



Borsa di studio attivata ai sensi di quanto disposto dal D.M. n. 1061 del 10/08/2021

Titolo del progetto: DUNArt - Conservazione delle comunità di artropodi nelle dune sabbiose costiere

La borsa sarà attivata sul seguente corso di dottorato accreditato per il XXXVII ciclo:

BIOLOGIA AMBIENTALE ED EVOLUZIONISTICA

Responsabile scientifico: Prof. Pierfilippo Cerretti

Area per la quale si presenta la richiesta: GREEN

Numero di mensilità da svolgere in azienda: 6

Numero di mensilità da svolgere all'estero: 12 presso Center for Integrative Biodiversity Discovery, Leibniz Institute for Evolution and Biodiversity Science, Museum für Naturkunde, Berlin, Germany (Rudolf Meier lab),

Azienda: DREAM Italia

Progetto di ricerca:

Background

Le dune sabbiose costiere rappresentano una componente fondamentale delle coste ben conservate, in quanto costituiscono la sottile interfaccia in continua evoluzione tra ambienti terrestri e marini. Questi depositi si formano principalmente dove i venti tendono a portare la sabbia verso l'interno e la spiaggia è abbastanza ampia da consentirne l'accumulo. Spiagge sabbiose e dune ospitano una fauna unica, che comprende molte specie esclusive di questo ambiente, soprattutto tra gli artropodi. La fauna delle dune è caratterizzata da insoliti adattamenti morfologici o strategie vitali atte a far fronte alle estreme condizioni di questo difficile ambiente, quali: mancanza di suolo e umidità, elevata insolazione, forti venti, alte temperature e spray salato. Le dune sabbiose costiere sono ecosistemi fragili e risentono negativamente di impatti antropici, quali: estrazione di sabbia, sviluppo urbanistico, turismo, erosione e diffusione di specie aliene invasive. Nell'immediato futuro, un ulteriore rischio per questi ecosistemi in pericolo è legato all'innalzamento del livello del mare causato dai cambiamenti climatici, che può facilmente portare alla distruzione delle restanti porzioni di questo habitat. Infatti, l'UE considera le dune costiere come l'ambiente più minacciato d'Europa. Il progetto DUNArt si prefigge di studiare l'effetto della scomparsa di questo habitat sulle comunità di artropodi. Gli artropodi sono il gruppo più diversificato di eumetazoi ed una componente chiave degli ecosistemi terrestri. Inoltre, tra gli artropodi si annoverano numerose specie legate agli ambienti dunali, rendendoli, quindi, eccellenti organismi modello per testare l'impatto delle attività antropiche e del cambiamento climatico sulle coste sabbiose. Molti gruppi di artropodi benefici sono in forte declino, con notevoli ricadute sulle comunità terrestri e sulle reti trofiche. L'obiettivo di questo specifico di questo progetto è documentare la diversità degli artropodi nelle dune costiere, indagare la loro risposta a un habitat in progressiva scomparsa e individuare potenziali aree chiave che possano rappresentare un rifugio per questa fauna peculiare.

Obiettivi

I. Documentare la diversità degli artropodi nelle dune costiere attraverso campionamenti specifici, verificando lo stato complessivo delle conoscenze dell'entomofauna in questi ambienti in una selezione di siti dell'area mediterranea.

II. Creare un database geolocalizzato degli artropodi associati alle dune, con particolare attenzione alle specie mediterranee italiane, selezionando gruppi funzionali chiave come erbivori, predatori, parassitoidi e impollinatori.

III. Testare e modellizzare la risposta dei gruppi di artropodi ai cambiamenti ambientali, prevedendo l'effetto di differenti tipologie di impatti sulla loro distribuzione futura e, in definitiva, sulla loro conservazione.

IV. Prevedere quali tratti ecologico/funzionali rendano differenti gruppi di insetti più suscettibili ai cambiamenti ambientali.

