

1. CURRICULUM ECOLOGIA ED ETOLOGIA – Sede Firenze

Posto con borsa

Titolo della ricerca: Interazioni e dinamiche del microbioma intestinale dei primati negli ecosistemi tropicali

Responsabile: prof. Francesco Rovero

Nell'intestino dell'uomo e degli animali si trovano microrganismi (batteri, virus e funghi) e macro parassiti vermiformi (elminti) che si sono co-evoluti insieme all'ospite svolgendo funzioni fondamentali e garantendo loro innumerevoli benefici. Le dinamiche di questo complesso sistema di micro- e macro-organismi del tratto intestinale sono influenzate da molti fattori, tra cui aspetti fisiologici, le interazioni sociali dell'ospite, la dieta e i cambiamenti naturali e antropogenici dell'ambiente. Tramite l'utilizzo di nuovi ed esistenti campioni e dati provenienti da un sito di studio localizzato in un hotspot per la biodiversità (Udzungwa Mountains, Tanzania), il/la candidato/a condurrà uno studio dettagliato delle funzioni e composizioni di ogni componente intestinale, delle interazioni tra componenti intestinali e delle possibili dinamiche con l'ambiente (ad esempio il suolo), in un ecosistema modello centrato su primati non umani di foresta tropicale. Tramite sequenziamenti NGS e analisi bioinformatiche il/la candidato/a identificherà le comunità microbiche e vermifughe delle specie target di primati, così come quelle dei microrganismi del suolo provenienti da diversi terreni e tipologie di foresta. Integrando i risultati delle analisi di sequenziamento con dati ecologici sulle metriche demografiche delle popolazioni, il progetto studierà inoltre le possibili relazioni di tali metriche con la caratterizzazione del microbioma nelle diverse foreste.

Bibliografia

- Barelli, C., Albanese, D., Donati, C., Pindo, M., Dallago, C., Rovero, F., et al. (2015). Habitat fragmentation is associated to gut microbiota diversity of an endangered primate: implications for conservation. *Scientific Reports* 5, 14862.
- Barelli, C., Albanese, D., Stumpf, R. M., Asangba, A., Donati, C., Rovero, F., et al. (2020). The gut microbiota communities of wild arboreal and ground-feeding tropical primates are affected differently by habitat disturbance. *mSystems* 5, e00061-20.
- Cavada, N., Tenan, S., Barelli, C. & Rovero, F. (2018). Effects of anthropogenic disturbance on primate density at the landscape scale. *Conservation Biology* 33, 873-882.
- Claesson, M.J., Jeffery, I.B., Conde, S., Power, S.E., O'Connor, E.M., Cusack, S., et al. (2012). Gut microbiota composition correlates with diet and health in the elderly. *Nature* 488, 178-184.
- Clemente, J.C., Ursell, L.K., Parfrey, L.W. & Knight, R. (2012). The impact of the gut microbiota on human health: an integrative view. *Cell* 148, 1258-1270.
- Cortés, A., Peachey, L.E., Jenkins, T.P., Scotti, R. & Cantacessi, C. (2019). Helminths and microbes within the vertebrate gut – not all studies are created equal. *Parasitology* 146, 1371-1378.
- Leung, J.M., Graham, A.L., & Knowles, S.C.L. (2018). Parasite-microbiota interactions with the vertebrate gut: Synthesis through an ecological lens. *Frontiers in Microbiology* 9, 843.

2. CURRICULUM GENETICA ED EVOLUZIONE – Sede Firenze

Posto con borsa

Titolo della ricerca: Strumenti bioinformatici per la ricostruzione delle dinamiche di popolazioni umane del passato

Responsabile: prof. David Caramelli

Negli ultimi anni, l'utilizzo sempre più diffuso delle tecnologie di sequenziamento di nuova generazione (NGS) in ambito archeogenetico, ha cambiato il modo di approcciarsi allo studio della storia e dell'evoluzione umana. In particolare, la capacità di ottenere milioni di sequenze per run, richiede l'impiego di appositi tools bioinformatici che permettano di processare e analizzare tali dati con lo scopo di estrarne le informazioni rilevanti a livello biologico. Il progetto di dottorato prevede, attraverso il recupero di genomi di popolazioni antiche prodotte dal nostro laboratorio o depositate nelle apposite banche dati, la ricostruzione della storia genetica e lo stile di vita delle popolazioni umane del passato. In particolare il candidato dovrà utilizzare tools bioinformatici appositamente sviluppati per l'analisi del DNA antico e degradato, partendo dalla gestione del dato grezzo di sequenziamento, mappaggio e annotazione delle varianti, sino alla valutazione dell'autenticità del dato finale e la stima della contaminazione moderna. Il candidato svolgerà inoltre analisi esplorative e descrittive delle caratteristiche genetiche dei reperti analizzati, quali: chiamata degli aplogruppi mitocondriali, analisi delle componenti principali, admixture, determinazione molecolare del sesso, paleopatologie e ricostruzione del profilo microbico in caso di analisi metagenomica.

Bibliografia

- Dabney J., Knapp M., Glocke I. et al., 2013, Complete mitochondrial genome sequence of a Middle Pleistocene cave bear reconstructed from ultra-short DNA fragments. *PNAS* 110: 15758- 15763.
- Fu Q., Mittnik A., Johnson P.L.F., Bos K., et al., 2013, A revised timescale for human evolution based on ancient mitochondrial genomes. *Current Biology* 23(7): 553-559.
- Jonsson H., Ginolhac A., Schubert M., Johnson P.L.F., Orlando L., 2013, mapDamage2.0: fast approximate Bayesian estimates of ancient DNA damage parameters. *Bioinformatics* 29(13): 1682-1684.
- Maricic T., Whitten M., Paabo S., 2010, Multiplexed DNA Sequence Capture of Mitochondrial Genomes Using PCR Products. *PLoS ONE* 5(11): e14004.
- Meyer M., Kircher M., 2010, Illumina sequencing library preparation for highly multiplexed target capture and sequencing. *Cold Spring Harbor Protocols* 6, pdb.prot5448.
- Ozga A.T., Nieves-Colon M.A., Honap T.P., Sankaranarayanan K., Hofman C.A., et al, 2016, Successful enrichment and recovery of whole mitochondrial genomes from ancient human dental calculus. *American Journal of Physical Anthropology* 160(2): 220-228. (doi:10.1002/ajpa.22960)
- Peltzer A., Jager G., Herbig A., et al., 2016, EAGER: efficient ancient genome reconstruction. *Genome Biology* 17(1): 1-14.
- Pinhasi R., et al. 2015. Optimal ancient DNA yields from the inner ear part of the human petrous bone. *PLoS ONE*, 10 (6), art. no. e0129102
- Posth C., et al. 2019. Reconstructing the Deep Population History of Central and South America. *Cell*, 175 (5), pp. 1185-1197.e22.
- Renaud G., et al. 2015, Schmutzi: Estimation of contamination and endogenous mitochondrial consensus calling for ancient DNA. *Genome Biology*, 16 (1), art. no. 224
- Skoglund P., et al. 2013, Accurate sex identification of ancient human remains using DNA shotgunsequencing. *Journal of Archaeological Science*, 40 (12), pp. 4477-4482.
- Skoglund P., Northoff B.H., Shunkov M.V., 2013, Separating endogenous ancient DNA from modern day contamination in a Siberian Neandertal. *PNAS* 111(6): 2229-2234.
- Truong D.T., Franzosa E., Tickle T.L., et al., 2015, MetaPhlan2 for enhanced metagenomics taxonomic profiling. *Nature Methods* 12(10): 902-903.
- Warinner C., Speller C., Collins M.J., 2015b, A new era in palaeomicrobiology: prospects for ancient dental calculus as a long-term record of the human oral microbiome. *Philosophical Transactions of the Royal Society B* 370(1660), article number 20130376.

