

Acquaponica

SOMMARIO dei CONTENUTI

opuscolo di rapido riferimento

Nota: La sezione seguente riproduce i riepiloghi dei capitoli della pubblicazione FAO sull'acquaponica (cfr. Citazione sotto). È destinata ad essere un estratto breve e facile da riprodurre, previsto per l'utilizzo in occasioni di istruzione, divulgazione e diffusione.

È stato progettato per essere fornito agli studenti, ai lavoratori e agli agricoltori.

Il documento tecnico completo può essere trovato all'indirizzo: www.fao.org/publications/en/

Somerville, C., Cohen, M., Pantanella, E., Stankus, A. & Lovatelli, A. 2014. *Small-scale aquaponic food production. Integrated fish and plant farming*. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper. No._589. Rome, FAO. 262_pp.

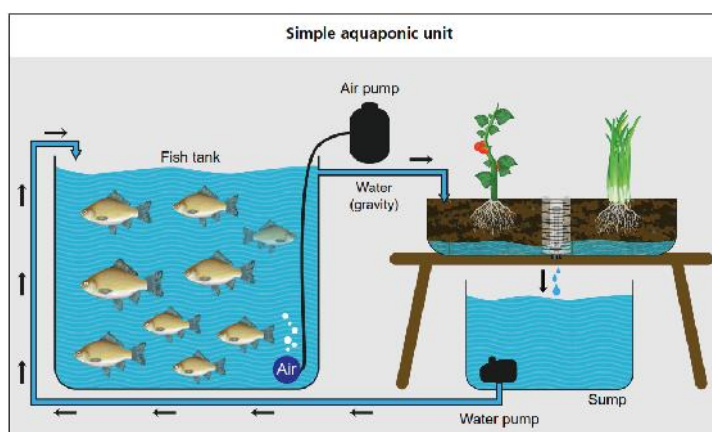
INTRODUZIONE ALL' ACQUAPONICA

L'acquaponica è l'integrazione del sistema di acquacoltura a ricircolo (RAS) e la coltivazione idroponica in un unico sistema produttivo. In un'unità acquaponica, l'acqua dalla vasca dei pesci passa attraverso i filtri, circola nelle vasche dove crescono i vegetali e poi torna alla vasca dei pesci. Nei filtri l'acqua viene pulita dai rifiuti dei pesci, prima da un filtro meccanico che rimuove la parte solida e poi passa ad un biofiltro che elabora i rifiuti disciolti. Il biofiltro fornisce ai batteri uno spazio per convertire l'ammoniaca, che è tossica per i pesci, in nitrato, adeguato alla la nutrizione delle piante. Questo processo è chiamato nitrificazione. Quindi l'acqua (contenente nitrato e altri nutrienti) raggiunge le piante che crescono nei letti di crescita, le piante assorbono questi nutrienti, infine l'acqua torna alla vasca dei pesci purificata. Questo processo consente ai pesci, alle piante e ai batteri di prosperare in modo simbiotico e lavorare insieme per creare un ambiente sano l'uno per l'altro, a condizione che il sistema sia adeguatamente bilanciato.

Anche se la produzione di pesce e verdure è il risultato più visibile di un impianto acquaponico, è essenziale comprendere che l'acquaponica è la gestione di un ecosistema completo che comprende tre grandi gruppi di organismi: pesci, piante e batteri.

Nei sistemi acquaponici, l'effluente dell'acquacoltura viene deviato attraverso i letti di crescita delle piante e non viene rilasciato nell'ambiente, allo stesso tempo fornisce le sostanze nutritive per le piante da una fonte sostenibile, economica e non chimica. Questa integrazione rimuove alcuni dei fattori di criticità sotto il profilo della sostenibilità sia dell'acquacoltura che dell'idroponica se considerati come sistemi indipendenti. Oltre ai vantaggi derivanti da questa integrazione, l'acquaponica ha dimostrato che le sue produzioni vegetali e di pesci sono paragonabili a quelle idroponiche e dei sistemi RAS (acquacoltura a ricircolo). In certe situazioni l'acquaponica può essere molto più produttiva ed economicamente fattibile, specialmente quando la disponibilità di terra e di acqua sono limitate. Tuttavia, l'acquaponica è complicata e richiede costi di avviamento non trascurabili.

L'aumento della produzione deve compensare i maggiori costi di investimento necessari per integrare i due sistemi. Prima di impegnarsi in un sistema di grandi dimensioni o costoso, dovrebbe essere predisposto un progetto aziendale completo considerando aspetti ambientali, sociali e logistici oltre a quelli



economici.