V. Individuare potenziali aree chiave di conservazione per gli artropodi associati alle dune.

Descrizione del progetto, metodologia e disegno sperimentale

Principali gruppi tassonomici. Il progetto si concentrerà su gruppi di insetti chiave che presentino differenti adattamenti all'ambiente dunale. Verrà data priorità a gruppi di insetti ben noti dal punto di vista tassonomico ed ecologico, massimizzando il potenziale predittivo nell'analisi. In particolare, il progetto si concentrerà su specie di talitridi (Amphipoda Talitridae), porcellini di terra (Isopoda Onyscidea), cavallette (Orthoptera), vespe sfeciformi (Hymenoptera Apoidea), coleotteri (Coleoptera Carabidae), formicaleoni (Neuroptera Myrmeleontidae), farfalle (Lepidoptera Papilionoidea), sferocedidi (Diptera Spherozeridae) e tachinidi (Diptera Tachinidae), che includono un'ampia gamma di gilde trofiche, dai fitofagi ai predatori/parassitoidi e agli impollinatori (sebbene i rappresentanti di ciascun gruppo possano ricoprire ruoli ecologici molto diversi tra loro). Le identificazioni a livello specifico saranno condotte con un approccio integrativo di morfologia tradizionale e DNA-taxonomy in collaborazione con il Center for Integrative Biodiversity Discovery, Leibniz Institute for Evolution and Biodiversity Science, Museum für Naturkunde, Berlin, Germany (Rudolf Meier lab). Il laboratorio del Prof. Meier coprirà inoltre tutte le spese di estrazione e sequenziamento del DNA e i costi di accesso al laboratorio di biologia molecolare.

Scala sperimentale. Coste dell'Europa mediterranea e del Nord Africa, ed in particolare della penisola ed isole italiane.

Metodologia e disegno sperimentale degli obiettivi principali.

I. I campionamenti verranno effettuati in ambienti dunali selezionati dell'area mediterranea (tre siti in Italia (inclusi uno in Sardegna e uno in Sicilia), due in Spagna, uno in Marocco, uno in Tunisia, uno in Israele, uno in Grecia) mediante l'impiego di sistemi di trappolaggio passivo a intercettazione (trappole Malaise, trappole a caduta, piatti gialli) al fine di studiare la biodiversità delle comunità di artropodi. La grande quantità di materiale raccolta verrà smistata per macrogruppi in modalità automatizzata mediante l'impiego del robot BiodiversityScanner (il robot implementa un algoritmo di Intelligenza Artificiale concepito ad hoc). L'identificazione a livello specifico verrà eseguita su base molecolare mediante l'utilizzo di un vari metodi di "species delimitation (i.e., Objective Clustering (Meier et al 2006), ABGD (Puillandre et al 2012), Asap (Puillandre et al 2020), GMYC (Pons et al 2006), PTP (Kapli et al 2007), will reveal potential cryptic lineages, improving our understanding of hidden) al fine di individuare eventuali linee filetiche criptiche, migliorando la nostra comprensione della diversità nascosta delle dune costiere, quali aree chiave per la diversità e l'evoluzione di molti gruppi di artropodi.

II. Il database georeferenziato sarà integrato assemblando differenti fonti di dati affidabili, quali collezioni museali (con particolare enfasi su MZUR), banche dati pubblicate e i risultati dei campionamenti dedicati. Il database seguirà gli standard internazionali per la condivisione dei dati sulla biodiversità, quali GBIF.

III. Il database georeferenziato servirà a sua volta come punto di partenza per dedurre l'effetto di differenti tipologie di impatti sulle popolazioni di insetti, testando il rischio di estinzione di specie e gruppi funzionali selezionati, tenendo considerazione dei futuri cambiamenti ambientali. Le analisi comprenderanno un'ampia gamma di taxa e testeranno variabili, quali modelli climatici e di occupazione.

IV. Il risultato dell'analisi sarà esteso a differenti gruppi di artropodi, confrontando le specie la cui morfologia, ciclo di sviluppo ed ecologia sono meglio conosciute. Queste analisi consentiranno di prevedere la suscettibilità delle specie legate alle dune ai cambiamenti ambientali e quali tratti influenzeranno la loro vulnerabilità agli impatti antropici o la loro capacità di resistere a sfide future.

