



UNIVERSITÀ DI PISA

MONITORAGGIO E CONTROLLO AVANZATO DEGLI STRESS DELLE COLTURE

LORENZO COTROZZI

Anno accademico **2023/24**
CdS **SISTEMI AGRICOLI SOSTENIBILI**
Codice **560GG**
CFU **6**

Moduli	Settore/i	Tipo	Ore	Docente/i
MONITORAGGIO E CONTROLLO AVANZATO DEGLI STRESS DELLE COLTURE	AGR/08,AGR/12	LEZIONI	64	LORENZO COTROZZI GIOVANNI RALLO

Obiettivi di apprendimento

Conoscenze

Al termine del corso, lo studente avrà acquisito solide conoscenze di base e capacità di comprensione relative all'utilizzo di sensori e modelli per il monitoraggio dello stato funzionale del sistema colturale, alla valutazione della risposta delle colture a stress biotici/abiotici tramite strumentazioni basate sulle interazioni energia-materia e ai limiti di funzionamento, dell'effetto scala di osservazione dei processi biofisici oggetto del monitoraggio, nonché sull'importanza delle procedure di calibrazione e validazione degli strumenti studiati. Il bagaglio culturale comprende: la capacità di usare il linguaggio specifico della disciplina; l'uso appropriato di libri di testo avanzati e di banche dati, in modo da impiegarli in contesti quotidiani per la ricerca e per la professione; la possibilità di seguire gli aggiornamenti normativi, scientifici e tecnologici del settore.

Modalità di verifica delle conoscenze

L'accertamento della preparazione avviene mediante esame orale finale, con votazione in trentesimi.

Capacità

Lo studente sarà messo nelle condizioni di utilizzare in autonomia le conoscenze acquisite (e quelle che svilupperà con lo studio indipendente e l'autoapprendimento) nei campi applicativi del monitoraggio e controllo avanzato degli stress delle colture, con particolare attenzione alle pratiche ecosostenibili, alle tematiche della tutela dell'ambiente e della sicurezza del cittadino e dell'operatore, in un'ottica orientata al *problem solving*. Elementi centrali del processo formativo sono l'apprendimento teorico e pratico degli strumenti e l'interpretazione di dati raccolti. Lo studente si renderà capace di comunicare in forma orale, scritta e multimediale, con esposizione in forma compiuta del proprio pensiero per scambio di informazioni generali, presentazione di dati o di una relazione tecnica, dialogo con esperti di altri settori o con il committente, e conseguente capacità di lavorare in team multiprofessionali. Fondamentale è pure la capacità di raccogliere, analizzare e interpretare dati in modo accurato e di pianificare gli interventi attuativi per la mitigazione e/o gestione degli stress e di valutare le performance dei relativi protocolli.

Modalità di verifica delle capacità

Sono previste esercitazioni, che prevedono momenti di interazione attiva tra docenti e studenti, i quali sono stimolati a esplorare in dettaglio e in maniera critica i temi del corso e le varie ipotesi di gestione e controllo opportunamente adattate per ogni specifico caso.

Comportamenti

Il livello di apprendimento delle conoscenze dovrà essere associato all'acquisizione di capacità di interpretazione critica dei dati forniti dalle attività di monitoraggio e controllo avanzato degli stress delle colture. Il bagaglio comportamentale include abilità comunicative, in termini di scambio di informazioni, idee, problemi e soluzioni; fondamentale è la capacità di spiegare anche a persone non competenti, in maniera semplice, immediata ma esauriente, le conoscenze acquisite, nonché di sapersi interfacciare con i soggetti portatori di interesse (es. committenza) e con il cittadino.

Modalità di verifica dei comportamenti

La verifica dell'acquisizione di un adeguato livello di attività comportamentale sarà effettuata durante le esercitazioni di serra e di campo e nel corso della verifica orale finale.



UNIVERSITÀ DI PISA

Prerequisiti (conoscenze iniziali)

Per seguire il corso in modo proficuo, lo studente dovrebbe possedere abilità/capacità in merito alla statistica e analisi dei dati, meccanica dei fluidi, fondamenti di elettronica ed elettromagnetismo, pedologia ed ecofisiologia vegetale.

Indicazioni metodologiche

Le lezioni frontali si svolgono in aula con l'ausilio di diapositive in formato *Power Point*, che sono rese disponibili (mediante chiave di accesso) a inizio corso sul portale e-learning o la piattaforma MS-Teams. Le esercitazioni pratiche in serra hanno luogo anche presso le sedi distaccate del Dipartimento (es. San Piero a Grado). I docenti sono costantemente disponibili per ricevimenti in persona o online finalizzati a chiarimenti e/o delucidazioni sugli argomenti trattati.

Programma (contenuti dell'insegnamento)

Introduzione sugli stress biotici e abiotici delle colture: aspetti generali, il Panel Intergovernativo sul Cambiamento Climatico (IPCC), descrizione dei principali stress biotici e abiotici nell'era del cambiamento climatico (fitopatie, elevate temperature e radiazione solare, carenza o eccesso idrico, salinità, inquinamento atmosferico).

