

Corso di laurea magistrale in **Sistemi Agricoli Sostenibili** (LM-69)

Il CdS **SAS** deriva da una profonda revisione del CdS PAGA che comprende anche il cambio del nome del CdS

Motivazioni:

- **Rendere più attuale la figura professionale dei nostri laureati** che si troveranno a dover operare in uno scenario profondamente mutato rispetto a quello presente al momento della costituzione del CdS PAGA (20 anni fa)
- Le nuove sfide di tipo culturale, economico, sociale ed ambientale impongono di **formare un agronomo più moderno e in grado di rispondere meglio alle richieste del mercato del lavoro**
- Nel nuovo impianto si dedica pertanto maggiore attenzione alla **sostenibilità** e agli **aspetti innovativi dei processi produttivi, all'agricoltura di precisione, all'agroecologia e alla bioeconomia**, per **produzioni agricole di qualità** sia di prodotto che di processo
- La recente revisione del Corso di Laurea in Scienze Agrarie ha imposto di **ottimizzare il coordinamento tra la laurea triennale e la laurea magistrale**
- L'impianto prevede **5 diversi piani di studio** quindi offre allo studente la possibilità di **personalizzare la propria preparazione**
- Il Corso di laurea magistrale in Sistemi Agricoli Sostenibili ha ricevuto il parere favorevole del Comitato di indirizzo (portatori di interesse, mondo del lavoro); della Commissione paritetica di Corso di Studio e della componente studentesca nelle Commissioni paritetiche di Dipartimento e di Ateneo

Corso di laurea magistrale in **Sistemi Agricoli Sostenibili** (LM-69)
Regolamento **2022/2023**

7 esami (42 cfu) comuni a tutti i piani di studio



Scelta piano di studio

Piano di studio (24 cfu)
Qualità delle produzioni

Piano di studio (24 cfu)
Precision farming

Piano di studio (24 cfu)
Agroecologia

Piano di studio (24 cfu)
Sistemi agro-industriali innovativi

Piano di studio (24 cfu)
Bioeconomics
(in lingua inglese)

4 lavori guidati (12 cfu) comuni a tutti i piani di studio

Scelte libere (12 cfu) consigliate per piano di studio

Altre attività (30 cfu) comuni a tutti i piani di studio

- Lingua straniera (3 cfu)
- Abilità informatiche (2 cfu)
- Tirocinio (5 cfu)
- Tesi (20 cfu)

PRIMO ANNO

1° semestre

- **Principi di agroecologia (6 cfu – AGR/02)**
 - **Sistemi erbacei (6 cfu – AGR/02 + AGR/04)**
 - **Sistemi arborei (6 cfu – AGR/03)**
 - **Estimo rurale e ambientale (6 cfu – AGR/01)**
-
- **Sistemi zootecnici (6 cfu – AGR/17)**
 - **Uso sostenibile dei prodotti fitosanitari (6 cfu – AGR/12)**
 - **Difesa biologica e integrata dagli artropodi (6 cfu – AGR/11)**

2° semestre

7 esami (42 cfu) comuni a tutti i piani di studio

Lavori guidati comuni a tutti i piani di studio (lo studente dovrà acquisire 12 cfu tra 1° e 2° anno)

- **Fitodepurazione e fitorimedio (3 cfu)**
- **Applicazioni GIS in agricoltura (3cfu)**
- **Monitoraggio ambientale (3 cfu)**
- **Biomonitoraggio ambientale (3 cfu)**
- **Valutazione agroecologica della flora infestante (3 cfu)**
- **Tecniche di propagazione vegetale (3 cfu)**
- **Gestione e sicurezza delle alberature urbane (3 cfu)**
- **Pratiche aziendali di mitigazione e di adattamento al cambiamento climatico (3 cfu)**
- **Laboratorio CAD (3 cfu)**
- **Tecnologie per l'alimentazione di precisione (3 cfu)**
- **Tecniche avanzate di miglioramento genetico vegetale (3 cfu)**
- **Ecological footprint of agricultural products and processes (3 cfu)**
- **Ecosystem services in rural areas (3 cfu)**

Career Labs e "L'agenda 2030 e gli obiettivi per lo sviluppo sostenibile", erogati dall'Ateneo, sono riconosciuti dal Corso di studi come Lavori guidati da 3 cfu

Lavori guidati comuni a tutti i piani di studio (lo studente dovrà acquisire 12 cfu tra 1° e 2° anno)

Fitodepurazione e fitoremedio (3 CFU) L'obiettivo del corso è illustrare le potenzialità offerte dall'applicazione di sistemi di fitodepurazione e fitoremedio e fornire gli elementi utili alla loro progettazione e gestione. Nella prima parte saranno affrontati i processi fisici chimici e biologici alla base della depurazione operata dalle piante. Saranno poi affrontati due casi concreti: la fitodepurazione delle acque di sgrondo di un'area agricola intensamente coltivata e la bonifica di un'area industriale contaminata dalla presenza di metalli pesanti. Per ambedue i casi saranno forniti gli elementi progettuali, le tecniche di monitoraggio e le modalità per la valutazione dei risultati ottenuti.

Applicazioni GIS in agricoltura (3 CFU) L'obiettivo del corso è fornire le nozioni di base per la comprensione e l'uso di un software GIS. Si inizierà con il funzionamento dei data-base relazionali, sulla natura dei geo-dati (dati raster e vettoriali) e sull'attuale offerta di GIS commerciali e opensource. La seconda parte del corso sarà dedicata all'installazione e all'utilizzo di QGis (comandi e funzionalità, inserimento e gestione dei layer, visualizzazione e tematizzazione, i sistemi di riferimento, i servizi OGC, tabelle e interrogazioni). Infine saranno proposti alcuni esercizi pratici da risolvere utilizzando le funzionalità viste in precedenza e illustrati alcuni esempi dell'uso dei GIS in agricoltura.

Monitoraggio ambientale (3 CFU) L'obiettivo del corso è fornire agli studenti le competenze necessarie al monitoraggio di suolo e acqua. La prima parte del corso sarà dedicata ai principi e alle tecniche del campionamento (schemi, densità frequenza, modalità di prelievo, concentrazioni, portate e carichi). La seconda parte del corso riguarderà le modalità da utilizzare per una corretta interpretazione dei dati (verifiche sulla consistenza e sulla congruenza dei dati). Nell'ultima parte del corso saranno proposti alcuni esempi di elaborazione e rappresentazione (GIS) di indagini ambientali relative ai terreni di un'azienda e alla rete idrica superficiale.

