UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI DI TRIESTE

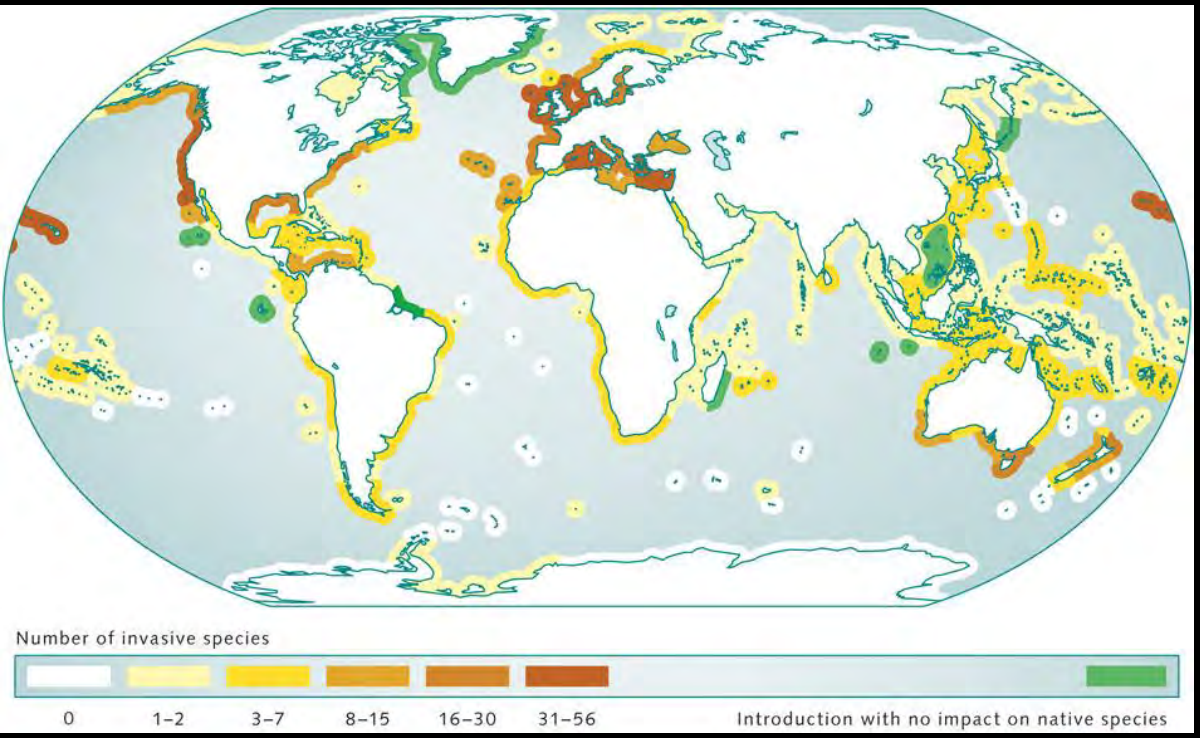
LAUREA MAGISTRALE IN SCIENZE PER L'AMBIENTE MARINO E COSTIERO

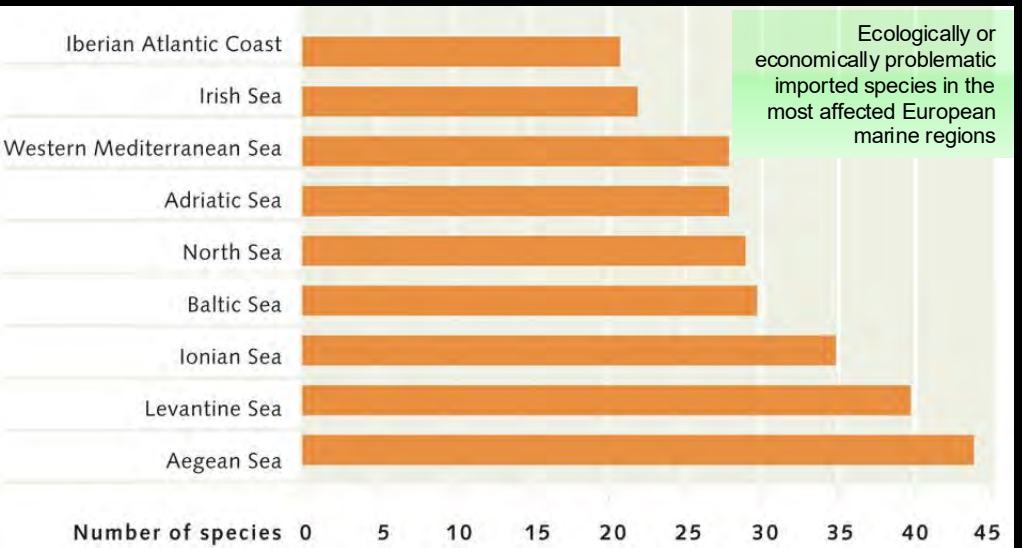
Biologia ed Ecologia della Pesca

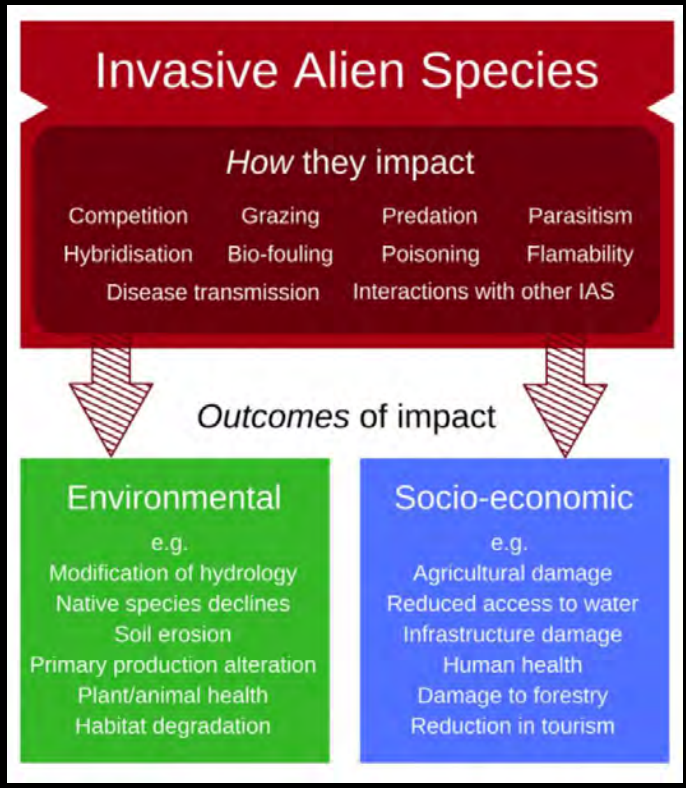
Invasive marine species effects on Biodiversity and ecosystem function

Antonio Terlizzi
Laboratorio di Zoologia e Biologia Marina
aterlizzi@units.it

Invasive Species (IAS): the problem







Direct impacts of IS and their management **cost the global economy billions of US$ annually**.

IAS cost the EU at least **€12.5 billion/year**

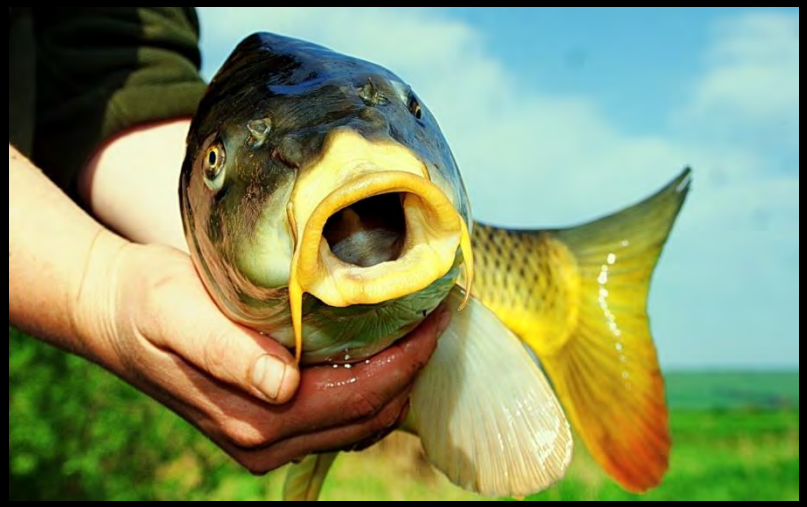
Introduction of Aliens

Alien species (**allochthonous**, **foreign**, **exotic**, **introduced**, **non-indigenous**, **non-native**) are species, subspecies, or lower taxon, introduced outside its normal past or present distribution and outside of their natural dispersal potential; includes any part, gametes, seeds, eggs, or propagules of such species that might survive and subsequently reproduce.

Autocthonous species (synonyms **indigenous**, **native**) are species, subspecies, or lower taxon living within its natural range (past or present), including the area that it can reach and occupy using **its own legs, wings, wind/waterborne or other dispersal systems**, and therefore without human intervention, even if it seldom found there.

Para-autochthonous species

In Italy, this term refers to a species of plant or animal, non-native to a certain environment, which was introduced and naturalised before 1500 (Genovesi, 2007). According to the Decree of the President of the Italian Republic, no. 120/03, these species may be considered **autochthonous**.



