CORSO DI STUDIO *Corso di Laurea Magistrale in Medicina delle Piante (LM69)*
ANNO ACCADEMICO *2024-2025*
DENOMINAZIONE DELL'INSEGNAMENTO *Metodologia sperimentale in agricoltura, agrometeorologia e principi di modellistica - Statistical procedures for agricultural research and agrometeorology (6 CFU)*

Principali informazioni sull'insegnamento	
Anno di corso	*I anno*
Periodo di erogazione	*I semestre (23 settembre 2024 - 17 gennaio 2025)* *(interruzione delle lezioni dal 18 novembre 2024 al 02 dicembre 2024 per lo svolgimento delle prove di valutazione intermedia, esonero)*
Crediti formativi universitari (CFU/ETCS):	*6 CFU*
SSD	*Agronomia e coltivazioni erbacee - AGRI-02/A (ex AGR/02)*
Lingua di erogazione	*Italiano*
Modalità di frequenza	*Non obbligatoria ma consigliata*

Docente	
Nome e cognome	*Anna Maria Stellacci*
Indirizzo mail	*annamaria.stellacci@uniba.it*
Telefono	*080/5443004*
Sede	*Dipartimento di Scienze del Suolo della Pianta e degli Alimenti (DiSSPA)* *Università degli Studi di Bari "Aldo Moro"* *Via Amendola 165/A, 70126 Bari (Italy)*
Sede virtuale	*Microsoft Teams. Codice di accesso: krup0w8*
Ricevimento	*Si riceve dal lunedì al venerdì previo appuntamento. Il tutoraggio potrà avvenire anche attraverso l'impiego di piattaforme di e-learning.*

Organizzazione della didattica			
Ore			
Totali	Didattica frontale	Pratica (laboratorio, campo, esercitazione, altro)	Studio individuale
150	*32*	*28*	*90*
CFU/ETCS			
6	*4*	*2*	

Obiettivi formativi	Il corso intende fornire conoscenza e comprensione in relazione: - ai principi alla base della pianificazione degli esperimenti e dell'impiego dei disegni sperimentali in ambito agronomico; - ai principali metodi di analisi parametrica univariata e bivariata dei dati; - agli aspetti teorici e applicativi dell'agrometeorologia e dei principi di modellistica applicata all'ambiente agrario.
Prerequisiti	Conoscenze di base di statistica descrittiva e di agronomia generale.

Metodi didattici	I metodi didattici prevedono lezioni frontali relative agli aspetti teorici al fine del trasferimento delle conoscenze. Inoltre, esercitazioni in aula, analisi e discussione di casi studio, seminari e lezioni di approfondimento, tenute da docenti esperti nelle tematiche affrontate, consentiranno l'acquisizione delle competenze. Per le studentesse/gli studenti con disabilità, DSA e BES, le metodologie di insegnamento e il materiale didattico saranno adeguati alla specifica esigenza di

	apprendimento.

