

# CORSO DI LAUREA MAGISTRALE CLASSE LM 6 BIOLOGIA EVOLUZIONISTICA ED ECOLOGIA

## Finalità

La Laurea Magistrale in Biologia Evoluzionistica ed Ecologia si colloca nello spazio culturale e formativo della Biologia avanzata per lo studio, alle differenti scale della biodiversità (geni, popolazioni, comunità, ecosistemi), delle relazioni complesse che caratterizzano il mondo vivente. Nella cornice di riferimento culturale e scientifica della biologia evoluzionistica che rappresenta anche l'approccio all'interpretazione dinamica della storia naturale, viene collocata l'ecologia come scienza delle complesse relazioni tra mondo fisico e mondo dei viventi. Il corso di studio è quindi volto a fornire una preparazione avanzata in Biologia, con particolare riferimento alle tematiche ambientali e alla biodiversità.

La Laurea Magistrale in Biologia Evoluzionistica ed Ecologia offre dunque l'opportunità, a chi ha già ottenuto una laurea triennale affine, di avviare un programma di approfondimento che lo doti degli strumenti scientifici e metodologici per affrontare problemi complessi di natura teorica ed applicativa. L'ampiezza e la dispersione della conoscenza sulla vita, la necessità di applicare approcci multi e interdisciplinari per affrontare i problemi evolutivi ed ecologici, rende vincente chi ha la capacità di raccogliere l'informazione, selezionarla e trattarla con i metodi e i modelli più appropriati per collocare il proprio contributo a un livello alto, tanto nel dibattito scientifico sull'innovazione del pensiero, dei processi e dei prodotti, tanto nella pratica applicativa.

La finalità della Laurea Magistrale in Biologia Evoluzionistica ed Ecologia è dunque quella di formare specialisti in grado di cimentarsi con problemi di natura ambientale, dalla conservazione alla gestione responsabile delle risorse rinnovabili, fondando il proprio apporto su solide basi naturalistiche, da una parte, e su conoscenze teoriche e metodologiche, dall'altra. Biologi dunque in grado di avere un ruolo di rilievo nella società della tecnologia, dell'informazione e della comunicazione.

## Obiettivi formativi specifici

Il corso è articolato in modo da fornire:

- Conoscenze su temi avanzati della biologia animale e vegetale, dell'evoluzione biologica e dell'ecologia.
- Conoscenze sulla teoria degli ecosistemi e sui loro modelli.
- Applicazioni ecologiche e dei principi dell'evoluzione biologica per l'interpretazione causale dei pattern della biodiversità alle scale del genoma, degli organismi, delle popolazioni, delle comunità e degli ecosistemi.
- Applicazioni ecologiche e dei principi dell'evoluzione biologica alla valorizzazione, conservazione e gestione della biodiversità.

- Applicazioni ecologiche e dei principi della biologia evoluzionistica a problematiche in agricoltura e al controllo di organismi infestanti.
- Applicazioni ecologiche e dei principi della biologia evoluzionistica ad alcuni aspetti della medicina e della salute pubblica.
- Applicazioni ecologiche nella gestione delle risorse acquatiche viventi (teoria generale della pesca e dinamica di popolazioni)
- Applicazioni ecologiche nell'uso responsabile degli ambienti acquatici (acquacoltura estensiva, restauri ambientali)
- Applicazioni ecologiche di supporto all'innovazione scientifica e tecnologica.
- Applicazioni ecologiche per la valutazione ed il controllo degli impatti ambientali.
- Capacità di affrontare i problemi con approccio sistemico e multidisciplinare, con particolare riferimento alla capacità di dialogo con le dimensioni economiche, sociali e giuridiche delle problematiche ecologiche.
- Capacità di utilizzare le conoscenze ecologiche in sistemi di certificazione, nel supporto alle decisioni nella pubblica amministrazione, nei settori privati, in programmi di educazione ambientale.
- Capacità di redigere, eseguire, valutare e monitorare programmi di ricerca ecologica nell'ambito di studi di fattibilità ed in progetti esecutivi.

