



Lodi, 20 ottobre 2022

Sicurezza alimentare, qualità e sostenibilità ambientale
dell'acquacoltura italiana

SOSTENIBILITÀ AMBIENTALE DELL'ALLEVAMENTO ITTICO

Ivan Toschi, Valentina Cesari, Jacopo Bacenetti

Attributi del prodotto che guidano la scelta del consumatore

Il consumatore spesso non distingue il pesce allevato da quello pescato, ma ha nel complesso un'immagine meno positiva di quello allevato; in particolare, considera quello allevato di qualità inferiore, soprattutto in termini di gusto e dal punto di vista sanitario probabilmente a causa di una limitata e non corretta informazione (Lopez-Mas e coll., 2021; Wongprawmas e coll., 2022)

Il consumatore sceglie i prodotti ittici in base a:

- prezzo
- familiarità con il prodotto
- praticità di utilizzo
- moda
- qualità nutrizionale
- ...



Crescente interesse del consumatore verso gli aspetti di **sostenibilità ambientale** (riconducibile anche ad un approccio più etico nell'utilizzo delle risorse) e di **benessere animale**



Come intercettare le richieste del consumatore?

- **prezzo competitivo** attraverso l'ottimizzazione delle tecniche di allevamento (acquacoltura di precisione), la formulazione di mangimi innovativi (per ridurre ulteriormente l'utilizzo di farina e olio di pesce) e l'aumento della sinergia tra i settori della produzione e della commercializzazione dei prodotti
- **aumento della praticità** di utilizzo (sviluppando prodotti trasformati sempre più vicini alle richieste del consumatore per raggiungere un numero molto elevato di potenziali nuovi utenti)
- riconoscimento da parte del consumatore degli **elevati livelli di qualità nutrizionale e di sicurezza del prodotto** raggiunti dal settore (far comprendere al consumatore che occorre lasciarsi alle spalle l'antagonismo fra il prodotto della pesca e quello dell'acquacoltura...)
- lavorare per far crescere la competenza media del consumatore, al fine di modificare almeno in parte il suo approccio all'acquisto dei prodotti ittici (**non per moda, ma...**)
- **ulteriore miglioramento**, anche grazie all'acquacoltura di precisione, della **sostenibilità ambientale** dell'acquacoltura (da **comunicare ai consumatori** di una certa fascia di età/reddito) e valorizzazione delle produzioni a minor impronta ecologica



Occorre puntare sulla qualità dei prodotti di acquacoltura...

- competizione, in passato, fra la qualità del prodotto pescato e quella del prodotto allevato
- oggi, necessità di fare un prodotto allevato di qualità eccellente che riduca il più possibile la richiesta dei prodotti della pesca (riduzione dello sforzo di pesca)
- vantaggi del prodotto allevato:
 - freschezza garantita
 - attenti controlli di filiera e salubrità del prodotto
 - possibilità, in filiere attentamente controllate, di ottenere prodotti con composizione nutrizionale ottimale e con un elevato livello di EPA e DHA
 - prezzo...

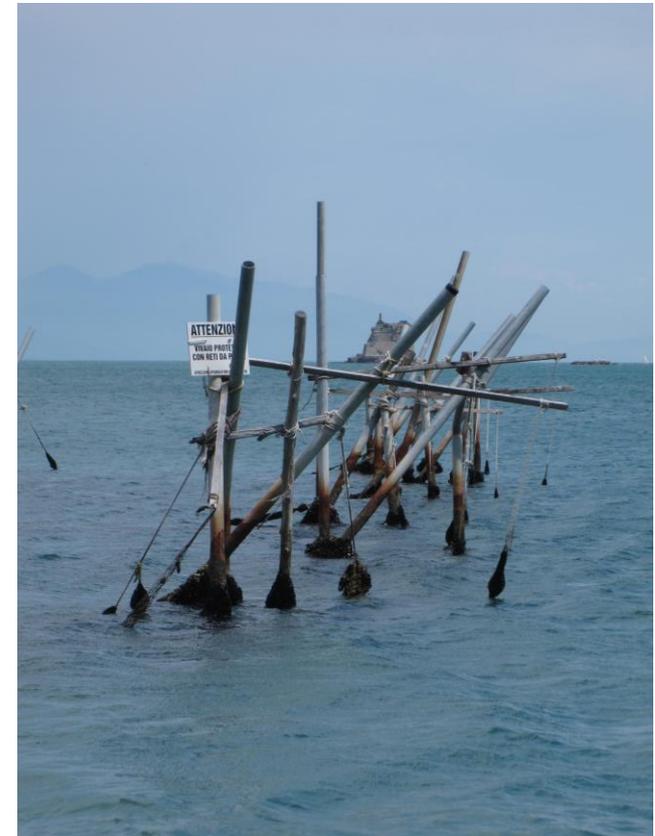


...e sugli aspetti legati alla sostenibilità dell'acquacoltura

Aspetto molto importante, ma ancora poco considerato in questo settore e in alcune produzioni zootecniche; nell'industria alimentare e in molti altri ambiti produttivi, invece, è da tempo un fattore fondamentale che può condizionare le scelte del consumatore...

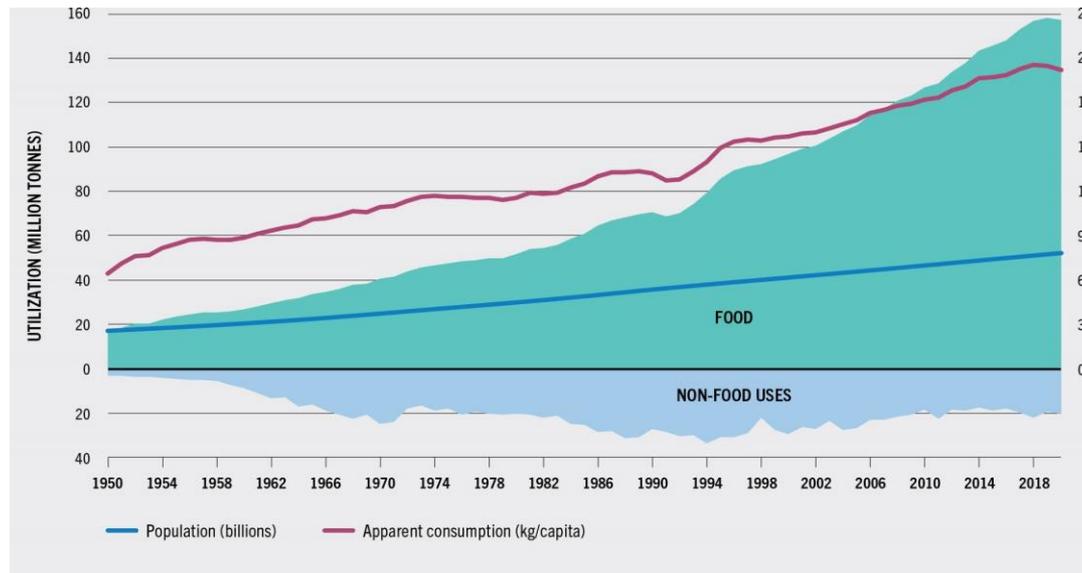
Come è noto per le altre produzioni zootecniche, anche l'acquacoltura ha un **non trascurabile** impatto sull'ambiente riconducibile a:

- 🐟 utilizzo di **farine e oli di pesce** per la produzione di mangimi
- 🐟 produzione e somministrazione dei mangimi
- 🐟 gestione dell'acqua e dell'ossigenazione
- 🐟 produzione del novellame e attività di allevamento
- 🐟 utilizzo di farmaci e presidi chimici che hanno un potenziale effetto negativo sull'ambiente



Sostenibilità dell'acquacoltura e farine di pesce pescato

Fino a pochi anni fa, l'acquacoltura (soprattutto l'allevamento delle specie carnivore) faceva un largo uso di farine e oli prodotti da pesce pescato, materie prime caratterizzate da una composizione ottimale, in termini di profilo amminoacidico e acidico, rispetto ai fabbisogni nutrizionali delle specie allevate (elevata digeribilità, assenza di fattori antinutrizionali,...)