Introductions

Accidental

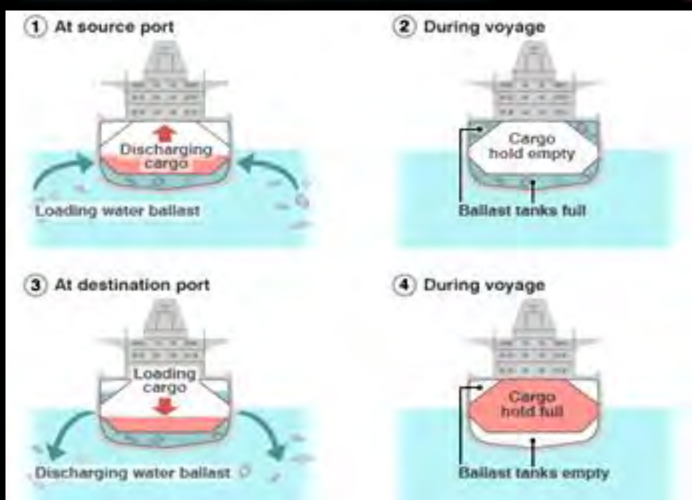
Intentional

Aquaculture

Hunting

Fishing

Reforestation



Ballast water

BIBBIANO / Pescatore libera un siluro, ma così viola le norme regionali

Non uccide, multato

di Nina Reverberi

BARCO (Bibbiano) - Uccidere un pesce è normale, ma liberarlo può costare caro. Lo ha scoperto Yuri Grisendi, abitante a Barco e gestore del distributore di metano a Cavriago, presidente del Gruppo Siluro Italia. Circa 300 appassionati che seguono la regola del "catch & release", che significa "cattura e rilascia". Anziché in padella, i pesci sono rigettati vivi in acqua.

Il 14 agosto, nel piacentino, Grisendi cattura con Andrea Pomati, Andrea Peracchi e Alberto Magagnato (tre soci del Gruppo) un siluro record: 103 chili per 2 metri e 42 centimetri di lunghezza (il mondiale omologato è di 94 chili). Ma Grisendi rinuncia al record e ributtano il siluro in acqua, dopo averlo fotografato e massaggiato (per aiutarlo a superare lo stress da cattura).

La foto finisce su un giornale di Piacenza, e questo provoca l'intervento di alcune guardie ittico - venatorie, che avvertono il comando di Polizia provinciale. Grisendi ha violato la legge regionale 11/93 che proibisce il rila-

I pesci non autoctoni non possono essere rigettati in acqua. Ma Grisendi pratica la "cattura e rilascia"

nenti a specie alloctone». Una volta pescati, questi animali che non solo tipici della nostra zona e che sono considerati una minaccia, come predatori, delle specie autoctone, non possono essere rigettati vivi in acqua.

Ma Grisendi (che pubblica anche articoli e foto su riviste specializzate) si ribella e annuncia che non pagherà l'ammenda di 102 euro, mentre è lui stesso a scrivere un'autodenuncia e a presentarla alla Polizia provinciale. «La mia coscienza mi proibisce di uccidere un animale - dice -, e non sarà una legge che mi convincerà a farlo. A uccidere le specie autoctone è stato ben più l'inquinamento che non gli animali predatori». La pesca sportiva, dice Grisendi, diventerebbe impossibile applicando la legge regionale: «Da noi ormai il 90 per cento dei pesci non sono autoctoni».

La difesa del pescatore sportivo Grisendi potrebbe sfruttare un'indicazione prevista dalla stessa legge regionale. Che prevede di portare le specie alloctone catturate in bacini di accoglienza, future oasi ecologiche. «Ma questi centri non esistono e non li faranno mai, perché costerebbe troppo - dice Grisendi -. L'unica soluzione, se non volevo mangiarlo, era di liberarlo in acqua». E poi il suo siluro era di 103 chili. «Diventa comunque difficile per un privato poter trasportare una simile bestia», conclude Grisendi.

Yuri Grisendi e Andrea Pomati con il siluro da record

A Cavriago socialisti in festa Domani il dibattito sulle elezioni

CAVRIAGO — Fanno festa anche i socialisti dello Sdi, quelli dell'ala sinistra. Al parco Pertini (da stasera a lunedì e da venerdì a domenica prossima), spettacoli, danze e buona cucina.

Questa sera, a partire dalle 21, l'orchestra di Athos Bassissi; domani, Caccia e le Volpi. Ovviamente, non potranno mancare i dibattiti sulle prossime elezioni amministrative. «C'è troppo nervosismo intorno alle candidature, che non possono riguardare solo le forze maggiori dell'Ulivo, Ds e Margherita», fa notare Giorgio Carpi, membro dell'esecutivo. Ds, Margherita e Sdi ne discutono (tra segretari) domani alle 21. Il 3 settembre arriva invece Ugo Intini; il 6, dibattito sul loro Maccanico con gli on Albertini, Felisetti e Montecchi.

Toano Battaglia di monte Castagna, non suonano i Modena City Ramblers

TOANO - Domani alle 16.30 inaugurazione della nuova lapide (dopo i vandalismi dell'anno scorso) in ricordo della battaglia partigiana del 1 aprile 1945 a monte Castagna, sopra Ca' Marastoni. Ritrovo alle 16 alla base del sentiero per Monte Castagna. Presenti, ma non suoneranno (contrariamente a quanto annunciato), alcuni esponenti dei Modena City Ramblers.

Castelnovo Monti Servizi veterinari, interpellanza di Ferrari sul riassetto Ausl

CASTELNOVO MONTI - Il capogruppo consiliare della "Voce della montagna", Vincenzo Ferrari, ha inviato un'interpellanza al sindaco Leana Pignedoli in cui chiede se è a conoscenza del "forte riassetto dei servizi veterinari provinciali che sembra essere in atto da parte dell'Ausl". Per Ferrari il riordino inciderà sulla configurazione, sul livello di autonomia e di funzionamento del servizio veterinario montano. Ferrari domanda alla Pignedoli se ne sa le ragioni e se le condivide. «Il servizio veterinario castelnovese ha sempre fronteggiato compiti ordinari ed emergenze (tipo 'mucca pazza' e 'lingua blu') tanto da meritare gli apprezzamenti della Comunità montana».

Aquariology

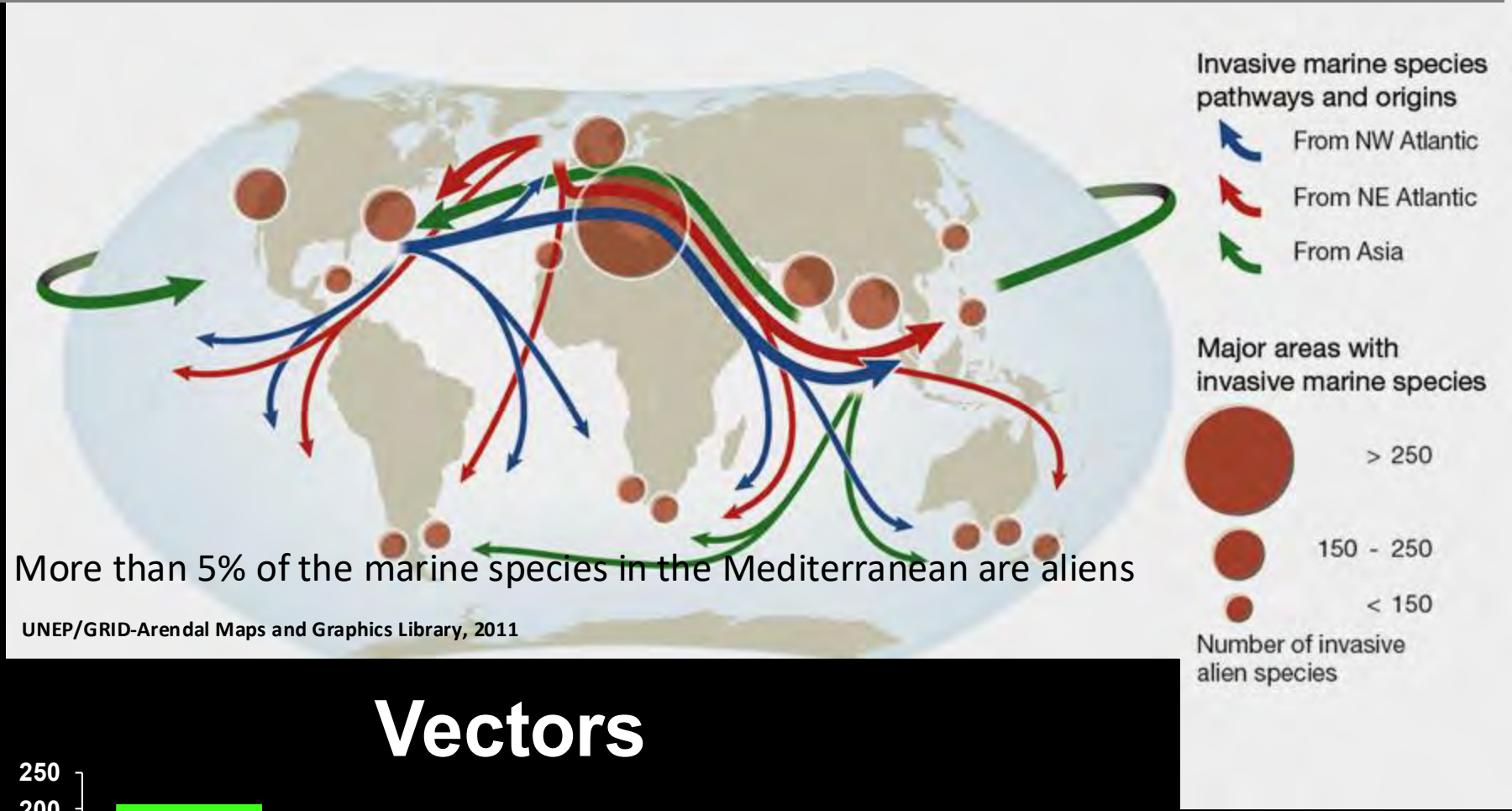
Impact of Invasive Alien Species

Ge
hybr

P
ef
ab
po

In 2008, the cost of controlling invasive species and repairing the damage they cause across the EU reached an estimated €9.6 - €12.7 billion. LIFE programme funds are also being invested in schemes to deal with invasive species. Since 1992, the EU has spent over **€38 million** on 180 projects, both within and outside the Natura 2000 network of conservation areas. By comparison, the US estimates that it spends some **€80 billion** a year fighting biological invaders.