Risultati di apprendimento previsti	I risultati di apprendimento previsti in termini di conoscenze, competenze e abilità, sono indicati per ciascun Descrittore di Dublino (DD) in accordo a quanto indicato all'art. 4 del Regolamento didattico del corso di studi.
***DD1* Conoscenza e capacità di comprensione**	- **Descrittore di Dublino 1**: *conoscenza e capacità di comprensione* ○ Conoscere e comprendere i principi alla base della pianificazione degli esperimenti e i principali disegni sperimentali impiegati in ambito agronomico; ○ Conoscere e comprendere i principali metodi di analisi parametrica univariata e bivariata (confronto tra coppie di campioni; analisi della varianza relativa ai principali disegni sperimentali impiegati in agricoltura per uno o più fattori di classificazione; regressione lineare e correlazione); ○ Conoscere e comprendere gli aspetti teorici e pratici dell'agrometeorologia e dei principi di modellistica e le interazioni tra variabili climatiche e gestione agronomica.
***DD2* Conoscenza e capacità di comprensione applicate**	- **Descrittore di Dublino 2**: *conoscenza e capacità di comprensione applicate* ○ Acquisire le competenze per impostare correttamente la sperimentazione in ambito agronomico ed identificare e applicare idonei disegni sperimentali; ○ Acquisire le competenze per applicare tecniche di base di analisi dei dati parametrica univariata (confronti tra coppie di campioni; analisi della varianza per il confronto di uno o più fattori di classificazione) e bivariata (regressione lineare semplice e correlazione); acquisire la capacità di interpretare i risultati di test statistici univariati e bivariati; ○ Acquisire le competenze per comprendere le relazioni tra le variabili che caratterizzano l'ambiente atmosferico e il sistema suolo-pianta al fine di ottimizzare la gestione dell'agroecosistema.
***DD3-5* Competenze trasversali**	- **Descrittore di Dublino 3**: *capacità critiche e di giudizio* • *Autonomia di giudizio* *Al termine dell'insegnamento lo/la studente/studentessa dovrà essere in grado di* ○ interpretare correttamente i risultati di test statistici tra i quali: test per la verifica delle assunzioni per l'applicazione dei metodi di analisi dei dati di tipo parametrico; analisi della varianza applicata ad esperimenti ad uno o più fattori di classificazione con disegni sperimentali gerarchici e non gerarchici; analisi di correlazione e di regressione lineare; ○ valutare le problematiche della variabilità climatica e degli effetti, attuali e prevedibili tramite modelli, sull'ambiente e sull'agricoltura. - **Descrittore di Dublino 4**: *capacità di comunicare quanto si è appreso* • *Abilità comunicative* *Al termine dell'insegnamento lo/la studente/studentessa dovrà essere in grado di* ○ presentare e sintetizzare le informazioni derivanti dai dati raccolti nell'ambito delle attività di ricerca e sperimentazione e discutere i risultati dell'analisi statistica applicata; ○ sintetizzare e comprendere i risultati dell'interazione tra parametri climatici e ambiente. - **Descrittore di Dublino 5**: *capacità di proseguire lo studio in modo autonomo nel corso della vita* • *Capacità di apprendere in modo autonomo* *Al termine dell'insegnamento lo/la studente/studentessa dovrà essere in grado di*

	○ effettuare ulteriori approfondimenti su tecniche avanzate di analisi dei dati (impiego di disegni sperimentali gerarchici per il confronto tra più di due fattori di classificazione; analisi dei dati da misure ripetute nel tempo; principali tecniche di analisi dei dati non parametrica; elementi di base di metodi di analisi multivariata) e modelli per lo studio dell'interazione tra pianta, ambiente climatico e gestione delle tecniche colturali.
Contenuti di insegnamento (Programma)	La ricerca in agricoltura. Variabili statistiche. Popolazione e campioni. Distribuzioni di frequenza. Rappresentazione dei dati. Elementi di statistica descrittiva. Indicatori di tendenza centrale e posizione (media, mediana, moda; quantili). Indicatori di dispersione o variabilità (devianza, varianza, deviazione standard, coefficiente di variazione, errore standard della media). Indicatori di forma delle distribuzioni (skewness e curtosi). Standardizzazione di una variabile. Elementi di statistica inferenziale. Distribuzioni di probabilità. Distribuzione normale e normale standardizzata. Test delle ipotesi; errore di primo e di secondo tipo; protezione e potenza del test statistico. Verifica delle assunzioni per l'applicazione dei test statistici parametrici: descrizione e principali test statistici per la verifica dell'assunzione di normalità, omogeneità delle varianze, indipendenza. Pianificazione di un esperimento. Principi generali. Concetti di unità sperimentale, errore sperimentale, ripetizione, randomizzazione, definizione della dimensione dell'esperimento (sample size), disegno sperimentale. Confronto tra due serie di dati. Definizioni e aspetti teorici: confronto tra campioni indipendenti e dipendenti (*unpaired* e *paired* test); varianza della popolazione nota e incognita. Calcolo del test t di Student per campioni indipendenti e dipendenti. Confronto tra analisi della varianza e test t di Student. Cenni ai principali approcci non parametrici per il confronto tra due serie di dati. Analisi della varianza ad uno e a più criteri di classificazione. Principi generali; fonti di variazione primarie e secondarie. Analisi della varianza per esperimenti ad un criterio di classificazione: disegni sperimentali a randomizzazione completa (CRD), blocchi randomizzati (RCBD), quadrato latino (LSD). Analisi della varianza per esperimenti a più di un criterio di classificazione in disegni sperimentali non gerarchici e gerarchici: disegni sperimentali a blocchi randomizzati, parcelle suddivise (split-plot), parcelle ortogonali (split-block). Cenni alla costruzione, analisi dei dati ed interpretazione dei risultati di esperimenti impostati in disegni sperimentali complessi. Analisi di interdipendenza tra due serie di dati. Regressione lineare semplice e correlazione lineare parametriche. Analisi della varianza del modello di regressione lineare semplice e test della significatività dei parametri. Calcolo e test di significatività del coefficiente di correlazione lineare di Pearson. Confronto tra le medie. Confronti multipli non prestabiliti. Cenno ai concetti di comparison-wise ed experiment-wise error e ai principali test a posteriori di tipo parametrico. Cenni all'analisi della covarianza e all'analisi dei dati da misure ripetute nel tempo. Definizioni di meteorologia, agrometeorologia, climatologia e agroclimatologia. Ruolo dell'agrometeorologia. Variabili agrometeorologiche o elementi del clima. Radiazione solare. Leggi della radiazione (Planck, Wien, Stefan-Boltzmann; legge del coseno di Lambert). Comportamento passivo e attivo dei corpi nei confronti della radiazione. Bilancio energetico; scomposizione di Rn. Strumenti per la misura delle componenti del bilancio radiativo (Rs, Rb, Rd, albedo; PAR; Rl; Rn). Eliofania assoluta e relativa e stima della radiazione solare. Effetti della

