UNIVERSITÀ DI PISA

ECOLOGIA

IACOPO BERTOCCI

Academic year	2022/23
Course	SCIENZE BIOLOGICHE
Code	073EE
Credits	9

Modules	Area	Type	Hours	Teacher(s)
ECOLOGIA	BIO/07	LEZIONI	88	IACOPO BERTOCCI FABIO BULLERI

Obiettivi di apprendimento

Conoscenze
Lo studente avrà acquisito conoscenze in merito ai meccanismi che determinano la distribuzione e l'abbondanza delle specie, ai principi fondamentali dell'ecologia sperimentale ed agli impatti antropici sui sistemi naturali

Modalità di verifica delle conoscenze
La verifica delle conoscenze avviene mediante una continua discussione tra il docente e gli studenti degli argomenti trattati.

Comportamenti

Modalità di verifica dei comportamenti

Prerequisiti (conoscenze iniziali)
Nessuno

Indicazioni metodologiche

- lezioni frontali, con ausilio di slide
- laboratorio in aula: utilizzo singolo od in gruppi di PC personali degli studenti
- laboratorio: simulazione di campionamento di organismi di battigia di costa rocciosa mediante utilizzo di foto, seguita da analisi statistica dei dati per la stima di componenti di varianza a scale spaziali multiple
- Comunicazione con gli studenti mediante ricevimento e posta elettronica

Programma (contenuti dell'insegnamento)

- La corrispondenza tra organismi ed ambiente: Adattamento; fattori storici (movimento dei continenti, insularità, clima) e fattori episodici; concetti ed esempi di ecotipo, ecocline e polimorfismo.
- Le condizioni ambientali. La temperatura; variazioni a grande e piccola scala, influenza sul metabolismo in ectotermi ed omeotermi. La relazione tra massa corporea e metabolismo. Concetto di giorno-grado Celsius e risposte morfologiche, fisiologiche comportamentali ed evolutive a variazioni di temperatura. Il pH; la salinità; le interazioni tra differenti condizioni ambientali .
- Le risorse rinnovabili e non-rinnovabili. La luce come risorsa, utilizzo da parte delle piante terrestri, intensità della luce e fotosintesi, variazioni sistematiche e non-sistematiche, Specie eliofile – Specie sciafile, l'indice di area fogliare, luce in ambienti acquatici. Molecole inorganiche come risorse. Il concetto di risorsa limitante. Interazioni tra risorse ed interazioni tra condizioni ambientali e risorse.
- Le popolazioni: definizione di individui unitari e modulari; definizione dei confini di una popolazione e concetto di campionamento; Processi che determinano la taglia/densità di una popolazione; specie semelpare e iteropare, mortalità e natalità, popolazioni aperte e chiuse, metapopolazioni, fattori che determinano i tassi di immigrazione/emigrazione tra subpopolazioni, popolazioni sorgente e pozzo.
- Implicazioni della connessione tra popolazioni nell'ambito della riabilitazione di ambienti degradati e dell'istituzione di aree protette;

Frammentazione dell'habitat e corridoi ecologici; tipi di corridoio e fattori che regolano la loro funzionalità; Introduzione alla demografia: l'accrescimento esponenziale e geometrico.