Biomonitoraggio ambientale (3 CFU) Acquisizione delle informazioni teoriche e pratiche relative alle attività di monitoraggio condotte mediante piante vascolari e licheni allo scopo di valutare la presenza e gli effetti dei principali inquinanti aerodispersi (ozono, fluoruri, idrocarburi policiclici aromatici, metalli pesanti, etc.). Particolare attenzione verrà rivolta alle normative nazionali e comunitarie di riferimento, oltre che alla valutazione d'impatto ambientale e alla valutazione ambientale strategica.

Valutazione agro-ecologica della flora infestante (3 CFU) Il corso intende sviluppare nello studente la capacità di riconoscere le principali specie infestanti delle colture agrarie nelle loro diverse fasi fenologiche (plantule, piante adulte e semi), di mettere in relazione la composizione della flora infestante con i fattori ambientali e agronomici nell'ambito dei quali essa si è sviluppata, di individuare le strategie di controllo più corrette per la sua gestione nei diversi contesti agro-pedo-climatici.

Tecniche di propagazione vegetale (3 CFU) Il corso vuole fornire agli studenti le conoscenze relative alle principali e innovative tecniche di propagazione gamica e agamica delle specie officinali, ornamentali, da frutto e forestali, alla caratterizzazione dei principali aspetti del vivaismo delle diverse specie e delle problematiche ambientali, ecologiche, agronomiche, tecnologiche e di mercato della sua pratica nelle aree specializzate del Paese. Tratterà inoltre le problematiche della proprietà intellettuale e della certificazione genetico-sanitaria nelle specie riprodotte gamicamente e agamicamente e della conservazione della biodiversità.

Gestione e sicurezza delle alberature urbane (3 CFU) Acquisizione delle informazioni di base per la gestione e la valutazione della sicurezza delle piante arboree in contesti urbani. Il lavoro guidato tratterà esempi pratici di alberature urbane (alberi singoli, viali, piccoli parchi) individuando le idonee tecniche di gestione e fornendo informazioni relative alla loro stabilità e messa in sicurezza.

Lavori guidati comuni a tutti i piani di studio (lo studente dovrà acquisire 12 cfu tra 1° e 2° anno)-

Pratiche aziendali di mitigazione e di adattamento al cambiamento climatico (3 CFU) Il corso intende illustrare gli effetti prodotti dalle tecniche di allevamento vegetale e animale sul riscaldamento globale analizzando le emissioni dei diversi gas serra per ciascun sistema di produzione. Analizzati gli impatti, il corso analizzerà le tecniche di produzione vegetale e animale di adattamento e quelle di mitigazione maggiormente in grado di ridurre le emissioni di gas climalteranti. Il corso prenderà in considerazione sia pratiche già facilmente adottabili a livello aziendale sia tecnologie agricole ancora in fase di studio.

Laboratorio CAD (3 CFU) L'insegnamento affronta le modalità di utilizzo dei programmi di progettazione assistita attraverso esemplificazioni e attività pratiche che permettano allo studente di prendere la necessaria confidenza con uno strumento indispensabile per il moderno progettista.

Tecnologie per l'alimentazione di precisione (3 CFU) Il corso fornirà le conoscenze e le abilità da applicare nell'azienda zootecnica relative alle principali tecnologie alla base dell'alimentazione di precisione, così da fornire i nutrienti giusti, nel momento giusto all'animale giusto. A tal fine saranno illustrate le principali applicazioni e modelli disponibili per la valutazione dei fabbisogni degli animali nelle diverse fasi fisiologiche e nei diversi contesti di allevamento e per la progettazione e la simulazione di razioni in grado di soddisfare tali fabbisogni. I piani di razionamento saranno oggetto di discussione in relazione all'impatto sulla produttività degli animali e sulle emissioni di gas ad effetto serra e sul rilascio di effluenti nell'ambiente. Saranno inoltre illustrate le principali tecnologie aziendali per la somministrazione e la gestione di precisione della razione ai diversi gruppi di animali.

Tecniche avanzate di miglioramento genetico vegetale (3 CFU) Acquisizione delle informazioni teoriche e pratiche relative alle attività di monitoraggio condotte mediante piante vascolari e licheni allo scopo di valutare la presenza e gli effetti dei principali inquinanti aerodispersi (ozono, fluoruri, idrocarburi policiclici aromatici, metalli pesanti, etc.). Particolare attenzione verrà rivolta alle normative nazionali e comunitarie di riferimento, oltre che alla valutazione d'impatto ambientale e alla valutazione ambientale strategica.

Ecological footprint of agricultural products and processes (3 CFU) At the end of the course the student will be able to apply the main methodologies for calculating the ecological footprint of agricultural products and processes. After some theoretical lessons to learn the main concepts and methodology, students will be guided in the analysis of the product and its processes, in the collection of data and in their processing.

Ecosystem services in rural areas (3 CFU) At the end of the course the student will be able to measure the ecosystem services for the main agro-forestry production systems. After some theoretical lessons to learn the main concepts and methodology, students will be guided in the analysis of the production system and in the measurement of ecosystem services.

