**Modellistica applicata alle produzioni vegetali**

**Mod. Agenti patogeni e parassiti**

Dott.SSA GIORGIA FEDELE

***OBIETTIVO DEL CORSO E RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI***

Il corso si propone di fornire agli studenti le conoscenze e le competenze necessarie per comprendere come si sviluppano le malattie delle piante e come sviluppare e impiegare modelli matematici nella protezione sostenibile e di precisione delle colture.

Al termine del corso gli studenti saranno in grado di comprendere come si sviluppano modelli matematici per lo sviluppo delle malattie in rapporto ai fattori ambientali e colturali che le influenzano, come si effettua la loro validazione, quali sono gli aspetti positivi e negativi delle diverse tecniche modellistiche. In particolare, gli studenti avranno le competenze per analizzare la letteratura e raccogliere autonomamente le informazioni e i dati necessari per sviluppare modelli matematici per la previsione delle malattie, per la loro validazione e impiego fitoiatrico. Gli studenti saranno anche in grado di sfruttare criticamente questa conoscenza per utilizzare i modelli nello sviluppo di strategie e tattiche di protezione di precisione delle colture.

Gli studenti svilupperanno la capacità di elaborare autonomamente e analizzare criticamente le conoscenze attuali utilizzando un approccio multidisciplinare, in modo tale da acquisire la capacità di affrontare e risolvere problemi nuovi e/o inattesi. Gli studenti saranno anche in grado di comunicare ciò che hanno appreso in modo chiaro, esauriente e inequivocabile ai loro interlocutori.

### ***PROGRAMMA DEL CORSO***

|  |  |
| --- | --- |
| **Capitolo dell’insegnamento** | CFU |
| Elementi di base della modellistica fitopatologica. Analisi delle epidemie, dei processi e delle dinamiche temporali e spaziali. Simulazione dinamica delle epidemie. Cenni di modellistica applicata ai fitofagi. | 1 |
| Modelli empirici; tecniche di sviluppo; pro e contro dei modelli empirici. | 0,5 |
| Modelli di processo; sviluppo dei modelli; impiego dell’analisi dei sistemi; tecniche e metodi statistici per la validazione dei modelli | 1,5 |
| Esercitazioni: modellizzazione e simulazione dei sistemi attraverso il software STELLA®; ricerca sistematica della letteratura; lavoro di gruppo | 1 |

***BIBLIOGRAFIA***

R. Rabbinge, H. H. van Laar, S. A. Ward, *Simulation and Systems Management in Crop Protection*. Pudoc, 1989 Volume 32; ISSN 0924-8439

L.V. Madden-G. Hughes-F. van den Bosch, *The study of Plant Disease Epidemics,* APS Press, St. Paul, Minnesota, 2007.

Altri testi e materiale bibliografico verranno indicati durante il corso.

***DIDATTICA DEL CORSO***

* Lezioni frontali in aula con l’ausilio di presentazioni power point e filmati, con tempo dedicato a domande e richieste di chiarimento e/o approfondimento.
* Esercitazioni in aula con software per lo sviluppo di modelli matematici.
* Lavoro di gruppo di approfondimento
* Seminari con esperti per l’approfondimento di temi specifici di particolare attualità.

***METODO E CRITERI DI VALUTAZIONE***

L'esame finale consiste in una prova scritta con 30 domande da affrontare in un massimo di 60 minuti. Le domande potranno richiedere, per esempio, risposte aperte, singole o multiple, l’individuazione di opzioni corrette in una lista o il loro ordinamento in base all’importanza relativa. Il punteggio sarà stabilito su una scala di 30/30. I lavori di gruppo, assegnati durante il corso, verranno valutati dal docente e utilizzati per l’assegnazione del voto finale.

***Avvertenze e prerequisiti***

Gli studenti devono possedere conoscenze di patologia vegetale generale.

Il materiale didattico e eventuali ulteriori approfondimenti di argomenti saranno disponibili sulla piattaforma Blackboard.

Nel caso in cui la situazione sanitaria relativa alla pandemia di Covid-19 non dovesse consentire la didattica in presenza, sarà garantita l’erogazione a distanza dell’insegnamento con modalità, sincrone o asincrone, che verranno comunicate in tempo utile agli studenti

***Orario e luogo di ricevimento degli studenti***

La Dott.ssa Giorgia Fedele riceve gli studenti dopo le lezioni presso il DIPROVES. Il docente è altresì reperibile tramite i contatti disponibili (e-mail e telefono) sulla pagina personale.

