



Richiesta per borsa di studio da attivare ai sensi di quanto disposto dal D.M. n. 1061 del 10/08/2021

Il sottoscritto Arnold Rakaj qualifica ricercatore afferente al Dipartimento di Biologia; Laboratorio di Ecologia Sperimentale ed Acquacoltura; Tel 3319859847 email arnold.rakaj@uniroma2.it

CHIEDE

L'attivazione di una borsa di studio di dottorato ai sensi di quanto disposto dal D.M. n. 1061 del 10/08/2021. A tal fine comunica quanto segue:

La borsa sarà attivata sul seguente corso di dottorato accreditato per il XXXVII ciclo: BIOLOGIA EVOLUZIONISTICA ED ECOLOGIA

Area per la quale si presenta la richiesta (selezionare solo una delle due):

X Green

Tipologia di cofinanziamento (pari ad euro 8000 una tantum):

X Fondi di ricerca dipartimentali

Progetto di Ricerca (massimo 10.000 battute complessive spazi inclusi) che comprenda

Descrizione del Progetto:

Potenziale di *Holothuria sanctori* nella biorimediazione del sedimento marino in siti produttivi

L'acquacoltura è il settore dell'industria agro-alimentare che ha registrato la più rapida crescita negli ultimi decenni tuttavia, la dipendenza dagli stock naturali per la produzione di farine di pesce da impiegare nei mangimi e l'inquinamento organico derivato dalla dispersione nell'ambiente dei residui di allevamento, rappresentano le principali esternalità negative ed un serio limite alla crescita di questo settore. La gamma di Invertebrati Marini candidati all'acquacoltura si sta rapidamente ampliando seguendo la domanda di mercato che cresce a fronte di risorse della pesca sempre più scarse. In questa direzione di "diversificazione" per un mercato sempre più interconnesso e globale, è orientato il presente progetto di dottorato che prevede di valutare l'allevamento di Invertebrati Marini, in particolare le Oloturie, sempre più intensamente sfruttate in natura, e di valutarne il loro ruolo nella biorimediazione dei fondali marini dove si concentrano gli scarti prodotti dall'acquacoltura intensiva.

Le Oloturie rappresentano una prelibatezza gastronomica molto richiesta nei Paesi asiatici dove sono considerate un *sea-food* di lusso. Esse vengono commercializzate nella loro forma essiccata comunemente chiamato *trepang* o *beche-de-mer* con prezzi che variano da 100 a 2000 \$/Kg (Toral-Granda et al., 2008). Sotto la spinta del mercato asiatico si è assistito negli ultimi anni ad un sovrasfruttamento degli *stock* naturali anche in Mediterraneo dove alcune specie, inclusa *H. sanctori*, sono diventate target di pesca



indiscriminata (González- Wangüemert et al., 2018) mettendo a serio rischio le comunità bentoniche a cui esse appartengono. Le conseguenze del prelievo indiscriminato sono quindi soprattutto di tipo ecologico. Trattandosi di efficienti detritivori infatti, le oloturie giocano un ruolo chiave nel processamento della sostanza organica che si accumula nei fondali e sono per questa ragione una valida applicazione anche nell'acquacoltura multi-trofica integrata (IMTA) dove il loro impiego è risultato efficace per mitigare gli effetti negativi dell'allevamento intensivo sotto le gabbie galleggianti attraverso l'assimilazione e l'abbattimento dei residui organici prodotti dai pesci (Yokoyama, 2013). L'acquacoltura di questi organismi sembra essere quindi una valida soluzione sia per il loro impiego nella biorimediazione dei fondali impattati dall'acquacoltura intensiva sia per soddisfare la forte richiesta di mercato come alternativa al sovrasfruttamento della risorsa in natura. L'allevamento su scala commerciale di oloturie è una realtà già consolidata nell' indo-pacifico, dove l'acquacoltura delle Oloturie è divenuta, nell'ultimo decennio, uno dei settori più redditizi delle produzioni acquicole (Han et al., 2016). Al contrario per le specie mediterranee, la mancanza di informazioni relative alle loro esigenze in allevamento e di una biotecnologia consolidata, ha impedito, fino a pochi anni fa, lo sviluppo della loro acquacoltura nei nostri mari.

