qualità. L'acqua piovana è improbabile che contenga tossine o agenti patogeni. L'acqua piovana non contiene sali. L'acqua piovana ha anche bassi livelli di durezza totale (GH) e di durezza temporanea (KH), ed è di solito leggermente acida. Questo è molto utile, soprattutto nelle zone in cui l'acqua ha una forte alcalinità, perché l'acqua piovana può compensare la necessità di correzione dell'acqua in ingresso per mantenere il sistema acquaponico nell'intervallo di pH ottimale di 6,0-7,0.

Tuttavia, il basso KH dell'acqua piovana significa che l'acqua piovana offre un tampone limitato contro mutamenti pH verso l'acidità. Pertanto, se si utilizza l'acqua piovana come fonte principale di acqua, dovrebbe essere aggiunto carbonato di calcio, e come descritto nella sezione 3.5.2. fare attenzione alle superfici sulle quali si raccoglie l'acqua piovana e cercare di evitare di raccogliere l'acqua ove si posino uccelli o dove vi siano accumuli di feci. Un metodo semplice per ridurre il rischio di contaminazione da parte di elementi patogeni è di realizzare una filtrazione a sabbia, che può essere ottenuta semplicemente per percolazione dell'acqua in un filtro di sabbia fine alto 50-60 cm e la raccolta dell'acqua filtrata all'apertura inferiore del serbatoio. La raccolta dell'acqua piovana può essere facilmente ottenuta collegando un grande contenitore pulito dalle grondaie di un edificio o di una casa (figura 9.8).

Ad esempio, una superficie di 36 mq raccoglierà 11.900 litri di acqua da una precipitazione cumulata minima di 330 millimetri di pioggia all'anno. Parte di quest'acqua andrà perduta, ma se ne raccoglierà abbastanza per soddisfare le esigenze di un piccolo impianto acquaponico. Gli impianti qui descritti utilizzano, in media, 2.000-4.000 litri di acqua all'anno. Raccogliere l'acqua piovana è relativamente facile; immagazzinare l'acqua raccolta è più importante e può essere più impegnativo. L'acqua deve essere trattenuta fino a quando il sistema ne ha necessità e deve essere tenuta pulita. I contenitori devono essere coperti con uno schermo per evitare alle zanzare e ai detriti di entrare. Mantenere un paio di guppy o avannotti di tilapia nel contenitore dell'acqua piovana aiuta anche a eliminare eventuali insetti e un aereatore a pietra porosa impedisce lo sviluppo dei batteri anaerobi.



9.1.5 Tecniche costruttive alternative per gli impianti acquaponici

L'ingegno umano ha fornito innumerevoli variazioni sul tema di fondo dell'acquaponica. Nella sua versione più elementare, l'acquaponica è semplicemente mettere pesce e verdure in diversi contenitori con acqua ossigenata. Vecchi serbatoi dell'acqua, vasche da bagno, barili di

plastica, tavoli, legno e parti metalliche possono essere utilizzati per costruire un impianto acquaponico (figura 9.9).



Zattere per i sistemi DWC possono essere costruite con bambù o plastica riciclata e sistemi a letti di crescita potrebbero essere riempiti con ghiaia disponibile localmente. Accertarsi sempre che nessuno dei componenti (vasca per i pesci, letti di crescita, tubi di coltivazione e raccorderia) siano stati utilizzati precedentemente in presenza di sostanze tossiche o nocive che possono danneggiare i pesci, le piante o gli esseri umani. Inoltre, è necessario lavare accuratamente qualsiasi materiale prima di utilizzarlo.

Il sistema acquaponico meno costoso consiste in un grande buco nel terreno, rivestito da un telo di plastica in polietilene spesso 0,6 millimetri per realizzare uno stagno a buon mercato. Questo stagno sarà difeso con una rete per separare il pesce dalle piante. Un lato dello stagno è utilizzato per contenere il pesce, ospitato con una densità relativamente bassa, mentre l'altro lato è una vasca DWC coperto con lastre di polistirene estruso. Aerazione e movimento dell'acqua sono sempre necessari, ma possono essere ottenuti o attraverso la caduta dell'acqua da un'altezza relativamente bassa o anche tramite il pompaggio alimentato dalla forza muscolare umana. Questo approccio può essere utilizzato in luoghi dove barili e contenitori IBC sono troppo costosi per gli agricoltori. L'appendice 8 mostra i metodi per costruire un impianto acquaponico utilizzando contenitori IBC, che possono essere facilmente reperibili in tutto il mondo. Inoltre, la sezione dedicata agli approfondimenti elenca due diverse guide per l'acquaponica fai-da-te .