**Mod. coltivazioni arboree**

Prof. Sergio Tombesi

***OBIETTIVO DEL CORSO E RISULTATI APPRRENDIMENTO ATTESI***

L’insegnamento si propone di fornire gli elementi di base ed applicativi per la utilizzazione e costruzione di modelli per le piante arboree.

**Conoscenza e comprensione**

Al termine dell’insegnamento, lo studente sarà in grado di

* Descrivere le principali strategie di modellizzazione per le piante arboree
* Comprendere le differenze tra le varie strategie comprendendone le limitazioni ed i punti di forza

**Capacità di applicare conoscenza e comprensione**

Al termine dell’insegnamento, lo studente sarà in grado di:

* Applicare i rudimenti delle differenti tecniche di modellazione.
* Utilizzare le funzionalità principali dei modelli disponibili.

**Autonomia di giudizio**

Di fronte a un determinato problema, lo studente saprà analizzare in autonomia i fattori peculiari delle differenti strategie di modellizzazione e di valutarne le migliori applicazioni.

**Abilità comunicative**

Lo studente sarà in grado di comunicare con successo, sia in forma orale che scritta, una corretta comprensione dei differenti argomenti e di esplicitare una discussione critica appropriata, utilizzando un linguaggio tecnico adeguato e appropriato.

**Capacità di apprendimento**

Lo studente sarà in grado di modificare il proprio agire in funzione degli elementi specifici che devono essere considerati al momento di scegliere una strategia di modellizzazione e saperne valutare i risultati.

***PROGRAMMA DEL CORSO***

|  |  |
| --- | --- |
|  | CFU |
| **Tipologie, storia e finalità dei modelli per le piante arboree** | 1.0 |
| Evoluzione della modellistica applicata alle piante arboree, modelli empirici, Process based plant models, Functional structural plant models |  |
| **Strategie di modellizzazione strutturale** | 0.5 |
| Modellizzazione dell’architettura della pianta, metodologie ed esempi |  |
| **Strategie di modellizzazione funzionale** | 1.0 |
| Microclima, fenologia, metabolismi primari, ripartizione C, idraulica |  |
| **Modelli in ambito forestale** | 0.5 |
| Finalità, principi di allometria, tecniche di selvicoltura e loro modellizzazione |  |
| **Esercitazioni pratiche** | 1.0 |

***BIBLIOGRAFIA***

DeJong TM, 2021, Concepts for understanding fruit trees, CABI concise pp 152

J. Vos, L.F.M. Marcelis, P.H.B. de Visser, P.C. Struik and J.B. Evers (eds.), Functional-Structural Plant Modelling in Crop Production

Appunti dalle lezioni.

***DIDATTICA DEL CORSO***

Il metodo di insegnamento comprenderà le seguenti attività:

1) lezioni frontali in cui verranno trattati gli argomenti principali del corso insieme a diversi esempi applicativi. La strategia d'insegnamento punta ad ottenere un elevato grado di interazione tra docente e studenti per stimolare la discussione e anche per rompere la barriera della timidezza.

2) Attività pratiche ed esercitazioni interne o esterne (cioè sul campo) finalizzate alla comprensione delle metodologie per la modellizzazione dell’architettura della pianta

3) Lavori di gruppo su specifici casi studio volti ad analizzare differenti strategie di modellizzazione per le piante arboree

***METODO E CRITERI DI VALUTAZIONE***

Esame orale finale. Durante la prova vengono erogate tre domande principali dalle quali scaturisce una discussione su concetti più specifici. Ad ognuna di queste domande viene attribuito un punteggio di 10/30. Il punteggio viene assegnato sulla base dei seguenti criteri: a) conoscenza oggettiva dei temi e padronanza degli argomenti 5p; b) chiarezza espositiva 2p; c) capacità di rispondere in maniera esaustiva a quesiti di collegamento tra tematiche diverse 3p.

