



UNIONE EUROPEA
Fondo Sociale Europeo



Università
degli Studi
di Ferrara

Benessere animale negli allevamenti (ittici) in un'ottica di ecosostenibilità



**Percorso alla scoperta della magia degli elementi: Terra, Fuoco, Acqua Aria |
A braccetto con Poseidone**

Ricercatore: **Dott. Elia Gatto**

Referente scientifico: **Prof. Cristiano Bertolucci**



**Dipartimento
di Scienze Chimiche
e Farmaceutiche**

22 Settembre 2023



Introduzione

Prodotto Ittico

Pesca: cattura di organismi selvatici



© WWF



© Thinkstock



Acquacoltura: allevamento di pesci, crostacei, molluschi ed alghe

<https://theconversation.com/es/topics/fish-farming-63>

Confine non sempre così definito (ambienti di laguna, molte specie pescate sono allevate)



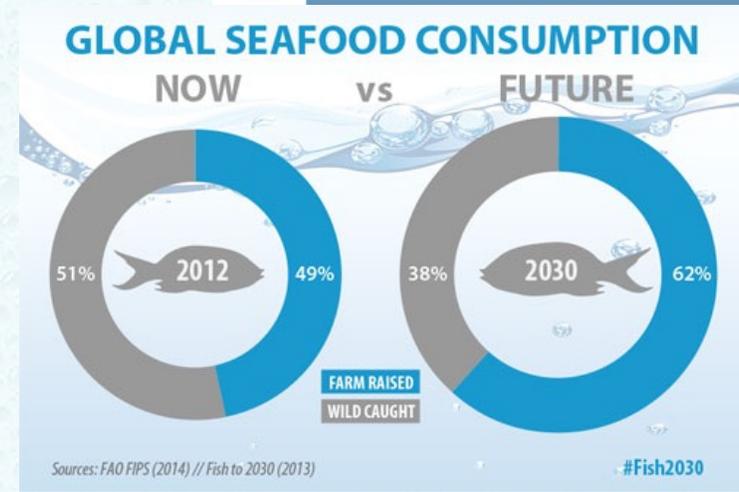
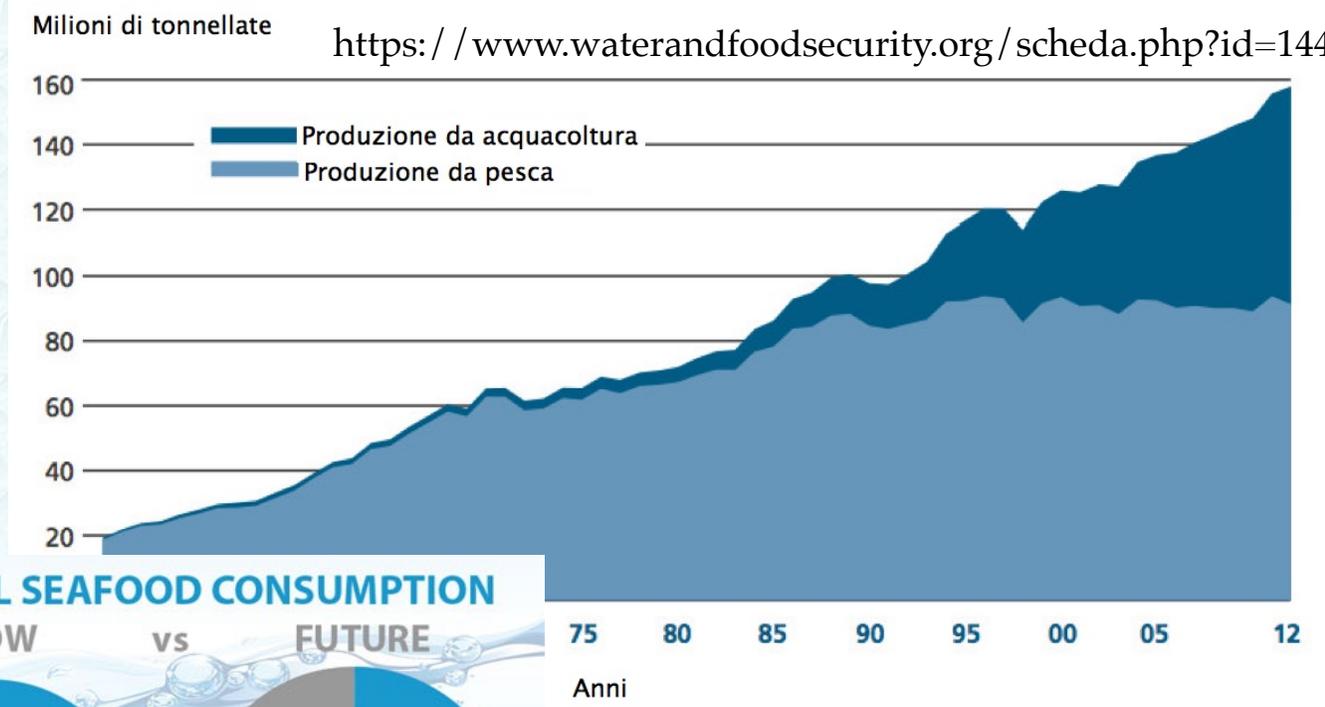
Entrambi i prodotti finiscono sugli stessi mercati e garantiscono apporto di proteine ed altri elementi necessari a soddisfare il fabbisogno umano.





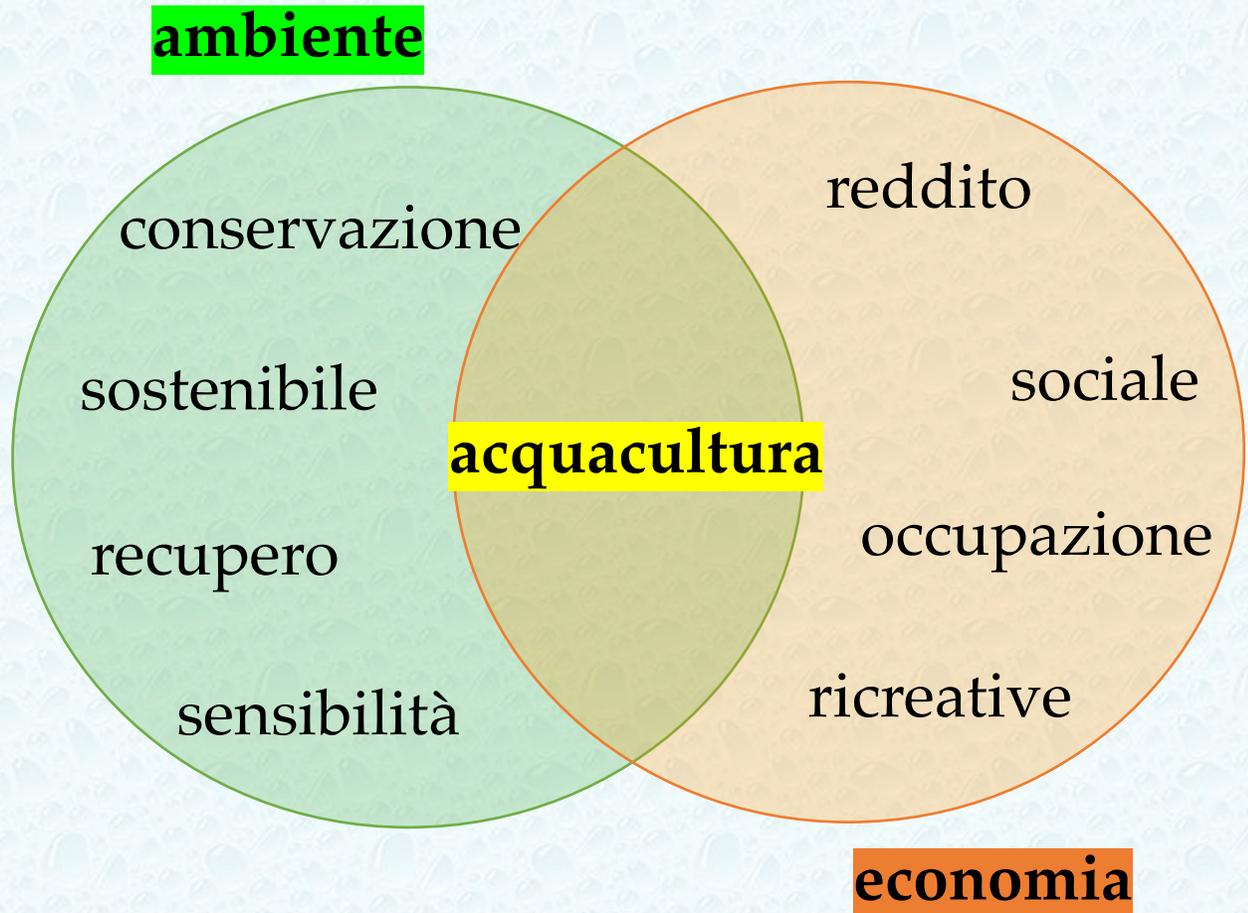
L'eccessivo sfruttamento delle risorse ittiche ha causato un'ingente perdita della biodiversità marina, al punto che le popolazioni naturali non sono in grado di provvedere al fabbisogno umano.