ESTRATTO DEI PRINCIPALI CONTENUTI DEL VOLUME

Sintesi del capitolo 1

I PREGI E I DIFETTI DELLA PRODUZIONE ALIMENTARE ACQUAPONICA

I principali **vantaggi** della produzione alimentare acquaponica sono:

- un sistema di produzione alimentare sostenibile e intensivo.
- Fornisce due alimenti/prodotti agricoli (pesce e verdure) ottenuti da un'unica fonte di azoto (mangime per pesci).
- Consente un uso dell'acqua estremamente efficiente.
- Non richiede terreno.
- Non utilizza fertilizzanti o pesticidi di sintesi.
- Offre rendimenti più elevati e produzioni di qualità.
- Realizza una gestione della produzione simile a quella comunemente chiamata "Organica".
- Offre un alto livello di biosicurezza e minori rischi derivanti da agenti inquinanti esterni.
- Favorisce un maggior controllo sulla produzione che porta a minori perdite.
- Può essere utilizzata su terreni non arabili come deserti, suoli degradati o salati, isole sabbiose.
- Crea pochi rifiuti.
- Presenta attività quotidiane, come la raccolta e la messa a dimora, meno faticose e che quindi possono essere affrontate da tutti, senza distinzioni di genere ed età.
- Consente in molti luoghi una produzione economica, sia di risorse alimentari per l'autoconsumo sia di merci commercializzabili.
- Può essere realizzata con materiali da costruzione, attrezzature e fonti informative ampiamente disponibili.

I principali **punti deboli** della produzione alimentare acquaponica sono:

- La necessità di affrontare elevati costi iniziali di avviamento rispetto alla produzione vegetale su terreno o idroponica.
- Per avere successo è necessario che ogni agricoltore abbia una buona conoscenza di pesci, batteri e produzione vegetale.
- Le necessità dei pesci e dei vegetali non sempre corrispondono perfettamente.
- Non è consigliata in quei luoghi in cui i pesci e le piante coltivate non possono soddisfare le loro gamme di temperatura ottimali.
- Minori alternative di gestione rispetto all'acquacoltura o a sistemi idroponici affrontati singolarmente.
- Errori o incidenti possono causare il collasso completo del sistema.
- Richiede una gestione quotidiana.
- Richiede una fonte di energia.
- Richiede un accesso affidabile all'energia elettrica, alle fonti di approvvigionamento di avannotti e di semi per le piante.
- La sola produzione acquaponica non fornisce una dieta completa.

Sintesi del capitolo 2

COMPRENDERE L'ACQUAPONICA

- J L'acquaponica è un sistema di produzione che combina piscicoltura con la produzione di ortaggi fuori suolo in un sistema a ricircolo.
- J I batteri nitrificanti aiutano a convertire gli scarti dei pesci (ammoniaca) in alimenti vegetali (nitrati).
- J Lo stesso processo di nitrificazione che avviene nel suolo avviene anche nel sistema acquaponico.
- J La parte più importante di un sistema acquaponico, i batteri, è invisibile a occhio nudo.
- J I fattori chiave per mantenere i batteri sani sono la temperatura dell'acqua, il pH, l'ossigeno disciolto e un'adeguata superficie su cui i batteri possano crescere.
- J I sistemi acquaponici di successo sono equilibrati.
- J Il tasso di alimentazione è il principale parametro per bilanciare la quantità di mangime per pesci in relazione alle quantità di piante coltivate e si misura in grammi di mangime al giorno per metro quadrato di spazio per la crescita delle piante.
- J Il tasso di alimentazione per ortaggi a foglia è di 40-50 g/m²/giorno; ortaggi a frutto richiedono 50-80 g/m²/giorno.
- J Il monitoraggio quotidiano della salute dei pesci e delle piante fornisce informazioni sull'equilibrio del sistema. Malattie, carenze nutrizionali e morte sono i sintomi di un sistema non bilanciato.
- J Il test dell'acqua fornisce informazioni sullo stato del sistema. Elevati livelli di ammoniaca o nitrito sono indice di una biofiltrazione insufficiente; bassi livelli di nitrati indicano troppe piante o una quantità di pesce non sufficiente; l'aumento di nitrati è positivo e indica un livello di nutrienti adeguato per le piante, anche se una parte dell'acqua deve essere sostituita quando i nitrati superano i 150 mg/litro.

