

AQUAVET

INTRODUCING AQUAPONIC IN VET:
TOOLS, TEACHING UNITS AND TEACHER T

Risultato 2:

Descrizione del sistema acquaponico

Contenuti

Contenuti	2
1 Descrizione del risultato.....	3
2 Che cos'è l'acquaponica?.....	4
3 Panoramica del sistema acquaponico	4
3.1 Utilizzo della fitodepurazione con sistemi flottanti in acquaponica	9
4 Parametri essenziali del sistema acquaponico	10
5 Sistema di produzione vegetale	12
<i>Floating system / Letti mobili</i>	<i>13</i>
<i>Sistema NFT</i>	<i>14</i>
<i>Aeroponica</i>	<i>15</i>
<i>Coltivazione in sacco/cubo.....</i>	<i>15</i>
<i>Sistema a flusso e riflusso.....</i>	<i>16</i>
<i>Altri substrati.....</i>	<i>16</i>
6 Pesci e colture potenziali.....	17
7 Bibliografia	18

1 Descrizione del risultato

Questo risultato fornisce un'introduzione sull'acquaponica, cos'è, i differenti modi in cui può essere costruita ed operare, così come importanti parametri del sistema.

Dopo una breve definizione di cos'è l'acquaponica, il capitolo 3 descrive gli elementi comuni di un sistema acquaponico e ne presenta poi una possibile disposizione, raffigurandone due diversi sistemi operativi. Uno con l'uso integrato dei fanghi ed un altro con la sua separazione. Inoltre viene presentato un sistema sperimentale costruito in Slovenia, così come l'uso della fitodepurazione con sistemi flottanti, che conclude il capitolo 3.

Il capitolo 4 consiste in una tabella che elenca i parametri essenziali del sistema acquaponico con una breve descrizione per ognuno di essi. Tali parametri sono usati per valutare la funzionalità e la salute del sistema su base regolare.

Non solo il sistema acquaponico nel suo complesso può essere costruito in modi differenti, ma anche il sistema produttivo delle colture può variare notevolmente. Il capitolo 5 cita tre diversi metodi di coltivazione e in figura 8 vengono mostrate tutte le possibili coltivazioni fuori suolo.

L'ultimo capitolo elenca i potenziali pesci e specie vegetali che possono essere coltivati nel sistema acquaponico. Per i pesci vengono anche indicati i pro e contro. La lista delle specie si basa sui vari tipi utilizzati nella ricerca o negli esperimenti di acquaponica.

2 Che cos'è l'acquaponica?

L'acquaponica è una policoltura, composta da acquacoltura (allevamento dei pesci) e idroponica (piante, coltivate in acqua di ricircolo dei serbatoi dei pesci). L'obiettivo primario è quello di riutilizzare le sostanze nutritive contenute nei mangimi e nelle feci dei pesci per far crescere le piante da coltivare (Graber & Junge 2009: 148-149, Rakocy et al. 2003: 63, Lennard & Leonard 2006: 539-540). L'acquaponica è una tecnologia di produzione più pulita: si utilizzano effluenti e fanghi dalla produzione dei pesce in un sistema integrato di produzione di ortaggi/frutta facendo uso di questi nutrienti residui. Gli escrementi dei pesci possono essere utilizzati come nutrienti da parte delle piante sia direttamente che dopo che i batteri abbiano convertito l'ammoniaca in nitriti e nitrati (Rakocy 2012: 343). Il mangime per pesci aggiunge un approvvigionamento continuo di sostanze nutritive per le piante, risolvendo la necessità di qualsiasi scarico e la sostituzione delle soluzioni nutritive impoverite o l'adeguamento delle soluzioni in coltura idroponica. Senza dover acquistare alcun fertilizzante supplementare per le piante coltivate, il potenziale di profitto del sistema aumenta (Rakocy 2006: 2).

I possibili benefici dell'acquaponica sono (Diver 2006: 4; The Aquaponics Doctors 2012):

- Conservazione delle risorse d'acqua e dei nutrienti per le piante;
- Uso efficiente di una risorsa nutritiva (mangime dei pesci);
- Non utilizzo di erbicidi e pesticidi chimici;
- Costi operativi ridotti (rispetto all'acquacoltura o all'idroponica).

Inoltre, i sistemi acquaponici richiedono un minore monitoraggio della qualità dell'acqua rispetto ai sistemi separati d'idroponica o acquacoltura con sistema di ricircolo e richiedono meno terra di stagni e giardini (Rakocy 2006: 2). L'acquaponica è pensata per diventare un futuro metodo di produzione di alimenti di produzione locale, ad esempio, in un ambiente urbano con unità produttive più piccole, progettato per le case ed i ristoranti. Esso può essere utilizzato ovunque, in climi diversi e può aumentare la produttività dello spazio disponibile (Karlsdottir et al. 2012: 3).

3 Panoramica del sistema acquaponico

In realtà ci sono molti modi per progettare un sistema acquaponico. L'importante è che questo alla fine sia adatto agli obiettivi di produzione previsti. R3 andrà più in dettaglio per quanto riguarda il funzionamento del sistema che è stato costruito. Questo paragrafo intende nominare i componenti che si possono trovare in qualsiasi sistema acquaponico. L'acquaponica può essere vista come una specifica forma di sistema di acquacoltura a ricircolo (RAS). Siccome l'acquaponica è la combinazione di acquacoltura ed idroponica, una parte del sistema è la vasca dei pesci, dove questi vengono allevati. I pesci sono nutriti ed attraverso il loro metabolismo feci ed ammoniaca sono escreti nell'acqua. Anche gli avanzi di mangime aggiungono nutrienti all'acqua. Ma elevate concentrazioni di ammoniaca sono tossiche per i pesci. Pertanto gli effluenti dalla vasca dei pesci scorrono attraverso un filtro in cui i solidi sospesi sono rimossi per ridurre la concentrazione di materia organica e prevenire l'intasamento

dei tubi e delle radici delle piante. Attraverso batteri nitrificanti, l'ammoniaca viene trasformata in nitriti e in seguito in nitrati, che sono relativamente innocui per i pesci e sono la forma preferita di azoto per la coltivazione di colture come le verdure (Rakocy 2006: 1). Questo processo di trasformazione avviene direttamente nell'unità idroponica o tramite un biofiltro separato. Entrambe le zone offrono una superficie per la crescita di biofilm (ad esempio ghiaia, sabbia, argilla espansa e biofiltro). I nutrienti disciolti (come il nitrato) vengono assorbiti dalle piante. Alla fine l'acqua "trattata" fluisce in un serbatoio o pozzetto da dove viene trasportata di nuovo al serbatoio dei pesci (Rakocy 2012: 345-346; Graber & Junge 2009: 147-149; Diver 2006: 3). La figura 1 mostra uno schema di quanto esposto e la figura 2 illustra una possibile configurazione più dettagliata di un sistema acquaponico.