La piscicoltura si sta così affermando come una delle **più importanti attività di allevamento** a fini alimentari e di reintroduzione.



<https://www.fao.org/newsroom/detail/Fish-farms-to-produce-nearly-two-thirds-of-global-food-fish-supply-by-2030/en>





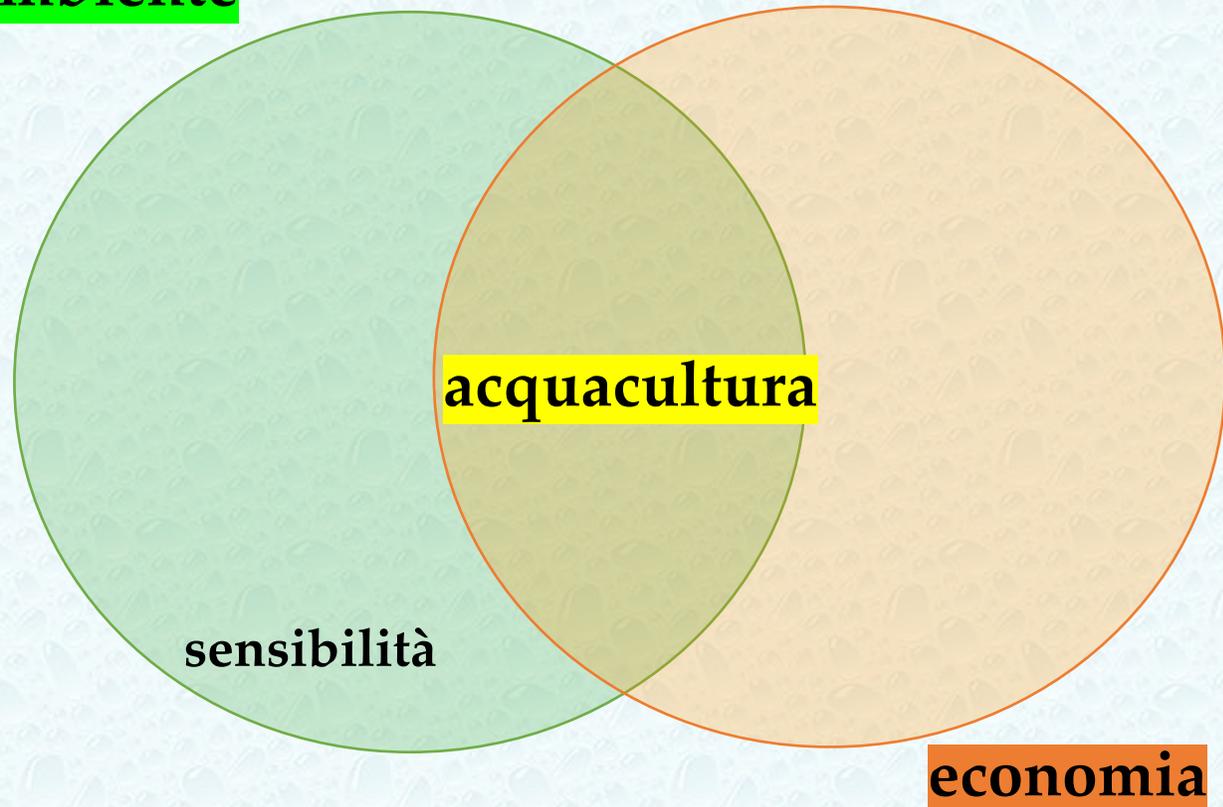
<https://www.savonanews.it/2010/08/21/leggi-notizia/argomenti/eventi-spettacoli/articolo/spotornooggi-torna-spotornocomics-con-la-satira-e-i-fumetti.html>





Introduzione

ambiente



Consapevolezza **etica** da parte dei **consumatori** ha comportato una **maggior attenzione** sulle condizioni presenti negli **allevamenti ittici**



Condizioni di **ridotto benessere** negli allevamenti,
peggiorano la qualità del prodotto alimentare

Tuttavia, le conoscenze sul **benessere dei pesci** e su come
misurarlo sono estremamente **ridotte** rispetto a quelle di
altri animali da allevamento.



Jean-Francois Monier / AFP, via Getty Images





Osservando il comportamento dei pesci, possiamo riconoscere lo stato di stress; studiare nuovi ambienti e stimoli in cui i pesci possano crescere; fornire conoscenze applicative smart al mondo delle aziende per migliorare benessere animale e la qualità del prodotto



https://3tres3.com.br/humor/granja-inteligente_1683/#img

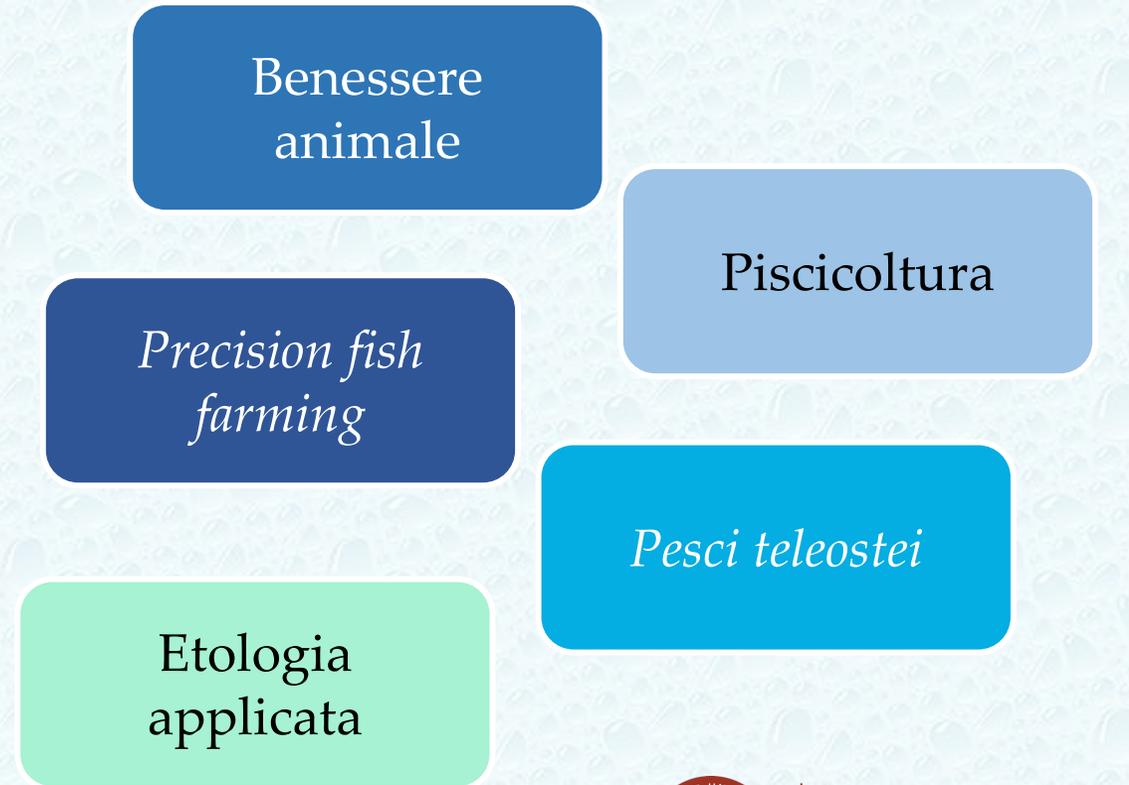




Obiettivi del progetto

Il progetto adotta una visione **innovativa** e **sostenibile** per approfondire le conoscenze applicative sul benessere animale e su come misurarlo attraverso **dispositivi automatici di precisione**.