Sintesi del capitolo 3

QUALITÀ DELL'ACQUA IN ACQUAPONICA

- L'acqua è la linfa vitale di un impianto acquaponico. Per capire la qualità dell'acqua è molto importante tenere sotto controllo i seguenti parametri fondamentali: l'ossigeno disciolto (DO), il pH, la temperatura dell'acqua, concentrazioni totali di azoto e durezza (KH), nonché conoscere gli effetti di ogni parametro su pesci, piante e batteri. Sono disponibili kit per il test dell'acqua dolce per il pH, l'ammoniaca, nitriti e nitrati. I valori sono determinati confrontando il colore dell'acqua della prova con quello della scheda di riferimento della confezione.
- E' sempre necessario raggiungere dei compromessi per alcuni parametri di qualità dell'acqua per soddisfare le esigenze di ogni organismo del sistema.
- Gli intervalli corretti per ciascun parametro sono i seguenti:

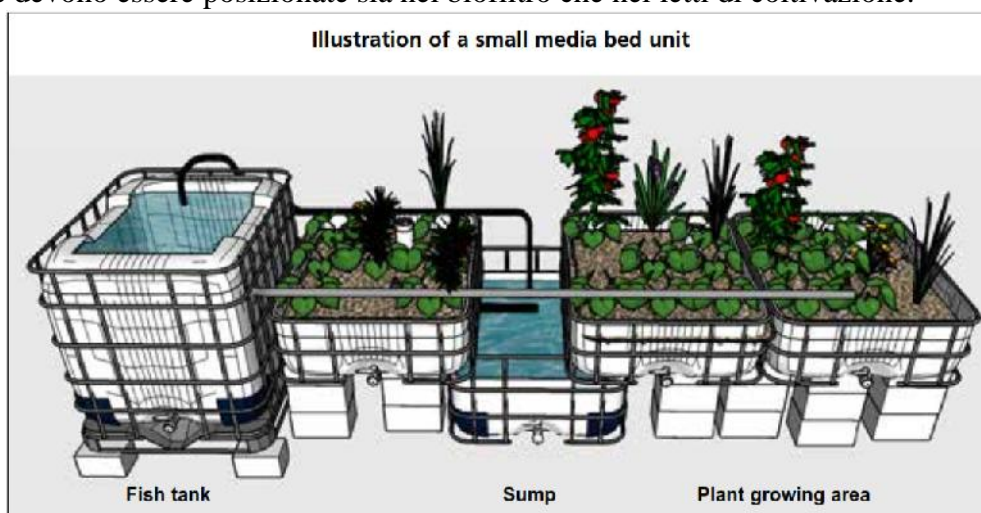
pH	6–7
Temperatura	18–30 °C
Ossigeno disciolto (DO)	5–8 mg/litro
Ammoniaca	0 mg/litro
Nitriti	0 mg/litro
Nitrati	5–150 mg/litro
KH	60–140 mg/litro

- Ci sono modi molto semplici per regolare il pH. Sostanze basiche e meno frequentemente acide, possono essere aggiunte in piccole quantità all'acqua rispettivamente per aumentare o abbassare il pH. Sostanze acide e basiche devono sempre essere aggiunte lentamente e con attenzione. L'acqua piovana può essere utilizzata come alternativa per consentire al sistema di abbassare naturalmente il pH. Inoltre nel lungo periodo i batteri nitrificanti riducono l'alcalinità del sistema. Carbonato di calcio da calcare, conchiglie o gusci d'uovo aumentano KH e il tampone per il pH contro l'acidificazione naturale
- Alcuni aspetti teorici sulla qualità delle acque e sulla chimica dell'acqua necessari per l'acquaponica possono essere complicati, in particolare il rapporto tra pH e durezza, ma i test di base dell'acqua sono utilizzati per semplificare la gestione della qualità delle acque.
- Il test acqua è essenziale per mantenere una buona qualità delle acque del sistema. Misurate e registrate i seguenti parametri di qualità dell'acqua ogni settimana: il pH, la temperatura, nitrati e durezza carbonatica. I test dell'ammoniaca e dei nitriti dovrebbero essere utilizzati in particolare all'avvio del sistema e in caso di anormali mortalità dei pesci tali da sollevare dubbi sulla presenza di eventuali tossicità.