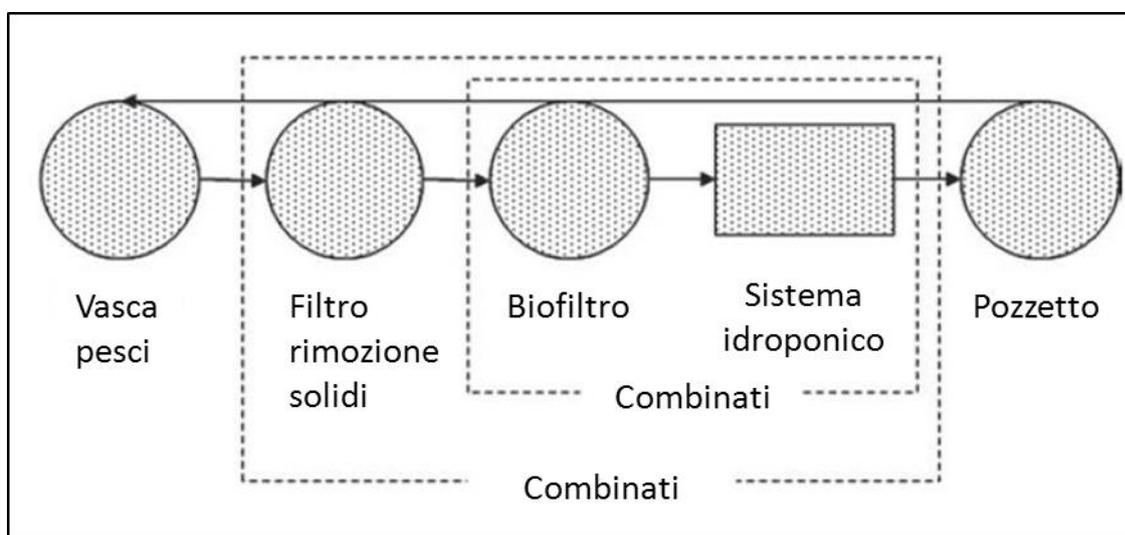


Figura 1: Elemento di un sistema acquaponico (Rakocy 2012: 346, modificato)

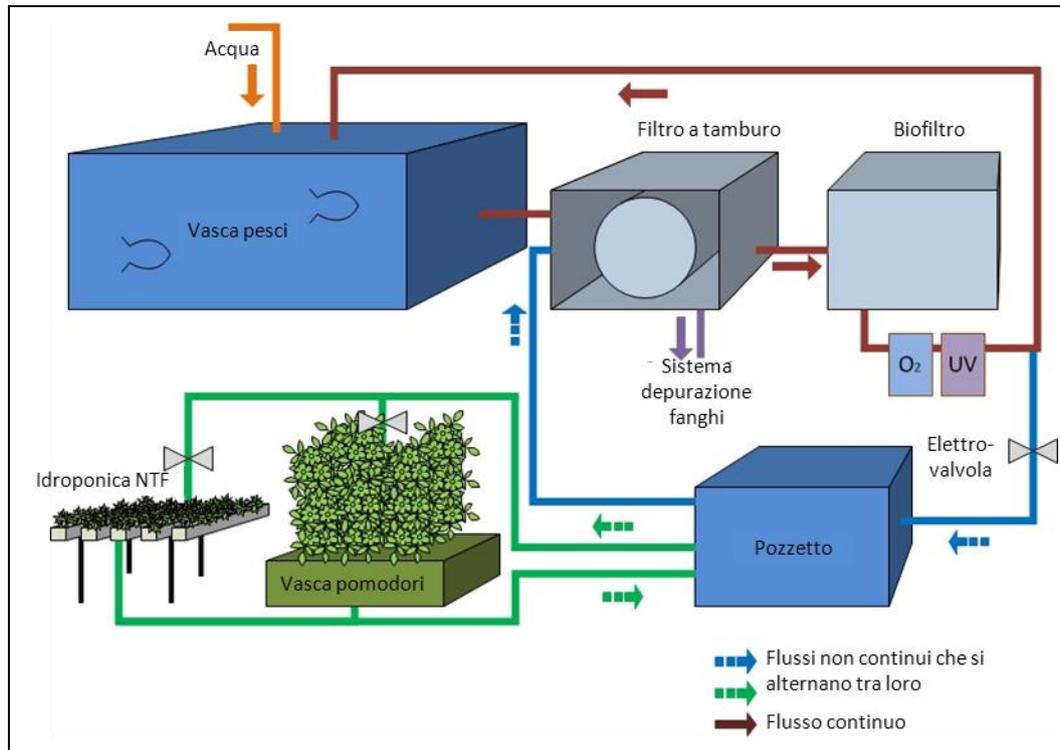
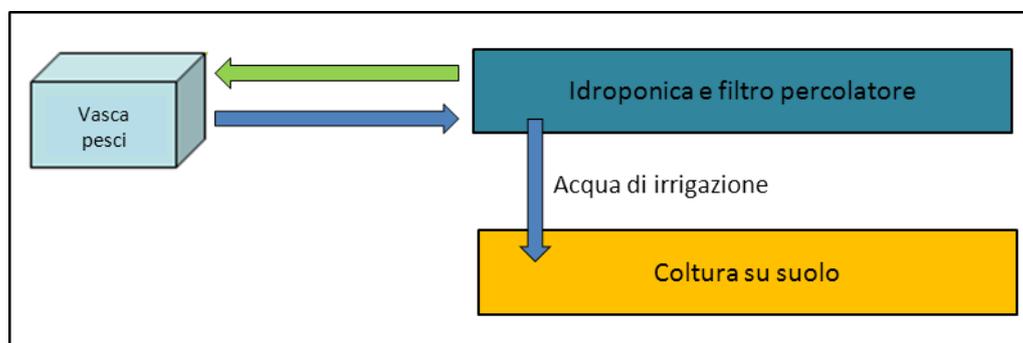


Figura 2: Possibile disposizione di un sistema acquaponico.

