

## Schede degli insegnamenti - Laurea magistrale in Agri-food sustainability

Vengono di seguito riportate le schede sintetiche degli insegnamenti proposti, seguendo l'ordine in cui essi compaiono nella proposta di piano di studi.

Alcuni insegnamenti verranno affidati ad esperti qualificati provenienti dal mondo del lavoro. In questi casi i contenuti dell'insegnamento corrispondente non sono ancora delineati in modo definitivo, perché verranno concordati con il docente stesso, in modo da rispondere al meglio alle richieste del mondo esterno.

### Insegnamenti comuni

#### **Local horticultural production chains - Filiere ortive locali**

AGR/04 (6 CFU)

##### **Obiettivi formativi**

L'obiettivo dell'insegnamento è far comprendere l'importanza e le potenzialità di sviluppo della filiera orticola a tutti i livelli. Attraverso un percorso di studio che accrescerà la consapevolezza dello studente sull'importanza dell'agro-biodiversità e della sua tutela, per le famiglie orticole più diffuse (*Asteraceae*, *Brassicaceae*, *Cucurbitaceae*, *Solanaceae*) verranno esaminate le tradizionali tecniche di coltivazione utilizzate in relazione ai principali fattori ambientali e agronomici. Inoltre, attraverso lo studio della tecnica di coltivazione senza suolo e di altre tecnologie ad essa applicate (es. illuminazione artificiale) verrà fornito un ulteriore strumento per: i) incrementare la sostenibilità dell'attività agricola; ii) diversificare la produzione attraverso la coltivazione di "alimenti innovativi" (micro-ortaggi); iii) valorizzare le varietà tradizionali ricche di molecole ad azione bioattiva.

##### **Contenuti del corso**

La diffusione e lo sviluppo dell'orticoltura in Italia e nel Mondo. Quali possono essere le diverse espressioni dell'orticoltura. In che tipo di areali e condizioni pedo-climatiche si coltivano gli ortaggi. Quali ortaggi (e come) vengono consumati maggiormente. La biodiversità delle specie orticole e l'importanza delle risorse genetiche vegetali. Le varietà locali di ortaggi e il rischio di erosione genetica. Come vengono propagati gli ortaggi. Le caratteristiche del seme. L'innesto erbaceo. L'orticoltura in pieno campo e le tecniche di forzatura attraverso gli apprestamenti protettivi. Per ogni famiglia botanica (*Asteraceae*, *Brassicaceae*, *Cucurbitaceae*, *Solanaceae*): origine e diffusione, classificazione botanica, tipologie e varietà, tecnica colturale, principali fitopatie e fisiopatie, raccolta e commercializzazione, qualità e valore nutrizionale. Storia e sviluppo delle coltivazioni senza suolo. Sistemi di coltivazione senza suolo. I LED per la destagionalizzazione delle produzioni e come strumento per valorizzare le produzioni di varietà locali di ortaggi. Baby leaf e micro-ortaggi: innovazioni di prodotto. Il vertical farming.

##### **Modalità di verifica dell'apprendimento**

L'esame finale viene svolto attraverso un colloquio orale atto a valutare la preparazione generale dello studente sui temi trattati durante le lezioni. Nella prima parte del colloquio ci si focalizzerà sulla diffusione dell'orticoltura e sull'importanza dell'agro-biodiversità. Successivamente verrà chiesto allo studente di esporre una o più famiglie botaniche presentate durante le lezioni, ponendo particolare attenzione alla propagazione e alle tecniche colturali. Nell'ultima parte dell'esame verranno valutate le conoscenze acquisite relativamente alle innovazioni di prodotto (baby leaf e micro-ortaggi), ai sistemi di coltivazione senza suolo, ai sistemi di illuminazione artificiale e ai relativi effetti sulla fisiologia delle piante e al vertical farming.

#### **Agroecology and biodiversity conservation - Agricoltura sostenibile e conservazione della biodiversità**

BIO/03 (6 CFU)

##### **Obiettivi formativi**

Vengono fornite le basi teoriche dell'agricoltura sostenibile, partendo da concetti generali di ecologia ed ecologia vegetale, al fine di dare un quadro generale della valenza ambientale, oltre che produttiva, delle colture e del paesaggio agrario, in un'ottica di sviluppo green dell'agricoltura e anche di agro-ecologia, come sempre più prospettato anche dalla EU.

##### **Contenuti**

Definizione di sviluppo sostenibile e sue componenti da valutare. Definizione di agro-ecosistema e sue caratteristiche. L'influenza delle pratiche agricole su ecosistemi e biodiversità e il ruolo che interventi più sostenibili possono svolgere nella mitigazione di emergenze ambientali attuali e future, quali: perdita di biodiversità, cambiamento dell'uso tradizionale del suolo, degrado ambientale, inquinamento delle acque e dei suoli, emissioni di CO<sub>2</sub>, cambiamenti climatici in generale, connessi con l'agricoltura. Principi di agro-ecologia. Il corso inoltre vuole fornire nozioni e trasmettere tecniche avanzate nella gestione dell'agro-ecosistema, incluse le pratiche agricole nelle aree protette naturali, i così detti servizi ecosistemici, per valorizzare soprattutto le tecniche tradizionali e le economie locali e in generale per la salvaguardia della biodiversità. Un focus particolare poi sarà realizzato sulle tecniche di valutazione del valore ambientale di un'azienda agricola, inclusa l'impronta del carbonio, al fine anche di giungere ad una caratterizzazione complessiva sulla sostenibilità, basata su elementi quantitativi. Inquadramento degli aspetti economici e sociali della sostenibilità. Normative di riferimento per gli aspetti che influenzano la qualità ambientale. Elementi di etnobotanica connessi con la coltivazione delle piante di interesse agronomico. Infine, verrà trattato il tema del pericolo di estinzione delle piante, in particolare negli agroecosistemi, valutando in tal senso anche le tecniche di conservazione integrata in/ex situ, incluso l'on farm. In tal senso, si tratterà il tema delle traslocazioni e gestione delle aree agricole anche come possibilità di salvare dall'estinzione e gestire piante e ambienti semi-naturali di valore ambientale e naturalistico.

#### **Modalità di verifica dell'apprendimento**

L'apprendimento sarà verificato attraverso un esame con prova finale scritta e orale. Lo studente dovrà dimostrare di aver acquisito chiaramente la complessità dei meccanismi ecologici che sottendono gli ecosistemi in generale e agli agro-ecosistemi in specifico e saperli gestire, in un'ottica agro-ecologica e di sostenibilità, acquisendo nel frattempo una capacità di analisi critica delle problematiche discusse nell'ambito del corso.

### **Plant nutrition and quality of agri-food production - Nutrizione delle piante e qualità della produzione**

BIO/04

#### **Obiettivi formativi**

Il corso si articola in modo da consentire agli studenti di i) sviluppare conoscenze e capacità di comprensione degli aspetti di base della nutrizione della pianta, in relazione ai processi di crescita e sviluppo ed in risposta a stress ambientali, ii) applicare tali conoscenze in un'ottica di miglioramento della produttività agricola.

#### **Contenuti**

Introduzione alla fisiologia vegetale. La nutrizione delle piante: apparato radicale, mobilizzazione e assorbimento di nutrienti, metabolismo degli elementi nutritivi. Fisiologia del seme: concetti di base, qualità del seme e produttività delle piante coltivate.

#### **Modalità di verifica dell'apprendimento**

L'apprendimento sarà verificato attraverso un esame orale. Lo studente dovrà dimostrare di aver acquisito chiaramente la complessità dei meccanismi cellulari e biochimici alla base della nutrizione e crescita dell'organismo vegetale, ma anche una capacità di analisi critica delle problematiche discusse nell'ambito del corso.

### **Conservation and promotion of plant genetic resources - Salvaguardia e valorizzazione delle risorse fitogenetiche**

AGR/07 (6 CFU)

#### **Contenuti**

Genetica classica: Genetica mendeliana; Genetica di popolazioni: frequenze genica e genotipica, legge di Hardy – Weinberg. Effetti delle forze evolutive sul pool genico di una popolazione. Genetica quantitativa: natura dei caratteri quantitativi, principi di statistica. Strategie di riproduzione delle piante: allogamia, autogamia, propagazione vegetativa. Principali piante coltivate: popolazioni naturali, ecotipi, popolazioni sintetiche. Costituzioni omogenee: cloni, varietà, linee pure, ibridi. Miglioramento genetico delle piante: principi ed esempi. Ereditarietà e selezione dei caratteri. Principi di conservazione in situ ed ex-situ. Banche del germoplasma. Impiego di marcatori molecolari per lo studio della struttura genetica delle popolazioni: RAPDS, SSR, ecc. Genotipizzazione mediante sequenziamento (GBS). Fondamenti di genetica della conservazione. Alimenti funzionali: ereditarietà dei tratti che controllano i profili dei fitonutrienti e caratterizzazione di varietà tradizionali di elevato valore.

