

DIPARTIMENTO DI DIRITTO
ED ECONOMIA DELLE ATTIVITÀ PRODUTTIVE



SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA

**ANALISI DELL'ACQUACOLTURA E
DELL'ALLEVAMENTO SOSTENIBILE**

INDICE

1. OBIETTIVO DELLA RICERCA.....	4
2. BREVE SINTESI DEL PROGETTO COSIND	6
3. ANALISI DEL MERCATO DI RIFERIMENTO PER L’ALLEVAMENTO ITTICO SOSTENIBILE	7
3.1. Acquacoltura e pesca. Trovare il giusto e sostenibile compromesso.....	7
3.2. Lo Stato della Pesca e dell’Acquacoltura Mondiale	10
3.3. Contributo effettivo alle produzioni da acquacoltura	13
3.4. Distribuzione della produzione da acquacoltura e maggiori produttori 17	
3.5. Utilizzi delle produzioni	19
3.6. La sfida della sostenibilità nelle pratiche da acquacoltura.....	20
3.7. Il futuro dell’acquacoltura e le problematiche da risolvere	23
3.8. L’acquacoltura nell’Unione Europea.....	24
3.9. Il quadro generale dell’acquacoltura italiana.....	33
3.10. Analisi del decennio 2008-2018	40
3.11. Il consumo nazionale di pesce	49
3.12. La produzione sostenibile e il Piano Strategico per l’acquacoltura in Italia 50	
4. INDIVIDUAZIONE E RACCOLTA DI STUDI E PRATICHE SU ALLEVAMENTO SOSTENIBILE	53
4.1 Premessa	53
4.2. Mappatura delle aziende italiane operanti nel settore dell’acquacoltura 53	
4.3 Mappatura delle aziende della regione Lazio operanti nel settore dell’acquacoltura.....	58

4.4 La circolarità del processo di produzione in acquacoltura	60
4.5 Individuazione e raccolta di studi	75
4.5.1 L’acquacoltura	76
4.5.2 L’allevamento sostenibile.....	80
4.5.3 Un focus sull’allevamento sostenibile.....	95
4.5.4 L’allevamento sostenibile – Analisi della letteratura rilevante su Google Scholar.....	106
4.5.5 I sistemi innovativi in Acquacolture ed in particolare relativi a IMTA e Aquaponica	122
5. PREDISPOSIZIONE DELLE GUIDELINES	125
5.1 Premessa	125
5.2 Le interviste agli operatori e il caso del Golfo di Gaeta.....	125
5.3 Guidelines.....	129

1. OBIETTIVO DELLA RICERCA

E' stato conferito al Dipartimento di Diritto ed Economia delle Attività Produttive, con responsabile tecnico-scientifico Prof.ssa Rosa Lombardi (professore associato di economia aziendale), nell'Università degli Studi di Roma La Sapienza, l'incarico, da parte del Consorzio Industriale per lo Sviluppo del Sud Pontino – COSIND – (di seguito anche Ente), di espletare i servizi descritti di seguito, nell'ambito dei progetti P.O. FEAMP Regione Lazio, Misura 4.63 – Azione 2.1 e, riportati in questo documento, con particolare riferimento al progetto “Analisi di sistemi innovativi per incentivazione di sistemi produttivi sostenibili in acquacoltura”.

Il gruppo di lavoro, coordinato dalla Prof.ssa Rosa Lombardi, è composto da qualificati studiosi accademici e docenti di discipline economico-aziendali, economico-manageriali della suddetta Università, così come di seguito indicati:

- 1) Prof.ssa Daniela Coluccia;
- 2) Prof.ssa Antonietta Cosentino;
- 3) Prof. Andrea Rocchi;
- 4) Prof.ssa Silvia Solimene.

Come da offerta economica (prot. 425 del 05.08.2020) approvata successivamente dall'Ente, il costituito gruppo di lavoro ha provveduto, con il presente documento, alla predisposizione delle seguenti attività:

- 1) Individuazione e raccolta di studi e buone pratiche su allevamento sostenibile;
- 2) Predisposizione guidelines.

La documentazione esaminata è la seguente:

- documenti progettuali P.O. FEAMP Regione Lazio, Mis. 4.63 – Azioni 2.1;
- sito web del Cosind;
- siti web specializzati;
- report e studi settoriali;
- interviste a operatori del settore.

Tutto ciò premesso, nel prosieguo si procederà ad effettuare le seguenti attività:

- Breve sintesi del progetto COSIND “Analisi di sistemi innovativi per incentivazione di sistemi produttivi sostenibili in acquacoltura”;
- Analisi del mercato di riferimento per l’allevamento sostenibile;
- Individuazione e raccolta di studi e buone pratiche su allevamento sostenibile;
- Predisposizione di guidelines.

2. BREVE SINTESI DEL PROGETTO COSIND

Il progetto P.O. FEAMP Regione Lazio, Misura 4.63 – Azione 2.1. “Analisi di sistemi innovativi per incentivazione di sistemi produttivi sostenibili in acquacoltura” di cui l’Ente è proponente, ha l’obiettivo di collezionare studi e ricerche in ambito nazionale e internazionale per verificare lo stato di innovazione dei sistemi produttivi in acquacoltura.

In particolare, il progetto si propone di individuare buone pratiche nel settore dell’acquacoltura, con una *overview* per la legislazione vigente in ambito europeo. Il progetto riporta testualmente che “l’acquacoltura sta rivestendo un ruolo da protagonista nell’approvvigionamento di prodotti ittici, sopperendo alla sempre maggiore richiesta da parte del mercato di prodotti di qualità a prezzi contenuti. Le stime economiche e le valutazioni degli andamenti dei mercati, confermano questo *trend* in ascesa che vedrà nel giro dei prossimi anni un sorpasso del prodotto di acquacoltura rispetto al prodotto pescato.”

In questo ambito, l’acquacoltura si orienta verso sistemi di allevamento altamente produttivi e con basso impatto ambientale, con particolare attenzione per l’utilizzo dei mangimi.

Con particolare riferimento al contesto del Lazio, gli allevamenti ittici interessano l’acqua salata – lungo la costa - e dolce – nelle zone interne. Tra le principali caratteristiche di tali allevamenti si annovera la loro gestione di tipo familiare. Tale aspetto si riflette sul mancato utilizzo di nuove tecnologie, nonché su mancati investimenti da parte di tali imprese che necessitano di informazioni *ad hoc*.

Pertanto, il progetto del Consid evidenzia l’assenza di studi sugli allevamenti ittici, con particolare attenzione per il Lazio e sulle innovazioni a supporto dei processi di allevamento.

3. ANALISI DEL MERCATO DI RIFERIMENTO PER L’ALLEVAMENTO ITTICO SOSTENIBILE

3.1. Acquacoltura e pesca. Trovare il giusto e sostenibile compromesso

Attualmente, il consumo di pesce rappresenta un sesto del consumo di proteine animali della popolazione mondiale. In alcuni paesi come Bangladesh, Cambogia, Gambia, Ghana, Indonesia, Sierra Leone, Sri Lanka e diversi Piccoli Stati Insulari in via di sviluppo (SIDS) esso ne rappresenta oltre la metà.

I significativi valori dietetici del pesce stimolano infatti l’importanza dello sviluppo dell’acquacoltura, specialmente in regioni sottosviluppate, quali l’Africa, nonché delle strategie di sfruttamento per aiutare i produttori a intensificare in modo sostenibile la produzione, utilizzando tecniche innovative nei settori dei mangimi, della selezione genetica, della biosicurezza e degli sviluppi commerciali.

L’acquacoltura è, pertanto, una pratica di produzione ittica intorno alla quale si stanno focalizzando i maggiori sforzi in termini di produzione e di sostenibilità da parte della FAO¹. Essa, di fatto, rappresenta una importante soluzione alla richiesta di detto tipo di consumi.

Altresì, l’acquacoltura rappresenta sicuramente una possibile soluzione al progressivo svuotamento di fauna marina a cui sono sottoposti i mari a causa del sovra-sfruttamento delle acque e della crescente domanda di pesce. Da una parte, infatti, c’è un mare in estrema sofferenza, in cui le risorse ittiche sono sovra sfruttate a livello internazionale, tanto da mettere in dubbio la sopravvivenza di numerose specie e da pretendere l’intervento di associazioni ambientaliste, impegnate in azioni di sensibilizzazione dei governi nei confronti di tali pressanti

¹ Secondo il Direttore Generale della FAO, nella relazione di accompagnamento del rapporto SOFIA, l’iniziativa Hand-in-Hand della FAO rappresenta “il quadro ideale per gli sforzi che uniscono i *trend* della pesca e dell’acquacoltura nell’ambito della crescita blu”, cioè sostenibile.

problematiche. D’altro canto, la domanda di pesce è in crescita per diverse ragioni. Sempre secondo i dati FAO, l’aumento del reddito procapite e i suggerimenti salutisti della comunità scientifica internazionale stanno provocando un incremento della richiesta di prodotti ittici (attualmente, circa il 6,7% delle proteine consumate è di origine acquatica, soprattutto in Asia) Contestualmente, la popolazione continuerà ad aumentare, prevedendo di raggiungere i 9,7 miliardi nel 2050 (8,5 nel 2030).

Inoltre, un tipo di produzione ittica così circoscritto potrebbe ridurre la quantità di scarti presenti nei mari provocati all’abbandono di attrezzature da pesca e del numero incalcolabile di microplastiche che lenze, reti e altri oggetti pescherecci rilasciano, aiutando così l’intero ecosistema marino.

A tal proposito, la FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) ha più volte posto l’accento sull’importanza della pesca e dell’acquacoltura come strumento per raggiungere l’obiettivo di un mondo senza fame e malnutrizione.

Come fare per stabilire un equilibrio tra queste due opposte tendenze capaci, se ignorate, di compromettere il futuro di risorse fondamentali per il pianeta e per la stessa sopravvivenza dell'uomo?

L’acquacoltura è da molti considerata una risposta.

Lo scorso anno - comunica la FAO - è cresciuta del 5% e ha ormai superato la pesca come fonte di prodotti ittici: nel 2016 il consumo di prodotti ittici è stato, infatti, di 10,9 kg a testa da allevamento e 9,7 da pesca.

Un *trend* che si presume destinato ad aumentare, con una prevista produzione ittica al 2025 di 103 milioni provenienti da acquacoltura su un totale di 195 milioni di tonnellate.

Ma la questione non è esente da criticità che rendono lo sviluppo dell’acquacoltura ancora, allo stato, non sostenibile per i produttori, da un punto di vista economico, sociale e ambientale, e difficilmente praticabile a causa della carenza di innovazione tecnologiche nelle pratiche di acquacoltura.

La discussione, pertanto, andrebbe focalizzata sulle modalità di allevamento in acqua, privilegiando un tipo di acquacoltura sostenibile, di tipo estensivo, che venga sviluppata secondo la tutela dell’ambiente circostante e del consumatore che alla fine mangerà quel pesce, piuttosto che di tipo intensivo, che pare comportino diversi rischi per l’ecosistema, a cominciare dalle sostanze che vengono rilasciate nell’ambiente circostante: batteri, disinfettanti, antibiotici, cibo non consumato, pesticidi coloranti chimici, acque sporche, infestazioni da contatto ristretto tra i pesci.

Sono diversi i punti deboli di questo tipo di produzione segnalati da posizioni di soggetti coinvolti nella discussione soprattutto per quanto riguarda Paesi sottoposti a minori controlli. Altresì, la discussione dovrebbe incentrarsi sulle modalità di nutrizione dei pesci e dei molluschi allevati in cattività. Dal momento che le specie allevate sono nella maggior parte carnivore, esse vengono alimentate con altri pesci-foraggio, farina e olio di pesce che derivano da altre specie reperite in natura. Quindi, in pratica, si pescano in mare pesci da dare in pasto a pesci d’allevamento, con un problema di circolarità nella soluzione da trovare per alleviare il sovra-sfruttamento marino.

Considerate le enormi potenzialità e al contempo stringenti problematiche da risolvere per rendere il giusto equilibrio tra sostenibilità ed esigenze nutrizionali, è necessario, a livello internazionale e nazionale, effettuare una analisi dello stato dell’arte in tema di acquacoltura, al fine di informare gli operatori del settore sulle efficaci possibilità esistenti, sia in tema di produzioni innovative, sia in tema di alimentazione alternativa delle specie allevate in cattività.

3.2 *Lo Stato della Pesca e dell’Acquacoltura Mondiale*

Il consumo mondiale di pesce ha raggiunto il nuovo record di 20,5 chilogrammi pro capite all’anno e nel prossimo decennio è destinato ad aumentare ulteriormente, evidenziando il suo ruolo fondamentale per la sicurezza alimentare e nutrizionale globale.

Secondo il nuovo rapporto dell’Organizzazione delle Nazioni Unite per l’Alimentazione e l’Agricoltura (SOFIA-FAO 2020), i cui dati sono aggiornati per lo più al 2018, lo sviluppo sostenibile dell’acquacoltura e la gestione efficace delle risorse ittiche sono fondamentali per mantenere questi *trend* (FAO. 2020. The State of World Fisheries and Aquaculture 2020. Sustainability in action. Rome.

<https://doi.org/10.4060/ca9229en>).

Il rapporto “Lo Stato della Pesca e dell’Acquacoltura Mondiale (SOFIA)” riporta che la produzione ittica è in continua crescita raggiungendo nel 2018 le 180 milioni di tonnellate, di cui circa 82 milioni provenienti dalla acquacoltura. Si continua a prevedere che nel 2030 la produzione ittica totale sarà destinata a raggiungere 204 milioni di tonnellate, un incremento del 13% circa rispetto al 2018, con la quota di produzione ittica da acquacoltura in crescita rispetto all’attuale 46%. Inoltre, la crescita del prelievo da acquacoltura per l’alimentazione umana raggiunge valori ben superiori (circa il 52%). Tale crescita è pari a circa la metà dell’aumento registrato nei 10 anni precedenti, il che si traduce in un consumo annuo di pesce che si prevede raggiungerà i 21,5 chilogrammi pro capite entro il 2030, contro l’attuale 20,5 chilogrammi².

Dai seguenti grafici e tabelle si può rilevare che, nonostante il pescato (considerando solo pesci e molluschi) sia più incidente sulle produzioni totali, quelle da acquacoltura nel corso del tempo sono cresciute, fino a stabilizzarsi dal

² È interessante rilevare come nel Rapporto FAO sia evidente che la produzione ittica totale e di conseguenza quella derivante da acquacoltura sia in crescita in tutti i continenti (in particolare in Asia ed in Africa, nei quali la produzione è raddoppiata negli ultimi 20 anni), ad eccezione dell’Europa e delle Americhe, nei quali si assiste però ad un lento recupero delle produzioni.

2016 ad oggi su una percentuale del 46% circa della produzione totale, contro un valore medio del 27% negli anni 1986-2015³.

Nell’ambito dell’industria dell’acquacoltura, al 2018, il 71% della produzione riguarda pesci e molluschi, e crostacei il 28% di alghe acquatiche; meno dell’1% derivante da coltivazioni di conchiglie e perle da gioielleria e piante ornamentali.

Periodi	Valori medi annuali			Valori puntuali		
	1986/1995	1996/2005	2006/2015	2016	2017	2018
Pescato ⁴	86,9	91,4	89,8	89,6	93,1	96,4
Acquacoltura ⁵	14,9	34,2	59,7	76,5	79,5	82,1
Totale	101,8	125,6	149,5	166,1	172,6	178,5
% pescato	85,4%	72,8%	60,1%	53,9%	53,9%	54,0%
% acquacoltura	14,6%	27,2%	39,9%	46,1%	46,1%	46,0%

Tabella 1

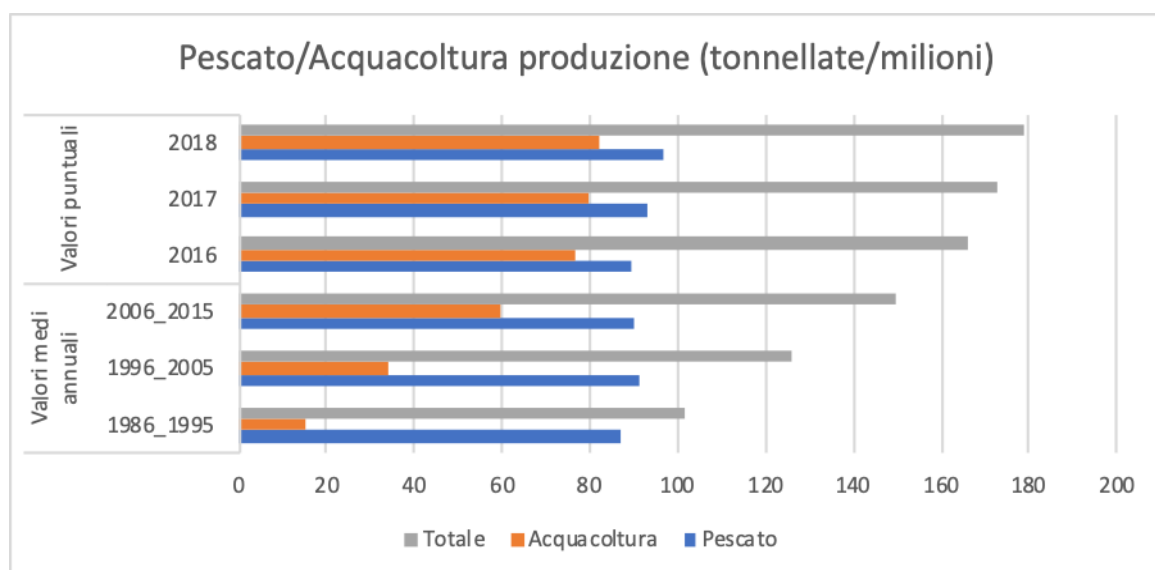


Figura 1: produzione globale

³ Si ricorda che il 2015 è l’anno in cui sono state introdotte le SDG (Sustainable Development Goal) con le quali sempre maggiore attenzione si è andata concentrando sulle politiche sostenibili legate alla pesca e all’acquacoltura.

⁴ La cattura avviene prevalentemente in acque marine.

⁵ L’acquacoltura avviene prevalentemente in acque dolci.

Dalla figura 1 si intuisce che ancorché le produzioni di acquacoltura siano globalmente cresciute negli ultimi venti anni, dal 2016 al 2018 le variazioni positive sono sostanzialmente poco rilevanti, probabilmente dovute al fatto che le capacità produttive dei paesi coltivatori e le tecniche di produzioni hanno raggiunto un discreto grado di “saturazione” della offerta.

Ciò è complicato dal fatto che i consumi di pesce tendono ad aumentare moltissimo. Negli ultimi anni, fino a più che raddoppiarsi negli ultimi venti anni, si assiste ad una espansione della domanda di pesce per la nutrizione umana, soprattutto nei paesi sottosviluppati e in quelli in via di sviluppo. Un aumento della domanda è parallelo ad una costante, ma via via in saturazione, crescita nell’offerta di pesce, in modo sempre più prevalentemente derivante da acquacoltura.

Di seguito, i dati relativi ai consumi di pesce dal 1986 al 2018, sia pescato sia allevato in acquacoltura, testimonianza diretta della crescente domanda di pesce.

Periodi/Utilizzi	Valori medi annuali			Valori puntuali		
	1986/1995	1996/2005	2006/2015	2016	2017	2018
Consumo umano	71,8	98,5	129,2	148,2	152,9	156,4
Usi diversi	29,9	27,1	20,3	17,9	19,7	22,2
Totale	101,7	125,6	149,5	166,1	172,6	178,6
Popolazione (Mld)	5,4	6,2	7,0	7,5	7,5	7,6
Consumo apparente pro capite	13,3	15,9	18,5	19,8	20,4	20,6

Tabella 2

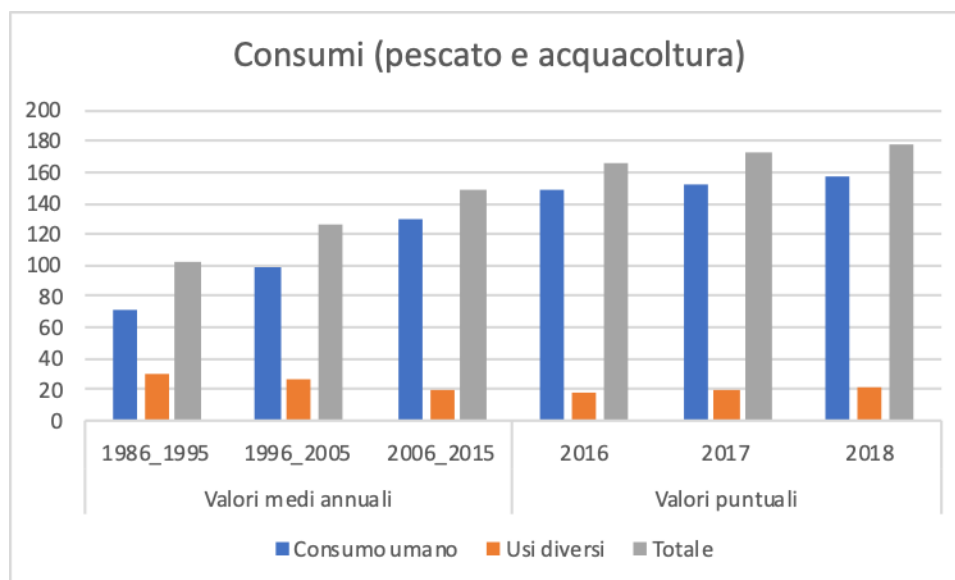


Figura 2: consumi e utilizzi globali

3.3 Contributo effettivo alle produzioni da acquacoltura

La maggiore evidenza che emerge secondo il rapporto SOFIA è il significativo superamento delle produzioni da acquacoltura rispetto al pescato, in tutto il mondo (61 report di paesi censiti dalla FAO nei suoi studi), ad eccezione dell’Oceania, passando dal 25,7% del 2000 al 46% negli anni 2016-2018. In 39 Paesi, che rappresentano più della metà della popolazione mondiale, la produzione da acquacoltura supera di quasi tre volte quella derivante dal pescato, mentre nei restanti 22 Paesi comunque rappresenta circa il 30% della produzione totale di pesce. Secondo i dati a disposizione della FAO, che comunque risultano carenti al fine di rappresentare un quadro effettivamente completo delle produzioni da acquacoltura, la Cina è il paese che registra la più alta percentuale di pesce da acquacoltura rispetto al totale delle produzioni (76,5%), seguita da India, Vietnam e Bangladesh)⁶.

Per ciò che concerne l’ambiente, è prevalente, a livello mondiale,

⁶ La Cina è di gran lunga il principale produttore, sostenuta dal suo avanzato settore dell’acquacoltura, che dal 1991 ha prodotto più cibo di allevamento acquatico rispetto al resto del mondo.

l’acquacoltura praticata in acque dolci soprattutto in Africa e in Asia.

La tabella e la figura seguente illustrano la situazione:

Paesi/Continenti produzioni acquacoltura (tonnellate/000)	Africa	America	Asia	Europa (con Cipro)	Oceania	World
Acque Dolci	1.893	1.213	47.718	508	6	51.338
Acquacoltura marina e costiera	303	2.587	25.092	2.575	200	30.756
Totale	2.196	3.800	72.810	3.083	206	82.094

Tabella 3

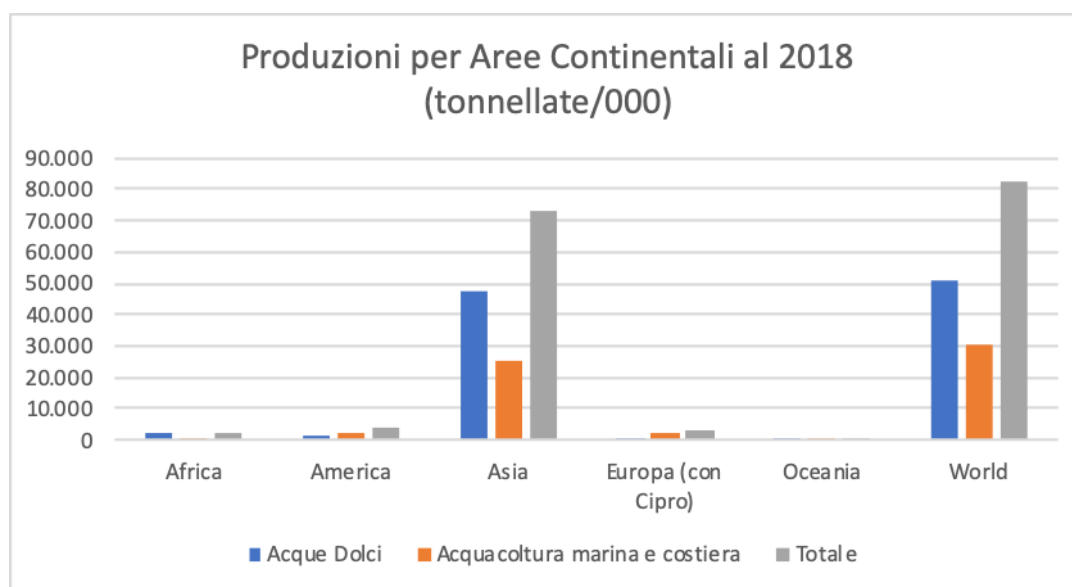


Figura 3

Per ciò che riguarda invece le specie allevate in acquacoltura, a prescindere dall’ambiente (dolce, salato o costiero), di seguito è esposta graficamente la situazione, sempre guardata alla data del 2018.

Acquacoltura in acque dolci o salate (tonnellate/000)	Africa	America	Asia	Europa (con Cipro)	Oceania	World
Pesci	2.184	2.197	47.400	2.399	97	54.277
Crostacei	6	961	8.414	0	6	9.387
Molluschi	6	640	16.083	680	102	17.511
Altre specie acquatiche	0	1	915	3	0	919
Totale	2.196	3.799	72.812	3.082	205	82.094

Tabella 4

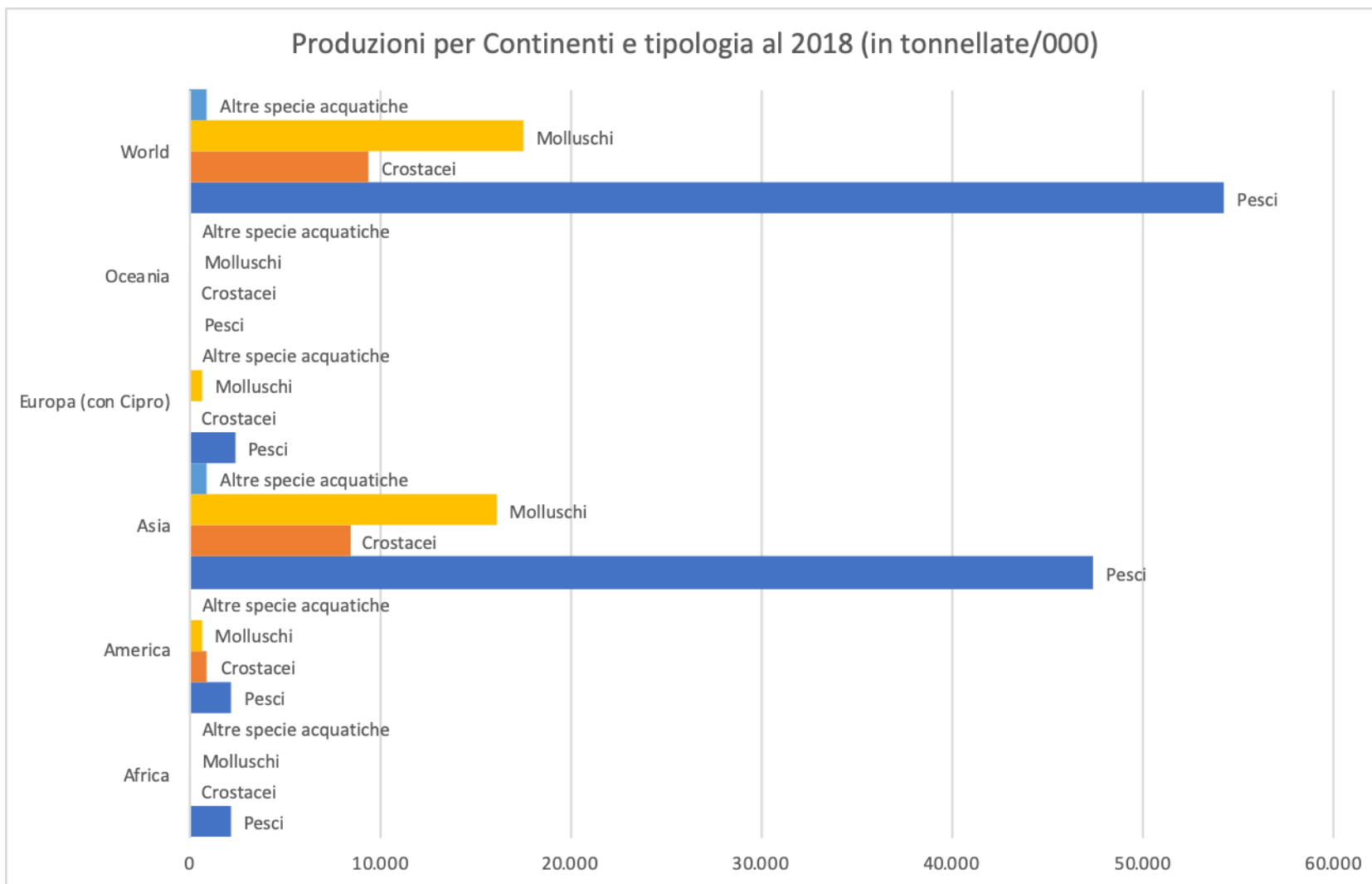


Figura 4

3.4 Distribuzione della produzione da acquacoltura e maggiori produttori

Dal 1995 al 2018, la distribuzione della produzione di specie allevate in acquacoltura a livello mondiale è rimasta sostanzialmente invariata. Ciò che rileva è la crescita media delle produzioni in aree in via di sviluppo quali l’Africa, anche se l’Asia e, in particolare, la Cina, continua a fare da padrona.

Periodi/Aree Geografiche (tonnellate/000)	1995	2000	2005	2010	2015	2018	Prod. Media
Africa	110,20	399,60	646,40	1.285,80	1.777,60	2.195,90	1.069,25
America	919,60	1.423,40	2.176,90	2.514,60	3.274,70	3.799,20	2.351,40
Asia (senza Cipro)	21.667,10	28.420,60	39.185,90	51.228,80	64.591,80	72.812,20	46.317,73
Europa (con Cipro)	1.581,40	2.052,60	2.137,30	2.527,00	2.948,60	3.082,60	2.388,25
Oceania	94,20	121,50	151,50	187,80	178,50	205,30	156,47
Mondo	24.372,50	32.417,70	44.298,00	57.744,00	72.771,20	82.095,20	Var. media 1995-2018
Var. puntuale Africa		262,6%	61,8%	98,9%	38,2%	23,5%	97%
Var. puntuale America		54,8%	52,9%	15,5%	30,2%	16,0%	34%
Var. puntuale Asia (senza Cipro)		31,2%	37,9%	30,7%	26,1%	12,7%	28%
Var. puntuale Europa (con Cipro)		29,8%	4,1%	18,2%	16,7%	4,5%	15%
Var. puntuale Oceania		29,0%	24,7%	24,0%	-5,0%	15,0%	18%

Tabella 5

I grafici seguenti esplicano meglio l’evoluzione della distribuzione e la variazione tra i diversi paesi dal 1995 al 2018.

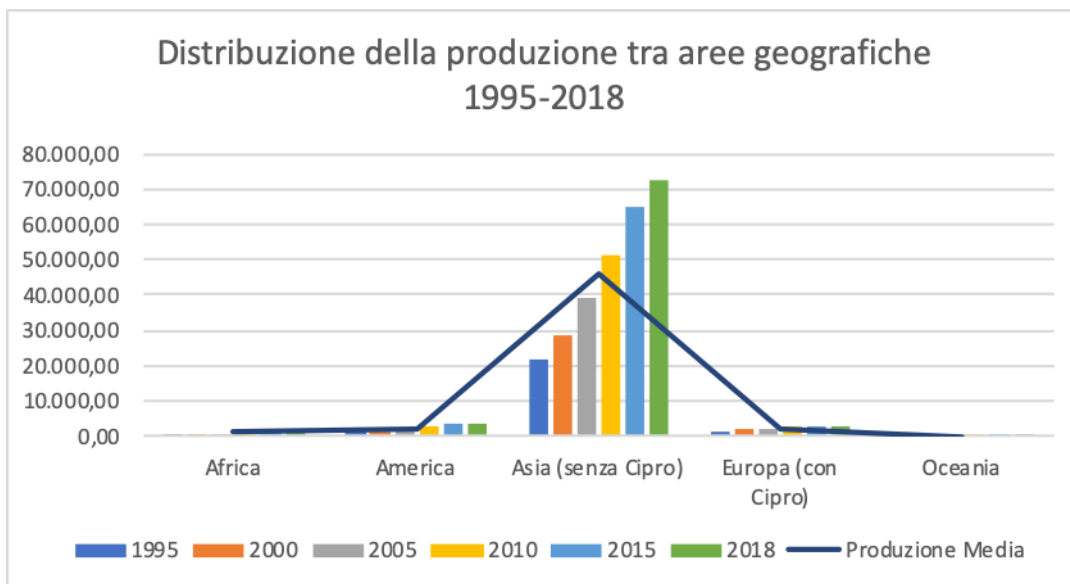


Figura 5

Dalla figura su esposta emerge senza dubbio la posizione dominante dell’Asia come produttore mondiale, raggiungendo i picchi puntuali della sua produzione da acquacoltura tra gli anni 2015-2018, e con un valore medio di 46.000 (migliaia di tonnellate).

Se si guarda peraltro ad un’altra prospettiva, sempre partendo dai medesimi dati, si osserva graficamente quanto segue:

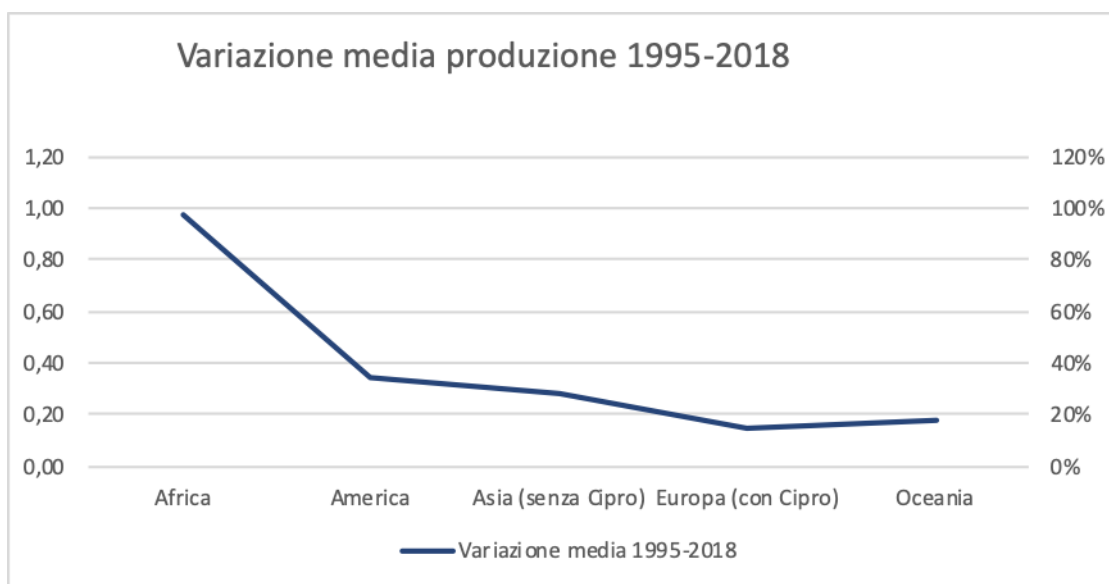


Figura 6

Il continente che ha registrato la più alta variazione (quasi raddoppiata) in termini di volume di produzione è senz’altro, nel periodo di riferimento, l’Africa, seguita dall’America. La variazione percentuale minore (15%) è registrata dai paesi Europei, addirittura inferiore a quella dell’Oceania (18%), con la conseguenza di dover necessariamente sostenere l’evoluzione delle pratiche di questi paesi, soprattutto di quelli emergenti, con l’introduzione di tecniche di produzione e di allevamento e di nutrizione delle specie acquatiche sempre più efficaci, efficienti e sostenibili.

3.5 Utilizzi delle produzioni

Come si è visto dai risultati della tabella relativa agli utilizzi delle produzioni di tutta la produzione, pescata e in acquacoltura, la maggior parte delle produzioni è destinata al consumo umano (circa l’88%), mentre il 12% circa è destinato a usi differenti dal consumo umano.

Di questo 12%, circa l’80% è attualmente destinato alla produzione di farine di pesce e olio di pesce per l’alimentazione dei pesci di allevamento da acquacoltura. La crescente domanda per l’alimentazione umana, la crescente domanda di mangimi per l’alimentazione dei pesci di allevamento, nonostante una generale tendenza alla riduzione delle produzioni di farine e di oli di pesce (derivante da una maggiore consapevolezza sulla sostenibilità delle pratiche di caccia di specie da ridurre in farine e oli di pesce), e per sopperire all’aumento della domanda per consumi umani, ha comportato un aumento dei prezzi di oli e farine di pesce, con la conseguenza di utilizzare sottoprodotti del pesce (teste, viscere, pelle e ossa) per ottenere questa tipologia di mangime animale per pesci allevati in acquacoltura⁷.

Tra i paesi avanzati, l’utilizzo maggiore del pesce, sia di quello derivante da pesca, sia derivante da acquacoltura, è quello del congelamento e della conserva del pesce fresco, mentre minimo è l’utilizzo quale pesce fresco. Meno di 10 tonnellate al 2018 sono destinate per usi non

⁷ Questo discende secondo la FAO dalla necessità di ridurre e saper riutilizzare gli sprechi di pesce. Ciò può realizzarsi soltanto se questo processo si accompagna ad un miglioramento nelle tecniche di trasformazione del pesce.

alimentari. Di converso, nei paesi in via di sviluppo, la maggior parte del pesce è destinato ad essere utilizzato fresco o surgelato. Rispetto ai paesi sviluppati, nei paesi in via di sviluppo maggiore è la quota di produzione destinata ad usi non alimentari.

In ogni caso, l’utilizzo di sottoprodotti del pesce pescato per la produzione di farine e oli di pesce costringe ad una maggiore consapevolezza delle sfide attualmente esistenti da un punto di vista ambientale e tecnologico, stanti la maggiore deperibilità di questi materiali e la carica batterica e microbiologica di cui sono portatori.

3.6 La sfida della sostenibilità nelle pratiche da acquacoltura

Il rapporto della FAO dedica una ampia sezione del suo Rapporto alle iniziative di sostenibilità svolte in occasione del 25° anniversario del Codice di condotta per la pesca responsabile, e sottolinea inoltre che la FAO e una serie di partner stanno collaborando al progetto “Illuminare le Coltivazioni Nascoste”, uno studio globale che sarà pubblicato alla fine del 2020 e che mira a sostenere strategie a favore della pesca su piccola scala produttiva, sostenibile ed equa, che è fonte di nutrizione essenziale per miliardi di persone e mezzi di sussistenza e posti di lavoro per la stragrande maggioranza dei 120 milioni di persone che dipendono dalla pesca di cattura.

Secondo quanto emerge dal rapporto SOFIA, se da un lato, la gestione efficace delle risorse ittiche porta al solido ripristino degli stock ittici, dall’altro, la mancata implementazione di queste misure minaccia il loro contributo alla sicurezza alimentare e ai mezzi di sussistenza. I motivi alla base dei fallimenti della sostenibilità sono complessi e richiedono analisi e soluzioni *ad hoc*.

Dal momento che si prevede che l’industria ittica occuperà sempre maggiore spazio nella produzione alimentare del futuro, anche l’innovazione deve fare la sua parte, per dare a questo settore un’impronta sempre più sostenibile.

D’altronde, l’impegno internazionale verso la sostenibilità è datato già sul finire degli anni Ottanta. La pratica della acquacoltura, di millenaria tradizione, attualmente fornisce più della

metà dei consumi mondiali di pesce, ma a costo di inevitabile impatto ambientale a livello locale, regionale e globale: tra i diversi effetti collaterali dello sviluppo dell’acquacoltura vi è quella della produzione non sostenibile di mangimi per i pesci. Infatti, sempre secondo il rapporto SOFIA, circa il 34,2% degli stock ittici viene pescato a livelli biologicamente non sostenibili. Questa percentuale è troppo elevata e non sta migliorando a livello globale, anche se è bene sapere che il 78,7% di tutto il pesce sbarcato proviene da stock biologicamente sostenibili. Inoltre, i *trend* relativi alla sostenibilità di molte delle principali specie stanno migliorando.

A livello internazionale, la FAO ha in progetto la elaborazione di Linee guida sulla Acquacoltura sostenibile (SAG) che verranno elaborate sulla base dello studio di *case studies* su differenti regioni a livello mondiale allo scopo di:

- Individuare standard di comportamento comuni (*pathways*);
- Determinare chiavi di classificazioni comuni per l’attribuzione di una valutazione alla sostenibilità delle pratiche di acquacoltura;
- Integrare le linee guida esistenti in materia.

Nell’ambito dell’Agenda che la FAO ha identificato come Agenda 2030 per gli obiettivi sostenibili, quello relativo alla sostenibilità dell’acquacoltura e della pesca è il n. 14 (“**Uso conservativo e sostenibile degli oceani, dei mari e delle risorse marine per uno sviluppo sostenibile**”) e si compone di una serie di target (riduzione del sovrasfruttamento, dell’inquinamento, della distruzione degli *habitat*, da raggiungere in tema anche di sostenibilità sociale e di inquinamento marino, oltreché di innovatività delle tecnologie di allevamento e di nutrizione del pesce. Il tutto viene rivolto sostanzialmente alla tutela e alla gestione della biodiversità degli ecosistemi, baluardo indiscusso della sicurezza nella soddisfazione della crescente domanda di pesce per l’alimentazione umana.