- ➔ l'11% della produzione mondiale di prodotti ittici è utilizzata per scopi non alimentari (soprattutto per ottenere farina e olio di pesce)
- ➔ dal 2007 al 2017, però, mentre la produzione mondiale di mangimi per l'acquacoltura è aumentata da 25 a 60 milioni di ton circa, la produzione di farine e oli di pesce da prodotti della pesca è rimasta pressoché costante...



Farine (e oli) di pesce pescato

- ➔ negli ultimi anni, a causa dell'elevato costo e della ridotta disponibilità di queste materie prime, si è assistito ad un necessario **cambio di paradigma**: le farine e gli oli di pesce sono diventati "**materie prime strategiche**", anziché "**materie prime di base**"
- ➔ la sostituzione della farina e dell'olio di pesce con materie prime alternative, l'utilizzo di **farine di trimmings** (sottoprodotti di pesce destinato al consumo umano, circa il 30% della farina di pesce utilizzata in acquacoltura) e una **formulazione dei mangimi specifica per ogni fase** hanno permesso di non aumentare ulteriormente la domanda di pesce pescato e hanno migliorato la sostenibilità (ambientale ed economica) del settore...
- ➔ nel tempo, infatti, l'**Indice FIFO** (rapporto Fish-In/Fish-Out), ossia la quantità di prodotti della pesca necessaria per produrre un'analogha quantità di prodotto da acquacoltura, si è notevolmente ridotto...

	2000	2010	2020
Crostacei	1,61	0,83	0,45
Specie marine	2,21	0,98	0,75
Specie d'acqua dolce	0,71	0,44	0,29
Salmonidi	3,03	1,87	0,93
Anguille	2,86	1,51	1,34
Ciprinidi	0,09	0,03	0,01
Totale acquacoltura	0,47	0,28	0,19



Materie prime di origine vegetale

- una parte considerevole delle materie prime di origine marina sono state sostituite (o sono sostituibili) da **materie prime di origine vegetale** come farina e olio di soia, glutine di mais e di frumento,...
- tali prodotti sono oggi fondamentali in acquacoltura, ma occorre verificare con attenzione:
 - la loro **composizione** sia in relazione alla quantità di proteine e di lipidi che apportano alla dieta sia in termini di **qualità** (profilo amminoacidico e composizione acidica)
 - la loro **appetibilità** e la loro **digeribilità**
 - la **presenza di composti antinutrizionali** (che possono determinare problemi per la salute e il benessere degli animali) e il **livello di inclusione** massimo nelle diete (potenziali alterazioni del microbioma intestinale e della morfologia dell'intestino)
 - la loro **sostenibilità ambientale** (es. la **soia** per quanto riguarda il **cambiamento di uso del suolo** (LUC) e i **cereali** in merito all'**impronta idrica** (o Water Footprint), cioè alla pressione che la loro coltivazione esercita sulle risorse di acqua dolce)



Alla ricerca della sostenibilità...

- 🐟 oggi, come recentemente sottolineato dalla Commissione Europea, occorre utilizzare in acquacoltura materie prime ancora più sostenibili (prodotte nel rispetto degli ecosistemi e della biodiversità) e che presentino caratteristiche in grado di soddisfare i fabbisogni nutrizionali, la salute e il benessere delle diverse specie
- 🐟 fra le diverse materie prime individuate a livello sperimentale, le più promettenti sembrano essere:
 - Proteine Animali Trasformate - PAT (es. farine da sottoprodotti di avicoli destinati al consumo umano) ammesse dal Regolamento (UE) N. 56/2013 che autorizza l'utilizzo di farine animali provenienti dagli scarti di macellazione nei mangimi per l'allevamento suinicolo, avicolo e per l'acquacoltura
 - farine di invertebrati (soprattutto insetti), definite come PAT e autorizzate per l'alimentazione in acquacoltura (7 specie) dalla Commissione Europea (Reg. 2017/893/EC)
 - farine e di alghe (micro e macro)...



Bruxelles, 12.5.2021
COM(2021) 236 final

**COMUNICAZIONE DELLA COMMISSIONE AL PARLAMENTO EUROPEO,
AL CONSIGLIO, AL COMITATO ECONOMICO E SOCIALE EUROPEO E
AL COMITATO DELLE REGIONI**

**Orientamenti strategici per un'acquacoltura dell'UE più sostenibile e competitiva per il
periodo 2021 - 2030**

{SWD(2021) 102 final}



Ma è così importante l'alimentazione sull'impatto ambientale dell'acquacoltura?



Come si misura l'impatto ambientale?

Quanto impatta l'acquacoltura?

Quali sono le fasi che hanno un impatto maggiore sull'ambiente?

Quali sono i sistemi produttivi più sostenibili?

Quali possono essere le prospettive per ridurre gli effetti negativi di questa attività sull'ambiente?

...

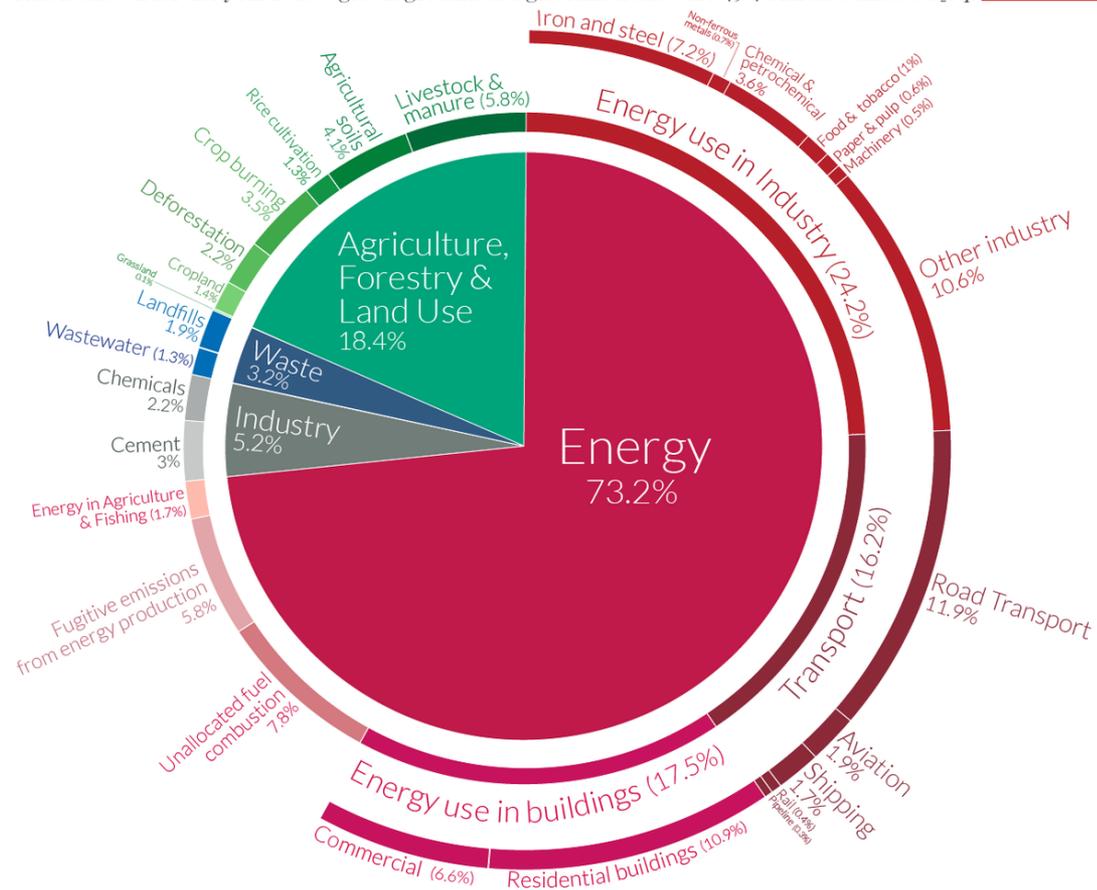


Ogni attività antropica ha un impatto ambientale...

Global greenhouse gas emissions by sector



This is shown for the year 2016 – global greenhouse gas emissions were 49.4 billion tonnes CO₂eq.



OurWorldinData.org – Research and data to make progress against the world's largest problems.
 Source: Climate Watch, the World Resources Institute (2020).

Licensed under CC-BY by the author Hannah Ritchie (2020).