Presso il Laboratorio di Ecologia Sperimentale ed Acquacoltura (LESA) dell'Università di Roma "Tor Vergata", sono stati messi a punto per la prima volta i protocolli di riproduzione artificiale di due oloturie mediterranee *Holothuria tubulosa* e *Holothuria polii* (Rakaj et al., 2018; 2019) che costituiscono di fatto un'innovazione per l'acquacoltura europea aprendo la strada all'allevamento di questi organismi anche nei nostri mari. In questo scenario, il presente Progetto di Dottorato si pone l'obiettivo di completare il protocollo di allevamento di una terza specie mediterranea, anch'essa di notevole interesse di mercato, *Holothuria sanctori*, e di valutarne le capacità di biorimediazione in siti produttivi secondo il modello di Acquacoltura Multitrofica Integrata. Il modello di acquacoltura che si intende sperimentare è dunque un modello di nuova generazione che prevede un approccio di allevamento ecologico che integra più specie con ruoli trofici diversi, senza l'impiego di alimentazione supplementare, ma al contrario attraverso il recupero dello scarto disperso nell'ambiente dai processi produttivi dell'allevamento del pesce. Tutto questo è coerente con i principi di *green growth* e di *circular economy*, in quanto mira ad una diversificazione delle produzioni attraverso la riduzione dei rifiuti organici e il recupero degli scarti che rappresenta al giorno d'oggi la maggiore esternalità negativa del settore nell'ambiente.

Attività previste:

Le attività prevedono una prima parte di ricerca in laboratorio volta al completamento del ciclo riproduttivo. Attualmente, il protocollo per la riproduzione artificiale di *H. sanctori* è stato sviluppato solo per la fase larvale (Magdy et al. 2021). Per completare il ciclo manca dunque la fase di induzione della metamorfosi e la fase di allevamento dei giovanili. La seconda parte di ricerca verrà svolta presso gli impianti della P2G di Gaeta, azienda leader nel settore che si occupa di allevamento di spigole e orate. In questa fase subadulti di *H. sanctori* verranno associati ad un impianto di allevamento *off-shore* per valutarne le performance in IMTA. In particolare verrà valutato l'allevamento di queste specie unitamente alla definizione del loro ruolo nella biorimediazione dei fondali marini nelle aree di installazione di gabbie galleggianti. Le Oloturie, in quanto detritivori che si nutrono di sedimento, sono i candidati ideali per biorimediare i fondali marini compromessi dalla eccessiva sostanza organica immessa sotto forma di feci e mangimi residui.



Le attività del programma saranno svolte attraverso 3 azioni specifiche:

- **Allevamenti in colture parallele volta al completamento del ciclo riproduttivo di *H. sanctori***

In questa fase, da riproduttori raccolti in ambiente naturale, verrà indotta la deposizione di gameti e si procederà alla loro fecondazione in vitro al fine di completare il ciclo riproduttivo attraverso l'allevamento larvale in colture parallele.

- **Valutazione accrescimento di subadulti di *H. sanctori* in acquacoltura multitrofica integrata**

Verranno realizzati moduli di accrescimento, ormeggiati sotto le gabbie di allevamento intensivo di spigole e orate. In tali moduli saranno introdotti i subadulti di *H. sanctori* per l'allevamento, monitorandone così la crescita.

- **Valutazione della capacità di *H. sanctori* di biorimediare il sedimento in un impianto produttivo**

Al fine di valutare l'abbattimento dello scarto prodotto dall'allevamento intensivo, verranno eseguite analisi della sostanza organica contenuta nel sedimento dei moduli contenenti i subadulti di *H. sanctori* e confrontate con quelle delle condizioni di bianco.