9.1.6 Energia alternativa per gli impianti acquaponici

Il funzionamento delle elettropompe dell'impianto, sia per l'aria che per l'acqua, richiede una fonte di energia. Solitamente è usata la normale rete elettrica, ma non è strettamente necessario. Questi sistemi possono funzionare completamente anche con energie rinnovabili. Specificare i particolari per la costruzione di sistemi di energia rinnovabile esula dalle finalità della presente pubblicazione, ma tali risorse sono elencate nella sezione approfondimenti.

Energia elettrica fotovoltaica

I pannelli solari convertono la radiazione elettromagnetica proveniente dal sole in energia termica o energia elettrica (figura 9.10).

Le pompe per l'acqua e l'aria di un sistema acquaponico possono essere alimentate con energia solare mediante celle solari fotovoltaiche, un inverter di tensione AC/DC e batterie di grandi dimensioni possono garantire la potenza per 24 ore e la fornitura di notte o nelle giornate nuvolose. Sebbene altamente sostenibile, l'energia solare comporta una grande investimento iniziale a causa dei costi dell'equipaggiamento extra necessario per convertire e immagazzinare l'energia da celle fotovoltaiche. Però, in alcune zone ci sono incentivi per usare energia solare che può rendere compatibile il costo sostenuto.



Isolamento

In inverno, può essere necessario riscaldare l'acqua. Ci sono molti metodi per ottenere questo riscaldamento utilizzando combustibili fossili. Tuttavia, il più economico di tutti è realizzare un riscaldamento a spirale accoppiandolo con l'isolamento delle vasche. L'isolamento delle vasche

durante i mesi invernali impedisce la dispersione di calore. In realtà la dispersione del calore attraverso l'attività delle pietre porose per l'aria è significativa, quindi è meglio coprire e isolare il biofiltro o adottare soluzioni di aerazione alternative che evitino il gorgogliamento dell'aria.

Riscaldamento a spirale

Il riscaldamento a spirale è una forma di acquisizione di calore passivo dall'energia solare. L'acqua dal sistema circola attraverso il tubo nero, avvolto in una spirale. La plastica nera cattura il calore dal sole e lo trasferisce all'acqua. Per riscaldare ulteriormente il sistema, la bobina di riscaldamento a spirale può essere contenuta all'interno di una piccola cassa con un pannello di vetro che funge da mini-serra. Anche un fondo nero della cassa può contribuire ad aumentare ulteriormente il calore. Per il sistema qui descritto, le dimensioni consigliate sono un tubo di 25 mm di diametro con una lunghezza 40-80 m (figura 9.11).



9.2 Garantire livelli di acqua adeguati per impianti di piccole dimensioni

Uno dei disastri più comuni per gli impianti acquaponici commerciali su piccola scala è una perdita di acqua che possa svuotare l'impianto. Tale evento può essere catastrofico, poiché ucciderà tutti i pesci e distruggerà il sistema. Ci sono diverse cause per le quali ciò può accadere, la mancanza di elettricità, l'ostruzione dei tubi, gli scarichi lasciati aperti, la mancata aggiunta di nuova acqua o l'interruzione del flusso d'acqua dalle vasche dei pesci. Tutti questi problemi possono essere fatali per il pesce nel giro di poche ore, se non sono affrontati immediatamente. Di seguito è riportato un elenco dei modi per prevenire alcune delle situazioni di cui sopra.

9.2.1 Interruttori a galleggiante

I galleggianti sono dispositivi economici utilizzati per controllare la pompa in funzione del livello dell'acqua



Se il livello dell'acqua nel pozzetto del serbatoio scende sotto una certa altezza, l'interruttore spegne la pompa. Questo impedisce alla pompa di pompare tutta l'acqua dalla vasca. Analogamente, galleggianti possono essere usati per riempire il sistema acquaponico. Un galleggiante è simile al rubinetto a sfera del wc e una valvola può garantire che il livello dell'acqua non scenda al di sotto di un certo punto. In caso di eventi con perdita di acqua, come un tubo rotto, questo metodo potrebbe garantire la sopravvivenza dei pesci ma può rendere l'allagamento molto più grave, e dunque può non essere adatto per applicazioni indoor.