#### **Ambiti occupazionali previsti per i laureati**

I laureati Magistrali in *Biologia Evoluzionistica ed Ecologia* saranno in possesso delle conoscenze professionali utili per un inserimento nel mondo del lavoro in vari ambiti:

- esercizio della libera professione previa iscrizione all'Albo Nazionale dei Biologi
- accesso al Dottorato di Ricerca
- attività di ricerca presso Università ed altri Istituti di Ricerca
- impiego presso enti pubblici o privati competenti in materia ambientale (Agenzie per l'ambiente, Regioni, Province, Comuni, Parchi o riserve naturali), strutture pubbliche socio-sanitarie, ospedali e
- laboratori di analisi cliniche, studi professionali operanti nel settore ambientale e nella valutazione ed il controllo degli impatti ambientali.
- impiego presso imprese agricole e della pesca, industriali, di servizio in cui la materia ambientale riguarda l'innovazione tecnologica e scientifica, le filiere produttive, i sistemi di certificazione e - controllo anche nel contesto della cooperazione allo sviluppo in ONG ed organizzazioni governative.
- divulgazione scientifica

#### **Requisiti per l'ammissione**

1. Per essere ammessi al corso di *Laurea Magistrale in Biologia Evoluzionistica ed Ecologia Umana* occorre essere in possesso di una laurea di primo livello o diploma universitario di durata triennale o di altro titolo di studio conseguito all'estero riconosciuto idoneo.

Si richiedono inoltre alcune conoscenze di base quali:

fondamenti di biologia dei microrganismi e degli organismi, delle specie vegetali e animali, uomo compreso, a livello morfologico, funzionale, cellulare, molecolare, ed evoluzionistico; dei meccanismi di riproduzione e di sviluppo, e dell'ereditarietà. Elementi di base di matematica, statistica, informatica, fisica e chimica.

2. Sono previsti specifici criteri di accesso che prevedono, comunque, il possesso di requisiti curriculari e l'adeguatezza della personale preparazione dello studente. I requisiti per l'accesso saranno valutati da una commissione composta dal Presidente del CdL e 2 docenti afferenti al CdL e proposti dal Presidente.

3. I requisiti richiesti per l'accesso sono:

(a) Laurea di durata triennale nelle classi di laurea L-12 (DM 509) e L-13 (DM 270) Scienze Biologiche; o L-27 (DM 509) e L32 (DM 270) Scienze e Tecnologie per l'Ambiente e la Natura, da cui si accede direttamente al corso

**oppure**

(b) non più di 30 CFU di debito formativo nei settori scientifico disciplinari e CFU corrispondenti, individuati dalla commissione di cui al punto 2, che lo studente deve aver acquisito prima dell'iscrizione. La verifica della adeguatezza della preparazione personale degli studenti di cui al punto (b) verrà attestata attraverso un colloquio davanti alla commissione di cui al punto 2.

Per colmare il debito formativo lo studente dovrà superare una valutazione da parte dei docenti identificati dalla Commissione di cui al punto 2, eventualmente mediante l'iscrizione a corsi singoli.

### **Ordinamento degli Studi**

Il corso di Laurea Magistrale in Biologia Evoluzionistica ed Ecologia è strutturato in modo da proporre alcuni insegnamenti di base appartenenti a diversi ambiti disciplinari e comuni ai diversi percorsi formativi. Saranno inoltre offerti indirizzi applicativi che si sviluppino in relazione alle principali linee di ricerca dell'Ateneo nelle discipline caratterizzanti l'ambito Biodiversità e Ambiente, con l'ausilio di insegnamenti di altri ambiti disciplinari. Inoltre, vengono proposti un corso di inglese, necessario per fornire allo studente un'adeguata preparazione nell'apprendimento e nella comunicazione scritta e orale di testi e risultati scientifici, e un corso di abilità informatiche specifiche nei temi d'interesse della LM ed un adeguato numero di insegnamenti a scelta, che riflettono le competenze presenti a Tor Vergata nell'ambito delle discipline caratterizzanti.