Il **Sustainable Development Impact Summit** (World Economic Forum) ha previsto diverse linee di azione per ridurre l’impatto ambientale delle produzioni di acquacoltura (New

Nature Economy Report II The Future Of Nature And Business⁸). Tra le linee future evidenziate ve ne sono diverse condivise a livello internazionale.

- **Allevamenti Acquaponici:** consiste nell’integrazione tra acquacoltura e coltivazione idroponica. Prevede la coltivazione di piante senza terreno, quindi tramite soltanto acqua arricchita di sostanze nutritive, fertilizzata dai materiali emessi dai pesci, trasformati in nitrati e fosfati.
- **Acquacoltura integrata multitrofica:** un tipo di acquacoltura che usa gli scarti dei pesci come nutrienti per altri organismi come molluschi filtratori e macro-alghe. Un dato interessante che emerge dalle rilevazioni FAO è che metà della produzione da allevamenti è relativo a specie acquatiche che vengono definite “estrattive”, cioè quelle che ricavano dall’ambiente il proprio nutrimento, filtrando l’acqua. In questo modo, utilizzano anche gli scarti prodotti da quelle specie che invece devono essere nutrite dall’uomo, realizzando così una produzione integrata e riducendo l’impatto ambientale. La FAO e i produttori puntano molto su questi allevamenti per coniugare sostenibilità e aumento della produzione di cibo con l’acquacoltura.
- **Utilizzo di insetti per nutrire i pesci di allevamento ed evoluzione tecnologica** dei sistemi di nutrizione dei pesci allevati, considerando a sistema le difficoltà ed i rischi connessi⁹.
- **Miglioramento soprattutto delle tecniche intensive** di allevamento, anche se per la sostenibilità ambientale ideale sarebbe potenziare gli allevamenti estensivi che riducono i rischi connessi al sovraffollamento e preservano la biodiversità delle specie¹⁰.
- **Tecnologie innovative** che combinino IT e acquacoltura, per migliorare l’impatto ambientale dell’acquacoltura e ottimizzare i processi nella piscicoltura (come il progetto a cui collabora l’Università di Copenaghen per l’elaborazione dei dati per la realizzazione di

⁸ http://www3.weforum.org/docs/WEF_The_Future_Of_Nature_And_Business_2020.pdf.

⁹ Glencross, B.D., Baily, J., Berntssen, M.H., Hardy, R., MacKenzie, S. and Tocher, D.R. (2020), Risk assessment of the use of alternative animal and plant raw material resources in aquaculture feeds. *Rev Aquacult*, 12: 703-758. doi:10.1111/raq.12347

¹⁰ Boyd, CE, D’Abramo, LR, Glencross, BD, et al. Achieving sustainable aquaculture: Historical and current perspectives and future needs and challenges. *J World Aquacult Soc.* 2020; 51: 578– 633. <https://doi.org/10.1111/jwas.12714>

un software basato su tecnologie quali big data, internet of things (IoT) e machine learning, per migliorare gli allevamenti, ottimizzare l’utilizzo del mangime e ossigeno e, infine, per ridurre l’impatto ambientale dell’acquacoltura (Antonucci and Costa, 2020; Hu et al., 2020).

- **Nanotecnologie** nel settore dell’acquacoltura per aprire nuovi scenari in tema di biomolecole, soprattutto a scopo medico e farmaceutico e per migliorare la qualità dell’acqua. (Aamir Hussain Dar, Newsheeba Rashid, Ishrat Majid, Shafat Hussain & Muneer Ahmed Dar, 2020).
- **Predilezione per sistemi di produzione in acque dolci** dove possano essere filtrati i volumi idrici (Recirculating aquaculture systems - RAS).
- **Spostamento dalle produzioni** marine costiere a quelle in mare aperto.
- **Miglioramento genetico** in acquacoltura, con particolare attenzione all'allevamento selettivo, contribuirà a incrementare la produzione alimentare per far fronte al previsto aumento della domanda di pesce e prodotti ittici utilizzando quantità relativamente limitate di mangimi, terra, acqua e altri input.

3.7 Il futuro dell’acquacoltura e le problematiche da risolvere

Secondo il SOFIA l’espansione dell’acquacoltura continuerà, anche se a un ritmo più lento, e nel prossimo decennio il pesce d’allevamento contribuirà a incrementare la quota del consumo e del commercio. In Africa, si prevede che la produzione dell’acquacoltura crescerà del 48%, contribuendo a mitigare la prevista riduzione del consumo di pesce pro capite nel continente. Per tale motivo, occorrerà fornire a questa realtà geografica strumenti e conoscenze per affrontare nel modo più sostenibile la produzione in acquacoltura.

Altri differenti problemi riguardano il futuro dell’acquacoltura, tra i quali la recente emergenza sanitaria del Covid, per la quale la FAO ha elaborato previsioni non floride che ha sintetizzato in una appendice al rapporto FAO 2020. Detta appendice, segnala che l’attività di pesca mondiale potrebbe essere diminuita di circa il 6,5% nel prossimo futuro a causa dei divieti e della carenza di manodopera dovute all’emergenza sanitaria.

L’interruzione dei trasporti internazionali ha avuto conseguenze particolari sulle esportazioni di prodotti da acquacoltura, mentre la forte riduzione del turismo e la chiusura dei ristoranti hanno avuto un impatto pesantissimo sui canali di distribuzione di molte specie di pesce, anche se la vendita al dettaglio si è mantenuta stabile o è aumentata per il pesce surgelato, in scatola, marinato e affumicato, che ha una lunga durata di conservazione. In alcune zone del Mediterraneo e del Mar Nero oltre il 90% dei pescatori di piccola scala sono stati costretti a fermarsi per l’impossibilità di vendere il pescato, situazione spesso aggravata dal calo dei prezzi.

I mercati degli input, le questioni legate alla manodopera dei migranti e i rischi legati all’affollamento dei mercati dei prodotti freschi hanno un impatto sulla produzione e sul consumo di pesce, con filiere di approvvigionamento informali sottoposte a intenso stress a causa dell’assenza di rapporti contrattuali e di solide catene del freddo. La FAO si è concentrata soprattutto sul sostegno, sulla ripresa e sul rafforzamento delle filiere di approvvigionamento e dei mezzi di sussistenza del settore, dando priorità ai gruppi e alle regioni più vulnerabili.

3.8 *L’acquacoltura nell’Unione Europea*

L’unione Europea è il quinto produttore al mondo (per pesca e acquacoltura), con il 3.3 % circa della produzione globale, di cui l’80% proviene da pesca e solo il 20% circa da acquacoltura. Spagna, Danimarca e Regno Unito e Francia sono i più grandi produttori in termini di volumi nell’ambito EU, per pesca e acquacoltura¹¹.

Nello specifico, l’acquacoltura è molto rilevante per diversi paesi, che producono complessivamente più di 1,3 milioni di tonnellate in termini di volume e più di 5 miliardi di euro in termini di valore. Della produzione globale da acquacoltura, l’UE registra una percentuale di 1,23 in termini di volume e di 2,29 in termini di valore.

¹¹ A seguito della uscita del Regno Unito dall’Unione Europea nel 2020 i paesi dell’EU si sono ridotti a 27.

Paese	Valore (EU/000)	%Valore	Volumi (tonn)	% Volumi
Cina	131.860.769	59,56%	64.358.481	57,48%
Indonesia	11.424.415	5,16%	15.896.100	14,20%
India	10.882.498	4,92%	6.182.000	5,52%
Cile	9.216.766	4,16%	1.219.747	1,09%
Vietnam	8.599.847	3,88%	3.831.241	3,42%
Norvegia	6.954.930	3,14%	1.308.634	1,17%
Bangladesh	5.227.379	2,36%	2.333.352	2,08%
EU-28	5.059.021	2,29%	1.372.012	1,23%
Giappone	4.147.649	1,87%	1.021.580	0,91%
Sud Corea	3.037.683	1,37%	2.306.280	2,06%
Thailandia	2.393.042	1,08%	889.891	0,79%
Ecuador	2.131.716	0,96%	464.505	0,41%
Filippine	1.769.054	0,80%	2.237.787	2,00%
Myanmar/Burma	1.548.720	0,70%	1.048.863	0,94%
Brasile	1.294.010	0,58%	595.000	0,53%
Egitto	1.218.558	0,55%	1.451.841	1,30%
Altri	14.629.788	6,61%	5.448.157	4,87%
Totale	221.395.845	100%	111.965.471	100%

Tabella 5

Le produzioni sono suddivise per tipi di prodotti nel seguente modo:

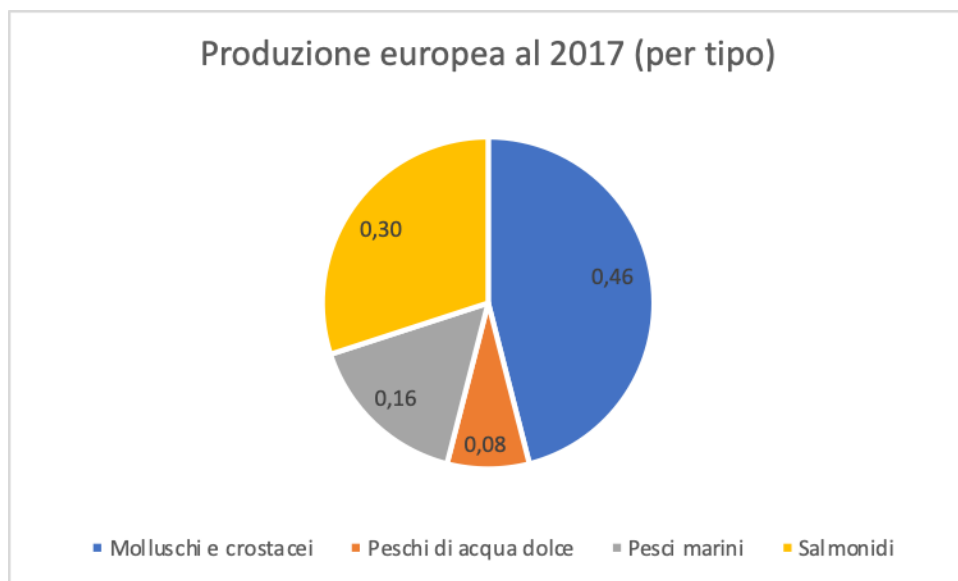


Figura 7

I più grandi produttori in Europa sono Spagna, Regno Unito, Francia, Italia e Grecia.

Le statistiche dalle quali il gruppo di ricerca trae i dati sono fornite da Eurostat e EUMOFA¹² e sono aggiornate per lo più al 2018. Esse riportano fino al 2018 un andamento piuttosto stabile e tendente all’invarianza.

La produzione dell’acquacoltura nell’Unione europea rimane relativamente statica rispetto ai crescenti tassi di produzione ittica d’allevamento registrati a livello mondiale. Negli ultimi 15 anni, infatti, il *trend* dei volumi di produzione da acquacoltura rivela un andamento piatto, in termini di volumi (tonnellate)¹³.

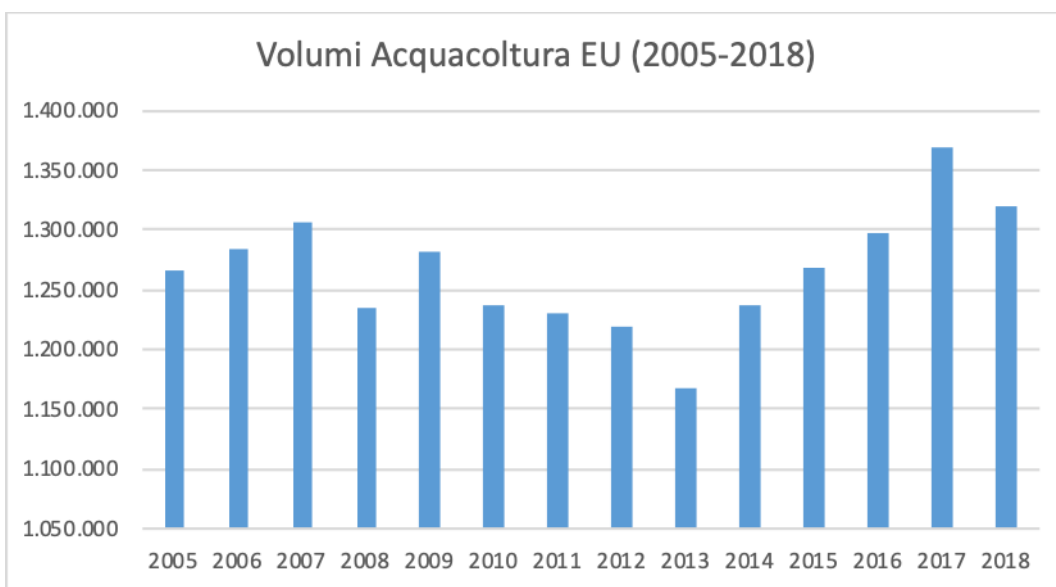


Figura 8: nostra elaborazione grafica su dati EUMOFA (<https://www.eumofa.eu/it/aquaculture-ts-at-eu-and-ms-levels>)

Se, da un lato, la produzione dell’acquacoltura è quadruplicata a livello globale tra il 1990 e il 2018¹⁴, dall’altro la produzione aggregata di prodotti ittici d’allevamento in tutti gli Stati membri dell’UE è rimasta stabile per lungo tempo, attestandosi intorno ai 1,3 milioni di tonnellate (valore medio dal 2005 al 2018, secondo i dati disponibili EUMOFA). Di recente, i

¹² Osservatorio europeo del mercato dei prodotti della pesca e dell’acquacoltura.

¹³ È da rilevare peraltro che i volumi dal 2000 al 2019 (ultimo dato puntuale complessivo per l’EU) sono aumentati del 251% (raddoppiata in quasi venti anni).

¹⁴ Rapporto FAO 2020.

dati relativi alla produzione da acquacoltura dell'UE sono aumentati di circa il 4,1 %, con una produzione dell'acquacoltura europea che ha raggiunto i 4,8 miliardi di euro nel 2018. Di questi, il 76 % è imputabile ai prodotti ittici e il 24 % ai crostacei e ai molluschi. L'acquacoltura dell'UE si concentra principalmente su quattro specie: mitili (35 % del volume totale), salmone (15 %), trota (14 %) e ostriche (7 %), cui si aggiungono altre importanti specie allevate nell'UE quali orate, carpe, branzino e vongole.

Nel 2018 i principali produttori di acquacoltura, in termini di volumi, tra gli Stati membri dell'UE sono la Spagna (24 %), la Francia (14 %), il Regno Unito (14 %), l'Italia (11 %) ¹⁵ e la Grecia (10 %), che insieme rappresentano circa il 73 % della produzione complessiva di acquacoltura.

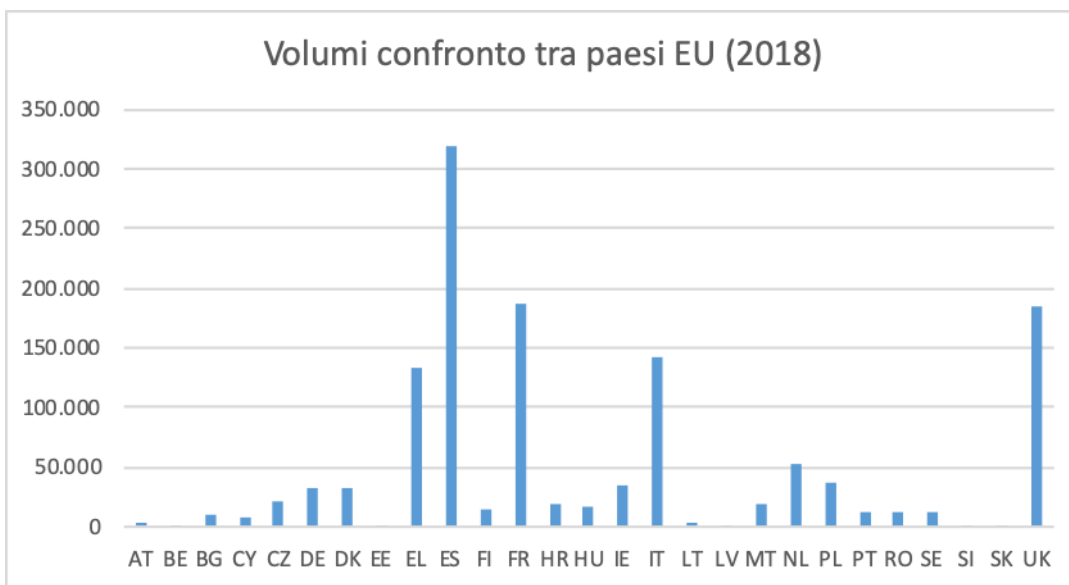


Figura 9

In termini di valore della produzione, tuttavia, è stato il Regno Unito a collocarsi al primo posto (23 %), seguito da Francia (14 %), Spagna (14 %) Grecia (11 %) e Italia (9%). I molluschi

¹⁵ L'Italia è al primo posto nell'Unione europea per quanto riguarda la molluschicoltura: è infatti il principale produttore di vongole veraci e rappresenta il 45% della produzione comunitaria di storioni e il 20% della trota iridea.

bivalve (mitili, ostriche e vongole) sono predominanti in Spagna, Francia e Italia. Il Regno Unito produce principalmente salmoni, mentre la Grecia produce soprattutto branzini e orate.

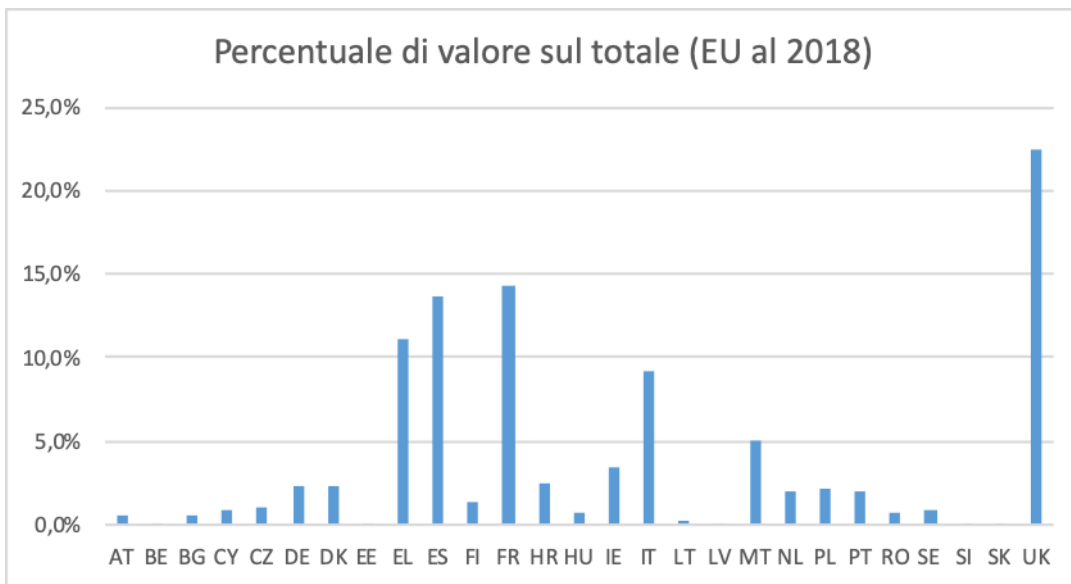


Figura 10

Nel tentativo di aumentare il potenziale produttivo dell'UE, la Commissione ha presentato numerosi documenti strategici e di orientamento¹⁶ Inoltre, per potenziare le produzioni, sempre tenendo in considerazione lo sviluppo sostenibile dell'acquacoltura europea, nel corso del tempo la Commissione Europea ha introdotto diversi provvedimenti e posizioni di rilievo, i quali, peraltro, lasciano irrisolti, almeno per il momento, alcuni problemi. Quello principale del settore dell'acquacoltura in Europa è legato alla mancata crescita della produzione, in contrasto con l'elevato tasso di crescita osservato su scala globale. Il settore ha tuttavia registrato progressi positivi per quanto riguarda gli obiettivi di garantire la disponibilità di prodotti di qualità per i consumatori e la sostenibilità ambientale.

¹⁶ Nel 2016 è stato istituito il consiglio consultivo per l'acquacoltura. Si tratta di un organismo composto da rappresentanti del settore e da altre pertinenti organizzazioni delle parti interessate che fornisce consulenza alle istituzioni europee e agli Stati membri.

Il primo tentativo per affrontare la stagnazione della produzione dell'acquacoltura è stato attuato nel 2002, quando la Commissione ha pubblicato una comunicazione intitolata «Una strategia per lo sviluppo sostenibile dell'acquacoltura europea» (COM(2002)0511). Gli obiettivi della strategia erano i seguenti:

- creare occupazione stabile e duratura, in particolare nelle zone dipendenti dalla pesca, e incrementare l'occupazione nel settore dell'acquacoltura, creando dagli 8 000 ai 10 000 posti di lavoro equivalenti a tempo pieno tra il 2003 e il 2008;
- garantire al consumatore la disponibilità di prodotti sani, sicuri e di buona qualità, nonché promuovere livelli elevati di salute e benessere degli animali;
- sostenere un'attività ecocompatibile.

Tuttavia la strategia non ha raggiunto i suoi obiettivi, in particolare in termini di aumento della produzione e dell'occupazione: non ha conseguito né l'obiettivo di un tasso di crescita del 4 % né quello della creazione di 8 000-10 000 nuovi posti di lavoro.

Oltre agli ostacoli e ai vincoli tradizionali, dal 2002 l'acquacoltura europea subisce un aumento della concorrenza della produzione di paesi terzi e deve affrontare crisi di *governance* e gli effetti della crisi economica dopo il 2007.

L'obiettivo della sostenibilità della produzione per l'acquacoltura è rimasto tale nel corso degli anni. Un nuovo impulso alla strategia per lo sviluppo sostenibile dell'acquacoltura europea, arriva sette anni dopo, l'8 aprile 2009, quando la Commissione ha pubblicato la sua seconda comunicazione sull'acquacoltura (COM(2009)0162), al fine di individuare e affrontare le cause della stagnazione della produzione del settore nell'UE. La nuova comunicazione, dal titolo «Costruire un futuro sostenibile per l'acquacoltura – Un nuovo impulso alla strategia per lo sviluppo sostenibile dell'acquacoltura europea», mira a garantire che l'UE continui a svolgere un ruolo predominante in questo settore strategico, aumentando la produzione e l'occupazione attraverso l'attuazione e il rinnovo delle seguenti azioni:

- **Promuovere la competitività della produzione** dell'acquacoltura dell'UE, favorendo la ricerca e lo sviluppo tecnologico; promuovendo la pianificazione spaziale

dell'acquacoltura per tentare di risolvere il problema della concorrenza in termini di spazio disponibile; facendo sì che le aziende acquicole siano messe in condizione di far fronte alle richieste del mercato;

promuovendo lo sviluppo dell'acquacoltura nella sua dimensione internazionale.

- **Stabilire le condizioni per uno sviluppo sostenibile** dell'acquacoltura:

garantendo la compatibilità fra acquacoltura e ambiente; dando vita a un'industria acquicola ad alto rendimento; garantendo la protezione della salute dei consumatori e riconoscendo i benefici per la salute dei prodotti alimentari di origine acquatica.

- **Migliorare l'immagine e la governance del settore**, migliorando l'applicazione della legislazione UE; riducendo gli oneri amministrativi; garantendo un'adeguata partecipazione delle parti interessate e la trasmissione di informazioni corrette al pubblico; garantendo un'adeguata sorveglianza del settore dell'acquacoltura.

Infine, nel 2013, gli orientamenti strategici (COM(2013)0229) pubblicati dalla Commissione il 29 aprile hanno lo scopo di aiutare gli Stati membri a definire i propri obiettivi nazionali tenendo conto della situazione di partenza, del contesto nazionale e delle strutture istituzionali di ciascun paese¹⁷. Gli orientamenti riguardavano quattro settori prioritari:

- **La semplificazione delle procedure amministrative** e la riduzione della durata della procedura di rilascio delle licenze per le aziende acquicole;
 - la pianificazione coordinata dello spazio per superare l'ostacolo della mancanza di spazio;

¹⁷ Nel 2013 il Consiglio e il Parlamento hanno raggiunto un accordo su una nuova PCP (Politica Comune della Pesca), volta a garantire la sostenibilità a lungo termine delle attività di pesca e di acquacoltura sotto il profilo ambientale, economico e sociale. Sempre il 2013 viene considerato un anno decisivo con l'introduzione dell'Organizzazione comune dei mercati nel settore dei prodotti della pesca e dell'acquacoltura (OCM).

L'attuale regolamento — regolamento (UE) n. 1379/2013 relativo all'organizzazione comune dei mercati nel settore dei prodotti della pesca e dell'acquacoltura — sta assumendo un ruolo più integrato, collegando le considerazioni di mercato alle strategie di gestione. Inoltre, l'attuale OCM nel settore dei prodotti della pesca e dell'acquacoltura stabilisce il quadro giuridico per le organizzazioni di produttori (OP), le norme di commercializzazione, l'informazione dei consumatori e la certificazione (marchi di qualità ecologica), le regole di concorrenza e le informazioni sul mercato (come quelle fornite dall'Osservatorio europeo del mercato dei prodotti della pesca e dell'acquacoltura - EUMOFA).

- la promozione della competitività dell'acquacoltura nell'UE;
- la promozione di condizioni di parità.

Piani strategici nazionali pluriennali

Come sancito dall'articolo 34 del nuovo regolamento di base della PCP (regolamento (UE) n. 1379/2013[1]), gli Stati membri erano tenuti a presentare, entro il 30 giugno 2014, piani strategici nazionali pluriennali per lo sviluppo delle attività di acquacoltura sul loro territorio per il periodo 2014-2020. La Commissione ha incoraggiato lo scambio di informazioni e di migliori pratiche tra gli Stati membri attraverso diversi seminari e riunioni. In seguito, ha agevolato il coordinamento delle misure nazionali previste nei piani strategici nazionali pluriennali. Alla fine del 2017 gli Stati membri hanno condotto una valutazione intermedia dell'attuazione dei rispettivi piani strategici nazionali pluriennali. Le relazioni finali di valutazione sono attese dai governi nazionali all'inizio del 2021.

Il ruolo del parlamento europeo è stato da sempre decisivo negli orientamenti sempre più stringenti sulla sostenibilità dell'acquacoltura. Esso, infatti, ha approvato numerose risoluzioni finalizzate a rafforzare ulteriormente il settore dell'acquacoltura dell'UE, tra cui¹⁸:

- la risoluzione del 16 gennaio 2003 sull'acquacoltura nell'Unione europea: presente e futuro;
- la risoluzione legislativa del 27 aprile 2006 sulla proposta di direttiva del Consiglio relativa alle condizioni di polizia sanitaria applicabili alle specie animali d'acquacoltura e ai relativi prodotti, nonché alla prevenzione di talune malattie degli animali acquatici e alle misure di lotta contro tali malattie;
- la risoluzione legislativa del 14 novembre 2006 sulla proposta di regolamento del Consiglio relativo all'impiego in acquacoltura di specie esotiche e di specie localmente assenti;

¹⁸ <https://www.europarl.europa.eu/factsheets/it/sheet/120/produzione-dell-acquacoltura-nell-unione-europea>.

- la risoluzione legislativa del 14 novembre 2006 sulla proposta di regolamento (CE) n. 104/2000 del Consiglio relativo all'organizzazione comune dei mercati nel settore dei prodotti della pesca e dell'acquacoltura;
- la risoluzione del 4 dicembre 2008 sull'elaborazione di un Piano europeo di gestione della popolazione di cormorani al fine di ridurre il loro impatto crescente sulle risorse ittiche, la pesca e l'acquacoltura;
- la risoluzione del 17 giugno 2010 su un nuovo impulso alla strategia per lo sviluppo sostenibile dell'acquacoltura europea;
- la risoluzione dell'8 luglio 2010 sul regime di importazione nell'UE dei prodotti della pesca e dell'acquacoltura in vista della riforma della PCP;
- la risoluzione legislativa del 23 novembre 2010 sulla proposta di regolamento del Parlamento europeo e del Consiglio recante modifica del regolamento (CE) n. 708/2007 relativo all'impiego in acquacoltura di specie esotiche e di specie localmente assenti;
- la risoluzione legislativa del 12 settembre 2012 sulla proposta di regolamento del Parlamento europeo e del Consiglio relativo all'organizzazione comune dei mercati nel settore dei prodotti della pesca e dell'acquacoltura;
- la risoluzione legislativa del 10 dicembre 2013 relativa alla posizione del Consiglio in prima lettura in vista dell'adozione del regolamento del Parlamento europeo e del Consiglio relativo all'organizzazione comune dei mercati nel settore dei prodotti della pesca e dell'acquacoltura recante modifica ai regolamenti (CE) n. 1184/2006 e (CE) n. 1224/2009 del Consiglio e che abroga il regolamento (CE) n. 104/2000 del Consiglio;
- la risoluzione dell'8 settembre 2015 sulla valorizzazione del potenziale della ricerca e dell'innovazione nell'economia blu per creare crescita e posti di lavoro;
- la risoluzione del 12 maggio 2016 sulla tracciabilità dei prodotti della pesca e dell'acquacoltura nella ristorazione e nella vendita al dettaglio;
- la risoluzione del 12 giugno 2018 su Verso un settore europeo dell'acquacoltura sostenibile e competitivo: situazione attuale e sfide future.

- Risoluzione del 15 gennaio 2020 sul Green Deal europeo. La risoluzione ha invitato la Commissione a integrare i prodotti della pesca e dell’acquacoltura nella sua strategia “Dal produttore al consumatore”, al fine di potenziare la catena del valore sostenibile nel settore ittico, combattere l’inquinamento da plastica, ridurre gli sprechi alimentari, lottare contro la frode alimentare e migliorare l’etichettatura dei prodotti alimentari.

Ciò che è stato rappresentato nelle pagine precedenti rappresenta soltanto una estrema sintesi del ruolo e dell’interessamento dell’UE in tema di pesca e di acquacoltura sostenibile. Occorre ricordare, infine, che a proposito di detta strategia è stato istituito il FEAMP - Fondo per la politica marittima e della pesca dell’UE per il periodo 2014-2020 – che mira non soltanto al finanziamento della crescita nel settore a livello nazionale e locale, ma anche a potenziare il settore dell’occupazione nei diversi stati¹⁹. Il fondo sostiene i pescatori nella transizione verso una pesca sostenibile; aiuta le comunità costiere a diversificare le loro economie; finanzia i progetti che creano nuovi posti di lavoro e migliorano la qualità della vita nelle regioni costiere europee; agevola l’accesso ai finanziamenti.

3.9 Il quadro generale dell’acquacoltura italiana²⁰

L’acquacoltura in Italia rappresenta un patrimonio unico di conoscenze, esperienze, eccellenze e cultura che ha favorito lo sviluppo di pratiche di allevamento diversificate e adattate alle favorevoli condizioni geomorfologiche, climatiche e ambientali che il nostro Paese offre.

L’Italia ha offerto un contributo significativo allo sviluppo dell’acquacoltura mediterranea grazie all’antica tradizione nel settore del nostro Paese, in particolare con

¹⁹ È uno dei cinque fondi strutturali e di investimento europei (fondi SIE).

²⁰ *Nota metodologica.* Ove non diversamente specificato, i dati elaborati dal gruppo di ricerca, per la sezione dedicata all’Italia, sono tratti dal data base dell’EUMOFA - Osservatorio europeo del mercato dei prodotti della pesca e dell’acquacoltura (<https://eumofa.eu>). I dati sono aggiornati al 18 settembre 2020. Link di riferimento: <https://eumofa.eu/it/web/eumofa/ad-hoc-queries>. Il data base Eumofa è composto sulla base delle informazioni che per l’Italia sono rese da Istituto di servizi per il Mercato Agricolo e Alimentare (Ismea) e dal Ministero delle Politiche Agricole, Alimentari e Forestali (MIPAAF).

riguardo alle produzioni lagunari e vallive, all’abilità nella raccolta dei giovanili di spigole, orate e mugilidi e nella pesca delle ceche di anguilla. Il ruolo centrale assunto dall’Italia in Europa è dovuto anche all’impegno pubblico a sostegno della crescita del settore e alla motivazione degli imprenditori italiani che per primi hanno sperimentato l’accesso ai contributi comunitari in conto capitale per realizzare impianti di acquacoltura. L’Italia, inoltre, ha anche sostenuto lo sviluppo dell’acquacoltura nel Mediterraneo promosso dalla FAO attraverso il progetto Medrap, favorendo l’utilizzo delle tecniche di acquacoltura in Grecia e Turchia, Paesi che oggi rappresentano poli produttivi di grande rilevanza.

Il prestigio italiano è stato anche legato alla domanda nazionale interessata soprattutto alla produzione di spigole, orate e anguille, specie che hanno sempre trovato grande apprezzamento nei mercati ittici nazionali. Purtroppo, molti i fattori che hanno limitato la crescita del settore. Ad esempio, la realizzazione di impianti di acquacoltura in aree costiere salmastre ha generato conflitti, a causa della vulnerabilità ambientale di tali zone umide, un tempo considerate improduttive, malariche, soggette ad alluvioni, e oggi ritenute ecosistemi sensibili e peculiari delle nostre coste.

Oggi, sono presenti sul nostro territorio 3441 allevamenti²¹ che producono circa 143 mila tonnellate l’anno di prodotti freschi²² contribuendo per più del 70% alla produzione ittica nazionale²³ e al 30% circa della domanda di prodotti ittici freschi. La produzione italiana conta complessivamente 30 tipi di pesce, molluschi e crostacei ma il 97% dei prodotti può essere sintetizzato in 5 specie: trota, spigola, orata, mitili e vongole veraci. Nonostante questo, l’80% del pesce che mangiamo in Italia viene importato dall’estero.

L’acquacoltura in Italia comprende l’allevamento di **30 specie di pesci, molluschi e crostacei**, ma il 97% della produzione nazionale si basa su 5 specie: la trota (acque dolci), la

²¹ Anagrafe Nazionale Zootechnica – Statistiche https://www.vetinfo.it/j6_statistiche/#/

²² I dati sono stati estratti dal data base Eurostat e sono aggiornati al 23 luglio 2020. <https://ec.europa.eu/eurostat/web/fisheries/data/database>

²³ Fonte dati Eurostat. La percentuale è calcolata rispetto al 2018 poiché per il 2019 non sono ancora disponibili i dati relativi alle tonnellate di pesce da acquacoltura.

spigola e l’orata (acque marine) e tra i molluschi, i mitili e le vongole veraci²⁴. L’Italia è anche il principale produttore di vongole veraci in Europa e copre il 45% della produzione comunitaria di storioni e il 18% della trota iridea.

La scarsa diversificazione produttiva è ritenuta come una delle cause di fragilità complessiva del settore, determinando, da un lato, una maggiore concorrenza commerciale interna, dall’altro un volume crescente di importazioni di specie assenti o poco rappresentate. Il segmento produttivo più rappresentativo per valore delle produzioni è l’allevamento di specie di acqua dolce, in particolare trote, e di molluschi, in particolare vongole, che incidono rispettivamente per il 23 e il 37% sul fatturato dell’acquacoltura nazionale. La molluschicoltura nazionale si basa essenzialmente su due soli gruppi di specie, il mitilo e le vongole, mentre l’allevamento dell’ostrica stenta ancora a consolidarsi come realtà produttiva nazionale.

Il settore dell’acquacoltura italiana registra un numero complessivo di 4.920 dipendenti, pari a circa 3.000 unità a tempo pieno²⁵. Rispetto ai dati del 2012, continua ad osservarsi una riduzione sia del numero di imprese (-15% rispetto al 2013), sia nel numero di impianti in parte determinata da riorganizzazioni delle imprese (soprattutto nella molluschicoltura) e in parte dalla chiusura momentanea o definitiva per inattività degli impianti di maricoltura per l’allevamento di pesci marini²⁶.

L’acquacoltura italiana è all’avanguardia in Europa per la forte integrazione di filiera in azienda e l’eccellente qualità delle produzioni e ha tutte le potenzialità di competere sul mercato per soddisfare la domanda dei consumatori italiani, offrendo prodotti di elevato valore per caratteristiche nutrizionali, organolettiche e per sicurezza alimentare²⁷. Il settore è maturo, strutturalmente definito e ha cambiato la sua conformazione iniziale in termini di segmenti produttivi.

²⁴ Ministero Politiche Agricole, Alimentari e Forestali, Piano Strategico per l’acquacoltura in Italia 2014-2020.

²⁵ European Union, Scientific, Technical and Economic Committee for Fisheries (STECF), Economic Report of the EU aquaculture sector, 2018. È doveroso sottolineare che i dati relativi agli addetti sono significativamente inferiori a quelli rilevati nel 2011 dal Ministero delle Politiche Agricole, Alimentari e Forestali che riferiva, nel suo Piano Strategico per l’Acquacoltura in Italia 2016-2020 un numero di addetti pari 7.426.

²⁶ Ministero Politiche Agricole, Alimentari e Forestali, Piano Strategico per l’acquacoltura in Italia 2014-2020.

²⁷ *Ibidem*.

L’acquacoltura italiana ha dimostrato di avere le capacità di creare reddito e occupazione e ha grandi potenzialità di sviluppo che richiedono scelte decisive e interventi strategici mirati e diversificati in relazione alle caratteristiche produttive, alle specializzazioni regionali e alle vocazioni ambientali²⁸.

Più in generale, nella UE, come sottolineato nelle pagine precedenti, l’acquacoltura è caratterizzata da produzioni specializzate in alcuni Stati Membri come quella di vongola in Italia, di salmone nel Regno Unito, di orata e spigola in Grecia, di cozza e rombo chiodato in Spagna, di ostrica in Francia. Tali paesi hanno rappresentato i tre quarti della produzione acquicola dell’UE nel 2017, sia in termini di volume che di valore.

In ciascuno di essi, il valore della produzione ha seguito un andamento crescente, sia nel breve che nel lungo periodo mentre in termini di volumi sono stati rilevate significative riduzioni. Con specifico riferimento all’Italia, in controtendenza rispetto ai paesi europei, l’Italia già nel 2017 registra un lieve decremento dei volumi produttivi rispetto al 2016 (-1%) che sale al -2% rispetto al 2008.

In termini di valore, è stato rilevato invece un aumento del 40% (+ 17% rispetto al 2008) (EUMOFA, 2019). Nel 2018, il volume della produzione ha subito un brusco calo rispetto al 2017 (circa il 10%), principalmente a causa di una minore produzione di cozze. La contrazione della produzione è stata determinata da una combinazione di fattori, tra cui i mutamenti delle condizioni dell’acqua, del clima e delle fonti di nutrizione per i bivalvi e di circa il 14% rispetto al 2009²⁹.

Secondo i dati Eurostat, l’Italia nel 2019 è il quinto paese in Europa per acquacoltura, il settimo per catture. Rispetto al 2017, in cui l’Italia era il quarto paese produttore di pesce d’allevamento nella UE ed il decimo per la pesca, si è assistito quindi ad una riduzione del peso della produzione acquaiola italiana in ambito europeo. Se in termini di volume la composizione per specie della produzione acquicola della UE è simile a quella di dieci anni fa, la sua struttura

²⁸ EUMOFA, 2019.

²⁹ *Database* Eurostat (ultimo aggiornamento disponibile 23/7/2020). Dati estratti il 15/9/2020.

in termini di valore ha subito variazioni più significative. Lo spostamento che è avvenuto tra le due specie di primo piano, ossia la trota, della quale come sarà specificato più avanti, l’Italia risulta essere tra i principali produttori, e il salmone, si deve sia alla riduzione del valore della trota in Italia sia al raddoppio del valore del salmone (soprattutto nel Regno Unito).

L’Italia, unitamente alla Francia e in minor misura alla Danimarca, risulta essere il maggior produttore europeo di trota, coprendo da sola una quota di mercato del 18%. Nel 2017, l’Italia ha registrato una riduzione della produzione di trota del 2% anche se sono aumentati i prezzi del 10%, dunque il valore della produzione in termini nominali. Nel 2018 la riduzione si accentua ulteriormente sia in termini di volumi, che registrano una riduzione rispetto al 2017 del 4,7%, che in valore (-6%) in conseguenza di una più contenuta riduzione in termini di prezzo (-1,25%).

L’Italia è, altresì, di gran lunga il produttore principale europeo di vongole. Nel 2017, la sua produzione, pari a 37.157 tonnellate e 224 milioni di euro, ha coperto l’82% in volume ed il 75% in valore della produzione totale dell’UE. In Italia, la produzione è crollata del 24% dal 2015 al 2017, generando un aumento dei prezzi molto marcato (+65%). Nel 2018, il *trend* al rialzo dei prezzi della vongola nel mercato italiano è proseguito, seppur ad un ritmo moderato. Ciononostante, la produzione è diminuita di un ulteriore 20% rispetto al 2017 ed è risultata pari ad un valore di 161 milioni di euro contro i 224 milioni del 2017.