Il progetto si basa su un **approccio sinergico** tra mondo scientifico della ricerca e **realità produttive** allo scopo di fornire strumentazioni smart e conoscenze volte a migliorare la **produzione alimentare**.

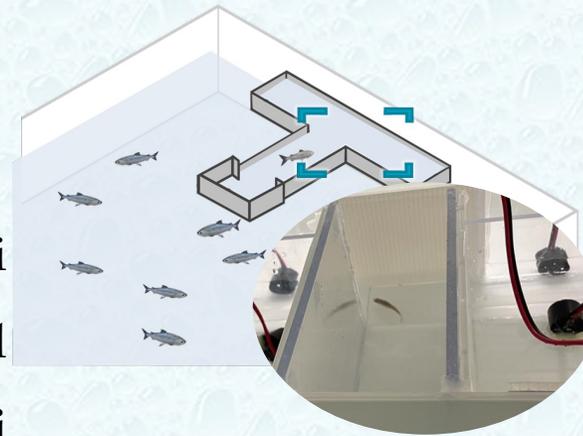




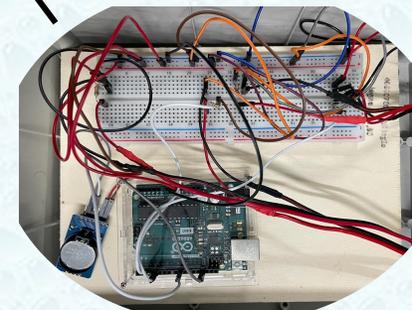
Metodologia

Fase 1: Dispositivi automatici per il monitoraggio del benessere animale

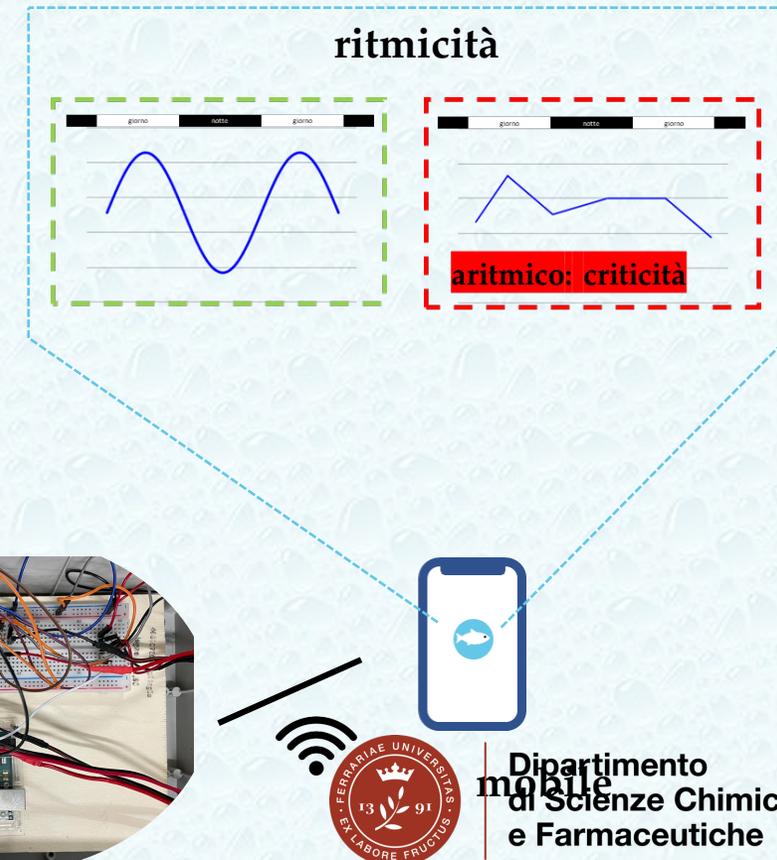
Il progetto si prefigge di descrivere nuovi **indici comportamentali** per misurare il benessere ittico. Saranno sviluppati **dispositivi automatizzati** ed **applicazioni mobili** che forniranno un **quadro chiaro** sullo stato di **benessere** dei pesci al fine di intervenire tempestivamente in presenza di criticità.



sensore



micro-computer

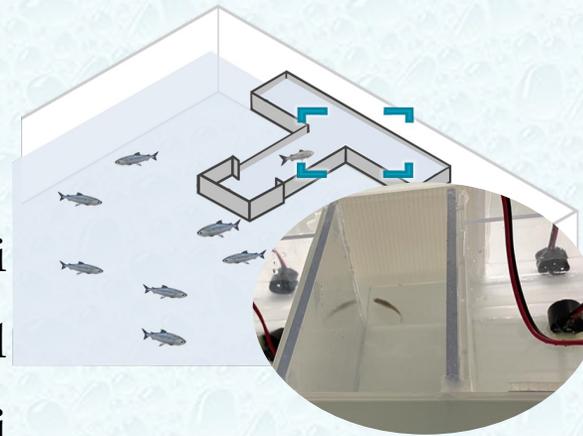




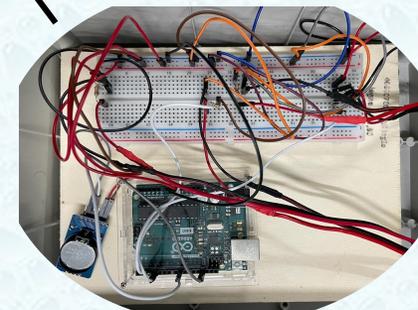
Metodologia

Fase 1: Dispositivi automatici per il monitoraggio del benessere animale

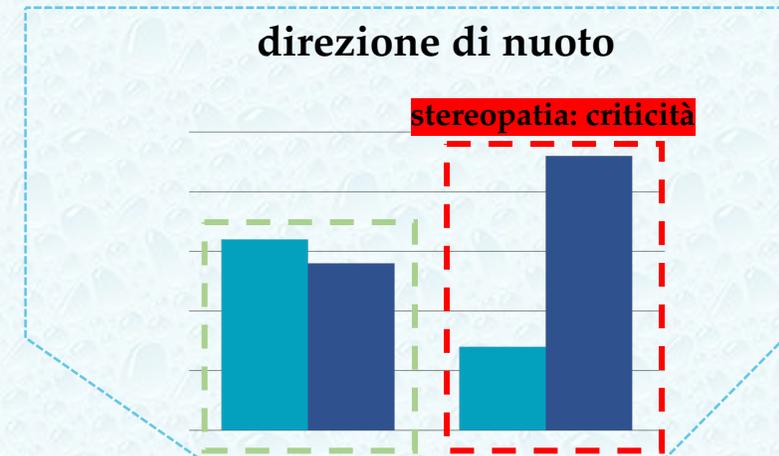
Il progetto si prefigge di descrivere nuovi **indici comportamentali** per misurare il benessere ittico. Saranno sviluppati **dispositivi automatizzati** ed **applicazioni mobili** che forniranno un **quadro chiaro** sullo stato di **benessere** dei pesci al fine di intervenire tempestivamente in presenza di criticità.



sensore



micro-computer

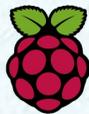




Fase 1: Dispositivi automatici per il monitoraggio del benessere animale



micro-computer



mobile

Stato di Welfare dei pesci

benessere

aggressività

fame

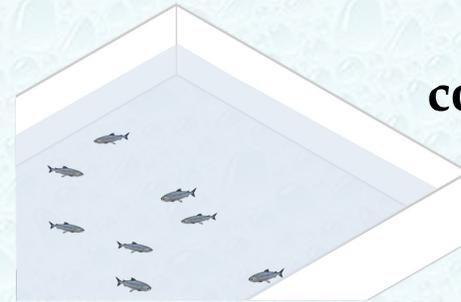




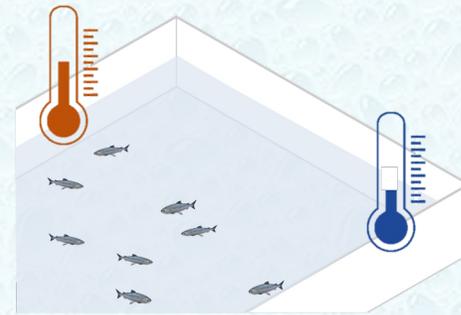
Metodologia

Fase 2: Arricchimenti ambientali per migliorare il benessere animale

Saranno studiate nuove forme di arricchimenti ambientali per migliorare il benessere in cattività, permettendo così agli animali di esprimere il proprio comportamento naturale.