Obiettivi formativi:

Il candidato con il presente progetto di Dottorato potrà acquisire competenze nella gestione sostenibile delle pratiche di allevamento di invertebrati Marini e conoscenze relativamente a tematiche quali Biorimediazione e Acquacoltura Multitrofica Integrata. Durante il periodo di formazione che si svolgerà presso un impianto produttivo, il candidato avrà modo di svolgere parte delle ricerche *on the job* in una delle realtà produttive più importanti del Paese. Inoltre potrà acquisire pratica delle tecniche di campionamento, monitoraggio, gestione dati, utilizzo di strumentazione R.O.V. (robotica subacquea) nonché sviluppare competenze metodologiche e padroneggiare con l'uso di strumenti tecnologico-digitali.

Attinenza del progetto all'area indicata:

L'allevamento di specie a basso livello trofico, come i detritivori è una opportunità dall'elevato potenziale sulle quattro dimensioni della sostenibilità (ecologica, economica, giuridica e di *governance*). Attraverso l'allevamento di *H. sanctori* in IMTA, il Progetto si propone di incentivare la sostenibilità delle produzioni, tutelando l'ambiente (biorimediazione del sedimento da inquinamento organico), stabilizzando l'economia (diversificazione del prodotto e riduzione del rischio) e ottenendo consenso sociale (migliori pratiche di gestione e riduzione degli impatti) in linea con gli obiettivi indicati nel modello della "*Blue Economy*", con la Strategia Europea della "*Blue growth*" e la Politica Comune della Pesca che promuovono lo sviluppo di un'acquacoltura sostenibile basata sulla conoscenza e sull'innovazione. Pertanto, il presente progetto risponde pienamente alla tematica *green*.



Risultati attesi:

Grazie a questa sperimentazione sarà dunque possibile raccogliere informazioni essenziali per valutare differenti aspetti d'interesse per il settore, quali: i) le performance di accrescimento di *H. sanctori* nel contesto produttivo; ii) la capacità di *H. sanctori* di utilizzare i prodotti di scarto della piscicoltura come feci e residui di cibo; iii) il ruolo delle *H. sanctori* nella biorimediazione dei fondali impattati da residui di allevamento intensivo; iv) effettuare per la prima volta valutazioni tecnico-economiche per lo sviluppo di questa biotecnologia su larga scala.

Azienda pubblica o privata coinvolta nazionale o straniera in cui si prevede di far svolgere il periodo obbligatorio da 6 a 12 mesi previsto dal Decreto Ministeriale:

L'azienda coinvolta nel Progetto è la P2G di Gaeta (Piscicoltura del Golfo di Gaeta Soc. Agricola a R.L), azienda leader di acquacoltura marina in Italia, la quale dichiara il proprio interesse allo svolgimento del progetto di dottorato. Presso gli impianti della P2G saranno eseguite le prove di allevamento sperimentale e di biorimediazione con *H. sanctori* dove il candidato avrà l'opportunità di svolgere il periodo sperimentale in un impianto intensivo per la durata totale di **6 mesi**.

Firma

Bibliografia

González-Wangüemert, J.A. Domínguez-Godino, F. Cánovas, 2018. The fast development of sea cucumber fisheries in the Mediterranean and NE Atlantic waters: from a new marine resource to its over-exploitation. *Ocean Coast. Manag.*, 151 (2018), pp. 165-177.

Magdy, M., Otero-Ferrer, F., & de Viçose, G. C. (2021). Preliminary spawning and larval rearing of the sea cucumber *Holothuria sanctori* (Delle Chiaje, 1823): A potential aquaculture species. *Aquaculture Reports*, 21, 100846.

Rakaj, A. Fianchini, P. Boncagni, A. Lovatelli, M. Scardi, S. Cataudella (2018). Spawning and rearing of *Holothuria tubulosa*: a new candidate for aquaculture in the Mediterranean region. *Aquac. Res.*, 49 (2018), pp. 557-568.

Rakaj, A. Fianchini, P. Boncagni, M. Scardi, S. Cataudella (2019). Artificial reproduction of *Holothuria polii*: a new candidate for aquaculture. *Aquaculture*, 498 (2019), pp. 444-453.

Toral-Granda, A. Lovatelli, M. Vasconcellos (2008). Sea cucumbers: a global review of fisheries and trade FAO Fish. Aquac. Tech. Pap., 516 p. 331 (Rome)