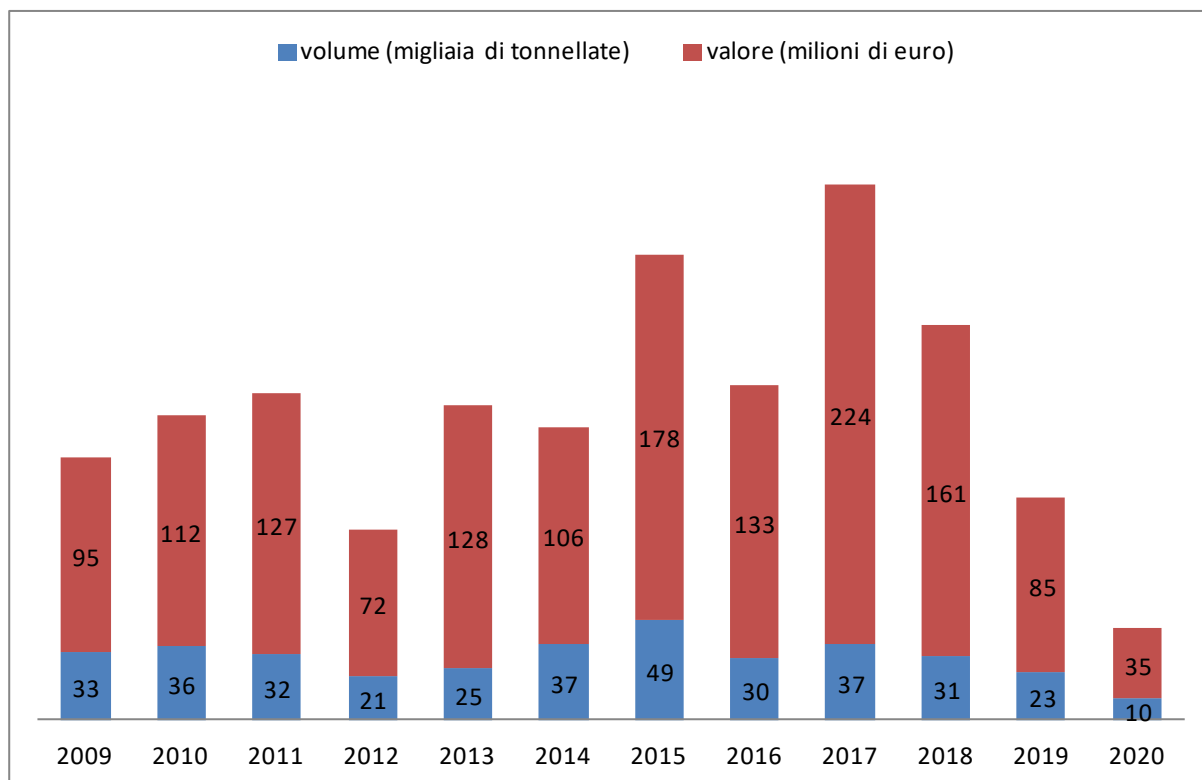


Figura 11: produzione acquicola di vongola in Italia

Fonte: nostra elaborazione su dati Eurostat (codice del relativo dataset: fish_aq2a) e EUMOFA per aggiornamento 2019-2020

Secondo i dati dell’Osservatorio europeo del mercato dei prodotti della pesca e dell’acquacoltura (EUMOFA), riferiti specificatamente all’Italia, nel 2017:

- il **45% della produzione italiana è stato allevato in acque marine;**
- il **28% in acque salmastre ed il 27% in acqua dolce.**

I metodi di acquacoltura più utilizzati sono stati sopra il fondale in acque marine e salmastre per una quota pari al 40% della produzione; in vasche e canalette, quasi esclusivamente in acqua dolce, per circa il 25% della produzione; a contatto col fondale in acque marine e salmastre per il 24% della produzione. Il 6% della produzione è avvenuto in gabbie, quasi esclusivamente in acque marine e salmastre, il 3% in stagni o lagune d’acqua dolce, il 2% in recinti in acque marine e salmastre. Meno utilizzati invece i sistemi di acquacoltura a ricircolo in acqua dolce.

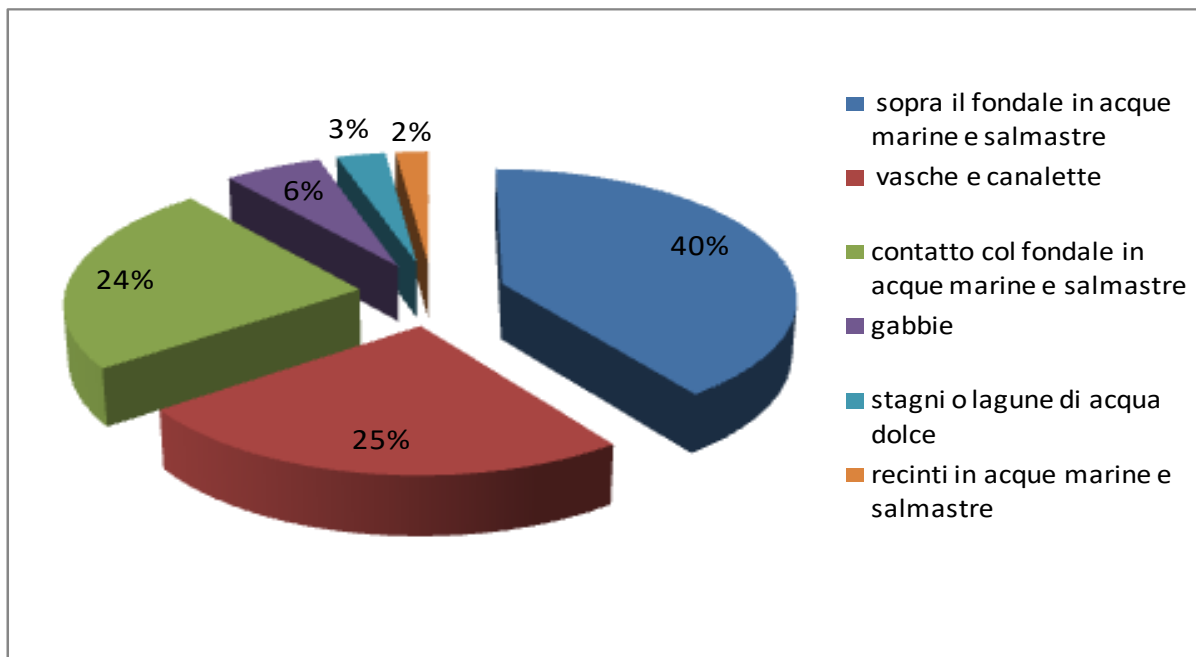


Figura 12: metodi di acquacoltura prevalenti

L’andamento della produzione acquicola nell’ultimo decennio ha avuto un *trend* tendenzialmente decrescente. Gli anni migliori sono stati il 2011 e il 2017, il peggiore il 2012 per lo più a causa della riduzione delle produzioni di molluschicoltura (-23%).

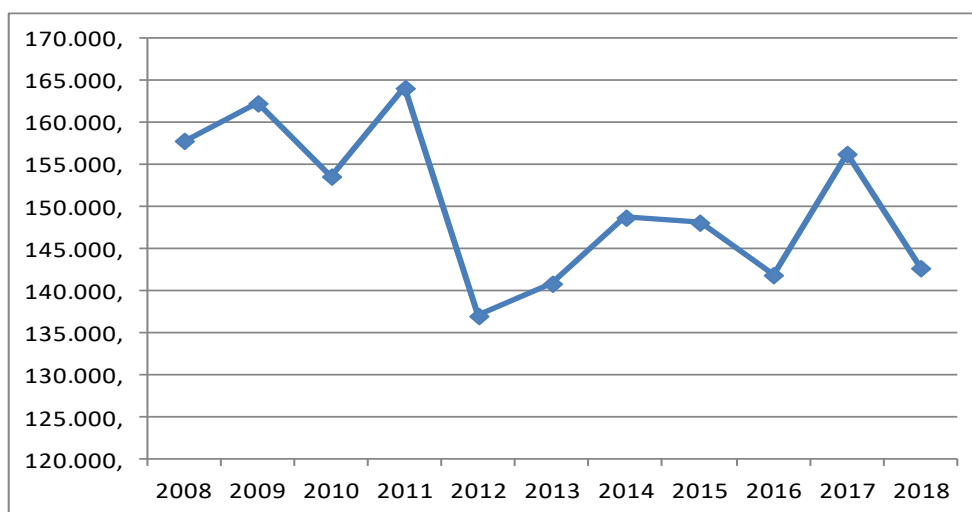


Figura 13: produzione acquicola complessiva in Italia

Fonte: nostra elaborazione di dati Eurostat (codice del relativo dataset: fish_aq2a) e FAO

3.10 Analisi del decennio 2008-2018

Nelle pagine successive sarà rappresentato l’andamento di prezzi, volumi e valori della produzione italiana.

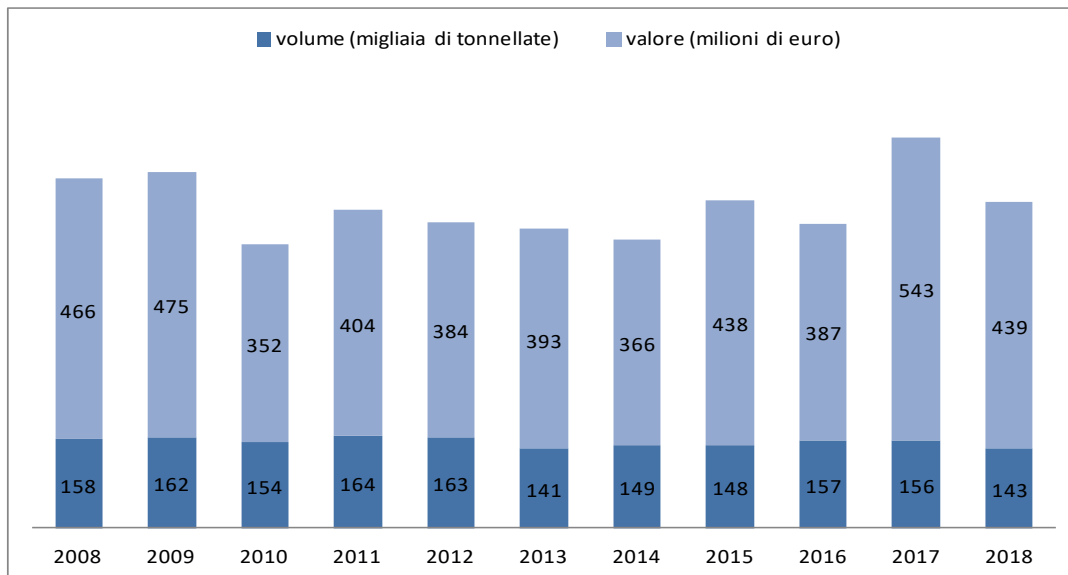


Figura 14: valore e volumi di produzione acquicola in Italia

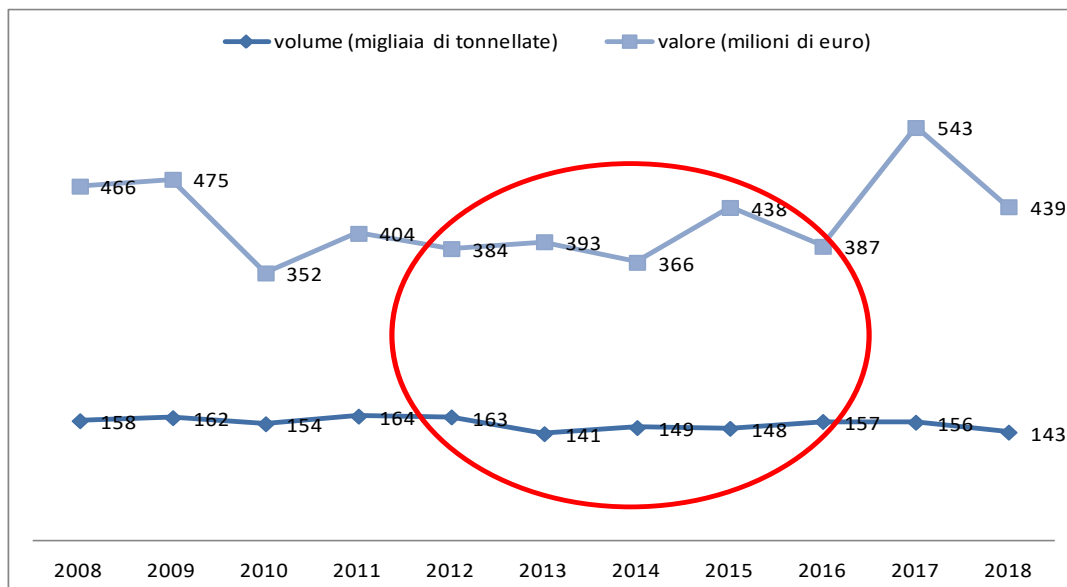


Figura 15: trend del valore e volumi di produzione acquicola in Italia

Fonte: nostra elaborazione di dati Eurostat (codice del relativo dataset: fish_aq2a) e EUFOMA

Dall’analisi delle figure precedenti si evince come il *trend* della produzione del decennio 2008-2018 si sia mantenuto tendenzialmente costante anche se gli anni compresi tra il 2012 e il 2016 e il 2018, ultimo anno disponibile, sono stati particolarmente critici per il settore dell’acquacoltura. I valori della produzione, tendenzialmente decrescenti nell’arco temporale osservato, ma capaci di compensare nel 2013 e nel 2015 le riduzioni dei volumi produttivi con un aumento dei prezzi, continuano a decrescere nel 2018 che in linea con i volumi del 2015 registra una riduzione di oltre il 13% rispetto al 2016.

La causa principale di tale riduzione è stata la mancanza di nuove strutture, a causa del mancato rilascio di nuove autorizzazioni e concessioni (EUFOMA, 2020). A questa causa si è aggiunta la chiusura naturale di alcuni stabilimenti produttivi. Un’unica eccezione nel 2017 anno in cui viene rilevato un incremento del 40% rispetto al 2016³⁰.

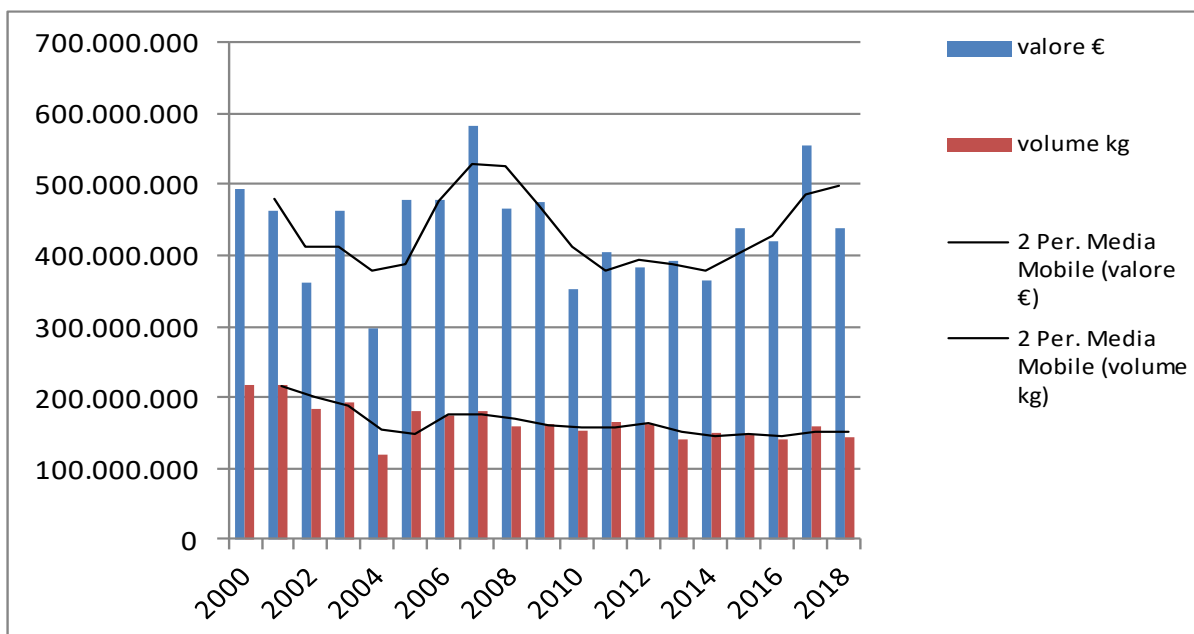


Figura 16

Fonte: nostra elaborazione di dati EUFOMA

³⁰ Le principali banche dati analizzate e disponibili (Eurostat e EUFOMA) non offrono dati aggiornati al 2019 e al 2020 con specifico riferimento al comparto dell’acquacoltura. I data set sono costituiti sulla base delle fonti istituzionali interne ovvero dall’Istituto di servizi per il Mercato Agricolo e Alimentare (Ismea), Ministero delle Politiche Agricole, Alimentari e Forestali (MIPAAF).

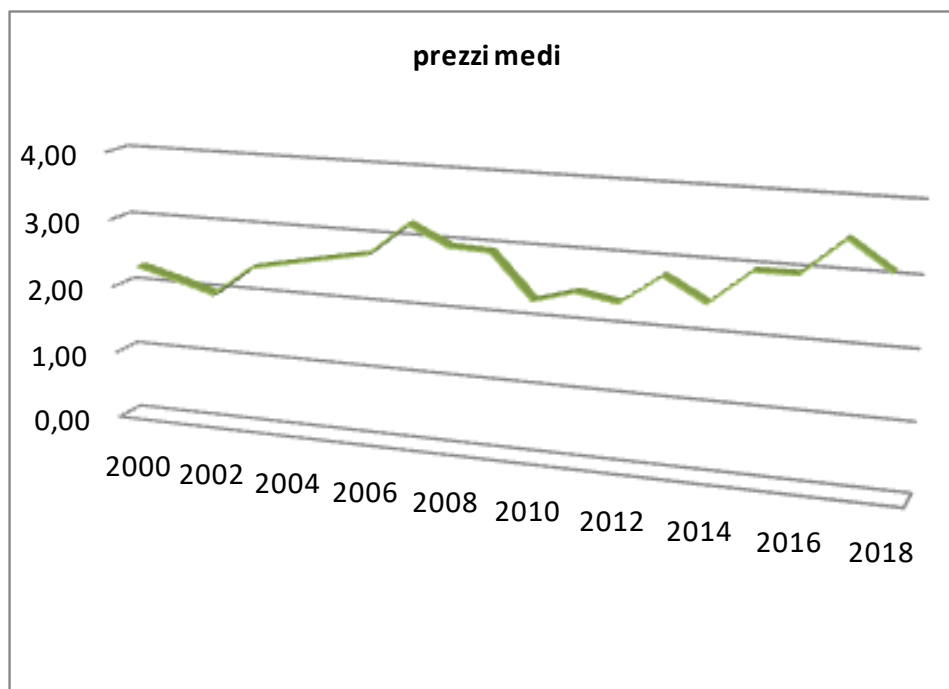


Figura 17

Fonte: nostra elaborazione di dati EUFOMA

I prezzi medi della produzione da acquacoltura hanno avuto un andamento tendenzialmente crescente nel periodo analizzato. Più nel dettaglio, osservando i dati puntuali relativi agli anni 2017-2018 per i prezzi delle principali specie allevate, è possibile osservare che nell’ultimo biennio l’andamento dei prezzi delle varie specie si è mantenuto grosso modo costante, confermando il *trend* dei periodi precedenti. Unica eccezione per il prezzo dei gamberi che ha un’impennata nel 2017 per poi riassetarsi ai livelli precedenti.

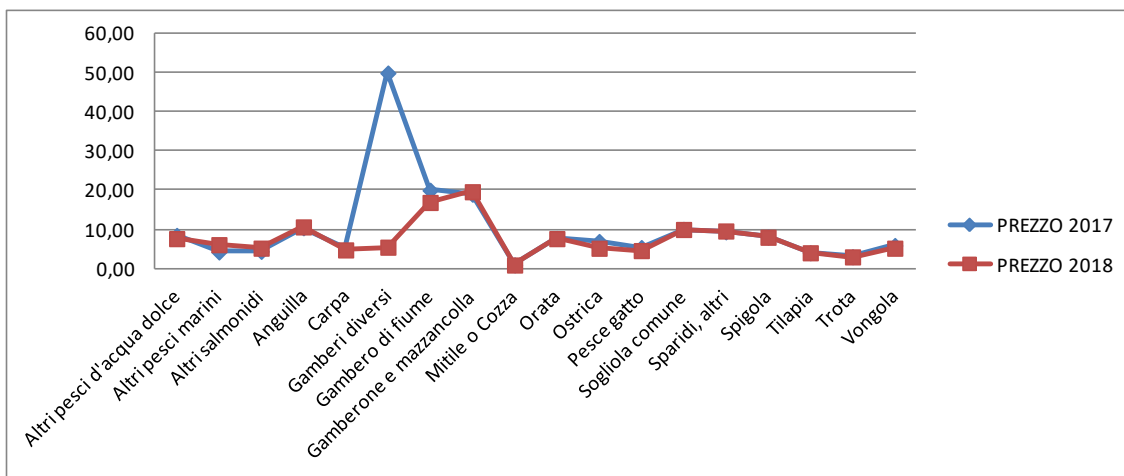


Figura 18

Fonte: nostra elaborazione di dati EUFOMA

Con riferimento specifico alle principali specie allevate, il livello dei prezzi si è mantenuto grosso modo costante, confermando il dato generale, ad eccezione del prezzo delle vongole che si è ridotto del 13% rispetto al 2017. Tale riduzione, unitamente a quella del volume produttivo della vongola (-29% rispetto al 2017), ha determinato una riduzione dell’incidenza della produzione di vongola sul totale della produzione sia in termini di volumi (-5%) che di valori (-4%).

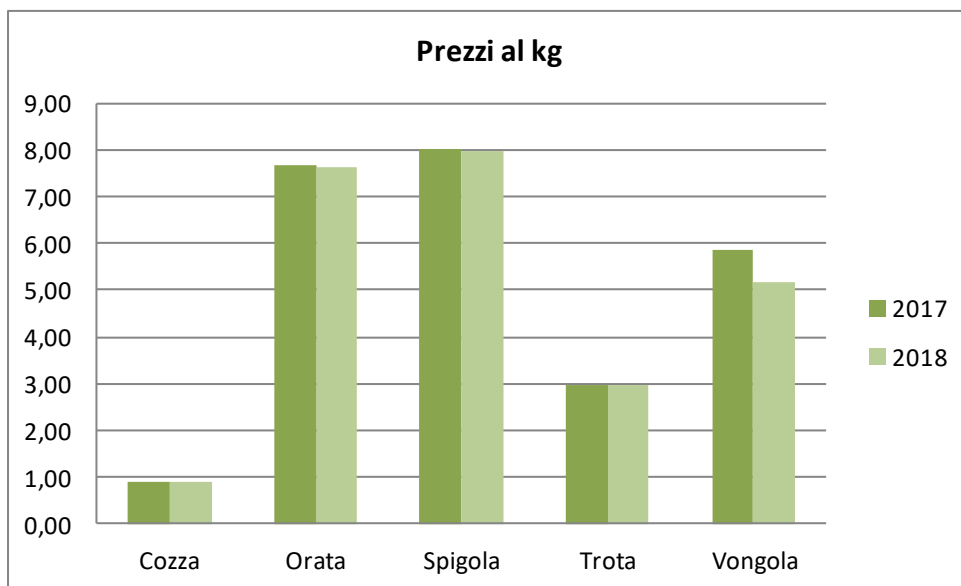


Figura 19

Fonte: nostra elaborazione di dati EUFOMA

Nelle figure successive vengono rappresentati, rispettivamente, il valore della produzione delle principali specie allevate in Italia e la sua incidenza sul totale del valore della produzione da acquacoltura. I dati si riferiscono al 2018.

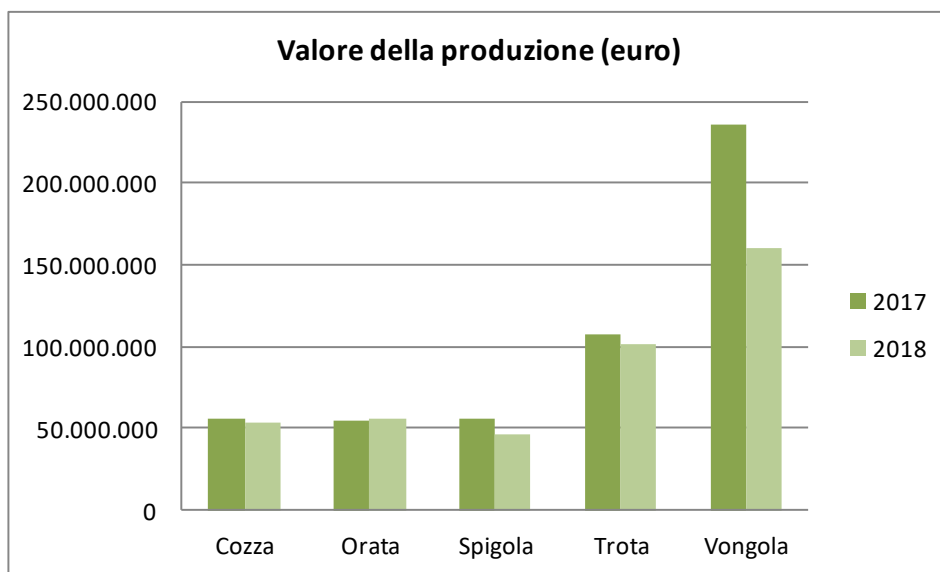


Figura 20

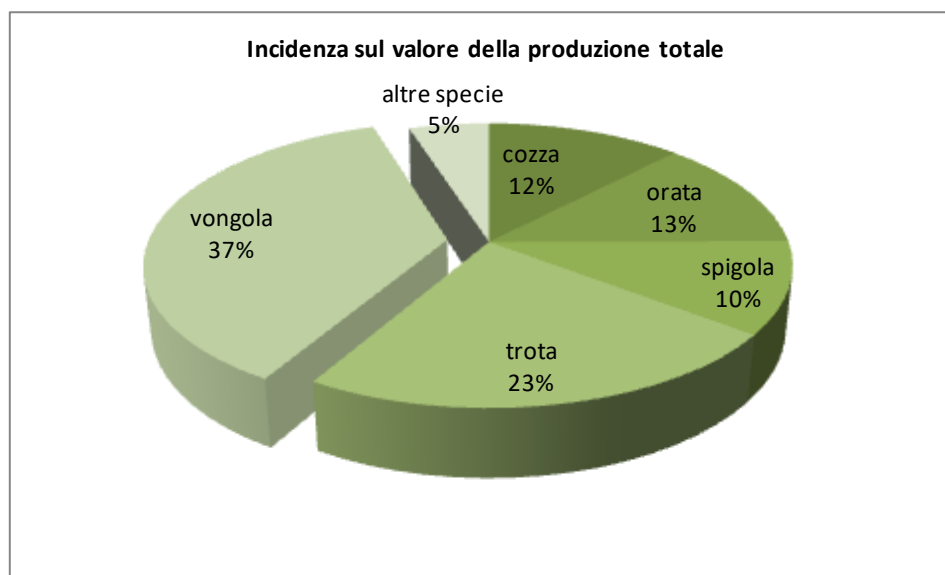


Figura 21

Fonte: nostra elaborazione di dati EUFOMA

La produzione di vongola si conferma la principale produzione in termini di valore, mentre è la cozza che primeggia in termini di volumi produttivi, ma concorre al valore della produzione complessiva solo per il 10%. La vongola contribuisce al valore della produzione da acquacoltura italiana per il 41%, seguita dalla trota con il 20%. Spigola e orata contribuiscono al valore della produzione complessivo rispettivamente per l’11 e il 10%.

Nelle figure seguenti si evidenziano, rispettivamente, i volumi produttivi delle principali specie commerciali allevate in Italia, e l’incidenza percentuale del volume della produzione delle principali specie commerciali allevate in Italia sul volume totale della produzione acquaiola.

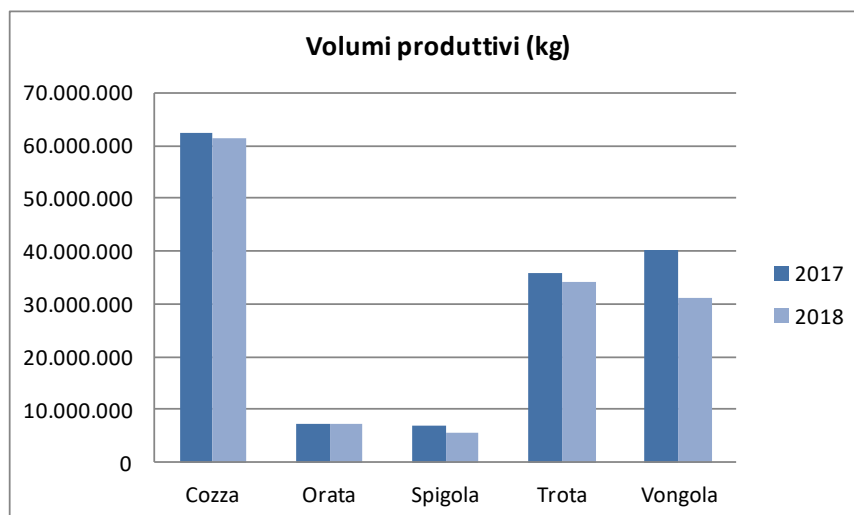


Figura 22

Fonte: nostra elaborazione di dati Eurostat

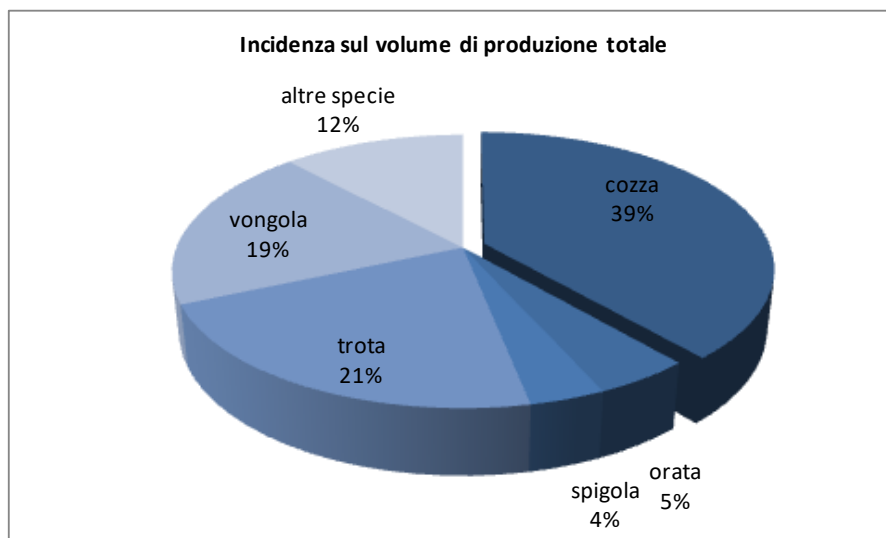


Figura 23

Fonte: nostra elaborazione di dati Eurostat e EUMOFA – anno di riferimento 2018

Nella figura seguente è riportato il *trend* dei volumi di produzione dei principali prodotti da acquacoltura osservati nel periodo 2010-2018.

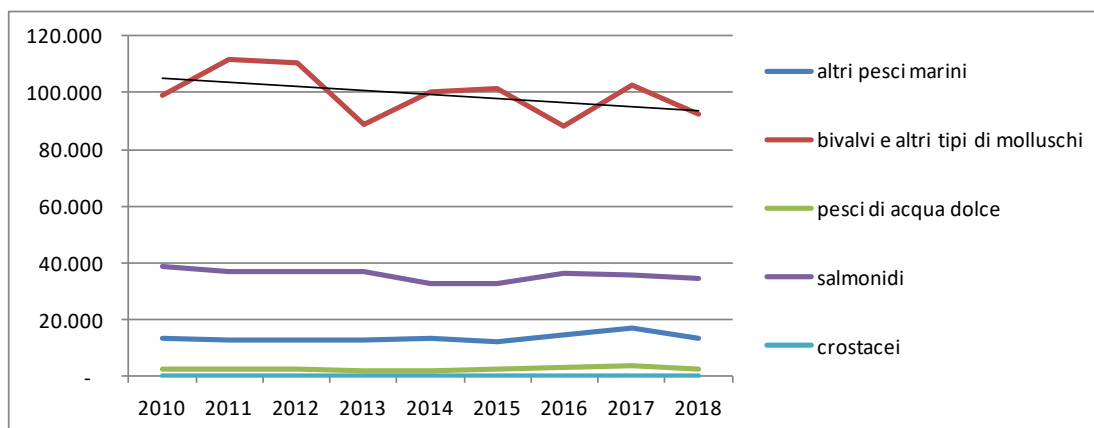


Figura 24: trend dei volumi di produzione dei principali prodotti da acquacoltura

Come si evince dalla figura le produzioni di crostacei, pesci di acqua dolce (anguilla, carpa, luccio, pesce gatto, tilapia e altri), salmonidi e altri pesci marini (spigola, orata e altri) è rimasta tendenzialmente costante, con lieve tendenza alla riduzione, mentre fortemente discontinua e tendenzialmente decrescente si è presentata quella dei bivalvi e altri molluschi (mitili vari, cozze, vongole, ostriche).

Focalizzando l’attenzione sugli ultimi due anni del decennio osservato (2017-2018), viene confermata la riduzione dei volumi produttivi rilevata a livello complessivo per singole specie di prodotti.

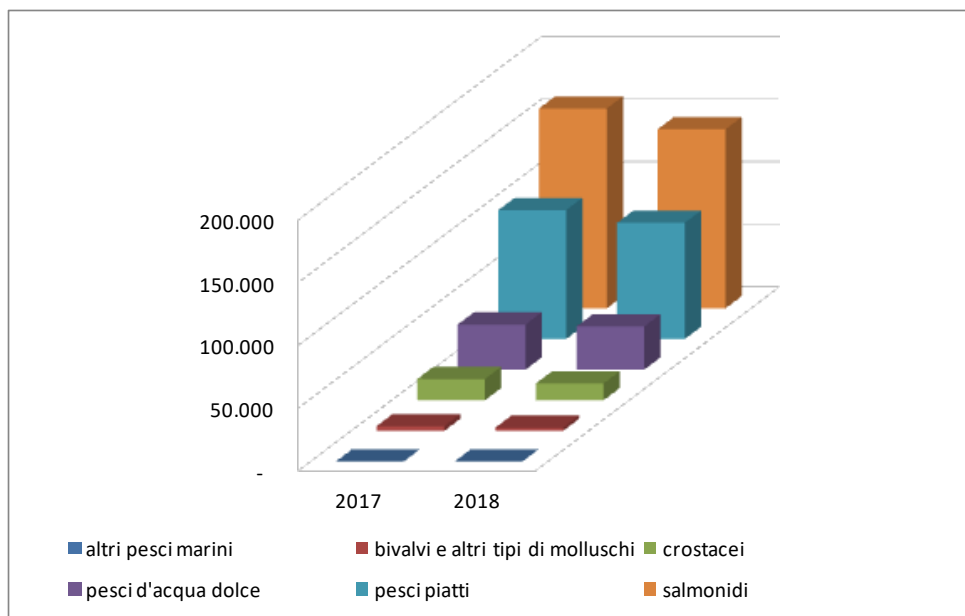


Figura 25: volumi di produzione dei principali prodotti da acquacoltura biennio 2017-2018

La relativa stabilità dei prezzi di bivalvi e altri tipi di molluschi, unitamente ai volumi produttivi fortemente oscillatori nel periodo di osservazione, ha determinato significative variazioni nei valori della produzione con punte di massimo negli anni 2011, 2015 e 2017, in una linea di tendenza crescente nel decennio e in termini previsionali.

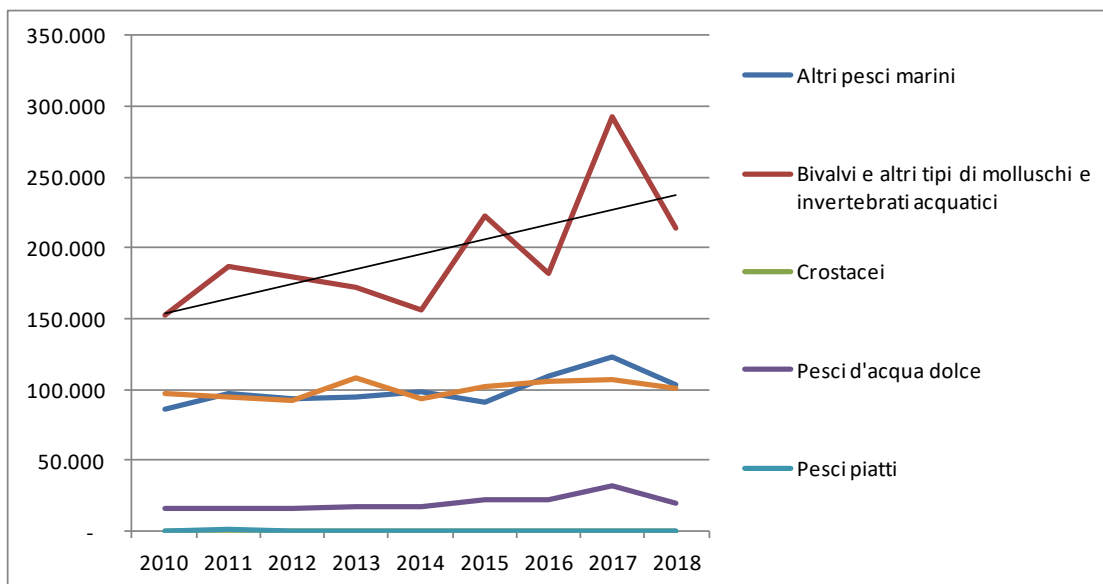


Figura 26: trend dei valori complessivi della produzione dei principali prodotti da acquacoltura

Fonte: nostra elaborazione di dati EUFOMA

Nel periodo di osservazione, il segmento più performante è stato quello dei crostacei, il cui prezzo è più che raddoppiato nell’ultimo decennio passando da 8 a 18 euro al chilogrammo, mentre per le altre tipologie di prodotti il prezzo al chilogrammo è rimasto pressappoco costante, con un’unica significativa eccezione nel 2013 per i pesci piatti (rombo chiodato e sogliola).

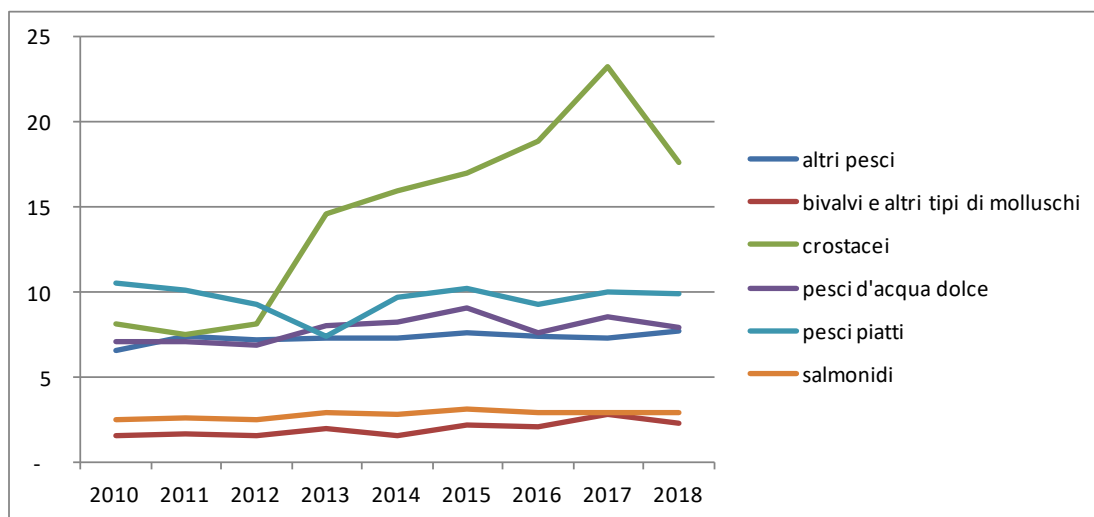


Figura 27: trend dei prezzi per chilogrammo dei principali prodotti da acquacoltura

Nella figura seguente si riportano, invece, le quantità di produzione delle principali specie allevate in acquacoltura. L’analisi è riferita al periodo 2018-2020 e mostra un andamento fortemente decrescente sia in termini di valore che di volume della produzione nel periodo di osservazione. Il riferimento ai dati 2020, pur non essendo aggiornato all’intera produzione annuale, al momento in cui è redatto il presente report, offre una proiezione sulle riduzioni conseguenti al lockdown disposto dal governo italiano per l’emergenza sanitaria da Covid-19.

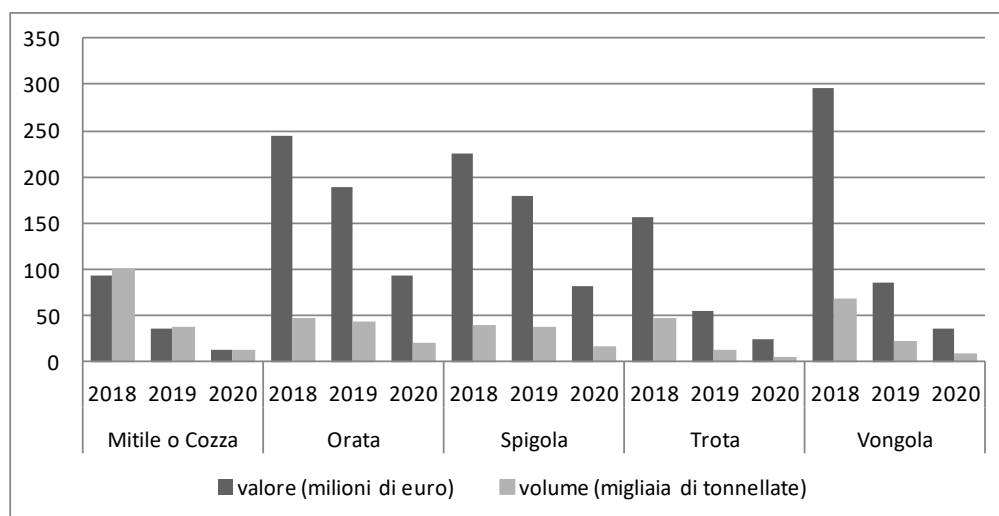


Figura 28: volumi produttivi e valori delle principali specie commerciali allevate in Italia in migliaia di tonnellate

Fonte: nostra elaborazione di dati EUMOFA (estrazione dei dati 19-9-2020 <https://eumofa.eu/it/web/eumofa/ad-hoc-queries3>)

3.11 Il consumo nazionale di pesce

Particolarmente interessanti sono i dati relativi al consumo nazionale di prodotti ittici freschi.