	radiazione solare sulle colture. Applicazioni numeriche (conversione tra sistemi e unità di misura; calcolo dell'energia associata ad una mole di fotoni; espressione della densità di flusso energetico in termini di evaporazione equivalente). Temperatura e calore. Parametri della temperatura. Processi e leggi fisiche di trasferimento dell'energia. Conduttività termica, calore specifico e diffusività termica. Somma termica. Regime termico dell'aria e del suolo. Effetti sulle colture. Strumenti di misura. Temperatura e tecnica agronomica. Umidità relativa dell'aria. Definizione e aspetti generali. Temperatura del punto di rugiada. Effetti sulle colture. Strumenti di misura. Precipitazioni. Definizioni e aspetti generali. Caratteristiche delle precipitazioni: quantità, distribuzione, frequenza, intensità, durata. Misura della pioggia. Pioggia utile. Probabilità di pioggia. Importanza delle idrometeore per le colture agrarie. Vento. Intensità e direzione. Misura della ventosità. Effetti sulle colture. Evaporazione ed evapotraspirazione. Definizioni e aspetti generali. Metodi di misura e di stima dell'evapotraspirazione. Definizioni, metodi empirici e meccanicistici; metodi microclimatici. Modelli Matematici. Definizioni, classificazione e aspetti generali (modelli matematici empirici e meccanicistici; modelli stocastici e deterministici; modelli statici e dinamici). Scelta e applicazione dei modelli. Calibrazione, validazione e analisi di sensitività. Applicazioni dell'agrometeorologia.
Testi di riferimento	Materiale di studio • Appunti dalle lezioni e materiale didattico distribuito durante le lezioni. • Camussi et al., 1995. Metodi statistici per la sperimentazione biologica. Zanichelli Bologna. • Gomez K.A., Gomez A.A., 1984. Statistical Procedures in agricultural research. New York, Chichester, etc.: Wiley, 2nd edition • Ceccon P., Borin M., 1995 - Elementi di agrometeorologia e agroclimatologia. Imprimitur Capitoli specifici oggetto di approfondimento saranno indicati dal docente.
Note ai testi di riferimento	Materiale bibliografico di approfondimento • Quinn G.P., Keough M.J., 2002. Experimental Design and Data Analysis for Biologists. Cambridge. • France J., Thornley J.H.M., 1984 - Mathematical Models in agriculture. Butterworths, London. • Benincasa F., Maracchi G., Rossi P., 1991 – Agrometeorologia. Patron, Bologna • Pubblicazioni scientifiche fornite dal docente. Altro materiale di approfondimento potrà essere fornito dal docente su richiesta da parte degli studenti.
Materiali didattici	Il materiale didattico presentato durante le lezioni (power point delle lezioni, testi di dispense, capitoli di libri, pubblicazioni) verrà reso disponibile sulla piattaforma Teams. I powerpoint delle lezioni non sono utilizzabili quale materiale di studio ma sono di supporto all'utilizzo dei libri di testo indicati e dell'altro materiale didattico fornito. Per le studentesse/gli studenti stranieri il materiale didattico potrà essere fornito in lingua inglese, e l'attività tutoria potrà essere erogata in lingua inglese.