SECONDO ANNO

Piano di studio (24 cfu)
Qualità delle produzioni

Piano di studio (24 cfu)
Precision farming

Piano di studio (24 cfu)
Agroecologia

Piano di studio (24 cfu)
Sistemi agro-industriali innovativi

Piano di studio (24 cfu)
Bioeconomics



Piano di studio (24 cfu) **QUALITÀ DELLE PRODUZIONI**

- **Qualità dei prodotti I** (6 cfu – AGR/16 – AGR/19)
- **Qualità dei prodotti II** (6 cfu – AGR/03 – AGR/13)
- **Sicurezza dei prodotti di origine vegetale** (6 cfu – AGR/11 – AGR/12)
- **Laboratorio qualità dei prodotti** (6 cfu – AGR/03 – AGR/11 – AGR/12 – AGR/13 – AGR/16 – AGR/19)

Scelte libere (12 cfu) consigliate per il Piano di studio

- **Apicoltura e apidologia** (3 cfu – AGR/11)
- **Macchine e impianti per la trasformazione dei prodotti agricoli** (3 cfu – AGR/09)
- **Metaboliti secondari di origine vegetale** (3 cfu – AGR/13)
- **Tecnologie post-raccolta per lo sviluppo sostenibile** (3 cfu – AGR/15)
- **Geomatica e costruzioni** (AGR/10 – 6 cfu)
- **Metodologia della sperimentazione nelle scienze agrarie** (3 cfu - AGR/02 – AGR/17)

PF24, erogato dall'Ateneo, viene riconosciuto dal Corso di studi come Libera scelta

Piano di studio (24 cfu) **QUALITÀ DELLE PRODUZIONI**

Obiettivi formativi

Qualità dei prodotti I (6 cfu) (6 cfu – AGR/16 – AGR/19) Il corso ha l'obiettivo di fornire allo studente i principi che definiscono la qualità dei prodotti agroalimentari. In particolare, saranno approfonditi gli aspetti relativi alla composizione chimica dei principali alimenti destinati al consumo animale e umano. Lo studente acquisirà anche le conoscenze necessarie per analizzare e comprendere la diversità funzionale dei microrganismi in relazione alla qualità dei prodotti agroalimentari.

Qualità dei prodotti II (6 cfu) (6 cfu – AGR/03 – AGR/13) Il corso è finalizzato alla descrizione del concetto di qualità di un prodotto vegetale considerando le caratteristiche esterne, interne e subliminali. Verranno quindi illustrati i principali parametri di valutazione della qualità in funzione dell'utente di destinazione del prodotto e saranno descritti metodi e strumenti per le analisi distruttive e non-distruttive alla base delle caratteristiche organolettiche di un prodotto agricolo ma anche quelle nutrizionali e nutraceutiche. Applicazione delle tecniche analitiche lungo la filiera di raccolta-conservazione-confezionamento-vendita del prodotto vegetale. Fattori fisiologici e culturali che influenzano la qualità dei prodotti vegetali.

Sicurezza dei prodotti di origine vegetale (6 CFU) (6 cfu – AGR/11 – AGR/12) Teoria e pratica di gestione e controllo della qualità e della sicurezza dei prodotti di origine vegetale. Particolare attenzione verrà rivolta alla contaminazione da artropodi dannosi dei prodotti conservati, agli allergeni di origine animale, ai funghi micotossigeni, ai residui di agrofarmaci, metalli pesanti e policlorobifenili.

Laboratorio di qualità dei prodotti (6 CFU) (6 cfu – AGR/03 – AGR/11 – AGR/12 – AGR/13 – AGR/16 – AGR/19) Il laboratorio è finalizzato all'acquisizione delle conoscenze teoriche e pratiche delle metodologie e degli strumenti per l'analisi distruttiva e non distruttiva della qualità dei prodotti agricoli.

Scelte libere (12 cfu) consigliate per il Piano di studio **Qualità delle produzioni**

Apicoltura e apidologia (3 cfu – AGR/11) Conoscenza delle complesse dinamiche della biologia della colonia di Apis mellifera, delle metodiche funzionali al suo allevamento, delle principali avversità. Conoscenza fisico-chimica dei principali prodotti dell'alveare (miele, polline, gelatina reale, propoli) e del loro valore funzionale. Uso di Apoidei per il servizio di impollinazione delle principali colture agrarie.

Macchine e impianti per la trasformazione dei prodotti agricoli (3 cfu – AGR/09) Agli studenti viene fornita una panoramica sulle tecnologie e sulle principali tipologie di macchine comunemente adottate nell'industria alimentare, considerando sia il principio di funzionamento sia i criteri che ne guidano la scelta. Il corso, oltre alla descrizione dei macchinari e delle attrezzature strettamente legati allo svolgimento di specifiche operazioni unitarie, mira a fornire conoscenze su:

- Concetti di base della meccanica applicata alle macchine e agli impianti dell'industria agroalimentare;
- Concetti di base dell'elettromagnetismo e delle macchine elettriche applicate agli impianti agroalimentari;
- Aspetti generali e macchine per: la refrigerazione, la disidratazione e la separazione solido-liquido dei prodotti agroalimentari.

Metaboliti secondari di origine vegetale (3 cfu – AGR/13) Le piante sintetizzano un'ampia gamma di molecole denominate metaboliti secondari che presentano attività biologica. Il corso ha lo scopo di fornire le principali conoscenze sui principali metaboliti secondari nell'ambito della classe dei fenilpropanoidi, terpeni e composti contenenti azoto nonché sul loro ruolo nella qualità dei prodotti di origine vegetale.

Tecnologie post-raccolta per lo sviluppo sostenibile (3 cfu – AGR/15) Fornire conoscenze per scegliere le tecnologie postraccolta per la conservazione e il trasporto dei prodotti ortofrutticoli freschi e trasformati.

Geomatica e costruzioni (AGR/10 – 6 cfu) Conoscenze di base per la progettazione di un ricovero agro-zootecnico, le condizioni ambientali di massima resa, la metodologia dell'analisi funzionale per il progetto o la verifica di fabbricati agro-zootecnici, l'analisi dei fabbricati zootecnici per l'allevamento di bovini e suini, la previsione degli impianti tecnici necessari. Gli impianti ventilazione, raffrescamento e riscaldamento; gli impianti e le strutture per la conservazione e il trattamento dei reflui e il loro dimensionamento. La legislazione vigente sull'impiego degli effluenti zootecnici. Inoltre, la restituzione grafica dei progetti mediante programmi CAD e le nozioni per compilare un computo metrico estimativo di una opera civile.

Metodologia della sperimentazione nelle scienze agrarie (3 cfu - AGR/02 – AGR/17) Fornire conoscenze di base per la corretta pianificazione, impostazione ed implementazione di dispositivi sperimentali nel campo delle scienze agrarie (comprendere e gestire le cause di variabilità dei dati, con riferimento sia all'errore che ai fattori sperimentali; impostare correttamente un disegno sperimentale e la randomizzazione dei trattamenti; definire un corretto piano di campionamento dei dati sperimentali); organizzare in maniera opportuna il campionamento definendo il numero ottimale di unità sperimentali; scegliere in maniera opportuna il test statistico per l'elaborazione dei dati raccolti; costruire modelli statistici da adattare ai disegni sperimentali; interpretare il fenomeno osservato ed estenderlo all'intera popolazione.