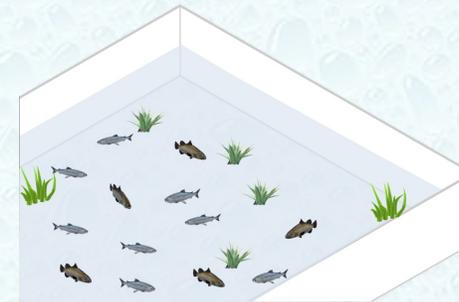
condizioni standard di allevamento



gradiente di temperatura

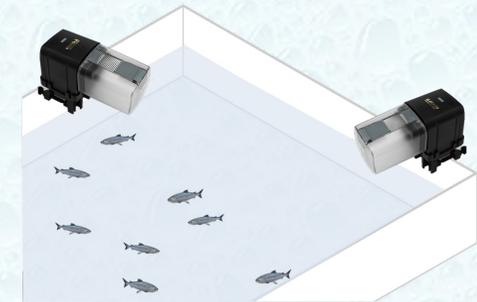
gli individui ricercano condizioni ottimali per le loro funzioni metaboliche

arricchimenti



biodiversità

Il benessere animale migliora in ambienti ad elevate biodiversità



cognitivo

gli individui esprimono comportamenti naturali di ricerca del cibo

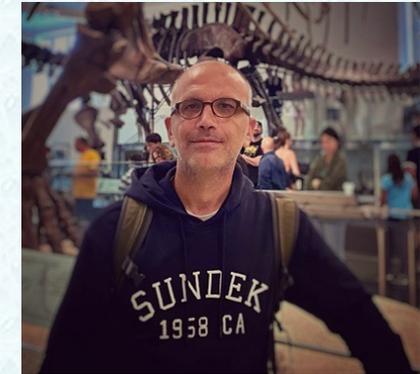




Fase 2: Arricchimenti ambientali per migliorare il benessere animale

Arricchimenti ambientali

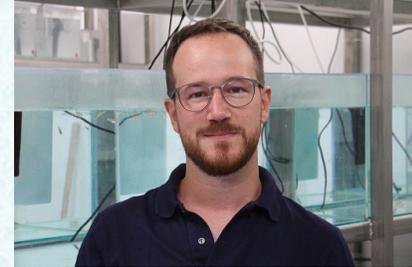
Numerose ricerche hanno dimostrato l'impatto dell'ambiente sul comportamento e cognizione animali....



Cristiano Bertolucci



Giulia Montalbano



Tyrone Lucon Xiccato

... tali conoscenze possono essere applicate per migliorare le condizioni di allevamento



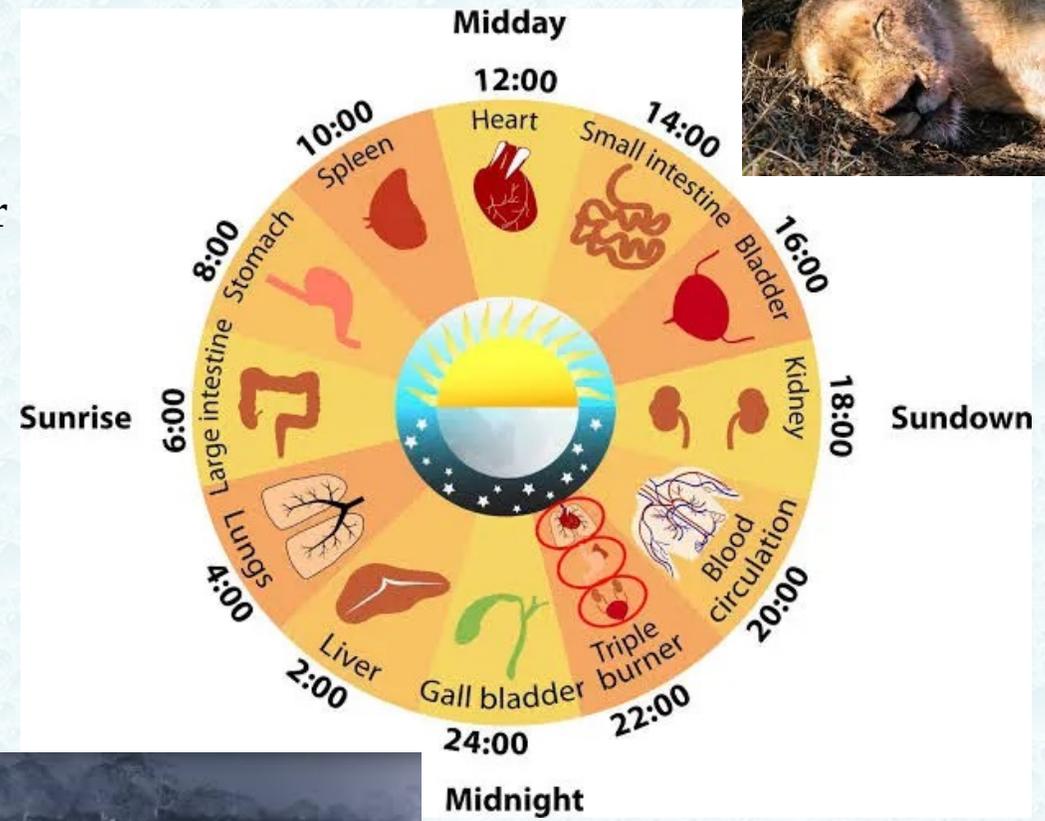
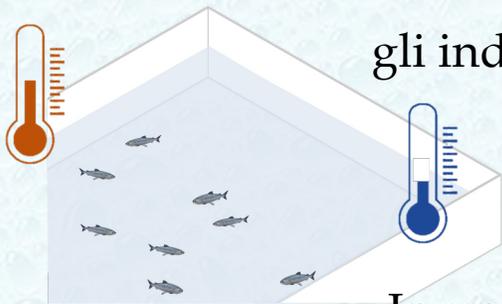


Fase 2: Arricchimenti ambientali per migliorare il benessere animale

gradiente di temperatura

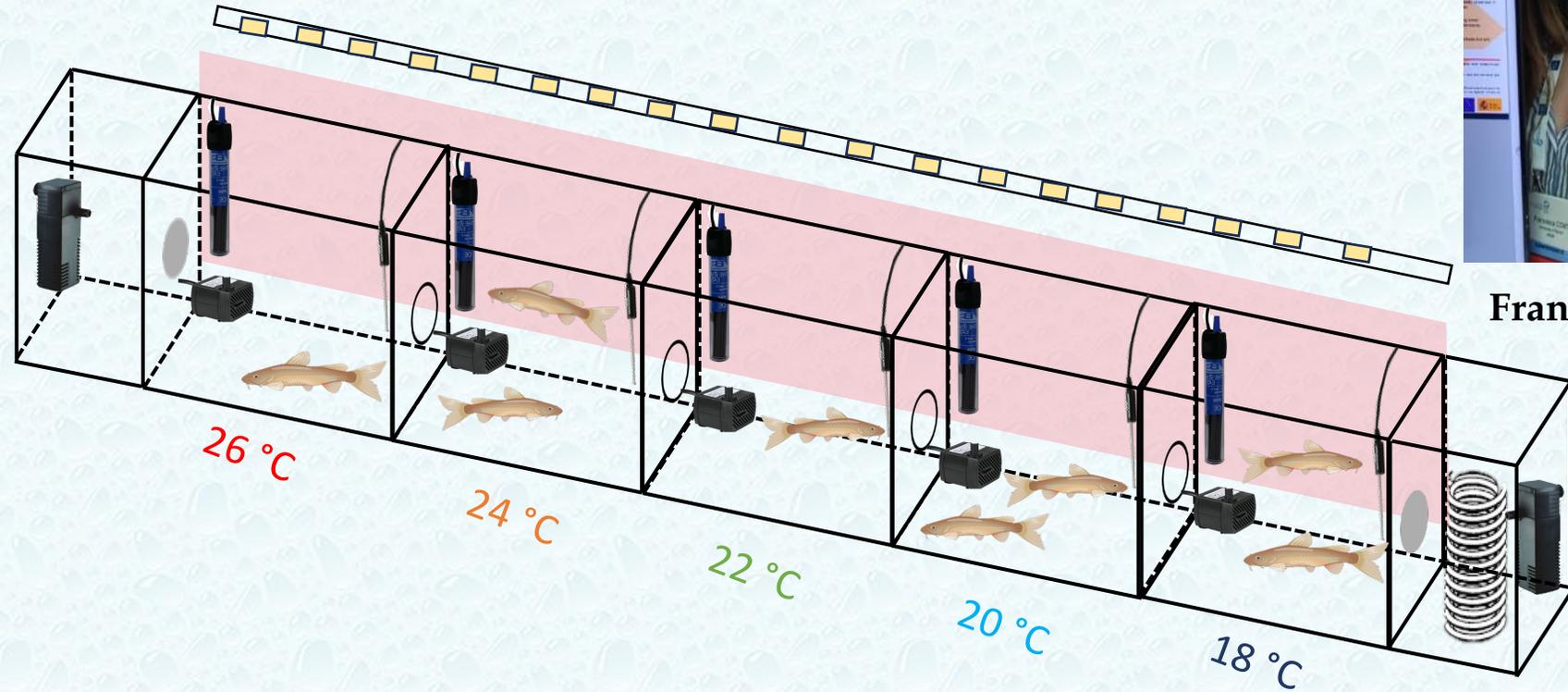
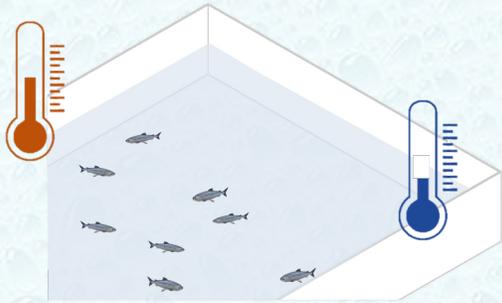
gli individui ricercano condizioni ottimali per le loro funzioni metaboliche.