V. Il confronto tra i risultati dell'analisi con i dati geografici consentirà di individuare i siti che ospitano un numero maggiore di specie di insetti minacciate, permettendo di circoscrivere quelle di particolare interesse da un punto di vista conservazionistico.

Originalità

Il "declino degli insetti", ovvero la rapida perdita di biodiversità e biomassa delle popolazioni di molti gruppi di artropodi benefici alle attività umane su scala globale, è una delle maggiori minacce agli ecosistemi terrestri con influenze a cascata sulle reti trofiche e sull'economia e sul benessere umano. Tuttavia, l'entità di questo fenomeno è ancora poco studiata e principalmente focalizzata su gruppi di insetti ben noti o su aree geografiche ampiamente studiate.

Nonostante le popolazioni di molti artropodi stiano numericamente precipitando sia nelle foreste temperate che in quelle tropicali e negli agroecosistemi, altri ambienti, comprese le dune di sabbia, rimangono in gran parte inesplorati sotto questo punto di vista. La mancanza di lunghe serie temporali di dati per quanto riguarda la maggior parte dei gruppi di artropodi nel Mediterraneo ostacola la valutazione dell'entità della perdita di comunità di insetti in questi fragili ecosistemi, specialmente nell'Europa meridionale. DUNArt supererà la mancanza di dati, prevedendo quali taxa e gruppi funzionali siano più a rischio e degni di interesse per quanto riguarda la conservazione.

Risultati attesi

DUNArt consentirà di valutare il rischio di estinzione degli artropodi associati alle dune costiere, di identificare i gruppi funzionali di maggiore interesse e di individuare le aree di conservazione chiave per la protezione di queste comunità in via di estinzione.

Titolo del progetto (inglese): DUNArt – Diversity and Conservation of Arthropod Communities of Sand Dunes

Progetto di ricerca (inglese):

Background

Sand dunes are an integral and fundamental component of well-preserved coasts, representing the narrow and everchanging interface between terrestrial and marine environments. These deposits mostly form where winds tend to blow sand inland and the beach is wide enough to allow for its accumulation. Sand beaches and dunes harbour a unique fauna, with many species exclusive of this environment, especially among arthropods. The fauna of dunes faces challenging conditions, such as: lack of soil and moisture, high insolation, strong winds, high temperatures and salty spray, thus it is characterized by unusual morphological adaptations or life history strategies to cope with these challenges. Coastal sand dunes are fragile ecosystems and are negatively affected by anthropic disturbance and impacts, such as: sand extraction, urban development, tourism, erosion and spread of alien invasive species. In the near future, a significant danger for these already imperilled ecosystems is also due to rising sea levels caused by climatic change, which could easily lead to the destruction of the remaining portions of this habitat. Unsurprisingly, the UE classifies coastal sand dunes as the most endangered environment in Europe. DUNArt will focus on the effect of the disappearance of these habitats on arthropod communities. Arthropods are a key component of terrestrial ecosystems, besides being the most diverse group of terrestrial animals, also comprising several dune specialists, making them excellent model organisms to test the impact of anthropic activities and climatic change on coastal sandy beaches. Arthropods themselves are on steep decline, with cascading impacts on terrestrial communities and trophic webs. The object of this project is to document arthropod diversity on sand dunes, investigate their response to a progressively disappearing habitat and locate potential key areas which may act as refuges for this unique fauna.

Aims

- I.Document arthropod diversity on coastal sand dunes through dedicated samplings, testing the overall state of knowledge of arthropod fauna in these environments around the Mediterranean basin.
- II.Set up a geolocalized database of dune associated arthropods with an emphasis on Mediterranean and Italian species and selecting key-groups of herbivores, predators, parasitoids and pollinators.
- III.Test and model the response of insect groups to environmental changes, predicting the effect of these impacts on their future distribution and, ultimately survival.
- IV.Predict which traits make taxonomic and functional insect groups more susceptible to environmental changes.
- V.Pinpoint potential key conservation areas for dune-associated arthropods.