Sintesi del capitolo 4

PROGETTAZIONE DI IMPIANTI ACQUAPONICI

- I principali fattori da tenere in considerazione al momento di decidere dove collocare un impianto sono: stabilità del terreno, accesso alla luce del sole/ombra, esposizione a vento e pioggia, disponibilità materiali riutilizzabili, disponibilità di una serra o tunnel.
- Ci sono tre tipi principali di sistemi acquaponici: il metodo che utilizza un substrato inerte, noto anche come letto di crescita o *growbed system*, il metodo che impiega un velo d'acqua ricco di nutrienti (NFT) e la coltivazione in acqua profonda (DWC), noto anche come metodo zattera o sistema flottante.
- Le componenti essenziali per tutti i sistemi acquaponici sono: le vasche di allevamento dei pesci, il filtro fisico/meccanico e biologico e le pompe per l'acqua e l'aria.
- I letti di crescita (*growbed*) devono: (i) essere realizzati in materiale inerte robusto; (ii) avere una profondità di circa 30 cm; (iii) essere riempiti con un supporto contenente una elevata superficie specifica; (iv) fornire una adeguata filtrazione meccanica e biologica; (v) fornire zone separate per offrire la possibilità di sviluppo a organismi diversi; e (vi) essere sufficientemente bagnate attraverso in sistema di flusso e riflusso o di altre tecniche di irrigazione per garantire una buona filtrazione.
- Per le unità NFT e DWC, sono necessari componenti meccanici e di biofiltrazione al fine di rimuovere i solidi sospesi e ossidare i rifiuti disciolti (ammoniaca a nitrati).
- Per le unità NFT, la portata per ogni tubo di coltivazione deve essere 1-2 litri/minuto per garantire una buona crescita delle piante.
- Per unità DWC ogni vasca deve avere un tempo di ritenzione di 2-4 ore e deve essere assicurata un'alta concentrazione di DO per garantire la salute dei batteri e delle piante.
- La vasca dei pesci deve essere ossigenata per mezzo pietre porose.
- I *growbed* con *medium* inerte tra la zona bagnata e quella secca devono avere una zona allagata ad intermittenza che si avvantaggia un'elevata disponibilità di ossigeno atmosferico.
- Nelle unità NFT, l'aerazione aggiuntiva è fornita nel biofiltro, mentre nei sistemi DWC le pietre di areazione devono essere posizionate sia nel biofiltro che nei letti di coltivazione.



Sintesi del capitolo 5

I BATTERI NELL'ACQUAPONICA

- Nell'acquaponica, l'ammoniaca deve essere ossidata in nitrato per prevenire la tossicità per i pesci.
- Il processo di nitrificazione è un processo in due fasi dove i batteri ammoniacali ossidanti convertono l'ammoniaca (NH_3) in nitriti (NO_2) e quindi i batteri nitriti-ossidanti convertono nitriti in nitrati (NO_3).
- I cinque fattori più importanti per una buona nitrificazione sono: il substrato di crescita con una elevata superficie specifica perché i batteri possano crescere e colonizzare; il pH (6-7); una temperatura dell'acqua (17-34 °C); l'ossigeno disciolto DO (4-8 mg/litro); il riparo dalla diretta esposizione al sole.
- Il ciclaggio del sistema è il processo iniziale di costituzione di una colonia di batteri nitrificanti in una nuova unità di acquaponica. Questo processo comporta l'aggiunta per 3-5 settimane di una fonte di ammoniaca nel sistema (mangime per pesci, fertilizzanti a base di ammoniaca, fino ad una concentrazione in acqua di 1-2 mg/litro) al fine di stimolare la crescita dei batteri nitrificanti. Questo dovrebbe essere fatto lentamente e costantemente. Ammoniaca, nitriti e nitrati sono monitorati per determinare lo stato del biofiltro: il picco e la successiva caduta nella concentrazione di ammoniaca è seguito da un modello simile per i nitriti prima che i nitrati inizino ad accumularsi. Pesci e piante vengono aggiunti solo quando i livelli di ammoniaca e nitriti sono bassi e il livello di nitrato comincia a salire.
- Test per ammoniaca e nitriti vengono utilizzati per monitorare la funzionalità dei batteri nitrificanti e le prestazioni del biofiltro. In un sistema funzionante, ammoniaca e nitriti dovrebbero essere vicino a 0 mg/litro. Alti livelli di ammoniaca o nitrito richiedono un ricambio d'acqua e una azione di gestione. Solitamente la scarsa nitrificazione è dovuta ad una variazione della temperatura dell'acqua, all'ossigeno disciolto (DO) o a sfavorevoli livelli di pH.
- Un'altra classe di microrganismi naturalmente presenti nell'acquaponica è quello di batteri eterotrofi. Essi decompongono i rifiuti solidi organici dei pesci, rilasciando alcuni dei nutrienti in acqua in un processo chiamato mineralizzazione.