In un mondo ritmico, in cui giorno e notte si alternano come le temperature, gli individui si sono adattati a queste condizioni, e di conseguenza, il loro corpo si è sincronizzato secondo questi ritmi.





Fase 2: Arricchimenti ambientali per migliorare il benessere animale



Francesca Conti



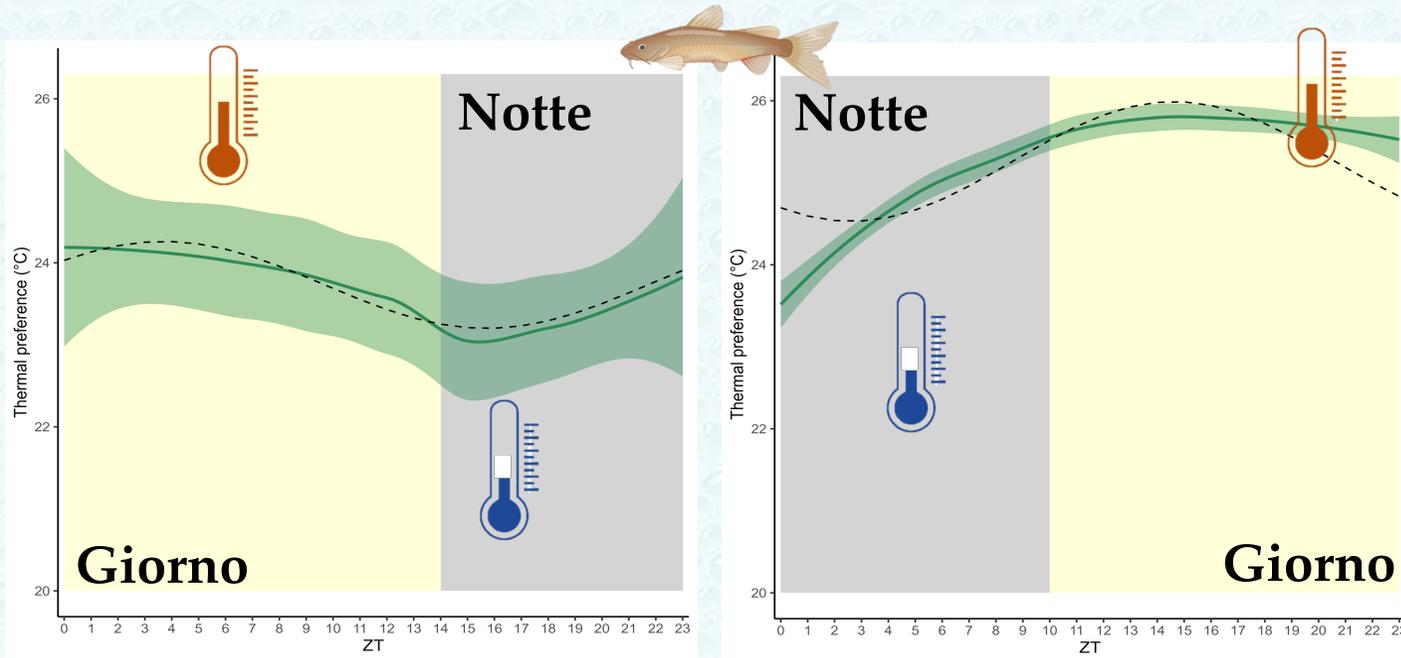
gradiente di temperatura
gli individui ricercano condizioni
ottimali per le loro funzioni
metaboliche



Dipartimento
di Scienze Chimiche
e Farmaceutiche



Fase 2: Arricchimenti ambientali per migliorare il benessere animale



Anche i pesci preferiscono rilassarsi al sole dopo pranzo

DAILY RHYTHMS OF THERMAL PREFERENCE IN THE BLACK BULLHEAD CATFISH *Ameiurus melas*

F. Conti (1) *, E. Gatto (2,3), G. de Alba (1), J.F. López-Olmeda (1), L. M. Vera (1), C. Bertolucci (3), F.J. Sánchez-Vázquez (1)

(1) Department of Physics, Faculty of Biology, University of Ferrara, 44100 Ferrara, Italy; (2) Department of Chemical, Pharmaceutical and Agricultural Sciences, University of Ferrara, 44121 Parma, Italy; (3) Department of Life Sciences and Biotechnology, Faculty of Biology, University of Ferrara, 44121 Parma, Italy. *e-mail: francesca.conti@unife.it

INTRODUCTION

- Fish, being ectothermic animals, display a thermal preference in their natural environment[1].
- daily cycles of light and temperature in a rhythmic planet are powerful environmental cues that entrain circadian clocks

In the wild, light-dark cycles and the daily variations in temperature are directly linked: **thermophase and cryophase**.

The aim of the study was to investigate the presence of daily rhythms of thermal preference in a nocturnal species with potential commercial interest such as the black bullhead catfish *Ameiurus melas*

METHODS

- Temperature Gradient Control
- Video recording
- Video Analysis (Ethovision XT)

Apparatus: 3 multi-chamber tanks in which fish are freely to move across the chambers [2,3].

Experimental Protocol:

- LD 14:10** (Random feeding during the night) Duration: 10 days
- DL 10:14** (Random feeding during the night) Duration: 10 days
- DD** (Constant) Duration: 10 days

RESULTS

Figure 1. Daily cycles of thermal preference of *A. melas* (red lines) rapidly entrained to the light-dark rhythm. The white and grey areas indicate the light and dark periods, respectively. The dashed lines indicate the circadian rhythm. The solid and grey areas indicate the thermal preference during the light and dark periods, respectively.

