

**DENOMINAZIONE INSEGNAMENTO / ATTIVITÀ FORMATIVA**

**MECCANISMI DI DIFESA DELLE PIANTE**

*PLANT DEFENCE MECHANISMS*

**INFORMAZIONI INSEGNAMENTO / ATTIVITÀ FORMATIVA**

|        |           |        |                            |
|--------|-----------|--------|----------------------------|
| A.A.   | 2026-2027 | CdS    | LM-7 Biotecnologie Agrarie |
| Codice | 8068127   | Canale | Unico                      |
| CFU    | 4         | Lingua | Italiano                   |

**DOCENTE RESPONSABILE DELL'INSEGNAMENTO / ATTIVITÀ FORMATIVA**

**Da definire**

**OBIETTIVI FORMATIVI E RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI**

|          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Italiano | <p><b>OBIETTIVI FORMATIVI:</b> Il presente insegnamento ha lo scopo di fornire allo studente conoscenze più dettagliate sui meccanismi di risposta delle piante agli stress, sia biotici sia abiotici. Il corso è mirato ad approfondire, con un approccio più applicativo, le strategie adottate dalle piante in condizioni ambientali sfavorevoli dal punto di vista biochimico e molecolare.</p> <p>Questo corso ha, quindi, i seguenti obiettivi formativi:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Studiare le risposte fisiologiche delle piante agli stress ambientali;</li> <li>2. Approfondire i principali meccanismi di tolleranza attivati in risposta agli stress abiotici e biotici;</li> <li>3. Fornire conoscenze di base per identificare e studiare mediatori chiave della risposta agli stress.</li> </ol> <p><b>CONOSCENZA E CAPACITÀ DI COMPRENSIONE:</b></p> <p>Alla fine del corso, lo studente avrà acquisito conoscenze sui principali meccanismi attivati dalle piante in risposta alle variazioni delle condizioni ambientali.</p> <p><b>CAPACITÀ DI APPLICARE CONOSCENZA E COMPRENSIONE:</b></p> <p>Al termine del corso, lo studente avrà acquisito le conoscenze necessarie per comprendere i meccanismi con cui le piante rispondono e resistono agli stress. La conoscenza di questi meccanismi sarà quindi necessaria per traslare le informazioni di base acquisite nel loro campo di applicazione, quale il miglioramento della resistenza alle variazioni delle condizioni ambientali delle specie di interesse agroalimentare.</p> |
|----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|---------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|         | <p><b>AUTONOMIA DI GIUDIZIO:</b></p> <p>Al termine del corso lo studente sarà in grado di comprendere i meccanismi molecolari e biochimici alla base delle risposte allo stress. Saprà quindi valersi di tali informazioni per la ricerca autonoma di materiale scientifico sull'argomento, da utilizzare sia per finalità di ricerca sia per approfondimenti.</p> <p><b>ABILITÀ COMUNICATIVE:</b></p> <p>Alla fine del corso lo studente avrà acquisito una buona padronanza del linguaggio e della terminologia scientifica, opportuna per esporre adeguatamente gli argomenti trattati.</p> <p><b>CAPACITÀ DI APPRENDIMENTO:</b></p> <p>Alla fine del corso, lo studente sarà in grado di leggere la letteratura scientifica e approfondire gli argomenti trattati. Le conoscenze acquisite durante le lezioni frontali saranno verificate mediante una prova d'esame finale.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| English | <p><b>LEARNING OUTCOMES:</b></p> <p><i>The course aims to deepen the plants' response mechanisms to biotic and abiotic stresses. The strategies used by plants in unfavorable environmental conditions will be analyzed, with a more applied approach, from a biochemical and molecular perspective.</i></p> <p><i>This course, therefore, has the following educational goal:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li><i>1) To study the physiological responses of plants to environmental stresses.</i></li> <li><i>2) To deepen the main mechanisms involved in biotic and abiotic stress tolerance.</i></li> <li><i>3) To identify and characterize key mediators of stress responses.</i></li> </ol> <p><b>KNOWLEDGE AND UNDERSTANDING:</b></p> <p><i>At the end of the course, the student will have learned about the main mechanisms plants activate in response to environmental changes.</i></p> <p><b>APPLYING KNOWLEDGE AND UNDERSTANDING:</b></p> <p><i>At the end of the course, the student will have acquired basic knowledge of plants' responses and resistance to stress. The application of this knowledge is the foundation for improving stress resistance in plants of agronomical interest.</i></p> <p><b>MAKING JUDGEMENTS:</b></p> <p><i>At the end of the course, the student will be able to understand the molecular and biochemical mechanisms of stress responses. The student must therefore have acquired technical skills and specific knowledge to the extent that they can autonomously search for scientific information for research and in-depth study.</i></p> <p><b>COMMUNICATION SKILLS:</b></p> <p><i>At the end of the course, the student will have acquired strong language skills and appropriate scientific terminology to adequately present the topics covered.</i></p> |

|  |                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|--|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p><b>LEARNING SKILLS:</b></p> <p><i>At the end of the course, the student will be able to read the scientific literature and deepen their understanding of the topics covered. The knowledge acquired through lectures will be verified through a final exam.</i></p> |
|--|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