3. CURRICULUM GENETICA ED EVOLUZIONE – Sede di Firenze

Posto con borsa a tema vincolato

Titolo della ricerca: Il microbioma vegetale simbiote come strumento per il miglioramento delle leguminose foraggere

Responsabile: prof. Alessio Mengoni

Le associazioni mutualistiche tra microorganismi e piante rivestono un ruolo fondamentale nella capacità delle piante di adattarsi agli ambienti terrestri. In modo particolare le simbiosi tra piante e batteri azotofissatori sono uno dei principali input di azoto organico negli ecosistemi terrestri e permettono alle piante ospiti, tra cui molte leguminose di interesse agrario, di crescere in assenza di azoto assimilabile nel suolo. Il progetto di dottorato mira a sviluppare comunità microbiche sintetiche e indagarne i determinanti genetici responsabili del miglioramento delle performance di crescita di piante ospiti. Il sistema modello è costituito dall'erba medica, una specie, di alto valore economico per la produzione di foraggio (è la quarta coltura nei paesi a clima temperato) e come pianta da sovescio in agricoltura biologica. L'erba medica ha la capacità di stabilire un rapporto di simbiosi con microorganismi batterici azoto-fissatori, chiamati rizobi, che si insediano, attraverso la formazione di noduli, sulle radici delle piante leguminose affini. I rizobi sono presenti in molti suoli agrari, tuttavia il loro potenziale simbiote è estremamente variabile e ciò può comportare la formazione di simbiosi poco efficaci per la produttività della pianta, soprattutto in condizioni di stress, come quelle derivanti dalla siccità.

Il progetto prevede di utilizzare creare e caratterizzare geneticamente comunità sintetiche costituite da rizobi in grado di promuovere la crescita delle piante ospiti e migliorarne la tolleranza alla siccità. Le attività di ricerca riguarderanno quindi la selezione e caratterizzazione genomica dei ceppi, l'analisi del microbioma del suolo e della pianta dopo inoculazione e l'analisi della risposta trascrizionale dei ceppi di rizobio della pianta in seguito all'interazione simbiotica.

La borsa di dottorato è finanziata dal del Progetto di Ricerca MICRO4Legumes -<http://www.sinab.it/ricerca/il-microbioma-vegetale-simbiote-come-strumento-il-miglioramento-delle-leguminose-foraggere>

Bibliografia

- Checucci A., diCenzo G.C., Bazzicalupo M., Mengoni A. (2017) Trade, diplomacy & warfare. The quest for elite rhizobia inoculant strains. *Frontiers in Microbiology* 8: 2297
- Checucci A., diCenzo G.C., Ghini V., Bazzicalupo M., Becker A., Decorosi F., Döhlemann J., Fagorzi C., Finan T.M., Fondi M., Luchinat C., Turano P., Vignolini T., Viti C., Mengoni A. (2018) Creation and characterization of a genomically hybrid strain in the nitrogen-fixing symbiotic bacterium *Sinorhizobium meliloti*. *ACS Synthetic Biology* 7:2365-2378.
- diCenzo G.C., Tesi T., Pfau T., Mengoni A., Fondi M. (2020) Genome-scale metabolic reconstruction of the symbiosis between a leguminous plant and a nitrogen-fixing bacterium. *Nature Communications* 11, Article number: 2574
- diCenzo G.C., Zamani M., Checucci A., Fondi M., Griffiths J., Finan T., Mengoni A. (2019) Multi-disciplinary approaches for studying rhizobium – legume symbioses. *Canadian Journal of Microbiology* 65: 1-33
- Durán P, Thiergart T, Garrido-Oter R, et al. (2018) Microbial Interkingdom Interactions in Roots Promote Arabidopsis Survival. *Cell*. 175:973-983.e14
- Fagorzi C., Checucci A., diCenzo G.C., Debiec-Andrzejewska K., Dziewit L., Pini F., Mengoni A. (2018) Harnessing Rhizobia to Improve Heavy-Metal Phytoremediation by Legumes. *Genes* 9(11). pii: E542
- Hassani MA, Durán P, Hacquard S. (2018) Microbial interactions within the plant holobiont. *Microbiome* 6:58

4. CURRICULUM BIOLOGIA E BIOTECNOLOGIE VEGETALI – Sede di Firenze.

Posto con borsa

Titolo: Relazioni tra macroclima, microclima e tratti funzionali in organismi poichiloidrici: uno strumento per studiare gli effetti di cambiamenti climatici con potenziali applicazioni di astrobiologia

Responsabile: prof. Alessio Papini

Gli organismi poichiloidrici, come licheni e briofite, sono estremamente sensibili ai fattori climatici dal momento che il livello di idratazione dei talli, da cui dipende l'attività metabolica, risente essenzialmente delle condizioni esterne. Questo ha un riflesso, ad esempio, sui pattern di distribuzione a grande scala di molte specie come risposta diretta ai fattori macro-climatici. Tuttavia, vi è una crescente consapevolezza del fatto che la distribuzione di questi organismi rifletta anche l'effetto di fattori microclimatici che determinano condizioni di eterogeneità a piccola scala spaziale. In questa prospettiva, lo studio dell'eterogeneità a livello di paesaggio del micro-clima è fondamentale per capire come gli organismi poichiloidrici rispondono alle variazioni climatiche e per comprendere gli impatti dei cambiamenti climatici su questa componente essenziale, ma spesso trascurata, della biodiversità. Un aspetto centrale della ricerca riguarderà il ruolo di alcuni tratti funzionali. In particolar modo saranno investigati alcuni aspetti fisiologici che possono essere influenzati dai fattori climatici quali ad esempio i parametri che descrivono l'efficienza fotosintetica di questi organismi e la regolazione del loro contenuto idrico. Verranno analizzate le relazioni tra i fattori macro e microclimatici e aspetti relativi alla anatomia interna dei talli e alla morfologia esterna attraverso analisi microscopiche e metodi di ricostruzione tridimensionale delle forme. Questo consentirà di esplorare i meccanismi alla base dei pattern distribuzionali osservati, consentendo lo sviluppo di modelli previsionali più affidabili per interpretare le risposte ai cambiamenti climatici. L'utilizzo combinato di gradienti altitudinali e biogeografici costituirà il framework operativo per sviluppare e perseguire gli obiettivi della ricerca.

La comprensione dei meccanismi fisiologici di funzionamento degli organismi poichiloidrici è poi utile per potenziali progetti di astrobiologia che si occupino dell'individuazione di organismi che meglio possano sopravvivere in condizioni estreme per la vita come quelle rinvenibili su altri pianeti del sistema solare.