Alterazioni fisiologiche e funzionali indotte dagli stress: alterazioni di bilancio del carbonio, metabolismo fenolico, crescita e differenziazione, bilancio idrico; valutazione della gravità e dei danni dello stress; accertamenti diagnostici tradizionali.

Fisica del sistema continuo suolo pianta-atmosfera. Stato massiccio ed energetico dell'acqua. Idrostatica e idrodinamica dell'acqua nel suolo e nella pianta. Rapporti acqua-terreno-pianta. Bilancio energetico della coltura. Micrometeorologia. Sistemi naturali, agrari e funzioni di stato. Interazione energia-materia e risposte elettrica ed elettromagnetica del suolo e della vegetazione.

Metrologia. Accuratezza del dato e/o della serie dati misurati e/o stimati. Protocolli di calibrazione/validazione dei sensori e dei modelli agroidrologici. Metodi di acquisizione e database pubblici dei dati territoriali, ambientali e delle informazioni satellitari. Zonazione con analisi geostatistica dei dati misurati a terra e/o delle immagini spettrali acquisite da remoto. Procedure di scaling dell'informazione e topologia della rete di sensori senza fili (WSN). Indicizzazione degli stress abiotici.

Sensori per la diagnostica fitopatologica delle colture. Sensori e sistemi per la rilevazione; misura degli scambi gassosi fogliari per il monitoraggio dello stato funzionale della coltura; misura della vitalità della pianta per mezzo della fluorescenza della clorofilla; spettroscopia e tecnologie di analisi: analisi multispettrale e iperspettrale, *imaging*.

Applicazione di sensori e modelli per la diagnostica fitopatologica delle colture. Pianificazione delle campagne sperimentali e raccolta dei dati; uso di analizzatori portatili per la misura degli scambi gassosi fogliari; uso di fluorimetri PAM per la misura della fluorescenza della clorofilla; uso e sviluppo di indici spettrali per la valutazione delle condizioni di salute della pianta, uso e sviluppo di modelli multivariati iperspettrali per la stima di noti marker di stress (patologici, fisiologici, biochimici), *machine-learning* iperspettrale per la classificazione/discriminazione delle condizioni di salute/stress della pianta.

Sensori e modelli per il monitoraggio agro-idrologico. Modelli di massa e/o energetici fisicamente basati ed empirici per la stima flussi evapotraspirativi. Funzione di risposta della coltura allo stress idrico e/o salino. Misura dell'evapotraspirazione effettiva tramite tecniche micrometeorologiche, atmometri e lisimetri. Modelli matematici ed empirici per la stima dello stato idrico del suolo e della pianta: SWAP (Alterra), Hydrus2D/3D (Pc progress) e AQUACROP (FAO). Sensori per la misura dello stato idrico del suolo e della pianta. Le tecniche della Riflettometria nel Dominio del Tempo (TDR) e della Frequenza (FDR) per la misura del contenuto idrico del suolo. Le tecniche a base termica per la misura dei flussi idrici xilematici e la stesura del bilancio energetico di superficie. Sistemi di proprietà e open-source per la raccolta, organizzazione, analisi e comparazione dei dati.

Applicazione di modelli e sensori per la misura dello stato idrico delle colture. I) Calibrazione/validazione in campo e laboratorio di sensore di umidità del suolo; II) Calibrazione/validazione di un termometro ad infrarosso (IRT) ad alto grado di precisione (research grade); III) set-up di un sistema Atmometro-FDR-IRT per il rispettivo monitoraggio delle forzanti atmosferiche, dello stato idrico del sistema suolo-pianta; IV) Studio della dinamica degli indici di deficit idrico del suolo e dello stress idrico della coltura; V) Implementazione di un protocollo di gestione esperta della risorsa idrica aziendale.

Bibliografia e materiale didattico

Matta et al. Fondamenti di patologia vegetale. Pàtron Ed., Bologna, 2017.

Rallo. Dispensa Idrologia del sistema continuo suolo-pianta atmosfera.

Jones. Plants and Microclimate: A Quantitative Approach to Environmental Plant Physiology. 2014. 3rd edition. Cambridge University Press.

Cooper. Soil Water Measurement: A Practical Handbook. 2016. Wiley-Blackwell.

Moene, van Dam. Transport in the Atmosphere-Vegetation-Soil Continuum. 2014. Cambridge University Press.

Indicazioni per non frequentanti

Gli studenti impossibilitati a frequentare possono seguire lo svolgimento delle lezioni utilizzando il materiale didattico messo a disposizione dal docente all'inizio del corso sul sito di *e-learning* e seguendo il registro elettronico delle lezioni.

Modalità d'esame

Esame orale finale, con voto in trentesimi.

Ultimo aggiornamento 08/09/2023 09:44