### PREREQUISITI

|          |                                                                                                                                                                                             |
|----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Italiano | Per comprendere gli argomenti trattati durante il corso sono necessarie conoscenze di base di fisiologia vegetale, biochimica e biologia molecolare. Non ci sono vincoli di propedeuticità. |
| English  | <i>Basic knowledge of plant physiology, biochemistry, and molecular biology is required for understanding the topics covered in the course. There are no propedeutic constraints.</i>       |

### PROGRAMMA E CRONOPROGRAMMA

|          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Italiano | <p>Le lezioni verteranno sui seguenti argomenti:</p> <p>1) Introduzione agli stress vegetali. Concetto di tolleranza, adattamento e acclimatazione e strategie adoperate a livello morfologico, biochimico e molecolare (4h, obiettivo formativo 1)</p> <p>2) Risposte della pianta a stress abiotici. Introduzione agli stress abiotici. Impatto di alcuni tipi di stress abiotico quali, alte e basse temperature, carenza idrica, salinità ed eccesso di luminosità, sulla fisiologia delle piante. Verrà inoltre trattato lo stress ossidativo sia come effetto secondario di alcuni stress abiotici che come principale effetto secondario dell'esposizione a elevate concentrazioni di ozono. Verranno inoltre descritti nel dettaglio i meccanismi di percezione dello stress, di trasduzione del segnale e l'organizzazione delle risposte di difesa (12h, obiettivi formativi 1 e 2).</p> <p>3) Risposte della pianta a stress biotici: difese costitutive e inducibili. Percezione del patogeno e trasmissione del segnale di riconoscimento. Risposte di difesa. Ruolo degli ormoni nelle risposte di difesa (12 h, obiettivi formativi 1 e 2).</p> <p>4) Identificazione e caratterizzazione di proteine coinvolte nella risposta agli stress e strategie per migliorare la resistenza delle piante alle variazioni ambientali (4 h, obiettivo formativo 3).</p> |
| English  | <p><i>1) Introduction to plant stresses. Concept of tolerance, adaptation, and acclimation and strategies employed at morphological, biochemical, and molecular levels (4h, learning objective 1)</i></p> <p><i>2) Plant responses to abiotic stresses. Introduction to abiotic stresses. Impact of some types of abiotic stresses such as high and low temperatures, water shortage, salinity, and excess light, on plant physiology. Oxidative stress will also be discussed both as a side effect of some abiotic stresses and as the main side effect of exposure to high ozone concentrations. The mechanisms of stress perception, signal transduction, and defense response organization will also be described in detail (12h, learning objectives 1 and 2).</i></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |

|  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|--|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>3) <i>Plant responses to biotic stresses: constitutive and inducible defenses. Pathogen perception and recognition signal transmission. Defense responses. Role of hormones in defense responses (12 h, learning objectives 1 and 2).</i></p> <p>4) <i>Identification and characterization of proteins involved in stress response and strategies to improve plant resistance to environmental changes (4 h, learning objective 3).</i></p> |
|--|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

### TESTI ADOTTATI E BIBLIOGRAFIA DI RIFERIMENTO

|          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Italiano | <p>-L.Taiz, E. Zeiger, I.M. Moller, A. Murphy. Fisiologia e sviluppo vegetale. Ed. Piccin-Nuova Libreria-quinta edizione</p> <p>- B. B. Buchanan, W. Gruissem, R. L. Jones. Biochemistry and Molecular Biology of Plants, 2nd Edition. Ed. Wiley.</p> <p>-L. Sanità Di Toppi. Interazioni pianta-ambiente. Ed. Piccin-Nuova Libreria</p> <p>-Selezione di articoli scientifici.</p> <p>-File PowerPoint forniti dal docente.</p>       |
| English  | <p>-L.Taiz, E. Zeiger, I.M. Moller, A. Murphy. Fisiologia e sviluppo vegetale. Ed. Piccin-Nuova Libreria-quinta edizione</p> <p>- B. B. Buchanan, W. Gruissem, R. L. Jones. Biochemistry and Molecular Biology of Plants, 2nd Edition. Ed. Wiley.</p> <p>-L. Sanità Di Toppi. Interazioni pianta-ambiente. Ed. Piccin-Nuova Libreria</p> <p>-Selection of scientific articles.</p> <p>-PowerPoint files provided by the professor.</p> |

### DESCRIZIONE DELLE MODALITÀ DI SVOLGIMENTO E METODI DIDATTICI ADOTTATI

☒ In presenza ☐ A distanza

|          |                                                                                                                                                                                       |
|----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Italiano | Il corso (4 CFU) consiste in 16 lezioni frontali. Le lezioni saranno supportate dalla proiezione di slide in formato PPT, che saranno fornite agli studenti come materiale didattico. |
| English  | <i>The course (4 CFU) consists of 16 frontal lectures. Lectures will be supported by the projection of PPT slides, which will be provided to students as teaching materials.</i>      |