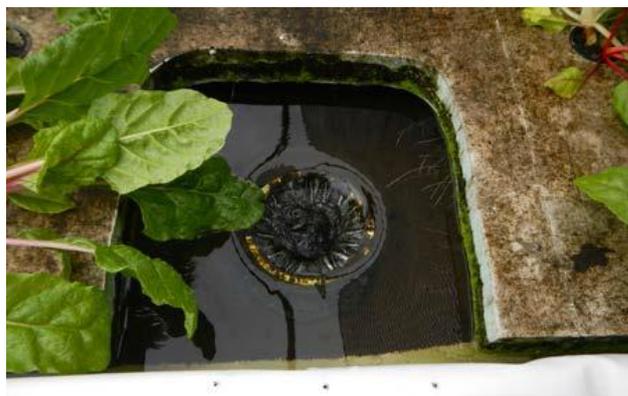
9.2.2 Tubi di troppo pieno

Sono tubi di scarico di ritorno dell'acqua in un punto più alto dell'impianto, in grado di riportare l'acqua al pozzetto nel caso in cui i tubi di scarico normali si intasino. In questi casi, il punto più alto è la vasca dei pesci, ma altri sistemi hanno i letti di coltivazione come punto più alto del circuito. Indipendentemente da ciò, se i tubi si ostruiscono, circostanza che può verificarsi se foglie di piante, substrato o scarti di pesce si accumulano, i tubi di troppo pieno possono far defluire in sicurezza l'acqua di nuovo giù nel pozzetto.



9.2.3 Tubi di livello

Tubi di livello pieno sono utilizzati per impedire a tutta l'acqua di defluire, sono tipicamente installati nelle vasche dei pesci. All'interno del serbatoio un tubo verticale viene inserito sullo scarico. Questa tecnica definisce l'altezza della colonna d'acqua; tuttavia, questa soluzione significa anche che l'acqua non viene drenata dal fondo della vasca dei pesci, a meno che un tubo largo e più alto con ampie aperture in basso non sia posizionato per circondare il tubo di livello. Facendo così, l'acqua entra dal fondo e defluisce



in alto nell'intercapedine stretta fino a quando non esce dalla parte superiore del tubo di livello (stand pipe). Questo metodo è molto sicuro, ma richiede che il tubo esterno più grande sia periodicamente rimosso per levare i rifiuti che si possono incastrare nell'intercapedine tra i due tubi.

9.2.4 Recinzioni per gli animali

Animali opportunisti e uccelli possono anche causare la perdita di acqua, eliminando, spostando o rompendo i tubi dell'acqua nella ricerca di acqua da bere o di pesce e verdura da mangiare. Per evitare questo può essere installata una semplice recinzione.

9.3 L'integrazione dell'acquaponica con altre tecniche agricole

I sistemi acquaponici possono essere usati da soli, ma possono diventare uno strumento interessante per la coltivazione su piccola scala se usati in combinazione con altre tecniche di agricoltura. È già stato affrontato il tema di come altre piante e insetti possono essere "coltivati" per integrare la dieta dei pesci, ma l'acquaponica può anche aiutare il resto dell'orto. In generale, l'acqua ricca di sostanze nutritive proveniente da un impianto acquaponico può essere condivisa tra le altre zone di produzione dell'azienda.

9.3.1 Irrigazione e fertilizzazione

Gli impianti acquaponici sono una fonte di acqua ricca di sostanze nutritive per la produzione di ortaggi. Questa acqua può essere utilizzata anche per concimare piante ornamentali, prati o alberi. L'acqua dell'acquaponica è un ottimo fertilizzante organico per tutte le attività di produzione che utilizzano il suolo. L'acqua di acquaponica può essere periodicamente prelevata dal sistema per irrigare, dando al terreno un apporto di nutrienti essenziali utili alle colture orticole. Se si coltivano ortaggi da frutto (ad es. pomodori) utilizzando vasi disposti in giardino intorno ad un impianto acquaponico o in qualsiasi spazio con un buon accesso alla luce solare, l'acqua dell'impianto può

anche essere usata come fertilizzante ricco di nitrati durante le prime fasi di crescita di foglie e fusto. L'acqua dell'acquaponica è anche molto utile per la germinazione dei semi.