- First evidence of daily rhythm of thermal preference in a nocturnal species: warmer temperatures during the light and cooler temperatures during the dark
- Presence of endogenous rhythmicity: daily rhythm persists in constant DD. These information might be necessarily taken account for designing husbandry protocols in captivity for increasing fish welfare and quality of products

easyTRAIN



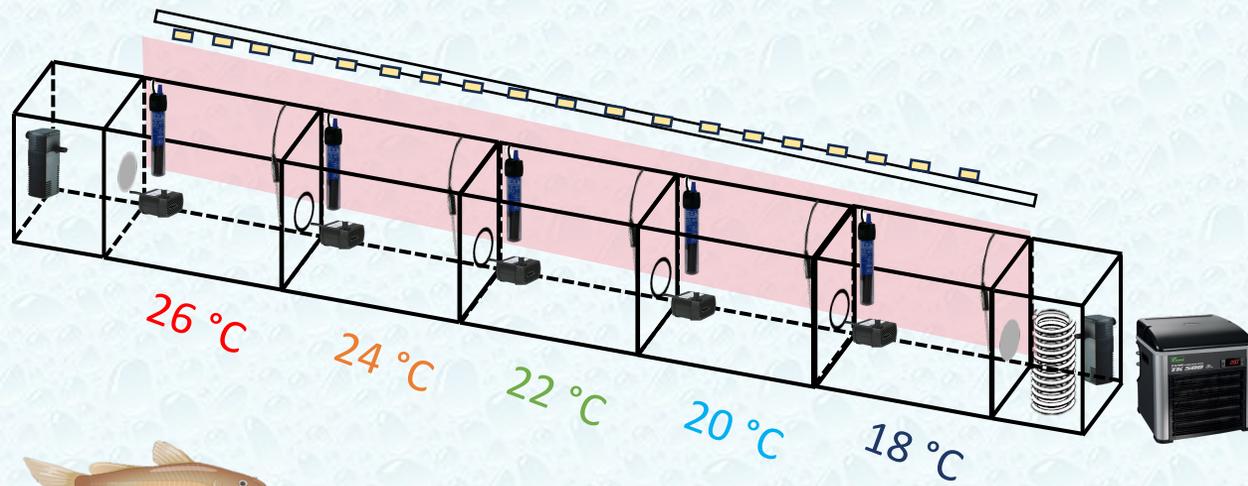
Francesca Conti

Dati presentati a
Aquaculture Wien 2023
Conference

Dipartimento di Scienze Chimiche e Farmaceutiche



Fase 2: Arricchimenti ambientali per migliorare il benessere animale



Pesce gatto nostrano (*Ameiurus melas*)



Tilapia del Nilo (*Oeochromis niloticus*)



Persico trota (*Micropterus salmoides*)

Preferenze termiche giornaliere in
specie di interesse commerciale
(tema inerente al progetto di
dottorato di Francesca Conti)



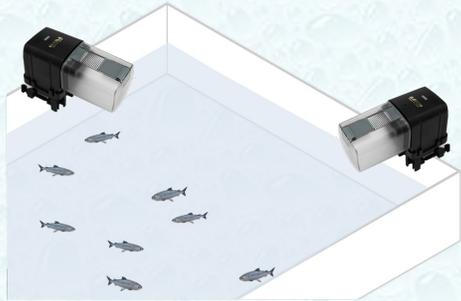
Francesca Conti

Fornire le condizioni migliori di
allevamento specifiche per ciascuna
specie al fine di migliorare il
prodotto.





Fase 2: Arricchimenti ambientali per migliorare il benessere animale



Arricchimenti cognitivi

Gli individui migliorano le loro capacità cognitive potendo esprimere comportamenti naturali interagendo con il proprio ambiente.



Fornisce agli animali la possibilità di esplorare, cercare attivamente risorse, interagire con il mondo esterno, migliora le loro capacità cognitive (esperienza = rispondo correttamente) ed il loro benessere





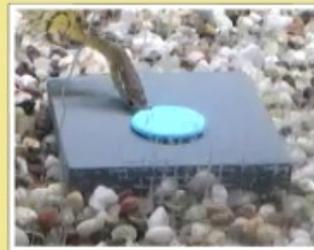
Fase 2: Arricchimenti ambientali per migliorare il benessere animale

Rispetto ai bovini, polli e maiali, i pesci sono più pigri (preferiscono la soluzione facile come i gatti!) ma sono attratti dalle nuove sfide e cercano attivamente il cibo nascosto ...



Fig 1. A female (left) and a male (right) guppies feed on the freely available source.

Fig 2. A female (left) and a male (right) guppies attempted to dislodge a disc in order to obtain the hidden food reward.



...seppur questo vale per le femmine, mentre i maschi sono proprio pigri!

Do captive fish need cognitive enrichment? A study with a foraging problem-solving task

Chiara Varracchio, Elia Gatto, Cristiano Bertolucci, Tyrone Lucon-Xiccato

XXXIX Convegno della Società Italiana di Etologia S.I.E.
12-14 Settembre 2022
PADOVA

In the wild, animals are often required to solve foraging problems in order to obtain food resources [1]. Not surprisingly, some species seem to be hardwired to solve foraging problems. Providing opportunities for animals to work for food might be a useful approach to increase the welfare of captive animals. Indeed, several captive species displayed complex foraging behaviour and a marked preference towards solving problems versus freely access to food resources [2,3,4].

We currently do not know whether cognitive enrichment might improve welfare for the group of vertebrates with the highest number of individuals breed in captivity, the teleost fish.

Here, we investigate whether fish maintained in captive condition display some interest in solving foraging problems in spite of a freely available food source.

We exposed 16 adult guppies (*Poecilia reticulata*; 4 males and 8 females) of an ornamental strain to the choice between two food sources:

- a freely available food item presented in a small hole (Fig. 1)
- an enriched foraging context in which fish have to solve a problem, dislodging a disc that blocks access to the food (Fig. 2)

We administered 50 choice trials across 5 consecutive days. We recorded the first choice (freely available food vs problem), whether the fish completed the trial (i.e., whether it consumed both food items), the time to make the first choice, and the time to consume both food items.

In general, guppies showed a preference to first consume the freely available food opportunity (Fig. 3). However, in approx. 16% of the trials, the guppies spontaneously solved the foraging problem before eating the freely access food, suggesting at least a moderate interest in the proposed cognitive enrichment. Interestingly, male guppies showed a significantly lower propensity to chose at first the foraging problem ($t_{10} = 3.597, P = 0.005$).

In addition, female generally solved the foraging problem even after consuming freely available food, resulting in a greater percentage of completed trials for this sex (Fig. 4a). Conversely, males showed a decrease in their propensity to solve the problem over testing days ($\chi^2 = 17.523, P < 0.001$; Fig. 4a) and similarly an increase in the time to complete the task ($F_{1,52815} = 33.297, P < 0.001$; Fig. 4b).

When considering only the complete trials, female showed higher propensity of solving the problem at first ($\chi^2 = 4.420, P = 0.036$; Fig. 5a) compared to males. Moreover, male required longer time to make their first choice across days ($F_{1,52887} = 28.435, P < 0.001$; Fig. 5b).

Overall, our results suggested that guppies in captive conditions display some interest to a cognitive enrichment consisting in a problem to be solved to obtain the food. Therefore, providing cognitive enrichments might improve welfare in captive fish. Additionally, we found striking sex differences in the propensity to solve the foraging problem. Sexual differences in welfare recruitments deserves attention in future studies.

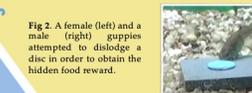
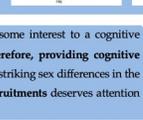
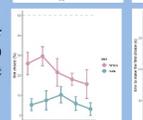
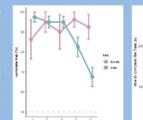
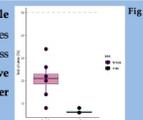


Fig 2. A female (left) and a male (right) guppies attempted to dislodge a disc in order to obtain the hidden food reward.



INTRODUCTION

OBJECTIVES

METHODS

RESULTS

CONCLUSIONS



Chiara Varracchio
Arricchimenti Cognitivi

Dati presentati al congresso della
Società Etologica Italiana 2022

Padova

&

Società Italiana di Biologia

Evoluzionistica 2022



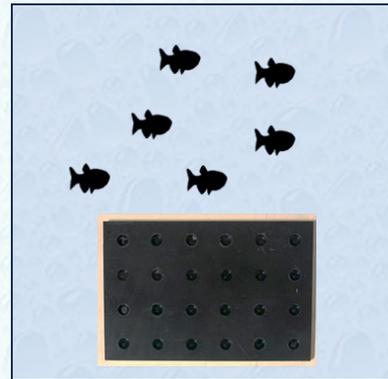
Dipartimento
di Scienze Chimiche
e Farmaceutiche



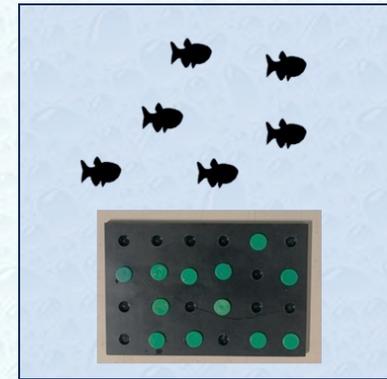
Fase 2: Arricchimenti ambientali per migliorare il benessere animale

I pesci cercano attivamente il cibo ed esplorano il mondo che gli circonda; sono attratti dalle sfide cognitive per ottenere una ricompensa.