Bibliografia

- Araújo, M.B., Pearson, R.G., Thuiller, W., Erhard, M., 2005. Validation of species–climate impact models under climate change. *Glob. Chang. Biol.* 11 (9), 1504–1513.
- Bellard, C., Bertelsmeier, C., Leadley, P., Thuiller, W., Courchamp, F., 2012. Impacts of climate change on the future of biodiversity. *Ecol. Lett.* 365–377, 365–377.
- Bianchi E., Benesperi R., Colzi I., Coppi A., Lazzaro L., Paoli L., Papini A., Pignattelli S., Tani C., Vignolini P., Gonnelli C., 2019. The multi-purpose role of hairiness in the lichens of coastal environments: Insights from *Seiophora villosa* (Ach.) Frödén. *Plant Physiology and Biochemistry* 10.1016/j.plaphy.2019.06.022.
- Bianchi E., Paoli L., Colzi I., Coppi A., Gonnelli C., Lazzaro L., Loppi S., Papini A., Vannini A., Benesperi R., 2019. High-light stress in wet and dry thalli of the endangered Mediterranean lichen *Seiophora villosa* (Ach.) Frödén: Does size matter? *Mycological Progress*, 18(3), 463-470.
- Bianchi E., Paoli L., Colzi I., Coppi A., Gonnelli C., Lazzaro L., Loppi S., Papini A., Vannini A., Benesperi R. 2019. High-light stress in wet and dry thalli of the endangered Mediterranean lichen *Seiophora villosa* (Ach.) Frödén: does size matter? *Mycological Progress*, 18:463-470
- Bianchi, E., Benesperi, R., Colzi, I., Coppi, A., Lazzaro, L., Paoli, L., Papini, A., Pignattelli S., Tani, C., Vignolini, P., Gonnelli, C., 2019. The multi-purpose role of hairiness in the lichens of coastal environments: insights from *Seiophora villosa* (Ach.) Frödén. *Plant Physiology and Biochemistry*, 141:398-406.
- Brown, A. M., Warton, D. I., Andrew, N. R., Binns, M., Cassis, G., & Gibb, H. (2014). The fourth-corner solution – using predictive models to understand how species traits interact with the environment. *Methods in Ecology and Evolution*, 5(4), 344–352
- Casazza, G., Giordani, P., Benesperi, R., Foggi, B., Viciani, D., Filigheddu, R., Farris, E., Bagella, S., Pisanu, S., Mariotti, M.G., 2014. Climate change hastens the urgency of conservation for range-restricted plant species in the central-northern Mediterranean region. *Biol. Conserv.* 179, 129–138.
- Cecconi E., Fortuna L., Benesperi R., Bianchi E., Brunialti G., Contardo T., Di Nuzzo L., Frati L., Monaci F., Munzi S., Nascimbene J., Paoli L., Ravera S., Vannini A., Giordani P., Loppi S., Tretiach M., 2019. New interpretative scales for lichen bioaccumulation data: the Italian proposal. *Atmosphere*, 10, 136, doi:10.3390/atmos10030136.
- Ellis, C.J., 2019. Climate change, bioclimatic models and the risk to lichen diversity. *Diversity* 11, 54.
- Gauslaa, Y., 2014. Rain, dew, and humid air as drivers of morphology, function and spatial distribution in epiphytic lichens. *Lichenologist* 46 (1), 1–16.
- HilleRisLambers, J., Harsch, M.A., Ettinger, A.K., Ford, K.R., Theobald, E.J., 2013. How will biotic interactions influence climate change-induced range shifts? *Ann. N. Y. Acad. Sci.* 1297, 112–125.

- Hurtado P., Prieto M., Martínez-Vilalta J., Giordani P., Aragón G., López-Angulo J., Košuthová A., Merinero S., Díaz-Peña E. M., Rosas T., Benesperi R., Bianchi E., Grube M., Mayrhofer H., Nascimbene J., Wedin M., Westberg M. and Martínez I. 2020. Disentangling functional trait variation and covariation in epiphytic lichens along a continent-wide latitudinal gradient. *Proc. R. Soc. B* <http://doi.org/10.1098/rspb.2019.2862>
- Inсарov, G., Schroeter, B., 2002. Lichen monitoring and climate change. In: Nimis, P.L., Scheidegger, C., Wolseley, P. (Eds.), *Monitoring with Lichens, Monitoring Lichens*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands, pp. 183–201.
- Meeßen et al. (2014) Effects of UVC254 on the photosynthetic activity of photobionts from the astrobiologically relevant lichens *Buellia frigida* and *Circinaria gyrosa*. *International Journal of Astrobiology* 13 (4): 340–352.
- Nascimbene J, Benesperi R, Casazza G, Chiarucci A, Giordani P. 2020. Range shifts of native and invasive trees exacerbate the impact of climate change on epiphyte distribution: The case of lung lichen and black locust in Italy. *Sci Total Environ*. 735:139537.
- Nascimbene, J., Benesperi, R., Giordani, P., Grube, M., Marini, L., Vallese, C., Mayrhofer, H., 2019. Could hair-lichens of high-elevation forests help detect the impact of global change in the Alps? *Diversity* 11, 45 2019.
- Nascimbene, J., Casazza, G., Benesperi, R., Catalano, I., Cataldo, D., Grillo, M., Isocrono, D., Matteucci, E., Ongaro, S., Potenza, G., Puntillo, D., Ravera, S., Zedda, L., Giordani, P., 2016. Climate change fosters the decline of epiphytic *Lobaria* species in Italy. *Biol. Conserv.* 201, 377–384.
- Pacifici, M., Visconti, P., Butchart, S. H. M., Watson, J. E. M., Cassola, F. M., & Rondinini, C. (2017). Species' traits influenced their response to recent climate change. *Nature Climate Change*, 7(3), 205–208.
- Parmesan, C., Yohe, G., 2003. A globally coherent fingerprint of climate change impacts across natural systems. *Nature* 421, 37–42.
- Thomas, C.D., Cameron, A., Green, R.E., Bakkenes, M., Beaumont, L.J., Collingham, Y.C., Erasmus, B.F.N., De Siqueira, M.F., Grainger, A., Hannah, L., Hughes, L., Huntley, B., Van Jaarsveld, A.S., Midgley, G.F., Miles, L., Ortega-Huerta, M.A., Peterson, A.T., Phillips, O.L., Williams, S.E., 2004. Extinction risk from climate change. *Nature* 427, 145–148.
- Van der Putten, W.H., Macel, M., Visser, M.E., 2010. Predicting species distribution and abundance responses to climate change: why it is essential to include biotic interactions across trophic levels. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* 365, 2025–2034.

5. CURRICULUM GENETICA ED EVOLUZIONE - Sede Ferrara

Posto con borsa

Titolo della ricerca: Ricostruzione della storia delle popolazioni umane attraverso lo studio di DNA antico, DNA moderno e diversità linguistica

Responsabile scientifico: prof. Guido Barbujani

Progressi recenti nelle tecniche per l'analisi dei genomi, anche provenienti da campioni mal conservati, ci fornisce oggi una capacità senza precedenti di indagare aspetti complessi della storia evolutiva umana (si vedano Agranat-Tamir et al. 2020; Antonio et al. 2018). Negli ultimi anni, il gruppo di genetica di Ferrara ha contribuito alla ricostruzione sempre più dettagliata della storia demografica umana per mezzo di nuovi dati (Tucci et al. 2018), dello sviluppo di nuovi metodi biostatistici (Ghirotto et al. 2020) e di vaste analisi della diversità genomica (Reyes-Centeno et al. 2014). Abbiamo in progetto di sviluppare queste ricerche in tre direzioni, e cioè: 1. Caratterizzazione di un nuovo insieme di campioni antichi a livello nucleare, con particolare attenzione per la penisola iberica e sulla popolazione di un periodo finora poco studiato, il Mesolitico, di cui poco si sa, riguardo alla costituzione genetica e agli scambi migratori (González-Fortes et al. 2017, 2019); 2. Analisi di archivi di dati esistenti per la ricostruzione di caratteristiche fenotipiche, come gruppo sanguigno, colore della pelle e degli occhi (Breslin et al. 2019); e 3. Confronti fra variabilità genetica e linguistica, alla ricerca di aree geografiche in cui caratteri biologici e culturali variano coerentemente o incoerentemente (Longobardi et al. 2015). In questo modo, speriamo di contribuire a comprendere il ruolo di processi di adattamento e movimenti migratori nel determinare la diversità genomica europea, e di riuscire a collocare questi eventi in una scala temporale.