L'iscrizione al secondo anno del corso è subordinata al conseguimento di almeno 25 CFU.

**I SEMESTRE: 10 ottobre 2011 - 18 gennaio 2012**

**II SEMESTRE: 12 marzo 2012 - 1 giugno 2012**

<b>1°anno II semestre</b>	<b>CFU</b>
Ecologia fondamentale (BIO/07)	7
Evoluzione biologica (BIO/05)	7
Microbiologia ambientale (BIO/19)	6
Biodiversità (BIO/05)	6
Diversità dei vegetali (BIO/02)	6
<b>II semestre</b>	
Evoluzione e adattamenti dei vegetali (BIO/01)	7
Statistica e analisi dei dati (SECS-S/01)	6

Mutagenesi ambientale ed ecogenotossicologia (BIO/13)	6
Ecologia applicata (BIO/07)	6
Corso Integrato:	
Abilità informatiche e altre conoscenze utili per l'inserimento nel mondo del lavoro (INF/01)	3
Inglese (L-LIN/12)	3

**1° e 2° Anno I SEMESTRE e II SEMESTRE:**

Attività a scelta	10
-------------------	----

**2° Anno II SEMESTRE:**

Ulteriori attività formative e di orientamento	3
Prova finale	44

Per quanto riguarda le attività a scelta, gli studenti potranno selezionare corsi o parte di corsi di altre Lauree Magistrali dell'area Biologica nonché uno qualsiasi degli insegnamenti previsti nell'ambito della Facoltà di Scienze MFN (o dell'Ateneo, previa autorizzazione del CCS) o ulteriori corsi a scelta proposti per ampliare l'offerta didattica e permettere l'approfondimento di specifici settori di interesse per lo studente

**Prova finale**

La prova finale consiste nella preparazione e discussione di un'ampia relazione scritta, frutto di una originale ed autonoma elaborazione dello studente nel settore da lui prescelto e derivante da una congrua attività sperimentale in laboratorio, su un argomento attuale di ricerca proposto dal relatore. La discussione avviene in seduta pubblica davanti ad una commissione di docenti che esprime la valutazione complessiva in centodecimi, eventualmente anche con la lode. Ai fini del voto finale di laurea verranno incentivati gli studenti che avranno maturato un'esperienza all'estero (progetto SOCRATES-ERASMUS) e coloro che avranno redatto la tesi anche in lingua inglese.

<b>Ulteriori Attività a Scelta</b>				
<b>Insegnamento</b>	<b>SSD</b>	<b>CFU</b>	<b>Docente</b>	<b>Sem</b>
Astrobiology (in inglese)	BIO/01	3	Billi	I
Bioimaging della cellula vegetale	BIO/01	3	Billi	I
Biologia vegetale applicata	BIO/03	3	Bruno	I
Monitoraggio ambientale	BIO/03	2	Travaglini	I
Fitogeografia	BIO/03	3	Travaglini	I
Conservazione del germoplasma	BIO/03	2	Forni	I
Fitodepurazione	BIO/03	2	Forni	I