## **European Agri-Food Law - Diritto agroalimentare dell'Unione Europea**

IUS/14

### **Obiettivi formativi**

L'insegnamento ha come obiettivo principale quello di fornire allo studente un'approfondita conoscenza del diritto agroalimentare dell'Unione Europea. Attraverso il percorso formativo lo studente acquisirà competenze teoriche e pratiche relative al diritto agroalimentare, riuscendo a muoversi all'interno del quadro normativo e possedendo gli strumenti idonei per poter affrontare la risoluzione di questioni concrete. I risultati attesi sono la conoscenza del quadro teorico e normativo del diritto agroalimentare dell'Unione

Europea, la capacità di comprendere quali problematiche tale normativa affronta e come ha tentato di risolverle, la conoscenza di tutti gli aspetti e problemi che il settore agroalimentare pone, con riferimento agli specifici prodotti e problematiche.

### **Contenuti**

Il corso offre una panoramica della legislazione agroalimentare europea e della sua attuazione a livello nazionale. Nello specifico, il corso muove da un'introduzione generale dedicata all'evoluzione normativa del diritto agroalimentare dell'Unione Europea ed al quadro normativo attuale, dei suoi concetti generali e principi, dei suoi procedimenti normativi e delle principali istituzioni europee coinvolte. Successivamente, si procede ad un'analisi più puntuale dell'intera normativa. Nello specifico, verranno trattati: la legislazione sui metodi di produzione, quali Food Hygiene Package e la legislazione relativa ai (*micro*)*biological hazards* e ai *chemical hazards*; le norme relative ai *Food Improvement Agents* (additivi, enzimi, ecc.) e agli OGM; le regole di commercializzazione e in particolare il regime di autorizzazione e richieste, etichettature (dedicando anche spazio all'etichettatura da OGM), denominazioni e ingredienti; la tutela del consumatore; le regole di importazione di prodotti agroalimentare all'interno dell'Unione Europea; il Sistemi di qualità (IGP, DOP, metodo di produzione biologico, certificazioni biologiche e labels, ecc.); gli obblighi di tracciabilità, di ritiro, di autocontrollo e il sistema HACCP; le ulteriori tutele e mezzi di risoluzione delle controversie in tema agroalimentare.

### **Modalità di verifica dell'apprendimento**

L'apprendimento viene verificato attraverso un esame orale costituito da domande di varia tipologia e attinenti alle diverse parti del programma. Più specificamente, le prime domande vertono su macro argomenti e temi di respiro più generale, per poi procedere alla verifica più puntuale di singoli aspetti affrontati nel corso.

## **Food Marketing – Produzioni agro-alimentari e mercato**

SECS-P/08 (6 CFU)

### **Obiettivi formativi**

Il corso di Food Marketing intende fornire i fondamenti di management e marketing essenziali per sviluppare una offerta di mercato (value proposition) capace di attrarre clienti e distintiva rispetto ai competitors. Lo studente verrà introdotto ai principi e alle tecniche di management dell'impresa nel comparto agri-food e al marketing del prodotto agri-food.

Al termine del percorso formativo lo studente avrà maturato le seguenti conoscenze e competenze:

- conoscenza dei principi generali di management e marketing
- conoscenza delle principali tecniche di management e marketing
- capacità di identificare problemi di gestione e di marketing delle aziende e di proporre soluzioni coerenti
- capacità di applicare concretamente principi e tecniche ad aziende e prodotti della filiera agri-food
- capacità di costruire un piano di marketing di un prodotto della filiera agri-food
- capacità di comunicare efficacemente un progetto

### **Contenuti**

- Principi di Management
- Principi di marketing
- Management e marketing dell'azienda nel settore agri-food
- Costruzione di un piano di marketing per un prodotto agri-food

### **Modalità di verifica dell'apprendimento**

- Presentazione di un lavoro di gruppo relativo a un piano di marketing
- Test individuale a risposta multipla

## **Sustainable management of water resources in agriculture - Gestione sostenibile della risorsa idrica per uso agricolo**

AGR/08 (6 CFU)

### **Obiettivi formativi**

Il corso mira a fornire una conoscenza completa sulla gestione sostenibile dell'acqua in agricoltura. Gli studenti acquisiranno informazioni sui principi idraulici e idrologici per applicazioni pratiche; sulle fonti normative di riferimento e sulle strategie di gestione dell'acqua per un uso sostenibile dell'acqua in agricoltura; sulle tecniche di irrigazione disponibili per sostenere l'agricoltura sostenibile.

### **Contenuti**

Principi di idraulica (1 CFU): Richiami di concetti base di idrostatica, condotte in pressione e canali a cielo libero, calcolo delle portate in condizioni di flusso uniforme, effetti della rugosità superficiale e dell'avegetazione.

Principi di idrologia (1 CFU): Bilancio idrico e flussi idrici al suolo-superficie, misura delle grandezze idrologiche, calcolo della portata massima con metodi idrologici.

Gestione della risorsa idrica (1,5 CFU): Normativa comunitaria e nazionale per la gestione sostenibile della risorsa idrica in agricoltura; derivazione dell'acqua e flussi ecologici, monitoraggio degli usi irrigui.

Irrigazione (1,5 CFU): Sistemi di irrigazione (approvvigionamento, trasporto, sistema di drenaggio), pianificazione dell'irrigazione basata sul bilancio idrico e sui requisiti delle colture, tecniche di irrigazione di precisione.

Esempi pratici (1 CFU): Progettazione idraulica e idrologica di impianti di irrigazione.

### **Modalità di verifica dell'apprendimento**

La verifica dell'apprendimento verrà valutata sia sulla base di un elaborato redatto dallo studente sia con un esame orale. Le modalità di verifica hanno pari peso sulla votazione finale.

Lo studente dovrà preparare una relazione sulla parte pratica del corso, comprendente la descrizione e la discussione delle esercitazioni svolte. La relazione andrà consegnata prima dello svolgimento della prova orale. Verranno valutati sia i contenuti sia la buona impostazione dell'elaborato.

La prova orale prevederà domande aperte sugli argomenti trattati durante il corso. Lo studente sarà invitato a scrivere le dimostrazioni o tracciare schemi degli impianti.

## **Curriculum**

### **Agroecology and sustainable farming**

#### **Sustainable grass crops, integrated production - organic farming - Coltivazioni erbacee sostenibili, lotta integrata, biologico**

##### **Modulo 1**

##### **Corso base**

AGR/02 (6CFU)

##### **Obiettivi**

La sostenibilità agricola può essere vista da molte prospettive, tra cui quella biologica, ecologica, sociale, economica, politica ed etica. L'obiettivo generale del corso è di esplorare gli aspetti della sostenibilità della coltivazione di colture erbacee in base all'utilizzo di diversi metodi di coltivazione. I metodi trattati riguarderanno principalmente quelli legati ai disciplinari e regolamenti della coltivazione e lotta integrata e della coltivazione biologica. Gli obiettivi specifici riguardano acquisire conoscenza e capacità personale nel: i) comprendere e distinguere i migliori metodi di coltivazione da applicare in base alle peculiarità agronomiche/sociali di un territorio; ii) conoscere e quindi saper scegliere/indicare le colture e rotazioni aziendali ottimali al contesto aziendale e territoriale; iii) studiare e riconoscere opportunità e aspetti di miglioramento per rendere sostenibile le coltivazioni erbacee di un determinato contesto.

##### **Contenuti del corso**

Tenendo conto che i metodi di coltivazione principali trattati durante il corso riguarderanno quelli legati ai disciplinari e regolamenti della coltivazione e lotta integrata e della coltivazione biologica durante le lezioni si farà riferimento anche a tipologie di lavorazione e gestione delle colture attraverso minima lavorazione,

precision farming, rotazioni, gestioni agronomiche incentivate a livello governativo e metodi emergenti agroecologici. Per comprendere alcuni dei diversi fattori che influenzano la sostenibilità della coltivazione vi sarà una parte riguardo opportunità e necessità di miglioramento di diversi metodi di coltivazione sostenibile delle colture erbacee. Riguardo le colture trattate si studierà l'origine e la diffusione; caratteri morfologici e fisiologici; necessità colturali; scelte strategiche di coltivazione; caratteristiche al raccolto e gestione post-raccolto/trasformazione e descrizione delle qualità/proprietà (dal campo alla tavola). Tenendo conto dell'apertura globale e multidisciplinare del master il corso tratterà le principali colture cerealicole (per esempio frumenti, orzo e altri cereali meno comuni), le foraggere (le principali specie appartenenti alle famiglie delle *Poaceae* e *Fabaceae*) e le leguminose da granella (ad esempio ad uso zootecnico come il pisello proteico oppure ad uso umano come i fagioli). Inoltre si farà riferimento ai sistemi di coltivazione no food (ed esempio per uso energetico) o di coltivazioni per la tutela della biodiversità nei contesti agricoli.