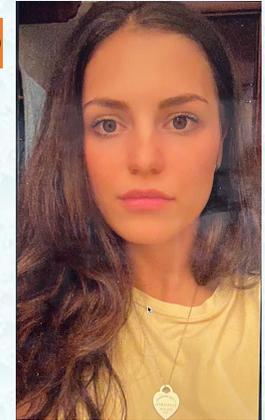
Pesci allevati in un **ambiente arricchito cognitivamente** mostrano un **minor stato di stress** (sono più attivi, percorrono maggior distanza ed esplorano nuove aree) rispetto ad pesci allevati in condizioni prive di arricchimenti



Pesci allevati in condizioni standard

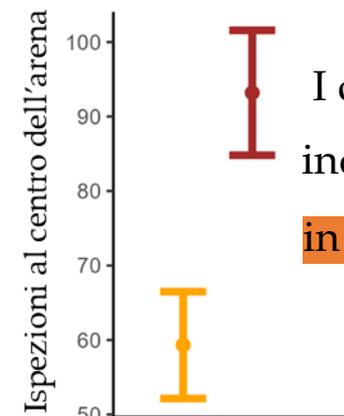
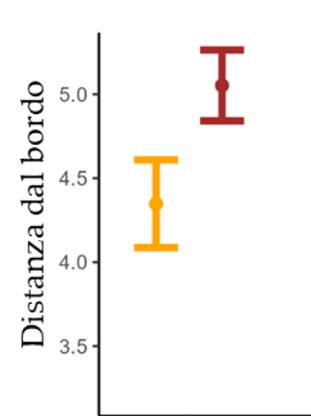
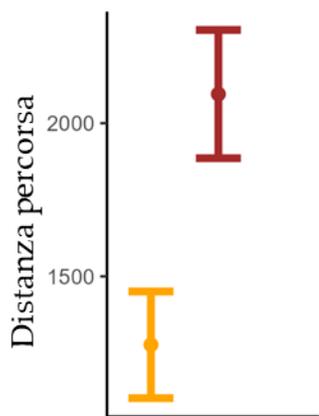


Pesci allevati in arricchimento



Chiara Varracchio

Arricchimenti Cognitivi



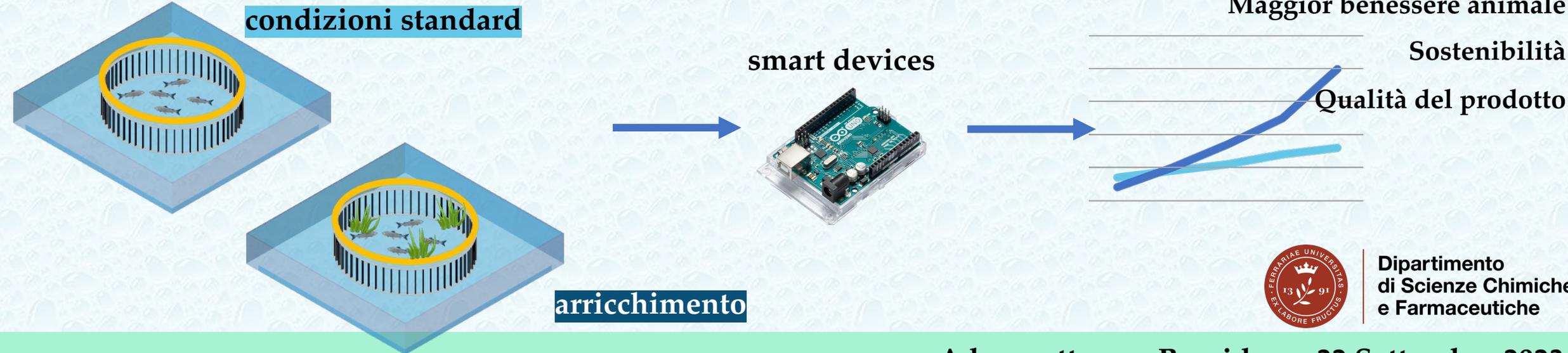
I comportamenti osservati indicano che **i pesci allevati in ambiente arricchito** sono **meno stressati**





Fase 3: Applicazione in allevamento e valutazione della qualità del prodotto

L'efficacia dei nuovi arricchimenti ambientali sarà validata in aziende di piscicoltura tramite la registrazione degli indici comportamentali a mezzo dei **dispositivi automatici**, il miglioramento della **qualità del prodotto** ittico alimentare e del **benessere comportamentale** degli animali destinati ai **ripopolamenti** a supporto delle popolazioni naturali a rischio.





Fase 3: Applicazione in allevamento e valutazione della qualità del prodotto

<https://alvearechedicesi.it/it-IT/producers/51814/farm>

<https://www.lacarpakoi.com>

MJ ENERGY SRL
SOCIETÀ AGRICOLA



Dr. Sergio Ciriaco



Progetto in collaborazione con
Prof. Ike Olivotto ed il suo team





Fase 3: Applicazione in allevamento e valutazione della qualità del prodotto

Acquacoltura: impatto intenso sull'ambiente (utilizzo eccessivo di risorse idriche e rilascio di contaminanti/nutrienti nell'ambiente)

Alimenti innovativi nei mangimi per ridurre impatto dell'acquacoltura sull'ambiente

Insetti forniscono proteine animali sostitutive ad un minor rilascio di sostanze inquinanti

Quali sono gli **impatti** di queste diete sui **pesci**?

I mangimi alternativi a base di insetti hanno influenze negative sullo stato fisico e sullo stato benessere dei pesci, risultando così in un prodotto di minor qualità?



Branzino



Farine con 0%, 3% o 20% di proteina d'insetto arricchite con spirulina





Black soldier fly (*hermetia illucens*) prepupae meal did not affect individual and group explorative swimming traits in European seabass (*Dicentrarchus labrax*):

An ethological study on fish welfare

Elia Gatto^{a,b}, Matteo Zarantoniello^c, Cristiano Bertolucci^b, Ike Olivetto^c

INTRO
Among the future challenges that aquaculture will face, modern techniques are focusing on the development of more sustainable aquafeed [1]. However, the impact of these alternative aquafeed on fish welfare has marginally been investigated.

OBJECTIVES
Here, we applied an ethological approach to characterize some behavioural Operational Welfare Indicators (OWIs) [2] to assess the welfare state of the European seabass (*Dicentrarchus labrax*) fed with different regimes of insect-based meal while coping with a novel situation.

METHODS
TREATMENT: the feeding treatment (90-days) was conducted in aquaponic systems at Mj Energy srl Società Agricola (Treia, Macerata, Italy), <https://alvearechedicsi.it/it-IT/producers/51814/farm>.

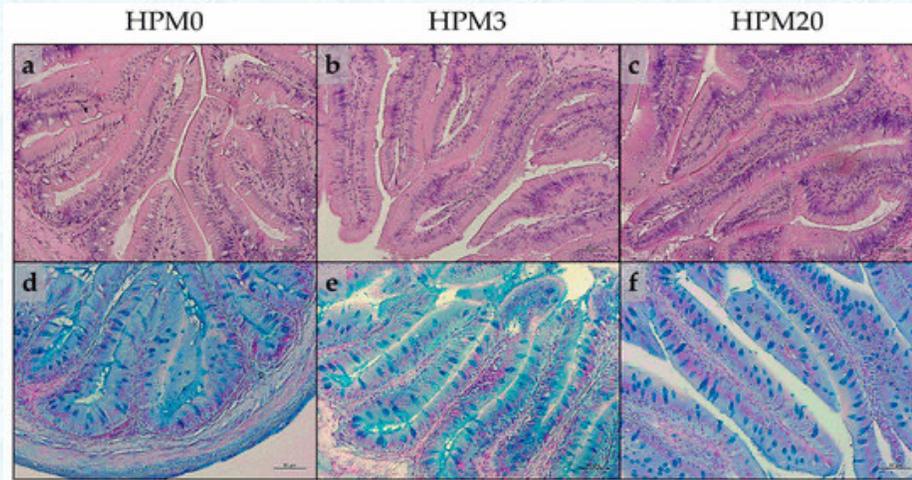
BEHAVIOURAL TEST: We observed individual and group exploration activities traits in an open field.