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MILANO
 DIPARTIMENTO DI SCIENZE AGRARIE
 E AMBIENTALI - PRODUZIONE,
 TERRITORIO, AGROENERGIA

Valutazione dell'impatto ambientale

- fra i tanti strumenti, la metodologia LCA (valutazione del ciclo di vita – Lyfe Cycle Assessment) consente di determinare gli impatti ambientali associati a un prodotto, a un processo o a una qualunque attività lungo l'intero ciclo di vita dello stesso
- la valutazione avviene tramite un processo di ricognizione e valutazione degli "input" e degli "output" che caratterizzano il sistema e degli impatti ambientali potenziali di un prodotto durante il suo ciclo di vita
- sistema (relativamente semplice) molto diffuso a livello globale, che consente confronti immediati fra realtà produttive anche molto diverse fra loro

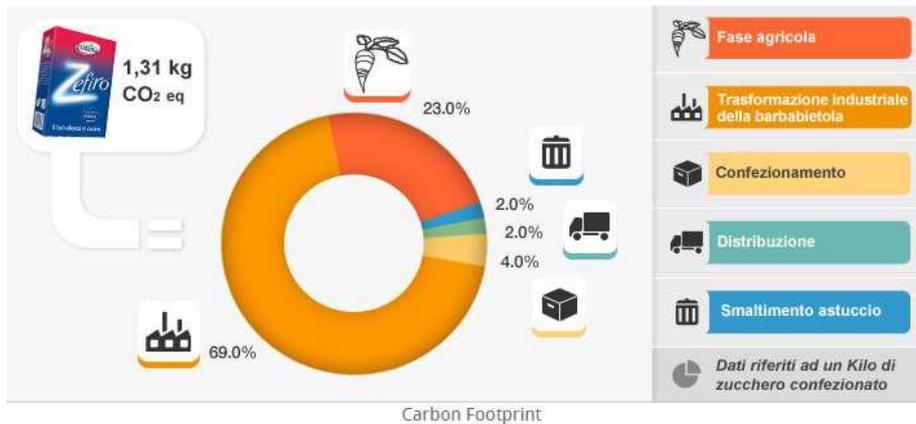
4 FASI: definizione dell'obiettivo, analisi dell'inventario dei dati, determinazione dell'impatto, interpretazione dei risultati



Input e Output: flussi di materie prime utilizzate e di rifiuti prodotti, i consumi idrici ed energetici, le emissioni in aria, acqua e suolo per ogni fase del ciclo di vita del prodotto analizzato...



Dove viene applicata la metodologia LCA...



Risultati analisi

Componente/processo	tCO ₂
Celle batteria	3,8*
Carrozzeria	1,9
Pacco batterie (alluminio)	0,9
Elettronica	0,7
Gomme/ruote	0,7
Produzione e logistica	1,1**
Resto (>1.000 componenti e materiali)	4,6

*incl. Energia rinnovabile per lo stabilimento di fornitura delle celle
 ** senza considerare il bilancio neutro di CO₂ dello stabilimento di Zwickau

ID.3 consumo combinato corrente elettrica 15,4-14,5 kWh/100 km, emissioni combinate CO₂ 0 g/km, classe efficienza A+



Cosa non si può misurare con la metodica LCA?

Int J Life Cycle Assess (2017) 22:715–730
 DOI 10.1007/s11367-016-1183-9

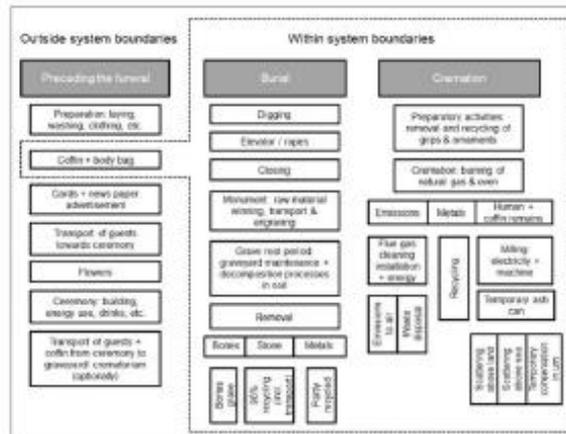


LCA OF WASTE MANAGEMENT SYSTEMS

The environmental impact of activities after life: life cycle assessment of funerals

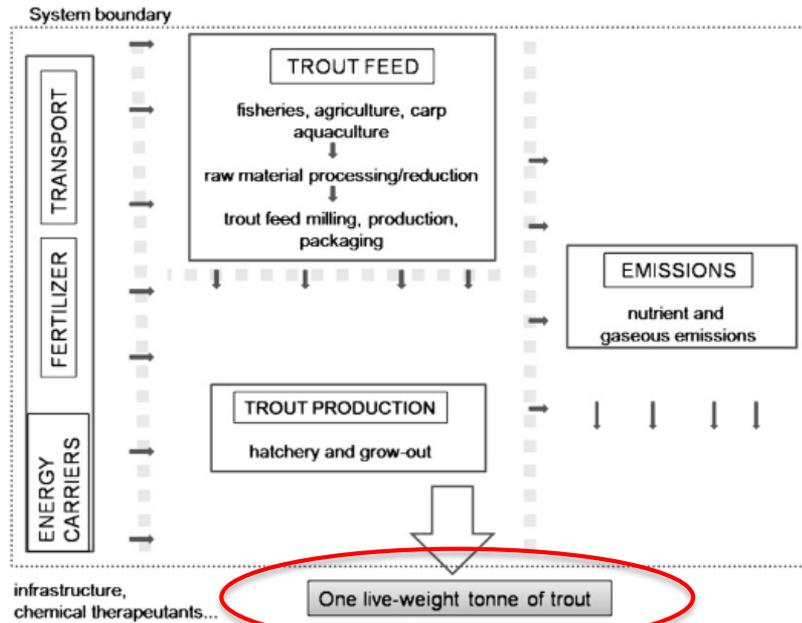
Elisabeth Keijzer¹

Fig. 1 System boundaries and process steps. The process steps preceding the burial or cremation are only included if they are specific for the funeral technique (e.g. digging) and if they influence the impacts of the funeral technique (e.g. the coffin is also buried and incinerated). In all process steps, raw material winning, production, transport and, in case of machines, end of life after the service life period, are included. The process steps are described in Sect. 3 of this paper



LCA in acquacoltura

Samule-Fitwi, 2013)



CATEGORIE DI IMPATTO

- Global Warming Potential (kg CO₂ eq.)
- Consumo di acqua (m³)
- Utilizzo netto della produzione primaria (kg C eq.)
- Potenziale di Acidificazione (kg SO₂ eq.)
- Potenziale di Eutrofizzazione (kg PO₄³⁻ eq.)
- Consumo di suolo (m²)
- Consumo cumulativo di Energia (GJ)

- ➔ raccolta dati sul **sistema produttivo** oggetto di studio (parametri ambientali, provenienza avannotti, produzioni complessive e per referenza, accrescimenti ponderali giornalieri, consumi di alimento, ICA, rese, trasporti, consumo annuo di gasolio, di energia, di ossigeno, di acqua...
- ➔ raccolta dati sulla **composizione dei mangimi** e sull'**origine delle diverse materie prime**. Le **emissioni legate alla produzione dei mangimi** (gasolio, energia elettrica, lavorazioni, utilizzo di fertilizzanti,...), desunti da appositi database, vengono corretti sulla base di verifiche legate alle modalità di svolgimento dei diversi processi
- ➔ stima (misura, se possibile) delle **emissioni di N e P** sulla base dell'ingestione, della digeribilità apparente delle diverse diete e dalla quantità di pesce prodotto, tenendo in considerazione anche la quota di N e P che si disperdono nell'ambiente senza essere ingeriti dagli animali