Biologia della Conservazione	BIO/05	3	Gentile	I
Ecologia evolutiva	BIO/05	3	Forestiero	I
Etologia	BIO/05	3	da definire	I
Biochimica Comparata	BIO/10	2	Rossi	I
Laboratorio di biomonitoraggio	BIO/07	3	Boglione	I
Biologia delle Alghe	BIO/01	3	Albertano	II
Biologia della riproduzione nelle Angiosperme	BIO/01	3	Canini	II
Piante medicinali	BIO/01	3	Canini	II
Sistematica delle piante	BIO/02	4	Travaglini	II
Biomasse algali	BIO/03	3	Bruno	II
Entomologia applicata	BIO/05	3	Carchini	II
Zoologia dei vertebrati	BIO/05	3	Mattocchia	II
Zoologia sperimentale sul campo	BIO/05	3	Filippucci	II
Filogenesi molecolare	BIO/05	2	Allegrucci	II
Zoogeografia	BIO/05	3	Sbordoni	II
Biologia della Pesca e Acquacoltura	BIO/07	3	Cataudella	II
Valutazione di impatto ambientale (VIA)	BIO/07	3	Lorenzi	II
Ecologia Marina	BIO/07	3	Gravina	II
Laboratorio di ecologia delle acque interne	BIO/07	3	Tancioni	II
Ecotossicologia	BIO/07	3	Migliore	II
Ecologia umana	BIO/08	3	Fuciarelli	II
Chimica analitica per l'ambiente	CHIM/01	3	da definire	II
Chimica fisica ambientale	CHIM/02	3	Cavalieri	II
Geografia, cartografia e telerilevamento	GEO/04	3	da definire	II
Banche dati e Sistemi Geografici Informativi	GEO/04	3	da definire	II
Diritto ambientale	IUS/03	3	da definire	II
Economia applicata all'ambiente	SECS/PI3	3	da definire	II
Esercitazione pratica su campo di repertazione e indagine degli incendi boschivi	BIO/08	I	da definire	II

## Programmi dei corsi

### **Biodiversità (6 CFU)**

Docente: Valerio Sbordoni

#### **Programma**

La biodiversità e i suoi significati. Il valore etico, sociale ed economico della biodiversità.

La convenzione sulla diversità biologica (CBD) e i Clearing House Mechanisms (CHM) nazionali.

Complessità e livelli della diversità biologica: geni, specie, ecosistemi.

La diversità genetica. Misure della diversità genetica. Il progetto DNA barcoding. L'approccio sistematico alla diversità: classificazione, filogenesi e tassonomia. Concetti di specie. L'approccio ecologico: fattori che promuovono la diversità specifica. La diversità ambientale. Il ruolo ecologico dei margini. I servizi ecosistemici.

Biodiversità nello spazio: biodiversità e biogeografia. Relazioni specie-area, teoria della biogeografia insulare, gradienti di ricchezza in specie. Hotspot di biodiversità.

Biodiversità nel tempo: radiazioni adattative ed estinzioni. Il vortice dell'estinzione. Cambiamenti a lungo, medio e breve termine. Cause e meccanismi della perdita di biodiversità. Dalla frammentazione dell'habitat alle specie aliene.

Misure di diversità. Come misurare il declino della diversità biologica. Il ruolo della UICN.

Catalogare e mappare la biodiversità: iniziative a livello regionale, nazionale e globale.

Biodiversità e bioinformatica. L'Osservatorio Regionale della Biodiversità del Lazio.

Biodiversità e conservazione: direttive e convenzioni internazionali.

#### **Testo consigliato:**

Carlo Ferrari. Biodiversità dall'analisi alla gestione. Zanichelli

### **Diversità dei vegetali (6 CFU)**

Docente: Roberta Congestri

#### **Programma**

Dall'invenzione della fotosintesi ossigenica alla varietà dei vegetali della biosfera. Diversità morfologica, funzionale e filogenetica degli organismi fotosintetici. Misure di biodiversità, approcci metodologici allo studio della diversità di alghe ed Embriophyta, DNA barcoding. Impatto antropico, fluttuazioni climatiche e diversità. Specie aliene in ambiente marino. Plastidi primari: evoluzione e diversità di Rhodophyta, Glaucophyta, Chlorophyta, Charophyta ed Embriophyta. Plastidi secondari e terziari: evoluzione e diversità di: Chlorarachniophyta (Rhizaria), Euglenophyta (Excavata), Cryptophyta, Haptophyta, Picobiliphyta, Stramenopili fotosintetici (Bacillariophyceae, Chrysophyceae, Phaeophyceae, Rafidophyceae, Xanthophyceae) e Dinophyta (Alveolata).