La prima domanda è rivolta all’accertamento della comprensione delle differenti tipologie di modelli disponibili. La seconda domanda riguarda la descrizione delle tecniche di modellizzazione strutturale e funzionale. La terza domanda riguarda l’applicazione e l’uso dei modelli

***AVVERTENZE E PREREQUISITI***

Lo studente dovrà possedere conoscenze di base in relazione agli argomenti di botanica, biochimica, fisiologia vegetale, arboricoltura, matematica ed informatica

Nel caso in cui la situazione sanitaria relativa alla pandemia di Covid-19 non dovesse consentire la didattica in presenza, sarà garantita l’erogazione a distanza dell’insegnamento con modalità, sincrone o asincrone, che verranno comunicate in tempo utile agli studenti

## ***ORARIO E LUOGO DI RICEVIMENTO STUDENTI***

Il Prof. Sergio Tombesi riceve gli studenti presso l’ex-Istituto di Frutti-Viticoltura nei giorni di lezione. Il docente è altresì reperibile tramite i contatti disponibili (e-mail e telefono) sulla pagina personale.

# **Mod Colture erbacee**

Prof. Stefano Amaducci

***OBIETTIVO DEL CORSO***

Il corso si propone di dare agli studenti gli strumenti teorici e pratici per l’uso dei modelli di simulazione delle colture erbacee. La modellazione dei sistemi biofisici in agricoltura permette un approccio sistematico e potente per affrontare lo studio dell’ecofisiologia delle colture e per acquisire una comprensione quantitativa e meccanicistica delle relazioni e delle interazioni tra le colture e i fattori della produzione. Il corso affronta con spirito critico i fenomeni biofisici in agricoltura e gli strumenti matematici per simulare gli effetti del suolo, del meteo, della gestione agricola (scelte dell’agricoltore) e dei fattori genetici sulla produzione delle colture erbacee. Sono presentati diversi approcci per simulare la crescita e lo sviluppo delle colture, l'uso dell'acqua, l'assorbimento dei nutrienti e la dinamica del carbonio. Dopo aver fornito gli elementi di base della modellistica, il corso affronta lo studio di procedure e strumenti per il supporto alle decisioni (DSS), l’analisi di scelte agronomiche alternative e la raccolta e la gestione dei dati. Infine, utilizzando piattaforme di calcolo, saranno svolte prove pratiche di simulazione a supporto dell’agricoltura di precisione, integrando l’utilizzo dei dati satellitari e la calibrazione in tempo reale della crescita e sviluppo delle colture.

*RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI*

**Conoscenza e capacità di comprendere**

Al termine del corso lo studente sarà in grado di:

* Comprendere i concetti fondamentali della simulazione della crescita e della produzione delle colture erbacee;
* Conoscere le principali funzionalità e potenzialità d’uso dei modelli in agricoltura;
* Conoscere e comprendere le principali variabili di stato e variabili guida dei modelli di simulazione;
* Conoscere il significato di calibrazione e validazione dei modelli di crescita;
* Conoscere le principali statistiche per valutare l’affidabilità di un modello di simulazione

**Comprensione e applicazione delle conoscenze**

Al termine del corso lo studente sarà in grado di:

* Effettuare simulazioni con una piattaforma informatica presentata durante il corso;
* Modificare i parametri di simulazione per simulare l’effetto di tecniche colturali sulla crescita e produzione delle colture;
* Effettuare un’analisi critica degli output di un modello di simulazione.

**Autonomia di giudizio**

Al termine del corso lo studente sarà in grado di:

* Valutare le problematiche e le potenzialità relative all’uso dei modelli di simulazione per la gestione delle colture erbacee;

**Capacità comunicative**

Al termine del corso lo studente sarà in grado di:

* Utilizzare in modo appropriato il linguaggio scientifico ed il lessico specifico relativo alle simulazioni matematiche delle coltivazioni erbacee.
* Affrontare discussioni tecniche relative simulazione delle colture erbacee.

**Capacità di apprendimento**

Al termine del corso lo studente sarà in grado di:

* Estendere le conoscenze acquisite sulla simulazione delle colture erbacee, attraverso la consultazione di testi dedicati, riviste scientifiche, anche al di là degli aspetti affrontati a lezione.