SECONDO ANNO

Piano di studio (24 cfu)
Qualità delle produzioni

Piano di studio (24 cfu)
Precision farming

Piano di studio (24 cfu)
Agroecologia

Piano di studio (24 cfu)
Sistemi agro-industriali innovativi

Piano di studio (24 cfu)
Bioeconomics

Piano di studio (24 cfu) PRECISION FARMING

- **Automazione e robotica in agricoltura (6 cfu – AGR/09)**
- **Monitoraggio e controllo avanzato degli stress delle colture (6 cfu – AGR/08 – AGR/12)**
- **Orticoltura di precisione e sistemi protetti (6 cfu – AGR/04)**
- **Laboratorio di precision farming (6 cfu – AGR/04 – AGR/08 – AGR/09 – AGR/12)**

Scelte libere (12 cfu) consigliate per il Piano di studio

- **Telerilevamento delle colture (6 cfu – AGR/08 – AGR/12)**
- **Meccanizzazione in agricoltura sostenibile (6 cfu – AGR/09)**
- **Geomatica e costruzioni (AGR/10 – 6 cfu)**
- **Metodologia della sperimentazione nelle scienze agrarie (3 cfu - AGR/02 – AGR/17)**

PF24, erogato dall'Ateneo, viene riconosciuto dal Corso di studi come Libera scelta

Piano di studio (24 cfu) PRECISION FARMING

Obiettivi formativi

Automazione e robotica in agricoltura (6 cfu – AGR/09) L'insegnamento avrà come obiettivo principale quello di illustrare agli studenti gli scenari applicativi in uso e potenzialmente futuri per sistemi automatici e robotici in agricoltura. Verranno quindi richiamati tutti i concetti principali dell'agricoltura di precisione e trattati tutti i più diffusi sistemi automatici in essa utilizzati per agevolare le varie operazioni, come ad esempio i sistemi di guida o per la distribuzione di fertilizzanti o prodotti fitosanitari a rateo-variabile. Saranno inoltre descritti i principali robot agricoli utilizzati o in via di diffusione per tutti gli scenari agricoli quali le colture erbacee, orticole ed arboree.

Monitoraggio e controllo avanzato degli stress delle colture (6 cfu – AGR/08 – AGR/12) Lo studente acquisirà capacità nell'utilizzo di sensori e modelli per il monitoraggio dello stato funzionale del sistema. Capacità nel valutare la risposta delle colture a stress biotici/abiotici tramite strumentazioni basati sulle interazioni energia-materia. Comprendere i limiti di funzionamento, dell'effetto della scala di osservazione dei processi biofisici oggetto del monitoraggio, nonché sull'importanza delle procedure di calibrazione e validazione degli strumenti studiati.

Orticoltura di precisione e sistemi protetti (6 cfu – AGR/04) Saranno illustrate le principali caratteristiche del settore delle colture protette analizzando in modo particolare gli aspetti relativi alla influenza dei parametri ambientali sulla crescita e sul comportamento ecofisiologico delle principali specie ortofloricole. Gli aspetti produttivi delle diverse colture saranno affrontati in termini di una razionale programmazione della produzione dal punto di vista spazio-temporale, e valutando nello stesso tempo, le caratteristiche quanti-qualitative delle produzioni in funzione di una maggiore efficienza delle risorse impiegate nel processo produttivo e della riduzione dell'impatto ambientale determinato dalle colture protette.

Laboratorio di precision farming (6 cfu – AGR/04 – AGR/08 – AGR/09 – AGR/12) Il laboratorio prevedrà diversi aspetti: (i) automazione e robotica in agricoltura (lavoro pratico da parte degli studenti per la progettazione e dimensionamento di cantieri innovativi da applicare in diversi contesti agricoli); (ii) metodologie analitiche per la valutazione delle soluzioni nutritive impiegate nei sistemi di coltivazione idroponica; (iii) analisi di dati iperspettrali per valutare la risposta delle piante a stress biotici e abiotici: indici spettrali, modelli multivariati per stimare parametri fogliari, firme iperspettrali.

Scelte libere (12 cfu) consigliate per il Piano di studio **Precision farming**

Telerilevamento delle colture (6 cfu – AGR/08 – AGR/12) Il corso ha l'obiettivo di fornire la conoscenza dei principi fondamentali del telerilevamento delle colture erbacee ed arboree. Verranno affrontate le tecniche che sono alla base del telerilevamento e descritti i principali vettori e sensori utilizzati in agricoltura di precisione. Gli studenti apprenderanno le metodiche alla base del monitoraggio dello stato idrico, nutrizionale e sanitario delle colture arboree e di pieno campo mediante l'analisi delle immagini telerilevate. Focus specifici verranno dedicati alla fenotipizzazione delle specie arboree da frutto e all'individuazione precoce delle infestanti in pieno campo mediante l'utilizzo di immagini RGB, multispettrali e termiche acquisite da sistemi aeromobili a pilotaggio remoto (SAPR).

Meccanizzazione in agricoltura sostenibile (6 cfu – AGR/09) Fornire conoscenze adeguate e approfondite che consentano agli studenti di scegliere in modo appropriato le strategie agronomiche e le macchine da impiegare per metterle in pratica seguendo i principi della gestione sostenibile delle diverse tipologie di aziende agricole (indirizzi produttivi, specifiche colture e caratteristiche ambientali). Gli studenti acquisiranno inoltre la capacità di operare una scelta appropriata delle macchine (tipologia e allestimento) e delle loro modalità di impiego (regolazione e parametri operativi) e saranno in grado di definire correttamente la successione degli interventi e di dimensionare i cantieri di lavoro in base alle superfici coltivate e ai periodi utili e disponibili.