9.3.2 Letti di crescita a irrigazione capillare (wicking beds)

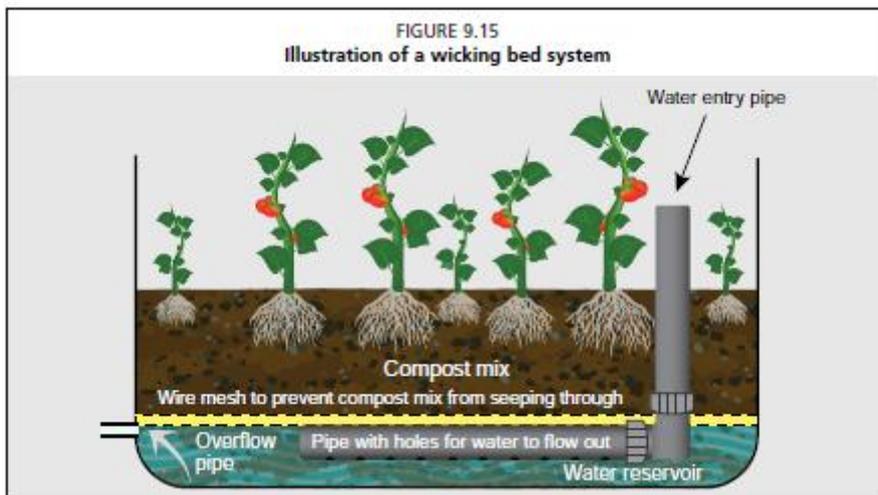
I letti di crescita a irrigazione capillare (letteralmente letti a “stoppino”) sono un'altra forma di letti di coltivazione sollevati che usa in modo estremamente efficiente l'acqua. Il letto stesso ha un serbatoio d'acqua sul fondo del contenitore riempito con ghiaia grossolana. Sopra questa ghiaia viene stesa una buona miscela di terreno in grado di assorbire l'umidità. Queste due zone sono separate da un tessuto non tessuto che non si vede all'esterno. Le piante sono piantate nel suolo. Un tubo di ricarica scende attraverso la zona superiore del terreno giù nel fondo dove c'è la ghiaia che funge da serbatoio dell'acqua. L'acqua viene assorbita per capillarità verso l'alto dal serbatoio fino nella zona principale di coltivazione.

Ciò elimina la necessità di innaffiare dall'alto e viene persa molta meno acqua per evaporazione. Le radici crescono in un terreno umido e hanno un approvvigionamento continuo di acqua, ossigeno e sostanze nutritive. I letti di crescita a “stoppino” possono essere innaffiati con acqua normale, ma utilizzando acqua dell'acquaponica

si forniscono anche sostanze nutritive e si evita la necessità di aggiungere fertilizzanti. Un'uscita collocata nella parte inferiore dei contenitori aiuta a ricambiare periodicamente l'acqua prevenendo l'accumulo di sali e/o la creazione di zone anaerobiche.

I letti a “stoppino” sono un ottimo metodo di coltivazione di ortaggi in luoghi aridi, giacché è necessaria solo la metà dell'acqua rispetto ai metodi d'irrigazione tradizionali. I letti traspiranti possono essere realizzati in contenitori stagni o scavati nel terreno e sigillati con un rivestimento di polietilene che trattiene l'acqua, rendendoli ideali per la produzione di cibo nelle zone aride e semiaride, aree urbane con poco o nessun accesso al terreno.

Un altro metodo è quello di collocare un letto traspirante ad un'altezza superiore rispetto a un letto di crescita all'interno dell'impianto acquaponico. Il tessuto geotessile crea essenzialmente un passaggio unidirezionale, mantenendo il suolo fuori dal sistema ma permettendo all'acqua di filtrare fino alla zona delle radici. Questo metodo può essere usato per coltivare tuberi e ortaggi a radice come la radice di taro, cipolle, barbabietole e carote. Per ulteriori informazioni sul concetto di wicking bed, vedere le fonti elencate nella sezione relativa agli approfondimenti.



9.4 Esempi di configurazioni acquaponiche su piccola scala

L'acquaponica è stata impiegata con successo in una vasta gamma di situazioni. Inoltre, le tecniche acquaponiche sono state riviste per soddisfare le esigenze e gli obiettivi dei diversi agricoltori ben oltre i comuni IBC o i metodi con fusti di plastica (descritti in questa pubblicazione). Ci sono molti esempi, alcuni di questi sono stati selezionati per evidenziare l'adattabilità e la diversità delle possibili soluzioni tecniche dell'acquaponica.