Dalla vasca dei pesci l'acqua scorre in un filtro a tamburo, dove i solidi sospesi vengono filtrati e scaricati. La nitrificazione avviene nel biofiltro, dopo il quale l'ossigeno può essere aggiunto ed anche il trattamento UV può essere incluso. La circolazione tra la vasca dei pesci e i due filtri è continua. Quando consentito, l'acqua prosegue verso il pozzetto da dove viene poi trasportato alle colture. Ritorna poi al pozzetto e rifluisce nel filtro a tamburo, dove rientra nella circolazione in corso tra vasca per i pesci e i filtri.

Le differenze di cui sopra possono anche essere viste nelle modalità operative del sistema: o con utilizzo integrato dei fanghi o con separazione (Figura 3).



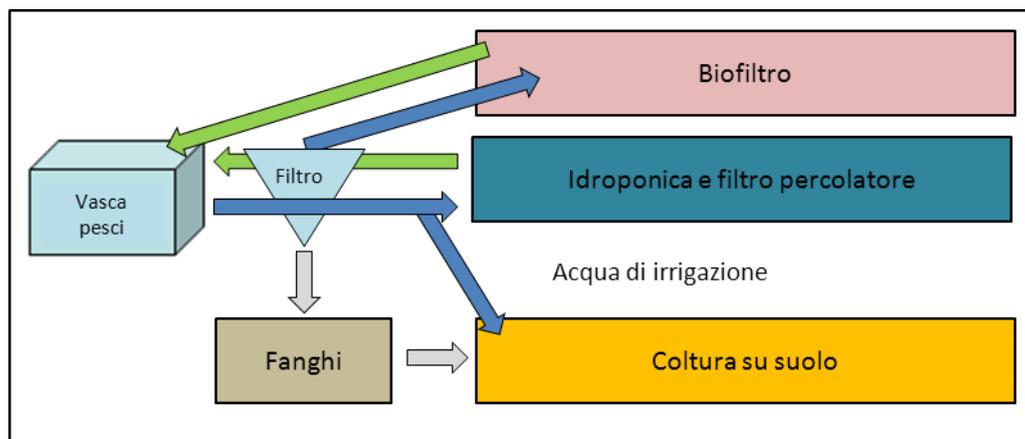


Figura 3. Sopra: Sistema acquaponico con utilizzo integrato dei fanghi.
Sotto: Sistema acquaponico con separazione dei fanghi (Graber 2014, modificato).

Ogni modalità ha i suoi vantaggi e svantaggi. L'utilizzo integrato dei fanghi ha un ampio stoccaggio dei pesci, fino a 10 kg/m^3 , e vi è completo riciclo dei nutrienti. Ma gli aspetti negativi comprendono acqua torbida e prestazioni ridotte del biofiltro. La separazione dei fanghi, dall'altro canto, permette uno stoccaggio intensivo del pesce, fino a 50 kg/m^3 , acqua limpida, concentrazioni inferiori di BOD (domanda biochimica di ossigeno) e carica microbica e prestazioni ottimizzate del biofiltro. Di negativo ci sono solo il riciclo parziale dei nutrienti e la necessità di un'ulteriore fase di trattamento dei fanghi (interno o esterno), come il vermicompostaggio (Graber 2014).

Un esempio di un sistema acquaponico pilota si può trovare all'interno del progetto AQUA-VET. Griessler-Bulc et al. (2012) hanno condotto un esperimento in Slovenia con l'obiettivo di ridurre l'inquinamento delle acque in una piccola azienda agricola di pesci ciprinidi, deviando l'acqua di ricircolo in un sistema acquaponico. Il sistema a circuito chiuso consisteva in un sedimentatore lamellare, un filtro di sgrossatura, un impianto di fitodepurazione verticale (CW verticale) piantato con pomodori e un dispositivo a ultrasuoni (US) (Griessler-Bulc et al 2012: 1-2). Tale disposizione era stata scelta giacché un sistema con quelle parti "[...] può trattenere i solidi sospesi così come i nutrienti disciolti e contrastare la crescita delle alghe [...]" (ibid.: 9). Le figure 4a e 4b mostrano disposizione (4a) e sezione trasversale (4b) delle diverse parti del sistema di prova.

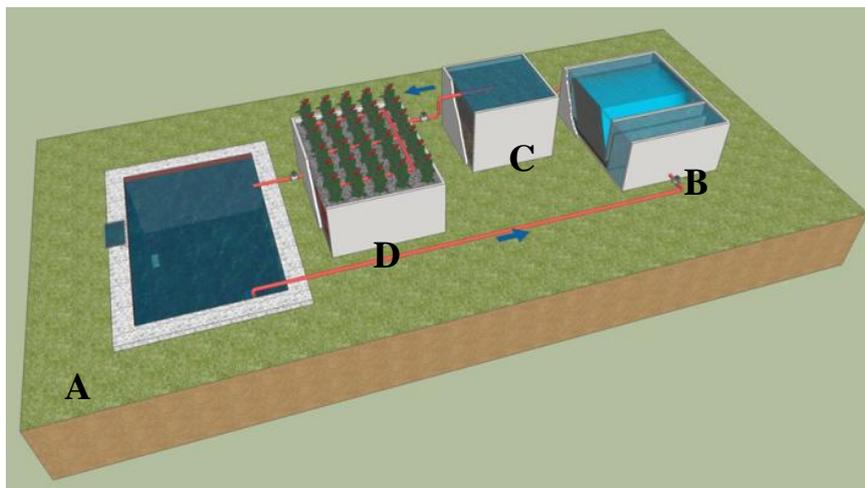


Figura 4a: Disposizione del sistema acquaponico in Slovenia (Griessler-Bulc et al. 2013)

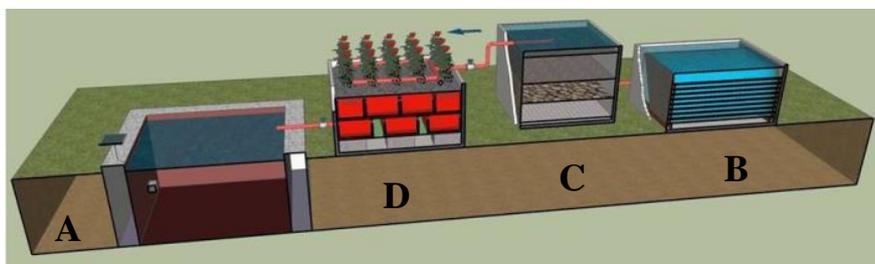


Figura 4b: Sezione trasversale del sistema acquaponico in Slovenia (Griessler-Bulc et al. 2013)

Dalla vasca dei pesci (A) l'acqua scorreva attraverso il filtro lamellare (B), il filtro di sgrossatura (C) e l'impianto di fitodepurazione verticale dove erano stati piantati dei pomodori (D), da dove poi ritornava nella vasca dei pesci. In quest'ultimo c'era un'unità di aerazione e di un US. Accanto al laghetto sperimentale, c'era quello di controllo, che non faceva parte del sistema di ricircolo (ibid.: 2-3).