I dati sono tratti dal rapporto EUMOFA sulla base degli acquisti dell’Europanel, che per l’Italia è composto da 10.000 famiglie. Essi si riferiscono agli acquisti per il consumo domestico in 12 Stati Membri di una selezione di specie ittiche fresche che sono poi aggregate nell’ambito di EUMOFA in “Principali specie commerciali”.

Nel 2017, il consumo apparente è stato stimato a 30,9 kg pro capite, in lieve calo rispetto al 2016 (-0,6%). Le specie più consumate sono state il tonno pinna gialla, il calamaro, il salmone, la cozza, il tonnetto striato ed il merluzzo. consumatori abituali, ossia coloro che mangiano prodotti della pesca e dell’acquacoltura almeno una volta al mese, appartengono prevalentemente alle fasce d’età 25-39 e 40-54 anni. I giovani (15-24 anni) sono meno inclini al consumo frequente di pesce, sia in Italia che a livello UE. Tra i giovani, i consumatori abituali rappresentano il 66% del totale, una percentuale leggermente più bassa di quella a livello UE (67%). Gli italiani consumano principalmente pesce fresco. Il pesce sfuso viene consumato molto più frequentemente in Italia (84%) che a livello UE (68%) (fonte: EUMOFA, 2020, e Abitudini dei consumatori dell’UE riguardo ai prodotti della pesca e dell’acquacoltura).

In controtendenza rispetto a vari paesi europei quali Danimarca, Germania, Paesi Bassi, Portogallo, Spagna e Svezia, tra aprile 2020 e aprile 2019, il consumo familiare di prodotti freschi della pesca e dell’acquacoltura è diminuito sia in volume che in valore rispettivamente del 20 e del 17% (EUMOFA, sulla base dell’Europanel - aggiornamento al 18.06.2020). C’è da rilevare, tuttavia, che il consumo rilevato nel mese di aprile 2020 si pone al di sotto della media annuale. È ragionevole attribuire tale riduzione del consumo dei primi mesi dell’anno alla situazione generale derivata dall’emergenza sanitaria Covid-19.

3.12 La produzione sostenibile e il Piano Strategico per l’acquacoltura in Italia

La Commissione Europea ha adottato la strategia cosiddetta *farm to fork* per un sistema alimentare equo, sano e rispettoso dell’ambiente, nonché una strategia sulla biodiversità per introdurre la natura nella vita quotidiana. Le strategie si rafforzano a vicenda, riunendo natura, pescatori, agricoltori, imprese e consumatori per lavorare insieme verso un futuro competitivo sostenibile in linea con il Green Deal europeo. Una serie di misure, compresi strumenti finanziari, saranno disponibili per sostenere i pescatori e i produttori di acquacoltura europei nel guidare la necessaria transizione.

Il Ministero Politiche Agricole, Alimentari e Forestali definisce sistematicamente attraverso il “Piano Strategico per l’acquacoltura in Italia” gli obiettivi, le azioni e gli interventi prioritari da programmare in un quadro strategico nazionale e regionale. L’ultimo piano approvato è quello che riguarda il periodo 2014-2020.

Nella definizione degli obiettivi del Piano si è tenuto conto di vari principi:

- *rilevanza* espressa in termini sia di centralità del ruolo dell’acquacoltura nella fornitura di alimenti sani e sicuri ad elevato valore nutrizionale, che di necessità di spazi e risorse per lo sviluppo, l’integrazione e la coesione sociale in aree rurali e costiere vocate;
- *coerenza* con gli obiettivi sottoscritti a livello internazionale, gli orientamenti strategici fissati a livello Europeo, gli obiettivi fissati nel Programma nazionale della Pesca e dell’Acquacoltura 2013-2015, promuovendo l’armonizzazione degli obiettivi centrali formalizzati e tenendo conto dei contesti regionali e locali;
- *governance* ovvero partecipazione e responsabilità delle varie parti interessate per l’individuazione delle necessità del comparto ai fini della definizione di una strategia collettiva per la realizzazione di obiettivi comuni assegnando azioni e interventi strategici a diversi livelli di responsabilità;
- *responsabilità* che comprende la gestione responsabile di beni e risorse comuni, efficienza e efficacia dell’azione di gestione a livello centrale e regionale, armonizzazione dei diversi interventi e la convergenza di interessi e contributi su obiettivi condivisi, per una crescita sostenibile e inclusiva dell’acquacoltura italiana.

Il piano si articola in quattro ambiti strategici (macroobiettivi) e individua, per ogni ambito, gli obiettivi di riferimento, le azioni strategiche da porre in essere per rilanciare l’acquacoltura italiana. I macroobiettivi sono: i) rafforzare la capacità istituzionale e semplificare le procedure amministrative; ii) assicurare lo sviluppo e la crescita sostenibile dell’acquacoltura attraverso la pianificazione coordinata dello spazio e l’aumento del potenziale dei siti; iii) promuovere la competitività dell’acquacoltura; iv) promuovere condizioni di equa

concorrenza per gli operatori e il miglioramento dell’organizzazione del mercato dei prodotti dell’acquacoltura.

In altre parole, il Piano si prefigge di realizzare un’acquacoltura sostenibile, competitiva, dinamica e diversificata, capace di considerare le interazioni con l’ambiente e utilizzare buone pratiche e risorse in modo responsabile. L’acquacoltura deve poter contribuire allo sviluppo socio-economico e generare occupazione nel tempo.

Il Piano si prefigge di favorire un contesto normativo, amministrativo e organizzativo adeguato per lo sviluppo di una acquacoltura moderna e sostenibile, integrata nelle aree costiere e rurali per creare economie locali e coesione territoriale, un’acquacoltura in grado di soddisfare la domanda di prodotti acquatici e le preferenze dei consumatori, mantenendo la sua diversità e utilizzando l’innovazione, la ricerca e le tecnologie adeguate al fine di favorire l’uso sostenibile delle risorse ambientali, la salute animale e la qualità dei prodotti. Intende garantire le migliori opportunità per la competitività e la redditività delle imprese e l’internazionalizzazione dei prodotti e dei processi sui mercati.

4. INDIVIDUAZIONE E RACCOLTA DI STUDI E PRATICHE SU ALLEVAMENTO SOSTENIBILE

4.1 Premessa

In Italia, sono formalmente riconosciute 38 organizzazioni di produttori e 2 associazioni di organizzazioni di produttori il cui ruolo è di contribuire al raggiungimento degli obiettivi della Politica Comune della Pesca e della Organizzazione Comune dei Mercati, attraverso la gestione collettiva delle attività dei propri membri. Delle 38 organizzazioni di produttori sono 6 quelle che operano nel settore dell’acquacoltura e 1 sia nel settore della pesca che in quello dell’acquacoltura (EUMOFA, 2020).

Nel seguito del paragrafo, il gruppo di ricerca dapprima effettua, dal punto di vista empirico, la mappatura delle aziende italiane operanti nel settore con un *focus* sulle aziende operanti nella regione Lazio, al fine di individuare la situazione attualmente esistente. Nel seguito, illustra teoricamente alcune delle tecniche ideali che possono essere applicate negli allevamenti in acquacoltura. A seguire, si presenta la raccolta di studi sull’acquacoltura, esplicitando temi di rilievo nell’ambito dell’allevamento ittico sostenibile.

4.2 Mappatura delle aziende italiane operanti nel settore dell’acquacoltura

Al fine di individuare le pratiche adottate dalle aziende operanti nel settore dell’acquacoltura, il gruppo di ricerca ha preliminarmente voluto effettuare una mappatura delle aziende del settore operanti in Italia.

Tale indagine appare propedeutica al fine di estrapolare un campione di aziende alle quali somministrare un questionario utile ad individuare, da un lato le buone pratiche adottate e, dall’altro, l’applicabilità di sistemi di allevamento sostenibile.

Nel presente paragrafo, pertanto, il gruppo di ricerca ha effettuato un’analisi volta a comprendere il numero delle aziende operanti nel settore, l’evoluzione nel corso del tempo, la distribuzione geografica e le caratteristiche delle stesse.

Per costruire il campione di aziende italiane operanti nel settore dell’acquacoltura, si è fatto riferimento alla banca dati Kompass, dalla quale sono state selezionate le aziende con codice ATECO 0321 (acquacoltura marina) e 0322 (acquacoltura in acque dolci)³¹.

Dalla selezione è stato ottenuto un campione costituito da 374 aziende (Allegato n. 1).

La prima azienda italiana ad operare nel settore dell’acquacoltura nasce a Bologna nel 1925 e rimane la sola fino agli anni quaranta, quando si costituiscono altre realtà aziendali. E’ negli anni novanta che si assiste a un incremento rilevante del numero delle aziende operanti nell’acquacoltura, crescita che diventa molto consistente negli anni 2000, quando sono numerose le attività che si avviano in questo ambito.

La figura successiva illustra, per ciascun anno riportato, il numero di aziende del settore acquacoltura costituite nello stesso anno³².

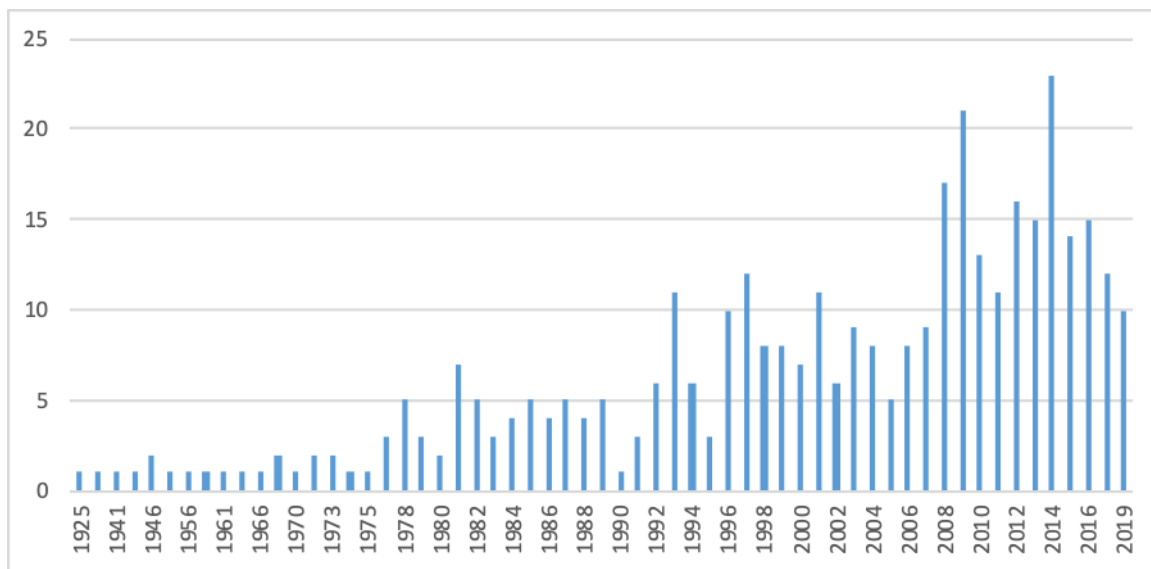


Figura 29: numero di aziende italiane del settore dell’acquacoltura per anno di costituzione nel periodo 1925-2019

³¹ <https://it.kompass.com/a/acquacoltura/01920/>

³² Nostra elaborazione su dati Kompass <https://it.kompass.com/a/acquacoltura/01920/>.

Il numero delle aziende operanti nei settori dell’acquacoltura subisce, pertanto, nel corso del tempo uno stabile incremento, che raggiunge i picchi successivamente al duemila come illustrato nella figura successiva.

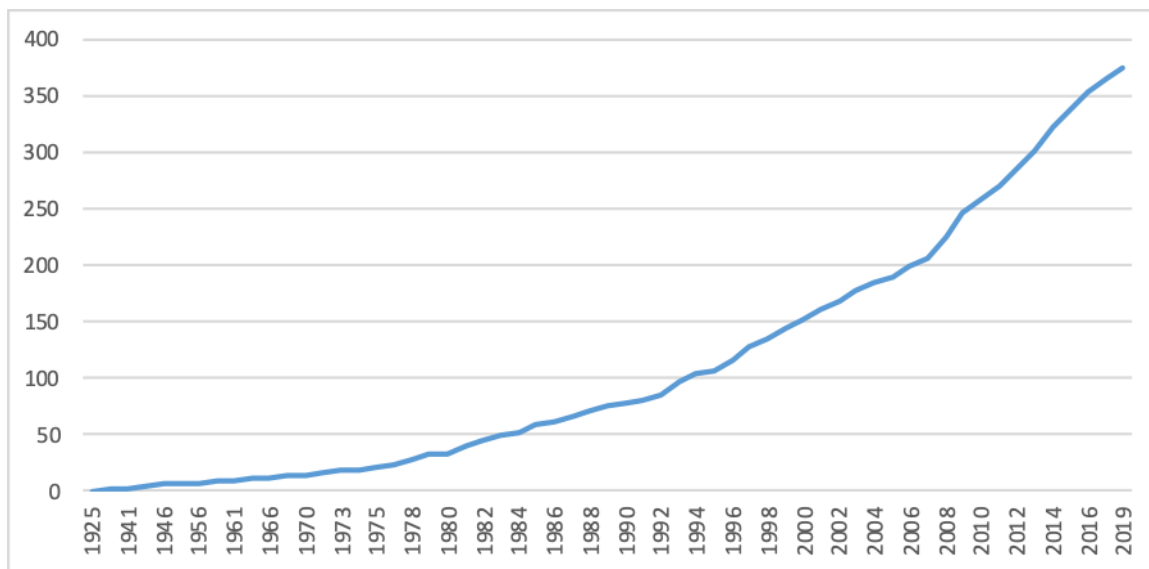
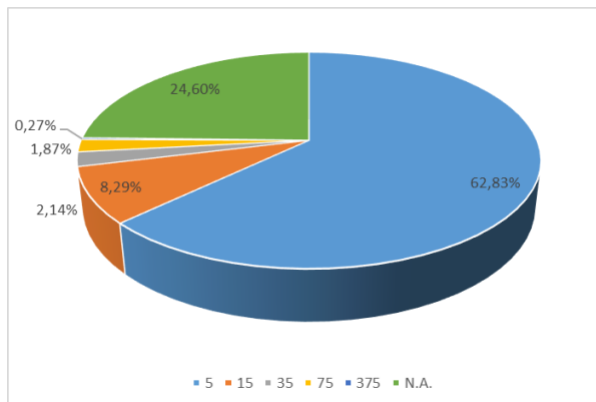


Figura 30: trend delle aziende italiane operanti nel settore dell’acquacoltura nel periodo 1925-2019

In merito al personale, ad eccezione della Cooperativa Pescatori Arborea di Oristano, che ha un numero di dipendenti medi pari a 375, le altre aziende sono realtà di piccole dimensioni con un numero ridotto di dipendenti, come riportato nella tabella 6 e nella figura successivi³³.

N° MEDIO DIPENDENTI	N° AZIENDE
5	235
15	31
35	8
75	7
375	1
N.A.	92
Totale	374



³³ Nostra elaborazione su dati Kompass <https://it.kompass.com/a/acquacoltura/01920/>.

Tabella 6 - Figura 31: numero e percentuale dei dipendenti per azienda

Come si evince dalla figura sopra riportata, più del 60% delle aziende del campione ha un numero medio di dipendenti pari a 5 e solo il 4% circa ha un numero di dipendenti superiore a 30.

Con riferimento alla distribuzione geografica, più del 50% delle aziende selezionate è ubicata nelle regioni dell’Emilia Romagna, Veneto e Puglia, come riportato nella tabella successiva³⁴.

REGIONE	N° AZIENDE	% AZIENDE
Emilia Romagna	86	22,99%
Veneto	66	17,65%
Puglia	50	13,37%
Sardegna	30	8,02%
Campania	28	7,49%
Friuli Venezia Giulia	17	4,55%
Toscana	16	4,28%
Lazio	15	4,01%
Lombardia	11	2,94%
Marche	9	2,41%
Sicilia	9	2,41%
Trentino Alto Adige	9	2,41%
Piemonte	8	2,14%
Abruzzo	5	1,34%
Calabria	4	1,07%
Umbria	4	1,07%
Liguria	3	0,80%
Molise	3	0,80%
Basilicata	1	0,27%
Totale	374	100,00%

Tabella 7: numero e percentuale delle aziende operanti nel settore dell’acquacoltura distinte per regione

³⁴ Nostra elaborazione su dati Kompass <https://it.kompass.com/a/acquacoltura/01920/>.

Ad esclusione della Val d’Aosta, in tutte le regioni italiane sono presenti aziende che operano nei settori dell’acquacoltura. Esistono comuni nei quali operano molteplici aziende; basti pensare ai comuni di Goro, Comacchio e Porto Garibaldi nel ferrarese, Taranto, Manfredonia e Cagnano Varano in Puglia, Rosolina, Chioggia e Jesolo in Veneto.

La figura successiva illustra la composizione percentuale delle aziende del campione tra le varie regioni.

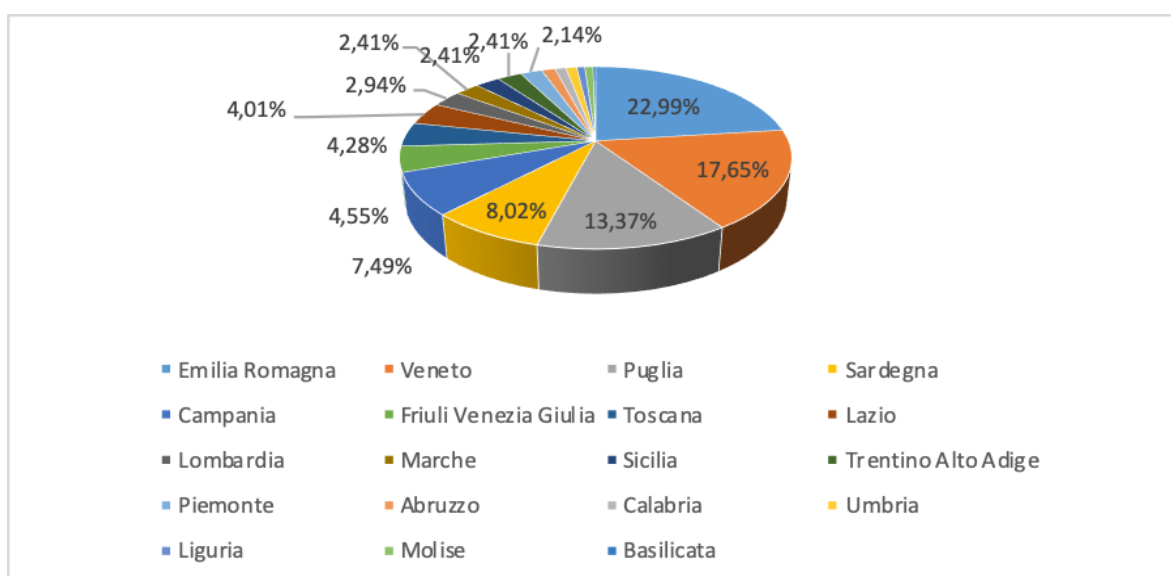


Figura 32: percentuale delle aziende operanti nel settore dell’acquacoltura distinte per regione

In merito all’attività svolta, la maggior parte delle aziende utilizzano metodi di acquacoltura in acque marine, collocandosi lungo la costa del nostro Paese. La tabella successiva riporta, per ciascun codice ATECO, il numero delle aziende del campione e la relativa percentuale³⁵.

CODICE ATECO	N° AZIENDE	% AZIENDE
0321	292	78,07%
0322	80	21,39%
032	2	0,53%
Totale	374	100,00%

³⁵ Nostra elaborazione su dati Kompass <https://it.kompass.com/a/acquacoltura/01920/>.

Tabella 8: classificazione delle aziende operanti nel settore dell’acquacoltura per codice ATECO

4.3 Mappatura delle aziende della regione Lazio operanti nel settore dell’acquacoltura

Con particolare riguardo alla regione Lazio, dalla banca dati Kompass è possibile individuare 16 aziende operanti nel settore dell’acquacoltura, principalmente nelle province di Latina (8 aziende) e di Roma (7 aziende), come riportato nella tabella successiva³⁶ (Allegato n. 2):

N°	NOME AZIENDA	COMUNE	ANNO DI COSTITUZIONE
1	ITTICA LAGO DI PAOLA S.P.A.	Sabaudia - Latina	1993
2	AZIENDA VALLICOLA DEL LAGO DI PAOLA SOCIETA' AGRICOLA S.R.L.	Sabaudia - Latina	2011
3	AZIENDA ITTICA IL PADULE DI FORNACIARI NAIDA & C. SOCIETA' AGRICOLA SEMPLICE	Minturno - Latina	2012
4	ILLIANO PESCA S.R.L.	Gaeta - Latina	1966
5	COOP . ITTICA CENTRO ITALIA	Poggio san Lorenzo - Rieti	2017
6	CORAL'S GARDEN S.R.L. SEMPLIFICATA	Roma - Italia	2015
7	INFOTECH S.R.L.S.	Roma - Italia	2017
8	MITILGAETA	Gaeta - Latina	2009
9	CONSORZIO PER LA GESTIONE DELLA PESCA DEI MOLLUSCHI BIVALVI NEL COMPARTIMENTO MARITTIMO DI GAETA	Minturno - Latina	2008
10	PISCICOLTURA DEL GOLFO DI GAETA SOC. AGRICOLA A R.L	Gaeta – Latina	2011

³⁶ Nostra elaborazione su dati Kompass <https://it.kompass.com/a/acquacoltura/01920/>.

11	COOPERATIVA CALAFURIA SOCIETA' COOPERATIVA	Roma - Italia	1983
12	U.C.S. S.R.L.	Roma - Italia	2010
13	SOCIETA' COOPERATIVA ILLIANO MARE	Gaeta - Latina	2008
14	AZIENDA AGRICOLA LAGHI DEI REALI	Tivoli - Roma	1999
15	PISCICOLTURA PORTOVENERE SOCIETA' AGRICOLA A RESPONSABILITA' LI MITATA	Guidonia Montecelio - Roma	2014
16	ARGENTARIO36 S.R.L.	Roma - Italia	2016

Tabella 9: elenco delle aziende operanti nel settore dell’acquacoltura con sede nella regione Lazio

Alcune aziende del campione sono storiche e hanno iniziato a operare negli anni sessanta (come la Illiano Pesca S.r.l. di Gaeta), altre invece sono di recente costituzione e operano a partire dal 2017 (Cooperativa Ittica Centro Italia di Rieti e Infotech di Roma).

Sono aziende di piccole dimensioni con un numero medio di dipendenti pari a 12, come riportato nella tabella successiva³⁷:

N°	NOME AZIENDA	N° MEDIO DIPENDENTI
1	ITTICA LAGO DI PAOLA S.P.A.	5
2	AZIENDA VALLICOLA DEL LAGO DI PAOLA SOCIETA' AGRICOLA S.R.L.	35
3	AZIENDA ITTICA IL PADULE DI FORNACIARI NAIDA & C. SOCIETA' AGRICOLA SEMPLICE	15
4	ILLIANO PESCA S.R.L.	5
5	COOP. ITTICA CENTRO ITALIA	5
6	CORAL'S GARDEN S.R.L. SEMPLIFICATA	5
7	INFOTECH S.R.L.S.	5
8	MITILGAETA	n.a.
9	CONSORZIO PER LA GESTIONE DELLA PESCA DEI MOLLUSCHI BIVALVI NEL COMPARTIMENTO MARITTIMO DI GAETA	n.a.

³⁷ Nostra elaborazione su dati Kompass <https://it.kompass.com/a/acquacoltura/01920/>.

10	PISCICOLTURA DEL GOLFO DI GAETA SOC. AGRICOLA A R.L	30
11	COOPERATIVA CALAFURIA SOCIETA' COOPERATIVA	5
12	U.C.S. S.R.L.	n.a.
13	SOCIETA' COOPERATIVA ILLIANO MARE	n.a.
14	AZIENDA AGRICOLA LAGHI DEI REALI	5
15	PISCICOLTURA PORTOVENERE SOCIETA' AGRICOLA A RESPONSABILITA' LI MITATA	15
16	ARGENTARIO36 S.R.L.	n.a.

Tabella 10: numero medio di dipendenti delle aziende operanti nel settore dell’acquacoltura con sede nella regione Lazio

4.4 La circolarità del processo di produzione in acquacoltura

L'acquacoltura (piscicoltura) fornisce già circa il 50% del pesce e dei frutti di mare consumati in tutto il mondo e la produzione è in costante aumento. Ulteriore sviluppo della industria dell'acquacoltura in Italia ed in Europa potrebbe significare una significativa crescita economica e opportunità di lavoro per i cittadini italiani e specialmente in zone costiere e rurali.

Tutto ciò si spera accadrà con una crescita responsabile del settore grazie anche alla continua ricerca per trovare metodi e processi innovativi per migliorare le prestazioni ambientali e la diversificazione del settore.

Una gestione innovativa ed ecosostenibile dell’intero processo di acquacoltura, soprattutto nella maricoltura, è oramai un processo necessario oltre che irreversibile.

Da una parte, lo richiede l’ambiente marino sempre più sotto pressione e dall’altra l’aumento costante e progressivo del consumo di pesce fresco e surgelato.

Lato invece produzione e sistemi produttivi, è necessario considerare anche la sostenibilità economica che a fronte di una domanda in continuo aumento, richiede un prezzo al dettaglio e quindi dei distributori sempre più basso e competitivo soprattutto nella catena della grande distribuzione.

Produrre sempre più, in modo ecosostenibile e con prezzi al consumo sempre più bassi sembra una sfida impossibile ma in realtà è l’obiettivo dei prossimi dieci / venti anni. Pertanto, si vanno diffondendo sempre più attente prassi e procedure di “economia circolare”, dove con una forte attenzione alla sostenibilità soprattutto delle produzioni in mare, l’acquacoltura aderisce ai dettami di una “bioeconomia circolare” dove nel chiudere l’intero processo secondo approcci innovativi e sostenibili si utilizzano schemi di gestione multitrofici integrati.

L’acquacoltura multitrofica integrata (IMTA) è una soluzione che incoraggia una maggiore gestione ambientale aumentando nel contempo vantaggi economici per i coltivatori e le comunità. IMTA è un modo diverso di pensare alla produzione di “cibo acquatico” che si basa sul concetto di riciclaggio.

Invece di coltivare una sola specie (monocoltura) e concentrarsi principalmente sulle esigenze di quella specie, IMTA imita un naturale ecosistema combinando l’agricoltura di molteplici, complementari specie provenienti da diversi livelli della catena alimentare.

Ad esempio, una forma di IMTA è di coltivare pesci, invertebrati (come cozze e cetrioli di mare) e alghe in sistema ravvicinato a vantaggio di ogni coltura e dell’ambiente stesso.

Come funziona

IMTA implica la coltivazione di organismi in un modo da consentire ai mangimi non consumati, rifiuti, nutrienti e sottoprodotti di una specie di riprendere e convertire gli stessi in fertilizzante, mangime ed energia per la crescita delle altre specie. I produttori IMTA combinano le specie che necessitano di mangimi supplementari come i pesci, con specie “estrattive”.

Le specie estrattive possono includere filtri alimentatori (ad esempio, cozze) e alimentatori di depositi (ad esempio, ricci di mare) e alghe (ad esempio, alghe). Gli alimentatori di filtri e gli alimentatori di depositi utilizzano il particolato organico nutriente (mangime non consumato e feci) per il nutrimento a loro volta. Le alghe estraggono i nutrienti inorganici disciolti (come azoto e fosforo) che sono prodotti dalle altre specie allevate.

dell'ecosistema equilibrato, che potrebbe avvantaggiare i coltivatori, l'ambiente e la società nel suo complesso

A livello europeo

L'acquacoltura è un mezzo di produzione alimentare sempre più importante comprende l'allevamento di pesci, molluschi e crostacei. Quasi 2.5 milioni di tonnellate di pesce d'allevamento sono stati prodotti in Europa nel 2018 da un globale totale di 101 milioni di tonnellate. (FEAP)

In Europa, due terzi del pesce allevato è il salmone, di cui oltre l'80% prodotto in Norvegia. Oltre al salmone, la principale specie prodotta in Europa, si trovano trote, spigole, orate e carpe. La maggior parte delle specie sono di tipo carnivoro e onnivoro con requisiti variabili di proteine e olio.

In acquacoltura, i pesci consumano pellet di mangime piuttosto che fonti di cibo selvatiche come insetti, plancton o altri pesci. In Europa, la tipica razione alimentare consiste in una combinazione di olio di pesce, farina di pesce, olio vegetale e alto contenuto di proteine materiale vegetale - tipicamente soia e mais.

Sottoprodotti di origine animale in acquacoltura

In Europa, le proteine animali trasformate (PAP) in acquacoltura sono state limitate fino al 2013. Da allora, il PAP è stato autorizzato anche grazie al consenso scientifico sulla sicurezza di somministrare ai pesci proteine animali terrestri. Pertanto, anche i grassi e gli olii animali sono disponibili da molti anni per l'uso in acquacoltura senza particolari restrizioni.

PAP e grasso animale e olio sono solitamente sottoprodotti dell'industria di lavorazione della carne.

Sono prodotti con materiale idoneo al consumo umano presso il punto di macellazione ma, spesso, non entrano nella catena alimentare umana per ragioni etiche o motivi economici.

In altre parti del mondo, l'acquacoltura utilizza abitualmente materiale proveniente dalla terra (come ad es, sottoprodotti o scarti animali) per mangimi acquatici. I prodotti dell'acquacoltura non europea vengono, tuttavia, regolarmente importati, venduti e consumati in Europa.

Produzione

La produzione in acquacoltura richiede competenze tecnico-scientifiche di alto livello. Lo scopo è quello di fornire mangime che soddisfi le esigenze nutrizionali del pesce, e anche se non lo è replicare esattamente le fonti di cibo nella dieta naturale di un pesce. Ingredienti da animali terrestri e marini, nonché piante, vengono utilizzati nella mangiatoia. Ingredienti e prodotti finiti sono rigorosamente testati per garantire i nutrienti necessari presenti ed in una forma digeribile dal pesce.

I componenti principali ad oggi usati

Farina di pesce e olio

Viene prodotto dal pesce selvatico catturato e dai suoi derivati dell'industria di trasformazione del pesce. È relativamente costoso e ci sono preoccupazioni che non sia una fonte sostenibile di cibo per un'industria dell'acquacoltura in continua crescita. Inoltre il pasto a base di pesce deve essere attentamente monitorato per l'accumulo di contaminanti come metalli pesanti e diossine e quindi anche il materiale derivante dall'industria dei sottoprodotti ittici richiede attenzione e monitoraggio per prevenire il sovra consumo all'interno della specie.

Olio vegetale e proteine

Questi ingredienti sono generalmente più economici dei pesci e degli scarti di lavorazione del pesce ma ci sono alcuni problemi nutrizionali. Digeribilità della fibra e fosforo sono problemi che interessano spesso l'animale. Inoltre, il materiale vegetale può contenere fattori anti-nutrizionali che fanno parte delle difese di una pianta contro la predazione degli

animali terrestri. Questi fattori possono hanno un effetto marcato sulla salute, il benessere e le prestazioni del sistema di allevamento del pesce.

PAP e grasso animale e olio

Il PAP (proteine animali trasformate) contiene aminoacidi essenziali, tra cui lisina e metionina - oltre a grassi, minerali come calcio e fosforo e vitamine compresa la vitamina B12. Il PAP ha una buona digeribilità e appetibilità – questo è particolarmente importante quando il mangime viene prodotto con piccole quantità di farina di pesce e livelli più elevati di verdura e proteine. In tutto il mondo, l'olio di pollame è utilizzato principalmente nelle diete a base di pesce ma studi recenti dimostrano che i grassi animali come il sego di manzo si comportano molto bene in tutti i tipi di pesce: fresco o marino, allevati a caldo o in acqua fredda. Pertanto la produzione di mangime che per impatto e costi è sicuramente una delle più importanti, rappresenta uno degli elementi fondamentali dei sistemi tradizionali e di quelli più innovativi di acquacoltura.

Produrre il mangime, anche come integrazione di quello comprato, abbatte i costi di gestione e i costi ambientali degli impianti di acquacoltura.

La produzione industriale di mangimi per l’acquacoltura produce numerosi scarti potenzialmente riutilizzabili. Una buona prassi è dunque quella di produrre mangime a partire dalle materie di scarto (biomasse, scarti di pesca e di allevamento, rifiuti organici) o dalle materie prime (vegetali e animali).

La soluzione migliore è inoltre la chiusura completa della rete trofica, in quelli che vengono definiti sistemi multitrofici integrati, di cui fa parte anche la tecnologia acquaponica. In questo modo il prodotto del metabolismo ittico diviene contemporaneamente nutriente vegetale (ciclo dell'azoto) e nutriente animale (mineralizzazione della sostanza organica).

In maricoltura, i sistemi multitrofici integrati prevedono l'inserimento di allevamenti di molluschi filtratori, di macroalghe e di fauna bentonica.

Il prossimo futuro

Dalla ricerca allo sviluppo alla commercializzazione

Sebbene l'IMTA in Italia e nel Lazio sia ancora in gran parte nella sua fase di sviluppo, i risultati della ricerca collaborativa vengono utilizzati per stabilire le migliori prassi e dunque per migliorare le tecnologie già utilizzate nelle “fattorie”.

Ora stanno arrivando anche i prodotti di queste attività sui nostri mercati ma l'obiettivo finale di questa ricerca è quella di avere idee innovative che poi saranno un giorno adottate commercialmente dall'industria ittica.

Le pratiche IMTA continueranno ad evolversi man mano che vengono intraprese nuove ricerche e si trovano soluzioni nuove e innovative per migliorare questi sistemi di produzione.

Altre aree di ricerca IMTA

Gestione della baia (e del golfo)

Un sistema IMTA implica anche la gestione delle interazioni ecologiche nei siti stessi delle IMTA. Ulteriori ricerche forniranno una migliore comprensione degli effetti di più siti IMTA all'interno di una baia più ampia, e nel più ampio contesto della gestione integrata delle zone costiere.

Questo filone di ricerca potrebbe anche aiutare il processo decisionale di gestione relativo a come i produttori IMTA e altri utenti utilizzano le risorse contenute all'interno di una determinata regione o area marina.

Ottimizzazione delle combinazioni di specie

Le combinazioni di specie in co-coltura dovranno essere selezionate con attenzione secondo una serie di condizioni e criteri:

- (1) i loro ruoli complementari con altre specie nel sistema IMTA;
- (2) la loro adattabilità in relazione all'habitat;
- (3) le tecnologie di coltura e le condizioni ambientali del sito;

- (4) la loro capacità di fornire sistemi efficienti di biomitigazione continua;
- (5) la domanda di mercato per la specie e il prezzo come materia prima o per i loro prodotti derivati;
- (6) loro potenziale di commercializzazione;
- (7) il loro contributo al miglioramento delle prestazioni ambientali.

All'interno di un sistema IMTA efficace, il picco di produzione potrebbe non essere raggiunto per qualsiasi specie. Piuttosto, l'attenzione sarebbe concentrata su come ottimizzare la produzione in ottica sostenibile e quindi le prestazioni complessive di tutte le specie combinate.

Interazioni tra specie

Questo ambito di ricerca esamina le interazioni delle varie specie in ambito IMTA. Nel contesto sia della prevenzione che del trattamento delle malattie, c'è un potenziale per i molluschi, a causa della loro capacità di filtrazione, di ridurre le malattie virali, batteriche e / o parassitarie nelle colture pesce. Tuttavia, potrebbero esserci casi in cui alcune specie potrebbero potenzialmente agire come ospiti intermedi e quindi aumentare il rischio di salubrità dei pesci.

La ricerca approfondita in questo campo è necessaria per comprendere e minimizzare al meglio questi tipi di interazioni non proficue per la salute e la buona gestione di sistemi multitrofici in acquacoltura.

Gli studi esamineranno anche come le specie selvatiche rispondono all'IMTA, le interazioni fra varie specie e le pratiche gestionali e i potenziali effetti sul loro comportamento, crescita e riproduzione.

Acquacoltura multitrofica integrata in pratica

Un nuovo approccio alla produzione sostenibile di pesce e frutti di mare

Come sopra anticipato, un sistema di allevamento integrato di acquacoltura multitrofica (IMTA) combina organismi di diversi livelli della catena alimentare che normalmente condividono l'ambiente - dove i rifiuti di una specie diventano una fonte di cibo per un'altra.

IMTA coinvolge gli allevatori che coltivano specie che necessitano di essere nutrite, con specie "estrattive" (come ad esempio cozze, cetrioli di mare, vermi e alghe varie). Le specie estrattive utilizzano i materiali organici e inorganici e i sottoprodotti delle altre specie per la propria crescita. Questo mix di organismi provenienti da diversi livelli della catena alimentare imita il funzionamento degli ecosistemi naturali. Riciclando i nutrienti, questo tipo di sistema bilanciato fornirà alla fine acque più sane.

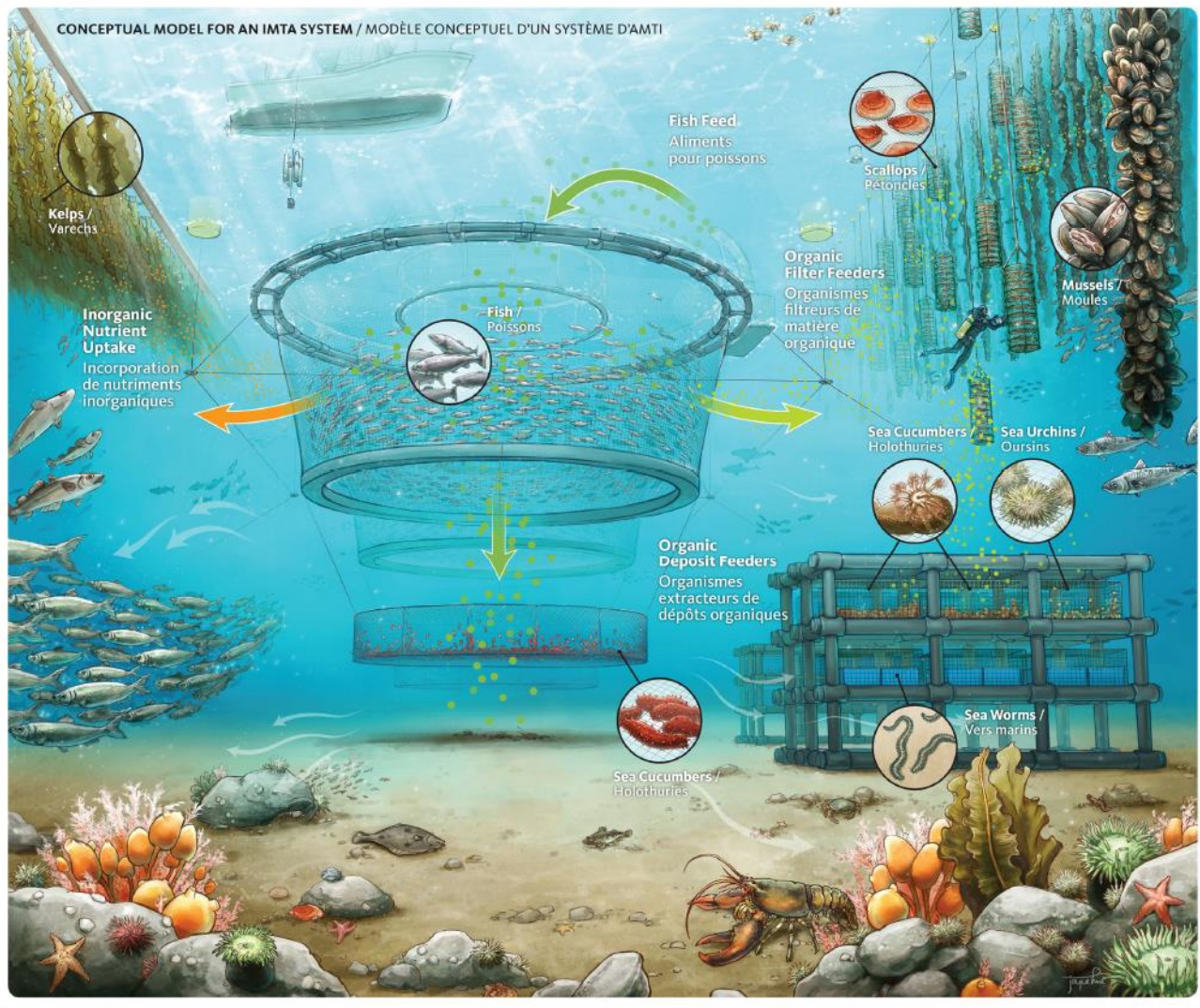


Figura 34: modello grafico-concettuale di un IMTA “tipo”

Questa illustrazione (figura 34) mostra un modello concettuale per un sistema IMTA (Integrated Multi-Trophic Aquaculture). Piccoli punti arancioni e frecce arancioni mostrano il flusso e l'assorbimento di sostanze nutritive inorganiche disciolte dal recinto della rete del salmone verso le zattere Kelp. Le frecce bianche mostrano la direzione delle correnti d'acqua all'interno di un sistema IMTA. I punti e le frecce verdi mostrano il flusso e l'assorbimento di sostanze nutritive del particolato organico da parte di filtri alimentatori come capesante e cozze, nonché alimentatori di depositi come cetrioli di mare, ricci di mare e vermi di mare; le raffigurazioni dei nutrienti organici sono mostrate sia per il fine (rappresentata dai punti verdi più chiari) e particelle grandi (rappresentate da punti verdi più grandi e più scuri).