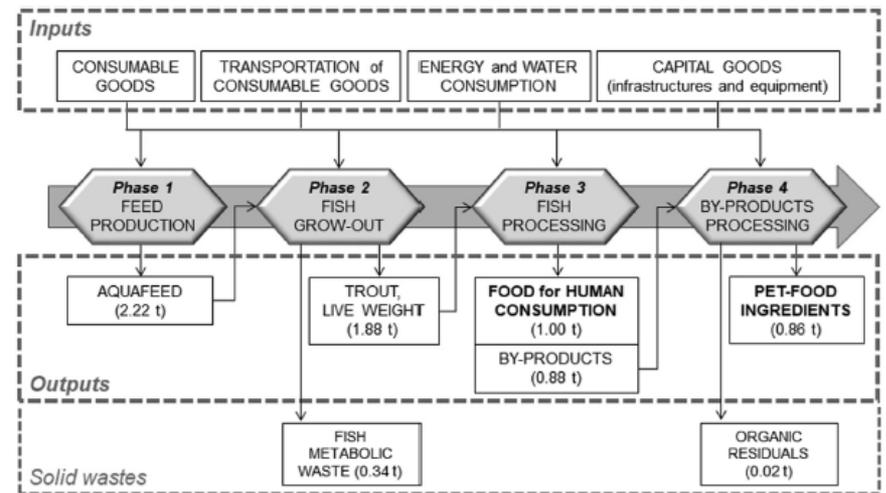
Valutazione dell'impatto ambientale della trota - 1



From feed to fork – Life Cycle Assessment on an Italian rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) supply chain

Silvia Maiolo ^{a,*}, Andrea Alberto Forchino ^a, Filippo Faccenda ^b, Roberto Pastres ^a

^a Ca' Foscari University of Venice, Department of Environmental Sciences, Informatics and Statistics, Via Torino 155, 30170, Venezia Mestre, Italy
^b Technology Transfer Centre, Fondazione Edmund Mach, Via E. Mach 1, 38010, San Michele All'Adige, Italy



- ➔ valutazione dell'impatto ambientale, con approccio LCA, della produzione della Cooperativa **ASTRO** (Associazione dei TROticoltori Trentini)
- ➔ 25 siti produttivi e una **produzione annua di 1300 t** (trota intera, filetti, filetti affumicati, hamburger,...)
- ➔ raccolta dati relativi agli **input produttivi** (alimenti, energia elettrica, acqua, trasporti,...) nelle fasi di PRODUZIONE DEL MANGIME, in quella di ALLEVAMENTO, nella fase di MACELLAZIONE e TRASFORMAZIONE e in quella di PRODUZIONE di PET-FOOD e agli **output delle diverse fasi** (prodotto ottenuto, pet-food,...); definizione delle emissioni in acqua e in aria, quantificazione dei rifiuti,...)
- ➔ nelle fasi di PRODUZIONE DEL MANGIME non solo quantità delle diverse materie prime, ma anche provenienza



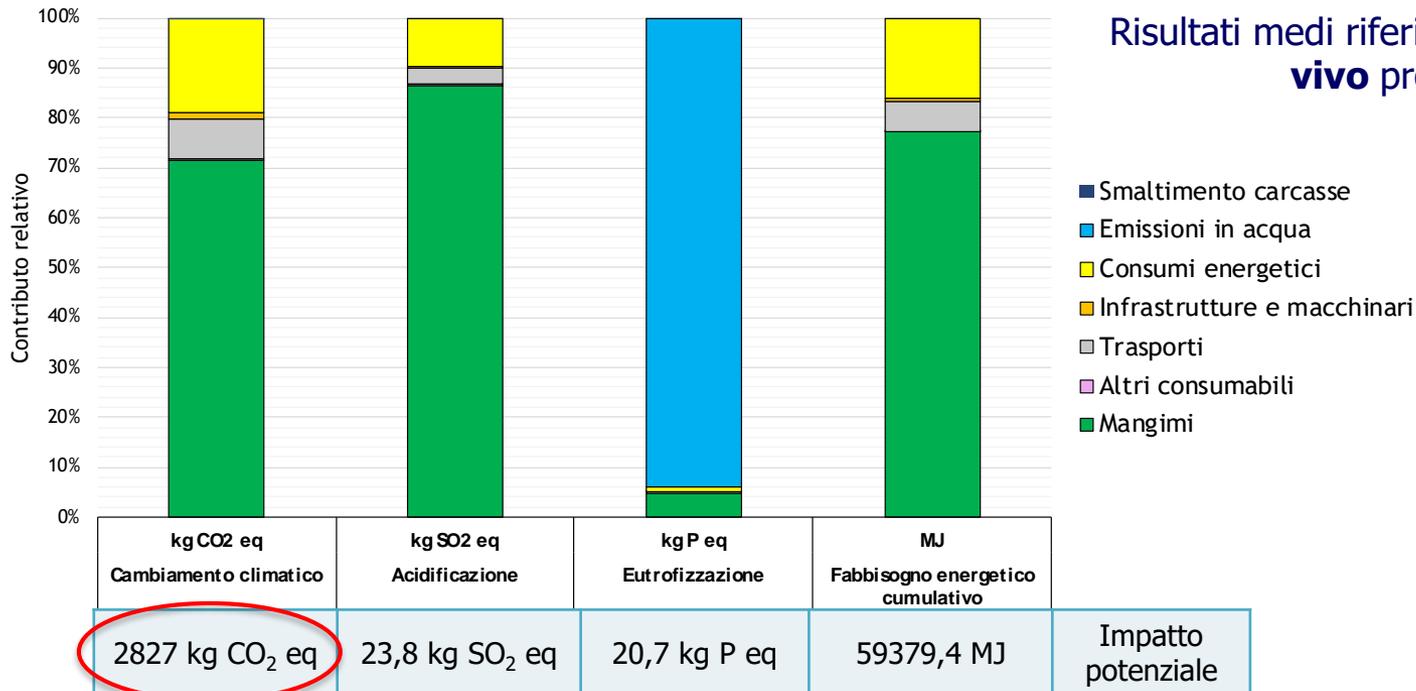
Valutazione dell'impatto ambientale della trota - 2



From feed to fork – Life Cycle Assessment on an Italian rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) supply chain

Silvia Maiolo ^{a,*}, Andrea Alberto Forchino ^a, Filippo Faccenda ^b, Roberto Pastres ^a

^a Ca' Foscari University of Venice, Department of Environmental Sciences, Informatics and Statistics, Via Torino 155, 30170, Venezia Mestre, Italy
^b Technology Transfer Centre, Fondazione Edmund Mach, Via E. Mach 1, 38010, San Michele All'Adige, Italy



Valutazione dell'impatto ambientale della trota - 3



Contents lists available at ScienceDirect

Journal of Cleaner Production

journal homepage: www.elsevier.com/locate/jclepro



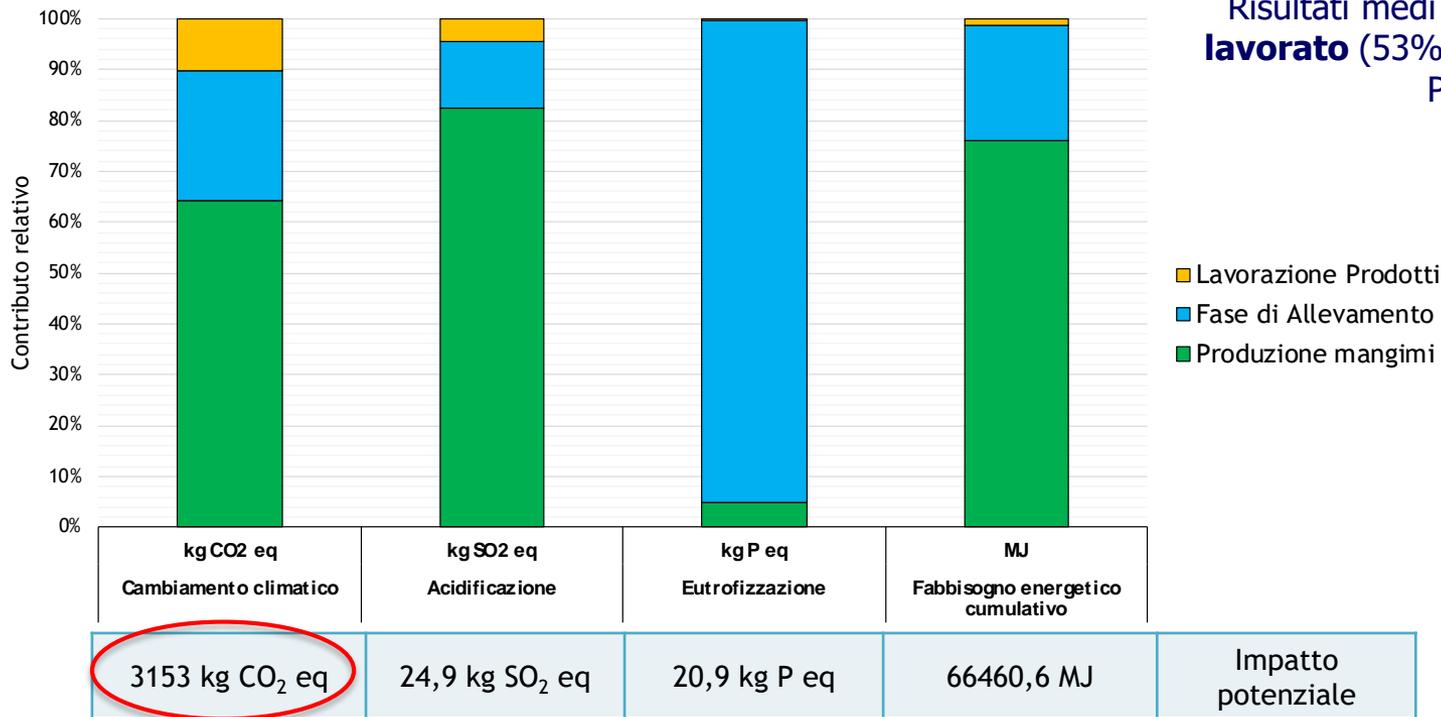
From feed to fork – Life Cycle Assessment on an Italian rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) supply chain