### **Ecologia applicata (6 CFU)**

Docente: Clara Boglione

#### **Programma**

Struttura e stato di conservazione degli ecosistemi: ecosistemi terrestri, marini costieri, acque interne, parchi terrestri ed aree marine protette, paesaggio.

La “misura” delle componenti ambientali: modelli ecologici, telerilevamento, sistemi informativi per l’ambiente.

Fattori di deterioramento dell’ambiente: prelievo di organismi terrestri ed acquatici, alterazione degli ecosistemi fluviali, inquinamento dell’atmosfera, inquinamento delle acque superficiali, inquinamento del suolo, contaminazione globale, effetti ecosistemici della manipolazione dei corsi d’acqua.

Valutazione degli impatti sull’ambiente, rimboschimento, agricoltura ed acquacoltura ecocompatibili, restauro di zone umide e di corpi idrici, depurazione biologica delle acque di scarico.

Lo sviluppo sostenibile, gli strumenti Costituzionali e scientifici a supporto della Sostenibilità.

### **Ecologia fondamentale (7 CFU)**

Docente: Michele Scardi

#### **Programma**

Introduzione: Definizioni di Ecologia; Livelli di organizzazione (individui, popolazioni, comunità, ecosistemi, biomi, biosfera) ; Osservazione e sperimentazione; Ecologia in pratica: alcuni esempi di studi ecologici; Perché sono utili i modelli matematici in ecologia?

L’ecosistema: Definizione di ecosistema; Caratteristiche dell’ecosistema; Flussi di energia negli ecosistemi; Produzione e decomposizione; Produzione primaria e fattori di controllo in ambienti terrestri ed acquatici; Produzione secondaria; Struttura trofica dell’ecosistema; Piramidi di energia, biomassa e numeri; Reti trofiche; Stabilità.

I fattori ambientali e i cicli biogeochimici: Fattori ambientali e relazioni tra organismi e ambiente; biogeochimici: azoto, carbonio, fosforo, zolfo; Il ciclo dell’acqua; Interazioni dell’uomo con i cicli (eutrofizzazione, effetto serra, piogge acide, etc.)

Dinamica di popolazione: Definizione di popolazione; Organismi unitari e modulari; Dispersione spaziale (casuale, regolare e aggregata); Distribuzione per classi di età; Natalità, immigrazione, mortalità, emigrazione; Tavole di mortalità; Le curve di sopravvivenza; Specie iteropare e semelpare; Accrescimento esponenziale e logistico; Strategie r e K; Effetti della competizione interspecifica su due o più popolazioni; Modello di competizione interspecifica; Effetti della predazione; Modello di Lotka-Volterra e sue estensioni.

Le comunità biologiche: Definizione di comunità; Concetti di comunità chiusa e di comunità aperta; Struttura delle comunità: analisi dei gradienti e delle successioni; Tipi di successione; Teoria del disturbo intermedio; Evoluzione storica del concetto di nicchia ecologica; Nicchia ecologica hutchinsoniana; Habitat e nicchia ecologica; Descrizione della nicchia ecologica: ampiezza (nicchia fondamentale e nicchia realizzata, indici di ampiezza di nicchia, teoria dell’ottimizzazione, etc.) e sovrapposizione (indici di sovrapposizione); Gruppi trofici, funzionali, guilds, etc.; Interazioni interspecifiche: neutralismo, competizione, amensalismo, predazione, commensalismo, mutualismo, etc.; Mimetismo criptico, colorazione aposematica, mimetismo batesiano e mulleriano; Altri meccanismi di difesa dai consumatori o predatori; Evoluzione del concetto di biodiversità

Biosfera e Biomi: Definizione e caratteristiche della biosfera; Definizione e caratteristiche dei biomi; Variazioni climatiche a varie scale; Variazioni temporali; Distribuzione delle specie;

Evoluzione divergente, convergente e parallela; I biomi: foresta pluviale tropicale, savana, prateria temperata, deserti, foresta temperata caducifolia, foresta boreale di conifere e tundra; Ambienti acquatici (fiumi e torrenti, stagni e paludi, laghi, lagune costiere, mari e oceani, coste ed estuari).