Alghe marine - il componente estrattivo nutriente disciolto inorganico

Le varie tipologie di alghe estraggono naturalmente nutrienti inorganici disciolti (ad es. azoto e fosforo) e possono aiutare a ridurre i livelli di nutrienti inorganici disciolti generati dagli altri componenti nutritivi e non nutritivi del sistema IMTA. La componente di alghe del sistema IMTA è posizionata un po' più lontano per catturare meglio i nutrienti inorganici disciolti che sono più leggeri e percorrono distanze maggiori rispetto ai nutrienti organici.

Alcune specie di alghe marine d'allevamento:

Sugar Kelp (*Saccharina latissima*)

Alato Kelp (*Alaria esculenta*)

Potenziiali specie che vengono utilizzate:

Dulse (*Palmaria palmata*)

Lattuga di Mare (*Ulva* sp.)

Nori (*Porphyra* sp.)

Usi delle alghe

- Cibo per altre specie IMTA
- Cibo per gli esseri umani
- Prodotti per l'uomo
- Fertilizzante per colture

Cibo per altre specie IMTA

1 Cibo per l'uomo

2 Prodotti per l'uomo

3 Fertilizzante per colture

4 Pesce: la componente Fed

Tutti gli animali producono naturalmente rifiuti organici e inorganici come risultato della loro alimentazione e delle loro attività metaboliche. Ma quando si tratta di convertire il mangime in massa corporea, i pesci sono alcuni degli organismi più efficienti - terrestri o acquatici - che vengono attualmente allevati o coltivati.

I rifiuti prodotti dai pesci, che includono mangime non consumato e feci, forniscono nutrimento di alta qualità per altre specie all'interno del sistema IMTA, comprese le specie selvatiche.

Specie ittiche d'allevamento

Quando si tratta di convertire il mangime in massa corporea, i pesci sono gli organismi più efficienti, terrestri o acquatici che vengono attualmente allevati o coltivati, poiché, a fronte di un mix di elementi nutritivi ben bilanciati, riescono a tradurre la maggior parte del mangime in crescita dimensionale.

Filtri alimentatori - il componente estrattivo del particolato fine organico

I bivalvi filtranti, come le cozze e le ostriche, filtrano la colonna d'acqua, nutrendosi di micro alghe, piccolo zooplancton e particolato fine. Possono essere utilizzati per ridurre il livello di particelle organiche più fini che risultano da altri componenti alimentati o non alimentati del sistema IMTA.

Specie di filtratori d'allevamento

Cozza azzurra (*Mytilus edulis* - *Mytilus trossulus*)

Capasante giapponesi (*Mizuhopecten yessoensis*)

Potenziati specie “utilizzabili”:

Capasante di mare (*Placopecten magellanicus*)

Ostrica del Pacifico (*Crassostrea gigas*)

Cesto Cockle (*Clinocardium nuttalli*)

Gallo Cozza (*Mytilus galloprovincialis*)

Alimentatori di deposito: il componente estrattivo di nutrienti organici per particelle di grandi dimensioni

Secondo un modello IMTA, si tratta principalmente di invertebrati - come cetrioli di mare, ricci di mare e alcune specie di vermi - che setacciano i sedimenti per nutrirsi di particolato organico. Possono essere utilizzati per riciclare le particelle organiche più grandi, che risultano dagli altri componenti (alimentati o non alimentati) del sistema IMTA e che si depositano sotto il sito del sistema produttivo.

Specie di allevamento di depositi di allevamento

Riccio di mare verde (*Strongylocentrotus droebachiensis*)

Cetriolo di mare della California (*Parastichopus californicus*)

Potenziati specie:

Astice americano (*Homarus americanus*)

Clam Worm (*Nereis virens*)

Blood Worm (*Glycera dibranchiata*)

Cetriolo di mare settentrionale (*Cucumaria frondosa*)

Riccio di mare rosso (*Strongylocentrotus franciscanus*)

Altri sistemi di produzione

Sistemi di acquacoltura a ricircolo (RAS)

I RAS sono sistemi che riciclano o riutilizzano il 90 per cento o più del volume di un sistema su base giornaliera. Allevamento intensivo in natura, si trasportano generalmente da 0,25 a 1 libbra di pesce per gallone d'acqua (da 30 a 120 kg / m³). Questi sistemi tipicamente debbono avere componenti per la rimozione dei solidi, biofiltrazione, ossigenazione, degasaggio, disinfezione / ossidazione e controllo temperatura e del pH. I serbatoi RAS sono disponibili in diverse forme. Un'importante sistema di progettazione si ha dove l'acqua scorre nel serbatoio e dove l'acqua viene prelevata direttamente dal serbatoio al sistema di riciclaggio. Il serbatoio della coltura dovrebbe agire come il dispositivo principale di raccolta dei solidi in acqua, la quale viene rimossa direttamente con un sistema di filtrazione dei solidi.

Questo flusso di trattamento dovrebbe corrispondere a circa il 10 per cento di la velocità di ricircolo (idealmente una o due volte all'ora). Il restante 90 per cento dovrebbe passare dalla parte superiore di una parete laterale (o scarico Cornell) dove il minor numero di solidi sarebbe diretto alla biofiltrazione, al controllo del gas e da qui ritorna al serbatoio (Figura 35). Ciò riduce al minimo i costi di struttura e le spese operative associate alla rimozione dei solidi. A causa delle elevate densità animali spesso associate con il RAS, l'acqua di reintegro per il sistema dovrebbe essere corretta e trattata frequentemente per garantire che non vengano introdotti agenti patogeni nel sistema.

Un modello di serbatoio di produzione

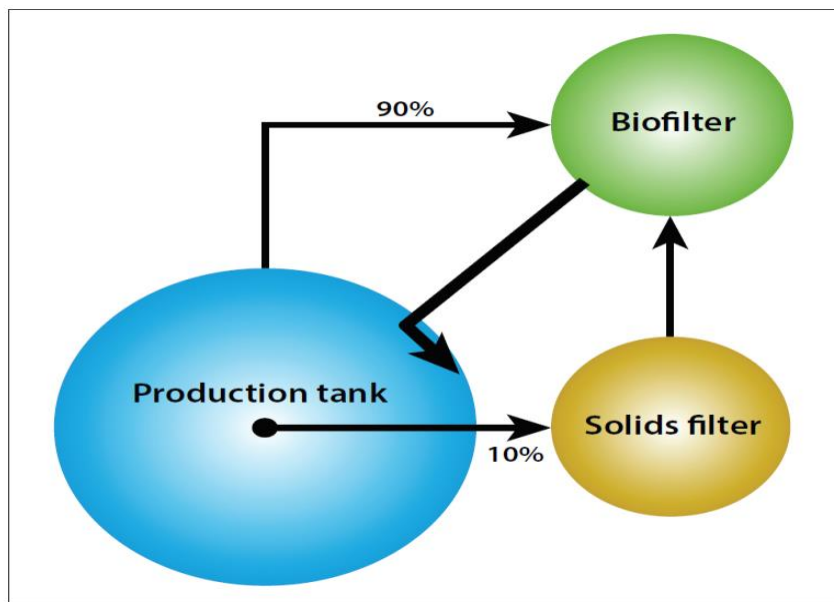


Figura 35: diagramma del flusso d'acqua per RAS: 10 per cento di flusso di trattamento dal serbatoio attraverso la raccolta dei solidi a biofiltro; 90 per cento del flusso va dal serbatoio al biofiltro. Tutta l'acqua ritorna al serbatoio dal biofiltro.

Ciò comporta spesso una filtrazione significativa dei solidi e dovrebbe essere introdotta in una parte dell'infrastruttura di supporto, come il serbatoio o il biofiltro, piuttosto che direttamente nel serbatoio e dovrebbe essere il più vicino possibile ai parametri di qualità dell'acqua del sistema come la temperatura e il pH. È fondamentale che i sistemi RAS non vengano gestiti o operino a densità oltre le specifiche di progetto. Mentre questo viene spesso fatto con l'aspettativa di maggiori introiti e rendimenti, a lungo termine l'eccesso di scorte erode i margini di sicurezza e aumenta lo stress degli animali al punto che le malattie e le perdite di animali sono più probabili.

La biosicurezza è ancora più importante nei sistemi RAS. Il vivaio e gli impianti di produzione giovanile devono avere la più alta biosicurezza possibile e devono essere separati (di solito in un altro edificio) dalle operazioni di sviluppo e crescita del vivaio stesso, così come l'accesso del personale deve essere limitato. Essendo altamente meccanico e di natura complessa, il RAS deve avere una significativa manutenzione, riparazione, monitoraggio e qualificati criteri di formazione dei dipendenti.

Data l'elevata densità di pesce e la forte dipendenza dalle attrezzature per la manutenzione della qualità dell'acqua, anche un breve periodo in cui il sistema non funzioni correttamente può avere effetti devastanti. Inoltre, per ottimizzare il processo tutti gli elementi e sistemi coinvolti tra cui la gestione dell'acqua, e l'elettricità, devono rispettare i massimi protocolli di sicurezza e conduzione nonché prevedere una riqualificazione periodica del sistema nel suo complesso. I sistemi dovrebbero essere gestiti al meglio per mantenere i criteri di qualità dell'acqua designati con un minimo di fluttuazione e soprattutto andrebbero testati frequentemente, se non addirittura automaticamente monitorati, per garantire il perfetto funzionamento di tutto ciò.

Acquaponica

Aquaponica è il termine utilizzato per un sistema di produzione che combina il sistema RAS e una produzione di piante idroponiche, sistema in cui le piante vengono coltivate senza suolo (cioè in una soluzione nutritiva o in qualche sistema di coltura artificiale).

Nelle zone temperate, la produzione acquaponica durante tutto l'anno richiede una serra o un'area illuminata e chiusa che deve essere riscaldata e raffreddata alla bisogna, rendendo il costo dell'energia un grande elemento di impatto sulla produzione. Un buon sistema di gestione tipo per l'acquaponica è impostato su metodi di conduzione che dovrebbe utilizzare fonti di energia alternative come il geotermico, idroelettrico, solare, bioenergia e calore prodotto dal legno per migliorare la sostenibilità del sistema e abbattere i costi di gestione. In merito all'illuminazione di una struttura che non ha o può avere luce naturale si può utilizzare la fluorescenza compatta, sodio ad alta pressione, ioduri metallici, lampade ad alta intensità, LED (diodo a emissione di luce) o induzione.

Le unità di crescita delle piante più utilizzate sono varie come ad es. la tecnica del film nutritivo (NFT) e le colture in acque profonde (DWC, a volte indicato come coltura a zattera).

NFT è un sistema che utilizza tubi o grondaie orizzontali per coltivare le piante. Un ottimo sistema di gestione per questo tipo di acquaponica è quello di inclinare i canali di circa ½ pollice per 10 piedi (1,5 cm per 3 m) per consentire un facile drenaggio attraverso il canale.

I sistemi dovrebbero sempre essere progettati con pendenze nella direzione del flusso d'acqua per facilitare il trasferimento dell'acqua attraverso sistemi di produzione.

In un sistema acquaponico l'unità di produzione del pesce è tipicamente operata come RAS. Mentre è importante in acquaponica mantenere coperti gli acquari per evitare che i pesci possano saltare fuori, escludere i predatori e inibire la crescita delle alghe, pertanto sta diventando sempre più importante proteggere la pianta e tutta unità di produzione dall'essere contaminato dalle acque di produzione. Ciò ad esempio è richiesto nelle normative FISMA che affrontano i problemi di sicurezza alimentare quando si coltiva in acqua e la stessa entra in contatto diretto con le verdure.

Allo stato attuale si sta valutando l'evoluzione di migliorie nell'acquaponica ad esempio consistente nel separare fisicamente i sistemi di produzione di pesce e vegetali e, in alcuni casi, anche disinfettare l'acqua dei pesci prima che essa venga trasferita alle unità produttive dell'impianto. Una volta utilizzato dalle piante l'acqua è libera di ritornare alle unità ittiche senza timori o problemi di trasferimento di agenti patogeni o di malattie.

Con i sistemi aquaponici dunque la sfida è quella di creare una circolarità piena del sistema di produzione integrato a beneficio dell’acquacoltura e della produzione agroalimentare ad essa connessa.

4.5 Individuazione e raccolta di studi

L’individuazione e la raccolta di studi sull’acquacoltura, esplicitando il tema dell’allevamento sostenibile è stata condotta utilizzando le banche dati scientifiche Scopus (www.scopus.com), Google Scholar (<https://scholar.google.com>) quali principali *database* scientifici contenenti differenti aree di ricerca.

Il gruppo di lavoro ha fissato un protocollo di ricerca per la suddetta raccolta, rispondente ai criteri scientifico-bibliometrici, definendo le parole chiave prioritarie per le finalità del presente studio così come riportate nei paragrafi successivi.

4.5.1 L’acquacoltura

L’individuazione di studi sull’allevamento ittico sostenibile ha richiesto una preliminare indagine sui principali aspetti dell’acquacoltura trattati dalla letteratura scientifica internazionale. La ricerca è stata condotta inizialmente sul *database* Scopus. Il gruppo di studio quindi si è focalizzato su aspetti specifici del tema dell’acquacoltura che potessero essere rilevanti e pertinenti rispetto all’oggetto di indagine.

I principali aspetti indagati hanno riguardato: i) “aquaculture feed” (mangimi); ii) “aquaculture system*” (sistemi di acquacoltura); iii) “aquaculture industry” (industria dell’acquacoltura); iv) “aquaculture production” (produzione dell’acquacoltura); v) “aquaculture practice*” (pratiche dell’acquacoltura). La ricerca è stata condotta sugli studi pubblicati negli ultimi cinque anni per cogliere le tendenze della letteratura più recente. Si è deciso di selezionare solo articoli pubblicati su riviste scientifiche, solitamente più aggiornati e comprensivi di casi studio d’interesse ai fini dell’individuazione di buone prassi³⁸.

Gli articoli pubblicati nell’ultimo quinquennio su riviste scientifiche internazionali sul tema dell’acquacoltura sono 7.345. Per oltre il 53% interessano l’area delle Scienze agrarie e biologiche, il 14,4% quelle Ambientali (con 1147 articoli), il 7,8% l’area della Biochimica, genetica e biologia molecolare (con 620), il 6,3% quella delle Scienze della Terra e del Pianeta (con 503). Sono 151 gli articoli a carattere interdisciplinare, mentre un esiguo numero (11) sono quelli che attengono all’area Economico-aziendale e manageriale.

³⁸ Tutte le estrazioni effettuate da Scopus e analizzate nel presente paragrafo sono state compiute in data 25/09/2020. La banca dati viene aggiornata quotidianamente e, a distanza anche di un solo giorno, si possono registrare variazioni dei dati significative. Si ricorda infatti che Scopus (www.scopus.com) è uno dei più importanti *database* internazionale di letteratura scientifica.

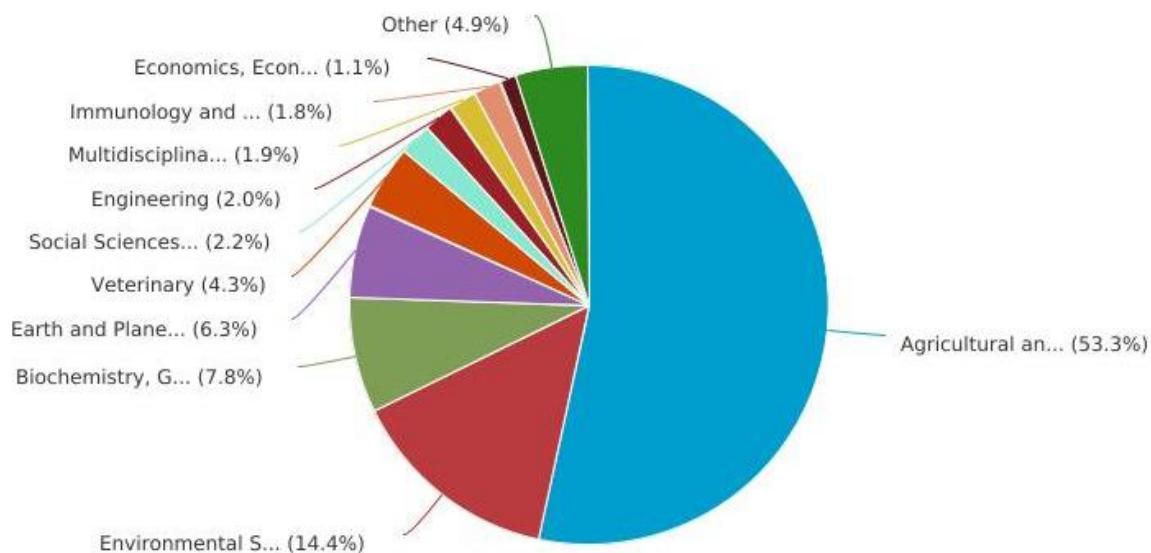


Figura 36: documenti classificati per area di ricerca (estratto da Scopus www.scopus.com)

L’analisi puntuale degli studi è stata ristretta alla sola area delle Scienze agrarie e biologiche, ovvero tra quelle di maggiore interesse rispetto agli obiettivi della presente ricerca. Il numero di articoli pubblicati su tema dell’acquacoltura e riferiti specificatamente alla suddetta area conta un totale di 4.254 articoli pubblicati nell’ultimo quinquennio, con un picco di ben 1.037 articoli pubblicati nel 2019.

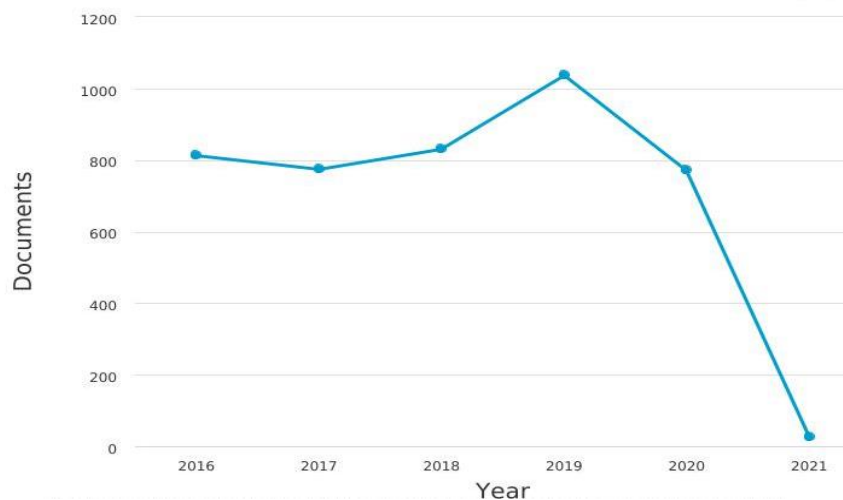


Figura 37: numero di articoli per anno (estratto da Scopus www.scopus.com)

La rivista che ha pubblicato il maggior numero di studi nell’ultimo quinquennio, secondo i criteri di ricerca indicati in precedenza, è stata la rivista “Aquaculture”, edita dalla casa editrice Elsevier (<https://www.journals.elsevier.com/aquaculture>), con un totale di 508 articoli, ed è l’unica ad aver già accettato per la pubblicazione nel 2021 ben 21 studi sul tema, seguita dalle riviste “Aquaculture research” (251 articoli), “Fish and Shellfish Immunology” (232), “Journal of Fish Diseases” (184) e “Marine Pollution Bulletin” (174).

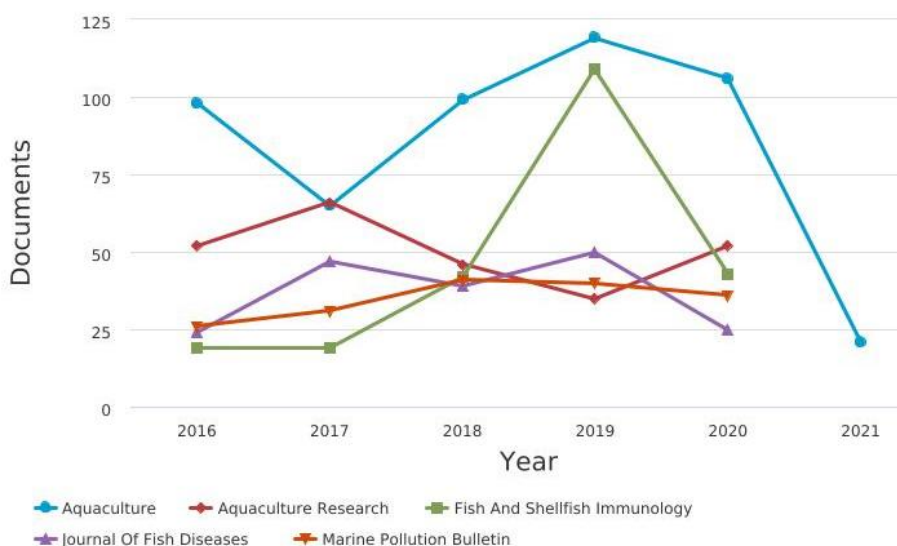


Figura 38: numero di articoli per rivista (estratto da Scopus www.scopus.com)

Il maggior numero di studi scientifici è stato pubblicato in Cina (781 articoli), negli Stati Uniti (560) e dal Brasile (360). In Italia, nell’ultimo quinquennio sono stati pubblicati 175 articoli scientifici sul tema in analisi.

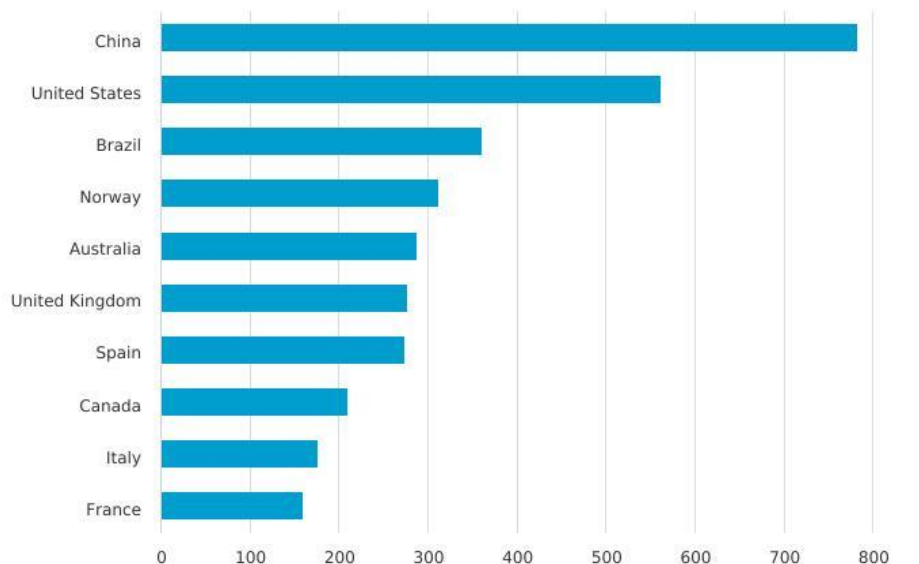


Figura 39: numero di articoli per paese (estratto da Scopus www.scopus.com)

Molto spesso le pubblicazioni scientifiche sono realizzate grazie al sostegno finanziario di sponsor pubblici e privati. L’analisi dei finanziamenti degli studi pubblicati secondo i criteri fissati in apertura del paragrafo rivela un forte interesse degli sponsor cinesi per il tema dell’acquacoltura, mentre gli studi finanziati dall’Unione Europea sono solo al sesto posto.

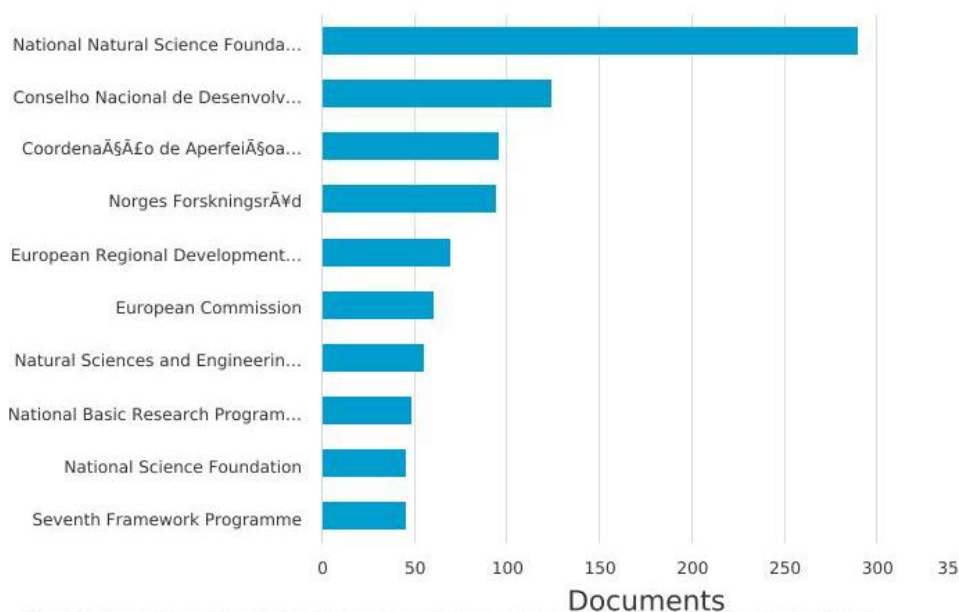


Figura 40: numero di articoli distinti per sponsor (estratto da Scopus www.scopus.com)

4.5.2 L’allevamento sostenibile

Utilizzando la parola chiave “fish farm*” (ovvero allevamento/i ittico/i) su Scopus si ritrovano 8.106 documenti scientifici per tutte le aree scientifiche. Aggiungendo la parola chiave “sustainab*” (inteso in termini di sostenibilità), i risultati della ricerca restituiscono 634 documenti scientifici.

Tale estrazione è stata ulteriormente analizzata, selezionando esclusivamente gli articoli scientifici riferiti all’ultimo decennio, giungendo ad un campione di 348 articoli scientifici.

Il *trend* di pubblicazione per gli articoli scientifici sul tema dell’allevamento ittico sostenibile è tendenzialmente in crescita nell’ultimo decennio, con un picco nel 2020 (51).

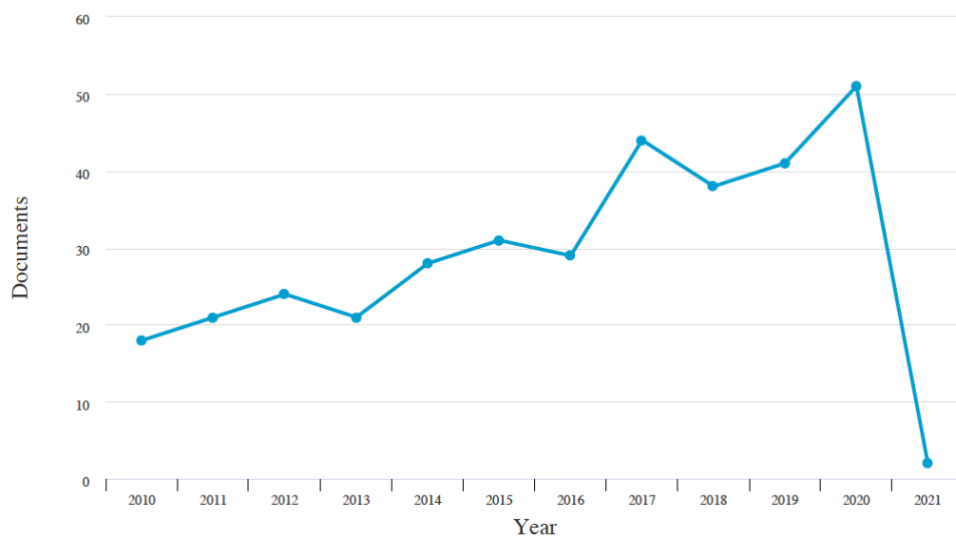


Figura 41: numero di articoli per anno (estratto da Scopus www.scopus.com)

La numerosità degli articoli scientifici pubblicati nell’ultimo decennio sul tema in analisi può anche essere analizzata alla luce delle aree scientifiche maggiormente rilevanti in termini quantitativi come esposto nella seguente tabella (prime 12 aree scientifiche). Ad esempio, l’area delle Scienze agrarie e biologiche (Agricultural and Biological Sciences) annovera 212 articoli scientifici. Seguono altre aree, tra cui l’area Biochimica, genetica e biologia molecolare (Agricultural and Biological Sciences) con 29 articoli, quelle Economico-aziendale e

manageriale (Business Management and Accounting) con 14 articoli e veterinaria (Veterinary) con 13 articoli.

Agricultural and Biological Sciences (212)
Environmental Science (137)
Social Sciences (61)
Earth and Planetary Science (31)
Engineering (31)
Agricultural and Biological Sciences (29)
Energy (20)
Economics, Econometrics and Finance (18)
Multidisciplinary (15)
Business, Management and Accounting (14)
Medicine (13)
Veterinary (13)

Tabella 11: prime 12 aree scientifiche per numerosità di pubblicazioni sul tema dell’allevamento ittico sostenibile

Complessivamente, per le prime 12 aree scientifiche la numerosità degli articoli pubblicati nell’ultimo decennio è pari a 340 unità. Da qui, il maggior numero di articoli è stato pubblicato in Brasile (36). Seguono Spagna (27), Norvegia (26), Regno Unito (25). Per l’Italia risultano 19 articoli.

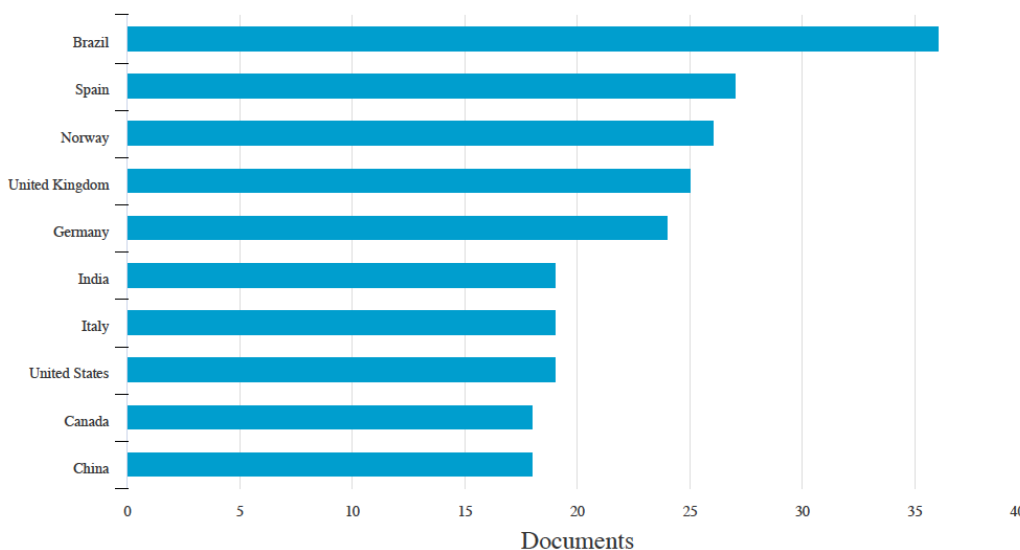


Figura 42: numero di articoli per paese (estratto da Scopus www.scopus.com)

Il campione costruito con le 12 aree scientifiche maggiormente rilevanti consente una ulteriore analisi da parte del gruppo di studio. In particolare, utilizzando il software VOSviewer sono state individuate le parole chiave maggiormente ricorrenti nel campione e pertanto significative per le finalità oggetto dello studio.

La figura 43 individua le parole chiave, riconoscendo i *cluster* di parole chiave rilevanti. Le prime cinque parole chiave che ricorrono in questo campione sono:

- Aquaculture (acquacoltura ricorre 71 volte);
- Sustainability (sostenibilità ricorre 37 volte);
- Fish farming (allevamento sostenibile ricorre 24 volte);
- Water quality (qualità dell’acqua ricorre 17 volte);
- Sustainable aquaculture (acquacoltura sostenibile ricorre 14 volte).

Il *cluster* di colore rosso raggruppa: i) aquaculture (acquacoltura); ii) atlantic salmon (salmone atlantico); iii) environmental sustainability (sostenibilità ambientale); iv) mariculture (maricoltura); v) Nile tilapia (nile tilapia); vi) seaweed (alga marina).

Il *cluster* di colore verde raggruppa; i) aquaponics (acquaponic); ii) environment (ambiente); iii) fish production (produzione di pesce); iv) tilapia (tilapia); v) water quality (qualità dell’acqua).

Il *cluster* di colore blu raggruppa; i) oreochromis niloticus; ii) sustainable agriculture (agricoltura sostenibile); iii) sustainable aquaculture (acquacoltura sostenibile), iv) sustainable development (sviluppo dell’acquacoltura).

Il *cluster* di colore giallo raggruppa: i) fatty acids (acidi grassi); ii) fisheries (pesca); iii) food security (sicurezza del cibo).

Il *cluster* di colore viola raggruppa: i) fish farming (allevamento ittico); ii) growth (crescita); iii) rainbow trout (trota iridea).

Il *cluster* di colore celeste raggruppa: i) ecosystem services (servizi dell’ecosistema); ii) pesticides (pesticidi); iii) sustainability.

Il *cluster* di colore arancione raggruppa: i) climate change (cambiamento climatico); ii) fish (pesce).

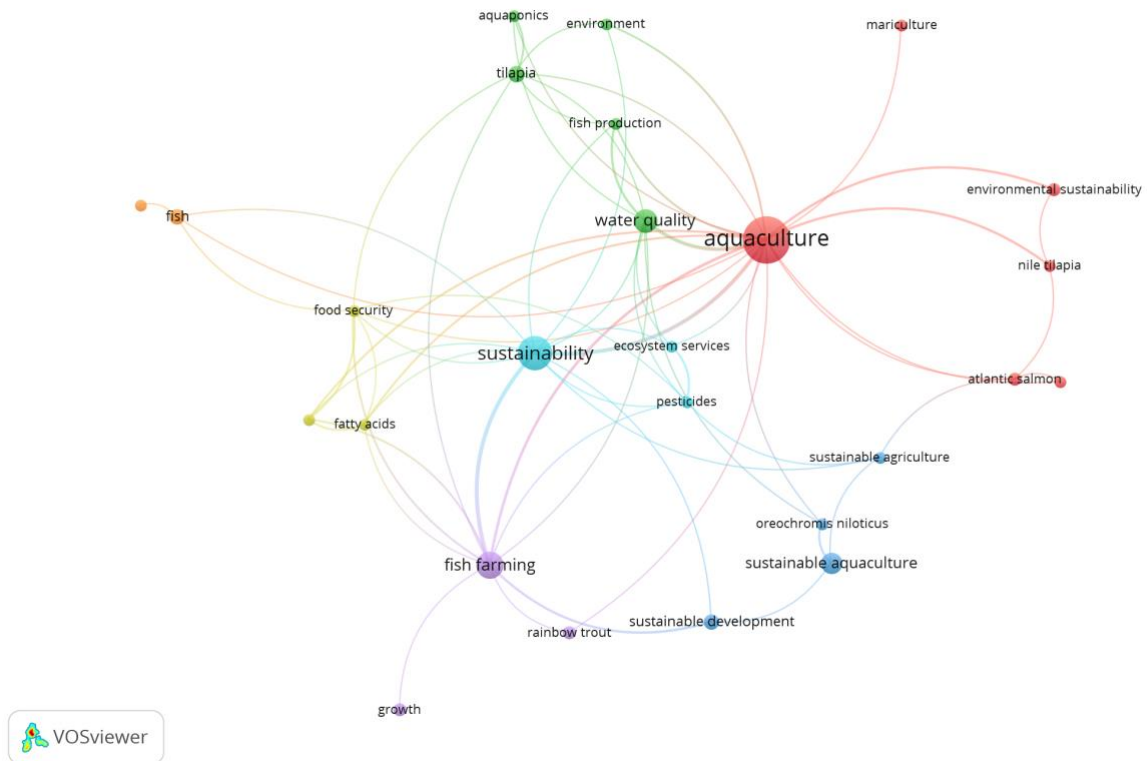


Figura 43: parole chiave del campione

Dall’analisi delle parole chiave sembra emergere una particolare attenzione degli studi scientifici per l’allevamento ittico sostenibile, con interesse per la sostenibilità ambientale, la maricoltura, la qualità dell’acqua, sicurezza del cibo.

Utilizzando il campione di 340 articoli poc’anzi individuati, è possibile evidenziare i documenti più citati. Di seguito, si riporta l’elenco dei primi venti articoli maggiormente citati del campione.

Articoli Scientifici	Anno	Citazioni
Taranger, G.L., Carrillo, M., Schulz, R.W., Fontaine, P., Zanuy, S., Felip, A., Weltzien, F.-A., Dufour, S., Karlsen, Ø., Norberg, B., Andersson, E., Hansen, T. Control of puberty in farmed fish General and Comparative Endocrinology, 165 (3), pp. 483-515	2010	338
Abreu, M.H., Pereira, R., Yarish, C., Buschmann, A.H., Sousa-Pinto, I. IMTA with Gracilaria vermiculophylla: Productivity and nutrient removal performance of the seaweed in a land-based pilot scale system Aquaculture, 312 (1-4), pp. 77-87	2011	155
Okamura, B., Hartikainen, H., Schmidt-Posthaus, H., Wahli, T. Life cycle complexity, environmental change and the emerging status of salmonid proliferative kidney disease Freshwater Biology, 56 (4), pp. 735-753	2011	106
Salze, G., McLean, E., Battle, P.R., Schwarz, M.H., Craig, S.R. Use of soy protein concentrate and novel ingredients in the total elimination of fish meal and fish oil in diets for juvenile cobia, <i>Rachycentron canadum</i> Aquaculture, 298 (3-4), pp. 294-299	2010	97
Zhang, L.X., Ulgiati, S., Yang, Z.F., Chen, B. Emergy evaluation and economic analysis of three wetland fish farming systems in Nansi Lake area, China Journal of Environmental Management, 92 (3), pp. 683-694	2011	80
Brinker, A., Reiter, R. Fish meal replacement by plant protein substitution and guar gum addition in trout feed, Part I: Effects on feed utilization and fish quality Aquaculture, 310 (3-4), pp. 350-360	2011	75
Zhang, L.X., Song, B., Chen, B. Emergy-based analysis of four farming systems: Insight into agricultural diversification in rural China Journal of Cleaner Production, 28, pp. 33-44	2012	70
Marty, G.D., Saksida, S.M., Quinn II, T.J. Relationship of farm salmon, sea lice, and wild salmon populations Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 107 (52), pp. 22599-22604	2010	63
Love, D.C., Fry, J.P., Genello, L., Hill, E.S., Frederick, J.A., Li, X., Semmens, K. An international survey of aquaponics practitioners	2014	62

PLoS ONE, 9 (7), art. no. E102662

Amirkolaie, A.K. Reduction in the environmental impact of waste discharged by fish farms through feed and feeding Reviews in Aquaculture, 3 (1), pp. 19-26	2011	61
Zhang, S.-Y., Li, G., Wu, H.-B., Liu, X.-G., Yao, Y.-H., Tao, L., Liu, H. An integrated recirculating aquaculture system (RAS) for land-based fish farming: The effects on water quality and fish production Aquacultural Engineering, 45 (3), pp. 93-102	2011	58
van Phan, T., Ersboll, A.K., Nguyen, K.V., Madsen, H., Dalsgaard, A. Farm-level risk factors for Fish-borne zoonotic trematode infection in integrated Small-scale fish farms in Northern Vietnam PLoS Neglected Tropical Diseases, 4 (7), art. no. E742	2010	57
Geurden, I., Borchert, P., Balasubramanian, M.N., Schrama, J.W., Dupont-Nivet, M., Quillet, E., Kaushik, S.J., Panserat, S., Médale, F. The positive impact of the early-feeding of a plant-based diet on its future acceptance and utilisation in rainbow trout PLoS ONE, 8 (12), art. no. E83162	2013	50
Villnäs, A., Perus, J., Bonsdorff, E. Structural and functional shifts in zoobenthos induced by organic enrichment - Implications for community recovery potential Journal of Sea Research, 65 (1), pp. 8-18	2011	47
Serra-Llinares, R.M., Bjørn, P.A., Finstad, B., Nilsen, R., Harbitz, A., Berg, M., Asplin, L. Salmon lice infection on wild salmonids in marine protected areas: An evaluation of the Norwegian 'National Salmon Fjords' Aquaculture Environment Interactions, 5 (1), pp. 1-16	2014	46
Ahmed, N., Garnett, S.T. Integrated rice-fish farming in Bangladesh: Meeting the challenges of food security Food Security, 3 (1), pp. 81-92	2011	43
Whitmarsh, D., Palmieri, M.G. Consumer behaviour and environmental preferences: A case study of Scottish salmon aquaculture Aquaculture Research, 42 (SUPPL. 1), pp. 142-147	2011	41
Jobling, M. Fish nutrition research: past, present and future	2016	37

Aquaculture International, 24 (3), pp. 767-786.

Arechavala-Lopez, P., Sanchez-Jerez, P., Bayle-Sempere, J.T., Uglem, I., Mladineo, I. Reared fish, farmed escapees and wild fish stocks - A triangle of pathogen transmission of concern to Mediterranean aquaculture management Aquaculture Environment Interactions, 3 (2), pp. 153-161	2013	37
Delaide, B., Delhaye, G., Dermience, M., Gott, J., Soyeurt, H., Jijakli, M.H. Plant and fish production performance, nutrient mass balances, energy and water use of the PAFF Box, a small-scale aquaponic system Aquacultural Engineering, 78, pp. 130-139	2017	36

Tabella 12: articoli più citati del campione in analisi

Dalla lettura degli abstract dei venti articoli riportati in tabella, si nota che due articoli sono sostanzialmente fuori tema:

1) Zhang, L.X., Song, B., Chen, B. (2012), *Emergy-based analysis of four farming systems: Insight into agricultural diversification in rural China* (70 citazioni), che confronta l’attività di piscicoltura con altre attività diffuse e sostenute dal governo cinese (allevamento di anatra, di funghi e di mais);

2) Ahmed, N., Garnett, S.T (2011), *Integrated rice-fish farming in Bangladesh: Meeting the challenges of food security* (43 citazioni), che studia la superiorità della piscicoltura integrata di riso e pesce rispetto alla piscicoltura di solo riso in Bangladesh.