***PROGRAMMA DEL CORSO***

|  |  |
| --- | --- |
|  | CFU |
| Introduzione al corso.  L’importanza dei modelli in agricoltura  Concetti di base.  - Cosa è un modello  - Principali tecniche matematiche per rappresentare l’evoluzione di un sistema biologico nel tempo e nello spazio.  - Variabili di stato  - Variabili guida  - Panoramica sull’utilizzo dei modelli in agricoltura | 0.5 |
| La radiazione  - Bilancio radiativo  - Intercettazione della luce e fotosintesi  - Simulazione della dinamica dell’acqua nel suolo e della risposta delle colture  - Analisi del fabbisogno idrico delle colture e della produttività dell’acqua irrigua. Influenza del clima, delle proprietà del suolo e della agrotecnica.  - Simulazione delle dinamiche dell’azoto e carbonio nel suolo e risposte delle colture. | 2.5 |
| Esercitazioni  - Utilizzo di excel per il calcolo delle somme termiche e lo sviluppo fenologico;  - Utilizzo di excel per la stima della evapotraspirazione;  - Installazione ed utilizzo di un modello per simulare gli effetti di scelte strategiche e tattiche su produzione ed impatto ambientale;  - Utilizzo di una piattaforma informatica per integrare dati telerilevati e modelli di simulazione | 1.0 |

***BIBLIOGRAFIA***

Afshin Soltani &Thomas R. Sinclair. Modeling physiology of crop development, growth and yield. CAB International 2012

Ulteriori materiali di studio e approfondimento, assieme alle slides presentate a lezione, saranno forniti durante il corso.

***DIDATTICA DEL CORSO***

Il corso è costituito da lezioni frontali di tipo teorico, tenute in aula, in cui saranno affrontati i temi principali del corso.

Le esercitazioni saranno dedicate all’utilizzo di strumenti informatici per la simulazione della crescita e della produzione delle principali specie erbacee di interesse agrario.

Le lezioni in aula si terranno con il supporto di presentazioni in power point fornite agli studenti prima della lezione;

Alla fine di ogni argomento del corso verranno proposti una serie di domande e quesiti esemplificativi della prova d’esame.

***METODO DI VALUTAZIONE***

Valutazione finale orale, preceduta da una prova pratica di utilizzo di strumenti informatici utilizzati durante le esercitazioni.

La prova orale consta di tre domande, ognuna delle quali attribuisce un punteggio compreso tra -10 e +10 punti.

L’esame è volto a valutare innanzitutto capacità di ragionamento e rigore analitico sui temi oggetto del corso, nonché proprietà di linguaggio e abilità comunicative.

***AVVERTENZE E PREREQUISITI***

-

***ORARIO E LUOGO DI RICEVIMENTO DEGLI STUDENTI***

Il Prof. Stefano Amaducci riceve gli studenti tutti i giorni, previo appuntamento richiesto per email, presso il Dipartimento di Produzioni Vegetali Sostenibili.

# **Mod Colture erbacee**

Prof. Stefano Amaducci

***OBIETTIVO DEL CORSO***

Il corso si propone di dare agli studenti gli strumenti teorici e pratici per l’uso dei modelli di simulazione delle colture erbacee. La modellazione dei sistemi biofisici in agricoltura permette un approccio sistematico e potente per affrontare lo studio dell’ecofisiologia delle colture e per acquisire una comprensione quantitativa e meccanicistica delle relazioni e delle interazioni tra le colture e i fattori della produzione. Il corso affronta con spirito critico i fenomeni biofisici in agricoltura e gli strumenti matematici per simulare gli effetti del suolo, del meteo, della gestione agricola (scelte dell’agricoltore) e dei fattori genetici sulla produzione delle colture erbacee. Sono presentati diversi approcci per simulare la crescita e lo sviluppo delle colture, l'uso dell'acqua, l'assorbimento dei nutrienti e la dinamica del carbonio. Dopo aver fornito gli elementi di base della modellistica, il corso affronta lo studio di procedure e strumenti per il supporto alle decisioni (DSS), l’analisi di scelte agronomiche alternative e la raccolta e la gestione dei dati. Infine, utilizzando piattaforme di calcolo, saranno svolte prove pratiche di simulazione a supporto dell’agricoltura di precisione, integrando l’utilizzo dei dati satellitari e la calibrazione in tempo reale della crescita e sviluppo delle colture.

*RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI*

**Conoscenza e capacità di comprendere**

Al termine del corso lo studente sarà in grado di:

* Comprendere i concetti fondamentali della simulazione della crescita e della produzione delle colture erbacee;
* Conoscere le principali funzionalità e potenzialità d’uso dei modelli in agricoltura;
* Conoscere e comprendere le principali variabili di stato e variabili guida dei modelli di simulazione;
* Conoscere il significato di calibrazione e validazione dei modelli di crescita;
* Conoscere le principali statistiche per valutare l’affidabilità di un modello di simulazione

**Comprensione e applicazione delle conoscenze**

Al termine del corso lo studente sarà in grado di:

* Effettuare simulazioni con una piattaforma informatica presentata durante il corso;
* Modificare i parametri di simulazione per simulare l’effetto di tecniche colturali sulla crescita e produzione delle colture;
* Effettuare un’analisi critica degli output di un modello di simulazione.

**Autonomia di giudizio**

Al termine del corso lo studente sarà in grado di:

* Valutare le problematiche e le potenzialità relative all’uso dei modelli di simulazione per la gestione delle colture erbacee;

**Capacità comunicative**

Al termine del corso lo studente sarà in grado di:

* Utilizzare in modo appropriato il linguaggio scientifico ed il lessico specifico relativo alle simulazioni matematiche delle coltivazioni erbacee.
* Affrontare discussioni tecniche relative simulazione delle colture erbacee.

**Capacità di apprendimento**

Al termine del corso lo studente sarà in grado di:

* Estendere le conoscenze acquisite sulla simulazione delle colture erbacee, attraverso la consultazione di testi dedicati, riviste scientifiche, anche al di là degli aspetti affrontati a lezione.

***PROGRAMMA DEL CORSO***

|  |  |
| --- | --- |
|  | CFU |
| Introduzione al corso.  L’importanza dei modelli in agricoltura  Concetti di base.  - Cosa è un modello  - Principali tecniche matematiche per rappresentare l’evoluzione di un sistema biologico nel tempo e nello spazio.  - Variabili di stato  - Variabili guida  - Panoramica sull’utilizzo dei modelli in agricoltura | 0.5 |
| La radiazione  - Bilancio radiativo  - Intercettazione della luce e fotosintesi  - Simulazione della dinamica dell’acqua nel suolo e della risposta delle colture  - Analisi del fabbisogno idrico delle colture e della produttività dell’acqua irrigua. Influenza del clima, delle proprietà del suolo e della agrotecnica.  - Simulazione delle dinamiche dell’azoto e carbonio nel suolo e risposte delle colture. | 2.5 |
| Esercitazioni  - Utilizzo di excel per il calcolo delle somme termiche e lo sviluppo fenologico;  - Utilizzo di excel per la stima della evapotraspirazione;  - Installazione ed utilizzo di un modello per simulare gli effetti di scelte strategiche e tattiche su produzione ed impatto ambientale;  - Utilizzo di una piattaforma informatica per integrare dati telerilevati e modelli di simulazione | 1.0 |

***BIBLIOGRAFIA***

Afshin Soltani &Thomas R. Sinclair. Modeling physiology of crop development, growth and yield. CAB International 2012

Ulteriori materiali di studio e approfondimento, assieme alle slides presentate a lezione, saranno forniti durante il corso.

***DIDATTICA DEL CORSO***

Il corso è costituito da lezioni frontali di tipo teorico, tenute in aula, in cui saranno affrontati i temi principali del corso.

Le esercitazioni saranno dedicate all’utilizzo di strumenti informatici per la simulazione della crescita e della produzione delle principali specie erbacee di interesse agrario.

Le lezioni in aula si terranno con il supporto di presentazioni in power point fornite agli studenti prima della lezione;

Alla fine di ogni argomento del corso verranno proposti una serie di domande e quesiti esemplificativi della prova d’esame.

***METODO DI VALUTAZIONE***

Valutazione finale orale, preceduta da una prova pratica di utilizzo di strumenti informatici utilizzati durante le esercitazioni.

La prova orale consta di tre domande, ognuna delle quali attribuisce un punteggio compreso tra -10 e +10 punti.

L’esame è volto a valutare innanzitutto capacità di ragionamento e rigore analitico sui temi oggetto del corso, nonché proprietà di linguaggio e abilità comunicative.

***AVVERTENZE E PREREQUISITI***

-

***ORARIO E LUOGO DI RICEVIMENTO DEGLI STUDENTI***

Il Prof. Stefano Amaducci riceve gli studenti tutti i giorni, previo appuntamento richiesto per email, presso il Dipartimento di Produzioni Vegetali Sostenibili.