Per valutare le prestazioni del sistema sono stati monitorati parametri rilevanti del sistema (si veda Capitolo 4). I risultati hanno rivelato come il sistema abbia rimosso in modo efficiente i solidi sospesi totali, il BOD, il COD (domanda chimica di ossigeno), l'ammonio e il fosforo totale, ma non efficientemente nitrati e nitriti. Gli autori hanno dunque concluso che acquaponica può aiutare il settore dell'acquacoltura nel ridurre le richieste eccessive di acqua e uso di sostanze chimiche (ibid.: 9). Per uno studio più dettagliato sull'utilizzo degli ultrasuoni sul controllo delle alghe, si veda Krivograd Klemenčič e Griessler-Bulc (2010).

3.1 Utilizzo della fitodepurazione con sistemi flottanti in acquaponica

Un'altra possibilità per ridurre l'inquinamento dell'acqua è l'utilizzo della fitodepurazione con sistemi flottanti, come riportato da De Stefani et al. (2011) e Mietto et al. (2013). Questa tecnica può essere attuata usando gli elementi flottanti Tech-IA, che servono come supporto per le piante. Questo prototipo, studiato e realizzato dall'Università di Padova in collaborazione con PAN s.r.l., è rettangolare (90x50 cm) e pesa circa 2 kg (Figura 5). Realizzato in materiale riciclabile EVA (Etilene Vinil Acetato), l'elemento presenta alta resistenza meccanica, elevata sopportazione ad agenti chimici, biologici e climatici e può sostenere un carico fino a 20 kg. Ogni elemento è a struttura chiusa ed è dotato di otto griglie adatte a ospitare le piante per la fitodepurazione e di sei fori per l'ancoraggio agli altri elementi e alle sponde per l'ancoraggio statico

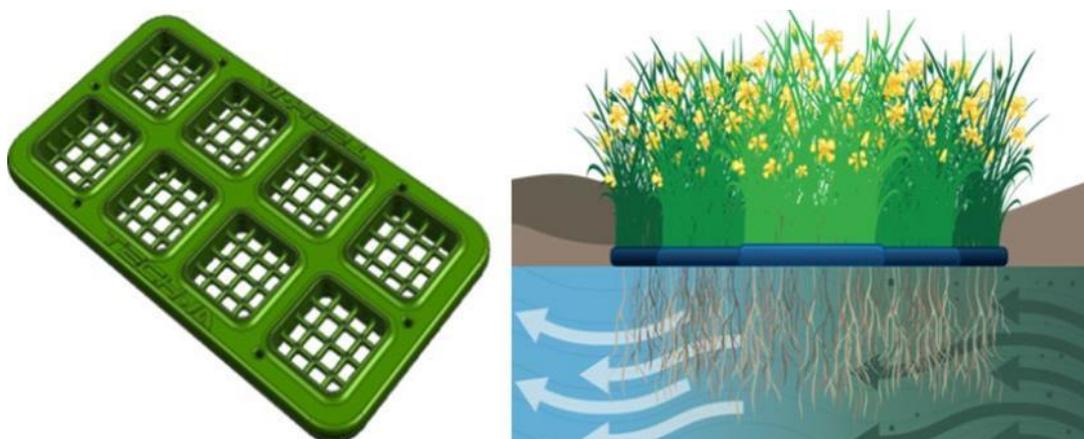


Figura 5: Elemento flottante Tech-IA e suo utilizzo (PAN 2014).

L'innovazione del sistema consente di utilizzare specie vegetali erbacee che non hanno la capacità di galleggiare autonomamente, ma che sono normalmente molto utilizzate per scopi depurativi date le loro elevate prestazioni. Le piante assorbono i nutrienti dissolti e il sistema radicale fa da supporto ai microrganismi che vivono in simbiosi con le piante (De Stefani et al. 2011: 158). In acquaponica la fitodepurazione con sistemi flottanti può anche essere usata come ombreggiatore nelle vasche dei pesci. Precedenti studi sull'allevamento delle carpe in Italia, riportano una migliore qualità dell'acqua ed una più elevata crescita delle carpe nelle vasche contenenti i sistemi Tech-IA (Figura 6).



Figura 6: Impianto pilota di allevamento di carpe al chiuso con e senza l'inclusione dei sistemi Tech-IA (Florio et al. 2014).

4 Parametri essenziali del sistema acquaponico

In tabella 1 sono elencati i più importanti parametri che dovranno essere monitorati regolarmente. La loro spiegazione dovrebbe aiutare a capire come ciascuno di essi sia di interesse.

Tabella 1: Parametri essenziali del sistema acquaponico

Parametro	Descrizione
Mangime per pesci apportato (g)	Apporto nutritivo per pesci e piante
Livello dell'acqua	Per assicurare un idoneo funzionamento delle pompe
Sostituzione dell'acqua	Per regolare l'acqua in base a perdite per evapotraspirazione e eventuali spruzzi
Temperatura dell'aria	Influenza la temperatura dell'acqua e la crescita delle piante
pH	Sia pesci che piante hanno determinate preferenze che sono importanti per la loro sopravvivenza
Temperatura dell'acqua nella vasca	Importante per la sopravvivenza dei pesci
Conduttività elettrica	Indica la somma della concentrazione degli ioni, ovvero la salinità
Ossigeno disciolto (DO)	Importante per la sopravvivenza dei pesci
Ammoniaca NH ₄	Per assicurare la buona funzionalità del biofiltro
Nitriti NO ₂	Per assicurare la buona funzionalità del biofiltro
Nitrati NO ₃	Misurare l'assorbimento delle sostanze nutritive

Fosfato PO ₄	Misurare l'assorbimento delle sostanze nutritive
Potassio K	Necessario per la crescita delle piante (a volte insufficiente)
Apporto di idrossido di calcio	Per mantenere il pH intorno a 7.0, aggiunge calcio per le piante
Apporto di idrossido di potassio	Per mantenere il pH intorno a 7.0, aggiunge calcio per le piante
Luce per la vasca dei pesci	Preferibilmente piccola o assente al fine di prevenire la crescita indesiderata di alghe (che potrebbe, tra l'altro, dare un cattivo sapore al pesce). In alternativa: vasche coperte con elementi flottanti con piante
Luce per le piante	Queste hanno bisogno di più luce possibile
Condizioni di salute dei pesci	
Condizioni di salute delle piante	
Crescita di pesci e piante (g)	

(Informazioni prese da Graber & Junge 2009: 149-154; Lennard & Leonard 2006: 543; Rakocy 2012: 352; Palm et al. 2014: 21; De Stefani et al. 2011: 158; Rakocy 2006: 2-11)

Nel capitolo 3 è stato presentato il sistema sperimentale sloveno di Griessler-Bulc et al. (2013), per il quale gli autori hanno messo a punto un sistema di monitoraggio, redatto in Figura 7. I parametri misurati due volte al giorno e quelli misurati mensilmente in 6 punti di campionamento (contrassegnati in blu) sono elencati nella figura.