Gli altri 18 articoli trattano tematiche differenti che possono essere così distinte:

- 1) Salute dei pesci;
- 2) Impatto degli allevamenti di piscicoltura su animali selvatici e marini;
- 3) Sistemi di produzione;
- 4) Alimentazione.

Nella prima categoria “salute dei pesci” è possibile includere i seguenti articoli:

1) Taranger, G.L., Carrillo, M., Schulz, R.W., Fontaine, P., Zanuy, S., Felip, A., Weltzien, F.-A., Dufour, S., Karlsen, Ø., Norberg, B., Andersson, E., Hansen, T. (2010), *Control of puberty in farmed fish*, con 338 citazioni;

2) Okamura, B., Hartikainen, H., Schmidt-Posthaus, H., Wahli, T. (2011), *Life cycle complexity, environmental change and the emerging status of salmonid proliferative kidney disease*, con 106 citazioni;

3) van Phan, T., Ersboll, A.K., Nguyen, K.V., Madsen, H., Dalsgaard, A. (2010), *Farm-level risk factors for Fish-borne zoonotic trematode infection in integrated Small-scale fish farms in Northern Vietnam*, con 57 citazioni.

L’articolo di Taranger et al. è stato pubblicato nel 2010 sulla rivista *General and Comparative Endocrinology*. L’articolo esamina i problemi correlati alla pubertà precoce e tardiva negli allevamenti ittici. Gli autori, pur riconoscendo che l’età alla pubertà può essere controllata mediante allevamento selettivo o controllo del fotoperiodo, alimentazione o temperatura, mettono in evidenza i limiti delle tecniche attualmente esistenti e auspicano lo sviluppo di nuovi metodi che possano essere maggiormente efficienti in termini di produzione e accettabili in termini di benessere e sostenibilità dei pesci.

Okamura et al., nel loro lavoro pubblicato nel 2011 sulla rivista *Freshwater Biology*, analizzano la malattia renale proliferativa (PKD), che è una malattia dei pesci salmonidi causata da un parassita (il tetracapsuloides bryosalmonae). Gli autori, da un lato, individuano alcuni fattori che influenzano la malattia, sostenendo che l’aumento delle temperature aumenta la prevalenza, la gravità e la distribuzione della malattia e la mortalità correlata alla stessa e l’eutrofizzazione può favorire lo sviluppo di focolai. Tuttavia, dall’altro lato, affermano che molti aspetti del ciclo di vita del parassita rimangono oscuri. Gli autori, infine, pongono l’attenzione sui problemi per la sostenibilità potenzialmente causati dalla malattia renale proliferativa, in particolare in considerazione dell’esteso calo delle popolazioni di salmonidi e del degrado di molti habitat di acqua dolce.

Il lavoro di van Phan et al., edito nel 2010 su *PLoS Neglected Tropical Diseases*, propone uno studio longitudinale, condotto da giugno 2006 a maggio 2007 nella provincia di Nam Dinh (Vietnam), al fine di indagare sullo sviluppo e sui fattori di rischio delle infezioni da trematodi zoonotici nei pesci d’acqua dolce allevati. L’analisi effettuata ha evidenziato la diffusione dei

vermi nei pesci allevati con rischio di trasmissione all’uomo. Gli autori individuano, inoltre, alcuni fattori che possono incidere su questa diffusione e richiamano l’attenzione sulla necessità di introdurre programmi di controllo adeguati che possano limitare la diffusione della malattia.

Nella categoria “Impatto degli allevamenti di piscicoltura su animali selvatici e marini” sono inclusi i seguenti articoli che analizzano gli effetti degli allevamenti ittici su diversi aspetti:

1. Marty, G.D., Saksida, S.M., Quinn II, T.J. (2010), *Relationship of farm salmon, sea lice, and wild salmon populations*, con 63 citazioni;

2. Serra-Llinares, R.M., Bjørn, P.A., Finstad, B., Nilsen, R., Harbitz, A., Berg, M., Asplin, L. (2014), *Salmon lice infection on wild salmonids in marine protected areas: An evaluation of the Norwegian ‘National Salmon Fjords’*, con 46 citazioni;

3. Whitmarsh, D., Palmieri, M.G. (2011), *Consumer behaviour and environmental preferences: A case study of Scottish salmon aquaculture*, con 41 citazioni;

4. Villnäs, A., Perus, J., Bonsdorff, E. (2011), *Structural and functional shifts in zoobenthos induced by organic enrichment - Implications for community recovery potential*, con 47 citazioni;

5. Arechavala-Lopez, P., Sanchez-Jerez, P., Bayle-Sempere, J.T., Uglem, I., Mladineo, I. (2013), *Reared fish, farmed escapees and wild fish stocks - A triangle of pathogen transmission of concern to Mediterranean aquaculture management*, con 37 citazioni.

I primi tre articoli della categoria focalizzano la loro attenzione sugli allevamenti di salmone. Marty et al., nel loro lavoro, che è tra i *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* pubblicati nel 2010, hanno analizzato 10-20 anni di dati sugli allevamenti ittici e 60 anni di dati sul salmone rosa, al fine di verificare se i pidocchi di mare generati dagli allevamenti ittici avessero potuto produrre effetti sui salmoni rosa selvatici. La loro analisi empirica ha dimostrato che la produttività del salmone selvatico non è negativamente associata né al numero di pidocchi d'allevamento, né alla produzione di pesce d'allevamento.

Anche Serra-Llinares et al., nel loro articolo pubblicato nel 2014 sulla rivista *Aquaculture Environment Interactions*, hanno affrontato il tema dei pidocchi di salmone generati dagli allevamenti ittici. Esaminando i piccoli fiordi norvegesi, gli autori hanno trovato una chiara correlazione tra i livelli di pidocchi sui salmonidi selvatici e la produzione di pidocchi negli allevamenti di salmone vicini. Al fine di limitare il problema, gli autori hanno dimostrato che se le dimensioni e la forma di un'area protetta sono tali da mantenere gli allevamenti ittici a una distanza di almeno 30 km, i pesci selvatici non sembrano essere influenzati dalla pressione diretta dell'infezione da pidocchi imposta da allevamenti ittici.

Sempre in tema di acquacoltura del salmone, Whitmarsh et al., nel loro lavoro, pubblicato sulla rivista *Aquaculture Research* nel 2011, propongono un'indagine effettuata in Scozia nella quale verificano la correlazione tra l'acquisto di salmone e la percezione dei problemi ambientali prodotti dall'acquacoltura dello stesso. Si tratta di un articolo che studia gli “effetti sociali” dell'acquacoltura in termini di percezione da parte dei consumatori. Gli autori infatti confermano il fatto che non sembrano esserci dubbi sul fatto che l'accettabilità sociale del settore acquacoltura sia modellata dalla percezione che le persone hanno del suo impatto ambientale. In particolare, gli autori dimostrano che una maggiore preoccupazione per le prestazioni ambientali dell'industria dell'allevamento del salmone è associata a una minore propensione all'acquisto di salmone stesso.

Il lavoro di Villnäs et al., pubblicato nel 2011 sulla rivista *Journal of Sea Research*, esamina gli effetti degli allevamenti ittici sulle comunità bentoniche. Lo studio descrive i modelli di risposta spaziale e temporale e il potenziale di recupero delle comunità bentoniche a bassa diversità all'arricchimento organico in due siti di allevamento ittico, durante i periodi di allevamento (15 e 20 anni rispettivamente) e i seguenti periodi di recupero (2 anni). Gli autori hanno osservato alterazioni nei tratti biologici bentonici in entrambi i siti di allevamento ittico analizzati, il che implica che l'arricchimento organico potrebbe causare cambiamenti nella funzione della comunità bentonica all'interno di comunità bentoniche a bassa diversità.

Arechavala-Lopez et al., nel loro lavoro pubblicato sulla rivista *Aquaculture Environment Interactions* nel 2013, esaminano l’attività di acquacoltura nel Mediterraneo e focalizzano la loro attenzione sulle malattie dei pesci e sulla trasmissione di agenti patogeni infettivi all’interno e all’esterno delle strutture. Gli autori mettono in evidenza la poca attenzione dedicata al rischio potenziale di trasmissione di patogeni e malattie nell’acquacoltura in mare aperto del Mediterraneo attraverso i movimenti di pesce. Il loro studio si concentra sull’importanza di considerare la possibile trasmissione di patogeni tra pesci allevati, scappati di allevamento e pesci aggregati in allevamento quando si prendono decisioni di gestione.

Nella terza categoria “sistemi di produzione” sono inclusi articoli differenti che analizzano diversi aspetti della tematica e sono così sintetizzabili:

1) Abreu, M.H., Pereira, R., Yarish, C., Buschmann, A.H., Sousa-Pinto, I. (2011), *IMTA with Gracilaria vermiculophylla: Productivity and nutrient removal performance of the seaweed in a land-based pilot scale system*, con 155 citazioni;

2) Zhang, L.X., Ulgiati, S., Yang, Z.F., Chen, B. (2011), *Emergy evaluation and economic analysis of three wetland fish farming systems in Nansi Lake area, China*, con 80 citazioni;

3) Zhang, S.-Y., Li, G., Wu, H.-B., Liu, X.-G., Yao, Y.-H., Tao, L., Liu, H. (2011), *An integrated recirculating aquaculture system (RAS) for land-based fish farming: The effects on water quality and fish production*, con 58 citazioni;

4) Love, D.C., Fry, J.P., Genello, L., Hill, E.S., Frederick, J.A., Li, X., Semmens, K. (2014), *An international survey of aquaponics practitioners*, con 62 citazioni;

5) Delaide, B., Delhaye, G., Dermience, M., Gott, J., Soyeurt, H., Jijakli, M.H. (2017), *Plant and fish production performance, nutrient mass balances, energy and water use of the PAFF Box, a small-scale aquaponic system*, con 36 citazioni.

L’articolo di Abreu et al., pubblicato nel 2011 sulla rivista *Acquaculture*, ha ricevuto 155 citazioni ed esamina le potenzialità dei sistemi di acquacoltura multitrofica integrate (IMTA), basati sulle alghe, che possono mitigare i problemi ambientali causati da diverse forme di

acquacoltura alimentata. Gli autori, inoltre, sostengono che l’uso di strumenti di ingegneria ecologica rappresenta una tappa necessaria per lo sviluppo di un’acquacoltura più sostenibile.

Gli autori hanno effettuato un esperimento, mediante l’installazione di un sistema di coltivazione di alghe con serbatoi da 1200 litri presso un impianto di acquacoltura terrestre di sogliole e rombi. L’indagine è stata condotta per un intero anno con analisi periodiche per valutare gli effetti del sistema di coltivazione. I risultati dell’indagine hanno dimostrato che le condizioni di coltura richiedono adattamenti durante tutto l’anno per ottenere produttività di successo. Per gli autori, con tali periodici adattamenti, questo sistema pilota IMTA è pronto per l’implementazione nelle operazioni di acquacoltura ittica, con vantaggi ambientali e potenzialmente economici per l’allevamento ittico.

Zhang et al. hanno pubblicato nel 2011 il loro articolo sulla rivista *Journal of Environmental Management* nel quale effettuano un confronto tra tre modelli di produzione diffusi in Cina nel 2007: l’allevamento ittico in gabbia, l’allevamento intensivo nel laghetto e quello estensivo seminaturale. L’obiettivo dello studio è stato quello di comprendere i vantaggi e le forze trainanti dei modelli di produzione ittica esaminati dal punto di vista ecologico ed economico. I risultati mostrano che la principale differenza tra i tre sistemi di produzione è rappresentata dal costo emergente per il mangime per pesci associato al loro sistema di alimentazione. Il modello di produzione intensivo nel laghetto appare essere quello più redditizio, con un profitto molto superiore a quello ottenuto dall’allevamento in gabbia e leggermente superiore rispetto all’allevamento estensivo seminaturale. Tuttavia, tale allevamento – anche se preferibile dal punto di vista economico – non è a lungo sostenibile dal punto di vista ambientale. Gli Autori, pertanto, concludono il loro studio affermando che è necessario lo sviluppo di modelli di produzione sostenibili dal punto di vista ambientale, in particolare misure di conservazione dell’acqua e del suolo, mangimi più verdi e sistemi a bassa produzione di rifiuti, per mantenere le attività di produzione entro la capacità di carico degli ecosistemi.

Zhang et al., nel loro lavoro pubblicato nel 2011 sulla rivista *Aquacultural Engineering*, investigano sulla necessità di sviluppare sistemi di acquacoltura con minore impatto

ambientale. A tal fine, propongono un sistema di acquacoltura a ricircolo terrestre, al fine di mitigare il grave inquinamento idrico causato dalla rapida espansione dell'industria dell'acquacoltura negli ultimi anni. Il sistema è proposto è stato sviluppato con riferimento alle seguenti specie di pesce: pesce gatto di canale, spinarello spinoso e pesce gatto giallo. Gli autori hanno verificato l'efficacia della coltura sulla base di un esperimento sul campo di 2 anni che ha coperto due stagioni di crescita. Mediante un'analisi di correlazione di Pearson, gli autori hanno testato che le principali specie di coltura erano inclini a vivere in condizioni meso o oligotrofiche.

Gli ultimi due studi della categoria di cui trattasi esaminano le pratiche di acquaponica. Love et al., nel loro lavoro del 2014, pubblicato su *PLoS ONE*, hanno effettuato un'indagine mediante un sondaggio distribuito on line a un campione di aziende statunitensi operanti nel settore dell'acquaponica, una combinazione di piscicoltura e coltivazione di piante fuori suolo. Gli autori dimostrano che l'acquaponica è un campo dinamico e in rapida crescita con partecipanti che stanno attivamente sperimentando e adottando nuove tecnologie, utilizzando fonti di energia, acqua e mangime per pesci alternative e sostenibili dal punto di vista ambientale.

L'acquaponica è anche l'oggetto di analisi del recente lavoro di Delaide et al., pubblicato sulla rivista *Aquacultural Engineering* nel 2017. In linea con il lavoro precedente, anche in questo articolo si dimostra che l'acquaponica produce un impatto ambientale ridotto rispetto ai sistemi di coltivazione tradizionali. Gli autori, tuttavia, maturano dubbi sulla sua sostenibilità, non avendo ancora a disposizione dati sulle prestazioni di tali sistemi. Nel loro lavoro, gli autori hanno studiato un sistema acquaponico su piccola scala, che è risultato efficiente nell'uso dell'acqua per la produzione di pesce, ma richiede adattamenti necessari per il riscaldamento dell'acqua e una configurazione di pompaggio ottimizzata per ridurre il fabbisogno energetico.

L'ultima categoria individuata “alimentazione” è quella più vicina agli studi effettuati con il presente lavoro. La categoria include i seguenti cinque lavori:

1) Salze, G., McLean, E., Battle, P.R., Schwarz, M.H., Craig, S.R. (2010), *Use of soy protein concentrate and novel ingredients in the total elimination of fish meal and fish oil in diets for juvenile cobia, *Rachycentron canadum**, con 97 citazioni;

2) Brinker, A., Reiter, R. (2011), *Fish meal replacement by plant protein substitution and guar gum addition in trout feed, Part I: Effects on feed utilization and fish quality*, con 75 citazioni;

3) Amirkolaie, A.K. (2011), *Reduction in the environmental impact of waste discharged by fish farms through feed and feeding*, con 61 citazioni;

4) Geurden, I., Borchert, P., Balasubramanian, M.N., Schrama, J.W., Dupont-Nivet, M., Quillet, E., Kaushik, S.J., Panserat, S., Médale, F. (2013), *The positive impact of the early-feeding of a plant-based diet on its future acceptance and utilisation in rainbow trout*, con 50 citazioni;

5) Jobling, M. (2016), *Fish nutrition research: past, present and future*, con 37 citazioni.

I primi due lavori citati soffermano la loro attenzione sui mangimi alternativi a quelli tradizionali a base di farine di pesce, da sviluppare per garantire la sostenibilità delle attività di acquacoltura.

In particolare, Salze et al., nel loro lavoro del 2010 pubblicato sulla rivista *Acquaculture*, affrontano il tema della sostenibilità degli allevamenti ittici, asserendo che il raggiungimento della sostenibilità richiede necessariamente la sostituzione dei mangimi di pesce e degli oli di pesce. In tale ambito, gli autori propongono molteplici esperimenti con la sostituzione parziale e totale dei mangimi di pesci con altri alimenti (farine di soia, olio di menhaden, amminoacidi purificati, farine animali, ecc.). Gli autori mostrano soddisfazione per i risultati ottenuti, che si mostrano promettenti per il futuro poiché utilizzano materie a base di soia come fonti sostitutive, che rappresenta l'unica strada per una vera sostenibilità ambientale ed economica per il settore dell'acquacoltura.

Anche il lavoro di Brinker et al. (2011) è stato pubblicato, come il precedente, sulla rivista *Acquaculture*. Gli autori studiano gli effetti di tre diete differenti: una dieta con il 100% delle

proteine derivanti da farine di pesce; un’altra dieta con il 50% di proteine derivanti da farine di pesce e l’altro 50% da fonti vegetali; l’ultima dieta con il 100% delle farine di origine vegetale. I risultati mostrano che i pesci allevati con la dieta priva di farine di pesce erano significativamente più magri, con una percentuale di contenuto proteico maggiore e presentavano fegati quasi completamente sani. Tuttavia, tale dieta mostrava una notevole riduzione della digeribilità degli alimenti con una leggera depressione nella crescita dei pesci. Gli autori concludono il loro lavoro affermando che la prossima sfida nello sviluppo di una dieta a base vegetale di successo è quella di comprendere e contrastare gli effetti sulla digeribilità e identificare la componente funzionale che potrebbe influire sulla salute dei pesci.

Amirkolaie, nel suo lavoro edito nel 2011 sulla rivista *Reviews in Aquaculture*, effettua un’analisi comparata tra alimentazione alternativa e impatto ambientale. L’autore richiama la necessità di gestire i rifiuti prodotti dall’acquacoltura, sostenendo che la gestione corretta dei rifiuti richiede necessariamente la formulazione di strategie di alimentazioni alternative a quelle tradizionali. In particolare, l’introduzione e un’attenta selezione di alimenti altamente digeribili producono una riduzione dell’escrezione di rifiuti solidi e un conseguente miglioramento della qualità dell’acqua dell’allevamento.

Anche Geurden et al., nel loro lavoro pubblicato nel 2013 su *PLoS ONE*, propongono la sostituzione dei tradizionali mangimi a base di farine di pesce con ingredienti di origine vegetale. Gli autori sostengono che la scarsa diffusione di farine vegetali deriva dalla scarsa risposta alla crescita da parte dei pesci allevati. Al fine di approfondire la questione, gli autori hanno effettuato un esperimento su avannotti di trota iridea; sono stati individuate due gruppi distinti e per tre settimane sono stati alimentati rispettivamente con farine vegetali e con farine di pesci. Dopo le tre settimane entrambi i due gruppi sono stati entrambi alimentati con farine di pesce per 7 mesi e successivamente entrambi con farine vegetali per 25 giorni. Al termine dell’esperimento, gli autori hanno verificato che il gruppo inizialmente alimentato con farine vegetali ha registrato tassi di crescita maggiori rispetto all’altro gruppo. Lo studio ha pertanto dimostrato che un’esposizione precoce a breve termine degli avannotti di trota iridea a una

dieta a base vegetale ha migliorato l'accettazione e l'utilizzo della stessa dieta quando somministrata nelle fasi successive della vita. Questa risposta positiva è incoraggiante come potenziale strategia per migliorare l'uso di mangimi a base vegetale nei pesci, di interesse nel campo della piscicoltura e della nutrizione animale in generale.

Jobling, nel suo recente lavoro pubblicato nel 2016 sulla rivista *Aquaculture International*, effettua una disamina di quanto fatto dagli studi in tema di nutrizione di pesci. L'autore ricorda che, benché l'indagine scientifica e sistematica sulla nutrizione risale al diciottesimo secolo, quella relativa ai pesci è iniziata solo intorno alla metà del ventesimo secolo. Da allora le informazioni si sono accumulate abbastanza rapidamente poiché gli sforzi di ricerca sono stati stimolati dall'espansione dell'acquacoltura e dagli sviluppi nell'ambito della piscicoltura intensiva. In questo lavoro, la ricerca sulla nutrizione dei pesci è collocata in una prospettiva storica considerando alcune delle principali sfide affrontate dai nutrizionisti ittici, come queste sfide sono state affrontate, i progressi compiuti e le lacune di conoscenza che devono essere colmate. I riflettori sono focalizzati sui requisiti nutrizionali, sugli ingredienti dei mangimi e sulla loro valutazione, e sulla formulazione di diete che promuovono una produzione efficace mentre servono a mantenere la salute e il benessere dei pesci.

4.5.3 Un focus sull'allevamento sostenibile

Utilizzando la banca dati Scopus³⁹ per investigare in modo approfondito gli studi internazionali in tema di allevamenti da acquacoltura sostenibili (TITLE-ABS-KEY - "sustainable fish farm*"), i risultati della ricerca, a partire dal 1995 (non sono stati applicati filtri ulteriori a quelli esposti poco sopra), interessano i seguenti articoli riportati in ordine alfabetico:

³⁹ La ricerca è memorizzata al seguente link web:

https://www.scopus.com/results/results.uri?numberOfFields=0&src=s&clickedLink=&edit=t&editSaveSearch=&origin=searchbasic&authorTab=&affiliationTab=&advancedTab=&scint=1&menu=search&tablin=&searchterm1=%22sustainable+fish+farm*%22&field1=TITLE_ABS_KEY&dateType=Publication Date Type&yearFrom=Before+1960&yearTo=Present&loadDate=7&documenttype=All&accessTypes=All&resetFormLink=&st1=%22sustainable+fish+farm*%22&st2=&sot=b&sdt=b&sl=39&s=TITLE-ABS-KEY%28%22sustainable+fish+farm*%22%29&sid=2b675ce57afdf1ac5b47d8511912222&searchId=2b675ce57afdf1ac5b47d8511912222&txGid=bf6b746146558eea29bd0d8fdade6b3f&sort=plf-f&originationType=b&rr=

1. Arnemo, M., Kavaliauskis, A., Gjøen, T. (2014), Effects of TLR agonists and viral infection on cytokine and TLR expression in Atlantic salmon (*Salmo salar*), *Developmental and Comparative Immunology*, 46 (2), pp. 139-145.
2. Bogne Sadeu, C., Mikolasek, O., Pouomogne, V., Eyango, M.T. (2013), The Use of Wild Catfish (*Clarias spp.*) in Combination with Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus* L.) in Western Cameroon: Technical Performances, Interests, and Limitations, *Journal of Applied Aquaculture*, 25 (4), pp. 359-368.
3. Cabillon, N.A.R., Lazado, C.C. (2019), Mucosal barrier functions of fish under changing environmental conditions, *Fishes*, 4 (1).
4. Cheshire, A., Volkman, J. (2004), Australians net benefits of sustainable fish farming [1], *Nature*, 432 (7018), p. 671.
5. Fernández, I., Gavaia, P., Darias, M.J., Gisbert, E. (2018), Fat-soluble vitamins in fish: A transcriptional tissue-specific crosstalk that remains to be unveiled and characterized, *Emerging Issues in Fish Larvae Research*, pp. 159-208.
6. Iversen, T.M. (1995), Fish farming in Denmark: Environmental impact of regulative legislation, *Water Science and Technology*, 31 (10), pp. 73-84.
7. Jahncke, M., Schwarz, M. (2008), HACCP and other programs to ensure safe products and for sustainable fish farming, *Improving Farmed Fish Quality and Safety*, pp. 517-546.
8. Kirubakaran, C.J.W., Subramani, P.A., Michael, R.D. (2016), Methanol extract of *Nyctanthes arbor-tristis* seeds enhances non-specific immune responses and protects *Oreochromis mossambicus* (Peters) against *Aeromonas hydrophila* infection, *Research in Veterinary Science*, 105, pp. 243-248.
9. Lee, K.-I., Cho, Y.-B., Yi, H. (2020), Improving the environmental performance of fish-farming houses: A comparative passive design study in South Korea, *Journal of Green Building*, 15 (2), pp. 71-90.

10. Limuwa, M.M., Singini, W., Storebakken, T. (2018), Is fish farming an illusion for Lake Malawi riparian communities under environmental changes?, *Sustainability (Switzerland)*, 10 (5), art. no. 1453.
11. Mather, P.B., Nandlal, S. (2013), Developing sustainable fish farming in the western pacific: A viewpoint on potential reasons for why many attempts failed, *Pertanika Journal of Tropical Agricultural Science*, 36 (4), pp. III-X.
12. Mather, P.B., Nandlal, S. (2013), Editorial: Developing sustainable fish farming in the western pacific: A viewpoint on potential reasons for why many attempts failed, *Pertanika Journal of Science and Technology*, 36 (4), 10 p.
13. Medugu, I.N., Majid, M.R., Filho, W.L. (2014), Assessing the vulnerability of farmers, fishermen and herdsman to climate change: A case study from Nigeria, *International Journal of Global Warming*, 6 (1), pp. 1-14.
14. Mirimin, L., Macey, B., Kerwath, S., Lamberth, S., Bester-Van Der Merwe, A., Cowley, P., Bloomer, P., Roodt-Wilding, R. (2016), Genetic analyses reveal declining trends and low effective population size in an overfished South African sciaenid species, the dusky kob (*Argyrosomus japonicus*), *Marine and Freshwater Research*, 67 (2), pp. 266-276.
15. Nasir, M.A., Farida, S., Laurat, T., Nafisat, M.D., Awawu, D. (2014), Survey of functional and non functional fish hatcheries in Jigawa State, Nigeria, *Journal of Fisheries and Aquatic Science*, 9 (6), pp. 473-477.
16. Ruiz, M.L., Owatari, M.S., Yamashita, M.M., Ferrarezi, J.V.S., Garcia, P., Cardoso, L., Martins, M.L., Mouriño, J.L.P. (2020), Histological effects on the kidney, spleen, and liver of Nile tilapia *Oreochromis niloticus* fed different concentrations of probiotic *Lactobacillus plantarum*, *Tropical Animal Health and Production*, 52 (1), pp. 167-176.
17. Schmidt, J.G., Korbut, R., Ohtani, M., Jørgensen, L.V.G. (2017), Zebrafish (*Danio rerio*) as a model to visualize infection dynamics of *Vibrio anguillarum* following

intraperitoneal injection and bath exposure, *Fish and Shellfish Immunology*, 67, pp. 692-697.

18. Tseng, S.-P., Li, Y.-R., Wang, M.-C. (2018), An application of internet of things on sustainable aquaculture system, 2016 International Conference on Orange Technologies, ICOT 2016, 2018-January, art. no. 8278969, pp. 17-19.

19.

I 18 lavori estratti dalla banca dati Scopus sono stati prevalentemente pubblicati negli anni 2013, 2014 e 2018 (rispettivamente n. 3 lavori in media per ogni anno), come illustra il grafico seguente.

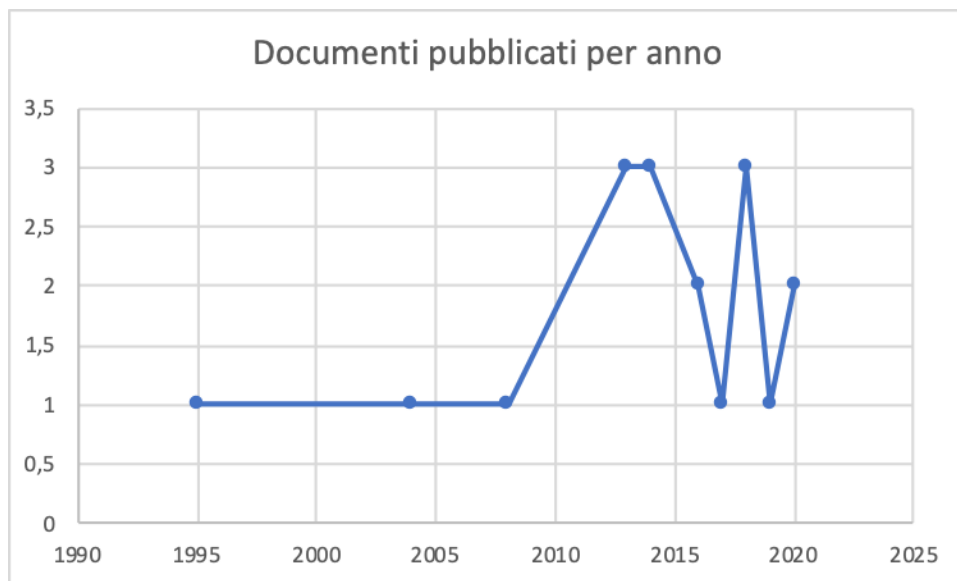


Figura 44: documenti pubblicati per anno

I lavori sono prevalentemente afferenti, come tipologia di prodotto, alle categorie “Article” (61%, “Book chapter” (11%) ed “Editorial” (11%).

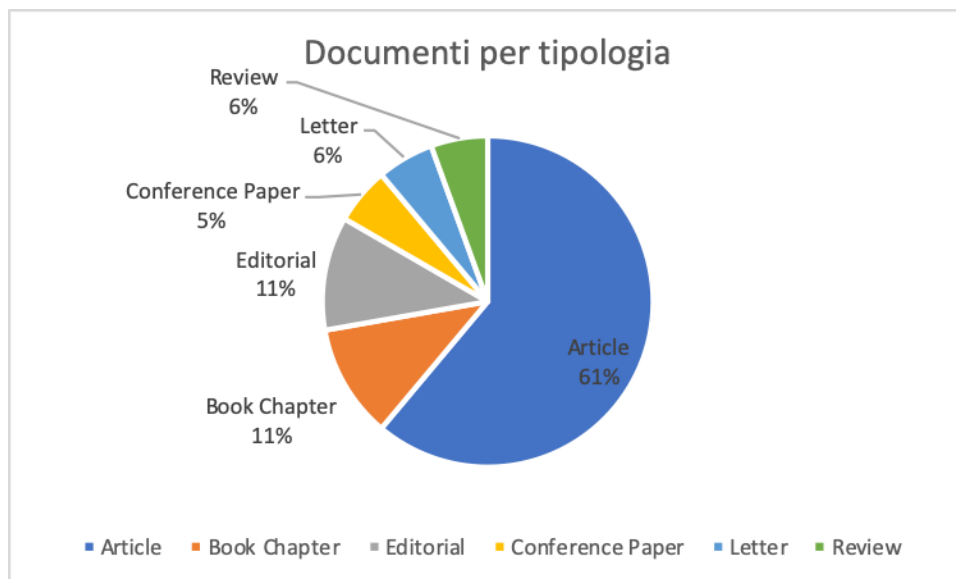


Figura 45: documenti pubblicati per tipologia

Gli articoli di cui si discute in questo paragrafo presentano un focus sulla sostenibilità delle tecniche di allevamento. Infatti, l’innovazione tecnologica si estrinseca nella ricerca di tecniche innovative di allevamento in acquacoltura, con particolare predilezione per le innovazioni (anche *smart*) da applicare al settore.

<i>Materia</i>	<i>N. Documenti</i>
Agricultural and Biological Sciences	10
Environmental Science	10
Biochemistry, Genetics and Molecular Biology	3
Computer Science	2
Earth and Planetary Sciences	2
Medicine	2
Social Sciences	2
Veterinary	2
Chemical Engineering	1
Energy	1
Engineering	1
Immunology and Microbiology	1
Multidisciplinary	1
Neuroscience	1

Tabella 13

Come si può notare dalla tabella appena sopra riportata, i documenti sono inquadrati prevalentemente nei *topic* “Environmental Science” e “Agricultural and Biological Sciences” (26% rispettivamente) in quanto contenenti specifici esperimenti in ambito di allevamenti e tecniche preventive e sanitarie nella cura, allevamento e nutrizione delle specie allevate in cattività. La figura seguente illustra la suddivisione per materia degli articoli selezionati.

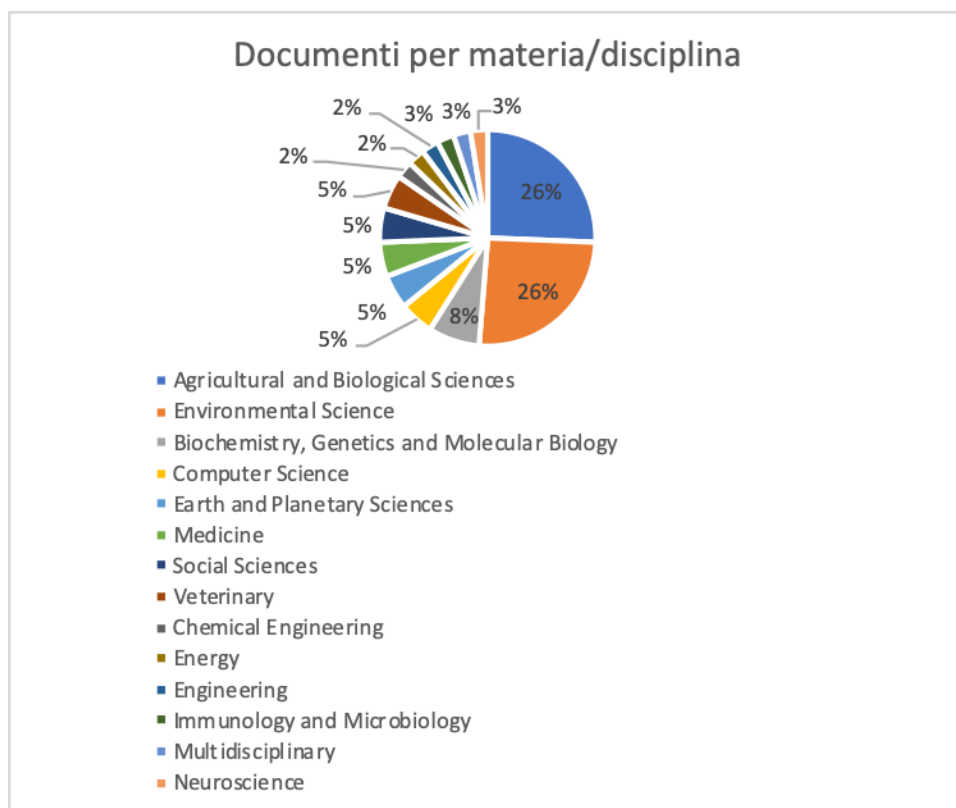


Figura 46: documenti pubblicati per materia/disciplina

Con riferimento alla analisi dell’ambito di applicazione degli studi contenuti nei lavori, come si nota dalla figura seguente, essi sono prevalentemente riferiti ai paesi che risultano pionieri in termini, sia di normativa e di legislazione sul tema, sia di innovazioni in ambito di allevamento delle specie in acquacoltura, in particolare si tratta di Australia, Norvegia, Danimarca e Francia.

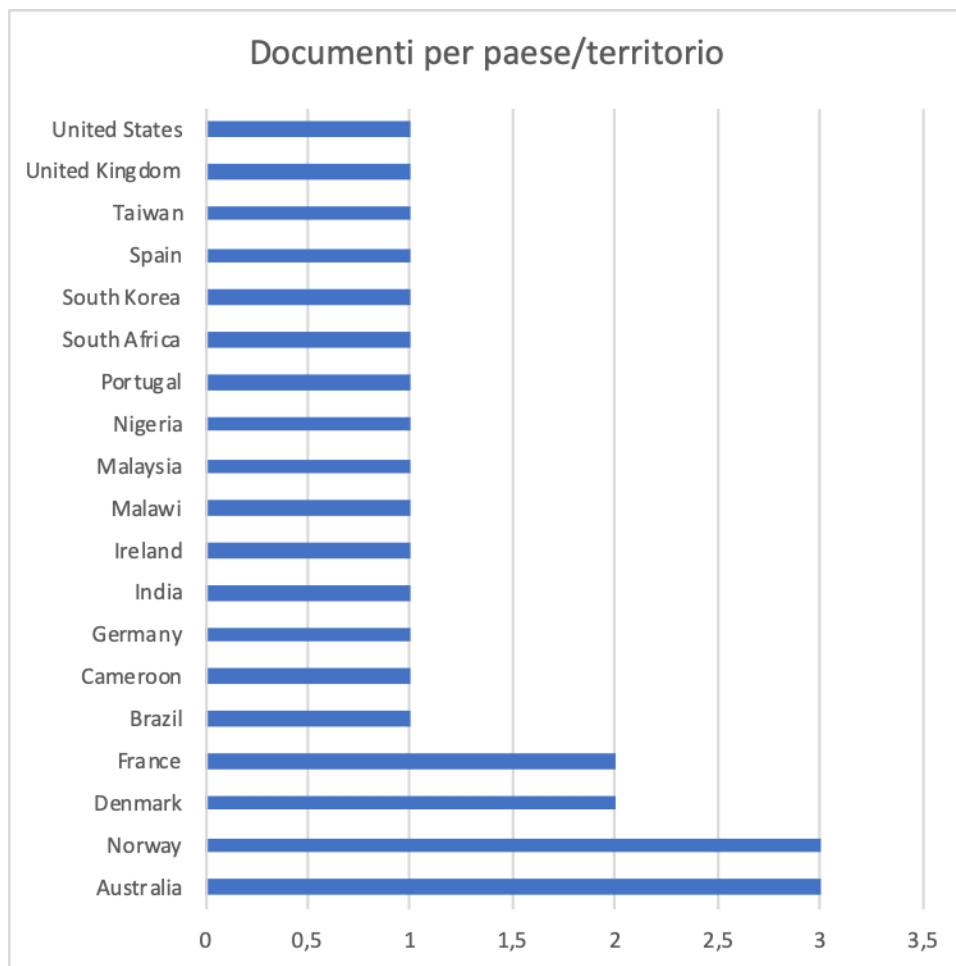


Figura 47: documenti pubblicati per paese/territorio

Utilizzando il campione di 18 documenti poc’anzi individuati, è possibile rilevare gli articoli e i contributi che hanno ottenuto più due citazioni dal 1995 al 2020. Essi sono nella tabella di seguito rappresentati:

N°	Titolo e autori	Anno	Citazioni
1	Iversen, T.M., Fish farming in Denmark: Environmental impact of regulative legislation	1995	10
2	Cabillon, N.A.R., Lazado, C.C., Mucosal barrier functions of fish under changing environmental conditions, (2019)	2009	17
3	Bogne Sadeu, C., Mikolasek, O., Pouomogne, V., Eyango, M.T., The Use of Wild Catfish (<i>Clarias</i> spp.) in Combination with Nile Tilapia (<i>Oreochromis niloticus</i> L.) in Western Cameroon: Technical Performances, Interests, and Limitations	2013	5
4	Arnemo, M., Kavaliauskis, A., Gjøen, T., Effects of TLR agonists and viral infection on cytokine and TLR expression in Atlantic salmon (<i>Salmo salar</i>)	2014	29

5	Medugu, I.N., Majid, M.R., Filho, W.L., Assessing the vulnerability of farmers, fishermen and herdsman to climate change: A case study from Nigeria	2014	6
6	Kirubakaran, C.J.W., Subramani, P.A., Michael, R.D., Methanol extract of <i>Nyctanthes arbortristis</i> seeds enhances non-specific immune responses and protects <i>Oreochromis mossambicus</i> (Peters) against <i>Aeromonas hydrophila</i> infection,	2016	14
7	Mirimin, L., Macey, B., Kerwath, S., Lamberth, S., Bester-Van Der Merwe, A., Cowley, P., Bloomer, P., Roodt-Wilding, R., Genetic analyses reveal declining trends and low effective population size in an overfished South African sciaenid species, the dusky kob (<i>Argyrosomus japonicus</i>)	2016	11
8	Schmidt, J.G., Korbut, R., Ohtani, M., Jørgensen, L.V.G., Zebrafish (<i>Danio rerio</i>) as a model to visualize infection dynamics of <i>Vibrio anguillarum</i> following intraperitoneal injection and bath exposure	2017	3
9	Tseng, S.-P., Li, Y.-R., Wang, M.-C., An application of internet of things on sustainable aquaculture system	2018	2
10	Limuwa, M.M., Singini, W., Storebakken, T., Is fish farming an illusion for Lake Malawi riparian communities under environmental changes?	2018	3
11	Fernández, I., Gavaia, P., Darias, M.J., Gisbert, E., Fat-soluble vitamins in fish: A transcriptional tissue-specific crosstalk that remains to be unveiled and characterized	2018	3

Tabella 14

La propensione a citare i lavori estratti dalla banca dati Scopus si addensa nel periodo 2014/2016, come si può notare dalla tabella seguente:

Anno	Citazioni
1995	10
2013	5
2014	35
2016	25
2017	3
2018	8
2019	17

Tabella 15

Se si esclude il 1995 che rappresenta un *outlier* da un punto di vista degli anni di riferimento, per analizzare il *trend* delle citazioni degli articoli si ottiene una curva come la seguente, in cui il picco di citazioni avviene nel 2014 e nel 2016 e poi riprende nell’anno 2019⁴⁰

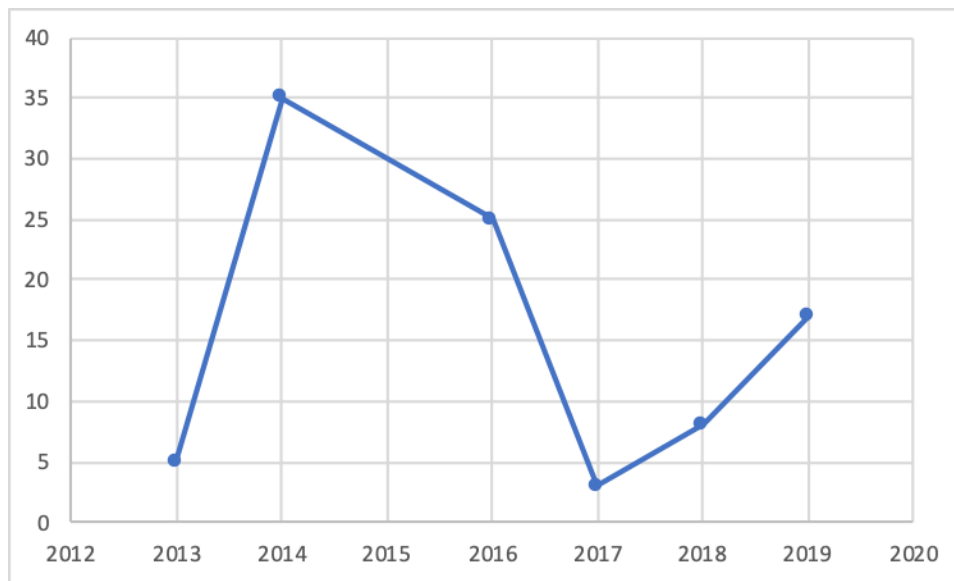


Figura 48: curva citazioni documenti per numero di citazioni

Con riferimento ai documenti maggiormente citati (citazioni superiori a 10), si ottiene il seguente output, filtrando i risultati originari ottenuti:

Autori Titolo, Journal	Anno	Citazioni
Arnemo, M., Kavaliauskis, A., Gjøen, T., Effects of TLR agonists and viral infection on cytokine and TLR expression in Atlantic salmon (<i>Salmo salar</i>), (2014) <i>Developmental and Comparative Immunology</i> , 46 (2), pp. 139-145	2014	29
Cabillon, N.A.R., Lazado, C.C., Mucosal barrier functions of fish under changing environmental conditions, (2019) <i>Fishes</i> , 4 (1), art. no. 2	2019	17
Kirubakaran, C.J.W., Subramani, P.A., Michael, R.D., Methanol extract of <i>Nyctanthes arbortristis</i> seeds enhances non-specific immune responses and protects <i>Oreochromis mossambicus</i> (Peters) against <i>Aeromonas hydrophila</i> infection, (2016) <i>Research in Veterinary Science</i> , 105, pp. 243-248	2016	14
Mirimin, L., Macey, B., Kerwath, S., Lamberth, S., Bester-Van Der Merwe, A., Cowley, P., Bloomer, P., Roodt-Wilding, R., Genetic analyses reveal declining trends and low effective population size in an overfished South African sciaenid	2016	11

⁴⁰ Gli articoli del 2020 ancora alla data del presente studio presentano dati di citazione parziali in termini di citazioni ottenute.

species, the dusky kob (<i>Argyrosomus japonicus</i>), (2016) <i>Marine and Freshwater Research</i> , 67 (2), pp. 266-276		
Iversen, T.M., Fish farming in Denmark: Environmental impact of regulative legislation, (1995) <i>Water Science and Technology</i> , 31 (10), pp. 73-84	1995	10

Tabella 16

Il lavoro che ha ricevuto nel tempo il maggior numero di citazioni (soprattutto nel 2016 e 2017) è degli autori Arnemo, M., Kavaliauskis, A., Gjøen, T., pubblicato nel 2014 sulla rivista *Developmental and Comparative Immunology*. Esso si basa su uno studio avanzato dei recettori TLR in ambito di vaccinazioni economiche ed efficienti contro alcuni pericolosi virus sui pesci. Queste pratiche vengono definite dagli autori come fondamentali per lo sviluppo sostenibile dell’acquacoltura. Detto studio è stato praticato sulle acquacolture di salmone atlantico sulla base delle conoscenze esistenti sulle vaccinazioni umane. I risultati dello studio hanno confermato il ruolo di questi recettori nelle risposte immunitarie ai patogeni nei salmonidi.