- Struttura per età e tasso di accrescimento; struttura per età stabile; effetto della modificazione dei tassi di natalità e mortalità sull'accrescimento; tavole di mortalità dinamiche; curve di sopravvivenza; tasso di aumento intrinseco e potenziale accrescimento delle popolazioni: tempi di raddoppio di popolazioni naturali; influenza delle condizioni ambientali sui tassi di accrescimento intrinseco delle popolazioni. L'equazione logistica e fattori dipendenti dalla densità: esempi di competizione intraspecifica.
- Le interazioni tra organismi: la competizione intra-specifica ed inter-specifica, per sfruttamento ed interferenza, simmetrica ed asimmetrica. Esempi di competizione intra-specifica : sotto-compensazione e sovra-compensazione della mortalità, flessibilità nell' accrescimento, curva di autodiradamento e legge della potenza -3/2. Competizione inter-specifica: gli esperimenti di Gause sui Parameci e gli esperimenti di Connell sui cirripedi. Relazioni tra competizione intra- ed inter-specifica.
- .Il concetto generale di predazione: classificazioni dei predatori. Fattori che regolano gli effetti degli erbivori sui produttori primari. La resistenza agli erbivori: difese chimiche e morfologiche. La tolleranza agli erbivori: regolazione e capacità di compensazione nelle piante.
- Esempio di analisi sperimentale della capacità compensativa in macroalghe: il caso di *Caulerpa racemosa*. Fattori storici ed evoluzione della tolleranza. Pascolo e competizione inter-specifica: suscettibilità al pascolo e gerarchie competitive tra produttori primari. Impatto degli erbivori su grande scala: il Serengeti.
- Predatori generalisti e spcialisti; tipologie e variabilità di preferenze alimentari; teoria del foraggiamento ottimale. Le fluttuazioni nelle popolazioni di prede e predatori; cicli preda-predatore: esempi in ecosistemi naturali ed artificiali, gli esperimenti di Gause e l'importanza dei rifugi per le prede. Modello di Lotka-Volterra: concetti fondamentali, equazioni, rappresentazione grafica e periodo delle oscillazioni. Limiti del modello: generazione di cicli indifferenti.
- Assunzioni del Modello preda-predatore di Lotka-Volterra: importanza della competizione intra-specifica e sviluppo del modello a partire dall'equazione logistica per l'accrescimento di una popolazione di prede; rappresentazioni grafiche del modello. Risposte funzionali del predatore a variazioni nella densità delle prede. Il parassitismo: distinzione tra commensalismo e parassitismo, tra macroparassiti e microparassiti e tra emiparassiti ed oloparassiti. La trasmissione dei parassiti: importanza della densità e distribuzione della popolazione ospite; variabilità nella suscettibilità al parassitismo all'interno di una popolazione di ospiti. Parassitismo e riscaldamento globale: l'infezione di pesci d'acqua dolce da parte di Cestodi come esempio.
- Le interazioni positive tra specie: la facilitazione generata da stress ambientale o dalla pressione dei consumatori. La stress gradient hypothesis: esempi in ambienti terrestri. Analisi dei risultati di una revisione della letteratura in ambiente marino: meccanismi di facilitazione in ambienti intertidali e subtidali.
- Facilitazione indotta da meccanismi biologici nel subtidale e da meccanismi fisici nell'intertidale. Facilitazione tra livelli trofici: implicazioni generali ed esempi. Interazione tra gradienti di stress e di disturbo: gradienti di pressione di pascolo e tasso di sedimentazione come esempio di studio sperimentale in ambiente marino.
- Le specie fondatrici e la facilitazione a cascata: il caso di studio dello Spanish moss e *Qercus virginiana*: esame del modello generale degli effetti di *Quercus* su Spanish moss e degli effetti sugli invertebrati. Feed-back negativo del facilitatore secondario sulla specie fondatrice: da facilitazione a parassitismo. Specie fondatrici e ripristino di habitat degradati. Il mutualismo: Meccanismi comportamentali, il caso delle piante e delle formiche: da mutualismo ad assoggettamento. L'allevamento come forma di mutualismo.
- Dispersione di semi e impollinazione: fiori specialisti e generalisti; Specializzazione estrema nelle orchidee e sfruttamento di impollinatori aplodiploidi. Le micorrize, l'ssociazione tra Zooxantelle e polipi dei coralli, i licheni. I fissatori di azoto: le leguminose e
- La nicchia ecologica: varie definizioni, nicchia fondamentale e nicchia realizzata; il lavoro di Connell sui cirripedi come esempio. Ampiezza e sovrapposizione delle nicchie come forze che determinano la co-esistenza tra specie, spostamento dei caratteri e ruolo dell'eterogeneità spaziale e temporale. Differenze nella nicchia e differenze nella fitness delle specie come forze che determinano la co-esistenza tra specie. Espansione della nicchia realizzata da parte di interazioni positive tra specie.
- Interazioni positive, nicchia ecologica e co-esistenza; Importanza del concetto di nicchia a cui si fa riferimento: La distribuzione di una pianta arbustiva sull'Isola di Maiorca come esempio. Le conseguenze dell'espansione della nicchia realizzata causata da interazioni positive per la competizione tra specie, importanza dell'eterogeneità ambientale ed analisi nel contesto di differenze tra specie in termini di nicchia e di fitness. "Climate envelope models" come strumento per prevedere la distribuzione delle specie in scenari di riscaldamento globale e potenziale ruolo delle interazioni positive.
- Cicli biogeochimici: caratteristiche generali; ciclo del carbonio: descrizione ed effetti delle attività antropiche; effetto serra e previsioni sul riscaldamento climatico; acidificazione degli oceani: meccanismi ed effetti sugli organismi.
- Ciclo dell'azoto: schema generale, trasformazioni dell'azoto, impatto delle attività antropiche; ciclo del fosforo: schema generale, trasformazioni del fosforo in mare, impatto delle attività antropiche.
- Il reclutamento: fasi e fattori che ne determinano il successo; supply-side ecology; fertilizzazione e reclutamento in vari gruppi di animali marini; importanza della dispersione di larve e propaguli; fattori fisici e biotici che influenzano l'insediamento ed il reclutamento. Il disturbo come fattore che determina la struttura delle comunità; attributi del disturbo. Intensità dell'evento di disturbo e transizioni tra stati alternativi: esempi da scogliere coralline tropicali. La relazione tra disturbo e la ricchezza di specie: la Intermediate Disturbance Hypothesis. Il ruolo di estensione e forma delle aree disturbate sul processo di recupero dei popolamenti.
- Importanza del Rapporto Area-Perimetro delle aree disturbate sul recupero dei popolamenti. Interazione tra estensione ed intensità del disturbo: esempi da scogliere rocciose. Frequenza degli eventi di disturbo: esempi in fanerogame marine. La collocazione temporale del disturbo.
- La decomposizione: definizione ed importanza nei sistemi naturali. Fattori che determinano la velocità di decomposizione. Microflora e detritivori in ambiente terrestre e aquatico; Flusso di energia in un corso d'acqua dolce; la catena del detrito in praterie di fanerogame marine; Ruolo interattivo di microflora e detritivori nella decomposizione.
- Contesto logico per il test di ipotesi in ecologia: l'approccio ipotetico deduttivo. Modelli, teorie e spiegazioni; test di falsificazione. Esempi da ambienti terrestri e marini.
- Critiche al metodo ipotetico-deduttivo; definizione di esperimento e differenza tra studi manipolativi e correlativi.
- Variabilità biologica e concetto di campionamento: identificazione e descrizione della popolazione rilevante per l'ipotesi testata e distribuzione di frequenza come metodo per rappresentare la variabilità; parametri di locazione e dispersione e loro stima; campionamento rappresentativo; utilizzo e cautela nella conduzione di campionamenti random; concetto di accuratezza e