Valutazione	
Modalità di verifica dell'apprendimento	L'esame prevede lo svolgimento di una prova scritta e di una prova orale come riportato nel Regolamento Didattico del CdLM MdP (Art. 4 e allegati 1 e 2). La prova scritta, incentrata sulle tematiche della metodologia sperimentale, deve

	essere sostenuta in data antecedente a quella della prova orale. Per gli studenti iscritti all'anno di corso nel quale è svolto l'insegnamento, tale prova può essere svolta come prova di valutazione intermedia (esonero). La prova prevede lo svolgimento di tre esercizi relativi alle seguenti tematiche: test di confronto tra due campioni indipendenti (test t di Student); analisi della varianza per esperimenti ad un fattore di classificazione per un disegno sperimentale a quadrato latino; analisi di regressione lineare semplice e correlazione. La prova orale è incentrata sulle tematiche sviluppate durante le ore di lezione teorica e teorico-pratica e riguarda i contenuti dell'agrometeorologia e della metodologia sperimentale. La valutazione della preparazione dello studente avviene sulla base di criteri prestabiliti, come dettagliato nell'allegato A del Regolamento Didattico del Corso di Laurea Magistrale in Medicina delle Piante. L'esame di profitto degli studenti stranieri può essere svolto in lingua inglese.
Criteri di valutazione	La prova d'esame mira a verificare il livello di padronanza dei contenuti proposti tenendo in considerazione: i riferimenti alla teoria; l'uso appropriato della terminologia tecnica; la capacità di operare collegamenti tra i diversi aspetti teorici e tra le diverse discipline e di elaborare strategie di azione pertinenti; la capacità di rielaborazione personale in ottica critica e riflessiva. Per ogni risultato di apprendimento atteso su indicato, di seguito è dettagliato cosa ci si aspetta lo/la studente/studentessa conosca o sia in grado di fare e a quale livello al fine di dimostrare che un risultato di apprendimento è stato raggiunto e a quale livello. • Conoscenza e capacità di comprensione: ○ Conoscere le principali problematiche alla base della pianificazione degli esperimenti e dell'impostazione di un disegno sperimentale; ○ Conoscere i principali metodi di analisi parametrica univariata e bivariata (analisi della varianza relativa ai principali disegni sperimentali per uno o più fattori di classificazione; confronto tra coppie di campioni; regressione lineare e correlazione); ○ Conoscere gli aspetti teorici e pratici dell'agrometeorologia e i principi di modellistica e modelli previsionali in ambito agronomico. • Conoscenza e capacità di comprensione applicate: ○ Saper impostare un disegno sperimentale ai fini della ricerca in ambito agronomico; ○ Saper applicare tecniche di analisi parametrica univariata e bivariata dei dati. ○ Saper comprendere le relazioni tra le variabili che caratterizzano l'ambiente atmosferico e il sistema suolo-pianta al fine di ottimizzare la gestione dell'agroecosistema. • Autonomia di giudizio: ○ Mostrare autonomia nell'interpretazione, con livello di approfondimento elevato, dei risultati di test statistici relativi ai principali metodi di analisi parametrica univariata e bivariata dei dati; ○ Mostrare capacità critica di valutazione delle problematiche della variabilità climatica e gli effetti, attuali e prevedibili tramite modelli, sull'ambiente e sull'agricoltura. ○ Mostrare capacità di saper collegare e creare connessioni tra i contenuti della metodologia sperimentale, dell'agrometeorologia e dei principi di modellistica affrontati nel corso dell'insegnamento. • Abilità comunicative: ○ Saper presentare i risultati dell'attività di ricerca e sperimentazione. ○ Saper sintetizzare i risultati dell'interazione tra parametri climatici e

	agricoltura. ○ Saper organizzare le conoscenze acquisite in forma di presentazione anche per scopi didattico-formativi. • Capacità di apprendere: ○ Avere la capacità di approfondire in modo autonomo tecniche avanzate di analisi dei dati (impiego di disegni sperimentali gerarchici per il confronto tra più di due fattori di classificazione; analisi dei dati da misure ripetute nel tempo; principali tecniche di analisi dei dati non parametrica; elementi di base di metodi di analisi multivariata) e modelli per lo studio dell'interazione tra pianta, ambiente climatico e gestione delle tecniche colturali.
Criteri di misurazione dell'apprendimento e di attribuzione del voto finale	La valutazione della preparazione dello studente avviene sulla base di criteri prestabiliti, come dettagliato nel Regolamento Didattico del CdLM MdP (Art. 4 e allegati 1 e 2). Il voto finale è attribuito in trentesimi. L'esame si intende superato quando il voto è maggiore o uguale a 18.
Altro	