9.4.1 Acquaponica di sostentamento in Myanmar

Un sistema acquaponico pilota è stato costruito in Myanmar per promuovere l'agricoltura su micro-scala durante la realizzazione di un progetto al femminile finanziato dalla Cooperazione italiana allo sviluppo. L'obiettivo era quello di creare un impianto produttivo con criteri low-tech e low-cost utilizzando materiali disponibili localmente e reso autonomo da pannelli solari. L'impianto ospita tilapie e una vasta gamma di ortaggi, ed è stato utilizzato per lo sviluppo di un'analisi costi-benefici, comprensivo degli ammortamenti, per impianti di scala familiare con l'obiettivo di assicurare un reddito giornaliero di 1,25 dollari americani fissato dall'Obiettivo di Sviluppo del Millennio (figura 9.17).

Fig. 9.17 - Un telaio di bambù è riempito di terreno (a), scavato e poi foderato con polietilene per creare una vasca di allevamento e un letto di crescita (b)



Utilizzando prezzi locali, un impianto acquaponico di 27 m² collocato all'interno di una struttura di bambù e rete alimentato da pannello solare costa 25 dollari americani/m². Questo sistema fornisce un utile netto di 1,6-2,2 dollari/giorno dalle verdure e una razione giornaliera di 400 g di tilapia per il consumo domestico.

Il periodo di rientro è 8,5-12 mesi a seconda delle colture. Una struttura coperta di rete fine impedisce l'accesso dei parassiti ed evita i problemi stagionali dovuti alle avverse condizioni climatiche (pioggia). L'allevamento di avannotti, molto comune tra gli agricoltori in Sud-Est asiatico, potrebbe essere un'altra opzione interessante per un impianto acquaponico, per sostenere ulteriormente gli scarsi redditi delle famiglie prive di terra.

Questo progetto pilota ha dimostrato che gli impianti acquaponici potrebbero svolgere un ruolo importante nel garantire cibo e sostentamento in molte aree in tutto il mondo. La produzione di pesci e piante su piccoli appezzamenti permette alle persone vulnerabili di produrre reddito, fornisce reddito alla famiglia e rivaluta il ruolo delle donne nella comunità.

9.4.2 Acquaponica in ambiente salino

L'integrazione di un'attività agricola con l'acquicoltura marina o salmastra fornisce nuove opportunità di produrre cibo nelle zone costiere o tendenti alla salinità dove l'agricoltura tradizionale non può svilupparsi. La coltura indoor di animali acquatici, al di là dei benefici ambientali legati a un controllo dell'inquinamento o al recupero del paesaggio, è benefico perché consente un maggiore controllo dei fattori di produzione e la riduzione dei rischi legati a contaminanti o agenti patogeni. Anche se l'acqua salata non è l'ideale per la coltivazione delle piante, in quanto crea shock osmotici e limita la crescita a causa della tossicità del sodio, è comunque possibile coltivare alcune piante utili in condizioni di bassi tassi di salinità. Una vasta gamma di piante è in grado di beneficiare delle ricche di sostanze nutritive dei sistemi acquaponici. Le piante alofite (Specie resistenti alla salinità) possono incrementare la produzione alimentare in zone aride e saline e aumentare la produttività agricola.

Fig. 9.18 - *Salsola* spp.
Crescendo in acqua salata due terzi rispetto al mare.
Salsola produce 2-5 kg/m² ogni mese



Alcune specie sono colture speciali altamente apprezzate, come la *Salsola* spp., il finocchio di mare, *Atriplex* spp. o *Salicornia* spp., mentre altre vengono raccolte per i semi, come miglio perlato, la quinoa, il crine marino e altri ancora possono essere coltivati per il biodiesel. Le condizioni saline ideali per le piante alofite sono tra di un terzo e la metà della salinità del mare, ma alcune piante sono tolleranti a condizioni ipersaline.

