

DENOMINAZIONE INSEGNAMENTO / ATTIVITÀ FORMATIVA

FISIOLOGIA VEGETALE

PLANT PHYSIOLOGY

INFORMAZIONI INSEGNAMENTO / ATTIVITÀ FORMATIVA

A.A.	2026-2027	CdS	Scienze Biologiche
Codice	8068381	Canale	Unico
CFU	6+1	Lingua	Italiano

DOCENTE RESPONSABILE DELL'INSEGNAMENTO / ATTIVITÀ FORMATIVA

Mauro Marra

OBIETTIVI FORMATIVI E RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI

Italiano	OBIETTIVI FORMATIVI: Il corso di Fisiologia Vegetale si propone di fornire agli studenti le conoscenze fondamentali sui processi fisiologici che regolano la crescita, lo sviluppo e l'adattamento delle piante all'ambiente. CONOSCENZA E CAPACITÀ DI COMPrensIONE: Al termine del corso gli studenti e le studentesse saranno in grado di comprendere i meccanismi cellulari e molecolari mediante i quali le piante vascolari terrestri utilizzano l'energia della luce e la materia inorganica dell'ambiente per compiere il loro ciclo vitale. Inoltre saranno in grado di comprendere i processi fondamentali alla base dello sviluppo vegetativo e riproduttivo delle piante, con particolare riguardo ai meccanismi di comunicazione e regolazione ormonale e alla loro integrazione con gli stimoli ambientali. CAPACITÀ DI APPLICARE CONOSCENZA E COMPrensIONE: Al termine del corso gli studenti e le studentesse saranno in grado di: applicare le conoscenze acquisite per interpretare i principali processi fisiologici che regolano il funzionamento delle piante in condizioni naturali e controllate; analizzare e spiegare le relazioni tra processi fisiologici, sviluppo vegetale e fattori ambientali; utilizzare i principi della fisiologia vegetale per comprendere le risposte adattative delle piante alle variazioni delle condizioni ambientali; integrare le conoscenze di fisiologia vegetale con quelle di biologia cellulare, biochimica, genetica ed ecologia per affrontare problemi biologici complessi. AUTONOMIA DI GIUDIZIO:
-----------------	--

	Al termine del corso gli studenti e le studentesse saranno in grado di: valutare criticamente i principali processi fisiologici vegetali e le loro implicazioni per la crescita, lo sviluppo e l'adattamento delle piante all'ambiente; interpretare e discutere dati sperimentali e osservazioni biologiche; identificare le variabili biologiche e ambientali che influenzano le risposte fisiologiche delle piante e valutarne il peso relativo; formulare semplici ipotesi interpretative riguardo ai meccanismi fisiologici osservati e verificarne la coerenza con le conoscenze scientifiche acquisite; analizzare in modo critico informazioni provenienti da fonti scientifiche, riconoscendone attendibilità, limiti metodologici e rilevanza. ABILITÀ COMUNICATIVE: Al termine del corso gli studenti e le studentesse saranno in grado di: utilizzare in modo corretto e appropriato il lessico scientifico della fisiologia vegetale per descrivere processi, meccanismi e fenomeni biologici; esporre con chiarezza e rigore concettuale le conoscenze acquisite; interpretare e comunicare dati sperimentali, risultati di laboratorio e informazioni tratte dalla letteratura scientifica; partecipare attivamente a discussioni scientifiche inerenti temi di fisiologia vegetale, argomentando le proprie osservazioni e conclusioni sulla base delle evidenze disponibili; presentare in modo sintetico ed efficace problematiche relative alla fisiologia delle piante e alle loro interazioni con l'ambiente. CAPACITÀ DI APPRENDIMENTO: Al termine del corso gli studenti e le studentesse avranno sviluppato le capacità necessarie per approfondire in modo autonomo gli argomenti della fisiologia vegetale e per proseguire gli studi nei settori delle scienze biologiche, ambientali e biotecnologiche. In particolare, sarà in grado di: reperire, comprendere e utilizzare in modo critico fonti bibliografiche e documentazione scientifica relative alla fisiologia vegetale; aggiornare autonomamente le proprie conoscenze attraverso la consultazione di testi specialistici, articoli scientifici e altre risorse qualificate; integrare le conoscenze di fisiologia vegetale con quelle acquisite in altri ambiti delle scienze biologiche, quali biochimica, genetica, biologia cellulare ed ecologia; affrontare in modo autonomo l'approfondimento di tematiche avanzate relative alla biologia vegetale e alle sue applicazioni.
English	LEARNING OUTCOMES: The Plant Physiology course aims to provide students with fundamental knowledge of the physiological processes that regulate plant growth, development, and adaptation to the environment. KNOWLEDGE AND UNDERSTANDING: At the end of the course, students will be able to understand the cellular and molecular mechanisms by which terrestrial vascular plants use light energy and inorganic matter from the environment to complete their life cycle. In addition, they will be able to understand the fundamental processes underlying vegetative and reproductive plant development, with particular regard to the mechanisms of hormonal communication and regulation and their integration with environmental stimuli. APPLYING KNOWLEDGE AND UNDERSTANDING:

	At the end of the course, students will be able to: apply the knowledge acquired to interpret the main physiological processes that regulate the functioning of plants in natural and controlled conditions; analyze and explain the relationships between physiological processes, plant development and environmental factors; use the principles of plant physiology to understand the adaptive responses of plants to changes in environmental conditions; integrate knowledge of plant physiology with that of cell biology, biochemistry, genetics and ecology to address complex biological problems. <i>MAKING JUDGEMENTS:</i> At the end of the course, students will be able to: critically evaluate the main plant physiological processes and their implications for plant growth, development, and adaptation to the environment; interpret and discuss experimental data and biological observations; identify the biological and environmental variables that influence plant physiological responses and assess their relative importance; formulate simple interpretative hypotheses regarding the physiological mechanisms observed and verify their consistency with the acquired scientific knowledge; critically analyze information from scientific sources, recognizing their reliability, methodological limitations, and relevance. <i>COMMUNICATION SKILLS:</i> At the end of the course, students will be able to: use correctly and appropriately the scientific vocabulary of plant physiology to describe biological processes, mechanisms, and phenomena; present acquired knowledge clearly and with conceptual rigor; interpret and communicate experimental data, laboratory results, and information from the scientific literature; actively participate in scientific discussions related to plant physiology topics, arguing their observations and conclusions based on available evidence; present in a concise and effective manner issues related to plant physiology and plant–environment interactions. <i>LEARNING SKILLS:</i> At the end of the course, students will have developed the skills necessary to autonomously deepen their knowledge of plant physiology and to continue their studies in the fields of biological, environmental, and biotechnological sciences. In particular, they will be able to: locate, understand, and critically use bibliographic sources and scientific documentation related to plant physiology; update their knowledge through the consultation of specialized textbooks, scientific articles, and other qualified resources; integrate knowledge of plant physiology with that acquired in other areas of the biological sciences, such as biochemistry, genetics, cell biology, and ecology, and explore advanced topics in plant biology and its applications.
--	--

PREREQUISITI

Italiano	È indispensabile la conoscenza delle nozioni di base impartite nei corsi di Matematica, Fisica, Chimica generale, Chimica organica, Biochimica e Botanica del corso di laurea.
English	<i>Knowledge of the basic concepts taught in the courses of Mathematics, Physics, General Chemistry, Organic Chemistry, Biochemistry, and Botany within the degree program is required.</i>