precisione; test statistico dell'ipotesi nulla (monete truccate come esempio); distribuzione normale e distribuzione normale standard.
- Valori tabulati della distribuzione standard normale; test statistici ad una coda e a due code; la distribuzione delle medie campionarie: errore standard ed intervallo di confidenza.
- Utilizzo dell'intervallo di confidenza di medie campionarie; La distribuzione t di Student, limiti ed intervallo di confidenza. Fattori che influenzano la precisione e l'accuratezza della stima della media campionaria: Probabilità utilizzata per costruire l'intervallo di confidenza, taglia del campione, varianza della popolazione esaminata. Importanza della descrizione del campionamento e statistiche campionarie. Introduzione al test di ipotesi: t-test e confronto tra due popolazioni.
- Confronto tra due popolazioni mediante t-test; Errore di Tipo I ed errore di Tipo II.
- La potenza di un test statistico, definizione e fattori che la influenzano: probabilità di errore di Tipo I, taglia del campione, varianza della popolazione e taglia dell'effetto. Comparazione delle medie di due popolazioni mediante t-test: comparazioni appaiate (prima-dopo) e comparazioni non-appaiate; assunzioni del t-test.
- Esperimenti manipolativi: assegnazione delle unità sperimentali ai trattamenti; Sorgenti di variabilità (errore sistematico, casuale e dovuto ad altre sorgenti) e loro controllo (replicazione, randomizzazione ed interspersione). Il concetto di pseudoreplicazione; la stratificazione come strategia di campionamento in ambienti eterogenei.
- Differenze tra più di due gruppi sperimentali: esempi ecologici. Introduzione all'analisi della varianza: sorgenti di variabilità e ripartizione algebrica della variabilità totale in variabilità tra gruppi ed entro gruppi. Devianze e varianze attese. Il modello lineare e la statistica F.
- Le assunzioni dell'analisi della varianza: distribuzione normale, omogeneità delle varianze ed indipendenza delle osservazioni. Effetti della violazione delle assunzioni sul test F.
- Fattori fisssi e fattori random: implicazioni concettuali e pratici per il calcolo della variabilità tra i livelli di un fattore.
- . Disegni gerarchizzati e disegni ortogonali: concetti fondamentali e finalità. Il modello lineare e la ripartizione algebrica della variabilità totale nei disegni gerarchizzati.
- Il test F nei disegni gerarchizzati: numeratore, denominatore e potenza del test. La pseudoreplicazione nel tempo ed i disegni gerarchizzati come soluzione.
- Il concetto di scala in ecologia: risoluzione ed estensione ed esempi di studi a scale spaziali multiple. L'estrazione delle componenti di varianza in disegni gerarchizzati.
- Definizione di biodiversità; complementarietà e selezione (effetto campionamento); approcci sperimentali: esempi di primi esperimenti BEF (Ecotron e Cedar Creek) e soluzioni alternative; il problema della densità.

Bibliografia e materiale didattico

PER ARGOMENTI GENERALI
– Begon, M. J., Harper, L. Townsend, C. R. 1989. Ecologia. Individui, popolazioni, comunità. Zanichelli.
– Ricklefs R.E. 1999. L'economia della natura. Zanichelli. – Chapman J. L., Reiss M. J. 1992. Ecologia. Principi e Applicazioni. Zanichelli
– Dispense, articoli e diapositive delle lezioni

PER LA PARTE SPERIMENTALE
– Dispense, articoli e diapositive delle lezioni

PER APPROFONDIMENTI
– Underwood, A. J. 1997. "Experiments in ecology: their logical design and interpretation using analysis of variance". Cambridge University Press.

Indicazioni per non frequentanti

Nessuna

Modalità d'esame

- compitini in itinere
- esame orale

Ultimo aggiornamento 09/02/2023 09:45