## **Modulo 2**

### **Corso avanzato**

AGR/02 (3CFU)

#### **Contenuti ed obiettivi del corso**

Il corso tratterà in maniera approfondita la coltura del riso, molto specifica dal punto di vista dell'agroambiente che la caratterizza. Saranno affrontati i diversi aspetti che permetteranno agli studenti di acquisire un'esaustiva conoscenza del cereale e del settore produttivo tipico dei climi temperati, in particolare: l'origine, la morfologia della pianta, lo sviluppo della pianta e le interazioni con i fattori climatici, le caratteristiche dei suoli sommersi, i sistemi di coltivazione, la tecnica colturale, le specie e le varietà presenti nel mondo e gli obiettivi del miglioramento genetico, la gestione del post raccolto.

Verranno altresì trattati i risvolti delle tecniche colturali sulla food safety, con particolare riferimento ai contaminanti inorganici (cadmio e arsenico) presenti nel riso.

Uno spazio importante sarà dedicato ai metodi di produzione biologica, integrata e sostenibile.

Nell'ambito dell'agricoltura biologica saranno descritti i metodi di coltivazione specifici per il riso e, nell'ambito della rotazione colturale, sarà trattata in maniera dettagliata la soia, coltura fondamentale per i risvolti agronomici in successione e precessione al riso.

A riguardo della agricoltura integrata saranno presi in considerazione i mezzi alternativi al chimico per il controllo delle avversità, i metodi per massimizzare l'efficienza dei nutrienti, l'uso sostenibile degli agrofarmaci. In tale contesto saranno presentate le applicazioni più importanti per il riso afferenti all'agricoltura di precisione, in particolare, per ciò che concerne la concimazione azotata in copertura a dose variabile.

La trattazione della risicoltura sostenibile porrà molto risalto a come mitigare il cambiamento climatico attraverso la riduzione delle emissioni di metano ed il sequestro del carbonio nel suolo. L'incremento dei contenuti di carbonio risulta importante sia per gli effetti ambientali e sia per l'incremento di fertilità dei suoli di risaia. Tra le pratiche più interessanti sarà descritto l'uso di colture intercalari con funzione di cover crop e da sovescio. Infine si esamineranno le principali pratiche di agricoltura conservativa, con enfasi alla minima lavorazione ed alla non lavorazione.

#### **Modalità di verifica dell'apprendimento**

Si prevede lo svolgimento di una prova scritta atta a valutare il grado di apprendimento sugli argomenti fin lì trattati. A metà del corso verrà avviato un processo di lavoro di gruppo fra gli studenti che prevedrà l'elaborazione di una presentazione/report finale. L'esame finale verrà svolto attraverso un colloquio orale.

Si prevede quindi che per gli studenti iscritti all'anno in cui si svolge l'insegnamento vi sarà una prova intermedia come prova scritta. Per gli stessi studenti sarà previsto un lavoro di gruppo valutato entro la durata del corso (ad esempio con la presentazione dei lavori l'ultimo giorno di lezione). Il colloquio finale orale sarà l'ultima prova per valutare le conoscenze dello studente sul riconoscimento delle famiglie e specie botaniche trattate durante le lezioni, sull'acquisizione di capacità e padronanza delle informazioni acquisite sui metodi di coltivazione sostenibili e le loro applicazioni ai contesti aziendali e territoriali.

La valutazione della prova scritta avviene secondo criteri che comprendono: i) la comprensione degli argomenti del programma; ii) la qualità di trascrizione degli argomenti trattati; iii) la capacità di analisi; iv) il livello di struttura degli argomenti trattati.

La valutazione del lavoro di gruppo considera criteri quali: i) la capacità di ricerca, approfondimento e analisi di informazioni su argomenti precedentemente esposti a lezione; ii) la capacità e qualità espositiva degli argomenti; iii) l'attitudine al lavorare in gruppo e valorizzando anche il personale contributo.

L'esame finale che si svolgerà attraverso un colloquio orale è volto a valutare: i) le conoscenze teoriche e

pratiche acquisite; ii) la capacità di applicare le conoscenze apprese; iii) autonomia di giudizio; iv) capacità di comunicazione; v) capacità di integrare le conoscenze acquisite in un progetto pratico.

### **Plant pathology - Patologia vegetale**

AGR/12 (6 CFU)

#### **Obiettivi formativi**

Approfondire le cognizioni sulla risposta delle piante agli stimoli di patogeni biotici e abiotici; conoscere i principali agenti eziologici di malattie biotiche nel dettaglio della diversità dei patogeni e dei suscetti, dei cicli biologici e dell'epidemiologia, interpretando criticamente le strategie di difesa e contenimento. In tutto il corso si faranno frequenti riferimenti a casi di studio e malattie specifiche.

#### **Contenuti**

Interazioni ospite-patogeno e ospite-simbionte; sistema immunitario innato ed attivazione; risposta immunitaria immediata, mediata e sistemica.

I seguenti macro-argomenti, ove già accennati nel corso della laurea triennale, saranno affrontati con maggior approfondimento in particolare vertendo sugli aspetti di rilevamento, diagnostica, epidemiologia, biodiversità dei patogeni, sensibilità degli ospiti a livello specifico e sottospecifico.

Virus e malattie virali: patogenesi, replicazione, ciclo del virus; diffusione e trasmissione dei virus, principali malattie; tecniche di rilevamento e diagnostiche.

Batteri e fitoplasmi: richiami di biologia e sistematica; diffusione e trasmissione; parte speciale sulle principali malattie e sui vettori del patogeno; tecniche di rilevamento e diagnostiche.

Oomiceti: richiami di biologia e sistematica; approfondimenti sulle Peronosporales e le malattie da esse provocate; tecniche di rilevamento e marcatori molecolari per la diagnostica.

Funghi: richiami di biologia e sistematica; parte speciale con approfondimenti sui principali agenti di oidio, ruggine, carbone, necrosi, tracheomicosi, carie del legno, marciume; micotossine; tecniche di rilevamento e diagnostiche.

Sindromi multifattoriali: mal dell'esca della vite; sindrome del deperimento della quercia; interazione tra patogeni nelle Rosaceae.

Il microbioma interno alle piante ed il rapporto con il sistema immunitario: opportunismo ed endofitismo.

#### **Modalità di verifica dell'apprendimento**

Esame scritto con quesiti a risposta aperta. Potrà essere proposto il commento di illustrazioni (esempi: cicli biologici, quadri sintomatici, schemi molecolari, ecc.) di adeguata qualità grafica e preventivamente messe a disposizione degli studenti per lo studio.

### **Forests ecosystems and ecology of farming system - Ecosistemi forestali e agro-ambiente**

#### **Insegnamento integrato**

#### **Modulo 1**

#### **Forests and mitigation of climate change - Foreste e mitigazione dei cambiamenti climatici**

AGR/05 (3 CFU)

#### **Obiettivi formativi**

Il modulo di insegnamento intende fornire elementi necessari ad operare in ambito agronomico in un'ottica di sostenibilità ambientale integrata, con particolare riferimento al ruolo degli ecosistemi forestali e degli alberi nella mitigazione e nell'adattamento al cambiamento climatico.

#### **Contenuti**

Ai principi di base dell'ecologia forestale seguiranno nozioni di gestione forestale integrata, con particolare riferimento alle zone agricole, urbane e periurbane. Saranno inoltre affrontati i seguenti temi: panoramica dei servizi eco-sistemici forniti dalle foreste, problematiche di conservazione delle risorse forestali, effetti dei cambiamenti climatici sulle formazioni forestali, ruolo delle foreste nella mitigazione dei cambiamenti climatici, con particolare riferimento alla capacità di riduzione o rimozione della CO<sub>2</sub> dall'atmosfera.

#### **Modulo 2**

#### **Ecology of farming system - Ecologia e agro-ambiente**

BIO/07 (3 CFU)

#### **Obiettivi formativi**

Comprendere le interazioni tra specie che contribuiscono a strutturare la comunità dell'agro-ambiente, al fine della sua gestione sostenibile e della conservazione della biodiversità, anche in relazione al contesto del mosaico ambientale in cui è inserito.

Valutare le possibili interazioni tra ambiente agricolo e habitat acquatici, e acquisire gli strumenti per misurare la qualità ambientale dei due comparti.