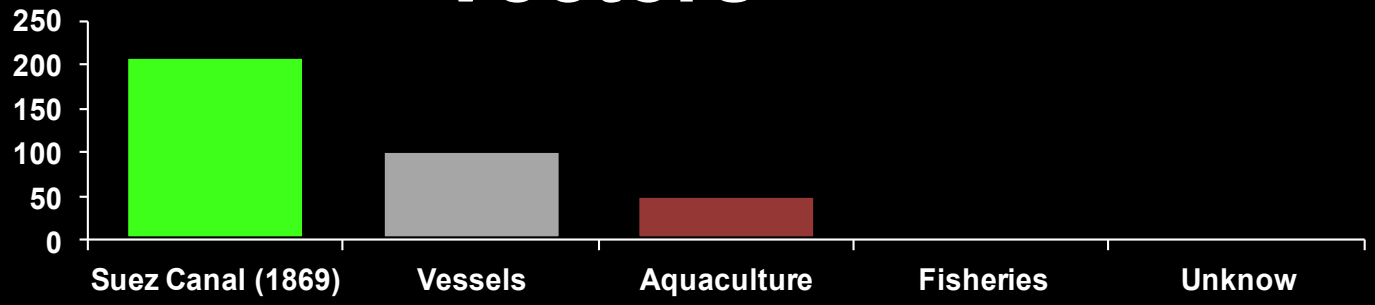
Mediterranean Sea: a hot-spot for introduced species



More than 5% of the marine species in the Mediterranean are aliens

UNEP/GRID-Arendal Maps and Graphics Library, 2011

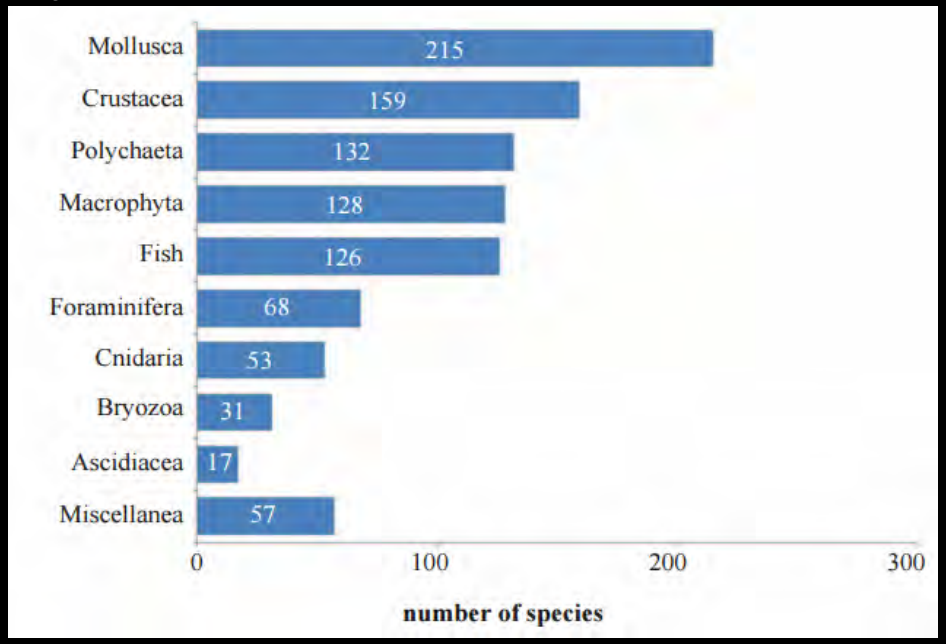
Vectors



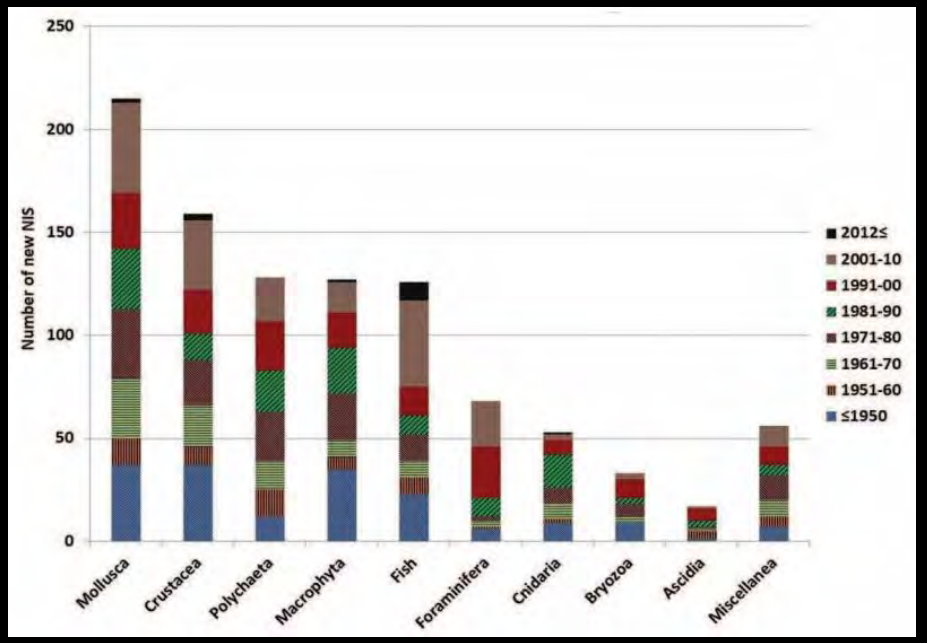
Galil 2008

All'interno del Mediterraneo possiamo dividere le specie aliene a seconda dell'appartenenza

a)



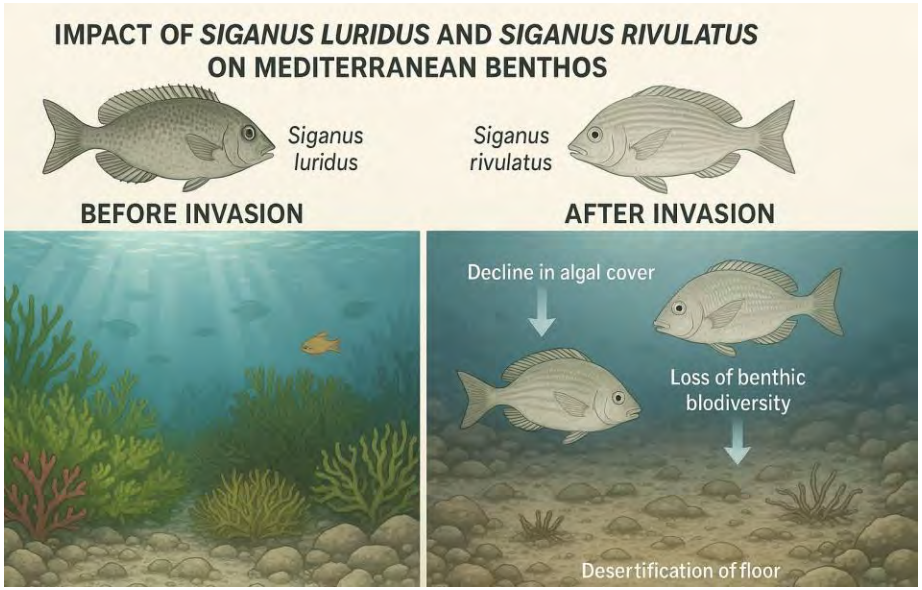
b)



a) Numero di specie invasive considerando il gruppo di appartenenza b) evoluzione temporale dell'abbondanza di specie invasive dal 1950 al 2012

Il caso del pesce palla maculato

L'ISPRA si è interessata del caso di questa specie in quanto invasiva e soprattutto tossica per l'uomo nell'ambito della sicurezza alimentare


IMPACT OF SIGANUS LURIDUS AND SIGANUS RIVULATUS
ON MEDITERRANEAN BENTHOS
Siganus luridus
Siganus rivulatus
BEFORE INVASION
AFTER INVASION
Decline in algal cover
Loss of benthic blodiversity
Desertification of floor

Parassiti di specie introdotte

Anguillicola crassus

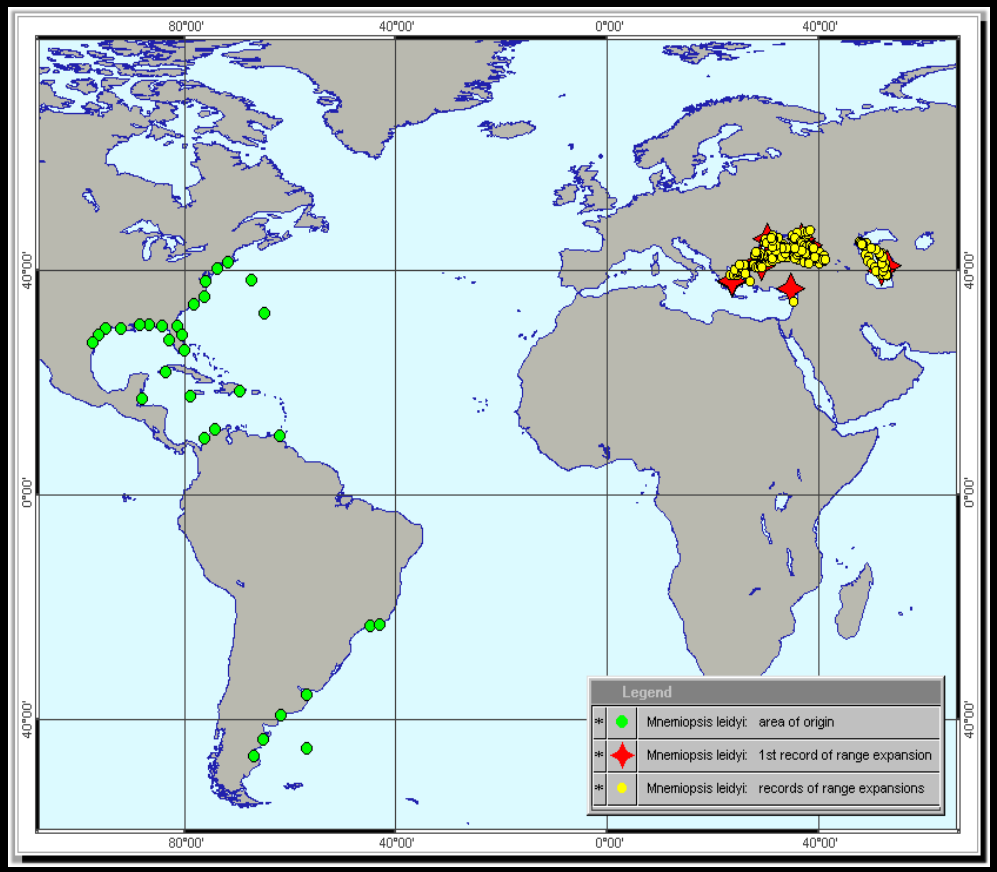
Nematode endemico del continente asiatico parassita dell'anguilla giapponese (*Anguilla japonica*). Introdotto in Europa accidentalmente nei primi anni 80 probabilmente con l'importazione di anguille asiatiche infette è stato trasferito alla specie nativa. Ora è presente in 4 continenti (Asia, Europa, Africa e America).