Description of the project, methodology and experimental design

Key taxonomic groups. The project will focus on selected key arthropod groups representing different trophic guilds, showing different adaptations and zonation to dune environment. A priority will be given to arthropod groups which are better known from a taxonomic and natural history point of view, maximizing their predictive potential in the analysis. In particular, the project will focus on dune associated species of talitrids (Amphipoda Talitridae), sowbugs (Isopoda Onyscidea), grasshoppers (Orthoptera), sphecoid wasps (Hymenoptera Apoidea), ground beetles (Coleoptera

Carabidae), antlions (Neuroptera Myrmeleontidae), butterflies (Lepidoptera Papilionoidea), sphaerocerids (Diptera Sphaeroceridae) and bristle flies (Diptera Tachinidae), encompassing a broad range of trophic guilds from phytophages to predators/parasitoids and pollinators (though the representatives of each group may fill up different ecological roles). Taxonomic identifications will be carried out with an integrative approach of traditional morphology and DNA-taxonomy in collaboration with the Center for Integrative Biodiversity Discovery, Leibniz Institute for Evolution and Biodiversity Science, Museum für Naturkunde, Berlin, Germany (Rudolf Meier lab). Meier's lab will cover the costs for molecular work and access to the molecular lab.

Experimental scale. European and North African Mediterranean shores, with a particular emphasis on the Italian peninsula and islands.

Methodology and design of the main goals.

I. Dedicated and standardised field samplings will be carried out in selected sand dunes of the Mediterranean basin (three sites in Italy (mainland, Sardinia, Sicily), two in mainland Spain, one in Morocco, one in Tunisia, one in Israel, one in Greece) through Malaise, pitfall and yellow-pan traps, in order to study the diversity of insect communities. The large amount of material will be sorted through the use of the robot DiversityScanner, which implements AI algorithms for supraspecific identification and DNA-taxonomy for species delimitation. Biomolecular methods for species delimitations, i.e., Objective Clustering (Meier et al 2006), ABGD (Puillandre et al 2012), Asap (Puillandre et al 2020), GMYC (Pons et al 2006), PTP (Kapli et al 2007), will reveal potential cryptic lineages, improving our understanding of hidden diversity of coastal sand dunes as pivotal areas for arthropod diversity and evolution.

II. The geo-localized database will be built up assembling diverse, but reliable, sources of data such as museum collections (with a particular emphasis on MZUR), contents of existing and published databases and the results of the dedicated samplings. The database will follow international standards for biodiversity data, such as GBIF.

III. Once set up, the geo-localized database will serve as a starting point to infer the impact of different types of pressures and stressors on populations of selected species, testing the extinction risk of selected species and functional groups, considering future environmental changes. The analyses will encompass a broad range of taxa and will test variables such as climatic and occupancy models.

IV. The result of the analysis will be expanded across the selected insect groups, comparing those species whose morphology, life history and ecology are better known. These analyses will allow to predict the sensitivity of dune specialists to environmental changes and which traits would influence their sensitivity to impacts or to withstand future challenges.

V. The superimposition of the analysis with geographical data will allow to locate the sites which harbour a higher number of threatened insect species, allowing to circumscribe those of special concern.

Original contribution

"Insect decline", i.e., the rampant loss of insect diversity and biomass across the globe, is one of the greatest threats to terrestrial ecosystems, with cascading influences on trophic webs and, ultimately, on the economy and human well-being. However, the extent of this phenomenon is still poorly investigated and mostly focused on well-known insect groups or extensively studied geographic areas. Although insect populations are plummeting both in temperate and tropical forests and agroecosystems, other environments, including sand dunes, remain largely unexplored under this respect. The lack of extensive collecting schemes and records for most insect groups in the Mediterranean impairs the assessment of the extent of arthropod community loss in these fragile ecosystems, especially in southern Europe and North Africa. DUNArt will overcome this lack of data by predicting which taxa and functional groups are most endangered and worthy of conservation concern.

Expected Outcomes

DUNArt will allow to assess the extinction risk of arthropods associated with sand dunes, to identify the functional groups of major concern and to locate the key coastal conservation areas for the preservation of these endangered communities.