Geomatica e costruzioni (AGR/10 – 6 cfu) vedi: Piano di Studio Qualità delle produzioni

Metodologia della sperimentazione nelle scienze agrarie (3 cfu - AGR/02 – AGR/17) vedi: Piano di Studio Qualità delle produzioni

SECONDO ANNO

Piano di studio (24 cfu)
Qualità delle produzioni

Piano di studio (24 cfu)
Precision farming

Piano di studio (24 cfu)
Agroecologia

Piano di studio (24 cfu)
Sistemi agro-industriali innovativi

Piano di studio (24 cfu)
Bioeconomics



Piano di studio (24 cfu) AGROECOLOGIA

- **Servizi ecosistemici dell'azienda agro-zootecnica I (6 cfu – AGR/19)**
- **Servizi ecosistemici dell'azienda agro-zootecnica II (6 cfu – AGR/02)**
- **Miglioramento genetico per l'agricoltura sostenibile (6 cfu – AGR/07)**
- **Monitoraggio e gestione della risorsa idrica (6 cfu – AGR/08)**

Scelte libere (12 cfu) consigliate per il Piano di studio

- **Ecosistemi arborei e forestali (6 cfu – AGR/03)**
- **Agroforestry (in lingua inglese) (6 cfu – AGR/03)**
- **Fertilità biochimica e microbiologica del suolo (6 cfu – AGR/13 – AGR/16)**
- **Interazione pianta-stress e cambiamento climatico (3 cfu – AGR/12)**
- **Laboratorio di agroecologia (3 cfu – AGR/02 – AGR/08 – AGR/19)**
- **Geomatica e costruzioni (AGR/10 – 6 cfu)**
- **Metodologia della sperimentazione nelle scienze agrarie (3 cfu - AGR/02 – AGR/17)**

PF24, erogato dall'Ateneo, viene riconosciuto dal Corso di studi come Libera scelta

Piano di studio (24 cfu) AGROECOLOGIA

Obiettivi formativi

Servizi ecosistemici dell'azienda agro-zootecnica I (6 cfu – AGR/19) Il corso fornirà le conoscenze necessarie per la progettazione e la valutazione di sistemi agro-zootecnici in relazione alle loro peculiarità in termini di tecniche di allevamento, di pascolamento e di razionamento e di scelta dei tipi genetici utilizzabili, anche in relazione alle caratteristiche di resilienza in un contesto di adattamento ai cambiamenti climatici. Saranno inoltre fornite le conoscenze necessarie alla valutazione della sostenibilità di tali sistemi in relazione ai servizi ecosistemici ad essi correlabili (produzione quanti-qualitativa di cibo, biodiversità, conservazione dei paesaggi, benessere animale, emissioni di gas ad effetto serra, rilascio di nutrienti nell'ambiente).

Servizi ecosistemici dell'azienda agro-zootecnica II (6 cfu – AGR/02) Criteri di classificazione delle principali specie graminacee e leguminose da foraggio: valore agronomico della coltura, caratteristiche botaniche e tecniche agronomiche da adottare in funzione delle caratteristiche quanti-qualitative della produzione, cultivar, produzione di seme e avversità. Consociazioni: criteri di scelta dei miscugli di specie foraggere e interventi tecnici per gestione dei miscugli. Conservazione dei foraggi. Colture di copertura e specie con alto potenziale di protezione dell'ambiente. Gestione dei sistemi culturali delle aziende agro-zootecniche con particolare enfasi sulla produzione di servizi ecosistemici (protezione del suolo, fertilità chimica e biologica dei terreni, bilancio idrico e qualità delle acque, sequestro del carbonio, biodiversità e valore paesaggistico), sulla efficienza del sistema culturale e la riduzione degli impatti ambientali.

Miglioramento genetico per l'agricoltura sostenibile (6 cfu – AGR/07) Lo studente che completa con successo il corso sarà in grado di dimostrare una solida conoscenza dei principi di base del miglioramento genetico come disciplina fondamentale per una agricoltura sostenibile e produttiva anche nell'attuale cambiamento climatico. I temi principali riguardano la genetica dei caratteri quantitativi, sia classica che su base molecolare, le basi genetiche di controllo della riproduzione nelle piante, i protocolli di miglioramento delle piante coltivate e i metodi classici per indurre variabilità genetica nelle piante. Lo studente sarà anche in grado di valutare la possibilità di usare le tecnologie di evoluzione assistita a scopo di breeding.

Monitoraggio e gestione della risorsa idrica (6 cfu – AGR/08) Prendere consapevolezza del nesso energia-acqua-cibo e dell'importanza che questo assume nella massimizzazione dell'efficienza idrica ed energetica aziendale. Consolidare le attuali e innovative competenze nel monitoraggio e nella gestione delle risorse idriche in agricoltura di precisione. Fornire competenze nel campo del dimensionamento idrologico-idraulico degli impianti irrigui aziendali.

Scelte libere (12 cfu) consigliate per il Piano di studio **Agroecologia**

Ecosistemi arborei e forestali (6 cfu – AGR/03) Architettura dell'albero. Fattori biotici e abiotici che determinano l'architettura dell'albero. Caratteristiche degli ecosistemi arborei naturali e artificiali. Struttura dell'ecosistema e stadi evolutivi. Flusso dell'energia nell'ecosistema. Efficienza fotosintetica degli ecosistemi arborei. Ciclo dell'acqua e dei nutrienti negli ecosistemi. Sistemi di impianto per le specie arboree da frutto. Gestione del frutteto. Principi di selvicoltura generale.

Agroforestry (in lingua inglese) (6 cfu – AGR/03). 1) providing in-depth knowledge on ecological principles, ecophysiological dynamics, technical aspects and agri-environmental (e.g., carbon and nutrient cycle) and socio-economic (e.g., profitability and animal health) performances of agroecological systems based on the diversification of productions at farm level, with particular reference to mixed farms, polycultural and agroforestry systems with different degrees of integration between crops, livestock and trees (agro-pastoral, sylvo-pastoral, agro-forestry and agro-sylvo-pastoral systems); 2) provide knowledge on regional, national and international regulations and promotions on mixed and agroforestry systems; 3) develop critical skills and specific knowledge for designing and evaluating mixed agricultural systems based on multi-criteria assessment of environmental, economic and social sustainability, resilience, and delivered ecosystem services, considering the effects of mixed systems on productivity of crops and livestock and on product quality and within the framework of the sustainable development goals and climate change mitigation/adaptation.