Sintesi del capitolo 6

LE PIANTE IN ACQUAPONICA

- J I principali vantaggi dell'acquaponica rispetto all'agricoltura in terra sono:
- (i) nessun fertilizzante sprecato;
 - (ii) minore utilizzo di acqua;
 - (iii) produttività/qualità superiori;
 - (iv) capacità di utilizzare terreni non coltivabili;
 - (v) riduzione di lavorazione del terreno, diserbo e altri tradizionali lavori agricoli.
- J Le piante richiedono luce del sole, aria, acqua e sostanze nutrienti per crescere.
I macronutrienti essenziali sono: azoto, fosforo, potassio, calcio, magnesio e zolfo;
I micronutrienti sono: ferro, zinco, boro, rame, manganese e molibdeno.
Le carenze devono essere affrontate fornendo i nutrienti mancanti con fertilizzante supplementare o aumentando la mineralizzazione della sostanza organica.
- J Il parametro più importante della qualità dell'acqua per le piante è il pH perché influenza la disponibilità dei nutrienti essenziali.
- J L'intervallo di temperatura adatto per la maggior parte degli ortaggi è 18-26 °C, anche se molte verdure sono stagionali. Verdure invernali richiedono temperature di 8-20 °C, e verdure estive richiedono temperature di 17-30 °C.
- J Gli ortaggi a foglia e le verdure vengono molto bene in acquaponica, così come i grandi ortaggi da frutto tra cui pomodori, peperoni, melanzane e cetrioli, piselli e fagioli. Le radici commestibili e i tuberi sono coltivate meno comunemente e richiedono particolare attenzione.
- J Per la produzione integrata e la gestione dei parassiti/malattie si utilizzano mezzi fisici, meccanici e agronomici per ridurre al minimo parassiti/patogeni, e si utilizzano trattamenti biologici e chimici non dannosi per i pesci e in applicazioni mirate, solo quando è necessario.
- J La progettazione di un calendario di semina intelligente deve consentire di:
- massimizzare lo spazio disponibile per le piante,
 - incoraggiare gli insetti benefici
 - migliorare la produzione.
- J Semine scalari prevedono la raccolta continua così come un assorbimento costante dei nutrienti e una qualità dell'acqua più costante.

Sintesi del capitolo 7

I PESCI NELL'ACQUAPONICA

- Si raccomanda l'uso di pellet standard per le produzioni acquaponiche perché sono un mangime complesso contenente il giusto equilibrio di proteine, carboidrati, grassi, vitamine e minerali necessari per il pesce.
- Le proteine sono la componente più importante per la costruzione della massa corporea dei pesci. Nei pesci onnivori come la tilapia e la carpa comune il bisogno di proteine è circa il 32 per cento nella loro dieta, i pesci carnivori hanno bisogno di una frazione proteica superiore.
- Non sovralimentare il pesce e rimuovere gli alimenti non consumati dopo 30 minuti per ridurre i rischi di tossicità dovuti ad ammoniaca o acido solfidrico.
- La qualità dell'acqua deve essere costante. L'ammoniaca e nitriti devono essere prossimi a 0 mg/l a causa della loro tossicità a qualsiasi livello. I nitrati dovrebbero essere inferiori a 400 mg/l. L'ossigeno disciolto (DO) dovrebbe essere almeno 4 mg/litro, meglio se sale fino a 8 mg/litro.
- Tilapie, carpe, pesci gatto e sono estremamente adatti per coltivazioni acquaponiche in condizioni tropicali o aride perché crescono rapidamente e possono sopravvivere in acqua di scarsa qualità e a livelli più bassi DO. Le trote crescono bene in acqua fredda, ma necessitano di una migliore qualità dell'acqua.
- La salute dei pesci deve essere monitorata quotidianamente e lo stress dovrebbe essere ridotto al minimo. La cattiva o incostante qualità delle acque, il sovraffollamento, parassiti e malattie possono essere fonte di stress, che può portare a epidemie.
- Anomalie comportamentali o cambiamenti nel comportamento possono essere indicatori di stress, di cattiva qualità dell'acqua, o di presenza di parassiti o malattie. Prendetevi il tempo per osservare e tenere sotto controllo il pesce al fine di riconoscere precocemente i sintomi e applicare un trattamento.

EQUILIBRIO PESCI/PIANTE: COMPONENTI E CALCOLI

I sistemi acquaponici devono essere bilanciati. I pesci (e quindi il mangime dei pesci) devono fornire alle piante nutrienti adeguati. Il numero di piante dovrebbe essere tale da utilizzare tutti i nutrienti liberati, ma non in eccesso per evitare qualsiasi rischio di carenze. Il biofiltro deve essere abbastanza grande per elaborare tutti i rifiuti dei pesci e con un volume d'acqua adeguato per alimentare il ricircolo di questo sistema. Questo equilibrio può essere difficile da realizzare in un sistema nuovo, ma questa sezione fornisce utili calcoli per stimare le dimensioni di ciascuno dei suoi componenti.

Il modo più efficace per bilanciare un sistema acquaponico è quello di utilizzare il giusto rapporto alimentazione descritto nella sezione 2.1.4 della presente pubblicazione. Questo rapporto è il più calcolo importante nei sistemi acquaponici per far sì che i pesci e le piante possano prosperare in modo simbiotico all'interno dell'ecosistema acquaponico.