Danneggia la funzionalità della vescica natatoria causando mortalità sia nelle specie allevate che in quelle selvatiche.
Minaccia la sopravvivenza della specie nativa europea in quanto impedisce alle popolazioni di completare la migrazione durante il periodo riproduttivo.

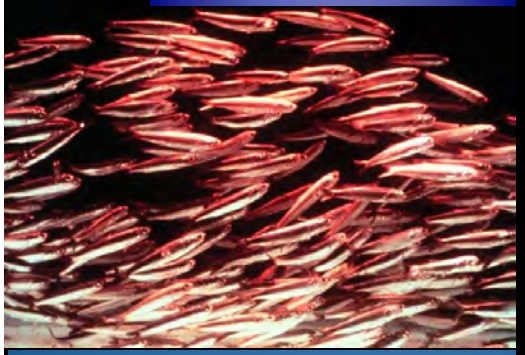
Anguilla europea *(Anguilla anguilla)*

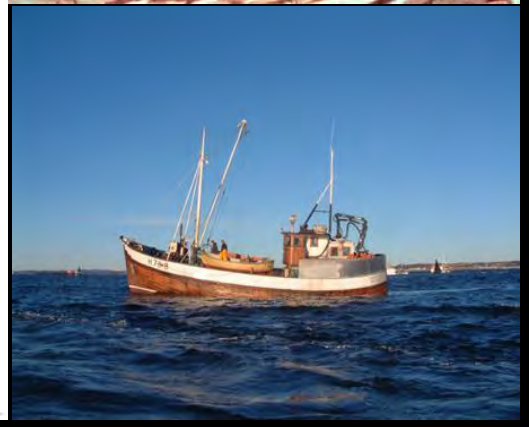
Il caso di *Mnemiopsis leidyi* (ctenoforo). Introdotto casualmente in Mar Nero con le acque di zavorra nel 1980. Nel 1988 viene catturato in 7600 individui per m^3, pari a circa 5 $kg \cdot m^{-3}$ di biomassa umida.

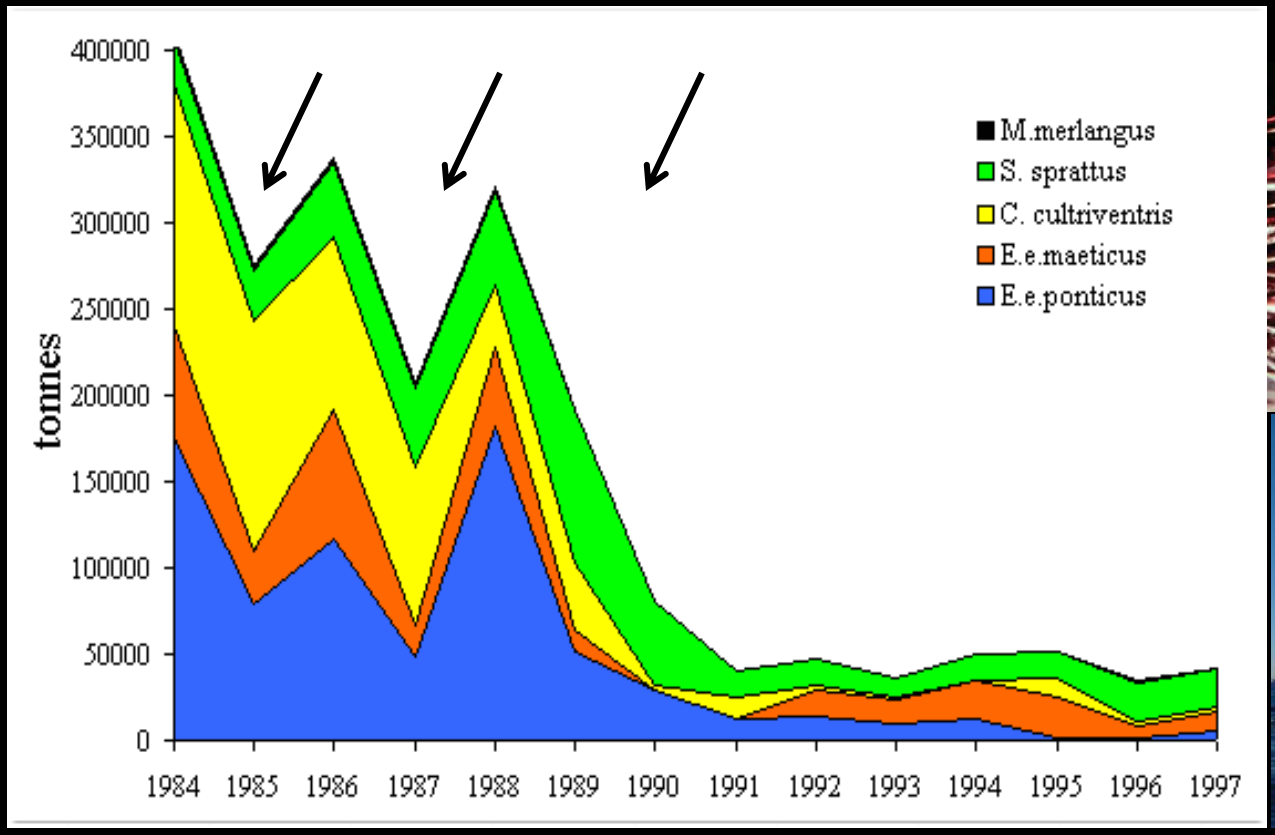
La specie presenta fluttuazioni numeriche e di biomassa con cicli pluriennali. Il problema è che, come tutto lo zooplancton gelatinoso, la specie si nutre di uova e larve di pesci che flottano in superficie.



La biomassa ittica pescata in Mar Nero precipita dopo ogni *bloom* di *Mnemiopsis*.
Alcune specie sono in via di estinzione e l'economia di molti paesi rivieraschi è seriamente minacciata.





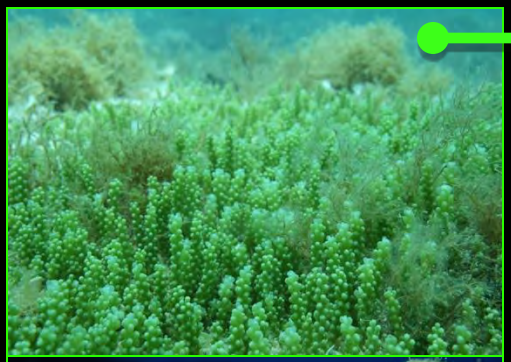


Subtle Impact of IAS: an examples

Caulerpa cylindracea

Soft, seagrasses and rocky habitats
(-0÷70 m)

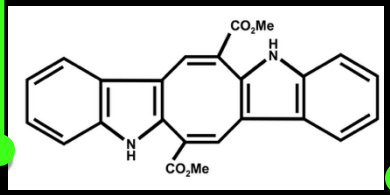
Soft, seagrasses and rocky habitats (- 0÷70 m)



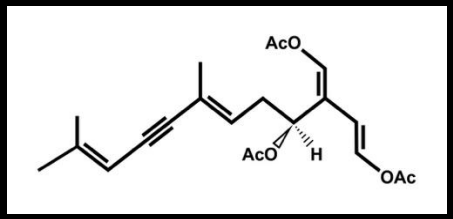
Effects on benthic assemblages

Mechanical barrier to the invertebrate feeders

Most Studied Algal Metabolities

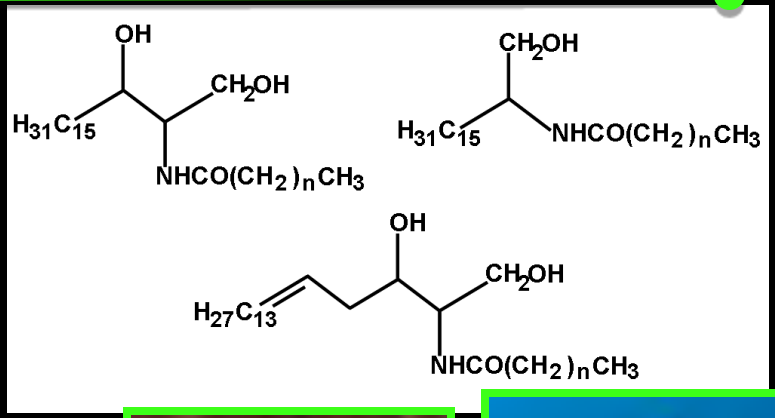


caulerpin
(Maiti et al. 1978)



caulerpenyne
(Amico et al. 1978)

caulerpicin mixture
(Mahendran et al. 1979; Nielsen et al. 1982)



- Allelochemicals in interspecific competition
- Neurotropic activity
- Citotoxicity

- Inhibition of Multi-Xenobiotic Resistance mechanism

Humans effects:
anesthetic action, difficulty in breathing, sedation and loss of balance

Are There Harmful Effects on Non-Adapted Fish Populations?