Bibliografia

- Agranat-Tamir L, et al. (2020). The genomic history of the Bronze Age Southern Levant. *Cell* 181:1146-1157.
- Antonio ML, et al. (2019). Ancient Rome: A genetic crossroads of Europe and the Mediterranean. *Science* 366:708-714
- Breslin K, et al. (2019) HRisPlex-S system for eye, hair, and skin color prediction from DNA: Massively parallel sequencing solutions for two common forensically used platforms. *Forensic Sci Int Genet* 43:102152
- Ghirotto S., Vizzari M.T., Tassi F., Barbujani G., Benazzo A (2020) Distinguishing among complex evolutionary models using unphased whole-genome data through Random-Forest Approximate Bayesian Computation. *Molecular Ecology Resources*, in the press.
- Gonzalez-Fortes G, et al. (2017). Paleogenomic Evidence for Multi-generational Mixing between Neolithic Farmers and Mesolithic Hunter-Gatherers in the Lower Danube Basin. *Current Biology* 27(12): 1801.
- González-Fortes G., et al. (2019) A Western route of prehistoric human migration from Africa into the Iberian Peninsula. *Proceedings of the Royal Society B* 286: 20182288.
- Longobardi G., Ghirotto S., Guardiano C., Tassi F., Benazzo A., Ceolin A., Barbujani G. (2015) Across language families: DNA diversity mirrors grammar within Europe. *American Journal of Physical Anthropology* 157:630–640.
- Reyes-Centeno H., Ghirotto S., Détroit F., Grimaud-Hervé D., Barbujani G., Harvati K. (2014) Genomic and cranial phenotype data support multiple modern human dispersals from Africa and a Southern route into Asia. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* 111:7248–7253.
- Tucci S., et al. (2018) Evolutionary history and adaptation from whole genome sequences of a pygmy population of Flores Island, Indonesia. *Science* 361:511-516.

6. CURRICULUM ECOLOGIA ED ETOLOGIA - Università di Ferrara.

Posto con borsa

Titolo della ricerca: Evoluzione temporale dei fattori di disturbo antropico nel delta del Po

Responsabile: prof. Giuseppe Castaldelli

Nel delta del Po numerosi fattori di disturbo antropico, tra cui l'eutrofizzazione (Viaroli et al., 2018), per citare uno dei più rilevanti, da decenni esercitano un pesante disturbo sugli ecosistemi, nello scenario del cambiamento climatico (Milardi et al., 2018). Un altro esempio di disturbo antropico generalizzato è quello dato dalle specie aliene invasive (Lanzoni et al., 2018). Nel delta del Po e, più precisamente nella sua porzione dulciacquicola, eutrofizzazione, specie aliene invasive e cambiamento climatico possono avere interazioni di tipo sinergico. Tuttavia, non sono disponibili molti studi di riferimento su questi temi. Recentemente è stata evidenziata la relazione causale tra l'introduzione di una specie ittica aliena e l'eutrofizzazione (Milardi et al., 2020), ed è possibile ipotizzare che esistano effetti simili o addirittura sinergici, tra altre specie di ciprinidi esotici e l'eutrofizzazione, sulla rarefazione e scomparsa di specie native, vegetali e animali.

Di fronte alla molteplicità dei termini e alla complessità delle relazioni, una strategia di indagine appare più promettente per evidenziare interazioni ed effetti, la meta-analisi su ampia scala dei dati ecologici. Un esempio in tal senso è la recente analisi delle comunità ittiche, effettuata anche nell'area del delta (Milardi et al., 2019). A fini applicativi, i risultati di questi approfondimenti trovano completamento nell'approccio dello studio dei Servizi Ecosistemici (Egoh et al., 2007; Fisher et al., 2009; Gaglio et al., 2019) che nell'area del delta del Po si configura come uno degli strumenti più promettenti per individuare le linee operative di contrasto e mitigazione di questi fattori di disturbo e degli effetti del cambiamento climatico.

Bibliografia

- Fisher, B., Turner, R. K., & Morling, P. (2009). Defining and classifying ecosystem services for decision making. *Ecological Economics*, 68(3), 643-653.
- Gaglio, M., Lanzoni, M., Nobili, G., Viviani, D., Castaldelli, G., & Fano, E. A. (2019). Ecosystem services approach for sustainable governance in a brackish water lagoon used for aquaculture. *Journal of Environmental Planning and Management*, 62(9), 1501-1524.
- Lanzoni, M., Milardi, M., Aschonitis, V., Fano, E. A., & Castaldelli, G. (2018). A regional fish inventory of inland waters in Northern Italy reveals the presence of fully exotic fish communities. *The European Zoological Journal*, 85(1), 1-7.
- Milardi, M., Gavioli, A., Soininen, J., & Castaldelli, G. (2019). Exotic species invasions undermine regional functional diversity of freshwater fish. *Scientific Reports*, 9(1), 1-10.
- Milardi, M., Lanzoni, M., Gavioli, A., Fano, E. A., & Castaldelli, G. (2018). Long-term fish monitoring underlines a rising tide of temperature tolerant, rheophilic, benthivore and generalist exotics, irrespective of hydrological conditions. *Journal of Limnology*, 18, 1358-1369.
- Milardi, M., Soana, E., Chapman, D., Fano, E. A., & Castaldelli, G. (2020). Could a freshwater fish be at the root of dystrophic crises in a coastal lagoon?. *Science of The Total Environment*, 711, 135093.
- Viaroli, P., Soana, E., Pecora, S., Laini, A., Naldi, M., Fano, E. A., & Nizzoli, D. (2018). Space and time variations of watershed N and P budgets and their relationships with reactive N and P loadings in a heavily impacted river basin (Po river, Northern Italy). *Science of the Total Environment*, 639, 1574-1587.

7. CURRICULUM ECOLOGIA ED ETOLOGIA – Università di Ferrara

Posto con borsa

Titolo della ricerca: Cellule immunitarie degli elasmobranchi e teleostei, sani e parassitati

Responsabile: prof. Bahram Sayyaf Dezfuli

Il progetto di ricerca per il dottorato 2020-2022 si prefigge di approfondire lo studio di diversi tipi di cellule immunitarie in pesci cartilaginei ed ossei sia sani che parassitati. Da un punto di vista filogenetico i pesci rappresentano un buon modello di studio per l'immunologia dei Vertebrati perché hanno un sistema immunitario relativamente semplice. Tale sistema, che si occupa della difesa dell'organismo da agenti patogeni ed estranei, opera mediante cellule specializzate, chiamate leucociti o globuli bianchi, presenti nel circolo sanguigno e nei tessuti e prodotte da organi quali rene, timo (organi linfoidi primari), milza e intestino (organi linfoidi secondari). I leucociti si suddividono in due gruppi: gli agranulociti e i granulociti. Il sistema immunitario dei pesci cartilaginei è meno studiato e conosciuto rispetto a quello dei pesci ossei e per questo risulta molto stimolante un'indagine *ad hoc* su di esso. Il progetto per il prossimo ciclo di dottorato prevede una stretta collaborazione con diversi gruppi di ricerca nazionale (Milano, Sassari, Perugia, Roma) ed internazionale (Bergen, New York).