### **Evoluzione Biologica (7 CFU)**

Docente: Donatella Cesaroni

#### **Programma**

Introduzione all'evoluzione biologica, cenni di storia delle teorie evolutive, i principi fondamentali dell'evoluzione.

La popolazione: polimorfismi e variazione geografica.

Dall'equilibrio di Hardy-Weinberg alla struttura genetica di popolazioni: significato ed uso della statistica F.

Forze dell'evoluzione e analisi di processi microevolutivi: mutazione, deriva genica e dimensione di popolazione, flusso genico, inincrocio e accoppiamento assortativo, selezione naturale e paesaggio adattativo.

La geografia dell'evoluzione e la filogeografia.

Specie e speciazione: meccanismi di isolamento riproduttivo e modalità di speciazione. Ibridazione interspecifica e introgressione genica.

La coevoluzione.

Classificazione, filogenesi e ricostruzioni filogenetiche. Esercitazioni pratiche sulla classificazione e sulle tecniche di estrazione del DNA da campioni animali.

Approfondimenti delle tematiche trattate attraverso lettura e discussione di articoli scientifici recenti pubblicati sulle riviste più prestigiose del settore.

#### **Testo consigliato:**

D.J.Futuyma, L'evoluzione, Zanichelli Editore (2008)

### **Evoluzione e adattamenti dei vegetali (7 CFU)**

Docente: Daniela Billi

#### **Programma**

Cenni sull'origine della vita. Comparsa della fotosintesi ossigenica. Evoluzione delle prime piante terrestri. Analisi del passaggio tra fase gametofitica e sporofitica. Le principali invenzioni evolutive nel passaggio acqua-terra; tessuti ed organi specializzati come risultato di evoluzione/adattamento di radice, fusto e foglie. Analisi dei meristemi. Il passaggio alla struttura secondaria come meccanismo evolutivo. Il significato evolutivo del seme e del fiore. Impiego del genoma dei vegetali per decifrare l'evoluzione delle piante terrestri. Progetti genoma: analisi dei più importanti cianobatteri, alghe e piante sequenziate. I genomi citoplasmatici. Stress biotici ed abiotici: risposta ed adattamento.

#### **Testi consigliati:**

Smith A.M. et al. Biologia delle piante Zanichelli 2011

### **Microbiologia ambientale (6 CFU)**

Docente: Maria Cristina Thaller

### Programma

Cenni sull'evoluzione dei microrganismi; i principali gruppi funzionali nei diversi phylum evolutivi. I meccanismi di produzione di energia e di adattamento all'ambiente. Le comunità microbiche e l'organizzazione spaziale: feltri, tappeti, biofilm. Microrganismi e fattori abiotici (temperatura, acqua disponibile, Atmosfera, pH, potenziale ossido-riduttivo, luce)-ambienti estremi per uno o più di questi fattori. I diversi tipi di interazione tra microrganismi, le regolazioni a "Quorum", riposta agli stress. L' intervento microbico nei cicli di: Carbonio, azoto, zolfo, ferro, calcio, fosforo, manganese, mercurio e altri elementi; la biolisciviazione. Gli ambienti acquatici, generalità; acque dolci, estuari, acque marine; interazioni con organismi eucarioti in questi ambienti. Ambienti terrestri; generalità, descrizione e interazione con eucarioti in questi ambienti. L'aria come ambiente e il suo controllo microbiologico. Microrganismi e inquinamento: Trattamento dei rifiuti: solidi (discariche, compostaggio) e liquidi (reflui- trattamenti a filtri percolatori e a fanghi attivi); malattie trasmesse dall'acqua, potabilizzazione e controlli microbiologici. Microrganismi e bioremediation: generalità; concetti di recalcitranza e persistenza, degradazione di xenobiotici, tecniche di biorisanamento. Cenni sulla degradazione di manufatti e opere d'arte