Ecologic value

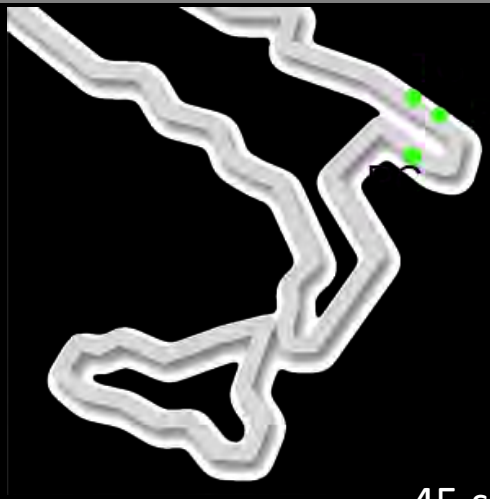
Ecologic value

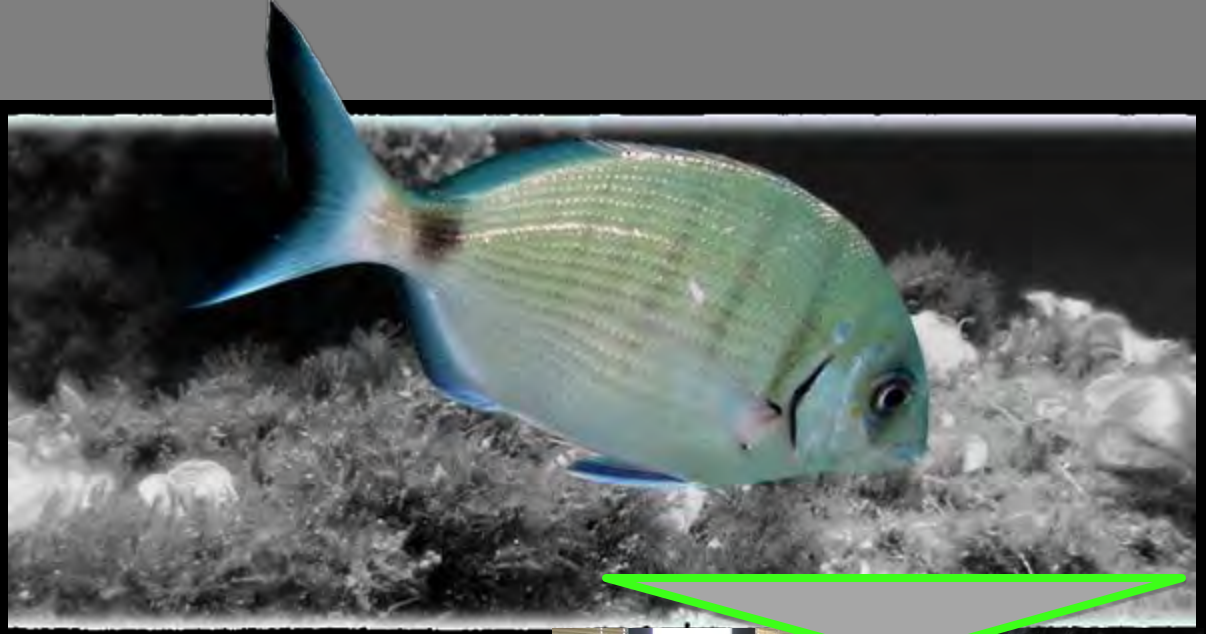
Aim of the study

1) Are there changes in feeding strategies consequent to colonisation of *D. sargus* habitat by *C. cylindracea*?

2) To investigate potential effects of the *Caulerpa*-based diet on *D. sargus* general health status.

1. Preliminary Study





45 specimens
Weight range: 373 ± 4 g
Length range: 25 ± 0.6 cm

- **Stomachs**
- **White muscle**
- **Red muscle**
- **Skin**
- **Liver**

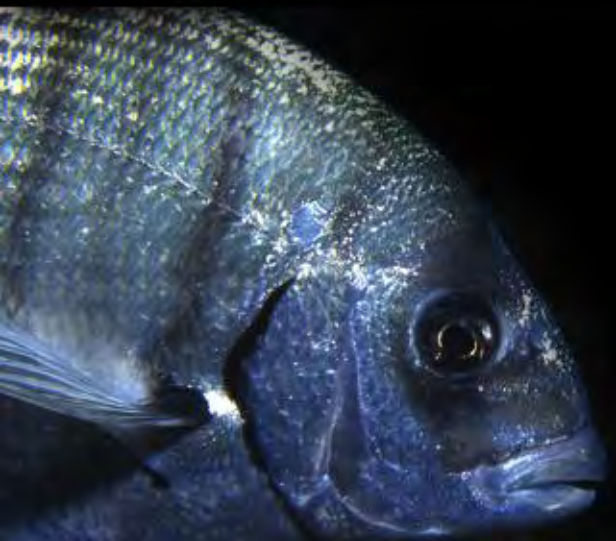
CHEMICAL INVESTIGATIONS

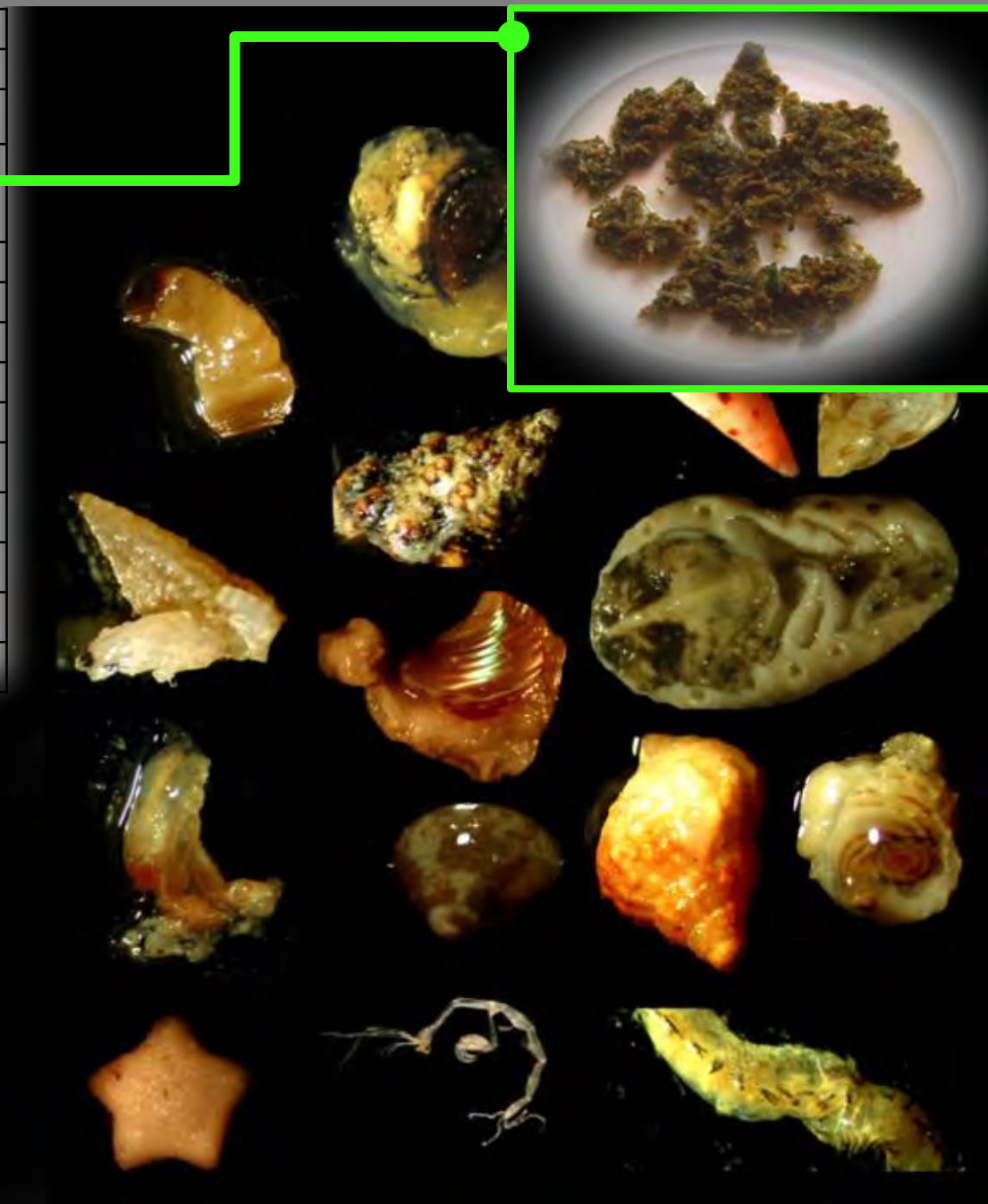
BIOMARKER ANALYSES

DIET ANALYSIS

2. Results - Stomach contents

	AC = 53.4		AC = 73.4		AC = 82.4	
	PC		TG		BR	
Food Items	IRI%	O%	IRI%	O%	IRI%	O%
C. cylindracea	0	0	64.5	72.7	51.3	85.7
Art. corallines	23.3	50	2.5	45.5	0.15	14.3
Bivalves	0	0	1.47	27.3	1.4	28.6
Chitonids	0	0	1.43	18.2	0.05	7.14
Gastropods	1.6	25	5.02	36.4	0.8	35.7
Sponges	3.2	12.5	12.3	27.3	1.9	21.4
Bryozoans	11	37.5	0	0	0.6	43
Polychaetes	49.7	37.5	0.05	9.1	7.2	21.4
Decapods	3.54	12.5	0.7	36.4	1.6	28.6
Ascidians	1.83	25	0	0	7.6	43
Amphipods	0.11	12.5	0	0	0.01	7.14
Unidentified	2.05	12.5	1.3	3	0.01	7.14