Bibliografia

- Mattiucci S, Nascetti G: Advances and trends in the molecular systematics of anisakid nematodes, with implications for their evolutionary ecology and host-parasite co-evolutionary processes. *Adv Parasitol* 2008, 66:47-148.
- Pascual S, Gonzalez A: The fish nematode problem in major European fish stocks. *Fisheries Research* 2018, 202:1-3.
- Sayyaf Dezfuli B, Giari L, Lorenzoni M, Carosi A, Manera M, Bosi G: Pike intestinal reaction to *Acanthocephalus lucii* (Acanthocephala): Immunohistochemical and ultrastructural surveys, *Parasites & Vectors* 2018, 11: 424.
- Dezfuli BS, Manera M, Bosi G, Merella P, De Pasquale JA, Giari L: Intestinal granular cells of a cartilaginous fish, thornback ray *Raja clavata*: morphological characterization and expression of different molecules, *Fish & Shellfish Immunology* 2018, 75: 172-180.
- Sayyaf Dezfuli B, Manera M, Bosi G, Merella P, DePasquale JA, Giari L: Description of epithelial granular cell in catshark spiral intestine: immunohistochemistry and ultrastructure. *Journal of Morphology* 2019, 280:205-2013.
- Bosi G, DePasquale JA, Rossetti E, Sayyaf Dezfuli B: Differential mucins secretion by intestinal mucous cells of *Chelon ramada* in response to an enteric helminth *Neoechinorhynchus agilis* (Acanthocephala). *Acta Histochemica* 2020, 122, 151488.
- Sayyaf Dezfuli B, Castaldelli G, Tomaini R, Manera M, DePasquale JA, Bosi G: Challenge for macrophages and mast cells of *Chelon ramada* to counter an intestinal microparasite, *Myxobolus mugchelo* (Myxozoa). *Diseases of Aquatic Organisms* 2020, 138, 171-183.

8. CURRICULUM ECOLOGIA ED ETOLOGIA – Università di Ferrara

Posto riservato “Dottorato industriale” - 1

Titolo della ricerca: Messa a punto di un metodo di sanificazione di ambienti e contesti urbani tramite l'impiego di acqua elettrolizzata a basso impatto ambientale: verifica degli aspetti di sostenibilità biologica.

Responsabile: prof. Elena Tamburini

GATE opera nel settore della R&D di dispositivi per la sanificazione dell'acqua e degli ambienti basati sulla produzione *in situ* di acido ipocloroso a pH fisiologico. In attesa della messa a punto di vaccini efficaci, l'unica soluzione contro la diffusione di COVID-19 sembra essere la prevenzione tramite la sanificazione delle superfici e gli ambienti, e l'acido ipocloroso ha dimostrato di essere efficace contro virus, batteri, funghi e spore. Scopo della ricerca è di contribuire alla riduzione del rischio di contaminazione e garantire la sicurezza delle persone e degli operatori nei luoghi di lavoro (i.e., uffici pubblici, scuole, ospedali) tramite nebulizzazione a secco di soluzioni diluite di acido ipocloroso. La sanificazione con acido ipocloroso è una tecnica innovativa e ancora poco diffusa rispetto ad altri sistemi (i.e., ozono, perossido, ipoclorito), è perciò necessario confermare l'efficacia antimicrobica (nei confronti di agenti microbici ambientali e patogeni, con particolare attenzione ai contaminanti ospedalieri antibiotico-resistenti) e antivirale, la tossicità umana (attraverso studi *in-vitro* su linee cellulari e *ex-vivo* su modelli cellulari di organi umani 2D e 3D), e la stabilità in ambiente indoor e outdoor, a diversi tempi di trattamento e a diversa concentrazione di acido ipocloroso.

Referenze

- Cho, H. J., Min, H. J., Chung, H. J., Park, D. Y., Seong, S. Y., Yoon, J. H., ... & Kim, C. H. (2016). Improved outcomes after low-concentration hypochlorous acid nasal irrigation in pediatric chronic sinusitis. *The Laryngoscope*, 126(4), 791-795.
- Dimmit, D. (2014). Hypochlorous acid for definitive terminal cleaning of the hospital environment. *Infection Control Today*.
- Kim, H. J., Lee, J. G., Kang, J. W., Cho, H. J., Kim, H. S., Byeon, H. K., & Yoon, J. H. (2008). Effects of a low concentration hypochlorous acid nasal irrigation solution on bacteria, fungi, and virus. *The Laryngoscope*, 118(10), 1862-1867.
- Park, H., Hung, Y. C., & Brackett, R. E. (2002). Antimicrobial effect of electrolyzed water for inactivating *Campylobacter jejuni* during poultry washing. *International journal of food microbiology*, 72(1-2), 77-83.
- Robinson, G. M., Lee, S. H., Greenman, J., Salisbury, V. C., & Reynolds, D. M. (2010). Evaluation of the efficacy of electrochemically activated solutions against nosocomial pathogens and bacterial endospores. *Letters in applied microbiology*, 50(3), 289-294.
- Stroman, D. W., Mintun, K., Epstein, A. B., Brimer, C. M., Patel, C. R., Branch, J. D., & Najafi-Tagol, K. (2017). Reduction in bacterial load using hypochlorous acid hygiene solution on ocular skin. *Clinical ophthalmology (Auckland, NZ)*, 11, 707.
- Tamburini E, 2020. Trattamento acqua mediante sanificazione dei circuiti idrici con acido ipocloroso. In: *Manuale per tutelare e tutelarsi*. a cura di Maria Sofia Rini. Bonomo Ed.; pp. 158-163
- Tamburini E, 2020. Trattamento aria e sanificazione degli ambienti con acido ipocloroso. In: *Manuale per tutelare e tutelarsi*. a cura di Maria Sofia Rini. Bonomo Ed; pp. 150-154.
- Thorn, R. M. S., Lee, S. W. H., Robinson, G. M., Greenman, J., & Reynolds, D. M. (2012). Electrochemically activated solutions: evidence for antimicrobial efficacy and applications in healthcare environments. *European journal of clinical microbiology & infectious diseases*, 31(5), 641-653.
- Veasey, S., & Muriana, P. M. (2016). Evaluation of electrolytically-generated hypochlorous acid ('electrolyzed water') for sanitation of meat and meat-contact surfaces. *Foods*, 5(2), 42.
- Environmental Assessment for Food Contact Notification FCN 1811 <https://www.fda.gov/Food/IngredientsPackagingLabeling/EnvironmentalDecisions/default.htm> (accessed on: 19 April 2020)
- Technical Evaluation Report USDA, Agricultural Marketing Service, Agricultural Analytics Division for the USDA National Organic Program <https://echa.europa.eu/it/regulations/biocidal-products-regulation/approval-of-active-substances> (accessed on: 19 April 2020)

9. CURRICULUM ECOLOGIA ED ETOLOGIA – Università di Ferrara

Posto riservato “Dottorato industriale” - 2

Titolo della ricerca: Messa a punto di un metodo di sanificazione di ambienti e contesti urbani tramite l'impiego di acqua elettrolizzata a basso impatto ambientale: verifica degli aspetti di sostenibilità chimica.