#### **Contenuti**

- Ecologia di comunità: interazioni positive e negative tra specie nell'agroecosistema; struttura di comunità; zonazioni spaziali e successioni temporali.
- la Biodiversità nell'Agroecosistema
- ecologia del paesaggio: metapopolazioni, margini; corridoi ecologici.
- qualità ambientale e indicatori biologici
- Inquinamento delle acque superficiali ed eutrofizzazione. Criticità derivanti dalla problematica dei nitrati.
- legislazione ambientale

### **Modulo 3**

#### **Game management - Gestione della fauna oggetto di prelievo**

BIO/05 (3 CFU)

#### **Obiettivi formativi**

Il modulo di insegnamento è finalizzato a fornire agli studenti un approccio teorico-pratico alla conservazione e gestione sostenibile delle specie oggetto di prelievo. Il corso fornisce anche i mezzi necessari per affrontare la pianificazione del prelievo sostenibile dalle popolazioni. Al termine del corso gli studenti avranno acquisito la capacità di effettuare stime quantitative delle popolazioni di selvaggina (dimensione e densità), definire e prevedere la tendenza delle popolazioni, pianificare il prelievo e il controllo numerico, formulare modelli d'idoneità ambientale con metodi avanzati e redigere piani faunistico-venatori. Tutto ciò è finalizzato a rendere gli studenti capaci di identificare le opzioni gestionali che permettono la conservazione delle popolazioni delle specie di selvaggina e il uso conservativo, seguendo gli scopi e le linee guida dell'Agenda 2003, in particolare quelli esplicitati nell'obiettivo 15, in particolare i punti 15.7, 15.8 e 15.a.

#### **Contenuti**

Il modulo di insegnamento tratta i principali aspetti della conservazione e del prelievo sostenibile delle popolazioni delle specie oggetto di prelievo. Vengono descritti i problemi generali della gestione dei principali gruppi delle specie di selvaggina con particolare approfondimento per le specie più problematiche. La gestione della selvaggina è trattata sia a livello specifico sia a livello di popolazioni con particolare attenzione al prelievo sostenibile. Nel corso sono descritti i metodi di gestione, il monitoraggio delle popolazioni, le tecniche di censimento, i ripopolamenti e le reintroduzioni, la determinazione della massima resa e la pianificazione faunistica (carte faunistiche, piani faunistico-venatori, idoneità ambientale). In aggiunta, vengono affrontate le strategie per il miglioramento ambientale, in collegamento con i regolamenti dell'Unione Europea e i Piani di Sviluppo Rurale. Infine una parte è dedicata agli allevamenti di selvaggina.

#### **Programma**

- 1) Introduzione alla gestione delle specie oggetto di prelievo
- 2) Monitoraggio delle popolazioni
- 3) Il prelievo sulle popolazioni
- 4) Il controllo numerico
- 5) Immissioni
- 6) Pianificazione faunistico-venatoria
- 7) Miglioramenti ambientali
- 8) Allevamenti di selvaggina

#### **Modalità di verifica dell'apprendimento**

La verifica dell'apprendimento avverrà attraverso una prova finale integrata atta a verificare l'acquisizione della corretta terminologia, la comprensione dei fenomeni, la capacità di illustrare esempi e di creare connessioni tra gli argomenti trattati. Durante le lezioni verranno proposti numerosi esempi di quesiti d'esame. Possono essere previste prove intermedie al termine di ciascun modulo.

## **Modulo 1**

### **Forests and mitigation of climate change - Foreste e mitigazione degli effetti dei cambiamenti climatici**

AGR/05 (3 CFU)

#### **Obiettivi formativi**

Il modulo di insegnamento intende fornire elementi necessari ad operare in ambito agronomico in un'ottica di sostenibilità ambientale integrata, con particolare riferimento al ruolo degli ecosistemi forestali e degli alberi nella mitigazione e nell'adattamento al cambiamento climatico.

#### **Contenuti**

Ai principi di base dell'ecologia forestale seguiranno nozioni di gestione forestale integrata, con particolare riferimento alle zone agricole, urbane e periurbane. Saranno inoltre affrontati i seguenti temi: panoramica dei servizi eco-sistemici forniti dalle foreste, problematiche di conservazione delle risorse forestali, effetti dei cambiamenti climatici sulle formazioni forestali, ruolo delle foreste nella mitigazione dei cambiamenti climatici, con particolare riferimento alla capacità di riduzione o rimozione della CO<sub>2</sub> dall'atmosfera.

## **Modulo 2**

### **Sustainable use of pesticides - Uso sostenibile dei prodotti fitosanitari**

AGR/02 (3 CFU)

In via di definizione (Insegnamento a bando)

Tra gli altri argomenti previsti, comunque, si vorrebbe trattare: approccio sostenibile alla difesa delle piante; conoscenza e applicazione di modelli previsionali per l'esecuzione dei trattamenti fitoiatrici; misure di mitigazione degli impatti da uso di prodotti fitosanitari sull'ambiente; gestione sostenibile delle infestanti e del problema delle resistenze.

## **Modulo 3**

### **Next generation agrochemicals - Prodotti fitosanitari di nuova generazione**

CHIM06 (3 CFU)

#### **Obiettivi formativi**

L'obiettivo del corso è di fornire allo studente informazioni approfondite sui tipi, modalità e uso delle più innovative classi di fitofarmaci attualmente in commercio o più recentemente proposte. All'interno del corso, i vantaggi in termini di efficacia e di impatto ambientale delle seguenti classi di molecole verranno trattati in dettaglio.

#### **Contenuti**

1. Introduzione. Le proprietà chimico fisiche dei moderni presidi sanitari
2. Il contributo della chimica verde al settore agrochimico
3. Agonisti nAChR di nuova generazione  
Insetticidi a base sulfossiminica  
Analoghi delle molecole Flupyradifurone e Butenolide  
Pesticidi mesoionici: Triflumezopyrim
4. Carbossanilidi e altri inibitori MET II
5. Pesticidi contenenti il Gruppo solfone o solfolano
6. Nanomolecole e agrochimica
7. Biopesticidi
8. Indici di sostenibilità in agricoltura e agrochimica.

#### **Modalità di verifica dell'apprendimento**

La verifica dell'apprendimento avverrà attraverso una prova finale integrata atta a verificare l'acquisizione della corretta terminologia, la comprensione dei fenomeni, la capacità di illustrare esempi e di creare connessioni tra gli argomenti trattati. Durante le lezioni verranno proposti numerosi esempi di quesiti d'esame. Possono essere previste prove intermedie al termine di ciascun modulo.

## **Soil conservation and precision agriculture - Conservazione del suolo e agricoltura di precisione** **Insegnamento integrato**

### **Modulo 1**

#### **Remote Sensing for Agricultural Applications - Telerilevamento per applicazioni agricole**

SSD ING-INF/03 (3 CFU)

### **Obiettivi formativi**

L'insegnamento ha come obiettivo principale quello di fornire un'approfondita conoscenza delle tecniche e dei metodi tramite i quali si possono ottenere informazioni di rilevanza agricola ed agraria da strumenti di telerilevamento, con particolare riguardo ai sensori satellitari. Attraverso il percorso formativo lo studente acquisirà competenze teoriche e pratiche relative al telerilevamento per l'Osservazione della Terra e al suo impiego a beneficio dell'agricoltura. I risultati d'apprendimento attesi sono i seguenti:

- Conoscenze relative alla generazione ed all'interpretazione dei dati telerilevati, ed al loro significato fisico;
- Conoscenze e capacità relative all'elaborazione del dato telerilevato e del dato geospaziale;
- Conoscenze e capacità relative al trattamento del dato per estrarre informazioni geospaziali utili in agricoltura.

### **Contenuti**

L'insegnamento fornisce agli studenti le basi per la comprensione del telerilevamento per osservazione della Terra e dell'ambiente. Sono illustrati gli elementi fondamentali delle tecniche di telerilevamento, trattando i tipi di dato e le loro caratteristiche.

Successivamente, a partire dai caratteri generali descritti in precedenza, sono prese in considerazione le più importanti tecniche per il trattamento dei dati e l'estrazione dell'informazione, con particolare riguardo ad informazioni utili per l'agricoltura, a partire da concetti di base come gli indici di vegetazione fino a temi più specifici come l'impiego dei satelliti nella valutazione della resa dei coltivi. Sono inoltre presentati alcuni esempi di applicazione, in cui le informazioni acquisite in precedenza vengono utilizzate nello studio dell'ambiente.

L'insegnamento prevede alcune semplici esercitazioni consistenti in esempi di trattamento dati reali acquisiti da satellite, con particolare riguardo ai dati delle costellazioni europee Sentinel.

## **Modulo 2**

### **Geomatics for precision agriculture - Geomatica per l'agricoltura di precisione**

ICAR/06 (3 CFU)

### **Obiettivi formativi**

Il corso verte sugli elementi della Geomatica che sono utili per l'agricoltura di precisione. Essi includono il posizionamento GNSS in tempo reale, di alta precisione, le tecniche per il rilievo aereo del territorio, i prodotti moderni della geomatica (mappe raster e vettoriali, ortofoto, nuvole di punti, modelli digitali del terreno), la tecnologia GIS.