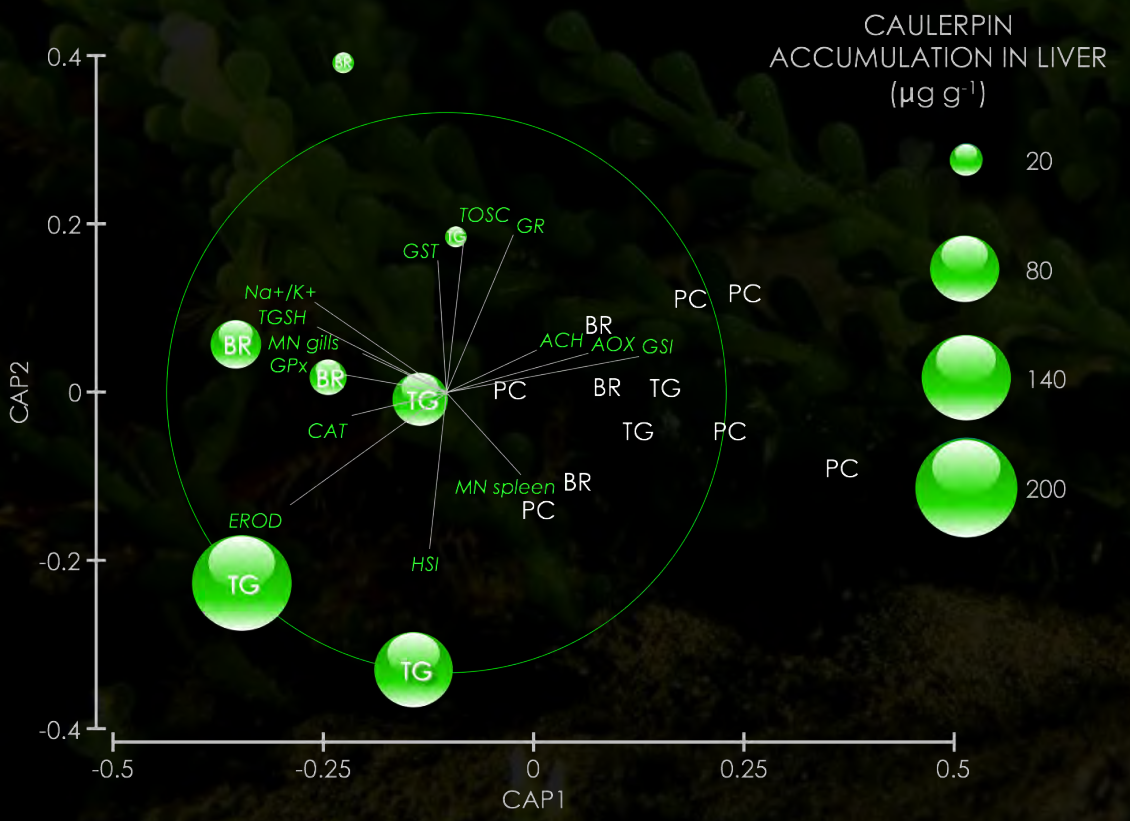


Caulerpin accumulation in fish tissues and cellular responses

% fish with caulerpin

TG 54% BR 65% PC 0

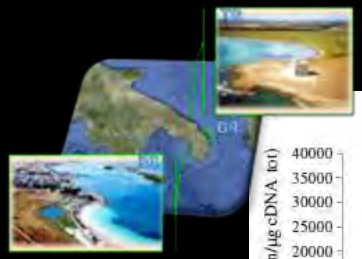
% distribution of caulerpin accumulation in fish tissues



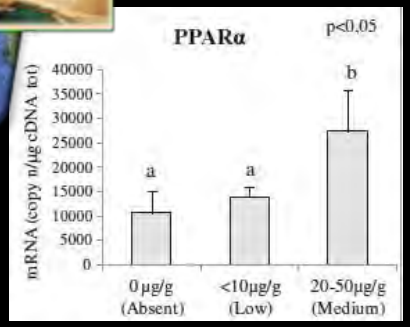
- Activation of biotrasformation pathway mediated by CYP 450 (**EROD**)
- Activation antioxidant systems (**CAT, GPx, TGSH, GR, TOSC**)
- Genotoxic alterations (**MN**)
- Inhibition of **AChE**: potential impairment of nervous system
- Effects on gross gonadal morphology (**GSI**)
- Liver hypertrophy (**HSI**)
- **Alteration on peroxisomal proliferation (AOX)**

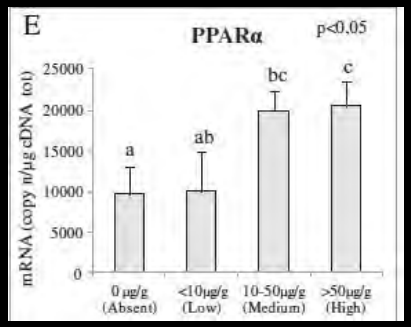
Felline et al. Plos One 2012

Molecular Interactions: caulerpin as causal factor of the metabolic disorders in *D. sargus*