Responsabile: prof. Elena Tamburini

GATE opera nel settore della R&D di dispositivi per la sanificazione dell'acqua e degli ambienti basati sulla produzione *in situ* di acido ipocloroso a pH fisiologico. In attesa della messa a punto di vaccini efficaci, l'unica soluzione contro la diffusione di COVID-19 sembra essere la prevenzione tramite la sanificazione delle superfici e gli ambienti, e l'acido ipocloroso ha dimostrato di essere efficace contro virus, batteri, funghi e spore. Scopo della ricerca è di contribuire alla riduzione del rischio di contaminazione e garantire la sicurezza delle persone e degli operatori nei luoghi di lavoro (i.e., uffici pubblici, scuole, ospedali) tramite nebulizzazione a secco di soluzioni diluite di acido ipocloroso. La sanificazione con acido ipocloroso è una tecnica innovativa e ancora poco diffusa rispetto ad altri sistemi (i.e., ozono, perossido, ipoclorito), è perciò necessario verificare la stabilità chimica dell'acido ipocloroso, la concentrazione di specie secondarie e il loro impatto sull'ambiente e l'uomo. Nella sanificazione di ambienti, in particolare ambienti sanitari, la sicurezza e la salvaguardia delle superfici riveste un'importanza fondamentale, in particolare per quanto riguarda i materiali elettrici e i metalli, relativamente ai processi di corrosione dovuti al sale e al cloro. La sostenibilità del metodo di sanificazione verrà confermato attraverso analisi di impatto ambientale via *life cycle assessment* (LCA), in confronto con i principali agenti sanificanti attualmente utilizzati.

Bibliografia

- Cho, H. J., Min, H. J., Chung, H. J., Park, D. Y., Seong, S. Y., Yoon, J. H., ... & Kim, C. H. (2016). Improved outcomes after low-concentration hypochlorous acid nasal irrigation in pediatric chronic sinusitis. *The Laryngoscope*, 126(4), 791-795.
- Dimmit, D. (2014). Hypochlorous acid for definitive terminal cleaning of the hospital environment. *Infection Control Today*.
- E. Tamburini, 2020. Trattamento acqua mediante sanificazione dei circuiti idrici con acido ipocloroso. In: *Manuale per tutelare e tutelarsi*. a cura di Maria Sofia Rini. Bonomo Ed.; pp. 158-163
- E. Tamburini, 2020. Trattamento aria e sanificazione degli ambienti con acido ipocloroso. In: *Manuale per tutelare e tutelarsi*. a cura di Maria Sofia Rini. Bonomo Ed; pp. 150-154.
- Environmental Assessment for Food Contact Notification FCN 1811 <https://www.fda.gov/Food/IngredientsPackagingLabeling/EnvironmentalDecisions/default.htm> (Accesso on line: 19 aprile 2020)
- Eryilmaz, M., & Palabiyik, I. M. (2013). Hypochlorous acid-analytical methods and antimicrobial activity. *Tropical Journal of Pharmaceutical Research*, 12(1), 123-126.
- Franklin, M. J., Nivens, D. E., Vass, A. A., Mittelman, M. W., Jack, R. F., Dowling, N. J. E., & White, D. C. (1991). Effect of chlorine and chlorine/bromine biocide treatments on the number and activity of biofilm bacteria and on carbon steel corrosion. *Corrosion*, 47(2), 128-134.
- Gilbert, J. L., & Mali, S. A. (2012). Medical implant corrosion: electrochemistry at metallic biomaterial surfaces. In *Degradation of implant materials* (pp. 1-28). Springer, New York, NY.
- <https://echa.europa.eu/it/regulations/biocidal-products-regulation/approval-of-active-substances> (Accesso on line: 19 aprile 2020)
- Ives, M. B., Lu, Y. C., & Luo, J. L. (1991). Cathodic reactions involved in metallic corrosion in chlorinated saline environments. *Corrosion Science*, 32(1), 91-102.
- Robinson, G. M., Lee, S. H., Greenman, J., Salisbury, V. C., & Reynolds, D. M. (2010). Evaluation of the efficacy of electrochemically activated solutions against nosocomial pathogens and bacterial endospores. *Letters in applied microbiology*, 50(3), 289-294.
- Rodolfo Jr, A. P., & Singley, J. E. (1987). Influence of buffer capacity, chlorine residual, and flow rate on corrosion of mild steel and copper. *Journal-American Water Works Association*, 79(2), 62-70.
- Technical Evaluation Report USDA, Agricultural Marketing Service, Agricultural Analytics Division for the USDA National Organic Program
- Thorn, R. M. S., Lee, S. W. H., Robinson, G. M., Greenman, J., & Reynolds, D. M. (2012). Electrochemically activated solutions: evidence for antimicrobial efficacy and applications in healthcare environments. *European journal of clinical microbiology & infectious diseases*, 31(5), 641-653.

10. CURRICULUM ECOLOGIA ED ETOLOGIA – Università di Parma

Posto con borsa

Titolo della ricerca: Il ruolo delle formiche in agroecosistemi mediterranei: aspetti ecologici, etologici ed applicativi

Responsabile: prof. Donato A. Grasso

Le interazioni trofiche che si verificano tra le componenti degli ecosistemi terrestri costituiscono un complesso network in cui gli insetti giocano un ruolo cruciale. Tra questi, le formiche sono organismi dominanti nella maggior parte degli habitat terrestri e interagiscono con gran parte delle componenti biotiche dei loro ecosistemi a ogni livello trofico. Lo studio del loro ruolo ecologico, tuttavia, appare ad oggi ancora fortemente deficitario all'interno degli agroecosistemi della regione mediterranea, sebbene questi ambienti siano considerati *hotspot* di diversità sia per quanto riguarda le formiche che per colture e pratiche agricole. In alcuni contesti agroecologici, varie specie sono risultate essere promettenti strumenti nella lotta biologica ad insetti fitofagi, piante infestanti o patogeni. Ciononostante, nella maggior parte dei casi si impiegano misure mirate al loro controllo onde limitare i danni a queste attribuiti e che riguardano direttamente le colture o le popolazioni di agenti di controllo impiegati in lotta biologica. Queste testimonianze sono tuttavia limitate nel numero di casi esaminati e nel grado di approfondimento sino ad ora condotto. Il progetto si propone di approfondire gli aspetti ecologici, etologici ed evolutivi delle relazioni multitrofiche instaurate dalle formiche in agroecosistemi mediterranei ricavandone indicazioni utili per lo sviluppo di piani gestionali degli stessi. La gestione sostenibile degli agroecosistemi è infatti un tema di imprescindibile importanza per coniugare il sostentamento umano con la tutela della biodiversità e dei servizi ecosistemici a questa associati. Il candidato che si occuperà di questa linea di ricerca dovrà raccogliere informazioni di carattere multidisciplinare utili a chiarire vari aspetti di queste interazioni allo scopo di sviluppare nuovi programmi di lotta biologica ed integrata. A tale scopo sarà importante verificare se le formiche rappresentino uno strumento utile per un'agricoltura ecosostenibile che privilegi il controllo biologico conservativo o un potenziale problema per gli ambienti che colonizzano. Dal momento che in Italia sono state descritte circa 270 specie di formiche, è verosimile che non esista una risposta univoca a queste domande e che per le diverse specie l'ago della bilancia si possa spostare da "potenziale risorsa" a "elemento di disturbo" o viceversa a seconda dei contesti coinvolti. Pertanto nello studio sarà fondamentale caratterizzare le comunità mirmecologiche di alcuni agroecosistemi rappresentativi e verificare sperimentalmente l'impatto di alcune specie scelte come modello per saggiare le varie ipotesi sopra menzionate. La realizzazione di questa linea di ricerca non potrà prescindere, quindi, da un approccio multidisciplinare volto ad integrare aspetti tassonomici, ecologici, etologici ed applicativi.