Le principali conoscenze apprese sono:

- un'idea generale del funzionamento di un sistema GNSS e come viene effettuata una misura NRTK;
- i principali sistemi di riferimento geodetici, le superfici di riferimento per le altezze e le proiezioni cartografiche usati in Italia;
- i principali parametri che determinano la qualità dei prodotti geomatici moderni quali carte raster e vector, ortofoto, nuvole di punti, modelli digitali del terreno;
- un'idea generale di come avvenga il rilievo fotogrammetrico o lidar da piattaforma UAV o aerea;
- i concetti necessari per comprendere le funzionalità di bassa e media complessità di un sistema GIS moderno.

Le principali abilità acquisite sono:

- realizzare misure GNSS nella modalità NRTK, effettuare correttamente la conversione delle altezze, usare le coordinate ottenute per creare da zero un layer vettoriale in un GIS;
- essere un utente di medio livello di un programma GIS moderno: importazione di tutte le tipologie di dati menzionate, creazione e gestione di un progetto GIS; uso di metodi avanzati di visualizzazione, manipolazione delle tabelle associate, creazione di nuovi layer vettoriale mediante disegno guidato da un raster di sfondo, generazione di un DTM avente struttura TIN o grid.

### **Contenuti**

- Posizionamento GNSS (0.5 CFU) – Elementi sui sistemi GNSS e sul modo in cui la posizione dei punti viene misurata; come avviene una misura NRTK e qual è la qualità attesa.

- Elementi di geodesia e proiezioni cartografiche (0.5 CFU) – Le coordinate geografiche, le superfici di riferimento per le altezze: ellissoide e geode, i sistemi di riferimento e le proiezioni cartografiche utili per l'Italia.

- I prodotti moderni della geomatica (0.5 CFU) – Le carte tradizionali, le mappe digitali, vettoriali e raster, le ortofoto, le nuvole di punti e i modelli digitali del terreno.

-Rilevamento aereo (0.5 CFU) – Elementi sulla fotogrammetria e il rilievo lidar da UAV o aereo, con attenzione sulla qualità dei prodotti e sui parametri che la controllano.

-Uso di un programma GIS moderno (1 CFU) – Le principali funzionalità di un GIS moderno; importazione di dati tabellari, mappe vettoriali e raster, ortofoto, nuvole di punti, modelli digitali del terreno già calcolati; uso di modalità di visualizzazione avanzate; creazione di nuovi layer, modifica e adattamento delle tabelle associate; disegnare nuovi poligoni tenendo come sfondo un raster; generazione di modelli digitali del terreno a partire da punti sparsi.

### **Modulo 3**

#### **Soil conservation - Conservazione del suolo**

GEO/05 (3 CFU)

##### **Obiettivi formativi**

Scopo del corso è introdurre lo studente ai processi che degradano il suolo (es. erosione, frane superficiali) a causa delle tecniche di gestione agricola. Vengono inoltre discussi i metodi di misura, gestione e controllo di tali processi.

I risultati di apprendimento degli studenti sono i seguenti:

- Conoscenza dei concetti base dell'idrogeologia in funzione della valutazione delle risorse idriche e del degrado del suolo negli agroecosistemi;
- Conoscenza delle tecniche di misura del contenuto in acqua del suolo e del potenziale idrico
- Capacità di valutare i processi di degrado del suolo attuali e potenziali in relazione alle diverse tipologie di gestione agricola e agli scenari di cambiamento climatico;
- Conoscenza dei corretti metodi di mitigazione volti a prevenire e porre rimedio al degrado del suolo negli agro-ecosistemi, tenendo conto delle condizioni geologiche

##### **Contenuti**

Introduzione al movimento, stoccaggio dell'acqua nel sottosuolo e bilancio idrico. Concetto di falda acquifera. Tipi di falde acquifere. Caratteristiche idrogeologiche dell'acquifero: porosità, permeabilità, trasmissività e diffusività. Mappa piezometrica.

Relazioni acqua-suolo, metodi di misurazione e monitoraggio per l'identificazione dello stress idrico (tipologie di sensori prossimali per il monitoraggio della misurazione del contenuto in acqua del suolo e del potenziale idrico del suolo in agricoltura).

Fenomeni di degrado del suolo:

- tipologie (frane superficiali, erosione, compattazione, ecc.),
  - fattori predisponenti e scatenanti,
  - relazione tra degrado del suolo e pratiche agricole in diversi agro-ecosistemi (es. vigneto, oliveto, frutteto)
- Interventi strutturali e non strutturali per la prevenzione e la mitigazione del degrado del suolo negli agroecosistemi: analisi dei fattori geologici da considerare nella loro progettazione.

Il contenuto del corso copre alcuni Obiettivi di Sviluppo Sostenibile (SDGs) definiti dalle Nazioni Unite nell'Agenda 2030 per lo Sviluppo Sostenibile: Obiettivo 6: Garantire l'accesso all'acqua e ai servizi igienico-sanitari per tutti, Obiettivo 13: Intraprendere azioni urgenti per combattere il cambiamento climatico e i suoi impatti.

#### **Modalità di verifica dell'apprendimento**

La verifica dell'apprendimento avverrà attraverso una prova finale integrata atta a verificare l'acquisizione della corretta terminologia, la comprensione dei fenomeni, la capacità di illustrare esempi e di creare connessioni tra gli argomenti trattati. Possono essere previste prove intermedie al termine di ciascun modulo.

### **Soil geochemistry and precision agriculture - Geochimica del suolo e agricoltura di precisione Insegnamento integrato**

#### **Modulo 1**

##### **Remote Sensing for Agricultural Applications - Telerilevamento per applicazioni agricole**

SSD ING-INF/03 (3 CFU)

##### **Obiettivi formativi**

L'insegnamento ha come obiettivo principale quello di fornire un'approfondita conoscenza delle tecniche e dei metodi tramite i quali si possono ottenere informazioni di rilevanza agricola ed agraria da strumenti di

telerilevamento, con particolare riguardo ai sensori satellitari. Attraverso il percorso formativo lo studente acquisirà competenze teoriche e pratiche relative al telerilevamento per l'Osservazione della Terra e al suo impiego a beneficio dell'agricoltura. I risultati d'apprendimento attesi sono i seguenti:

- Conoscenze relative alla generazione ed all'interpretazione dei dati telerilevati, ed al loro significato fisico;
- Conoscenze e capacità relative all'elaborazione del dato telerilevato e del dato geospaziale;
- Conoscenze e capacità relative al trattamento del dato per estrarre informazioni geospaziali utili in agricoltura.

#### **Contenuti**

L'insegnamento fornisce agli studenti le basi per la comprensione del telerilevamento per osservazione della Terra e dell'ambiente. Sono illustrati gli elementi fondamentali delle tecniche di telerilevamento, trattando i tipi di dato e le loro caratteristiche.

Successivamente, a partire dai caratteri generali descritti in precedenza, sono prese in considerazione le più importanti tecniche per il trattamento dei dati e l'estrazione dell'informazione, con particolare riguardo ad informazioni utili per l'agricoltura, a partire da concetti di base come gli indici di vegetazione fino a temi più specifici come l'impiego dei satelliti nella valutazione della resa dei coltivi. Sono inoltre presentati alcuni esempi di applicazione, in cui le informazioni acquisite in precedenza vengono utilizzate nello studio dell'ambiente.

L'insegnamento prevede alcune semplici esercitazioni consistenti in esempi di trattamento dati reali acquisiti da satellite, con particolare riguardo ai dati delle costellazioni europee Sentinel.

## **Modulo 2**

### **Geomatics for precision agriculture - Geomatica per l'agricoltura di precisione**

ICAR/06 (3 CFU)

#### **Obiettivi formativi**

Il corso verte sugli elementi della Geomatica che sono utili per l'agricoltura di precisione. Essi includono il posizionamento GNSS in tempo reale, di alta precisione, le tecniche per il rilievo aereo del territorio, i prodotti moderni della geomatica (mappe raster e vettoriali, ortofoto, nuvole di punti, modelli digitali del terreno), la tecnologia GIS.

Le principali conoscenze apprese sono:

- un'idea generale del funzionamento di un sistema GNSS e come viene effettuata una misura NRTK;
- i principali sistemi di riferimento geodetici, le superfici di riferimento per le altezze e le proiezioni cartografiche usati in Italia;
- i principali parametri che determinano la qualità dei prodotti geomatici moderni quali carte raster e vector, ortofoto, nuvole di punti, modelli digitali del terreno;
- un'idea generale di come avvenga il rilievo fotogrammetrico o lidar da piattaforma UAV o aerea;
- i concetti necessari per comprendere le funzionalità di bassa e media complessità di un sistema GIS moderno.

Le principali abilità acquisite sono:

- realizzare misure GNSS nella modalità NRTK, effettuare correttamente la conversione delle altezze, usare le coordinate ottenute per creare da zero un layer vettoriale in un GIS;
- essere un utente di medio livello di un programma GIS moderno: importazione di tutte le tipologie di dati menzionate, creazione e gestione di un progetto GIS; uso di metodi avanzati di visualizzazione, manipolazione delle tabelle associate, creazione di nuovi layer vettoriale mediante disegno guidato da un raster di sfondo, generazione di un DTM avente struttura TIN o grid.