Un altro lavoro avanzato in termini di tecnologie di allevamento e tra i più citati è degli autori Cabillon, N.A.R., Lazado, C.C., pubblicato nel 2019 sulla rivista *Fishes* che effettua una rassegna della conoscenza allo stato in tema di miglioramento della salute generale del pesce attraverso la manipolazione delle funzioni della pelle, branchie e intestino e su i cambiamenti nella loro mucosa, in risposta a diversi fattori ambientali. Queste conoscenze innovative, secondo gli autori, possono essere sfruttate per migliorare le tecniche di allevamento. In questa breve rassegna, gli autori evidenziano le attuali conoscenze su come le superfici mucose rispondono a vari fattori ambientali rilevanti per l’acquacoltura e su come possono essere sfruttate per promuovere pratiche di piscicoltura sostenibili, specialmente in ambienti di acquacoltura controllata.

Il terzo lavoro presente nella review in questo contesto è l’articolo degli autori Kirubakaran, C.J.W., Subramani, P.A., Michael, R.D., pubblicato nel 2016 sulla rivista *Research in Veterinary Science*. Questo studio è pioneristico in tema di immunostimolazione con estratti di piante medicinali e di altri organismi vegetali. Questa pratica viene dimostrata essere un

approccio promettente per la prevenzione e il controllo delle malattie con riferimento alla piscicoltura sostenibile.

Il quarto articolo maggiormente citato è pubblicato nel 2016 con 11 citazioni. Gli autori (Mirimin, L., Macey, B., Kerwath, S., Lamberth, S., Bester-Van Der Merwe, A., Cowley, P., Bloomer, P., Roodt-Wilding, R., Genetic analyses reveal declining trends and low effective population size in an overfished South African sciaenid species, the dusky kob (*Argyrosomus japonicus*), *Marine and Freshwater Research*, 67 (2), pp. 266-276). L’articolo in oggetto tratta di un argomento davvero innovativo nelle tecniche di acquacoltura sostenibile. Oggetto di studio empirico sono dei marcatori di microsatelliti per valutare i livelli di diversità genetica e strutturazione della popolazione di una specie ittica allevata lungo le coste sudafricane. I risultati hanno mostrato la sofferenza di talune specie alla pesca. Tali marcatori consentono tracciabilità dei prodotti d'allevamento, soprattutto di questi più emergenti nella acquacoltura africana, e la identificazione di pesci in cattività rispetto a quelli selvatici. I risultati del presente studio hanno contribuito a fornire informazioni essenziali per aiutare la futura gestione delle popolazioni selvatiche, nonché per stabilire una piscicoltura sostenibile, in termini di tracciabilità e di individuazione di zone idonee all’impianto di allevamenti.

Infine, rispetto alla nostra analisi, nel 1995 è stato pubblicato un articolo fondamentale nella sostenibilità delle tecniche di acquacoltura, sia per quanto riguarda l’anno di pubblicazione (il 1995 anticipa effettivamente la letteratura in tema di almeno un decennio), sia per il paese di riferimento dello studio, la Danimarca, che rappresenta uno dei primi paesi a livello europeo a introdurre normative e tecniche stringenti verso la direttrice dello sviluppo sostenibile dell’acquacoltura. L’articolo in questione, di Iversen, dal titolo *Fish farming in Denmark: Environmental impact of regulative legislation*, pubblicato su *Water Science and Technology*, propone un tema importante legato alla legislazione. In Danimarca, i principali problemi ambientali associati all'allevamento ittico in Danimarca sono attribuibili alla diga, al “dead reach” e allo scarico di sostanze nutritive e organiche. In questo paese, la regolamentazione ambientale dell’allevamento ittico è attiva sin dal 1974 con l’Environmental

Protection Act e con altri interventi che datano già dalla fine degli anni Ottanta l’introduzione di norme stringenti in tema di alimentazione e ambiente acquatico. L’articolo riporta una rassegna di tutte le misure che servono per ridurre l’impatto ambientale degli allevamenti di acqua dolce. Riduzione degli allevamenti, passaggio ad una alimentazione secca; riduzione degli scarichi di materia organica, azoto e fosforo negli allevamenti ittici. Alla data del 1995 esistevano ancora alcuni problemi che purtroppo da un punto di vista tecnologico non sono stati perfettamente risolti. Questa, unite a tante altre, confermano il dato che non solo in Danimarca, ma anche nel resto dell’Unione Europea, la frontiera tecnologica ormai satura non consente una crescita delle produzioni da allevamenti acquatici.

4.5.4 L’allevamento sostenibile – Analisi della letteratura rilevante su Google Scholar

Per consolidare i risultati della ricerca è stato necessario offrire un panorama più esteso di studi e lavori di vario genere, incluse monografie, atti di convegno, articoli pubblicati su riviste scientifiche internazionali non censite dal data base Scopus, di cui sono restituiti sinora i principali risultati. Per rendere omogeneo il campione analizzato si è deciso di analizzare gli studi individuati usando come filtro il tema "sustainable fish farming" ovvero allevamento/i ittico/i sostenibile/i.

I risultati della ricerca hanno restituito 806 risultati. L’analisi del gruppo di ricerca è proceduta secondo i seguenti criteri metodologici: i) lettura delle prime 5 pagine dei fogli Google (circa il 6% del numero totale di studi censiti dal data base); ii) esclusione di materiale non considerato rilevante dal punto di vista scientifico (ad esempio, tesi di laurea); iii) analisi di tutta la letteratura disponibile (articoli su rivista, monografie, capitoli di libro, atti di convegno); iv) analisi puntuale dei lavori che avessero almeno 10 citazioni.

Di seguito, si riportano titoli e i riferimenti bibliometrici della letteratura selezionata applicando unicamente i primi tre criteri. Si tratta di 47 studi riportati nella prima tabella secondo un ordine decrescente di rilevanza espressa in termini di attinenza rispetto al tema di

ricerca. Sono state individuate 5 aree (corrispondenti alle prime 5 pagine dei risultati tratti dal data base): rilevanza alta (A), molto buona (B+), buona (B), discreta (B-), sufficiente (C). Nella tabella successiva, gli studi saranno invece classificati in ordine decrescente di rilevanza espressa in termini di impatto scientifico, misurato, secondo gli standard internazionali, sulla base del numero di citazioni.

Letteratura rilevata	Rilevanza (in termini di inerenza al tema di ricerca)	Numero di citazioni
1. Reinertsen, H., & Haaland, H. (Eds.). (1995). <i>Sustainable fish farming</i> . CRC Press.	A	39
2. Akinrotimi, O. A., Abu, O. M. G., & Aranyo, A. A. (2011). Environmental friendly aquaculture key to sustainable fish farming development in Nigeria. <i>Continental Journal of Fisheries and Aquatic Science</i> , 5(2), 17-31	A	42
3. Oluwemimo, O., & Damilola, A. (2013). Socio-economic and policy issues determining sustainable fish farming In Nigeria. <i>International Journal of Livestock Production</i> , 4(1), 1-8.	A	19
4. Ahmed, N. (2009). The sustainable livelihoods approach to the development of fish farming in rural Bangladesh. <i>Journal of international farm management</i> , 4(4), 1-18.	A	54
5. Leffertstra, H. (1992). Steps towards a sustainable fish farming industry, environmental goals and new regulations to achieve these for fish farming in Norway. <i>EAS Special Publication</i> .	A	6
6. Cheshire, A., & Volkman, J. (2004). Australians net benefits of sustainable fish farming. <i>Nature</i> , 432(7018), 671-671.	A	6
7. Gudding, R., Lillehaug, A., & Evensen, Ø. (1999). Recent developments in fish vaccinology. <i>Veterinary Immunology and Immunopathology</i> , 72(1-2), 203-212.	A	290
8. Bacher, K., Gordo, A., & Mikkelsen, E. (2014). Stakeholders' perceptions of marine fish farming in Catalonia (Spain): a Q-methodology approach. <i>Aquaculture</i> , 424, 78-85.	A	54
9. Iversen, T. M. (1995). Fish farming in Denmark: environmental impact of regulative legislation. <i>Water Science and Technology</i> , 31(10), 73-84.	A	18
10. Karakassis, I., Pitta, P., & Krom, M. D. (2005). Contribution of fish farming to the nutrient loading of the Mediterranean. <i>Scientia Marina</i> , 69(2), 313-321.	A	101
11. Asgård, T. (1995). Optimal utilization of marine proteins and lipids. <i>Sustainable fish farming</i> , 79.	B+	29
12. Limuwa, M. M., Singini, W., & Storebakken, T. (2018). Is fish farming an illusion for Lake Malawi riparian communities under environmental changes?. <i>Sustainability</i> , 10(5), 1453.	B+	6

13. Jacobi, N. (2013). <i>Examining the potential of fish farming to improve the livelihoods of farmers in the Lake Victoria region, Kenya: assessing impacts of governmental support</i> (Doctoral dissertation).	B+	18
14. Karki, N. P. (2016). Fish farming in Nepal: trends, opportunities and constraints. <i>Nepalese journal of agricultural sciences</i> , 14, 201-210.	B+	9
15. Kaiser, M. (1997). Fish-farming and the precautionary principle: context and values in environmental science for policy. <i>Foundations of Science</i> , 2(2), 307-341.	B+	38
16. Kiessling, A. (2009). Feed—The key to sustainable fish farming. <i>Fisheries, sustainability and development. Royal Swedish Academy of Agriculture and Forestry (KSLA)</i> , 303-322.	B+	21
17. Tseng, S. P., Li, Y. R., & Wang, M. C. (2016, December). An application of Internet of Things on sustainable aquaculture system. In <i>2016 International Conference on Orange Technologies (ICOT)</i> (pp. 17-19). IEEE.	B+	2
18. Smith, P., Hiney, M. P., & Samuelson, O. B. (1994). Bacterial resistance to antimicrobial agents used in fish farming: a critical evaluation of method and meaning. <i>Annual review of fish diseases</i> , 4, 273-313.	B+	399
19. Piacentini, A. L. S., de São Pedro Filho, F., da Silva Cordovil, V. R., Ferreira, E., & Piacentini, M. T. S. (2018). Technology for Innovating the Amazon's Fish-Farming Activity. <i>International Journal of Advanced Engineering Research and Science</i> , 5(2), 237373.	B	2
20. Micha, J. C. (2013, September). Fish farming in the Congo Basin: Past, Present and Future. In <i>International Conference: Nutrition and Food Production in the Congo Basin. Royal Academy for Overseas Sciences, Royal Academies for Science and the Arts of Belgium: National Committee for Biological Sciences, Brussels</i> (pp. 147-171).	B	5
21. Sarker, B., & Ali, M. F. (2016). Fish farming status at Sreemangal upazila of Moulvibazar district, Bangladesh. <i>Research in Agriculture Livestock and Fisheries</i> , 3(2), 361-368.	B	6
22. Eriksson, L. O., Alanära, A., Nilsson, J., & Brännäs, E. (2010). The Arctic charr story: development of subarctic freshwater fish farming in Sweden. <i>Hydrobiologia</i> , 650(1), 265-274.	C	31
23. Mondal, M. A. H., Ali, M. M., Sarma, P. K., & Alam, M. K. (2012). Assessment of aquaculture as a means of sustainable livelihood development in Fulpur upazila under Mymensingh district. <i>Journal of the Bangladesh Agricultural University</i> , 10(452-2016-35668), 391-402.	C	14
24. Sheheli, S., Fatema, K., & Haque, S. M. (2013). Existing status and practices of fish farming in Trishal Upazila of Mymensingh District. <i>Progressive Agriculture</i> , 24(1-2), 191-201.	C	14
25. Shava, E., & Gunhidzirai, C. (2017). Fish farming as an innovative strategy for promoting food security in drought risk regions of Zimbabwe. <i>Jambá: Journal of Disaster Risk Studies</i> , 9(1), 1-10.	C	13
26. Khan, A. Q., Aldosari, F., & Hussain, S. M. (2018). Fish consumption behavior and fish farming attitude in Kingdom of Saudi Arabia (KSA). <i>Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences</i> , 17(2), 195-199.	C	11
27. Lie, Ø. (Ed.). (2008). <i>Improving farmed fish quality and safety</i> . Elsevier.	B	19

28. Baba, I. I. Y., Abudulai, M., Dogbe, W., & Heskaya, A. (2013). Integrated rice-fish farming as a business: The case of Golinga irrigation scheme small farmers. <i>Journal of Agricultural Extension and Rural Development</i> , 5(8), 154-163.	B	4
29. Taniguchi, A., & Eguchi, M. (2020). Community structure of actively growing bacteria in a coastal fish-farming area. <i>PloS one</i> , 15(6), e0235336.	B	0
30. Waite, R., Phillips, M., & Brummett, R. (2014). Sustainable fish farming: 5 strategies to get aquaculture growth right. <i>World Resources Institute</i> .	B	5
31. Kujur, N., Prasad, C. M., Singh, A. K., & Singh, S. K. (2005). Economic analysis of integrated pig-cum-fish farming in Jharkhand. <i>Indian Journal of Animal Research</i> , 39(1), 73-75.	B-	7
32. Carroll, M. L., Cochrane, S., Fielor, R., Velvin, R., & White, P. (2003). Organic enrichment of sediments from salmon farming in Norway: environmental factors, management practices, and monitoring techniques. <i>Aquaculture</i> , 226(1-4), 165-180.	B-	261
33. Teshome, H., Teshome, K., & Dagne, A. (2016). Potentials and challenges of smallholder fish farming in Ethiopia: The case of South West and West Showa Zones, Oromiya, Ethiopia. <i>Journal of Science and Sustainable Development</i> , 4(1), 53-60.	B-	3
34. Clarke, J. L., Waheed, M. T., Lössl, A. G., Martinussen, I., & Daniell, H. (2013). How can plant genetic engineering contribute to cost-effective fish vaccine development for promoting sustainable aquaculture?. <i>Plant molecular biology</i> , 83(1-2), 33-40.	B-	36
35. Mahieu, A. (2015). <i>Fish-farming in South Africa: A study of the market environment and the suitable species</i> (Doctoral dissertation, Stellenbosch: Stellenbosch University).	B-	4
36. Gudding, R. (2012). Disease prevention as a basis for sustainable aquaculture. <i>Improving biosecurity through prudent and responsible use of veterinary medicines in aquatic food production. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper</i> , (547), 207.	B-	3
37. Tacon, A. G. (1995). Feed ingredients for carnivorous fish species: alternatives to fishmeal and other fishery resources. <i>Sustainable Fish Farming'</i> . (Eds H. Reinertsen and H. Haaland.) pp, 89-114.	B-	238
38. Saha, R. K., & Nath, D. (2013). Indigenous Technical Knowledge (ITK) of fish farmers at Dhalai district of Tripura, NE India.	B-	9
39. Adjanke, A., Tona, K., Agbohessi, P. T., Toko, I. I., & Gbeassor, M. (2016). Current situation of fish farming in Togo. <i>International Journal of Biological and Chemical Sciences</i> , 10(5), 2015-2024.	B-	4
40. Oyakhilomen, O., & Zibah, R. G. (2013). Fishery production and economic growth in Nigeria: Pathway for sustainable economic development. <i>Journal of Sustainable Development in Africa</i> , 15(2), 11.	B-	27
41. MATELONG, E. C. (2019). <i>INFLUENCE OF SOCIO-ECONOMIC FACTORS ON SUSTAINABLE FISH FARMING IN MOIBEN SUB-COUNTY, KENYA</i> (Doctoral dissertation, KISII UNIVERSITY).	C	3
42. Mzula, A., Wambura, P. N., Mdegela, R. H., & Shirima, G. M. (2020). Present status of aquaculture and the challenge of bacterial diseases	C	0

in freshwater farmed fish in Tanzania; A call for sustainable strategies. <i>Aquaculture and Fisheries</i> .		
43. Maina, J. G., Wesonga, P. S., Mukoya-Wangia, S., & Njoka, J. T. (2017). Status of Fish Farming in Makueni County, Kenya.	C	5
44. Halim, A. (2020). Cage Fish Culture as Sustainable Fish Farms on Salma Dam. <i>Asian Journal of Research in Animal and Veterinary Sciences</i> , 1-8.	C	0
45. New, M. B., & Csavas, I. (1995). The use of marine resources in aquafeeds. <i>Sustainable fish farming</i> , 43-78.	C	30
46. Roberts, R. J. (1995). 25 years of world aquaculture: Sustainability. <i>Sustainable Fish Farming</i> , 167.	C	10
47. Chia, E., Barlet, B., Tomedi Eyango Tabi, M., Pouomogne, V., & Mikolasek, O. (2008). Co-construction of a local fish culture system: Case study in Western Cameroon. INRA.	C	9

Tabella 17: letteratura rilevante ordinata per inerENZA rispetto al tema di ricerca

Letteratura rilevata	Rilevanza (in termini di numero di citazioni)	InerENZA rispetto al tema di ricerca
1. Smith, P., Hiney, M. P., & Samuelson, O. B. (1994). Bacterial resistance to antimicrobial agents used in fish farming: a critical evaluation of method and meaning. <i>Annual review of fish diseases</i> , 4, 273-313.	399	B+
2. Gudding, R., Lillehaug, A., & Evensen, Ø. (1999). Recent developments in fish vaccinology. <i>Veterinary Immunology and Immunopathology</i> , 72(1-2), 203-212.	290	A
3. Carroll, M. L., Cochrane, S., Fieler, R., Velvin, R., & White, P. (2003). Organic enrichment of sediments from salmon farming in Norway: environmental factors, management practices, and monitoring techniques. <i>Aquaculture</i> , 226(1-4), 165-180.	261	B-
4. Tacon, A. G. (1995). Feed ingredients for carnivorous fish species: alternatives to fishmeal and other fishery resources. <i>Sustainable Fish Farming</i> . (Eds H. Reinertsen and H. Haaland.) pp, 89-114.	238	B-
5. Karakassis, I., Pitta, P., & Krom, M. D. (2005). Contribution of fish farming to the nutrient loading of the Mediterranean. <i>Scientia Marina</i> , 69(2), 313-321.	101	A
6. Ahmed, N. (2009). The sustainable livelihoods approach to the development of fish farming in rural Bangladesh. <i>Journal of international farm management</i> , 4(4), 1-18.	54	A
7. Bacher, K., Gordo, A., & Mikkelsen, E. (2014). Stakeholders' perceptions of marine fish farming in Catalonia (Spain): a Q-methodology approach. <i>Aquaculture</i> , 424, 78-85.	54	A
8. Akinrotimi, O. A., Abu, O. M. G., & Aranyo, A. A. (2011). Environmental friendly aquaculture key to sustainable fish farming development in Nigeria. <i>Continental Journal of Fisheries and Aquatic Science</i> , 5(2), 17-31	42	A

9. Reinertsen, H., & Haaland, H. (Eds.). (1995). <i>Sustainable fish farming</i> . CRC Press.	39	A
10. Kaiser, M. (1997). Fish-farming and the precautionary principle: context and values in environmental science for policy. <i>Foundations of Science</i> , 2(2), 307-341.	38	B+
11. Clarke, J. L., Waheed, M. T., Lössl, A. G., Martinussen, I., & Daniell, H. (2013). How can plant genetic engineering contribute to cost-effective fish vaccine development for promoting sustainable aquaculture?. <i>Plant molecular biology</i> , 83(1-2), 33-40.	36	B-
12. Eriksson, L. O., Alanära, A., Nilsson, J., & Brännäs, E. (2010). The Arctic charr story: development of subarctic freshwater fish farming in Sweden. <i>Hydrobiologia</i> , 650(1), 265-274.	31	C
13. New, M. B., & Csavas, I. (1995). The use of marine resources in aquafeeds. <i>Sustainable fish farming</i> , 43-78.	30	C
14. Asgård, T. (1995). Optimal utilization of marine proteins and lipids. <i>Sustainable fish farming</i> , 79.	29	B+
15. Oyakhilomen, O., & Zibah, R. G. (2013). Fishery production and economic growth in Nigeria: Pathway for sustainable economic development. <i>Journal of Sustainable Development in Africa</i> , 15(2), 11.	27	B-
16. Kiessling, A. (2009). Feed—The key to sustainable fish farming. <i>Fisheries, sustainability and development</i> . Royal Swedish Academy of Agriculture and Forestry (KSLA), 303-322.	21	B+
17. Oluwemimo, O., & Damilola, A. (2013). Socio-economic and policy issues determining sustainable fish farming In Nigeria. <i>International Journal of Livestock Production</i> , 4(1), 1-8.	19	A
18. Lie, Ø. (Ed.). (2008). <i>Improving farmed fish quality and safety</i> . Elsevier.	19	B
19. Iversen, T. M. (1995). Fish farming in Denmark: environmental impact of regulative legislation. <i>Water Science and Technology</i> , 31(10), 73-84.	18	A
20. Jacobi, N. (2013). <i>Examining the potential of fish farming to improve the livelihoods of farmers in the Lake Victoria region, Kenya: assessing impacts of governmental support</i> (Doctoral dissertation).	18	B+
21. Sheheli, S., Fatema, K., & Haque, S. M. (2013). Existing status and practices of fish farming in Trishal Upazila of Mymensingh District. <i>Progressive Agriculture</i> , 24(1-2), 191-201.	14	C
22. Mondal, M. A. H., Ali, M. M., Sarma, P. K., & Alam, M. K. (2012). Assessment of aquaculture as a means of sustainable livelihood development in Fulpur upazila under Mymensingh district. <i>Journal of the Bangladesh Agricultural University</i> , 10(452-2016-35668), 391-402.	14	C
23. Shava, E., & Gunhidzirai, C. (2017). Fish farming as an innovative strategy for promoting food security in drought risk regions of Zimbabwe. <i>Jambá: Journal of Disaster Risk Studies</i> , 9(1), 1-10.	13	C
24. Khan, A. Q., Aldosari, F., & Hussain, S. M. (2018). Fish consumption behavior and fish farming attitude in Kingdom of Saudi Arabia (KSA). <i>Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences</i> , 17(2), 195-199.	11	C
25. Roberts, R. J. (1995). 25 years of world aquaculture: Sustainability. <i>Sustainable Fish Farming</i> , 167.	10	C

26. Karki, N. P. (2016). Fish farming in Nepal: trends, opportunities and constraints. <i>Nepalese journal of agricultural sciences</i> , 14, 201-210.	9	B+
27. Saha, R. K., & Nath, D. (2013). Indigenous Technical Knowledge (ITK) of fish farmers at Dhalai district of Tripura, NE India.	9	B-
28. Chia, E., Barlet, B., Tomedi Eyango Tabi, M., Pouomogne, V., & Mikolasek, O. (2008). Co-construction of a local fish culture system: Case study in Western Cameroon. INRA.	9	C
29. Kujur, N., Prasad, C. M., Singh, A. K., & Singh, S. K. (2005). Economic analysis of integrated pig-cum-fish farming in Jharkhand. <i>Indian Journal of Animal Research</i> , 39(1), 73-75.	7	B-
30. Leffertstra, H. (1992). Steps towards a sustainable fish farming industry, environmental goals and new regulations to achieve these for fish farming in Norway. <i>EAS Special Publication</i> .	6	A
31. Cheshire, A., & Volkman, J. (2004). Australians net benefits of sustainable fish farming. <i>Nature</i> , 432(7018), 671-671.	6	A
32. Limuwa, M. M., Singini, W., & Storebakken, T. (2018). Is fish farming an illusion for Lake Malawi riparian communities under environmental changes?. <i>Sustainability</i> , 10(5), 1453.	6	B+
33. Sarker, B., & Ali, M. F. (2016). Fish farming status at Sreemangal upazila of Moulvibazar district, Bangladesh. <i>Research in Agriculture Livestock and Fisheries</i> , 3(2), 361-368.	6	B
34. Micha, J. C. (2013, September). Fish farming in the Congo Basin: Past, Present and Future. In <i>International Conference: Nutrition and Food Production in the Congo Basin. Royal Academy for Overseas Sciences, Royal Academies for Science and the Arts of Belgium: National Committee for Biological Sciences, Brussels</i> (pp. 147-171).	5	B
35. Waite, R., Phillips, M., & Brummett, R. (2014). Sustainable fish farming: 5 strategies to get aquaculture growth right. <i>World Resources Institute</i> .	5	B
36. Maina, J. G., Wesonga, P. S., Mukoya-Wangia, S., & Njoka, J. T. (2017). Status of Fish Farming in Makueni County, Kenya.	5	C
37. Baba, I. I. Y., Abudulai, M., Dogbe, W., & Heskaya, A. (2013). Integrated rice-fish farming as a business: The case of Golinga irrigation scheme small farmers. <i>Journal of Agricultural Extension and Rural Development</i> , 5(8), 154-163.	4	B
38. Mahieu, A. (2015). <i>Fish-farming in South Africa: A study of the market environment and the suitable species</i> (Doctoral dissertation, Stellenbosch: Stellenbosch University).	4	B-
39. Adjanke, A., Tona, K., Agbohessi, P. T., Toko, I. I., & Gbeassor, M. (2016). Current situation of fish farming in Togo. <i>International Journal of Biological and Chemical Sciences</i> , 10(5), 2015-2024.	4	B-
40. Teshome, H., Teshome, K., & Dagne, A. (2016). Potentials and challenges of smallholder fish farming in Ethiopia: The case of South West and West Showa Zones, Oromiya, Ethiopia. <i>Journal of Science and Sustainable Development</i> , 4(1), 53-60.	3	B-
41. Gudding, R. (2012). Disease prevention as a basis for sustainable aquaculture. <i>Improving biosecurity through prudent and responsible use of</i>	3	B-

<i>veterinary medicines in aquatic food production. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper, (547), 207.</i>		
42. MATELONG, E. C. (2019). <i>INFLUENCE OF SOCIO-ECONOMIC FACTORS ON SUSTAINABLE FISH FARMING IN MOIBEN SUB-COUNTY, KENYA</i> (Doctoral dissertation, KISII UNIVERSITY).	3	C
43. Tseng, S. P., Li, Y. R., & Wang, M. C. (2016, December). An application of Internet of Things on sustainable aquaculture system. In <i>2016 International Conference on Orange Technologies (ICOT)</i> (pp. 17-19). IEEE.	2	B+
44. Piacentini, A. L. S., de São Pedro Filho, F., da Silva Cordovil, V. R., Ferreira, E., & Piacentini, M. T. S. (2018). Technology for Innovating the Amazon's Fish-Farming Activity. <i>International Journal of Advanced Engineering Research and Science, 5(2), 237373.</i>	2	B
45. Taniguchi, A., & Eguchi, M. (2020). Community structure of actively growing bacteria in a coastal fish-farming area. <i>PloS one, 15(6), e0235336.</i>	0	B
46. Mzula, A., Wambura, P. N., Mdegela, R. H., & Shirima, G. M. (2020). Present status of aquaculture and the challenge of bacterial diseases in freshwater farmed fish in Tanzania; A call for sustainable strategies. <i>Aquaculture and Fisheries.</i>	0	C
47. Halim, A. (2020). Cage Fish Culture as Sustainable Fish Farms on Salma Dam. <i>Asian Journal of Research in Animal and Veterinary Sciences, 1-8.</i>	0	C

Tabella 18: letteratura rilevata ordinata per rilevanza scientifica

A questo punto, si è proceduto ad analizzare in modo più approfondito il contenuto dei principali studi rilevati e selezionati sulla base dei seguenti parametri: i) rilevanza in termini di ineranza all’oggetto di studio; ii) rilevanza scientifica in termini di numero di citazioni.

Sulla base del criterio sub i) sono stati selezionati solo gli studi che avessero un’ineranza almeno buona ovvero quelli a cui era stato attribuito un punteggio valutativo da A a B; applicando il criterio sub ii) sono stati analizzati solo le ricerche che avessero avuto almeno 10 citazioni. Ciò ha comportato l’eliminazione di svariati studi perché estranei all’oggetto di ricerca o comunque non particolarmente utili ai fini dell’avanzamento della conoscenza del tema di studio oppure perché a basso impatto scientifico. Il campione ristretto è risultato composto da 14 studi dei quali, nella tabella che segue si riportano i riferimenti bibliografici e bibliometrici unitamente ad una sintesi dei principali contenuti.

“ANALISI DELL’ACQUACOLTURA E DELL’ALLEVAMENTO SOSTENIBILE”

Letteratura rilevata	Rilevanza (in termini di inerenza al tema di ricerca)	Rilevanza (in termini di numero di citazioni)	Abstract
Gudding, R., Lillehaug, A., & Evensen, Ø. (1999). Recent developments in fish vaccinology. <i>Veterinary Immunology and Immunopathology</i> , 72(1-2), 203-212.	A	290	Negli ultimi 10-20 anni la vaccinazione si è affermata come un metodo importante per la prevenzione delle malattie infettive nei pesci d'allevamento, principalmente nelle specie di salmonidi. L'effetto complessivo positivo della vaccinazione nei pesci d'allevamento è la riduzione della mortalità. Tuttavia, per il futuro dell'industria della piscicoltura, è anche importante che la vaccinazione contribuisca a una produzione biologica sostenibile con un consumo trascurabile di antibiotici. L'articolo presenta i recenti sviluppi nell'immunoprofilassi dei pesci e alcuni problemi che dovrebbero essere affrontati dalla comunità di ricerca negli anni a venire.
Karakassis, I., Pitta, P., & Krom, M. D. (2005). Contribution of fish farming to the nutrient loading of the Mediterranean. <i>Scientia Marina</i> , 69(2), 313-321.	A	101	La piscicoltura mediterranea è cresciuta in modo esponenziale negli ultimi 20 anni. Sebbene ci siano poche prove dell'impatto sullo stato dei reflui negli allevamenti ittici, vi sono preoccupazioni che il rilascio di rifiuti soluti dall'acquacoltura possa influenzare scale più grandi nell'ecosistema modificando il carico di nutrienti. Dopo aver analizzato le informazioni provenienti da varie fonti sulla produzione di rifiuti e sui carichi di nutrienti, gli autori concludono che i rifiuti complessivi degli allevamenti ittici nel Mediterraneo rappresentano meno del 5% dello scarico antropogenico annuale totale e l'aumento annuale complessivo di reflui nel Mediterraneo, con un tasso di produzione di 150000 tonnellate, è inferiore allo 0,01%, mentre la percentuale di nutrienti scaricati dalla piscicoltura era leggermente superiore nel Mediterraneo orientale. Nello studio è stato utilizzato un semplice modello per valutare gli effetti a lungo termine dei nutrienti rilasciati da varie fonti tenendo conto del tasso di rinnovo dell'acqua nel Mediterraneo. Infine gli autori concludono che, a lungo termine, i rifiuti dell'allevamento ittico potrebbero causare un aumento dell'1% delle concentrazioni di nutrienti in contrasto con altre attività antropiche che potrebbero raddoppiare il pool di nutrienti del Mediterraneo.
Ahmed, N. (2009). The sustainable livelihoods approach to the development of fish farming in	A	54	Il Sustainable Livelihoods Approach (SLA), un quadro concettuale che mira a ridurre la povertà, viene applicato per comprendere il ruolo della piscicoltura nell'area di Mymensingh, nel Bangladesh centro-settentrionale. Lo studio ha

“ANALISI DELL’ACQUACOLTURA E DELL’ALLEVAMENTO SOSTENIBILE”

<p>rural Bangladesh. <i>Journal of international farm management</i>, 4(4), 1-18.</p>			<p>utilizzato il framework SLA come strumento analitico per identificare i modi per migliorare le condizioni di vita degli allevatori di pesce. L'analisi mostra come gli acquacoltori possano ottenere mezzi di sussistenza sostenibili attraverso l'accesso a una serie di risorse di sostentamento. La piscicoltura fornisce potenzialmente rendimenti economici e benefici sociali più elevati. Tuttavia, la mancanza di risorse, la vulnerabilità e lo scarso supporto istituzionale sono identificati come vincoli alla sostenibilità a lungo termine.</p>
<p>Bacher, K., Gordo, A., & Mikkelsen, E. (2014). Stakeholders' perceptions of marine fish farming in Catalonia (Spain): a Q-methodology approach. <i>Aquaculture</i>, 424, 78-85.</p>	<p>A</p>	<p>54</p>	<p>La produzione dell'acquacoltura marina sta diventando sempre più importante per soddisfare la domanda globale di prodotti ittici. Al contrario, vi sono preoccupazioni circa i potenziali impatti ambientali, in particolare associati alla piscicoltura marina, nonché circa l'accesso e l'uso delle risorse costiere. Sebbene esista solo un ridotto numero di studi sull'accettabilità sociale dell'allevamento ittico, comprendere la gamma di percezioni tra i gruppi sociali è una sfida chiave per una gestione efficace dell'acquacoltura e quindi per lo sviluppo sostenibile. Il caso di studio analizzato dagli autori nell'articolo utilizza la metodologia Q per esplorare le percezioni di cinque gruppi di stakeholder chiave legati all'acquacoltura (ONG, pescatori locali, industria ittica, scienziati e amministrazione regionale) nei confronti dell'acquacoltura ittica marina in Catalogna (Spagna nordorientale). Ai 30 partecipanti è stato chiesto di ordinare 39 dichiarazioni sugli aspetti ambientali, sociali ed economici della piscicoltura marina, su una scala da fortemente d'accordo a fortemente in disaccordo. L'analisi fattoriale ha identificato quattro fattori distinti, ciascuno dei quali rappresenta una percezione diversa. Il fattore definito Perception 1 considera la piscicoltura come un'attività con importanti benefici socio-economici e bassi costi ambientali, mentre Perception 2 dà la massima importanza alle preoccupazioni ambientali. Perception 3 rappresenta una visione più equilibrata, valorizzando i benefici socio-economici ed esprimendo una moderata preoccupazione per gli impatti ambientali, mentre Perception 4 si concentra principalmente sugli aspetti economici. È interessante notare che le quattro percezioni erano rappresentate da vari gruppi di stakeholder e non tutti gli intervistati dello stesso settore condividevano la stessa percezione. Questo studio contribuisce alla scarsa informazione scientifica sulla ricerca sociale sull'acquacoltura, rivelando limiti, sfide e opportunità del settore.</p>
<p>Akinrotimi, O. A., Abu, O. M. G., & Aranyo, A. A. (2011). Environmental friendly</p>	<p>A</p>	<p>42</p>	<p>La produzione dell'acquacoltura in Nigeria è aumentata notevolmente negli ultimi tempi e conseguentemente è aumentato il livello dei rifiuti prodotti dalle pratiche di acquacoltura. Lo scarico continuo dei rifiuti derivanti dalle</p>

“ANALISI DELL’ACQUACOLTURA E DELL’ALLEVAMENTO SOSTENIBILE”

<p>aquaculture key to sustainable fish farming development in Nigeria. <i>Continental Journal of Fisheries and Aquatic Science</i>, 5(2), 17-31</p>			<p>operazioni di acquacoltura porta all'eutrofizzazione e alla distruzione dell'ecosistema naturale nel corpo idrico ricevente. Le strategie di produzione controllata dei rifiuti sono necessarie per mantenere la crescita dell'acquacoltura sostenibile nel futuro, poiché la sostenibilità a lungo termine dei sistemi di piscicoltura dipende dalla loro capacità di ridurre la produzione di rifiuti. Il rilascio di rifiuti solidi è principalmente funzione della digeribilità di vari componenti della dieta mentre il rilascio di rifiuti disciolti è principalmente funzione del metabolismo dei nutrienti da parte dei pesci. Lo studio esamina criticamente l'impatto dei rifiuti dell'acquacoltura sull'ambiente e le strategie per mitigare l'effetto di questi impatti. Vengono delineate le tendenze future e le esigenze di ricerca sugli effluenti indotti dall'acquacoltura. Poiché la quantità di nutrienti scaricata è in genere specifica del sito e dell'operazione, gli autori identificano una gestione dell'azienda acquicola efficace come il fattore più importante per evitare l'inquinamento degli effluenti.</p>
<p>Reinertsen, H., & Haaland, H. (Eds.). (1995). <i>Sustainable fish farming</i>. CRC Press.</p>	<p>A</p>	<p>39</p>	<p>Lo studio raccoglie gli atti di un simposio incentrato sulle pratiche attuali dell'industria della piscicoltura al fine della ricerca di direzioni sostenibili per lo sviluppo futuro. Gli argomenti trattati hanno riguardato: alimentazione dei pesci in acquacoltura; genetica; ambiente e interazione con l'acquacoltura.</p>
<p>Oluwemimo, O., & Damilola, A. (2013). Socio-economic and policy issues determining sustainable fish farming In Nigeria. <i>International Journal of Livestock Production</i>, 4(1), 1-8.</p>	<p>A</p>	<p>19</p>	<p>Un importante sottosettore agricolo in cui il raggiungimento della sicurezza alimentare è diventato sfuggente in Nigeria è il sottosettore della produzione di pesce. La domanda di pesce in Nigeria si attesta a circa 1,5 milioni di tonnellate metriche all'anno, mentre la produzione interna è di appena 511.700 tonnellate. L'ampio divario tra domanda e offerta è attribuito all'aumento della popolazione, al miglioramento della nutrizione, alle potenzialità di piscicoltura locale sottosviluppate e all'esaurimento delle fonti artigianali derivante dalla pesca non sostenibile. La nazione spende circa 1 miliardo di dollari all'anno per colmare il divario tra domanda e offerta. Questo enorme ammontare di risorse spese ogni anno costituisce un enorme sforzo e assorbe le riserve estere della nazione, specialmente quando le potenzialità per la produzione locale per soddisfare il mercato interno e per l'esportazione esistono ampiamente. Di conseguenza, sono state messe in atto diverse misure politiche per stimolare la piscicoltura locale. Fino ad oggi, i risultati del colossale investimento e della politica non hanno prodotto i risultati desiderati. Gli studiosi nel presente articolo tentano di esaminare i fattori che determinano la sostenibilità della piscicoltura in Nigeria al fine di i) stimolare gli investimenti privati nel settore, ii) soddisfare la domanda del mercato nazionale attraverso la produzione</p>