Fertilità biochimica e microbiologica del suolo (6 cfu – AGR/13 – AGR/16) Il corso è finalizzato a fornire le conoscenze per lo studio delle attività biologiche che avvengono nel suolo e che regolano i cicli biogeochimici degli elementi. Oltre alla descrizione dei vari aspetti biochimici, saranno esaminate le tecniche impiegate al fine di ottenere indicatori utili per il monitoraggio dello stato di salute del suolo e per la quantificazione di una sua eventuale alterazione. Lo studente acquisirà anche le conoscenze necessarie per analizzare e comprendere le attività microbiche del suolo e dei microrganismi associati alla pianta, in relazione al mantenimento della qualità del suolo e al miglioramento della produttività degli agroecosistemi.

Interazione pianta-stress e cambiamento climatico (3 cfu – AGR/12) Acquisizione delle conoscenze di base per comprendere le interazioni fra piante, microrganismi patogeni e ambiente, e per conoscere l'influenza che il cambiamento climatico esercita su di essi: effetti dei mutamenti ambientali su piante e loro microbioma, con cenni di base relativi alla fisiologia dello stress; fitopatie da stress termico, idrico, salino, luminoso e nutrizionale e da inquinamento dell'aria; effetti del clima sui patosistemi. La presentazione e la discussione di casi di studio relativi ad alcuni dei principali stress in relazione ai cambiamenti climatici arricchirà la preparazione professionale e stimolerà lo spirito critico dello studente.

Laboratorio di agroecologia (3 cfu – AGR/02 – AGR/08 – AGR/19) Il laboratorio è finalizzato all'acquisizione delle conoscenze pratiche dei principi di funzionamento e delle dinamiche degli agroecosistemi, della progettazione e valutazione di sistemi agro-zootecnici, del monitoraggio e della gestione delle risorse idriche in agricoltura.

Geomatica e costruzioni (AGR/10 – 6 cfu) vedi: Piano di Studio Qualità delle produzioni

Metodologia della sperimentazione nelle scienze agrarie (3 cfu - AGR/02 – AGR/17) vedi: Piano di Studio Qualità delle produzioni

SECONDO ANNO

Piano di studio (24 cfu)
Qualità delle produzioni

Piano di studio (24 cfu)
Precision farming

Piano di studio (24 cfu)
Agroecologia

Piano di studio (24 cfu)
Sistemi agro-industriali innovativi

Piano di studio (24 cfu)
Bioeconomics

Piano di studio (24 cfu) **SISTEMI AGRO-INDUSTRIALI INNOVATIVI**

- **Colture innovative per l'agro-industria I** (6 cfu – AGR/02)
- **Colture innovative per l'agro-industria II** (6 cfu – AGR/03)
- **Innovazione per gli allevamenti agro-industriali** (6 cfu – AGR/17 – AGR/19)
- **Innovazioni in ortofloricoltura** (6 cfu – AGR/04)

Scelte libere (12 cfu) consigliate per il Piano di studio

- **Molecole secondarie di interesse agroindustriale** (3 cfu – AGR/13)
- **Biologia, produzione e controllo delle sementi** (3 cfu – AGR/02)
- **Certificazione fitosanitaria** (6 cfu – AGR/12)
- **Innovazioni per il vivaismo orticolo e ornamentale** (6 cfu – AGR/04)
- **Uso e riciclo delle biomasse** (6 cfu – AGR/13)
- **Laboratorio di produzioni agroindustriali** (3 cfu – AGR/02 – AGR/03 – AGR/04)
- **Geomatica e costruzioni** (AGR/10 – 6 cfu)
- **Metodologia della sperimentazione nelle scienze agrarie** (3 cfu - AGR/02 – AGR/17)

PF24, erogato dall'Ateneo, viene riconosciuto dal Corso di studi come Libera scelta

Piano di studio (24 cfu) SISTEMI AGRO-INDUSTRIALI INNOVATIVI

Obiettivi formativi

Colture innovative per l'agro-industria I (6 cfu – AGR/02) Al termine del corso lo studente avrà acquisito solide conoscenze scientifiche e competenze tecniche su un ampio range di colture innovative per l'agroindustria e sui loro prodotti, al fine di rispondere alle esigenze di innovazione e di diversificazione delle aziende agricole e ponendo attenzione alle esigenze dell'industria di trasformazione. Entrerà in possesso di conoscenze aggiornate e approfondite sulle principali colture industriali per la produzione di materiali e prodotti a base biologica per svariate applicazioni industriali, comprese quelle del settore cosmetico e farmaceutico. Verrà illustrato il concetto di bioraffineria e di utilizzazione a cascata delle diverse componenti della biomassa al fine di migliorare l'efficienza produttiva e ridurre gli sprechi contribuendo all'uso durevole delle risorse per uno sviluppo sostenibile, in linea con l'Agenda Globale 2030 per lo sviluppo sostenibile delle Nazioni Unite e dei relativi obiettivi.

Colture innovative per l'agro-industria II (6 cfu – AGR/03) Il corso mira all'acquisizione delle conoscenze relative ai sistemi d'impianto di specie arboree e arbustive innovative, anche ad uso non alimentare, in funzione degli obiettivi specifici di utilizzo, alla selvicoltura e alle loro principali caratteristiche botaniche e ecofisiologiche. Tratterà inoltre le conoscenze sulla diffusione e sulla coltivazione delle specie arboree e arbustive innovative, anche ad uso non alimentare, nei diversi ambiti di collocazione, sia in contesti urbani, che agricoli o forestali e i principali aspetti della selvicoltura e dell'arboricoltura innovativa e da legno italiana e delle loro problematiche ambientali, ecologiche, agronomiche, tecnologiche e di mercato. Si concentrerà infine sulle conoscenze sulla gestione sostenibile delle risorse naturali e della conservazione della biodiversità.

Innovazione per gli allevamenti agro-industriali (6 cfu – AGR/17 – AGR/19) L'obiettivo formativo dell'insegnamento è quello di fornire allo studente conoscenze avanzate in merito ai sistemi di allevamento e le tecniche innovative delle principali specie di interesse zootecnico. Nel dettaglio verranno trattate le tecniche e gli approcci in grado di limitare l'impatto ambientale degli allevamenti, di salvaguardare il benessere degli animali, di limitare l'uso di antibiotici, garantendo al contempo produzioni di elevate qualità nutrizionali e nutraceutiche. La parte pratica dell'insegnamento è composta da un ciclo di lezioni fuori sede in aziende zootecniche.