Treatment (90 days)

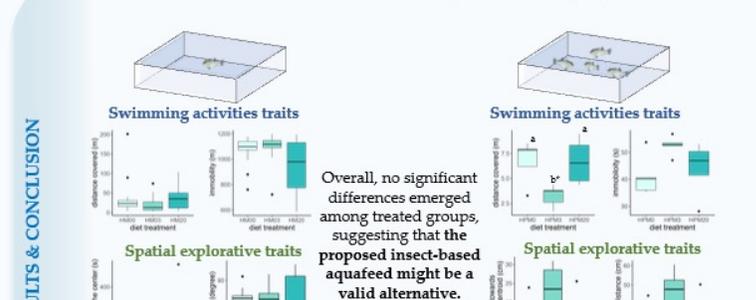


HM00% HM03% HM20%
Fish meal replacement with full-fat spirulina-enriched black soldier fly prepupae meal (FMO) [3]

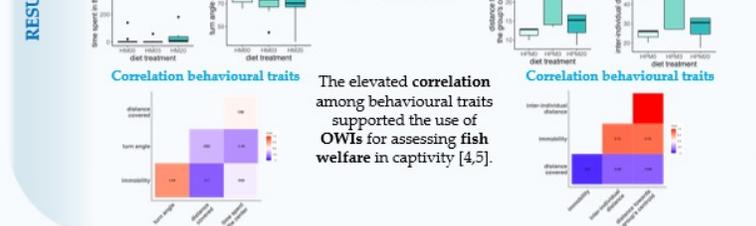


Regimi di dieta basati su mangimi alternativi a base di farine di insetto non provocano effetti negativi ai pesci, risultando così essere un prodotto di qualità e sostenibile

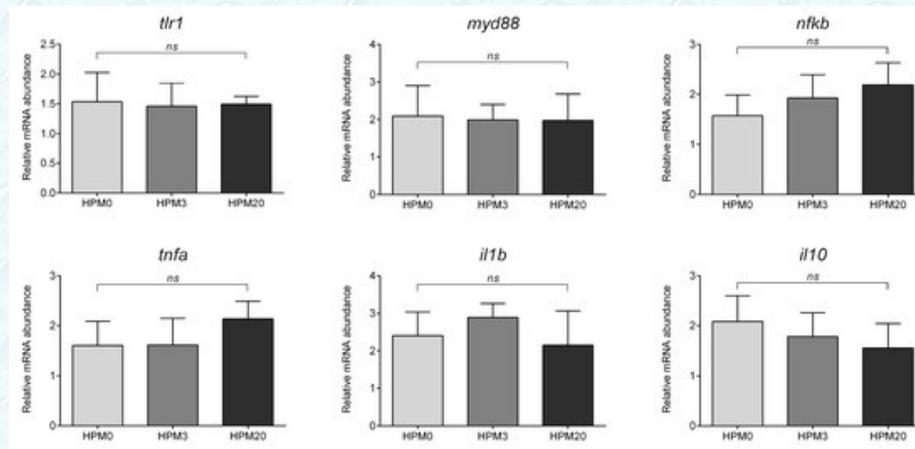
RESULTS & CONCLUSION
Individual analysis (sample size: 12 × treatment)
Group analysis (sample size: 5 4-fish group × treatment)



Overall, no significant differences emerged among treated groups, suggesting that the proposed insect-based aquafeed might be a valid alternative.



The elevated correlation among behavioural traits supported the use of OWIs for assessing fish welfare in captivity [4,5].



Dati presentati a Aquaculture Wien 2023 Conference;

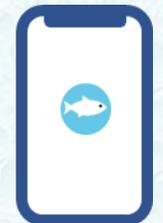
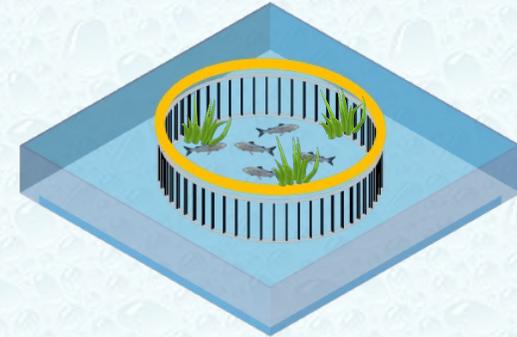
Publicazione <https://www.mdpi.com/2076-2615/13/12/1921>





In conclusione

- Validazione degli **indici comportamentali** e sviluppo di *smart device* in laboratorio.
- Nuove forme di **arricchimento comportamentale** per gli impianti di allevamento.
- **Applicazioni mobile** per gli allevatori sul **monitoraggio** dello stato di benessere.





Ringraziamenti

- Dipartimento di Scienze Chimiche, Farmaceutiche ed Agrarie, il Direttore Prof. Alberto Cavazzini
- Team Terza Missione DOCPAS (Prof.sse C. Contado, B. Cacciari, A. Ciancetta, A. Maietti, P. Marconi)

<https://events.unife.it/docpas/2023>

- Unife per il Public Engagement 2023

Ricordiamo che potete vedere e toccare con mano alcuni dispositivi all'evento della Notte dei

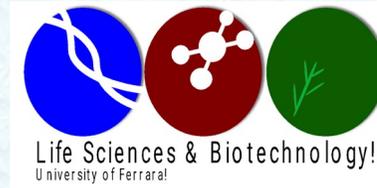
Ricercatori 29 Settembre 2023 (Prof.ssa Rita Cortesi e team)

<https://www.unife.it/it/notte-ricercatori>





BEHAVIOURAL BIOLOGY LAB



Prof. Cristiano Bertolucci

head of the Group



Prof. Tyrone Lucon Xiccato



Dott.ssa Elena Frigato



Dott. Elia Gatto





Riferimenti del progetto al SNSI 2014-2020:

- Area tematica (1): Salute, alimentazione, qualità della vita
 - Traiettorie di sviluppo: Sviluppo dell'agricoltura di precisione e l'agricoltura del futuro
- Area tematica (2) Industria intelligente e sostenibile, energia e ambiente
 - Traiettorie di sviluppo: Processi produttivi innovativi ad alta efficienza e per la sostenibilità industriale

Riferimenti del progetto al PNR 2021-2027:

- Ambito 5.6 Prodotti alimentari, bioeconomia, risorse naturali, agricoltura, ambiente:
 - 5.6.2 Scienze e tecnologie alimentari
- Articolazioni: 4. Alimentazione sana e sostenibile
- Articolazione 5. Fonti proteiche e loro utilizzo nelle tecnologie alimentari
 - 5.6.3 Bioindustria per la bioeconomia
- Articolazione 2. Bioindustria circolare
 - 5.6.4 Conoscenza e gestione sostenibile dei sistemi agricoli e forestali
- Articolazione 1. Miglioramento sostenibile delle produzioni primarie
- Articolazione 2. Sicurezza e qualità delle produzioni primarie (Priorità di ricerca 2.a)

Riferimenti bibliografici

[1] FAO 26/II-2III 2001 <https://www.fao.org/3/y1500e/y1500e00.pdf>; [2] Braithwaite & Salvanes (2010). Anim. Welf. 19:139-149; [3] <https://www.fao.org/news/story/en/item/213522/icode/>; [4] Eurogroup for Animals (2018) Fish Welfare Survey; [5] Golovanov (2006). J. Ichthyol. 46:S180-S187; [6] Broom et al. (2013). Proc. Royal Soc. B. 280:20132025; [4] Gebauer et al. (2021). Biology 10:1162;

Lavori pubblicati dal gruppo di ricerca Behavioural Biology Lab:

<https://scholar.google.com/citations?user=CvuN6YUAAAAJ&hl=it&oi=ao>
<https://scholar.google.com/citations?user=Lcq6QAAAAJ&hl=it&oi=ao>
<https://scholar.google.com/citations?user=CQxiBUgAAAAJ&hl=it&oi=ao>
<https://scholar.google.com/citations?user=aanK0yoAAAAJ&hl=it&oi=ao>