### Mutagenesi ambientale ed ecogenotossicologia (6 CFU)

Docente: Bianca Gustavino

#### Programma

Parte 1 (2 CFU): Le mutazioni; frequenza e tasso di mutazione. Mutazioni spontanee e indotte; mutazioni in cellule proliferanti e quiescenti; somatiche e germinali. Agenti mutageni fisici e chimici. Lesione primaria e mutazione. Meccanismi di riparazione delle lesioni al DNA. Effetti clastogeni e mitoclastici degli agenti mutageni. Meccanismi di induzione di mutazioni puntiformi, di mutazioni cromosomiche strutturali e numeriche. Effetti genetici, citogenetici e biologici di riordinamenti del cariotipo; effetti meiotici. Effetti epigenetici. Compatibilità dei diversi riordinamenti del cariotipo con la vita di organismi animali e vegetali. Particolari considerazioni relative agli organismi vegetali.

Parte 2 (2CFU): Modalità di interazione delle radiazioni ionizzanti con il materiale genetico ed effetti clastogeni diretti delle radiazioni ionizzanti. Unità di misura: LET, RBE, misure delle dosi. Radiazioni ionizzanti e letalità cellulare. Cinetiche dose-effetto, dose soglia, "dose-rate" e frazionamento per gli effetti mutageni e per gli effetti letali. Radiosensibilità differenziale. Fattori che modulano la frequenza di mutazioni radioindotte. Esposizione dell'uomo a radiazioni ionizzanti; rischio somatico e rischio germinale.

Parte 3 (2 CFU): I diversi livelli di rilevazione del danno indotto al DNA (effetti precoci / effetti tardivi): effetto genotossico, effetto mutageno, effetto cancerogeno. Test di genotossicità e test di mutagenesi (esempi: test della Cometa; test delle aberrazioni cromosomiche, test dei micronuclei). Valutazione del potenziale mutageno di matrici ambientali contaminate (aria, acqua suolo); sistemi di saggio (cellule/tessuti e organismi) animali e vegetali; esposizioni in vitro e in vivo; organismi bioindicatori; approcci di esposizione in situ ed ex situ. Valutazione del potenziale cancerogeno. Casi-studio.

**Testi consigliati:**

Genetica Generale (qualsiasi testo, aggiornato, già utilizzato per il corso di Genetica della Laurea Triennale in Biologia);

Mutagenesi Ambientale, a cura di Lucia Migliore. (Ed. Zanichelli, 2004).

Quaderno ARPA: "Applicazione dei test di mutagenesi al monitoraggio ambientale". Atti del corso di formazione nazionale. A cura di Cassoni, F., Bocchi, C., (IGTM, Bologna, 2006).

**Statistica e analisi dati (6 CFU)**

Docente: Michele Scardi

**Programma**

Richiami di Statistica Descrittiva. Elementi di probabilità: la Legge dei Grandi Numeri e il Teorema del Limite Centrale. Elementi di Statistica Inferenziale, intervalli di fiducia. Test d'ipotesi statistiche: teoria di base e applicazioni specifiche. Test parametrici e non parametrici. Introduzione ai modelli di regressione lineare. Correlazione lineare e di rango. Coefficienti di distanza e similarità. Tecniche di ordinamento. Tecniche di classificazione. Test basati su permutazioni. Cenni sull'uso di metodi di Machine Learning.

**Abilità informatiche ed altre conoscenze utili per l'inserimento nel mondo del lavoro (3 CFU)**

Docente da definire

**Programma**

Fondamenti di Informatica. Tecniche complesse di ricerca su dati strutturati. Classificazione e organizzazione di strutture informative. Elementi di statistica e probabilità. Accesso e navigazione in sistemi di basi dati distribuite

**INGLESE (3 CFU)**

Docente da definire