Bibliografia

- Baraibar B., Carrión E., Recasens J., Westerman P.R. (2011). Unravelling the process of weed seed predation: Developing options for betterweed control. *Biol. Control*, 56, 85–90.
- Benckiser G. (2010). Ants and sustainable agriculture. A review. *Agron. Sustain. Dev.* 30, 191–199.
- Choate B., Drummond F. (2011). Ants as biological control agents in agricultural cropping systems. *Terr. Arthropod Rev.* 4, 157–180.
- Lach L., Parr C.L., Abbott K.L. (eds) (2015). *Ant Ecology*. Oxford University Press: Oxford, UK, 2010.
- Offenberg J. (2015). Ants as tools in sustainable agriculture. *J. Appl. Ecol.* 52, 1197–1205.
- Offenberg J., Nielsen J.S., Damgaard C. (2019). Wood Ant (*Formica polyctena*) Services and Disservices in a Danish Apple Plantation. *Sociobiology* 66, 247–256.
- Risch S.J., Carroll C.R. (1982). The ecological role of ants in two Mexican agroecosystems. *Oecologia* 55, 114–119.
- Schoonhoven L.M., van Loon J.J.A., Dicke M. (2005). *Insect-plant biology*. Oxford University Press, Oxford
- Way M.J., Khoo K.C. (1992). Role of ants in pest management. *Annu. Rev. Entomol.* 37, 479–503.

11. CURRICULUM ECOLOGIA ED ETOLOGIA – Università di Parma

Posto con borsa

Titolo della ricerca: Carichi di nutrienti nei bacini idrografici del distretto padano e rischio di eutrofizzazione dei corpi idrici

Responsabile: prof. Daniele Nizzoli

L'attività antropica ha considerevolmente alterato i processi di trasformazione, ritenzione e trasporto di azoto (N), fosforo (P) e silice (Si) nei bacini idrografici, con un conseguente aumento dei flussi di questi elementi verso gli ecosistemi acquatici e un cambiamento dei loro rapporti stechiometrici. L'eutrofizzazione delle acque che ne consegue è considerata una delle principali cause di deterioramento dello stato e del funzionamento degli ecosistemi acquatici e dei beni e servizi da essi generati. In anni recenti in particolare, sta suscitando interesse il concetto di eutrofizzazione associato agli ecosistemi fluviali. La comprensione di questo processo soffre tuttavia ancora di incertezze a causa delle complesse interazioni tra fattori abiotici (es. temperatura, idrologia) e biotici tipici di questi ambienti e che regolano la risposta ecologica ai carichi di nutrienti. In questo contesto la valutazione dei fattori causali che concorrono alla formazione dei carichi di N, P e Si, la loro relazione con lo stato di qualità e i processi ecosistemici, l'individuazione di criteri per la classificazione degli ecosistemi fluviali sulla base dello stato trofico e l'individuazione degli ambienti eutrofici o a rischio di eutrofizzazione sono temi fondamentali per comprendere le relazioni tra pressioni antropiche e qualità delle acque. Il progetto ha lo scopo di studiare i fattori causali che concorrono alla formazione dei carichi di N, P e Si, e i loro rapporti stechiometrici e di valutare la risposta dei processi ecosistemici a tali carichi. Le attività saranno focalizzate principalmente sul distretto idrografico del fiume Po e le azioni previste riguardano, in particolare, raccolta ed elaborazione di serie storiche di dati relativi a pressioni, carichi puntuali e diffusi di N, P e Si, e allo stato di qualità delle acque. Saranno inoltre avviate specifiche attività di ricerca finalizzate a investigare l'effetto dei carichi sui processi ecosistemici in ambienti di acque correnti.

Bibliografia

- Alexander, R. B., & Smith, R. A. 2006. Trends in the nutrient enrichment of U.S. rivers during the late 20th century and their relation to changes in probable stream trophic conditions. *Limnology and Oceanography*, 51(1_part_2), 639–654.
- Bernhardt, E. S., et al. 2017. The metabolic regimes of flowing waters. *Limnology and Oceanography*.
- Dodds, W. K. 2006. Eutrophication and trophic state in rivers and streams. *Limnology and Oceanography*, 51(1_part_2), 671–680.
- Dodds, W., & Smith, V. (2016). Nitrogen, phosphorus, and eutrophication in streams. *Inland Waters*, 6(2), 155–164. <https://doi.org/10.5268/IW-6.2.909>
- Dupas, R., et al. 2015. Assessing the impact of agricultural pressures on N and P loads and eutrophication risk. *Ecological Indicators*, 48(JANUARY), 396–407.
- Glibert, P. M. (2017). Eutrophication, harmful algae and biodiversity — Challenging paradigms in a world of complex nutrient changes. *Marine Pollution Bulletin*, 124(2), 591–606.
- Goyette, J. O., et al., 2019. Differential influence of landscape features and climate on nitrogen and phosphorus transport throughout the watershed. *Biogeochemistry*, 142(1), 155–174.
- Hilton, J., et al. 2006. How green is my river? A new paradigm of eutrophication in rivers. *The Science of the Total Environment*, 365(1–3), 66–83.
- Le Moal, M., et al. 2019. Eutrophication: A new wine in an old bottle? *Science of the Total Environment*, 651, 1–11.
- Royer, T. V. (2019). Stoichiometry of nitrogen, phosphorus, and silica loads in the Mississippi-Atchafalaya River basin reveals spatial and temporal patterns in risk for cyanobacterial blooms. *Limnology and Oceanography*, 1–11.
- Viaroli, P., et al. 2018. Space and time variations of watershed N and P budgets and their relationships with reactive N and P loadings in a heavily impacted river basin (Po river, Northern Italy). *Science of the Total Environment*, 639.
- von Schiller, D., et al. 2017. River ecosystem processes: A synthesis of approaches, criteria of use and sensitivity to environmental stressors. *Science of the Total Environment*, 596–597(April), 465–480.

12. CURRICULUM BIOLOGIA E BIOTECNOLOGIE VEGETALI Università di Parma

Posto con borsa

Titolo della ricerca: Interazione del metabolismo del solfato nella tolleranza al cromo in alghe verdi unicellulari d'acqua dolce

Responsabile: prof. Rossano Bolpagni, prof. Anna Torelli

L'assimilazione riduttiva del solfato ha un ruolo fondamentale nella tolleranza allo stress indotto da metalli pesanti. Il fenomeno è noto come SED (Sulfur Enhanced Defence) e si basa in gran parte sulla maggior sintesi di cisteina e GSH, direttamente coinvolti nella chelazione di vari ioni metallici, cromo compreso, e nella riduzione dello stress ossidativo. La/il candidata/o si occuperà di valutare se una diversa espressione degli enzimi del pathway del solfato possa essere alla base di una diversa sensibilità al cromo. Obiettivi del progetto saranno: 1) lo studio della solfito reduttasi (SIR) e degli enzimi del complesso cisteina sintasi, SAT e OASTL in due ceppi di *Scenedesmus acutus* con diversa sensibilità al cromo, utilizzati come organismo modello; 2) verificare se la maggiore produzione di cisteina possa costituire un meccanismo di adattamento ambientale allo stress, attraverso l'analisi di microalghe isolate in ambienti sottoposti a diversi livelli di stress abiotico. Le microalghe saranno coltivate in laboratorio e caratterizzate con metodi molecolari. Le analisi sugli enzimi del pathway saranno condotte attraverso lo studio di espressione genica mediante RT-PCR e attraverso saggi enzimatici su alghe coltivate in differenti condizioni sperimentali.