Questo rapporto stima quanto mangime per i pesci deve essere aggiunto ogni giorno al sistema e lo si calcola sulla base dell'area disponibile per la crescita delle piante. Questo rapporto dipende dal tipo di piante coltivate; gli ortaggi da frutto richiedono circa un terzo in più di sostanze nutritive per sostenere la fioritura e lo sviluppo dei frutti rispetto agli ortaggi da foglia verde. Il tipo di mangime influenza anche il rapporto di alimentazione, e tutti i calcoli forniti qui si riferiscono ad un mangime standard con il 32% di proteine. Alimenti a bassa tenore proteico possono essere impiegati in quantità più elevate.

Ortaggi da foglia verde	Ortaggi da frutto
40-50 g di mangime per pesci per metro quadrato	40-50 g di mangime per pesci per metro quadrato

Il primo passo raccomandato nel calcolo è quello di determinare quante piante sono necessarie. Le piante sono probabilmente la parte più redditizia nei sistemi acquaponici su piccola scala a causa dell'alto tasso di turnover. In media, le piante possono essere coltivate al seguente densità di impianto. Queste cifre sono solo medie e molte variabili dipendono dal tipo di impianto e dalla dimensione del raccolto e pertanto dovrebbe essere utilizzato solo come orientamento.

Ortaggi da foglia verde	Ortaggi da frutto
20-25 piante per metro quadrato	4 piante per metro quadrato

Scegli l'area di coltivazione necessaria usando i valori di cui sopra (ortaggi da foglia o da frutto). La superficie deve essere scelta dall'agricoltore per soddisfare il mercato o gli obiettivi di produzione di cibo. Questo dipende anche dalla specie coltivata, perché alcune piante richiedono più spazio e crescono più lentamente di altre. Una volta che si è scelto il numero di piante desiderato, è possibile determinare la quantità di superficie di coltivazione necessaria e, di conseguenza, la quantità di mangime ittico che dovrebbe essere aggiunto al sistema ogni giorno. Una volta calcolata la quantità di mangime ittico, è possibile determinare il valore di biomassa dei pesci necessari per consumare il mangime. Pesci di taglia diversa hanno requisiti e regimi alimentari diversi, questo significa che molti piccoli pesci mangiano tanto quanto pochi pesci grandi. In termini di bilanciamento di un'unità acquaponica, il numero effettivo di pesci non è così importante come la biomassa totale dei pesci nella vasca. In media, i pesci consumano l'1-2% del proprio peso corporeo al giorno durante la fase di crescita, che corrisponde ad una massa corporea superiore a 50 g. Al contrario gli piccoli/giovani pesci mangiano più di quelli grandi, come percentuale del peso corporeo.

Rapporto di alimentazione
1-2 % del peso vivo totale al giorno

L'esempio seguente illustra come eseguire questo insieme di calcoli: per produrre 25 cespi di lattuga alla settimana su una superficie di 4 m², un sistema acquaponico dovrebbe avere 10-20 kg di pesce, alimentato con 200 grammi di mangime al giorno. I calcoli sono i seguenti:

Lettuce requires 4 weeks to grow once the seedlings are transplanted into the system, and 25 heads per week are harvested, therefore:

$$25 \text{ heads/week} \times 4 \text{ weeks} = 100 \text{ heads in system}$$

Each 25 heads of lettuce require 1 m² of growing space, therefore:

$$100 \text{ heads} \times \frac{1 \text{ m}^2}{25 \text{ heads}} = 4 \text{ m}^2$$

Each square metre of growing space requires 50 g of fish feed per day, therefore:

$$4 \text{ m}^2 \times \frac{50 \text{ grams feed/day}}{1 \text{ m}^2} = 200 \text{ grams feed/day}$$

The fish (biomass) in a system eats 1–2 percent of their body weight per day, therefore:

$$200 \text{ grams feed/day} \times \frac{100 \text{ grams fish}}{1-2 \text{ grams feed/day}} = 10-20 \text{ kg of fish biomass}$$

Anche se estremamente utile, questo rapporto di alimentazione è veramente solo una guida, in particolare per le piccole unità. Ci sono molte variabili coinvolte in questo rapporto, compresa la dimensione e il tipo di pesce, la temperatura dell'acqua, il contenuto proteico del mangime e le esigenze nutrizionali delle piante, che possono cambiare significativamente durante una stagione di crescita. Questi cambiamenti possono richiedere all'agricoltore la regolazione del regime alimentare. Testare l'acqua per il suo contenuto azotato aiuta a determinare se il sistema resta in equilibrio. Se i livelli di nitrati sono troppo bassi (meno di 5 mg/litro), si deve aumentare lentamente la quantità di mangime giornaliera senza sovralimentare il pesce.