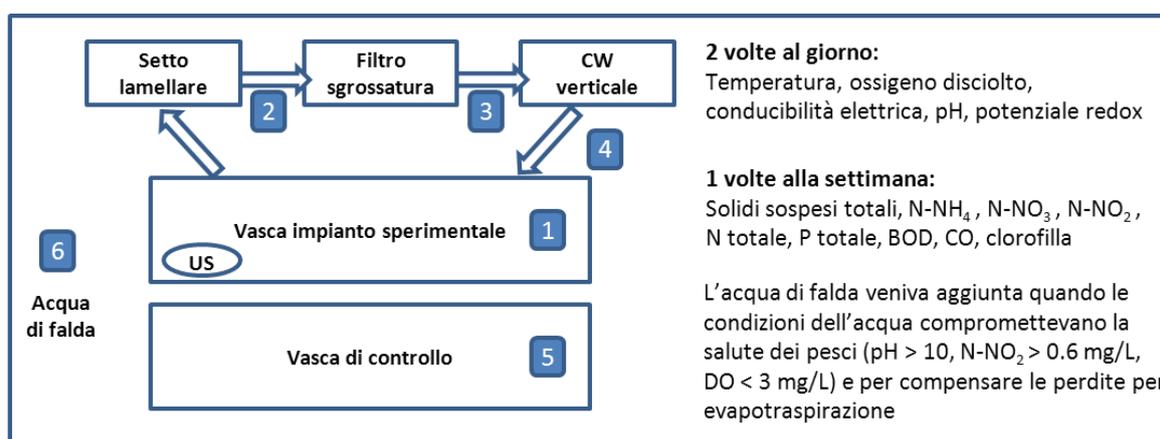


Figura 7: Sistema di monitoraggio per il sistema acquaponico sperimentale sloveno (Griessler-Bulc et al. 2013, modificato).

5 Sistema di produzione vegetale

Rakocy (2012: 373) riconosce tre sistemi di produzione per le piante: a maturazione scalare, a maturazione contemporanea e in consociazione. Nel sistema a maturazione scalare, le piante sono coltivate contemporaneamente in diverse fasi di sviluppo. Di conseguenza la raccolta avviene regolarmente ed i nutrienti nell'acqua sono usati continuamente. Col sistema a maturazione contemporanea, invece, l'intera coltivazione viene raccolta nello stesso momento e poi fatta ricrescere successivamente (Rakocy 2012: 373; Rakocy et al. 2003: 65). Infine, la consociazione presuppone che due o più piante siano piantate, e quindi crescano, contemporaneamente. Data il diverso tasso di crescita di piante e frutta, l'assorbimento di nutrienti e le raccolte si estendono nel tempo.

Un'altra possibilità è di distinguere le diverse forme di coltivazione fuori suolo. La figura 8 fornisce una panoramica dei diversi tipi.

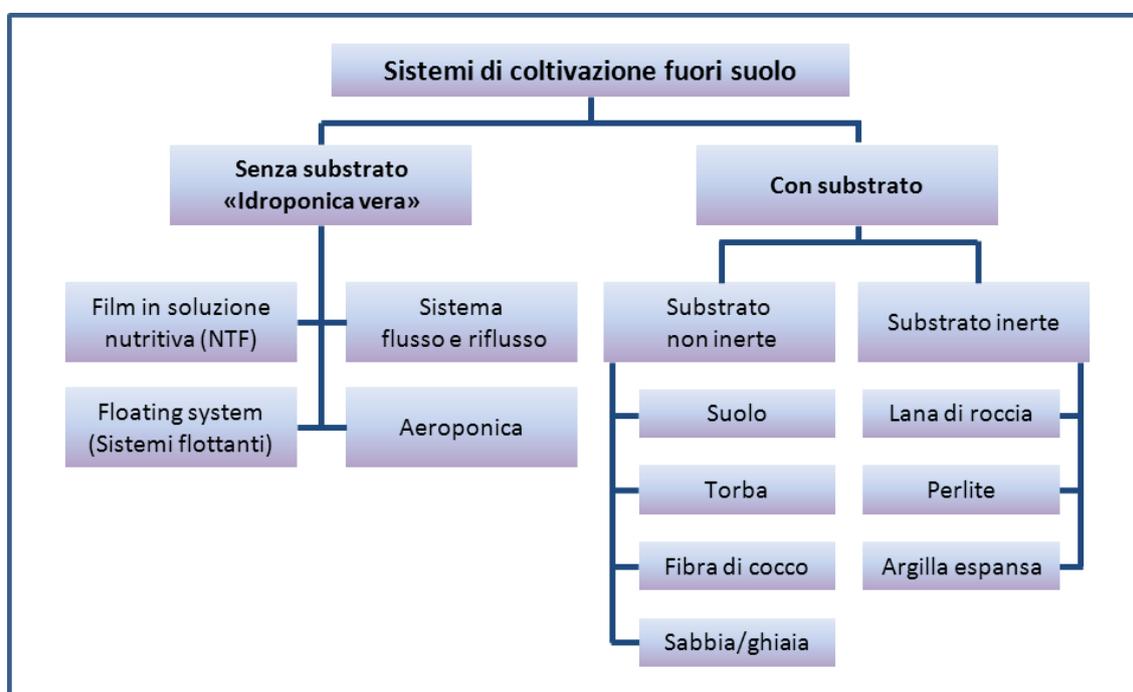


Figure 8: Diversi sistemi di coltivazione fuori suolo (Junge 2014, Baumann, modificato)

Mathis (2014: 15-16) riassume i vantaggi e gli svantaggi della coltivazione fuori suolo. I vantaggi includono:

“conservazione di acqua e nutrienti → riduzione dell'inquinamento del suolo e dei corsi d'acqua con prodotti chimici che non dovrebbero esservi dispersi; le colture possono crescere dove non esiste terreno adatto o dove questo è contaminato, ad esempio da patologie delle piante; la manodopera per aratura, coltivazione, fumigazione, irrigazione ed altre pratiche è in gran parte eliminata; elevate rese sono possibili, rendendo il sistema fattibile ad elevate densità in aree terrene costose; avversità provenienti dal suolo sono eradiccate in un sistema chiuso e il sistema di ricircolo riduce il volume delle acque reflue.”.