Silvia Maiolo ^{a,*}, Andrea Alberto Forchino ^a, Filippo Faccenda ^b, Roberto Pastres ^a

^a Ca' Foscari University of Venice, Department of Environmental Sciences, Informatics and Statistics, Via Torino 155, 30170, Venezia Mestre, Italy

^b Technology Transfer Centre, Fondazione Edmund Mach, Via E. Mach 1, 38010, San Michele All'Adige, Italy



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MILANO
DIPARTIMENTO DI SCIENZE AGRARIE
E AMBIENTALI - PRODUZIONE,
TERRITORIO, AGROENERGIA

Impatto ambientale di spigola e orata – Progetto SIMTAP

- progetto complesso finalizzato, applicando un approccio circolare, a realizzare e testare un sistema integrato per ridurre l'uso di mangimi, il consumo di acqua ed energia e l'emissione di inquinanti (recuperando le acque reflue dall'acquacoltura da utilizzare come fonte di nutrienti per l'acquaponica fuori suolo)
- fra le attività del progetto è stata effettuata una valutazione della sostenibilità della produzione di spigola e orata in impianti commerciali

In particolare, si è proceduto a

- valutare l'impatto ambientale relativo alla produzione di spigola e orata nell'impianto off-shore di una grossa azienda del settore nel centro Italia
- identificare i processi maggiormente responsabili dell'impatto ambientale
- proporre alcune strategie di mitigazione dell'impatto da poter applicare in futuro



L'azienda

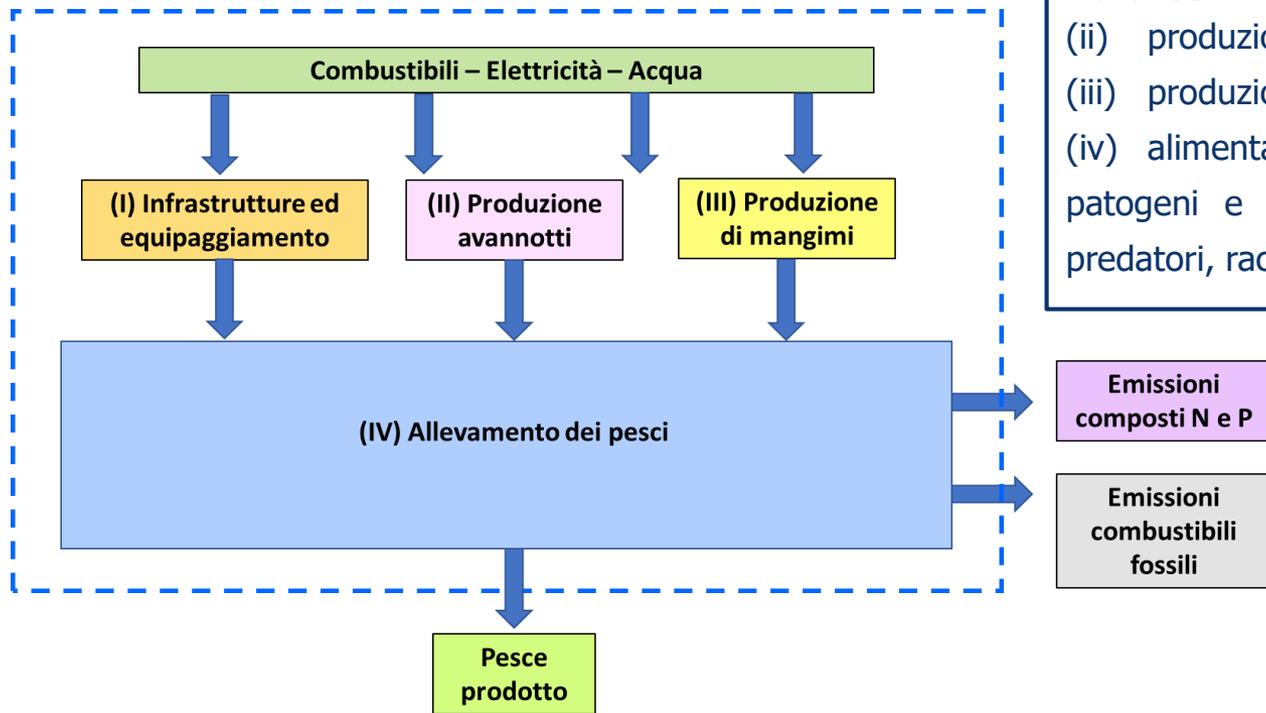
- azienda specializzata nella produzione di spigola e orata del Centro Italia (Toscana)
- impianto di allevamento off-shore costituito da 32 gabbie galleggianti (30 m di diametro e 15 m di profondità), situate a 4 miglia dalla costa
- semina di avannotti dal peso di 3g che a fine ciclo raggiungono pezzature diverse (400, 500 e 600 g)
- ciclo produttivo di 14-18 mesi variabile in funzione della stagione e della taglia



Unità Funzionali e confini del sistema



Unità Funzionale = 1 tonnellata di peso vivo



Confini del sistema: «**cradle to farm gate**»

- (i) realizzazione, manutenzione e smaltimento delle infrastrutture (gabbie galleggianti, reti e altro materiale di equipaggiamento)
- (ii) produzione di avannotti
- (iii) produzione del mangime
- (iv) alimentazione, controllo di eventuali patogeni e parassiti, biosicurezza, controllo predatori, raccolta/pesca



Analisi dell'azienda e raccolta dati di inventario

Dati primari raccolti tramite visite aziendali e registri riguardo a:

- quantità e composizione dei mangimi; origine delle materie prime
- provenienza avannotti seminati
- consumi energetici (elettricità e carburante utilizzato per la gestione dell'allevamento)
- parametri produttivi

Parametri di processo	
Produzione	Spigola: 885 t/anno
	Orata: 915 t/anno
Avannotti acquistati	Spigola: 2.800.000
	Orata: 2.400.000
Mortalità	Spigola: 20%
	Orata: 8%
FCR	Spigola: 2,4
	Orata: 1,9
Consumi energetici	Elettricità (MWh/anno): 23
	Gasolio (L/anno): 100.000
	Gas naturale (m ³): 540

Ingrediente	Inclusione % nei mangimi							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Farina di pesce	35	25	9	9	8	9	7	7
Olio di pesce	10	9	8	7	11	6	11	7
Farina di Krill	4	5						
Glutine di mais	15	20	24	27	24	27	24	27
Glutine di frumento	13	16						
Farina di colza			23	23	22	23	24	25
Farina di guar	10	11	10	11	10	11	10	10
Farina di frumento	12	13	13	12	12	13	10	11
Olio di colza			6	5	6	5	7	5
Proteina batterica			6	5	6	5	6	7
Fosfato monoammonico	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
Vitamine e minerali	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75
Taglia dei pesci	<20	40	100	100	250	250	400	600
	g	g	g	g	g	g	g	g