#### **Contenuti**

- Posizionamento GNSS (0.5 CFU) – Elementi sui sistemi GNSS e sul modo in cui la posizione dei punti viene misurata; come avviene una misura NRTK e qual è la qualità attesa.

- Elementi di geodesia e proiezioni cartografiche (0.5 CFU) – Le coordinate geografiche, le superfici di riferimento per le altezze: ellissoide e geoide, i sistemi di riferimento e le proiezioni cartografiche utili per l'Italia.

- I prodotti moderni della geomatica (0.5 CFU) – Le carte tradizionali, le mappe digitali, vettoriali e raster, le ortofoto, le nuvole di punti e i modelli digitali del terreno.

- Rilievo aereo (0.5 CFU) – Elementi sulla fotogrammetria e il rilievo lidar da UAV o aereo, con attenzione sulla qualità dei prodotti e sui parametri che la controllano.

- Uso di un programma GIS moderno (1 CFU) – Le principali funzionalità di un GIS moderno; importazione di dati tabellari, mappe vettoriali e raster, ortofoto, nuvole di punti, modelli digitali del terreno già calcolati; uso di modalità di visualizzazione avanzate; creazione di nuovi layer, modifica e adattamento delle tabelle associate;

disegnare nuovi poligoni tenendo come sfondo un raster; generazione di modelli digitali del terreno a partire da punti sparsi.

### **Modulo 3**

#### **Soil and water contamination by intensive farming - Contaminazione di suolo e acqua da agricoltura intensiva**

GEO/08 (3CFU)

##### **Obiettivi formativi**

Scopo dell'insegnamento è di fornire allo studente gli strumenti idonei per la comprensione e la quantificazione dei processi biogeochimici che caratterizzano i suoli, le acque superficiali e le acque sotterranee, le interazioni ed i feedback tra questi comparti e le principali perturbazioni antropiche, al fine di aumentare la consapevolezza sulle conseguenze ambientali dell'agricoltura intensiva, dalla scala locale a quella globale. Laddove possibile, viene fatto esplicitamente riferimento agli Obiettivi per lo Sviluppo Sostenibile (Sustainable Development Goals SDG) definiti dalle Nazioni Unite nell'Agenda 2030.

##### **Contenuti**

-Cicli degli elementi (0.5 CFU) - Introduzione: diagrammi di flusso, serbatoi e flussi, stato stazionario e perturbazione antropica. Cicli di fosforo, carbonio, azoto, zolfo, ossigeno e metalli

-Inquinamento atmosferico (0.5 CFU) - Struttura dell'atmosfera, inquinamento dell'atmosfera (gas e particolato), principali effetti (deposizione atmosferica, piogge acide, effetto serra e cambiamento climatico (SDG#7).

-Generalità sull'inquinamento di suoli ed acque (0.5 CFU) - Tipi di inquinanti e perturbazioni indotte, sorgenti, principali inquinanti inorganici ed organici, trasporto nei suoli, nelle acque superficiali e sotterranee (advezione e diffusione, ritardo e ritenzione, coefficienti di ripartizione solido-liquido-gas), tempo di residenza ed attenuazione naturale.

-Inquinamento da agricoltura intensiva (1 CFU) - Inquinamento dei suoli: ritenzione dei contaminanti, individuazione dell'apporto antropico, metalli pesanti (SDG#15). Inquinamento delle acque superficiali ed eutrofizzazione (SDG#15). Inquinamento delle acque sotterranee e l'eredità dell'azoto (SDG#6).

-Evidenze dell'impatto ambientale delle tre principali colture lombarde: riso, mais e vite (0.5 CFU)

##### **Modalità di verifica dell'apprendimento**

La verifica dell'apprendimento avverrà attraverso una prova finale integrata atta a verificare l'acquisizione della corretta terminologia, la comprensione dei fenomeni, la capacità di illustrare esempi e di creare connessioni tra gli argomenti trattati. Possono essere previste prove intermedie al termine di ciascun modulo.

## **Curriculum**

### **Food quality and nutrition**

#### **Sustainable grass crops - Coltivazioni erbacee sostenibili**

AGR/02 (6CFU)

##### **Obiettivi**

La sostenibilità agricola può essere vista da molte prospettive, tra cui quella biologica, ecologica, sociale, economica, politica ed etica. L'obiettivo generale del corso è di esplorare gli aspetti della sostenibilità della coltivazione di colture erbacee in base all'utilizzo di diversi metodi di coltivazione. I metodi trattati riguarderanno principalmente quelli legati ai disciplinari e regolamenti della coltivazione e lotta integrata e della coltivazione biologica. Gli obiettivi specifici riguardano acquisire conoscenza e capacità personale nel: i) comprendere e distinguere i migliori metodi di coltivazione da applicare in base alle peculiarità agronomiche/sociali di un territorio; ii) conoscere e quindi saper scegliere/indicare le colture e rotazioni aziendali ottimali al contesto aziendale e territoriale; iii) studiare e riconoscere opportunità e aspetti di miglioramento per rendere sostenibile le coltivazioni erbacee di un determinato contesto.

##### **Contenuti del corso**

Tenendo conto che i metodi di coltivazione principali trattati durante il corso riguarderanno quelli legati ai

disciplinari e regolamenti della coltivazione e lotta integrata e della coltivazione biologica durante le lezioni si farà riferimento anche a tipologie di lavorazione e gestione delle colture attraverso minima lavorazione, precision farming, rotazioni, gestioni agronomiche incentivate a livello governativo e metodi emergenti agroecologici. Per comprendere alcuni dei diversi fattori che influenzano la sostenibilità della coltivazione vi sarà una parte riguardo opportunità e necessità di miglioramento di diversi metodi di coltivazione sostenibile delle colture erbacee. Riguardo le colture trattate si studierà l'origine e la diffusione; caratteri morfologici e fisiologici; necessità colturali; scelte strategiche di coltivazione; caratteristiche al raccolto e gestione post-raccolto/trasformazione e descrizione delle qualità/proprietà (dal campo alla tavola). Tenendo conto dell'apertura globale e multidisciplinare del master il corso tratterà le principali colture cerealicole (per esempio frumenti, orzo e altri cereali meno comuni), le foraggere (le principali specie appartenenti alle famiglie delle *Poaceae* e *Fabaceae*) e le leguminose da granella (ad esempio ad uso zootecnico come il pisello proteico oppure ad uso umano come i fagioli). Inoltre si farà riferimento ai sistemi di coltivazione no food (ed esempio per uso energetico) o di coltivazioni per la tutela della biodiversità nei contesti agricoli.

### **Modalità di verifica dell'apprendimento**

Si prevede lo svolgimento di una prova scritta atta a valutare il grado di apprendimento sugli argomenti fin lì trattati. A metà del corso verrà avviato un processo di lavoro di gruppo fra gli studenti che prevedrà l'elaborazione di una presentazione/report finale. L'esame finale verrà svolto attraverso un colloquio orale.

Si prevede quindi che per gli studenti iscritti all'anno in cui si svolge l'insegnamento vi sarà una prova intermedia come prova scritta. Per gli stessi studenti sarà previsto un lavoro di gruppo valutato entro la durata del corso (ad esempio con la presentazione dei lavori l'ultimo giorno di lezione). Il colloquio finale orale sarà l'ultima prova per valutare le conoscenze dello studente sul riconoscimento delle famiglie e specie botaniche trattate durante le lezioni, sull'acquisizione di capacità e padronanza delle informazioni acquisite sui metodi di coltivazione sostenibili e le loro applicazioni ai contesti aziendali e territoriali.

La valutazione della prova scritta avviene secondo criteri che comprendono: i) la comprensione degli argomenti del programma; ii) la qualità di trascrizione degli argomenti trattati; iii) la capacità di analisi; iv) il livello di struttura degli argomenti trattati.

La valutazione del lavoro di gruppo considera criteri quali: i) la capacità di ricerca, approfondimento e analisi di informazioni su argomenti precedentemente esposti a lezione; ii) la capacità e qualità espositiva degli argomenti; iii) l'attitudine al lavorare in gruppo e valorizzando anche il personale contributo.

L'esame finale che si svolgerà attraverso un colloquio orale è volto a valutare: i) le conoscenze teoriche e pratiche acquisite; ii) la capacità di applicare le conoscenze apprese; iii) autonomia di giudizio; iv) capacità di comunicazione; v) capacità di integrare le conoscenze acquisite in un progetto pratico.