Bibliografia

- Carfagna, S., Salbitani, G., Vona, V., & Esposito, S. (2011). *Journal of Plant Physiology*, 168(18), 2188–2195.
- Giordano, M. & Prioretti L. (2016). Sulphur and Algae: Metabolism, Ecology and Evolution. in *The Physiology of Microalgae*, M.A. Borowitzka et al. (eds.), *Developments in Applied Phycology* 6,
- Gonzalez-Ballester, D., & Grossman, A. R. (2009). Sulfur. *The Chlamydomonas Sourcebook*, 159–187.
- González-Ballester, D., Casero, D., Cokus, S., Pellegrini, M., Merchant, S. S., & Grossman, A. R. (2010). *The Plant cell*, 22(6), 2058–2084.
- Gorbi, G., Zanni, C., & Corradi, M. G. (2007). *Aquatic Toxicology*, 84(4), 457–464.
- Holland, S. L., & Avery, S. V. (2011). *Metallomics* (11), 1119–1123.
- Marieschi, M., Gorbi, G., Zanni, C., Sardella, A., & Torelli, A. (2015). *Aquatic Toxicology*, 167, 124–133.
- Sardella, A., Marieschi, M., Mercatali, I., Zanni, C., Gorbi, G., & Torelli, A. (2019). *Aquatic Toxicology*, 216(July), 105320.
- Wirtz, M., Droux, M., Hell, R., 2004. *J. Exp. Bot.* 55, 1785-98.
- Wirtz, M., Hell, R., 2007. *Plant Cell*. 19, 625-39.

13. CURRICULUM ECOLOGIA ED ETOLOGIA – Università di Parma

Posto senza borsa

Titolo della ricerca: Censimento e valutazione della qualità delle acque in laghi di cava nel bacino del fiume Po: studi con immagini satellitari integrate da indagini limnologiche

Responsabili: prof. Pierluigi Viaroli e dott. Mariano Bresciani (CNR-IREA Milano)

Negli ultimi 50 anni, una intensa attività estrattiva di materiali inerti ha portato alla formazione di un numero elevato di laghi di cava, soprattutto nelle aree ai margini dei fiumi. Si tratta di ecosistemi acquatici che se opportunamente gestiti possono contribuire alla riqualificazione e alla ricostruzione della connettività tra fiume e aree di pertinenza fluviale. Il complesso sistema eco-idro-morfologico che caratterizza i corsi d'acqua e le loro zone di influenza, risponde rapidamente alle variazioni delle condizioni fisiche, chimiche e biologiche indotte sia dal cambiamento climatico globale che dalle pressioni locali, in particolare all'uso del suolo. La comprensione dei fattori causali e dei processi che concorrono al cambiamento degli ecosistemi fluviali è ancora poco studiato, nonostante da essi dipendano risorse fondamentali come l'acqua destinata a svariati usi, la regolazione dei processi idrogeologici e biogeochimici e, in ultima analisi, la qualità del paesaggio. In questo contesto, lo studio e la gestione dei laghi di cava può rappresentare una grande opportunità per la riqualificazione ecologica di sistemi fluviali canalizzati e degradati, che hanno perso la maggior parte delle fasce laterali, ovvero una delle componenti di maggiore pregio ecologico.

Il progetto ha gli obiettivi principali di 1) censire i laghi di cava nel bacino idrografico del fiume Po e 2) di valutarne la qualità delle acque. Per raggiungere l'obiettivo 1) saranno elaborate immagini satellitari ad alta risoluzione spaziale (es. Sentinel-2, Rapid Eye) per la realizzazione di una cartografia tematica che mostri la localizzazione e l'evoluzione dei laghi di cava e di altri ambienti acquatici nel bacino del Po. Per l'obiettivo 2) saranno valutati colore e trasparenza/torbidità delle acque. Saranno inoltre analizzati i cambiamenti nell'uso del suolo e della vegetazione ripariale, nonché i dati meteo-climatici. I dati telerilevati saranno confrontati con dati di qualità chimica, solidi sospesi e pigmenti fitoplanctonici determinati in un sotto-campione di laghi di cava, rappresentativo delle diverse condizioni geografiche, topografiche e morfologiche. Le tecniche di telerilevamento integrate con indagine limnologiche tradizionali potranno costituire un supporto scientifico per definire il monitoraggio e la gestione di questi ambienti acquatici in relazione ad uso del suolo e cambiamenti climatici, ad una scala spaziale ampia (regionale e/o di bacino idrografico). Su questa base, potranno essere pianificati la gestione e la riqualificazione ecologica di questi ambienti artificiali al fine di ripristinare i servizi ecosistemici precedentemente forniti dagli ambienti acquatici naturali, ora degradati o scomparsi.

Bibliografia

- ACIA, 2004. Impacts of a Warming Arctic: Arctic Climate Impact Assessment. Cambridge Univ. Press.
- Blanchette, M. L., & Lund, M. A. (2016). Pit lakes are a global legacy of mining: an integrated approach to achieving sustainable ecosystems and value for communities. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 23, 28–34.
- Giardino, C., Bresciani, M., Braga, F., Cazzaniga, I., De Keukelaere, L., Knaeps, E. and Brando, V.E., (2017). Bio-optical modeling of total suspended solids. In *Bio-optical Modeling and Remote Sensing of Inland Waters*. 129-156). Elsevier.
- Lehmann M, Nguyen U, Allan M and van der Woerd H. (2018). Colour classification of 1486 lakes across a wide range of optical water types. *Remote Sensing*; 10(8), 1273.
- Matta, E., Giardino, C., Boggero, A. and Bresciani, M., (2017). Use of satellite and in situ reflectance data for lake water color characterization in the Everest Himalayan region. *Mountain research and development*, 37(1), 16-24.
- Mollema, P. N., & Antonellini, M. (2016). Water and (bio)chemical cycling in gravel pit lakes: A review and outlook. *Earth-Science Reviews*, 159, 247–270.
- Peckenham, J. M., Thornton, T., & Whalen, B. (2009). Sand and gravel mining: effects on ground water resources in Hancock county, Maine, USA. *Environmental Geology*, 56(6), 1103.
- Rosenzweig, Cynthia, et al. "Assessment of observed changes and responses in natural and managed systems." (2007): 79-131.
- Søndergaard, M., Lauridsen, T. L., Johansson, L. S., & Jeppesen, E. (2018). Gravel pit lakes in Denmark: Chemical and biological state. *Science of the Total Environment*, 612, 9–17.
- Spyrakos, E., O'Donnell, R., Hunter, P.D., Miller, C., Scott, M., Simis, S.G., Neil, C., Barbosa, C.C., Binding, C.E., Bradt, S. and Bresciani, M. (2018). Optical types of inland and coastal waters. *Limnology and Oceanography*, 63(2), 846-870.
- Tavernini, S., Nizzoli, D., Rossetti, G., & Viaroli, P. (2009). Trophic state and seasonal dynamics of phytoplankton communities in two sand-pit lakes at different successional stages. *Journal of Limnology*, 68(2), 217–228.
- Weilhartner, A., Muellegger, C., Kainz, M., Mathieu, F., Hofmann, T., & Battin, T. J. (2012). Gravel pit lake ecosystems reduce nitrate and phosphate concentrations in the outflowing groundwater. *Science of the Total Environment*, 420, 222-228.