Dati secondari: emissioni in acqua (bilancio di massa di N e P solidi e disciolti calcolato considerando: i) differenza tra nutrienti forniti tramite i mangimi e quelli assimilati; ii) digeribilità dei nutrienti; iii) la composizione media dei pesci e la quantità di mangime non ingerito; iv) mortalità dei pesci; v) la composizione degli avannotti e le emissioni dei mezzi di trasporto



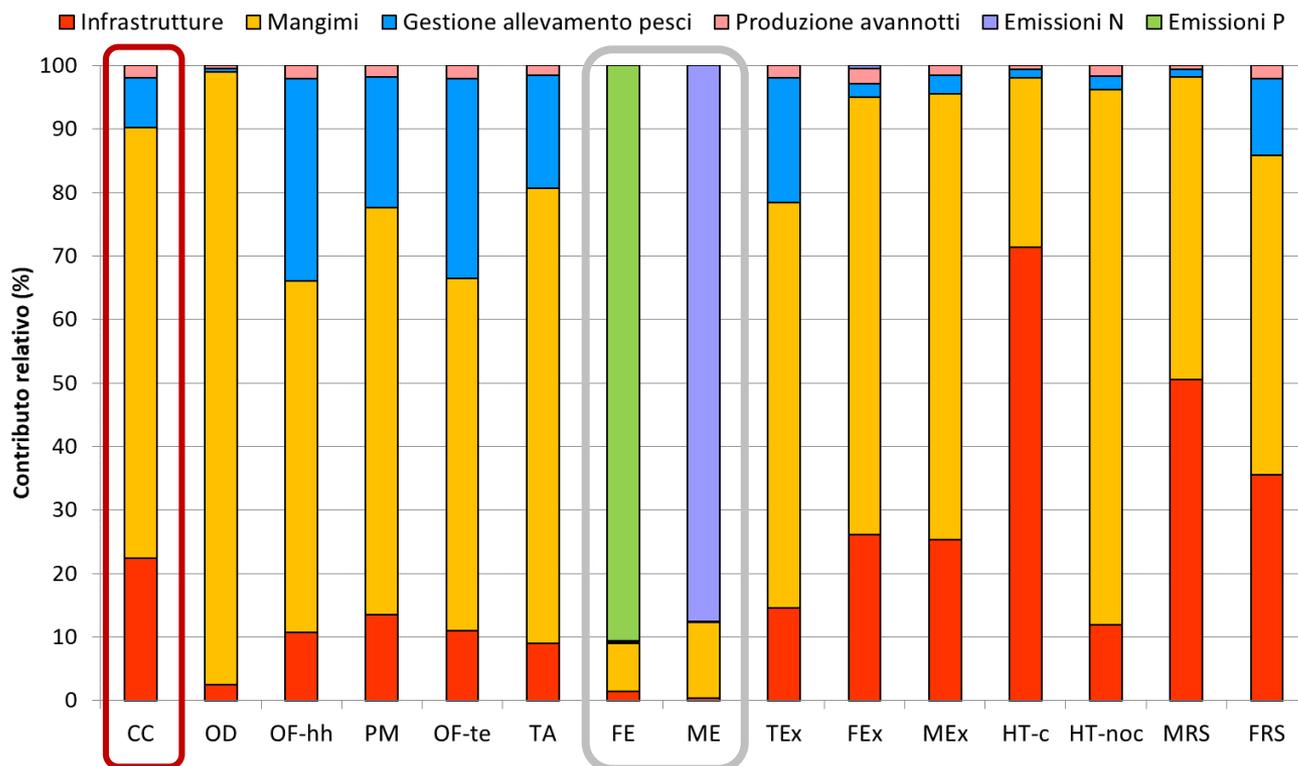
Risultati

Categoria di impatto	Udm	Branzino	Orata
Cambiamento climatico (CC)	kg CO ₂ eq	3416	2967
Assottigliamento strato di ozono (OD)	kg CFC11 eq	0,016	0,013
Formazione ozono - salute umana (OF-hh)	kg NOx eq	16,1	14,1
Formazione polveri sottili (PM)	kg PM2.5 eq	6,9	6,1
Formazione ozono - ecosistemi (OF-te)	kg NOx eq	16,3	14,3
Acidificazione terrestre (TA)	kg SO ₂ eq	25,9	22,3
Eutrofizzazione acque dolci (FE)	kg P eq	1,21	1,04
Eutrofizzazione marina (ME)	kg N eq	113,3	91,4
Ecotossicità terrestre (TE _x)	kg 1,4-DCB	9801	8348
Ecotossicità acque dolci (FE _x)	kg 1,4-DCB	139,5	118,5
Ecotossicità marina (ME _x)	kg 1,4-DCB	131,2	113,4
Tossicità umana cancerogena (HT-c)	kg 1,4-DCB	309,6	294,7
Tossicità umana non cancerogena (HTC-noc)	kg 1,4-DCB	4249	3551
Esaurimento risorse minerali (MRS)	kg Cu eq	13,0	12,0
Esaurimento risorse fossili (FRS)	kg oil eq	1117	972

In Aubin e coll. (2009) l'impronta di carbonio per la spigola è **3601 kg CO₂ eq/t**; in Abdou e coll. (2017), invece, è **3182 kg CO₂ eq/t** per la spigola e **3669 kg CO₂ eq/t per l'orata**. Besson e coll. (2017) riportano un impatto di 3636 kg CO₂ eq/t di pesce. Rispetto alla spigola l'orata presenta impatto inferiore del 5-19%...



Risultati: analisi dei contributi



Alimentazione: sempre maggiore del 50% tranne che per l'eutrofizzazione delle acque dolci (FE), l'eutrofizzazione marina (ME) e per la tossicità umana con effetti cancerogeni (HT-noc)

Infrastrutture: impatto elevato nell'HT-c (71%), nel MRS (51%), nel FRS (36%) e nel FEx (26%)

Gestione dell'allevamento responsabile del 33% nella formazione di ozono-salute umana (OF-hh) e nella formazione di ozono-ecosistemi (OF-te), del 21% nell'ecotossicità terrestre (TEx), del 19% nell'acidificazione (TA) e del 14% nell'esaurimento delle risorse fossili (FRS), principalmente per consumo di gasolio per la mobilità delle imbarcazioni