Innovazioni in ortofloricoltura (6 cfu – AGR/04) Il corso descrive le principali caratteristiche produttive dell'orticoltura e della floricoltura di pieno campo e di serra, con particolare riguardo alle innovazioni di prodotto e di processo che sono state introdotte negli ultimi anni nel settore. Particolare enfasi sarà data alla descrizione delle tecniche culturali (lavorazione del terreno, irrigazione e concimazione) e di allevamento della coltura che permettono di incrementare la sostenibilità e la qualità delle produzioni ortofloricole.

Scelte libere (12 cfu) consigliate per il Piano di studio **Sistemi agroindustriali innovativi**

Molecole secondarie di interesse agroindustriale (3 cfu – AGR/13) Il corso è finalizzato al fornire conoscenze relative ai principali metaboliti secondari che possono avere interesse dal punto di vista agroindustriale. Oltre ad una sommaria descrizione delle principali classi di metaboliti secondari verranno trattati anche le loro utilizzazioni nell'agro-industria: coloranti, aromi, molecole antiossidanti, antibiotici, biopesticidi, ecc.

Biologia, produzione e controllo delle sementi (3 cfu – AGR/02) Il Corso intende fornire gli elementi di base relativi alla biologia, produzione, tecnologia e controllo delle sementi di specie erbacee di interesse agrario. Lo studente alla fine del corso sarà in grado di comprendere gli aspetti fisici, fisiologici, sanitari e genetici della qualità del seme e le tecniche analitiche di laboratorio per la loro determinazione. Inoltre conoscerà gli aspetti agronomici e genetici della produzione sementiera, il sistema di certificazione e le principali normative nel settore.

Certificazione fitosanitaria (6 cfu – AGR/12) Acquisizione delle informazioni di base mediante la presentazione e la discussione di casi di studio relativi a certificazione e misure fitosanitarie per: importazione/esportazione da/verso paesi terzi; pallet e imballaggi in legno; materiale di moltiplicazione della vite; attività sementiera; commercializzazione del materiale vivaistico.

Innovazioni per il vivaismo orticolo e ornamentale (6 cfu – AGR/04) Il corso descrive le principali innovazioni di prodotto e di processo che sono state introdotte negli ultimi anni nel settore del vivaismo ornamentale. Particolare enfasi sarà data alla descrizione delle tecniche culturali tradizionali e in vaso che permettono di aumentare l'efficienza nell'uso di acqua ed elementi nutritivi, di ridurre al minimo l'impiego di fitofarmaci contribuendo ad aumentare la sostenibilità ambientale e la qualità di queste produzioni.

Uso e riciclo delle biomasse (6 cfu – AGR/13) Lo studente acquisirà la conoscenza delle proprietà fisiche, chimiche e biologiche delle varie tipologie di biomasse residue, l'effettivo stadio di maturazione della frazione organica, nonché la concentrazione nelle biomasse dei più importanti inquinanti organici e minerali. Lo studente acquisirà le competenze fondamentali per la comprensione e la gestione di processi di conversione termochimica, biologica e meccanica delle biomasse nonché le applicazioni più innovative nel campo dell'economia circolare connessa alla riutilizzazione di biomasse derivanti da filiere agro-industriali, forestali e residui municipali, anche nell'ottica più ampia di biorefinery.

Laboratorio di produzioni agroindustriali (3 cfu – AGR/02 – AGR/03 – AGR/04) Il laboratorio è finalizzato all'acquisizione delle conoscenze pratiche relative alle principali colture industriali per la produzione di materiali e prodotti a base biologica per svariate applicazioni industriali; ai sistemi d'impianto di specie arboree e arbustive innovative; ai sistemi di allevamento e le tecniche innovative delle principali specie di interesse zootecnico; all'innovazione in orticoltura e floricoltura di pieno campo e di serra.

Geomatica e costruzioni (AGR/10 – 6 cfu) vedi: Piano di studio Qualità delle produzioni

Metodologia della sperimentazione nelle scienze agrarie (3 cfu - AGR/02 – AGR/17) vedi: Piano di studio Qualità delle produzioni

SECONDO ANNO

Piano di studio (24 cfu)
Qualità delle produzioni

Piano di studio (24 cfu)
Precision farming

Piano di studio (24 cfu)
Agroecologia

Piano di studio (24 cfu)
Sistemi agro-industriali innovativi

Piano di studio (24 cfu)
Bioeconomics



Piano di studio (24 cfu) BIOECONOMICS

- **Bioeconomy** (6 cfu – AGR/01)
- **Sustainable rural systems** (6 cfu – AGR/01)
- **Sustainable development and rural law** (6 cfu – IUS/03)
- **Bioeconomy Labs** (6 cfu – AGR/01 – IUS/03)

Scelte libere (12 cfu) consigliate per il Piano di studio

- **Agri-food policy** (6 cfu – AGR/01)
- **Agroforestry** (6 cfu – AGR/02 – AGR/19)
- **Waste reduction strategies in agricultural systems** (3 cfu – AGR/01)
- **Geomatica e costruzioni** (AGR/10 – 6 cfu)
- **Metodologia della sperimentazione nelle scienze agrarie** (3 cfu - AGR/02 – AGR/17)

PF24, erogato dall'Ateneo, viene riconosciuto dal Corso di studi come Libera scelta

Piano di studio (24 cfu) BIOECONOMICS (in lingua inglese)

Obiettivi formativi

Bioeconomy (6 cfu – AGR/01) To appraise the activities, the actors, the impacts of the bioeconomy: the different definitions of bioeconomy, the main articulations of the sector, the economic organization of the actors of the system will be discussed. To understand the bioeconomy as a socio-ecological system, and to evaluate the differences in terms of impact on natural resources of different organizational models of the bioeconomy. Students will learn the notions of natural capital, funds, stocks, flows and services, and will be able to recognize the relationships between the dynamics of social systems and ecological systems in relation to primary productions and their transformation. To analyze the dynamics of the bioeconomy in real cases. Students will be able to analyze the dynamics of socio-ecological systems related to biomass transformation activities in some sectors of the bioeconomy, and will evaluate their environmental, social and economic impact.