L'adattamento delle piante orticole all'acqua salina è una delle più grandi sfide della agricoltura moderna. E' tuttavia già possibile

coltivare direttamente alcune specie orticole con acque salmastre. La maggior parte delle piante appartenenti alla famiglia Chenopodiaceae (barbabietola, bietola) possono facilmente crescere in una salinità da un sesto a un terzo di quella del mare a causa loro maggiore resistenza alla salsedine. Altre specie comuni come il pomodoro e basilico possono conseguire una notevole produzione fino a un decimo della salinità del mare a condizione che vengano adottate strategie agronomiche adeguate: aumento delle concentrazioni di nutrienti, varietà adattate, l'innesto con portinnesti resistenti al sale e maggiori densità di impianto. Va evidenziato che le caratteristiche qualitative delle coltivazioni saline sono superiori di quelle di acqua dolce, sia per le loro caratteristiche organolettiche, il gusto e la conservabilità.

Fig. 9.19 - Bietola marittima coltivata su un foglio di polistirene in una unità di coltivazione DFT ad un terzo della concentrazione salina marina



Fig. 9.20 - Il pomodoro inchiodato che cresce sulla sabbia ad un concentrazione salina marina



9.4.3 Bumina e Yumina

C'è una tecnica di acquaponica proveniente dall'Indonesia che merita particolare attenzione. A Bahasa in Indonesia, questa tecnica è chiamata Bumina e Yumina, tradotto letteralmente in "Frutto-pesce" e "vegetale-pesce". Questo nome dimostra come siano intimamente legati piante e pesci all'interno di un sistema acquaponico. Bumina e Yumina sono essenzialmente una versione della tecnica del letto di crescita (quello con argilla espansa o substrati similari). I pesci sono alloggiati all'interno di un laghetto scavato nel terreno, rivestito con sacchi di sabbia o mattoni forati. Questo stagno è rivestito con un telo o, meglio, un rivestimento in polietilene. Il rivestimento è necessario per evitare indesiderate reazioni biologiche e chimiche che si verificano all'interno dei sedimenti sul fondo e aiuta a mantenere il sistema pulito. In alternativa, i pesci sono alloggiati all'interno di una cisterna di cemento sollevata. L'acqua viene pompata sopra questo stagno in un serbatoio, di solito costituito da una grande botte di plastica. Questo barile può contenere materiale filtrante meccanico e biologico se il coefficiente di densità dei pesci è elevato. Da questa botte, l'acqua si distribuisce per gravità, attraverso un tubo di distribuzione. L'intero stagno è contornato da contenitori, vasi e simili che sono pieni di un substrato che consente l'affrancamento delle radici per la crescita delle piante. Il tubo di distribuzione è collocato in cima a questi vasi disposti in cerchio e

l'acqua viene erogata attraverso piccoli fori. L'acqua irriga e fertilizza le piante in questi vasi e quindi esce dal fondo dei contenitori di nuovo nella vasca dei pesci. L'effetto cascata d'acqua aiuta anche l'aerazione del bacino.

Fig. 9.21 - Sistemi di Bumina in Indonesia con vasca centrale per il pesce in cemento (a, b) circondati da letti di crescita satellitari coltivati a fragole (c) e a pomodori (d)



Bumina e Yumina sono usati come una componente importante di sistemi di autoproduzione di cibo promosso da iniziative per la sicurezza in tutta l'Indonesia volte ad aumentare la produzione domestica di proteine.

L'investimento iniziale di questi sistemi è inferiore a quella dei sistemi IBC descritti in questa pubblicazione, ma richiede uno stagno interrato perciò sono inapplicabili per ambienti urbani e per applicazioni in ambienti interni o sui tetti.

9.5 Riassunto del capitolo

- J La preparazione di un compost può essere utilizzata per integrare i nutrienti per le piante prodotti su piccola scala mediante compostaggio degli scarti vegetali.
- J E' possibile produrre alternative o integrazioni ai mangimi integrando nel sistema piante quali la lenticchia d'acqua, *Azolla* spp., *Moringa* oppure allevando insetti.
- J I semi possono essere raccolti e conservati utilizzando tecniche semplici per ridurre i costi di risemina.
- J La raccolta e la conservazione dell'acqua piovana fornisce un modo conveniente di reintegro dell'acqua nel sistema.
- J Ridondanze e metodi di salvaguardia dagli errori dovrebbero essere impiegati per prevenire eventi catastrofici come perdite di acqua che possono uccidere i pesci.
- J L'acqua dei sistemi acquaponici può essere utilizzata per fertilizzare e irrigare altre attività orticole.
- J Esistono molti tipi e metodi di acquaponica che vanno oltre gli esempi descritti in questa pubblicazione.