“ANALISI DELL’ACQUACOLTURA E DELL’ALLEVAMENTO SOSTENIBILE”

			<p>interna, iii) esportare l'eccesso per aumentare il reddito degli agricoltori. La regressione e le analisi di bilancio sono state utilizzate per analizzare i dati ottenuti da 100 allevatori di pesce in dieci aree del governo locale dello Stato di Osun. Il risultato ha mostrato sia il reddito netto medio nell'area di studio che il margine lordo complessivi nonché il rapporto costi-benefici. L'analisi di regressione ha mostrato che l'esperienza degli allevatori nell'allevamento ittico, la quantità di mangime utilizzata, l'accesso al credito e le dimensioni dello stagno erano determinanti significative della produzione di allevamenti ittici in Nigeria. Le principali sfide che devono affrontare l'allevamento ittico nell'area di studio sono la mancanza di accesso al credito, l'elevato costo degli input e la scarsa disponibilità di servizi.</p>
<p>Iversen, T. M. (1995). Fish farming in Denmark: environmental impact of regulative legislation. <i>Water Science and Technology</i>, 31(10), 73-84.</p>	A	18	<p>I principali problemi ambientali associati all'allevamento ittico in Danimarca sono attribuibili alla diga, al “dead reach” e allo scarico di sostanze nutritive e organiche. La regolamentazione ambientale dell'allevamento ittico in Danimarca è iniziata con l'Environmental Protection Act del 1974, seguito da provvedimenti che da un lato vietano l'alimentazione umida e dall'altro stabiliscono un piano d'azione sull'ambiente acquatico. Nel caso degli allevamenti ittici d'acqua dolce, questi sono stati attuati attraverso le misure previste dall'ordinanza del 1989 sugli allevamenti ittici.</p> <p>L'impatto delle misure legislative danesi per ridurre e regolare gli effetti ambientali degli allevamenti ittici d'acqua dolce può essere riassunto come segue: i) il numero di allevamenti ittici è stato ridotto da circa 800 nel 1974 a circa 500 attualmente; ii) la produzione è triplicata dal 1974 ed è stabile dal 1989; iii) il passaggio dal mangime umido a quello secco ha ridotto l'impatto ambientale delle aziende agricole; iv) sono stati raggiunti gli obiettivi nazionali del Piano d'azione sull'ambiente acquatico del 1987 per la riduzione degli scarichi di materia organica, azoto e fosforo negli allevamenti ittici. I principali problemi ancora da risolvere sono i seguenti: i) l'impatto locale degli allevamenti ittici sulla qualità a valle è ancora troppo elevato in circa il 15% dei casi; ii) il problema del passaggio di invertebrati e pesci migratori è ancora irrisolto in alcuni allevamenti; iii) i problemi posti dai “vicoli ciechi” sono ancora irrisolti. In conclusione, la piscicoltura sostenibile è possibile in Danimarca, ma con l'attuale tecnologia la produzione dovrà essere notevolmente ridotta.</p>
<p>Smith, P., Hiney, M. P., & Samuelsen, O. B. (1994). Bacterial</p>	B+	399	<p>L'uso di agenti antimicrobici in acquacoltura ha portato ad un aumento della frequenza dei ceppi resistenti a questi agenti. Potenzialmente questi ceppi</p>

“ANALISI DELL’ACQUACOLTURA E DELL’ALLEVAMENTO SOSTENIBILE”

<p>resistance to antimicrobial agents used in fish farming: a critical evaluation of method and meaning. <i>Annual review of fish diseases</i>, 4, 273-313.</p>			<p>resistenti possono avere un impatto sulla terapia delle malattie dei pesci, sulla terapia delle malattie umane o sull'ambiente degli allevamenti ittici. L'analisi dell'entità di questi impatti è ostacolata dalle limitate informazioni disponibili e dalla variazione dei metodi utilizzati. Vi è, ad esempio, una notevole variazione nei metodi utilizzati per misurare la sensibilità dei ceppi e nei criteri utilizzati per determinare il significato clinico di questi dati di laboratorio. È importante tentare una certa standardizzazione dei metodi di test di sensibilità. I dati disponibili sulla frequenza della resistenza nei pesci patogeni suggeriscono che l'uso di agenti antimicrobici in acquacoltura ha ridotto significativamente le opzioni terapeutiche per il trattamento delle malattie dei pesci. I dati disponibili per valutare l'impatto dell'uso di questi agenti in acquacoltura sulle opzioni terapeutiche per il trattamento delle infezioni umane sono incompleti. Al momento non è possibile tentare una valutazione quantitativa di questo rischio. Considerazioni sui dati sull'impatto dell'uso veterinario di questi agenti sulla terapia delle malattie umane suggerirebbero che l'entità del rischio rappresentato dal loro uso in acquacoltura è piccola. L'epidemiologia dei patogeni umani che sono stati associati ai pesci tenderebbe a confermare questa valutazione. Ci sono pochi dati relativi all'ecologia dei plasmidi R nell'ambiente naturale. L'importanza di questi plasmidi nel trasferimento dei determinanti di resistenza dal compartimento acquatico a quello umano può, al momento, essere valutata solo a livello teorico. Tuttavia, tale analisi teorica suggerisce che il contributo dei plasmidi R, selezionati nell'ambiente acquatico, alla frequenza di resistenza nei patogeni umani è probabilmente molto piccolo. I piscicoltori dovranno sviluppare metodi di allevamento che limitino la velocità con cui emergono ceppi resistenti. Senza questi cambiamenti nell'allevamento, la piscicoltura entrerà rapidamente nell'era dei preantibiotici. È probabile che questi cambiamenti avranno anche l'effetto di ridurre qualsiasi impatto degli agenti antimicrobici utilizzati in acquacoltura sull'ambiente esterno all'allevamento ittico.</p>
<p>Kaiser, M. (1997). Fish-farming and the precautionary principle: context and values in environmental science for policy. <i>Foundations of Science</i>, 2(2), 307-341.</p>	<p>B+</p>	<p>38</p>	<p>Il documento parte dal presupposto che il principio di precauzione (PP) sia uno degli elementi più importanti del concetto di sostenibilità. Si noti che PP ha stipulato trattati internazionali e leggi nazionali. Il PP è ampiamente definito come un principio centrale della politica ambientale. Tuttavia, il contenuto preciso di PP rimane in gran parte poco chiaro. In particolare non sembra chiaro come il PP si relaziona alla scienza. Nella sezione 2 del documento viene presentata una panoramica generale di alcune caratteristiche storiche e</p>

“ANALISI DELL’ACQUACOLTURA E DELL’ALLEVAMENTO SOSTENIBILE”

			<p>sistematiche di PP. Nella sezione 3 un caso specifico viene discusso in maggiore dettaglio. Si sostiene che la fuga del salmone d'allevamento dalle gabbie per i pesci nel mare e la sua eventuale invasione dei luoghi di riproduzione del salmone selvatico lungo i fiumi devono essere considerate un caso appropriato per l'applicazione del PP. Eppure non esiste un'unica strategia di PP. Vengono invece presentate quattro diverse strategie e tutte possono essere considerate strategie precauzionali alla luce del PP. La scelta tra queste strategie si basa su valori personali. Nella sezione 4 del documento viene fornita un'analisi generale che mette in relazione queste diverse prospettive di valore con le differenze fondamentali nell'avversione al rischio, che a loro volta sono legate a concezioni differenti della natura e / o della società. Nella sezione 5 conclusiva vengono delineate alcune conseguenze generali dell'analisi precedente.</p>
Asgård, T. (1995). Optimal utilization of marine proteins and lipids. <i>Sustainable fish farming</i> , 79.	B+	29	<p>Il considerevole sviluppo della produzione intensiva degli allevamenti ittici ha fatto emergere problemi controversi sulla sostenibilità. Il volume raccoglie gli spunti emersi dal dibattito su stato attuale e prospettive future di questa produzione in relazione alla sostenibilità in termini di risorsa per mangimi in acquacoltura, genetica, ambiente e interazioni, marketing e qualità del prodotto finale.</p>
Kiessling, A. (2009). Feed—The key to sustainable fish farming. <i>Fisheries, sustainability and development. Royal Swedish Academy of Agriculture and Forestry (KSLA)</i> , 303-322.	B+	21	<p>Questo capitolo discute l'allevamento ittico in termini di mangime, risorse alimentari e fisiologia nutrizionale. Il mangime è sia il singolo costo maggiore per l'allevatore, ma anche il principale fattore che influisce sull'impatto ambientale dell'allevamento ittico, compresa la produzione e il trasporto del mangime, nonché l'effluente dall'allevamento durante la produzione. Tuttavia, gli stessi argomenti si applicano a tutta la produzione animale intensiva. Da un lato, il pesce è sicuramente l'animale allevato in modo più efficiente nel senso di utilizzo dei nutrienti e spazio necessario per l'agricoltura. Dall'altro, l'allevamento ittico intensivo offre sfide non affrontate dall'allevamento terrestre per ridurre al minimo l'impatto ambientale. Dopo una breve definizione di piscicoltura, il presente studio tratta dapprima il confronto tra allevamento di pesci e allevamento di animali terrestri e, in secondo luogo, di allevamento di acqua fredda carnivora, da un lato, e specie ittiche di acqua calda onnivore / erbivore, dall'altro. Il fatto che la capacità di carico di tutti i sistemi ecologici sia limitata sta guadagnando consensi anche al di fuori del mondo delle scienze naturali, così come l'intuizione che la maggior parte delle fonti di mangime di origine vegetale o animale adatte per animali d'allevamento, incluso il pesce, sono adatte anche per consumo. Questa intuizione porta alla realizzazione che</p>

“ANALISI DELL’ACQUACOLTURA E DELL’ALLEVAMENTO SOSTENIBILE”

			le uniche alternative sostenibili sono scenari in cui gli animali d'allevamento diventano contributori netti trasferendo risorse alimentari “non umane” in risorse umane in modo ecologicamente corretto. La parte finale di questa sezione è quindi dedicata alle fonti di mangime con il potenziale di trasformazione di fonti alimentari "non umane" o "a basso interesse umano" in cibo umano di alta qualità tramite pesce d'allevamento
Jacobi, N. (2013). <i>Examining the potential of fish farming to improve the livelihoods of farmers in the Lake Victoria region, Kenya: assessing impacts of governmental support</i> (Doctoral dissertation).	B+	18	In Kenya, Africa orientale, la domanda di pesce è in costante crescita. L'approvvigionamento di pesce, tuttavia, è in ritardo a causa del calo degli stock ittici naturali. La produzione dell'acquacoltura in Kenya è ancora insignificante su scala globale, non seguendo la rapida crescita del settore a livello mondiale. Tuttavia, il Kenya mostra un grande potenziale per le attività di acquacoltura che non sono ancora completamente esplorate. Nel 2009 lo sviluppo e la commercializzazione dell'acquacoltura della tilapia del Nilo (<i>Oreochromis niloticus</i>) e del pesce gatto africano (<i>Clarias gariepinus</i>) sono entrati a far parte del Programma di stimolo economico (ESP) del governo, con l'obiettivo di stimolare la crescita economica creando opportunità di affari e posti di lavoro, nonché per alleviare il cibo insicurezza e povertà, due grandi problemi in Kenya. La produzione dell'acquacoltura è aumentata in modo significativo. Questo studio utilizza un questionario strutturato per chiarire gli impatti del sostegno governativo sui mezzi di sussistenza degli allevatori di acquacoltura su piccola scala nelle province di Nyanza e occidentali, in Kenya. I punti focali sono (1) le caratteristiche dell'azienda agricola, (2) i meccanismi di supporto utilizzati, (3) la ricchezza dell'allevamento ittico, (4) i cambiamenti dei mezzi di sussistenza e (5) le prospettive future dell'acquacoltura. I mezzi di sussistenza degli agricoltori sostenuti dall'ESP sono migliorati in termini di consumo di proteine grazie ai redditi dell'acquacoltura, ma la produttività dello stagno è bassa. I sussidi ESP hanno aiutato gli acquacoltori a breve termine, cioè attraverso la generazione di reddito e una maggiore accessibilità alle proteine, ma non sono riusciti a insegnare agli agricoltori come realizzare un'acquacoltura autosufficiente senza l'aiuto di sussidi. Un modo per ottenere una maggiore produttività del laghetto è la promozione di pratiche di acquacoltura/agricoltura sostenibili e integrate. Il rischio è alto e consiste nella possibilità che, se la produttività dei laghetti non viene aumentata, le pratiche di acquacoltura potrebbero essere interrotte in futuro con impatti negativi sui mezzi di sussistenza degli agricoltori

“ANALISI DELL’ACQUACOLTURA E DELL’ALLEVAMENTO SOSTENIBILE”

<p>Lie, Ø. (Ed.). (2008). <i>Improving farmed fish quality and safety</i>. Elsevier.</p>	<p>B</p>	<p>19</p>	<p>La produzione globale dell'acquacoltura è cresciuta rapidamente negli ultimi 50 anni. È generalmente accettato che il potenziale di aumento della pesca tradizionale sia limitato poiché la maggior parte degli stock ittici è ben o completamente sfruttata. Di conseguenza, è necessaria una maggiore produzione di acquacoltura per mantenere il consumo globale pro capite di pesce al livello attuale. La piscicoltura consente un maggiore controllo della qualità e della sicurezza dei prodotti e offre la possibilità di personalizzare i prodotti in base alle richieste dei consumatori. Questa importante raccolta di studi esamina i problemi di sicurezza e qualità nel pesce d'allevamento e presenta metodi per migliorare le caratteristiche del prodotto. La prima parte del libro si concentra sui contaminanti chimici, l'uso di sostanze chimiche in acquacoltura e la sicurezza del pesce d'allevamento. Dopo un capitolo di apertura che discute i rischi e i benefici del consumo di pesce d'allevamento, i contributi successivi considerano i contaminanti ambientali, i pesticidi, l'uso di droghe e la resistenza agli antibiotici in acquacoltura. La seconda parte affronta importanti questioni di qualità, come l'allevamento selettivo per migliorare la qualità della carne, gli effetti di fattori dietetici, tra cui fonti alternative di lipidi e proteine, sulla qualità del consumo, la sicurezza microbica dei prodotti d'allevamento, i parassiti, la colorazione della carne e i sapori sgradevoli. Vengono trattate anche le questioni relative al benessere e alla qualità etica dei prodotti agricoli. La parte finale discute le modalità di gestione della qualità del prodotto, con capitoli su HACCP, monitoraggio e sorveglianza, autenticità ed etichettatura del prodotto. Il contributo dell'illustre editore e il team internazionale di collaboratori rendono il libro un riferimento standard per i professionisti del settore dell'acquacoltura e gli accademici del settore.</p>
--	----------	-----------	---

Tabella 19: letteratura rilevante e sintesi dei contenuti

4.5.5 I sistemi innovativi in Acquaculture ed in particolare relativi a IMTA e Aquaponica⁴¹

Negli ultimi anni, grazie anche alla continua e pressante richiesta del mercato di prodotti ittici a basso costo, nuove tecniche e tecnologie di produzione si stanno affacciando sul mercato e imponendo della filiera di produzione e distribuzione ittica.

Con tassi di crescita a due cifre nell'ultimo decennio, da una parte, si impone di aumentare produzioni ecosostenibili in acquacoltura e dall'altra di abbattere il costo di produzione e commercializzazione del prodotto ittico.

La tracciabilità della filiera imposta da linee guida FAO e le stringenti normative europee e nazionali debbono fronteggiare l'invasione di pesce allevato con metodi poco sostenibili e anche poco etici, come nel caso ad esempio della Talapia che, insieme alle Carpe, risulta ormai essere il prodotto maggiormente commercializzato nel mondo.

Se da un lato, i Paesi ad economie più avanzate ed attente all'ambiente spingono su innovazione e ricerca, come nel caso di sistemi IMTA e di Acquaponica; dall'altro, i paesi in via di sviluppo anche per far fronte alla continua e pressante richiesta del

⁴¹ Si riporta la bibliografia del paragrafo in ordine di citazione.

- Navigating uncertain waters: European public perceptions of integrated multi trophic aquaculture (IMTA) K.A. Alexander, S. Freeman, T. Potts, *Environmental Science & Policy*, Volume 61, July 2016, Pages 230-237.
- A problem shared: Technology transfer and development in European integrated multi-trophic aquaculture (IMTA), Alexander K.A., Hughes A.D., *Aquaculture*, Volume 473, 20 April 2017, Pages 13-19.
- Valorisation of aquaculture effluents with microalgae: The Integrated Multi-Trophic Aquaculture concept, Hugo Milhazes-Cunh, Ana Otero, *Algal Research* Volume 24, Part B, June 2017, Pages 416-424.
- Recirculating Aquaculture Tank Production Systems: Aquaponics—Integrating Fish and Plant Culture, James E. Rakocy, Michael P. Masser, Thomas M. Losordo, Oklahoma State University, SRAC-454-16.
- Commercial aquaponics production and profitability: Findings from an international survey, (David C. Love, Jillian P. Fry, Ximin Li, Elizabeth S. Hill, Laura Genello, Ken Semmens, Richard E. Thompson, *Aquaculture*, Volume 435, 1 January 2015, Pages 67-74.
- Challenges of Sustainable and Commercial Aquaponics, Simon Goddek, Boris Delaide, Utra Mankasingh, Kristin Vala Ragnarsdottir, Haissam Jijakl, Ragnheidur Thorarinsdottir, *Sustainability* 2015, 7(4), 4199-4224.
- Analysis of aquaponics as an emerging technological innovation system, Bettina König, Judith Jankerc, Tilman Reinhardt, Morris Villarroel, Ranka Jungef, *Journal of Cleaner Production*, Volume 180, 10 April 2018, Pages 232-243.
- Plant and fish production performance, nutrient mass balances, energy and water use of the PAFF Box, a small-scale aquaponic system, Boris Delaide, Guillaume Delhay, Michael Dermience, James Gott, Hélène Soyeurt, M. Haissam Jijakli, *Aquacultural Engineering*, Volume 78, Part B, August 2017, Pages 130-139.

mercato locale e mondiale, si spingono invece verso produzioni *low cost* e *mass market*, con enormi impatti sui sistemi ambientali e marini.

A tale proposito, cercando di privilegiare come indicato dalle organizzazioni di riferimento (FAO e OMS), risultano molto interessanti alcuni recenti studi in tema di percezioni in Europa della sostenibilità delle produzioni integrate (K.A. Alexander, S. Freeman, T. Potts, 2016) e della capacità di innovazione e relativo trasferimento tecnologico sempre nei sistemi IMTA in Europa (Alexander K.A., Hughes A.D., 2017).

Altro elemento importante da considerarsi, come evidenziato in una ricerca molto dettagliata (Hugo Milhazes-Cunh, Ana Otero, 2016) relativa al trattamento delle acque reflue mediante microalghe al fine di depurare le stesse e provvedere alla c.d. “biomitigation”.

Dal lato invece della necessaria e maggiore sostenibilità di un processo circolare, chiuso l’Acquaponica si pone sempre più come processo su piccola e media scala, quindi non adatto alle produzioni intensive e su larga scala, ma in grado di adattarsi alle specifiche peculiarità dei territori e delle comunità locali dove questi impianti esistono e ben si inseriscono come evidenziato da interessanti articoli scientifici, tra cui quello prodotto da ricercatori della Oklahoma State University (James E. Rakocy, Michael P. Masser, Thomas M. Losordo, 2016).

In merito alle sfide poste dai sistemi acquaponici e dai processi di commercializzazione (David C.Love, Jillian P. Fry, Ximin Li, Elizabeth S. Hill, Laura Genello, Ken Semmens, Richard E.Thompson, 2014), si stanno delineando interessanti prassi (Simon Goddek, Boris Delaide , Utra Mankasingh, Kristin Vala Ragnarsdottir ,Haissam Jijakl, Ragnheidur Thorarinsdottir, 2015) che potrebbero aiutare nel breve-medio periodo a rafforzare l’utilizzo di produzioni locali su media scala meno impattanti e maggiormente sostenibili per tutto l’eco sistema.

Connettere dunque i sistemi di acquacoltura alle produzioni idroponiche, è ormai assodato: rappresenta oltre che una importante innovazione tecnologica (Bettina

König, Judith Jankerc, Tilman Reinhardt, Morris Villarroel, Ranka Jungel, 2018) uno dei migliori sistemi integrati per minimizzare l’impatto ambientale dell’allevamento ittico e allo stesso tempo di ottimizzare le produzioni di pesce e vegetali allo stesso tempo.

Utilizzare pertanto un sistema chiuso di ricircolo come descritto in acquaponica richiede di dosare al meglio i vari mix produttivi, la gestione dell’energia e dell’acqua per ottenere un efficiente e redditizio sistema di acquacoltura a basso o tendenzialmente nullo impatto ambientale (Boris Delaide, Guillaume Delhay, Michael Dermience, James Gott, Hélène Soyeurt, M. Haissam Jijakli, 2017).

5. PREDISPOSIZIONE DELLE GUIDELINES

5.1 Premessa

La realizzazione delle *guidelines* ha l’obiettivo di fissare molteplici informazioni e conoscenze di natura tecnica e pratica derivanti dall’analisi sin qui condotta e sviluppata attraverso i paragrafi precedenti.

In modo specifico, l’obiettivo delle *guidelines* risiede nel proporre *know how* specialistico agli operatori acquicoli del contesto laziale, utilizzando altresì schematizzazioni di principi emergenti dall’analisi dei sistemi innovativi a supporto dei sistemi produttivi sostenibili in acquacoltura.

5.2 Le interviste agli operatori e il caso del Golfo di Gaeta

Nell’ottica della predisposizione delle linee guida, il gruppo di ricerca ha preventivamente effettuato interviste ad operatori del settore, allo scopo di individuare le buone pratiche adottate nel settore, le problematiche diffuse, le soluzioni attuabili e le prospettive future.

Le interviste sono state effettuate ai seguenti soggetti appartenenti al Gruppo del Pesce⁴², una delle realtà operanti nella marinocoltura più importanti in Italia:

- 1) Giuseppe Scaturro, responsabile del settore sanitario (sede di Gaeta);
- 2) Stefano Bronchini, responsabile della produzione (sede di Follonica);
- 3) Gaspare Barbera, biologo responsabile de L’Avannotteria soc. Agricola a R.L..

L’oggetto sociale del gruppo è l’allevamento in forma intensiva di spigole, orate e ombrine e la loro successiva commercializzazione. Gli impianti del Gruppo sono ubicati nei seguenti siti: Gaeta (Latina), Follonica (Grosseto), Porto Venere (La Spezia) e Licata (Agrigento), con realtà aziendali distinte e autonome.

⁴² <http://www.gruppodelpesce.com/>

L’impianto sito nel Lazio è la “Piscicoltura del Golfo di Gaeta Soc. Agricola a R.L” che opera dall’agosto 2011.

L’impianto situato nel Golfo di Gaeta (LT) dispone di tutte le strutture necessarie per l’allevamento in mare aperto attraverso l’impiego di gabbie galleggianti, dislocate in uno specchio d’acqua che copre una superficie complessiva di 90.000 mq a circa 1 miglio dalla costa. L’impianto di Gaeta (collocato in una zona riparata rispetto ad altri impianti in Italia) è il più esteso e produttivo del gruppo.

Dalle interviste effettuate con i soggetti citati sembrano emergere le seguenti problematiche.

1. Coste italiane molto frastagliate. Impossibilità di effettuare allevamenti come avviene a Gaeta che sono in mare ma di tipo *inshore*.

2. Mancanza di conoscenza da parte del consumatore del potenziale di alcune alimentazioni alternative. Si stanno introducendo delle farine derivate dalle piume del pollo che hanno un corredo di amminoacidi essenziali che è molto simile alla farina di pesce. Il problema è recepire l’introduzione di queste farine. Diffusione della conoscenza presso gli allevatori dell’importanza di alcune farine alternative, quali quelle prodotte dalla emoglobina dei maiali. Sarebbero utili per migliorare la digeribilità e migliorare l’impatto ambientale, in quanto ricche di corredo proteico utile alla nutrizione magra del pesce e alla riduzione della massa grassa dello stesso. Un altro interessante alimento alternativo è quello tratto dalle farine di insetto (che hanno anche effetti disinfiammanti sulle vie intestinali), che tuttavia hanno prezzi ancora poco competitivi. Alcuni studi sulle componenti degli alimenti hanno evidenziato che le farine di insetti hanno molte proteine ma sono carenti sugli acidi grassi (tipo omega 3 e 6 che fanno parte del corredo dei pesci). Alcuni omega 3 esistono solo in mare (farine di alghe o oli di pesce).

3. La farina di insetto ha come corredo aminoacidico quello giusto e più simile alla farina di pesce.

4. Il mercato sembra influenzato dal timore di patologie connesse con l’alimentazione di origine animale e pertanto i capitoli a cui gli allevatori aderiscono non prevedono l’uso di questi alimenti alternativi.

5. Un altro problema è legato all’etica e alla religione.

6. Problema connesso con la grande distribuzione nel processo informativo. E’ necessario informare correttamente la popolazione. Le nuove modalità di alimentazione sarebbero fondamentali per il benessere animale ma non vengono praticate.

7. Limitazione delle farine derivanti dagli scarti dei pesci. Ancorché il Report FAO 2020 promuova anche l’utilizzo di farine derivanti dal processamento e scarto dei pesci pescati, secondo quanto emerso dalle nostre interviste le farine realizzate dagli scarti del pesce (esempio del tonno) e originate da pesci pescati, non risultano particolarmente digeribili dai pesci allevati. Pertanto, esse producono un impatto ambientale maggiore in termini di produzione di biomassa.

8. Conoscenza delle problematiche relative alle farine vegetali, che vengono generalmente considerate una valida alternativa alle farine di pesce, anche possono comportare problemi a livello intestinale dei pesci e a livello ambientale (per un maggiore impatto delle deiezioni e della biomassa).

9. Negli impianti, anche i più riparati in termini di correnti e ideali per gli impianti, si possono avere produzioni eccessive di phytoplankton. Ogni impianto viene gestito secondo le caratteristiche proprie del sito e viene organizzato in modo tale che la quantità di deiezioni rilasciate in ambiente siano in qualche modo composte (80% disciolto nell’acqua e 20% in particolato). Il particolato che viene ossidato e mineralizzato in azoto e fosforo e obbliga a continui controlli da parte dei sanitari sia sul fondale sia sulle particelle disciolte, sia sul particolato prodotti, per verificare che

negli allevamenti più riparati (come quello di Gaeta) sia tenuto sotto controllo l’aumento della atrofia (fitoplancton).

10. Il particolato che viene prodotto oggi è controllato con continui prelievi per effettuare delle analisi chimiche. Nelle realtà più avanzate (Norvegia e Canada, ad esempio) vengono utilizzate delle sonde che, ancorché molto costose, consentono di ridurre l’attività dell’uomo in termini di prelievo acque e fondale (autocontrollo su colonna di acqua su strato).

11. Problema legato ai produttori di mangimi. Le farine vegetali sono ancora quelle più convenienti (500 euro a tonnellata in media), ma non forniscono il corredo amminoacido (Omega 3 e 6). Pertanto, dovrebbero essere integrate nelle formulazioni corrette. La farina di insetto ha raggiunto prezzi sostenibili anche se maggiori rispetto alla tradizionale alimentazione (2000 euro a tonnellata) e sono in via di sperimentazione che prevede l’integrazione di omogeneizzati di alghe che forniscono quegli aminoacidi di cui le farine di insetto mancano.

12. Le tecniche alternative di nutrizione non sono ancora molto diffuse soprattutto per i piccoli allevamenti., che rimangono ancorati alle materie tradizionali (farina di pesce e farine vegetali una percentuale di olio di pesce e di olio vegetale).

13. Migliorare le tecniche di vaccinazione che ancora non sono conosciute. Attualmente la gran parte degli allevamenti effettuano i vaccini in modo tradizionale (disciogliendo il medicinale in acqua che viene assorbito sia con l’alimentazione, sia con l’osmosi marina). Il Gruppo del Pesce è il primo in Italia ad effettuare una vaccinazione del pesce intraperitoneale, con una puntura (terzo richiamo vaccinale, che copre l’intera durata del ciclo di vita del pesce). I primi due vaccini vengono somministrati in avannotteria, mentre il terzo richiamo viene fatto in allevamento. Grazie a questa pratica innovativa che si dovrebbe estendere a livello nazionale, il Gruppo del Pesce dallo scorso anno sono *antibiotic free* completamente, dalla produzione di avannotti fino agli allevamenti.

14. Altro problema sembra la scarsa conoscenza da parte del consumatore delle diverse specie che si possono allevare in cattività. Infatti, la diversificazione delle specie allevate potrebbe aiutare a ridurre l’impatto ambientale. Ad esempio, l’ombrina e la ricciola riportano un tempo di conversione e crescita maggiore con una produzione inferiore di deiezioni minore, a parità di biomassa. In particolare, l’ombrina ha anche minore massa grassa che la rende maggiormente digeribile. La biodiversità potrebbe senz’altro coadiuvare nella riduzione degli impatti ambientali. Purtroppo, mancano adeguati investimenti in tal senso.

15. Difficoltà di praticare sistemi integrati multitrofici in mare e in acqua salata. Gli allevamenti integrati sono specifici per le specie allevate in acqua dolce (multi trofica). In acqua salata, e soprattutto in mare, attualmente non è conveniente economicamente impiantare allevamenti di questo tipo. Anche negli allevamenti a terra (vasche), dove sarebbe più semplice attuare tale tipo di produzione, allo stato nessun impianto pratica questo tipo di allevamento. Vi è da considerare inoltre che negli allevamenti a terra la qualità del pesce, che viene alimentato secondo i flussi delle acque artificiali, la qualità delle specie allevate è inferiore rispetto a quelle allevate a mare, ragione per cui gli allevatori non hanno interesse a investire economicamente risorse in un sistema che produce minore qualità.

5.3 Guidelines

Da quanto è emerso dalle analisi presentate in precedenza e dai colloqui intercorsi con esperti del settore, il gruppo di studio ha elaborato le seguenti linee guida (o guidelines), sebbene queste ultime non abbiano la pretesa di essere esaustive, cogliendo le prime impressioni e buone pratiche sul campo.

- 1) **Incentivo della conoscenza specialistica e dei risultati aziendali.** La dimensione media delle aziende operanti nel settore sembra essere contenuta, con gestione di queste ultime a carattere familiare (come riportato nel progetto

Cosind). Tale aspetto, se da un lato, si traduce nel consolidarsi della catena di **conoscenza specialistica**, che si tramanda nel tempo tra i membri della famiglia con un meccanismo a retroazione positiva e si accresce attraverso l’**esperienza e l’apprendimento sul campo**; dall’altro lato, può necessitare di incentivazione e sensibilizzazione verso i) modelli di comportamento aziendale *ad hoc* per lo sfruttamento sinergico delle loro attività immateriali, tra cui a) il capitale umano e le sue competenze, b) il capitale relazionale derivante dalla reputazione aziendale e dalle reti di collaborazione della filiera, c) il capitale strutturale per lo più identificato nel *know how* e nelle procedure aziendali. Tale aspetto può riguardare sul fronte interno di ciascun sistema aziendale, l’adozione di sistemi incentivanti l’educazione acquicola dei dipendenti e del capitale umano. La reputazione aziendale (capitale relazionale) può essere costruita e fortificata tramite forme apposite di *disclosure* verso terzi, ovvero stakeholders (es. operatori a monte o a valle, consumatori, istituti di credito, ecc.), rispetto ai processi adottati e prodotti utilizzati da ciascuna azienda (es. modello *antibiotic free*), anche attraverso l’utilizzo del sito web, della mailing list e di pillole video da diffondere nel web volte alla valorizzazione dei prodotti aziendali. Inoltre, le reti di collaborazione possono rappresentare un volano competitivo poiché sfruttano le sinergie tra più parti mettendo a sistema le varie attività delle aziende interessate. Le reti possono altresì trovare formalizzazione giuridica sotto varie forme, tra cui si annovera il contratto di rete. Le procedure aziendali (formalizzate e non formalizzate) e il *know how* possono essere valorizzate attraverso la loro identificazione e comunicazione a terzi. In questo ambito, anche l’adozione di sistemi di controllo di gestione semplificati potrebbe consentire di scandagliare con maggiore precisione i costi (e le varie categorie di costo) e i ricavi di ciascuna azienda, nell’ottica della maggiore efficienza dei

loro processi decisionali, nonché dei risultati sia economico-finanziari, sia sostenibili per la salvaguardia dell’ambiente e della collettività.

- 2) **Costante allineamento alle strategie della Commissione Europea e alle politiche governative nazionali, regionali.** La strategia farm to fork e sulla biodiversità della Commissione Europea propone un sistema alimentare equo, sano e rispettoso dell’ambiente, attraverso la collaborazione di più parti (natura, pescatori, agricoltori, imprese e consumatori). Il Ministero Politiche Agricole, Alimentari e Forestali propone il “Piano Strategico per l’acquacoltura in Italia” con gli obiettivi, le azioni e gli interventi prioritari da programmare in un quadro strategico nazionale e regionale (es. piano del 2014-2020 con quattro ambiti strategici).
- 3) **Diversificazione produttiva e politiche di educazione del consumatore.** Studiare la possibilità di diversificare le specie di pesce allevate, “educando” il mercato e quindi il consumatore ad acquistare specie diverse. Agli allevamenti di orate e spigole (le specie più diffuse nel Paese) potrebbe essere utile affiancare l’allevamento di altre specie come, ad esempio, l’ombrina (che potrebbe migliorare gli impatti ambientali con una riduzione delle deiezioni a parità di massa), la ricciola (pesce con una crescita veloce, con pochi grassi, facilmente digeribile), ecc.. A tal fine è necessaria una campagna informativa rivolta ai consumatori volta a far percepire la qualità e la bontà di queste specie di pesce alternative all’orata e alla spigola.
- 4) **Scelta di ambiente marino salubre e fondali protetti.** Scegliere un ambiente marino adeguato e “salubre”: presenza di un buon fondale, buone correnti, in grado di rinnovare costantemente le acque, e acque pulite. Se possibile, preferire i fondali “protetti”, nei quali è maggiore il numero di giorni lavorativi per anno (i giorni nei quali non si può accedere al sito per problemi metereologici sono infatti più contenuti). La scelta dell’area in cui collocare le

gabbie è di fondamentale importanza al fine di assicurare una condizione igienico-sanitaria ottimale e idonea per la crescita e lo stato di salute dei pesci, anche nell’ottica del principio della sostenibilità. Tale scelta può incidere anche sui costi aziendali.

- 5) **Creazione di un ambiente naturale per la salvaguardia della qualità e della sostenibilità.** Posizionare le vasche in un ambiente marino adeguato: il fondale marino deve essere almeno doppio rispetto alle dimensioni delle gabbie. In questo modo, si favorisce la corretta dispersione di liquame, si evita che i pesci/molluschi/crostacei allevati possano entrare in contatto con batteri che generalmente proliferano sul fondale e si garantisce un corretto equilibrio ambientale. L’obiettivo è quello di creare un ambiente estremamente naturale, simile a quello in cui vivono i pesci selvatici, al fine di consentire alle specie ittiche allevate il pieno rispetto del loro ciclo di vita e del loro metabolismo, a garanzia del benessere dell’animale e di un prodotto di alta qualità.
- 6) **Controllo della numerosità dei pesci per la salvaguardia dell’ambiente.** Individuare il numero corretto di animali per gabbia, al fine di evitare problemi di sovraffollamento con una eccessiva produzione di liquame con conseguenti effetti negativi sia sull’ambiente, sia sulla qualità dei pesci/molluschi/crostacei.
- 7) **Privilegiare la prevenzione alla cura degli animali allevati.** Evitare l’uso di antibiotici e limitare l’uso di farmaci. E’ possibile tramite una vaccinazione preventiva prevenire specifiche malattie. Inoltre, un corretto equilibrio ambientale e un’alimentazione sana e controllata riducono il rischio di malattie degli animali in gabbia. Privilegiare la prevenzione alla cura!
- 8) **Selezione delle farine adeguate.** Incentivare l’uso di farine alternative alle tradizionali farine a base di pesce e alle farine vegetali. Mediante un’adeguata comunicazione ai consumatori e agli altri stakeholder, superare i vincoli attualmente esistenti e diffondere e far conoscere le potenzialità delle farine di

piume animali e dell’emoglobina. Tali farine potrebbero ridurre gli impatti ambientali dell’acquacoltura fornendo agli animali in gabbia il corretto apporto proteico necessario alla loro crescita. A tal fine, è necessario migliorare le informazioni da diffondere ai consumatori e agli altri soggetti terzi.

9) **Adozione di sistemi IMTA e sfruttamento marino.** I sistemi produttivi IMTA sembrano essere preferibili per l’allevamento di pesci di acqua dolce, anche in considerazione delle risorse economiche di cui necessitano. Nel Lazio prevale l’acqua salata dove si alimenta il pesce in linea generale secondo le esigenze del pesce. Per il futuro, i sistemi IMTA potrebbero essere valutati nella prospettiva della “bio economia” e “bio remediation”, come avviene in alcuni paesi esteri tra cui il Canada, USA e paesi nordici.

10) **Adozione di smart technologies.** Introdurre smart technologies, già ampiamente diffuse in Paesi come il Canada e la Norvegia, utili a migliorare la gestione dell’acquacoltura, che consentano rilevazioni continue ed affidabili (sonde per la rilevazione automatica dell’ossigeno; telecamere per controllare l’alimentazione, la crescita e la mortalità degli animali in gabbia; fotogrammi volti a quantificare il peso degli animali in gabbia e stimare la biomassa della stessa gabbia; rilevatori volti ad individuare il mangime disperso nell’ambiente; meccanismi di controllo della qualità delle acque e del substrato, la presenza di fosforo, azoto; sensori per rilevare la temperatura, ecc.).

Il modello delle Guidelines può essere sintetizzato e divulgato agli operatori, con particolare riferimento a quelli laziali, attraverso la schematizzazione che segue:

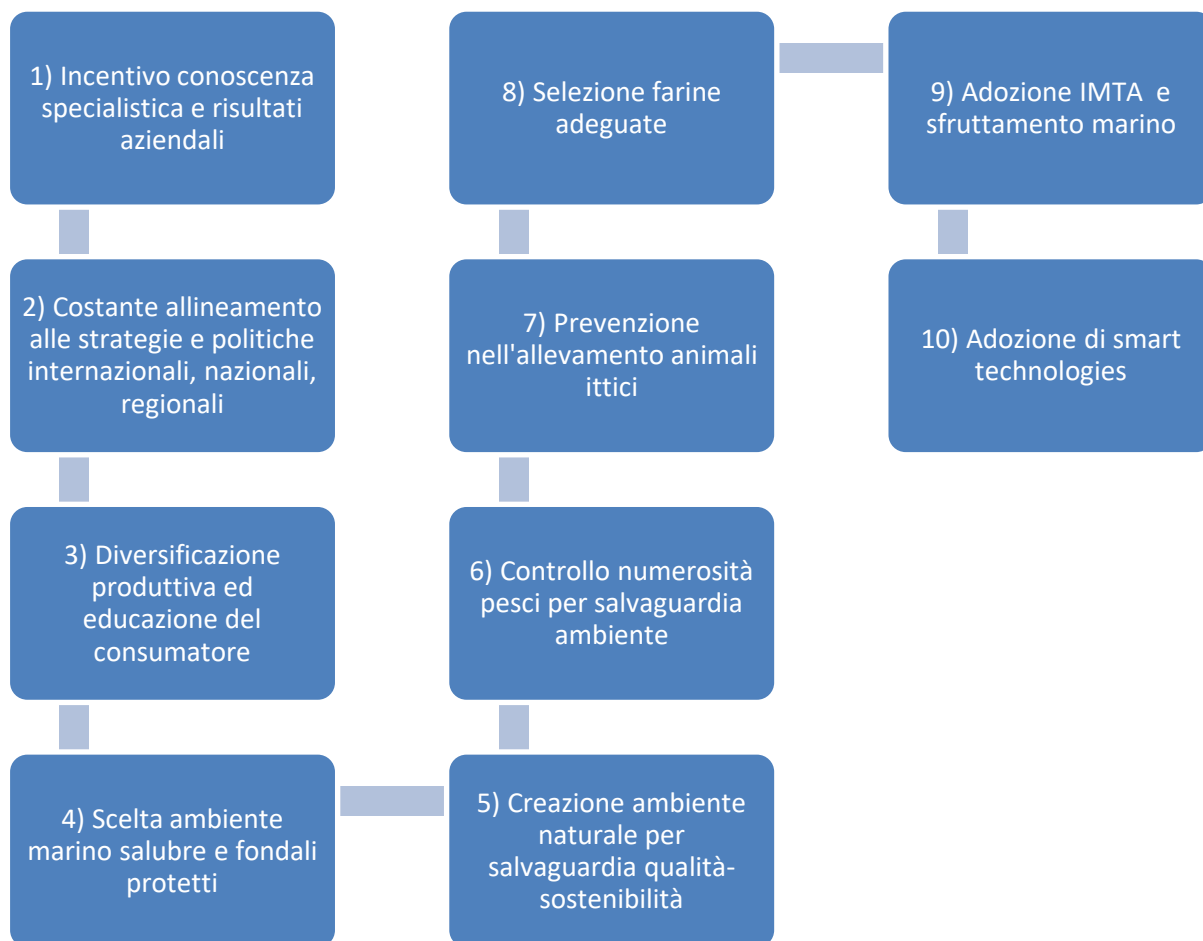


Figura 49: guidelines in sintesi per diffusione agli operatori

Il modello delle Guidelines si propone di contribuire all'accrescimento del settore dell'acquacoltura e dell'allevamento sostenibile, nell'ottica della creazione di valore nel lungo periodo, come sintetizzato nella seguente figura.