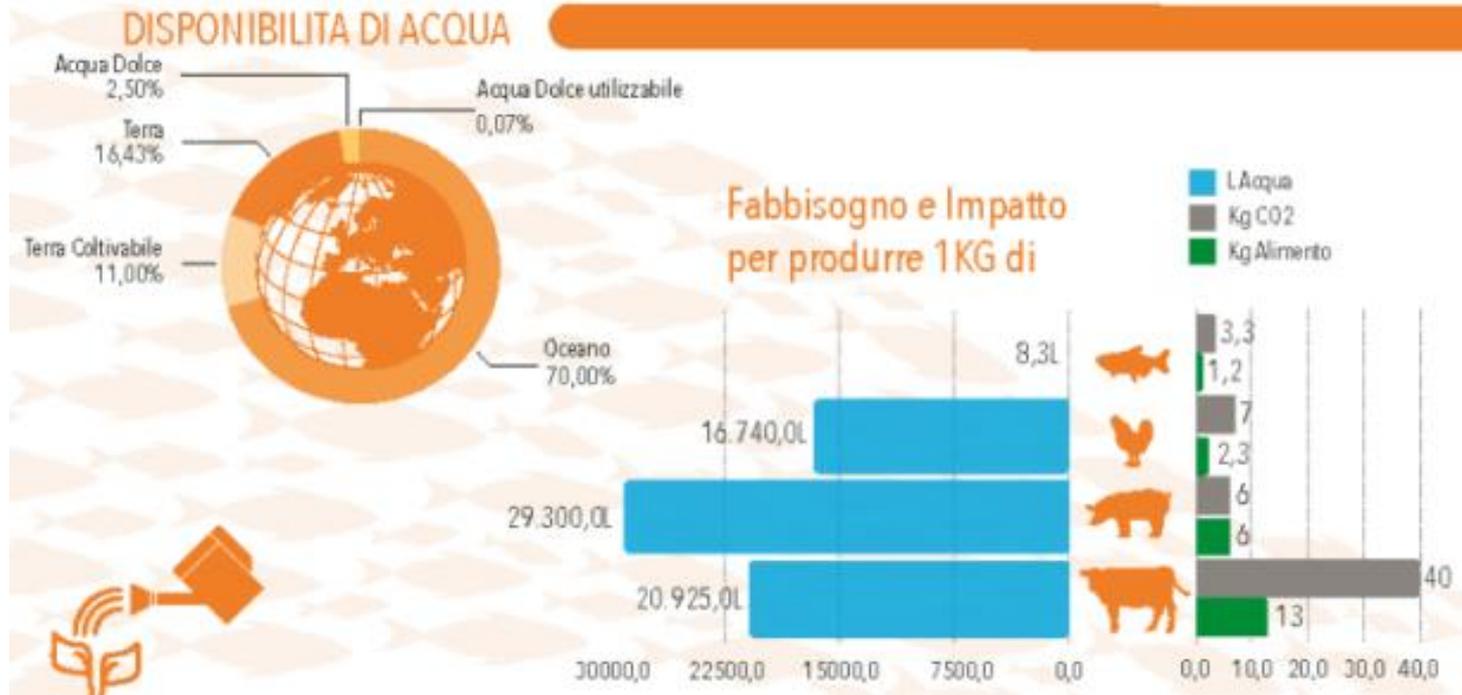
Eutrofizzazione marina (88%) e eutrofizzazione delle acque dolci (91%) sono legate alle **emissioni** di composti **azotati** e **fosfatici**

Avannotti sempre < 3%...



Campioni di efficienza ambientale: lo dice anche API...

La SFIDA della SOSTENIBILITA' AMBIENTALE



[Sostenibilità Ambientale - Associazione Piscicoltori Italiani \(acquacoltura.org\)](http://Sostenibilita' Ambientale - Associazione Piscicoltori Italiani (acquacoltura.org))



Quali possono essere le strategie per ridurre ulteriormente l'impatto dell'alimentazione sull'ambiente?

➔ **ridurre ulteriormente il ricorso alla farina e all'olio di pesce pescato**

ad oggi, però, soprattutto nelle fasi in cui l'ingestione è elevata, la percentuale di queste materie prime è già molto ridotta...

➔ **utilizzare materie prime di origine vegetale più performanti**

non sono purtroppo molte le materie prime vegetali ad avere un elevato tenore proteico, un profilo amminoacidico "ottimale", una digeribilità elevata, che non presentino fattori antinutrizionali... e che abbiano una elevata efficienza ambientale in campo (es della soia...)

➔ **utilizzare fonti proteiche (e oli) alternative**

- farine di insetti, insetti interi e altri invertebrati, nonostante il possibile bioaccumulo di contaminanti, la carenza in alcuni AA, il contenuto di chitina e di acidi grassi saturi, potenziali problemi di palatabilità e di digeribilità, sono sempre più considerati una fonte proteica molto interessante...

- farine di alghe e microalghe che, in virtù dell'elevato livello proteico e di PUFA omega 3, possono incrementare le produzioni e migliorare la risposta immunitaria degli animali in situazioni di stress

- PAT, soprattutto farine da sottoprodotti di avicoli destinati al consumo umano



Effetti delle fonti proteiche alternative in acquacoltura

- indicazioni positive sul **valore nutritivo**, sulla sicurezza alimentare e sull'impronta ambientale degli ingredienti innovativi testati (microalghe e cianobatteri, farine di insetti e farine di avicoli)
- **effetti positivi** dell'inclusione delle farine di insetto e dei sottoprodotti avicoli in parziale sostituzione delle materie prime di origine vegetale in formulazioni a basso contenuto di farine di pesce (progetto SUSHIN) **sulla performance zoeconomica, sul benessere e sulla qualità dei pesci allevati**
- risultati zootecnici ed economici variabili in funzione del grado di sostituzione della farina di pesce con quella d'insetti: all'aumentare del livello di sostituzione si osserva un **peggioramento dell'ICA con dirette ripercussioni sulla produttività** (progetto 4F)
- sostanziale sovrapposibilità fra le formulazioni mangimistiche alternative e quelle convenzionali in termini di Water Footprint, di consumo di energia fossile e di potenziale di riscaldamento (minor uso del suolo riconducibile all'allevamento degli insetti)
- **assenza di problematiche**, nelle formulazioni mangimistiche alternative a base di insetto e di sottoprodotti avicoli, sulla qualità dei prodotti e sul microbioma dell'acqua
- necessità di promuovere approcci di **economia circolare** per aumentare la sostenibilità delle farine di invertebrati e ridurre il costo delle stesse
- indicazioni positive in merito al livello di accettazione da parte degli allevatori e possibilità di stimolare i consumatori creando un **legame diretto fra approcci innovativi e sostenibilità**



4F
Fine Feed For Fish



Criticità (attuali) delle farine di insetti e di microalghe

INSETTI

- ➔ composizione e **valore nutrizionale variabile** in funzione della specie (proteine), della stadio di sviluppo (proteine e chitina) e del substrato di crescita (ceneri e lipidi)
- ➔ **elevata percentuale di lipidi saturi** a scapito di quelli insaturi (ridotto livello di EPA e DHA come nella farina di soia). Possibili effetti positivi, però, sulla salute degli animali (es. ac. laurico e *Campilobacter*) e possibilità di aumentare il contenuto di acidi grassi polinsaturi manipolando il substrato di crescita
- ➔ **elevato contenuto di chitina**, poco digeribile dal pesce per la ridotta attività enzimatica (l'aggiunta di enzimi esogeni e opportuni processi di estrazione potrebbero ridurre il contenuto)
- ➔ **poca standardizzazione** del processo di crescita (substrato di crescita più idoneo ed economico), di raccolta (tempi) e di produzione delle farine
- ➔ disponibilità reale (necessità di avviare produzioni in scala industriale) e **prezzo** del prodotto
- ➔ accettazione da parte del consumatore e qualità del prodotto?

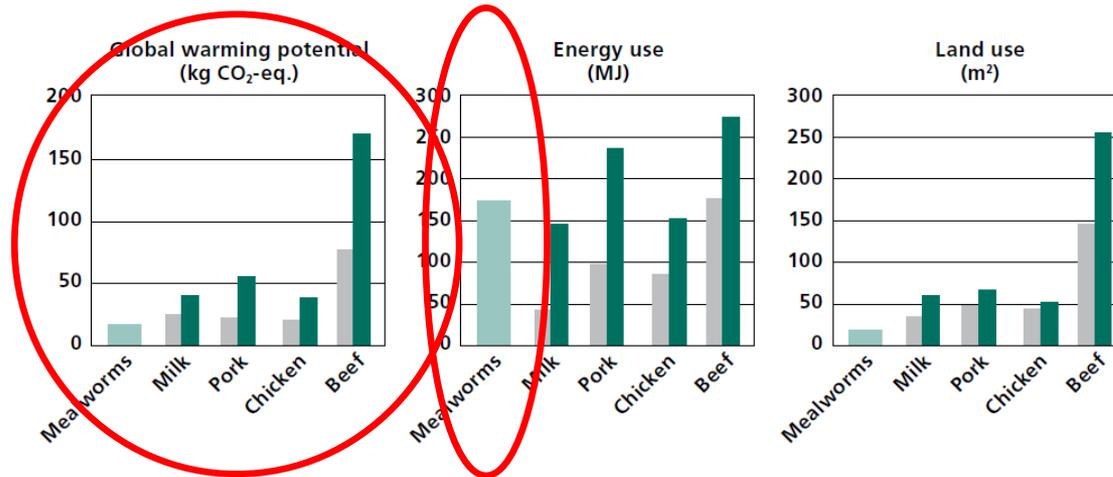
MICROALGHE

- ➔ poca standardizzazione in termini di composizione e **valore nutrizionale**, che varia in funzione della specie e del processo produttivo
- ➔ disponibilità sul mercato e **prezzo** del prodotto