## **Foundamentals of food technology - Principi di tecnologie alimentari**

AGR/15 (9 CFU)

### **Obiettivi formativi**

Il corso si propone di fornire allo studente le principali conoscenze per gestire le produzioni vegetali ortofrutticole conferite presso centri di raccolta al fine di mantenere un'elevata qualità del prodotto, senza manipolazioni che ne potrebbero ridurre il valore nutrizionale e le qualità organolettiche. Verranno inoltre fornite le conoscenze relative ai sistemi e ai materiali di confezionamento, mettendo in grado il futuro professionista di valutare opportune soluzioni in funzione delle specificità dei prodotti. Lo studente potrà inoltre apprendere gli elementi utili a condurre autonomamente la valutazione della qualità dei prodotti agricoli in post-raccolta attraverso selezione di opportuni indici di qualità e la loro misurazione mediante tecniche di analisi distruttive e non distruttive.

Contenuti

1. Food security e Food safety
2. Basi di epidemiologia e prevenzione delle principali malattie a trasmissione alimentare.
3. Fattori favorevoli la crescita microbica
4. La contaminazione chimica e fisica negli alimenti
5. Il controllo del rischio: biologico – chimico – fisico nei sistemi di ristorazione
6. Analisi del rischio: valutazione – gestione – comunicazione.
7. Cenni di tossicologia alimentare
8. Il sistema HACCP
9. Functional food e Novel food
10. Tecniche innovative di packaging and labeling

### **Modalità di verifica dell'apprendimento**

L'apprendimento viene verificato attraverso esame finale scritto, costituito da domande a risposta multipla e domande in modalità "aperta".

## **Integrated course of nutrition and human health - Corso integrato di nutrizione e salute umana**

### **Insegnamento integrato**

#### **Modulo 1**

##### **Nutrition physiology - Fisiologia della nutrizione**

BIO/09 (3CFU)

##### **Obiettivi formativi**

Gli obiettivi formativi del corso sono

1. Conoscere e comprendere l'importanza della Nutrizione per la salute dell'uomo;
2. Essere in grado di applicare le conoscenze acquisite nella pratica agroalimentare;
3. Conseguire autonomia nel leggere in modo critico, comprendere e valutare la letteratura scientifica nell'ambito della Nutrizione Umana;
4. Essere in grado di comunicare con un linguaggio scientifico corretto e con rigore scientifico le conoscenze apprese in ambito specifico;
5. Aver acquisito gli strumenti culturali per permettere di studiare in modo autonomo altri argomenti correlati al corso in oggetto.

##### **Contenuti**

Verranno trattati questi argomenti: anatomia e fisiologia dell'apparato digerente; controllo nervoso e ormonale dell'apparato digerente; principi di base della Nutrizione Umana

#### **Modulo 2**

##### **Healthy diets from sustainable food systems – Diete utili per la salute da agricoltura sostenibile**

MED/49 (6 CFU)

##### **Obiettivi formativi**

L'obiettivo del corso è quello di fornire le basi delle conoscenze nell'ambito dell'alimentazione e della nutrizione umana attraverso i principi di dietetica e di nutrizione clinica in un'ottica di:

- i) prevenzione delle patologie cronico-degenerative
- ii) scelta di stili di vita sostenibili nel mantenimento del benessere psicofisico e nel preservare l'ambiente

##### **Contenuti**

Inizialmente sono illustrati i fondamenti della nutrizione umana e della dietetica applicata alle diverse condizioni fisiologiche, con focus sui nutrienti, energia e metabolismo.

Successivamente vengono presentati i principi fondamentali della dietetica secondo le Linee guida e i LARN con alcuni accenni alla prevenzione delle patologie cronico-degenerative nell'ambito della Life Style Medicine. Infine viene affrontata la tematica dei healthy dietary patterns e sostenibilità alimentare sia come elemento di raggiungimento e mantenimento di uno stato di salute (inteso non solo come assenza di malattia ma benessere psicofisico), sia come elemento di salvaguardia dell'ambiente.

### **Modalità di verifica dell'apprendimento**

L'apprendimento viene verificato attraverso:

- i) Test di autovalutazione in itinere (facoltativi)
- ii) Esame finale scritto, costituito da domande a risposta multipla e domande in modalità "aperta".

Nelle domande aperte verrà valutata la preparazione dello studente sull'argomento, l'utilizzo di una specifica terminologia scientifica e le competenze acquisite durante il corso. Durante le lezioni vengono presentati numerosi esempi di domande d'esame

## **Secondary plant metabolism and medicinal plants - Metabolismo secondario delle piante e piante officinali**

### **Insegnamento integrato**

#### **Modulo 1**

## **Secondary plant metabolism - Il metabolismo secondario nelle piante**

CHIM/06 (3CFU)

### **Obiettivi formativi**

Il corso ha lo scopo di illustrare le principali classi di sostanze organiche naturali prodotte dal metabolismo secondario nelle piante e il loro impiego nel settore agroalimentare.

### **Contenuti**

Nel corso saranno descritte le reazioni utilizzate in Natura nelle diverse vie biosintetiche. In particolare, partendo dalla combinazione lineare di molecole di acetilcoenzima A viene discussa la formazione di acidi grassi e derivati, compresi quelli della cascata dell'acido arachidonico e i polichetidi. Viene descritta la formazione dell'isopentenil pirofosfato e del dimetilallil pirofosfato quali precursori delle diverse classi dei composti terpenici e degli steroidi. Particolare risalto verrà data alla via dello Shikimato, tipica del mondo vegetale e foriera di molti composti naturali di interesse agroalimentare.

## **Modulo 2**

### **Medicinal plants - Piante officinali**

BIO/15 (3CFU)

### **Obiettivi formativi**

Il corso è rivolto allo studio delle droghe di origine naturale per l'impiego nel settore dei prodotti della salute (erboristici, cosmetici e dietetici).

Vengono descritti gli aspetti farmacognostici della fonte vegetale e della droga con indicazioni sull'applicazione fitoterapica (descrizione botanica, fitochimica e finalità d'uso) al fine di acquisire la terminologia adeguata e di fornire una solida base per il necessario aggiornamento autonomo.

### **Contenuti**

Concetti di pianta officinale e medicinale, principio attivo e droga; studio macro e microscopico delle droghe; preparati totali e principi attivi; selezione del materiale vegetale (pianta spontanea e coltivata); raccolta, preparazione e conservazione della droga vegetale; procedure di estrazione della droga e purificazione degli estratti; tecniche di separazione cromatografica; esempi di specie officinali

### **Modalità di verifica dell'apprendimento**

La verifica dell'apprendimento avverrà attraverso una prova finale integrata atta a verificare l'acquisizione della corretta terminologia, la comprensione dei fenomeni, la capacità di illustrare esempi e di creare connessioni tra gli argomenti trattati. Possono essere previste prove intermedie al termine di ciascun modulo.

## **Secondary plant metabolism and nutritional and nutraceutical properties of mushrooms - Metabolismo secondario delle piante e proprietà nutraceutiche dei funghi**

### **Insegnamento Integrato**

## **Modulo 1**

### **Secondary plant metabolism - Il metabolismo secondario nelle piante**

CHIM/06 (3CFU)

### **Obiettivi formativi**

Il corso ha lo scopo di illustrare le principali classi di sostanze organiche naturali prodotte dal metabolismo secondario nelle piante e il loro impiego nel settore agroalimentare.

### **Contenuti**

Nel corso saranno descritte le reazioni utilizzate in Natura nelle diverse vie biosintetiche. In particolare, partendo dalla combinazione lineare di molecole di acetilcoenzima A viene discussa la formazione di acidi grassi e derivati, compresi quelli della cascata dell'acido arachidonico e i polichetidi. Viene descritta la formazione dell'isopentenil pirofosfato e del dimetilallil pirofosfato quali precursori delle diverse classi dei composti terpenici e degli steroidi. Particolare risalto verrà data alla via dello Shikimato, tipica del mondo vegetale e foriera di molti composti naturali di interesse agroalimentare.

## **Modulo 2**

### **Nutritional and nutraceutical properties of mushrooms - Proprietà nutrizionali e nutraceutiche dei funghi eduli**

BIO/02 (3 CFU)

### **Obiettivi formativi**

- Conoscere i principali taxa fungini di interesse alimentare: cenni di inquadramento sistematico, riconoscimento morfologico ed ecologia.
- Acquisire consapevolezza che l'apporto nella dieta di alcuni funghi eduli ha effetti benefici sull'uomo e sugli animali.
- Acquisire consapevolezza che gli effetti benefici dei funghi possono essere implementati attraverso tecniche biotecnologiche e di coltivazione.
- Approfondire il metabolismo di alcune specie fungine note per la produzione di molecole bioattive con effetti benefici per uomo e animali.

### **Contenuti**

- Il Corso verte essenzialmente sui macrofunghi che vengono utilizzati a scopo alimentare e/o nutraceutico.
- Particolare attenzione viene rivolta alla corretta identificazione delle specie commestibili, soprattutto quando vi è una forte somiglianza con specie tossiche.
- Coltivazione dei funghi, pratica che ne permette un ampio uso in diversi campi. Questa tematica è particolarmente attuale essendo strettamente correlata con l'economia circolare in quanto molti scarti agricoli possono essere utilizzati come substrati per lo sviluppo di funghi commestibili.
- Macrofunghi e proprietà medicinali.
- Molecole bioattive (polisaccaridi e metaboliti secondari) prodotte dai funghi come ingredienti funzionali in alimenti e composti nutraceutici.