D'altro canto, ci sono gli svantaggi:

“le spese di realizzazione per superficie sono abbastanza alte; è necessario personale ben addestrato. Conoscenze in nutrizione e crescita delle piante sono fortemente requisite; in un sistema chiuso malattie provenienti dal suolo e nematodi si possono diffondere velocemente in tutti i letti della stessa vasca dei nutrimenti; le varietà di piante adatte alle condizioni di crescita controllata necessitano ricerca e sviluppo; le piante reagiscono velocemente all’ottimale nutrizione ma di conseguenza anche a quella non idonea. Il coltivatore deve osservare le piante tutti i giorni.”.

Lennard e Leonard (2006) hanno confrontato tre sottosistemi di idroponica, che sono i più utilizzati comunemente– Substrato di ghiaia, floating system e NFT – in un sistema acquaponico con merluzzo “Murray” (*Maccullochella peelii peelii*) e lattuga (*Lactuca sativa*). Secondo gli autori, ognuno dei sottosistemi ha i seguenti vantaggi. Sabbia e ghiaia possono filtrare i solidi ed agire come substrato per i batteri nitrificanti, così da non necessitare un biofiltro separato. NFT ha invece il vantaggio di essere economico e facile da costruire, così come di avere un peso più leggero rispetto alle altre due opzioni (Lennard & Leonard 2006: 540). Lo scopo dello studio era quello di scoprire quale di questi substrati fosse il migliore nel rimuovere nutrienti, portare ad un consumo minore di acqua così come ad una miglior resa produttiva sia delle piante che dei pesci.

NFT è stato identificato come il meno efficiente in termini di rimozione dell’azoto, mentre la crescita dei pesci non è stata influenzata in alcun modo. In conclusione NFT è risultato comunque essere la scelta appropriata per un sistema acquaponico, in quanto con un costo capitale più basso e facilità nel costruirlo, come già citato prima. Ad ogni modo la sua bassa abilità nel rimuovere l’azoto deve essere presa in considerazione qualora si progetti il sistema (ibid.: 547-549).

Mathis (2014: 19-29) fornisce una panoramica dei diversi sistemi produttivi idroponici ed acquaponici con i loro pro e contro. Alcuni di questi sono stati testati all’Università di Scienze Applicate di Zurigo (ZHAW, PO) presso Wädenswil.

Floating system / Letti mobili

Il sistema flottante a letti mobili è largamente usato in idroponica ed acquaponica. La sua facile costruzione e la sua unità idroponica sono molto vantaggiose rispetto ad altri metodi. Questo sistema ha anche un eccellente sistema di tamponamento di acqua e nutrienti e ci sono pochi rischi produttivi. D’altro canto, gli aspetti negativi includono la necessità di aggiunte supplementari di ossigeno, se la circolazione dell’acqua è troppo lenta e, a causa della sostanza organica potrebbe verificarsi intasamento. Inoltre, se la superficie non è completamente coperta, possono crescervi alghe. Infine le pompe funzionano la maggior parte del tempo e l’attrezzatura è costosa (Mathis 2014: 19-20).

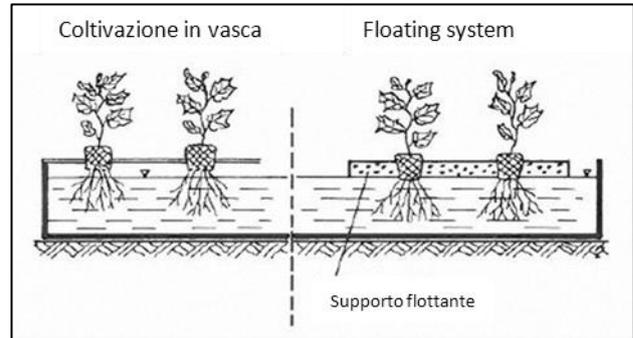


Figura 9: Floating system con cavolo cinese (Fonte: <http://theolleys.wordpress.com>)

Sistema NFT

I sistemi NFT sono molto adatti all'uso in acquaponica. Sono economici da costruire e dunque un investimento conveniente. Ci sono alcuni rischi legati a questa tipologia d'impianto, come l'intasamento dei canali, in base al diametro dei tubi capillari e della costruzione dei canali. Ciò può portare al fallimento del sistema d'irrigazione. L'inclinazione richiede un minimo di 2% ed il passaggio dell'acqua dovrebbe essere di circa 2 litri al minuto per canale (Mathis 2014: 21-22).

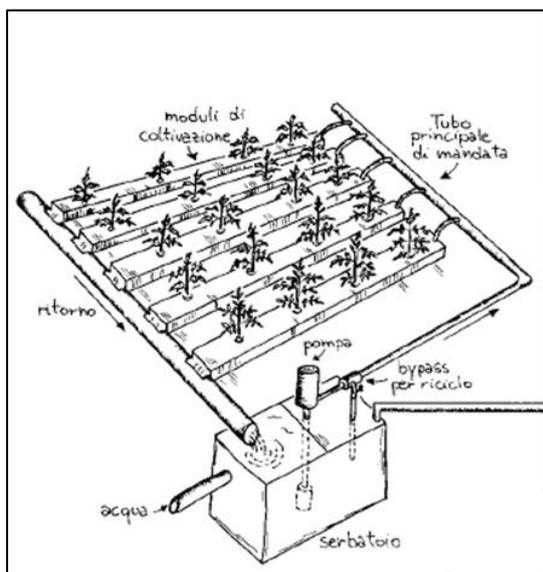


Figura 9: Sistema NFT
(Fonte: Pimpini et al. 2001)



Figura 10: Sistema NFT
(Fonte: ZHAW)

Aeroponica

L'aeroponica è moderatamente adatta per l'utilizzo in acquaponica. C'è il rischio che il sistema d'irrigazione vada incontro a problematiche, minacciando poi la produzione. Esiste il rischio di ostruzione, in base al diametro dei tubi capillari e delle ore operative. In aggiunta l'impianto è costoso ma i rifiuti prodotti sono quasi nulla (Mathis 2014: 23-24).