Sustainable rural systems (6 cfu – AGR/01) The course aims to provide tools for: understanding the characteristics and dynamics that affect rural territories and influence their development processes; acquiring knowledge of the most significant operational areas in which rural systems develop or can develop in sustainable forms (production of goods, provision of services), in interaction with the wider social, environmental and economic dynamics in which they are embedded; acquiring skills on methodologies to support the development of sustainable rural systems; understanding the role played by policies in sustainable development processes in rural territories.

Sustainable development and rural law (6 cfu – IUS/03) Providing the main knowledge based on the national, European Union and international Principles and Regulation concerning: Sustainable Development, Agenda 2030, New Green Deal, Farms, Farmers, Agricultural Corporate Goods, Agricultural Contracts, Landscape, Agricultural Space and the Environment, Sustainable Tourism.

Bioeconomy Labs (6 cfu – AGR/01 – IUS/03) Lab is aimed to: (i) analyze a circular economy problem and to design an intervention strategy to address it, considering its impacts, its costs and its benefits, and to write a technical report; (ii) appraise the main concepts, and the related legislation, regarding the traceability and certification of agri-food products; (iii) design traceability and certification interventions adhering to existing legislation; Living Labs can be defined as user-centered, open innovation ecosystems based on systematic user co- creation approach, integrating research and innovation processes in real life communities and settings.

Scelte libere (12 cfu) consigliate per il Piano di studio **Bioeconomics**

Agri-food policy (6 cfu – AGR/01) To appraise the food system and its actors, activities, impacts: students will learn the concept of the food system in a business, supply chain and systemic vision. They will also learn how to acquire and analyze data on production and consumption, and on the main trends in the world. Analyze the functioning of agri-food systems: students will be able to learn concepts such as vertical and horizontal coordination and will be able to carry out supply chain analysis on the main agri-food sectors. Building the development strategies of the agri-food company: students will be able to analyze the "business models" of agri-food companies and will be able to develop competitive strategies in a context of corporate social responsibility.

Agroforestry (6 cfu – AGR/02 – AGR/19) 1) providing in-depth knowledge on ecological principles, ecophysiological dynamics, technical aspects and agri-environmental (e.g., carbon and nutrient cycle) and socio-economic (e.g., profitability and animal health) performances of agroecological systems based on the diversification of productions at farm level, with particular reference to mixed farms, polycultural and agroforestry systems with different degrees of integration between crops, livestock and trees (agro-pastoral, sylvo-pastoral, agro-forestry and agro-sylvo-pastoral systems); 2) provide knowledge on regional, national and international regulations and promotions on mixed and agroforestry systems; 3) develop critical skills and specific knowledge for designing and evaluating mixed agricultural systems based on multi-criteria assessment of environmental, economic and social sustainability, resilience, and delivered ecosystem services, considering the effects of mixed systems on productivity of crops and livestock and on product quality and within the framework of the sustainable development goals and climate change mitigation/adaptation.

Waste reduction strategies in agricultural systems (3 cfu – AGR/01) At the end of the course the student will be able to develop an intervention project in the field of reduction of resource consumption and enhancement of agri-food residues in the company or territory. After some theoretical lessons to learn the main concepts and methodology, students will be guided in the drafting of the project.

Geomatica e costruzioni (AGR/10 – 6 cfu) vedi: Piano di studio Qualità delle produzioni

Metodologia della sperimentazione nelle scienze agrarie (3 cfu - AGR/02 – AGR/17) vedi: Piano di studio Qualità delle produzioni

Altre attività (30 cfu) comuni a tutti i piani di studio

Lingua straniera dell'UE Livello B2 (3 CFU) Idoneità da acquisire mediante test sostenuto presso il Centro Linguistico Interdipartimentale dell'Università di Pisa. Il corso di studio potrà ritenere valide anche certificazioni linguistiche internazionali rilasciate da altri enti purché corrispondenti al livello richiesto.

Abilità informatiche (2 CFU) Acquisizione delle abilità informatiche certificate mediante il superamento di uno dei due moduli da 2 CFU offerti dall'Università di Pisa nell'ambito del progetto SAI@UNIPI. Viene riconosciuta, in alternativa, la certificazione ECDL FULL.

Tirocinio (5 CFU) Il tirocinio è un periodo di formazione presso un'azienda o un ente che permette di creare momenti di alternanza tra studio e lavoro, offrendo allo studente un'esperienza diretta del mondo del lavoro. Per mezzo del tirocinio lo studente sviluppa capacità di comprensione ed analisi critica delle attività svolte presso la struttura ospitante, ed acquisisce conoscenze ed abilità pratiche.

Prova finale (20 CFU) Consiste nell'acquisizione di specifiche competenze in linea con gli obiettivi formativi del Corso di Laurea, nonché nella redazione e discussione di una tesi.

Propedeuticità: Aver acquisito 100 CFU nel corso di studi.

Modalità di verifica finale: L'esame di laurea consiste nella discussione, davanti ad una commissione nominata dalla struttura didattica, di una tesi scritta compilata sotto la guida di un docente-relatore, da cui risulti l'acquisizione di specifiche conoscenze e/o metodologie in uno o più ambiti.

Voto in centodiciimi.

Modalità determinazione voto di Laurea: La laurea magistrale in Sistemi Agricoli Sostenibili si consegna previo il superamento di una prova finale, che consiste nella presentazione e discussione di una tesi su un argomento scelto nell'ambito di uno degli insegnamenti seguiti, elaborata dallo studente sotto la guida di un relatore e concernente attività sperimentale originale. La tesi potrà essere redatta, oltre che in italiano, anche in lingua inglese. In quest'ultimo caso, anche la discussione sarà sostenuta in lingua inglese.

La base del calcolo del voto finale di laurea è data dalla media delle votazioni riportate nei singoli esami di profitto, ponderata sulla base dei relativi crediti formativi universitari.

La Commissione di Laurea, al termine della discussione, dell'elaborato finale, può conferire un massimo di 11 punti, che derivano da:

- a) 1-5 punti per il giudizio del relatore e del correlatore sulla tesi e sull'impegno del candidato;
- b) 1-6 punti per il giudizio della Commissione sulla qualità scientifica dell'elaborato, dell'esposizione del candidato e sulla base del suo curriculum di studi (es. velocità di uscita, esperienze all'estero, partecipazione agli organi istituzionali).