Se i livelli di nitrati sono stabili, allora potrebbero esserci carenze nelle altre sostanze nutritive e potrebbe essere necessaria una integrazione soprattutto per calcio, potassio e ferro. Se i livelli del nitrato aumentano allora potrebbero essere necessari ricambi di acqua occasionali quando il nitrato sale al di sopra di 150 mg/litro. L'aumento dei livelli di nitrati suggerisce che la concentrazione di altri nutrienti essenziali è adeguata.

Practical system design guide for small-scale aquaponic units

Fish tank volume (litre)	Max. fish biomass ¹ (Kg)	Feed rate ² (g/day)	Pump flow rate (litre/h)	Filters volume ³ (litre)	Min. volume of biofilter media ⁴ (litre)		Plant growing area ⁵ (m ²)
					Volcanic tuff	Bioballs®	
200	5	50	800	20	50	25	1
500	10	100	1 200	20–50	100	50	2
1 000	20	200	2 000	100–200	200	100	4
1 500	30	300	2 500	200–300	300	150	6
2 000	40	400	3 200	300–400	400	200	8
3 000	60	600	4 500	400–500	600	300	12

Note:

1. La densità di pesce consigliata si basa su una densità di allevamento massima di 20 kg / 1.000 litri. Densità più elevate sono possibili con ulteriore aerazione e filtrazione meccanica, ma questo è sconsigliato per i principianti.
2. Il tasso di alimentazione raccomandato è di 1 per cento del peso corporeo al giorno per i pesci di più di 100 g di massa corporea. Il tasso di alimentazione è: 40-50 g / m² per le verdure da foglia; e 50-80 g / m² per le verdure da frutto.
3. I volumi del separatore meccanico e del biofiltro dovrebbero essere pari al 10-30% del volume totale delle vasche dei pesci. In realtà, La scelta dei contenitori dipende dalla loro dimensione, dal costo e dalla disponibilità. I biofiltri sono necessari solo per i sistemi NFT e DWC; i separatori meccanici sono utili per unità NFT, DWC e unità letto di crescita con una densità di pesci superiore ai 20 kg/1.000 litri.
4. Queste tabelle presumono che i batteri sono in condizioni ottimali per tutto il tempo. In caso contrario, in certi periodi (inverno), potrebbe essere necessario aggiungere ulteriori mezzi di filtraggio per tamponare eventuali insufficienze nella rielaborazione dei rifiuti organici (buffer). Diversi valori sono forniti per i due biofiltri più comuni basati sulla loro rispettiva superficie specifica.
5. I dati di accrescimento delle piante si riferiscono solo a ortaggi da foglia. Gli ortaggi da frutto richiederebbero un'area leggermente inferiore.

Sintesi del capitolo 8 **GESTIONE E SOLUZIONE DEI PROBLEMI**

8.3.6 Piante – riepilogo

- J Coltivate piante con basse esigenze nutrizionali per i primi mesi, vale a dire la lattuga, fagioli o piselli.
- J Piante con elevate esigenze nutrizionali possono essere coltivate dopo i primi 3-6 mesi.
- J Impiegate piante adatte alla coltivazione acquaponica secondo la stagione.
- J Organizzate un vivaio per garantire un numero sufficiente di piantine sane.
- J Trapiantate nel sistema piantine forti, che abbiano una radice ben sviluppata.
- J Rimuovete delicatamente il substrato in eccesso dalle radici prima di piantarle nel sistema.
- J Lasciate una distanza sufficiente tra le piante in base alla loro dimensione a maturità.
- J Pianificate una raccolta scalare.
- J Utilizzare fertilizzanti organici se si verificano carenze.
- J Mantenete una adeguata qualità dell'acqua, in particolare un pH di 6-7.

8.4.3 Pesci – riepilogo

- Se possibile, aggiungere i pesci solo dopo che il processo di ciclaggio dell'acqua senza pesci è completato.
- Alimentare il pesce due volte al giorno con la quantità di pellet che riesce a consumare nell'arco di 30 minuti. Rimuovere sempre gli alimenti non consumati dopo 30 minuti, regolando di conseguenza la quantità di cibo da somministrare. Bilanciare la quantità di mangime in rapporto al FCR ed evitate di sovra o sottoalimentare i pesci.
- L'appetito dei pesci è direttamente correlato alla temperatura dell'acqua, in particolare per i pesci d'acqua calda come la tilapia, quindi ricordatevi di regolare l'alimentazione durante i freddi mesi invernali.
- Un avannotto di tilapia (50 g) in condizioni ideali raggiungerà le dimensioni di raccolta (500 g) in 6-8 settimane. La tecnica del ciclo di allevamento sfalsato prevede l'immissione di nuovi avannotti ogni volta che i pesci adulti sono raccolti. Questa tecnica offre la possibilità di mantenere relativamente costante la biomassa, il tasso di alimentazione e la concentrazione di nutrienti disponibili per le piante.