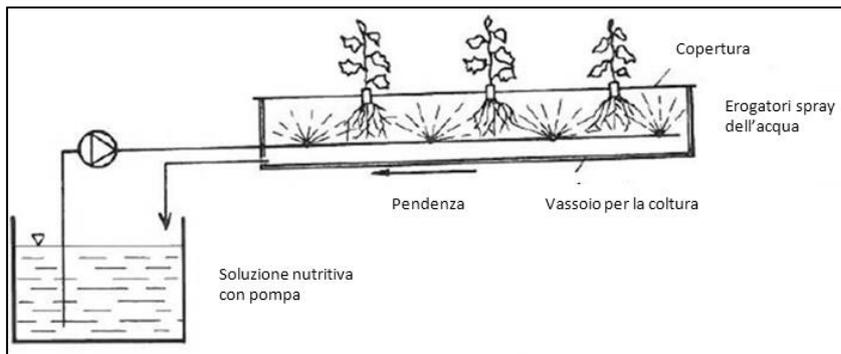


Figura 12: Sistema aeroponico (Fonte: Göhler & Molitor 2002)

Coltivazione in sacco/cubo

Come l'aeroponica, anche la coltivazione in sacco è parzialmente adatta in acquaponica. Siccome l'unità idroponica è già sviluppata ci sono pochi rischi produttivi ma l'ostruzione può verificarsi se i filtri non funzionano sufficientemente. Se c'è uno scambio d'acqua adeguato, la struttura di supporto permette un drenaggio sufficiente e un flusso d'acqua continuo. Infine l'attrezzatura è costosa e l'irrigazione è gestita tramite computer (Mathis 2014: 25-26).

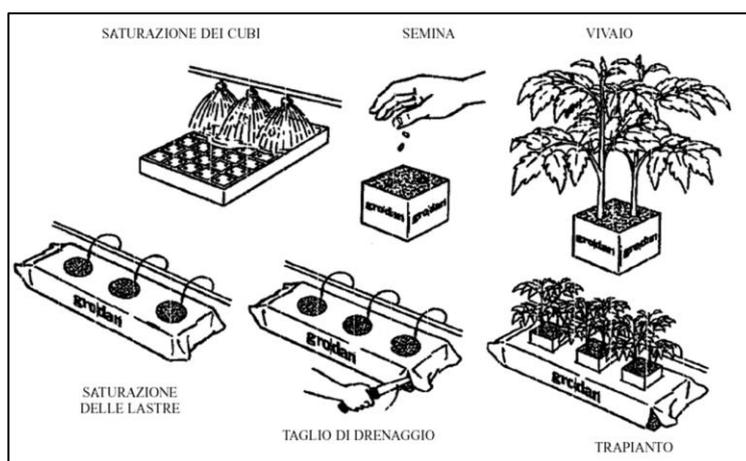


Figura 13: Modalità di coltivazione con lana di roccia (Fonte: Pimpini et al., 2001)



Figura 14: Coltivazione con fibra di cocco (Fonte: ZHAW)

Sistema a flusso e riflusso

Il sistema a flusso e riflusso è un'altra possibilità utilizzabile in acquaponica. I rischi produttivi sono ridotti, grazie al tampone di acqua e nutrienti presenti nel vaso. Il rischio d'intasamento è basso e c'è un ridotto scambio di acqua. Il sistema d'irrigazione ed i tavoli possono essere costosi se si usano le valvole (Mathis 2014: 27-28).

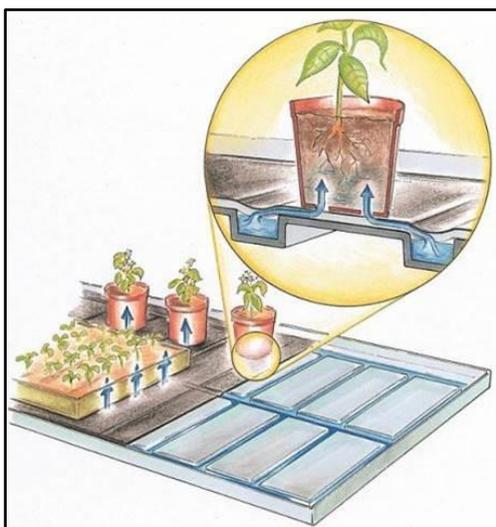


Figura 15: Sistema a flusso e riflusso (Fonte: www.kriegergmbh.de/Gewaechshauszubehoer/Bewaesserungswanne-1)

Altri substrati



Figura 16: Substrati vari (Fonte: Sambo, 2014)



Figura 17: Coltivazione con perlite (Fonte: ZHAW)

6 Pesci e colture potenziali

Tabella 2: Lista dei potenziali pesci utilizzabili in acquaponica (Rod, 2014).

Specie	Pro	Contro
Tilapia (<i>Oreochromis niloticus</i>)	La tilapia è un pesce robusto e che cresce velocemente in condizioni ottimali. Essendo una specie onnivora, utilizza un ampio spettro di mangimi così come fonti proteiche vegetali.	Essendo un pesce d'acqua calda, necessita elevate temperature dell'acqua. Non è molto noto in Europa e non può competere con gli altri pesci come produzione di massa. Quindi il suo uso è limitato a nicchie con condizioni speciali (serre tropicali, acquaponica)
Carpa (<i>Cyprinus carpio</i>)	E' un pesce relativamente robusto, di veloce crescita ed onnivoro. Cresce bene sia in acqua fredda che calda.	Non è molto considerato come pesce alimentare dunque il prezzo di mercato è abbastanza basso. Inoltre le carpe necessitano di larghi volumi d'acqua e possono danneggiare le piante se sono a portata.
Trota arcobaleno (<i>Oncorhynchus mykiss</i>)	Trota relativamente robusta, ben consolidata in acquacoltura. Esiste quindi un'ampia varietà di attrezzature tecnica e mangimi specifici. La conversione cibo/prodotto è molto buona e la riproduzione artificiale è affidabile. Facile da vendere.	Ha una domanda d'ossigeno relativamente alta e il suo limite massimo di temperatura dell'acqua è comparativamente basso (acqua fredda). Utilizza principalmente proteine animali.
Pesce persico (<i>Sander lucioperca</i>)	Cresce bene in condizioni ottimali. Ha temperamento tranquillo.	Non largamente usato in acquacoltura. La riproduzione artificiale non è sicura e non ci sono attrezzature/mangimi specifici. Necessita di acqua calda per crescere e un elevato quantitativo di proteine animali nel cibo.