Sostenibilità (non scontata) della produzione di insetti e microalghe

Greenhouse gas production (global warming potential), energy use and land use due to the production of 1 kg of protein from mealworms, milk, pork, chicken and beef



Poiché:

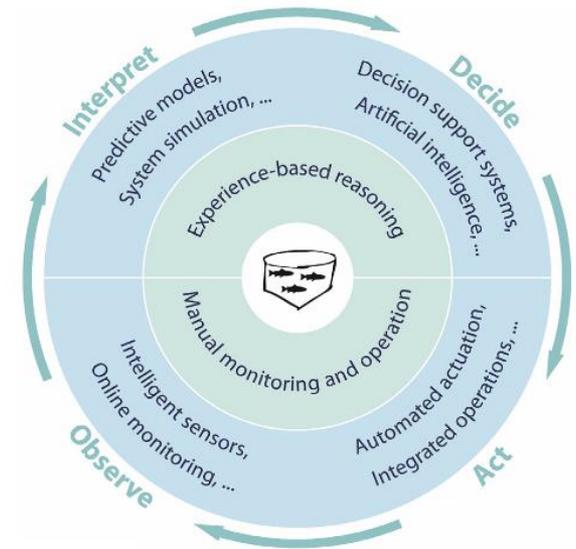
- le crescite ottimali, in termini di tempi, incrementi ponderali e di biomassa (e di valore nutrizionale), si ottengono solo su substrati di crescita idonei
- esiste un rapporto diretto fra le curve di accrescimento e di sviluppo e le condizioni ambientali (temperatura, radiazione solare, anidride carbonica,...)...

occorre mettere a punto e promuovere sistemi di produzione che, nell'ambito di un **approccio di economia circolare**, aumentino la sostenibilità (anche economica) di queste interessanti materie prime



Acquacoltura di precisione: un aiuto alla sostenibilità?

- crescente diffusione nel settore agricolo e zootecnico di nuove tecnologie per la razionalizzazione degli input di produzione, per la riduzione delle emissioni climalteranti, per la certificazione del processo di produzione, per il miglioramento del benessere e per il contenimento dei costi
- anche nel settore dell'acquacoltura, la **Precision Fish Farming (PFF)** consentirà agli allevatori di mettere in pratica una gestione puntuale dell'intero ciclo di produzione attraverso accurati sistemi di **rilevazione e interpretazione** dei parametri relativi all'ambiente, al comportamento e al benessere animale
- mediante l'implementazione di tecnologie e attrezzature specifiche, inoltre, sarà possibile intervenire puntualmente (anche in remoto) sull'ambiente e sugli animali per prevenire, mitigare o risolvere problematiche relative alla gestione dell'ambiente, agli accrescimenti e all'efficienza alimentare e all'insorgenza di potenziali patologie



Acquacoltura di precisione

- la PFF, impiegando strumenti specifici (sensori acustici e di valutazione della qualità dell'acqua, telecamere, sonar,...) e tecnologie d'avanguardia (sistemi di comunicazione wireless subacquei, tecnologia Wsense,...), interfacciati con software in grado di gestire sistemi molto complessi, consentirà nel prossimo futuro di migliorare la produttività in allevamento, il benessere degli animali e la sostenibilità ambientale
- l'utilizzo di queste tecnologie migliorerà la precisione delle operazioni, renderà possibile il monitoraggio in continuo della biomassa e ridurrà il lavoro manuale. Dall'elaborazione dei dati, ad esempio, verranno creati modelli di comportamento dei pesci (come accade sulle piattaforme social sulla base delle nostre preferenze) che aiuteranno l'acquacoltore nella gestione dell'impianto (es. nella somministrazione dell'alimento e nell'aggiunta di ossigeno)
- diversi approcci di PFF sono implementati da tempo negli impianti di allevamento (es. il monitoraggio dell'ossigenazione), altri sono stati sviluppati di recente, altri ancora...



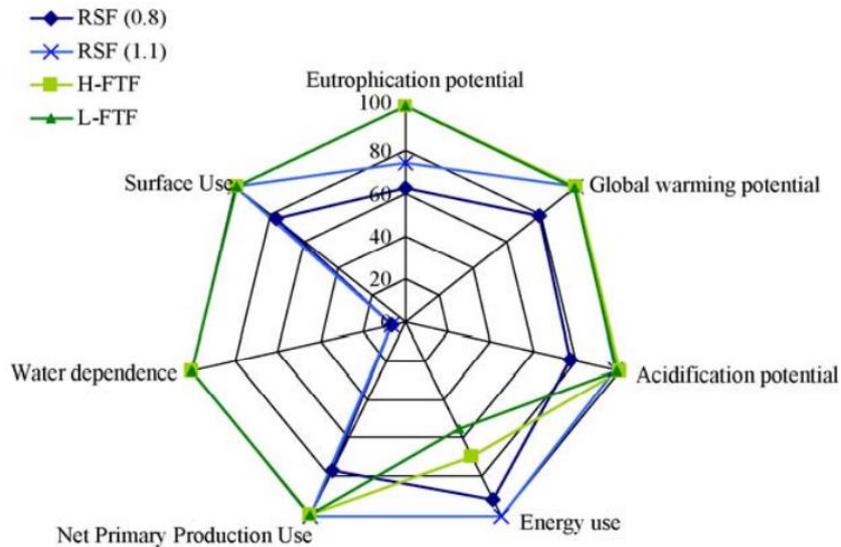
<https://vakiiceland.is/biomass-daily/>



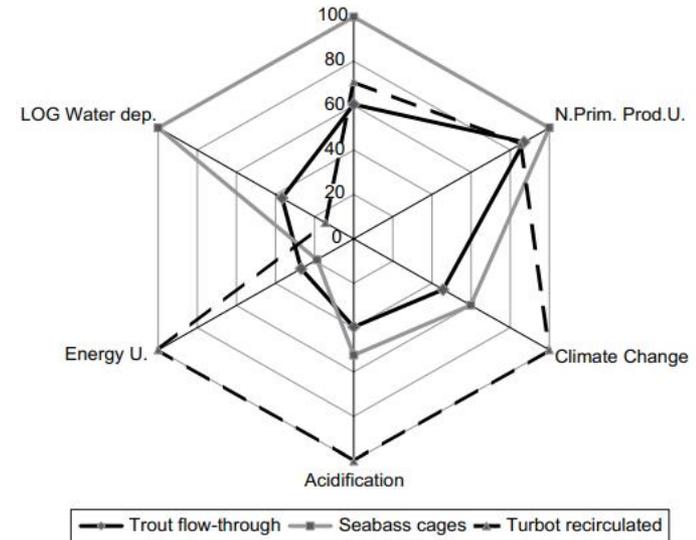
<https://www.aquafalcon.com/>



Sistemi a flusso continuo o sistemi a ricircolo?



d'Orbcastel e coll. (2009)



Aubin e coll. (2009)

In linea di massima, i sistemi a flusso continuo sono più impattanti di quelli a ricircolo...

Occorrerà rivedere, in futuro, il sistema di produzione almeno per alcune specie e in certi contesti?



Concludendo...

- il settore, negli ultimi vent'anni, ha fatto **grandi passi avanti in merito alla sostenibilità** delle produzioni (sostituendo gran parte delle farine e degli oli di pesce con farine di origine vegetale e sottoprodotti)
- la sostituzione delle farine di pesce con **farine vegetali**, però, ha determinato l'insorgenza di **nuove problematiche ambientali** legate all'impatto della coltivazione di queste materie prime e alla potenziale riduzione delle performance degli animali allevati
- i dati relativi agli impatti delle diverse produzioni certificano, già oggi, una **elevata efficienza ambientale del settore** (dato poco o nulla conosciuto dal consumatore...)
- per ridurre ulteriormente l'impatto riconducibile all'alimentazione occorre introdurre **materie prime innovative** caratterizzate (costi a parte) da elevati livelli di sostenibilità ambientale implementando in allevamento **nuove tecnologie** per aumentare l'efficienza di produzione
- per aumentare la sostenibilità delle **materie prime innovative** risulta però necessario sviluppare processi produttivi su larga scala, cercando **approcci di produzione circolare**
- ruolo del miglioramento genetico...