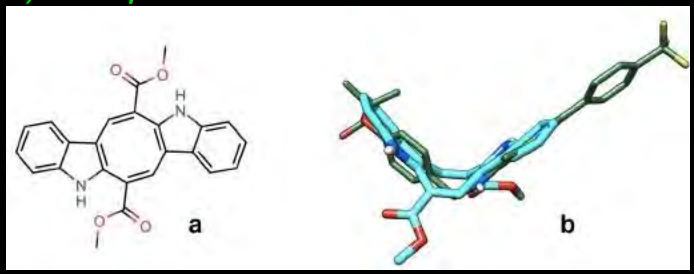


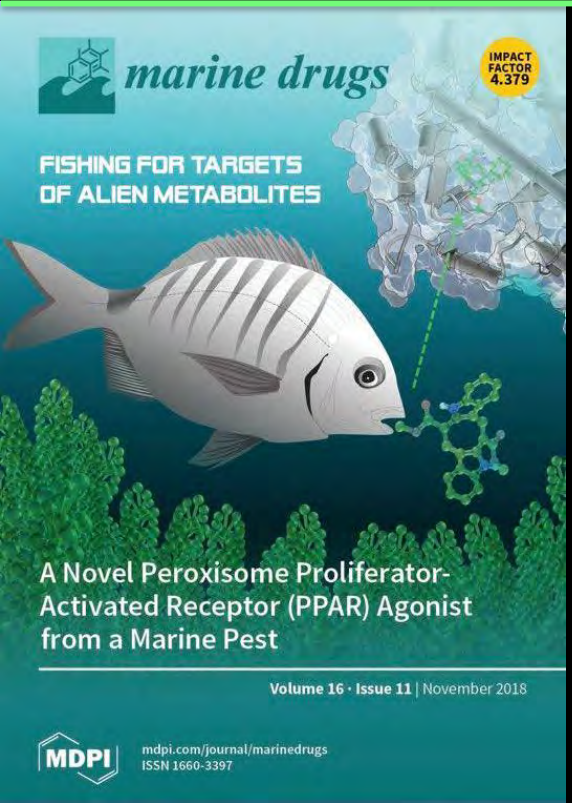
Gorbi et al. Mar Env Res 2014





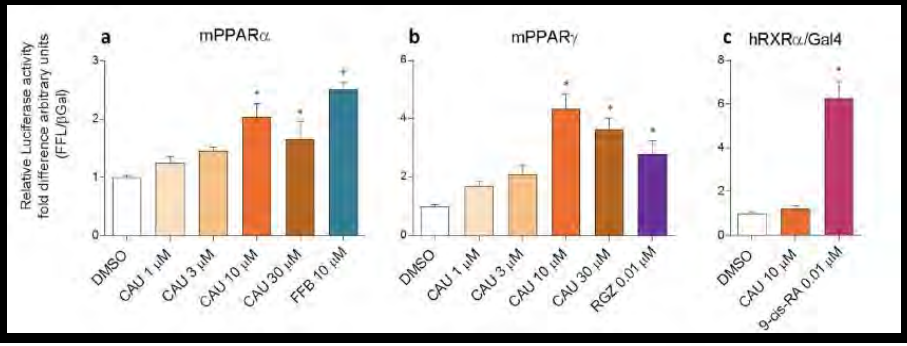
1) Computational Studies



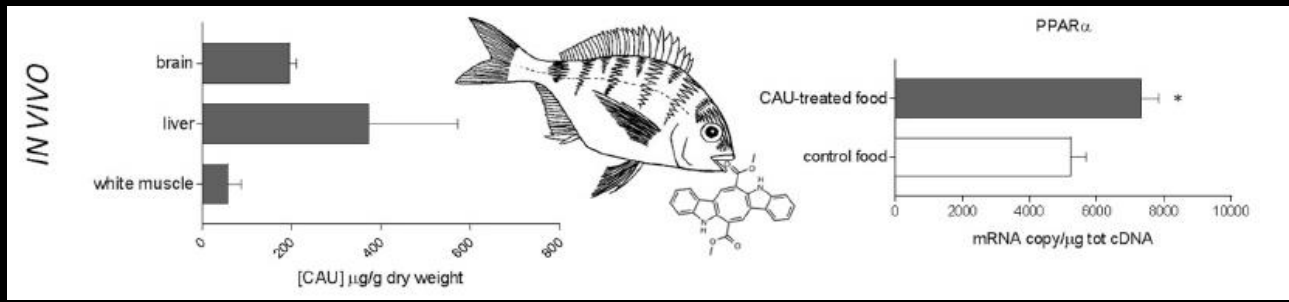


Vitale et al. Marine Drugs 2018

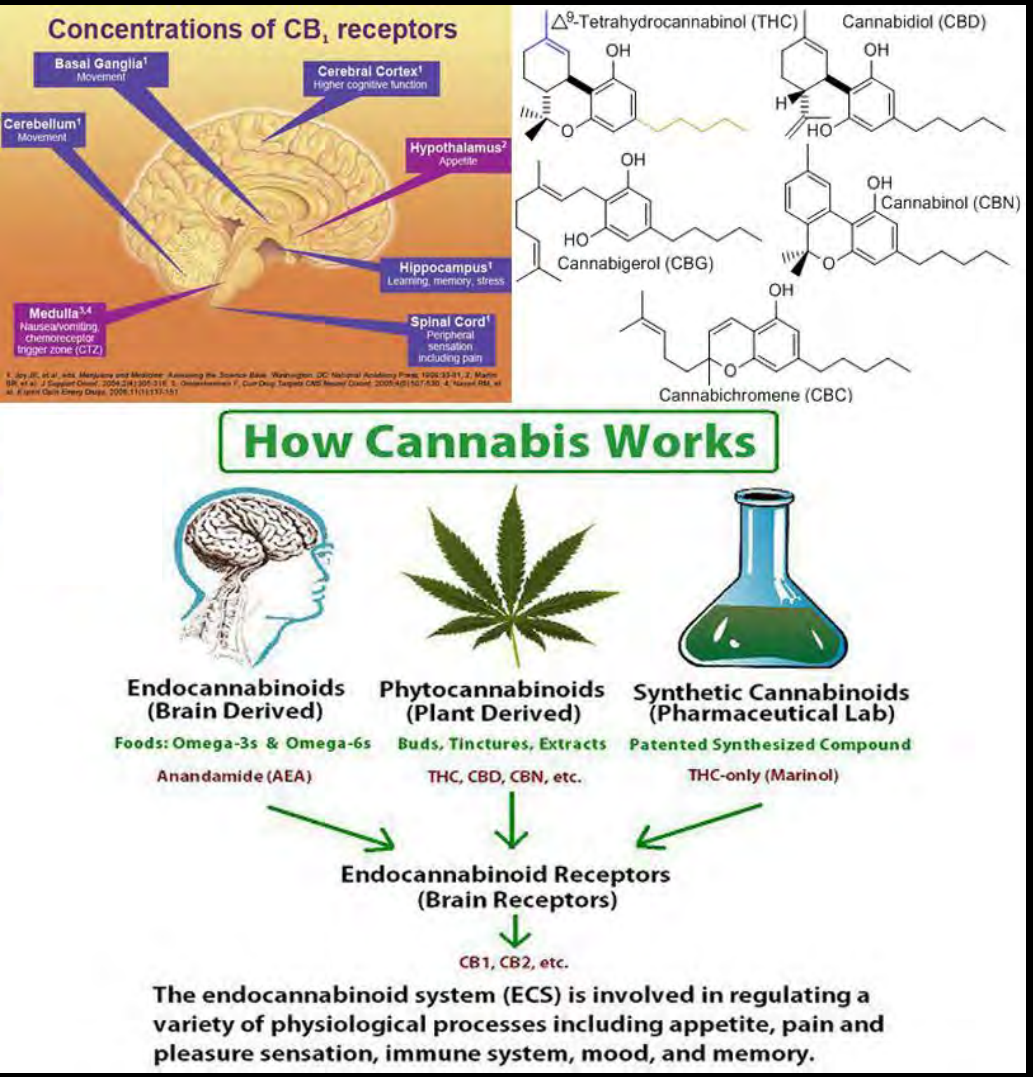
2) Luciferase reporter assays

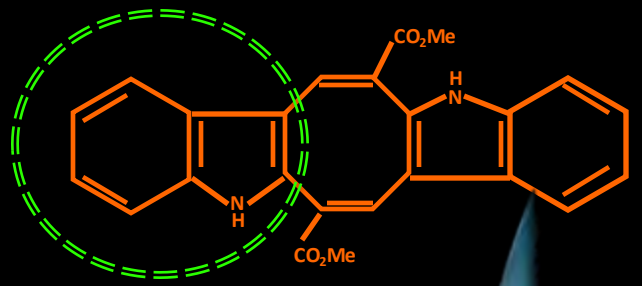


3) In vivo studies

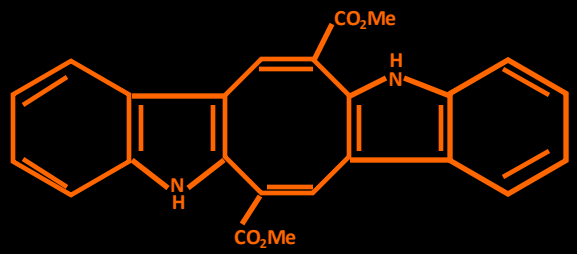


Caulerpin as potential modulator of food intake in *D. sargus*: endocannabinoid receptors





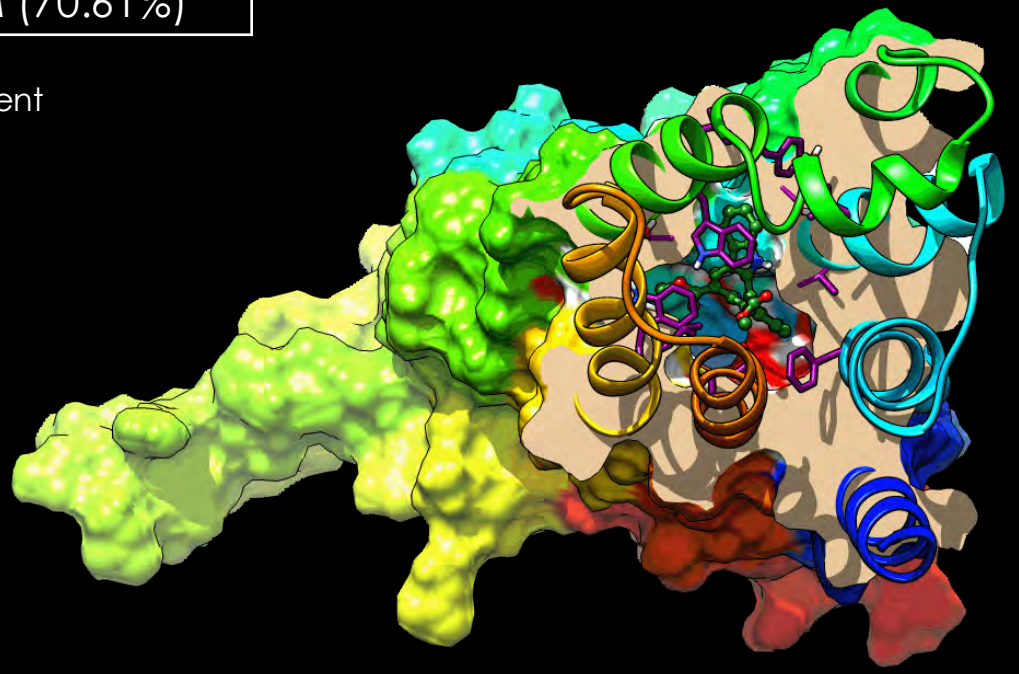
Caulerpin as potential modulator of food intake in *D. sargus*: endocannabinoid receptors



Binding assay on CB1 and CB2 receptors

	IC50	Ki	MCT (% displacement)
CB1	2.80 µM	1.13 µM	10 µM (80.5%)
CB2	5.07 µM	1.29 µM	10 µM (70.61%)

IC50 = concentration exerting the 50% of displacement
Ki = equilibrium dissociation constant
MCT = Maximum concentration tested



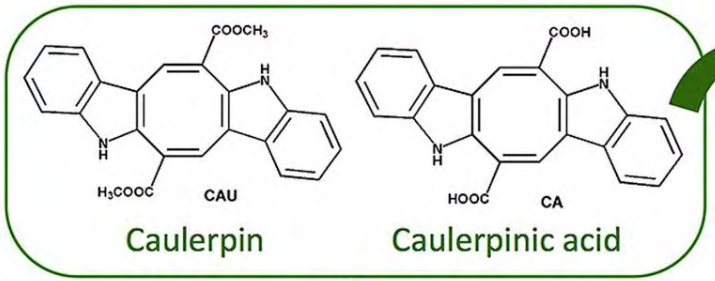
Model of CB1-caulerpin complex
(Amodeo P. & Vitale R.M., ICB-CNR, Pozzuoli, NA)

Pest metabolites in Mediterranean: threat or opportunity?

Contents lists available at ScienceDirect
Biochemical and Biophysical Research Communications
journal homepage: www.elsevier.com/locate/ybbrc

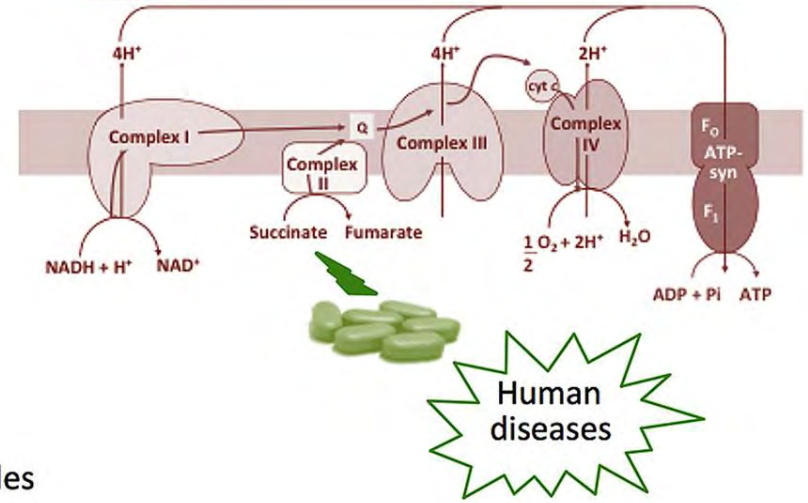
Metabolites from invasive pests inhibit mitochondrial complex II: A potential strategy for the treatment of human ovarian carcinoma?