### MODALITÀ DI FREQUENZA

☒ frequenza obbligatoria ☐ frequenza facoltativa

### DESCRIZIONE DELLE MODALITÀ DI FREQUENZA

|          |                       |
|----------|-----------------------|
| Italiano | Lezioni in aula       |
| English  | <i>Class lectures</i> |

### MODALITÀ DI VALUTAZIONE

- ☒ Prova scritta
 ☐ Prova orale
 ☐ Prova di laboratorio
 ☐ Prova pratica  
☐ Valutazione in itinere
 ☐ Valutazione di progetto
 ☐ Valutazione di tirocinio

### COMPOSIZIONE DELLA COMMISSIONE VALUTATRICE

**Anna Fiorillo, Lorenzo Camoni, Sabina Visconti, Mauro Marra**

### DESCRIZIONE DELLE MODALITÀ E DEI CRITERI DI VERIFICA DELL'APPRENDIMENTO

|          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Italiano | <p>La valutazione dello studente prevede una prova scritta con domande a risposta aperta, sia di carattere generale sia più specifiche. Lo scopo della prova finale sarà verificare la preparazione complessiva dello studente, la capacità di integrare le conoscenze delle diverse parti del programma, la sequenzialità del ragionamento, la capacità analitica e l'autonomia di giudizio. Inoltre, il raggiungimento degli obiettivi formativi previsti sarà determinato in base alla capacità dello studente di collegare gli argomenti trattati e di esporli in modo appropriato. La votazione, espressa in trentesimi, verrà attribuita tenendo conto dei seguenti criteri:</p> <p>&lt;18: conoscenza e comprensione degli argomenti appena sufficiente con possibili generalizzazioni e imperfezioni; capacità di analisi, sintesi e autonomia di giudizio sufficienti, gli argomenti sono esposti in modo frequentemente poco coerente e con un linguaggio poco appropriato/tecnico;</p> <p>18-20: conoscenza e comprensione degli argomenti appena sufficiente con possibili generalizzazioni e imperfezioni; capacità di analisi, sintesi e autonomia di giudizio sufficienti, gli argomenti sono esposti in modo frequentemente poco coerente e con un linguaggio poco appropriato/tecnico;</p> <p>21-23: Conoscenza e comprensione degli argomenti routinaria; Capacità di analisi e sintesi corrette con argomentazione logica sufficientemente coerente e linguaggio appropriato/tecnico;</p> <p>24-26: Discreta conoscenza e comprensione degli argomenti; buone capacità di analisi e sintesi con argomentazioni espresse in modo rigoroso ma con un linguaggio non sempre appropriato/tecnico;</p> <p>27-29: Conoscenza e comprensione complete degli argomenti; notevoli capacità di analisi e di sintesi. Buona autonomia di giudizio. Argomenti esposti in modo rigoroso e con un linguaggio appropriato e tecnico.</p> <p>30-30L: Ottimo livello di conoscenza e comprensione approfondita degli argomenti. Ottime capacità di analisi, di sintesi e di autonomia di giudizio. Argomentazioni espresse in modo originale e con un linguaggio tecnico appropriato.</p> |
| English  | <p><i>The student's assessment includes a written test with both general and more specific open-ended questions. The aim of the final examination will be to verify the student's overall preparation, the ability to integrate knowledge across the different parts of the program, the</i></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |



*consistency of reasoning, the analytical capacity, and the autonomy of judgment. Furthermore, achieving the envisaged training objectives will be determined by assessing the student's ability to link the topics covered and present them appropriately. The grade, expressed in thirtieths, will be awarded taking the following criteria into account:*

*<18: Knowledge and understanding of the topics is just sufficient, with possible generalizations and imperfections; ability to analyze, synthesize, and autonomy of judgment sufficient, the topics are frequently exposed in a way that is not very coherent and with language that is not very appropriate/technical;*

*18-20: Knowledge and understanding of the topics is just sufficient with possible generalizations and imperfections; ability to analyze, synthesize, and autonomy of judgment are sufficient. The topics are frequently exposed in a not very coherent way and with a not very appropriate/technical language;*

*21-23: Routine knowledge and understanding of the topics; ability to analyze and synthesize correctly with sufficiently coherent logical argumentation and appropriate/technical language;*

*24-26: Fair knowledge and understanding of the topics; Good analytical and synthetic skills with arguments expressed rigorously, but with language that is not always appropriate/technical;*

*27-29: Complete knowledge and understanding of the topics; considerable capacity for analysis and synthesis. Good autonomy of judgment. Arguments presented in a rigorous manner and with appropriate/technical language.*

*30-30L: Excellent level of knowledge and thorough understanding of topics. Excellent analysis, synthesis, and independent judgment. Arguments expressed in an original manner and in appropriate technical language.*