8.5.1 Attività quotidiane

- Verificare che le pompe dell'acqua e dell'aria stiano lavorando bene ed eliminare eventuali ostruzioni.
- Verificare il flusso dell'acqua.
- Controllare il livello dell'acqua e aggiungere acqua per compensare l'evaporazione, se necessario.
- Controllare l'eventuale presenza di perdite.
- Controllare la temperatura dell'acqua.
- Alimentare il pesce (2-3 volte al giorno, se possibile), rimuovere gli alimenti non consumati e regolare la quantità di alimentazione.
- Ad ogni alimentazione verificare il comportamento e l'aspetto del pesce.

- Controllare le piante per verificare la presenza di eventuali parassiti. Gestire i parassiti, se necessario.
- Rimuovere eventuali pesci morti. Rimuovere eventuali residui di piante, rametti e radici.
- Rimuovere i solidi dal filtro chiarificatore e risciacquare eventuali filtri.

8.5.2 Attività settimanali

- Eseguire test di qualità delle acque per il pH, l'ammoniaca, nitriti e nitrati.
- Regolare il pH, se necessario.
- Controllare le piante osservando eventuali segnali di carenze. Aggiungere fertilizzante organico, se necessario.
- Eliminare le deiezioni di pesce dal fondo delle vasche e nel biofiltro.
- Piantare e raccogliere le verdure, secondo le necessità.
- Raccogliere il pesce, se necessario.
- Verificare che le radici delle piante non siano d'ostacolo al flusso dell'acqua nei tubi.

8.5.3 Attività mensili

- Aggiungere nuovi pesci nelle vasche, se necessario.
- Pulire il biofiltro, il filtro separatore e tutti i filtri.
- Pulire il fondo della vasca dei pesci con il retino.
- Pesare un campione di pesce e controllarlo accuratamente per rilevare i sintomi di qualsiasi malattia.

8.6.4 Sicurezza – sintesi

- Utilizzare salvavita sui componenti elettrici per evitare scosse.
- Proteggere i collegamenti elettrici da pioggia, schizzi e umidità utilizzando la corretta attrezzatura.
- Adottare adeguate pratiche agricole per evitare la contaminazione dei prodotti.
- Tenere sempre gli strumenti di raccolta puliti, lavare spesso le mani e indossare guanti.
- Non lasciate che feci animali contaminino il sistema.
- Non contaminare il sistema utilizzando mani nude nell'acqua.
- Evitare rischi negli spostamenti, mantenendo i luoghi di lavoro sempre sgombri.
- Indossare guanti durante la manipolazione di pesce.
- Lavare e disinfettare immediatamente le ferite. Non lavorare con ferite aperte. Non lasciare che il sangue entri nel sistema.
- Fare attenzione con utensili elettrici, sostanze chimiche pericolose e indossare indumenti protettivi.

8.8 Ricapitolando

I dieci aspetti più importanti della gestione di un sistema acquaponico sono:

- Osservare e monitorare il sistema di tutti i giorni.
- Garantire un'adeguata aerazione e la circolazione d'acqua con pompe per l'acqua e per l'aria.
- Mantenere una buona qualità dell'acqua:
 - pH 6-7;
 - DO > 5 mg / litro;
 - TAN < 1 mg / litro;
 - Nitriti NO_2^- < 1 mg / litro;
 - Nitrati NO_3^- 5-150 mg / litro;
 - Temperatura di 18-30 ° C.
- Scegliere i pesci e le piante in base al clima stagionale.
- Evitare il sovraffollamento delle vasche dei pesci (< 20 kg/1000 litri).

- Evitare di sovralimentazione e rimuovere eventuali resti di cibo dopo 30 minuti.
- Rimuovere i rifiuti solidi e mantenere le vasche pulite e ombreggiate.
- Bilanciare il numero di piante, pesci e le dimensioni del biofiltro.
- Coordinare raccolta, ripopolamento / reimpianto per mantenere l'equilibrio.
- Non lasciare che gli agenti patogeni entrino nel sistema a causa di persone o animali e non contaminare i prodotti vegetali lasciando bagnare le foglie con acqua delle vasche dei pesci.

Sintesi del capitolo 9

ARGOMENTI COLLEGATI ALL'ACQUAPONICA

9.5 Riepilogo del capitolo

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