Tabella 3: Lista delle potenziali colture utilizzabili in acquaponica

Coltura	Studio in cui è stata utilizzata
Lattuga	Lennard & Leonard 2006; Rakocy 2012: 359; Palm et al. 2014
Cetriolo	Graber & Junge 2009; Palm et al. 2014
Pomodoro	Griessler-Bulc et al. 2012; Graber & Junge 2009; Palm et al. 2014
Melanzana	Graber & Junge 2009; Palm et al. 2014
Peperone	Palm et al. 2014
Basilico	Rakocy et al. 2003; Palm et al. 2014
Erbe aromatiche	Mathis 2014; Palm et al. 2014
Germogli	Mathis 2014

7 Bibliografia

De Stefani, G., Tocchetto, D., Salvato, M. and M. Borin (2011): “Performance of a floating treatment wetland for in-stream water amelioration in NE Italy” *Hydrobiologia*, 674 (1), 157-167.

Diver, S. (2006): “Aquaponics – Integration of Hydroponics with Aquaculture.” URL: http://www.extension.org/mediawiki/files/2/28/Hydroponics_with_Aquaculture.pdf [accessed: 04.07.14].

Florio, G., Arnosti, C., Breschigliaro, S., Bortolini, L. and M. Borin (2014): “Preliminary results of a floating wetland system in carps breeding” *submitted to 3rd Conference with International Participation Conference VIVUS – on Agriculture, Environmentalism, Horticulture and Floristics, Food Production and Processing and Nutrition»Transmission of Innovations, Knowledge and Practical Experience into Everyday Practice«*, 14th and 15th November 2014, Biotechnical Centre Naklo, Strahinj 99, Naklo, Slovenia.

Göhler, F. and H.-D. Molitor (2002): *Erdelose Kulturverfahren im Gartenbau*, Stuttgart: Ulmer.

Graber, A. (2014): Aquaponics engineering and operation management. Presentation for Aquavet Workshop II, March 25 2014, Wädenswil. Unpublished.

Graber, A. and R. Junge (2009): “Aquaponic Systems: Nutrient recycling from fish wastewater by vegetable production” *Desalination*, 246 (1-3), 147-156.

Griessler-Bulc, T., Krivograd Klemenčič, A., Kompare, B. and K. Jarni (2013): Innovative Aquaponic Technologies for Water Reuse in Cyprinid Fish Farms. Presentation for Aquavet Consortium meeting and Workshop I, February 11-13 2013, Wädenswil. Unpublished.

Griessler-Bulc, T., Šajn-Slak, A., Kompare, B., Jarni, K. and A. Krivograd Klemenčič (2012): Innovative Aquaponic Technologies for Water Reuse in Cyprinid Fish Farms. BALWOIS 2012 – Ohrid, Republic of Macedonia – 28 May, 2 June 2012.

Junge, R., Mathis A., Graber A. (2014): Building integrated food production. Presentation for the 4th International Symposium ZEBISTIS, April 8 2014, Bundang. URL: http://www.zebistis.ch/images/documents/workshop4/ZEBISTIS_WS4_Presentation11.pdf [accessed: 28.08.14].

Karlsdottir, S.K., Homme, J.M. and R. Bjornsdottir (2012): “Aquaponics – Grønn vekst” NORA Project No 510-072, Final Report from the project. URL: http://www.nora.fo/fileadmin/user_upload/files/13/20121024112120176.pdf [accessed: 28.08.14].

Krivograd Klemenčič, A. and T. Griessler-Bulc (2010): The efficiency of ultrasound on algal control in a closed loop water treatment system for cyprinid fish farms. *Fresenius Environmental Bulletin*, 19(5 A), 919-931.

Lennard, W.A. and B.V. Leonard (2006): “A comparison of three different hydroponic sub-systems (gravel bed, floating and nutrient film technique) in an Aquaponic test system” *Aquaculture International*, 14 (6), 539-550.

Mathis, A. (2014): Aquaponic from the viewpoint of a crop cultivator. Presentation for Aquavet Workshop II, March 28 2014, Wädenswil. Unpublished.

Mietto, A., Borin, M., Salvato, M., Ronco, P. and N. Tadiello (2013): “Tech-IA floating system introduced in urban wastewater treatment plants in the Veneto region – Italy” *Water Science & Technology*, 68 (5), 1144-1150.

Palm, H.W., Seidemann, R., Wehofsky, S. and U. Knaus (2014): “Significant factors affecting the economic sustainability of closed aquaponic systems. Part I: system design, chemo-physical parameters and general aspects” *Aquaculture, Aquarium, Conservation & Legislation. International Journal of the Bioflux Society*, 7 (1), 20-32.

PAN s.r.l. (2014): Tech-IA floating systems installation. URL: <https://sites.google.com/site/panspinoff/home> [accessed: 04.05.14].

Pimpini, F., Enzo, M., Gianquinto, G., Lazzarin, R., Sambo, P. (2001): Principi tecnico-agronomici della fertirrigazione e del fuori suolo. Venetoagricoltura

Rakocy, J.E. (2012): “Aquaponics – Integrating Fish and Plant Culture” in: Tidwell, J.H. (Ed.): *Aquaculture Production Systems*. Ames: John Wiley & Sons, 343-386.

Rakocy, J.E., Masser, M.P. and T.M. Lesordo (2006): “Recirculating Aquaculture Tank Production Systems: Aquaponics – Integrating Fish and Plant Culture” *Southern Regional Aquaculture Center*, Publication No. 454. URL: <http://ces3.ca.uky.edu/westkentuckyaquaculture/Data/Recirculating%20Aquaculture%20Tank%20Production%20Systems/SRAC%20454%20Recirculating%20Aquaculture%20.pdf> [accessed: 28.08.14].

Rakocy, J.E., Schultz, R.C., Bailey, D.S. and E.S. Thoman (2003): “Aquaponic Production of Tilapia and Basil: Comparing a Batch and Staggered Cropping System” *Acta Horticulturae (ISHS)*, 648, 63-70. URL: http://uvi.edu/files/documents/Research_and_Public_Service/AES/Aquaculture/Tilapia_and_Basil.pdf [accessed: 04.07.14].

Resh, H.M. (2013): *Hydroponic Food Production: A Definitive Guidebook for the Advanced home Gardener and the Commercial Hydroponic Grower*, 7th Edition, Boca Raton: CRC Press.

Rod, R. (2014): Fish. Presentation for Aquavet Workshop II, March 28 2014. Unpublished.

Sambo, P. (2014): Substrati per il fuorisuolo. Unpublished.

The Aquaponics Doctors (2012): Why Aquaponics? URL: <http://www.theaquaponicsdoctors.com/why-aquaponics.php> [accessed: 04.07.14].