Alessandra Ferramosca [a, *], Annalea Conte [a, 1], Flora Guerra [a, 1], Serena Felline [a], Maria Grazia Rimoli [b], Ernesto Mollo [c], Vincenzo Zara [a], Antonio Terlizzi [a, d]



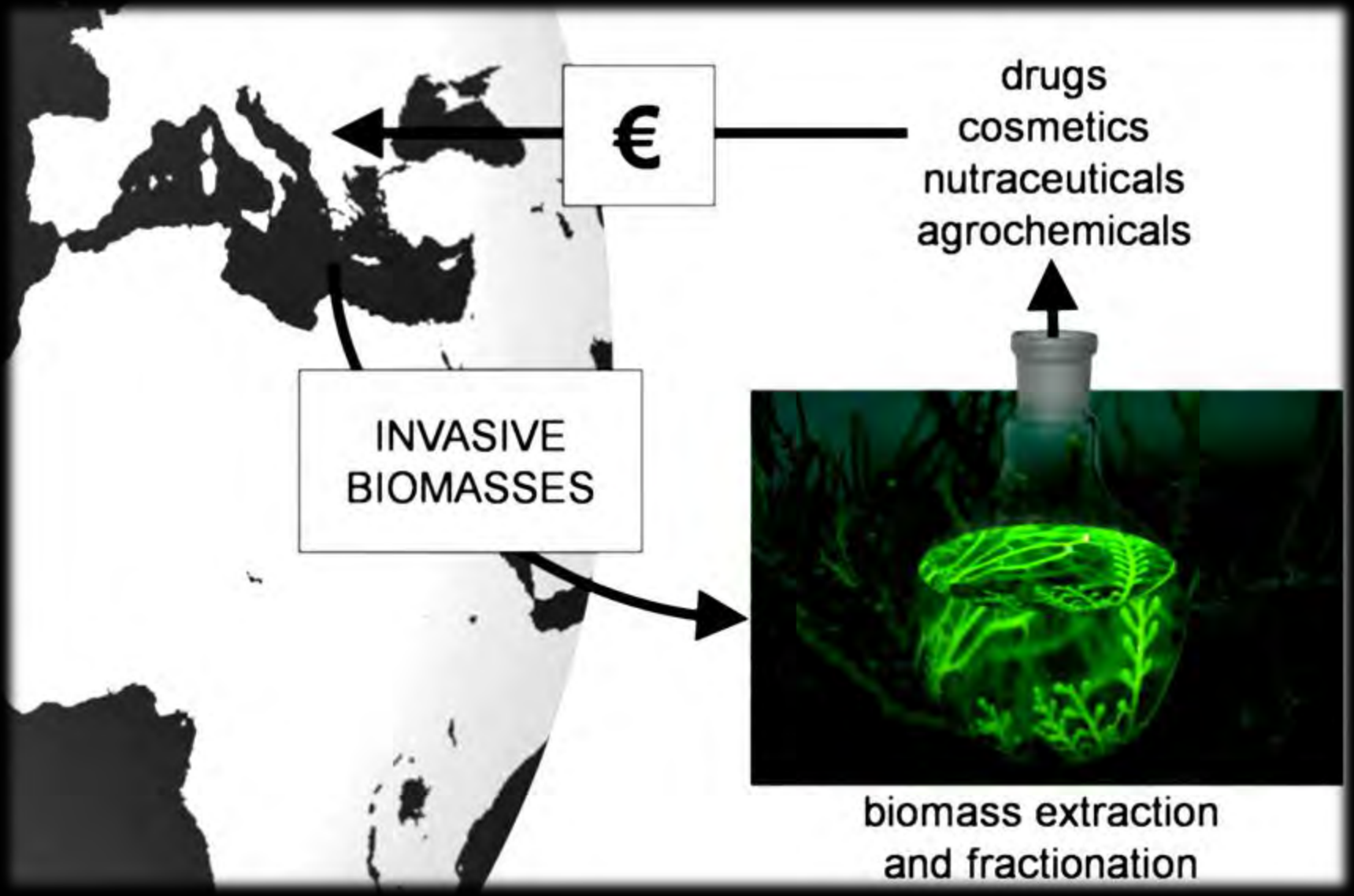
Biomass extraction and isolation of bioactive molecules from invasive species

Both caulerpin and caulerpinic acid could be used as antitumor agents in ovarian cancer cisplatin-resistant cells.

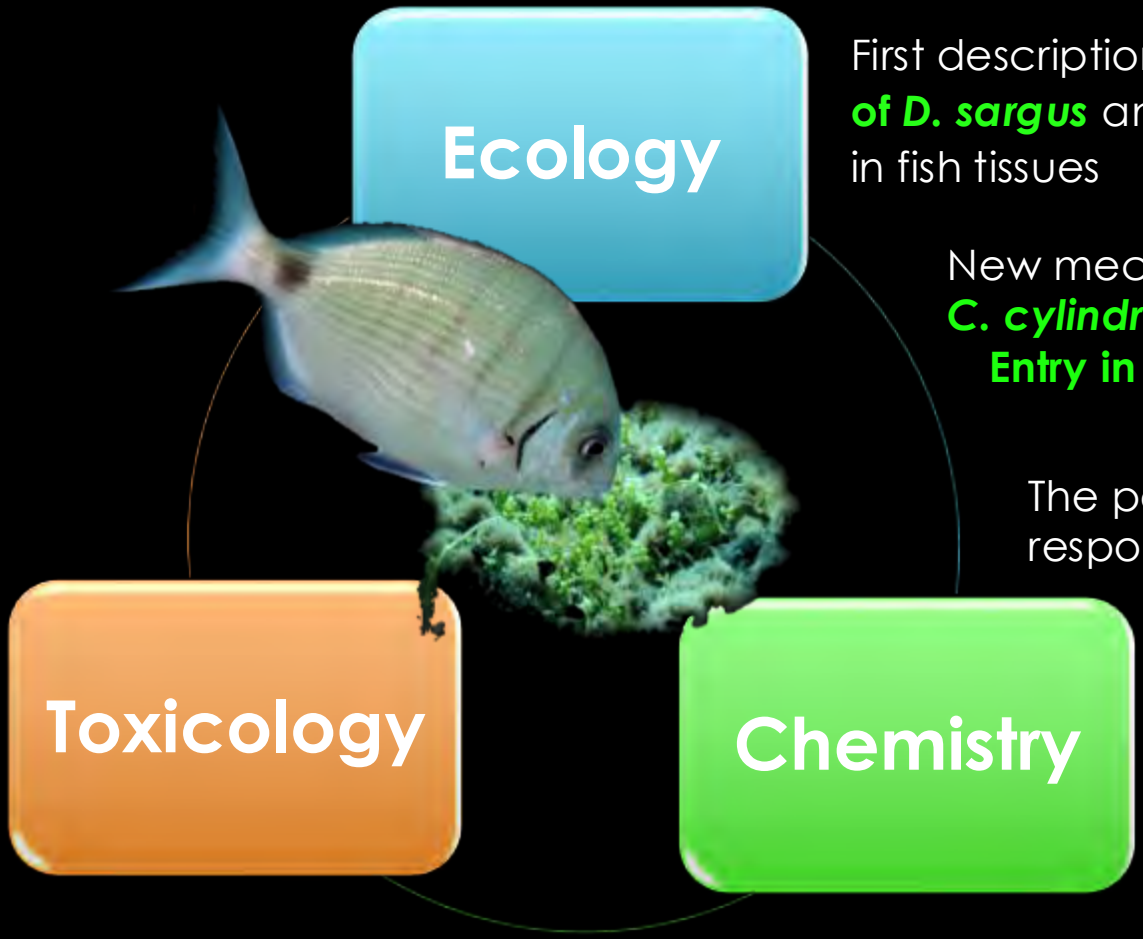


Ferramosca et al. Biochemical and Biophysical Research Communications 2016

Pest metabolites in Mediterranean: threat or opportunity?



Conclusions



First description of ***C. cylindracea* as food item of *D. sargus*** and accumulation of its metabolite in fish tissues

New mechanism trough which ***C. cylindracea*** invasion affect biodiversity:
Entry in trophic chain of pest metabolites

The poor informations on the biological responses of fish to the exposure to secondary metabolites of invasive species is a paradigmatic example of how **inadequate** is our **knowledge of indirect effects** of biological invasions on marine biodiversity

Invasive alien species can compromise the value of habitat conservation programs limiting the developments of new strategies for correct management and protection of natural resources

Future challenges

- Unlocking the potential of marine benthic resources;
- Encourages the exploitation of IS to obtain valuable materials of interest in biotechnology;
- Developing tools, technologies and practices to reduce the pressure of IAS on the marine environment;
- Producing innovative industrial, health related and environmental applications;
- Stimulating fast growing enterprises which are crucial for the development of emerging industries and for the acceleration of the structural changes that Europe needs to become a knowledge based economy with sustained growth and high quality jobs.

Acknowledgements

Biomolecolar and Chemistry Institute CNR-Naples

Ernesto Mollo

Marianna Carbone

Adele Cutignano

Laura Grauso

Vincenzo Di Marzo

Piero Amodeo

Rosamaria Vitale

Environmental and Life Sciences Dept. Polytechnic University of Marche

Francesco Regoli

Stefania Gorbi

Environmental Physiology and Biochemistry Laboratories University of Salento

Maria Giulia Lionetto

Roberto Caricato

Alessandra Ferramosca

Vincenzo Zara