### **Modalità di verifica dell'apprendimento**

La verifica dell'apprendimento avverrà attraverso una prova finale integrata atta a verificare l'acquisizione della corretta terminologia, la comprensione dei fenomeni, la capacità di illustrare esempi e di creare connessioni tra gli argomenti trattati. Possono essere previste prove intermedie al termine di ciascun modulo.

## **Vegetable foods and agrochemicals for plant defence. Chemistry and Toxicology - Alimenti vegetali e prodotti agrochimici per la difesa delle piante. Chimica e Tossicologia** **Insegnamento integrato**

### **Modulo 1**

#### **Vegetable food chemistry - Chimica degli alimenti di origine vegetale**

CHIM/10 (3 CFU)

#### **Obiettivi formativi**

Gli obiettivi formativi del corso sono quelli di fornire agli studenti conoscenze di base sulla composizione chimica degli alimenti di origine vegetale con particolare attenzione non solo ai nutrienti, ma anche ai componenti minori che possono avere un risvolto positivo o negativo sulla salute umana.

#### **Contenuti**

Composizione chimica di ortaggi, frutta, legumi e funghi; classificazione e chimica dei polifenoli. Reazioni chimiche degradative a carico dei componenti degli alimenti di origine vegetale. Reazioni chimiche che avvengono nei principali processi di trasformazione di frutta e verdura. Principali analisi chimiche che possono essere condotte sui prodotti non lavorati e sui prodotti trasformati.

### **Modulo 2**

#### **Chemistry of Agrochemicals - Chimica dei prodotti agrochimici**

CHIM/08 (3 CFU)

#### **Obiettivi formativi**

Il principale obiettivo formativo del corso è quello di trasferire agli studenti le conoscenze di base sulla chimica dei prodotti agrochimici (fitofarmaci), al fine di meglio comprendere i meccanismi e i fenomeni nei quali sono coinvolti.

Le principali conoscenze acquisite riguarderanno i prodotti agrochimici, principi attivi e meccanismo d'azione.

#### **Contenuti**

Classificazione e struttura degli agrochimici (o prodotti fitosanitari): fungicidi, insetticidi, acaricidi, erbicidi, nematocidi, fitoregolatori, brachizzanti e radicanti; meccanismi d'azione e fenomeni nei quali sono coinvolti. Studio e lettura delle etichette di alcuni fitosanitari (nome commerciale, principio attivo, settore d'impiego,

fitotossicità Etc). Normativa di riferimento (Piano d'Azione Nazionale per l'uso sostenibile dei prodotti fitosanitari e sua evoluzione). Le principali competenze sviluppare riguarderanno l'utilizzo ecosostenibile di fitosanitari.

### **Modulo 3**

#### **Toxicology of Agrochemicals - Tossicologia dei prodotti agrochimici**

BIO/14 (3 CFU)

##### **Obiettivi formativi**

L'obiettivo formativo del corso è di fornire nozioni di base in ambito farmaco-tossicologico, con cenni alle reazioni di biotrasformazione, e particolare attenzione ai meccanismi biologici sottesi il potenziale tossico e l'organo bersaglio di tossicità da parte di particolari molecole (agrochimici o prodotti fitosanitari).

##### **Contenuti**

Parametri di tossicità, studi di tossicità, valutazione del rischio tossicologico, meccanismi di tossicità, meccanismo d'azione tossico a carico di organi ed apparati dell'organismo umano da parte di agrochimici (o prodotti fitosanitari).

##### **Modalità di verifica dell'apprendimento**

La verifica dell'apprendimento avverrà attraverso una prova finale integrata atta a verificare l'acquisizione della corretta terminologia, la comprensione dei fenomeni, la capacità di illustrare esempi e di creare connessioni tra gli argomenti trattati. Possono essere previste prove intermedie al termine di ciascun modulo.

## **Corsi a libera scelta**

### **From food heritage to sustainable rural development- Dal patrimonio alimentare allo sviluppo rurale sostenibile**

M-DEA/01 (3CFU)

##### **Obiettivi formativi**

Il modulo esplora il ruolo del revival e della promozione del patrimonio alimentare nell'ottica della promozione di uno sviluppo locale sostenibile nelle aree rurali. Così facendo, il modulo approfondisce il dibattito sulla definizione di patrimonio materiale e immateriale, e sulle principali iniziative internazionali volte a promuovere la salvaguardia dei patrimoni dell'Umanità. Considerando il cibo come un esempio di patrimonio bioculturale, il modulo introduce gli studenti alla metodologia del food scouting per identificare, documentare e comunicare il patrimonio alimentare locale. Discutendo le sfide che le aree rurali si trovano ad affrontare in termini di emarginazione socio-economica, il modulo sottolinea il ruolo fondamentale che il patrimonio alimentare può avere per lo sviluppo socioeconomico locale, in particolare alla luce delle nuove tendenze del mercato alimentare e del turismo. Così facendo, mostra il ruolo del cibo tradizionale nei mercati occidentali e non occidentali con particolare attenzione al settore HoReCa. Concentrandosi sul ruolo della filiera corta e della piccola produzione di alimenti tradizionali, il modulo fornisce strumenti analitici per valutare i rischi e le potenzialità di questi sistemi produttivi. Il modulo indagherà casi di studio provenienti da Europa e Africa.

### ***Progetto "Collegiale non residente" all'Università di Pavia***

Un'autentica Università nei Collegi. Questo rappresenta il progetto «Collegiale non residente» che prende il via dall'anno accademico 2022-2023 e vuole aprire i Collegi anche agli studenti che non risiedono in essi. Anche gli studenti non residenti nei Collegi potranno così fare esperienza della vita in Collegio, attraverso la partecipazione ad attività didattiche di altissimo livello, ufficialmente riconosciute, realizzate in accordo con i Corsi di Laurea.

Sono tre le linee del progetto riguardanti le attività da tenersi nei Collegi, in stretta collaborazione con l'Università:

- **insegnamenti di qualità per le Lauree Magistrali;**
- laboratori sulle competenze trasversali;

- tutorati di sostegno e tutorati di approfondimento.

Gli insegnamenti per le Lauree Magistrali attivati nell'anno accademico 2022-2023 sono 13, tutti riconosciuti come crediti curriculari validi per il piano di studi. Tutti corsi intensivi, della durata minima di 24 ore, concentrati nel corso di una settimana. I corsi saranno tenuti nei collegi da docenti altamente formati, esterni all'Università di Pavia.

Per quanto riguarda la Laurea Magistrale LM 69 in Scienze e Tecnologie Agrarie, denominata "Agri-food sustainability", i corsi che verranno attivati nell'ambito di tale progetto, in collaborazione con il collegio Ghislieri, sono 4:

- **"Conservazione e uso della biodiversità: dai geni al paesaggio"** tenuto dal Dr. Jonas Müller, fondatore e direttore della Paisaia European Landscape Foundation, nel quale verranno esaminate diverse scale di biodiversità - dal livello genetico alla specie, fino al livello di comunità e biodiversità nel paesaggio - mostrando come questa sia usata dagli esseri umani e come la conservazione e l'uso siano collegati, con una particolare attenzione ai sistemi agricoli.

- **"Sistemi di produzione di riso biologico"** tenuto dal Dr. Stefano Bocchi, professore di Agronomia e sistema colturale presso l'Università di Milano, nel quale verranno approfonditi diversi argomenti, tra cui agricoltura biologica, agroecologia, risicoltura biologica e innovazione nei sistemi di produzione biologica del riso.

- **"Ecologia e utilizzo dei semi"** tenuto dalla Dr.ssa Fiona R. Hay, Senior Scientist presso il Dipartimento di Agroecologia all'Aarhus University-Flakkebjerg, nel quale verranno trattati diversi argomenti riguardanti la morfologia e la dormienza dei semi, il vigore e i trattamenti del seme, la tassonomia di *Oryza* e la sua conservazione e gli aspetti della coltivazione del riso legati all'ecologia dei semi.

- **"Il sequestro della CO<sub>2</sub> e il contributo del settore agroalimentare"**, tenuto dalla Dr.ssa Antonella Succurro, Responsabile scientifico del West German Genome Center e ricercatrice presso il Life and Medical Sciences Institute dell'Università di Bonn, durante il quale, dopo una rapida panoramica del concetto di Carbon Accounting per un prodotto agroalimentare, si affronterà la pratica del Carbon Farming, approfondendo teorie e metodologie che favoriscono il sequestro e il mantenimento di CO<sub>2</sub> nel suolo agricolo.

Questi insegnamenti per gli studenti del corso di Agrifood sustainability (AGROS) sono qualificati come corsi a libera scelta. Volendo, anche in forma di sovrannumerari.