PROGRAMMA E CRONOPROGRAMMA

Italiano	Lezioni frontali (48 ore) Introduzione (4 ore) Le piante terrestri, principi unificanti. Strutture peculiari della cellula vegetale, ruolo nella fisiologia della pianta: la parete cellulare, composizione, modello strutturale e ruolo nella crescita per distensione. Il vacuolo, struttura e ruolo e nel trasporto dei soluti e nella crescita per distensione. Il cloroplasto, biogenesi, struttura e ruolo nel trasporto elettronico, nella sintesi di ATP e nell'organizzazione di CO_2 e NH_4^+. Trasporto (10 ore) Il trasporto dell'acqua nella pianta: struttura e caratteristiche chimico fisiche dell'acqua, il potenziale idrico del suolo, nella pianta e dell'aria. Assorbimento dell'acqua dalle radici e modello del trasporto xilematico, la teoria della coesione/tensione. Gli stomi, regolazione dell'apertura e della chiusura. Il compromesso fotosintesi traspirazione. Il trasporto dei soluti attraverso le membrane biologiche vegetali: Trasporto passivo, la diffusione, il potenziale elettrochimico, potenziale di diffusione, equazioni di Nernst e di Goldman. Proteine di trasporto, carriers, canali e pompe. Trasporto attivo primario: la H^+-ATPasi della membrana plasmatica, forza protomotrice, ruolo nella formazione del potenziale di transmembrana e nella regolazione del trasporto dei soluti. Trasporto attivo secondario, simporto e antiporto. Basi molecolari della regolazione della apertura stomatica, dell'assorbimento radicale e del trasporto floematico. Il trasporto floematico, sorgenti e pozzi, caricamento del floema, modello del flusso di pressione. Ruolo del floema nella ripartizione dei fotoassimilati. Fotosintesi e metabolismo (16 ore) Conversione dell'energia radiante in energia chimica: fotosintesi anossigenica e ossigenica; Clorofille e carotenoidi. L'assorbimento della luce, struttura dell'apparato fotosintetico, lo schema Z per il trasferimento elettronico. Fotoinibizione. Sintesi chemiosmotica di ATP. Bilancio energetico delle reazioni alla luce. L'organizzazione del carbonio: il ciclo di Calvin, reazioni, bilancio energetico e regolazione. Il ciclo per l'ossidazione fotorespiratoria del carbonio. Meccanismi di concentrazione dell'anidride carbonica: ciclo C4 e metabolismo acido delle crassulacee. Sintesi di amido e saccarosio. Allocazione e ripartizione dei fotoassimilati. Il ciclo del gliossilato. Fissazione biologica del nitrato e dell'azoto molecolare. Crescita e sviluppo (18 ore) Regolazione endogena della crescita e dello sviluppo delle piante: gli ormoni vegetali auxina, gibberelline, citochinine, acido abscissico ed etilene. Biosintesi, struttura, ruolo nella regolazione dei principali processi fisiologici e meccanismo di azione molecolare. Ruolo di acido abscissico ed etilene nella risposta agli stress. Regolazione da stimoli ambientali, la luce: risposte alla luce blu, risposte alla luce rossa. Recettori della luce rossa e della luce blu. I fitocromi, scoperta, struttura, spettri di assorbimento, caratteristiche delle risposte indotte dai fitocromi (IR, HR), spettri di azione. Funzioni ecologiche dei fitocromi, fotomorfogenesi, germinazione e fuga dall'ombra. Meccanismo di azione molecolare di fitocromo A e B. I ritmi circadiani e l'oscillatore endogeno. Il fotoperiodismo e la fioritura, transizione da meristema vegetativo a florale, geni implicati. Modello molecolare della "coincidenza esterna" per l'induzione della fioritura da parte della luce e ruolo dei fitocromi.
----------	--

	Esercitazioni in aula (10 ore) Meccanismo di regolazione della H⁺-ATPasi della membrana plasmatica (con analisi delle pubblicazioni inerenti) Tecniche biochimiche per la purificazione e l'analisi di componenti della cellula vegetale.
English	Lectures (48 hours) Introduction (4 hours) Terrestrial plants: unifying principles. Distinctive structures of the plant cell and their roles in plant physiology: the cell wall, its composition, structural model, and role in cell expansion growth; the vacuole, its structure and function in solute transport and cell expansion; the chloroplast, its biogenesis, structure, and role in electron transport, ATP synthesis, and the assimilation of CO₂ and NH₄⁺. Transport (10 hours) Water transport in plants: structure and physicochemical properties of water; water potential in the soil, within the plant, and in the atmosphere. Water uptake by roots and the model of xylem transport: the cohesion–tension theory. Stomata: regulation of stomatal opening and closure. The trade-off between photosynthesis and transpiration. Solute transport across plant biological membranes: passive transport, diffusion, electrochemical potential, diffusion potential, the Nernst equation, and the Goldman equation. Transport proteins: carriers, channels, and pumps. Primary active transport: the plasma membrane H⁺-ATPase, proton motive force, and its role in generating the transmembrane potential and regulating solute transport. Secondary active transport, symport and antiport. Molecular basis of the regulation of stomatal movements, root nutrient uptake, and phloem transport. Phloem transport: sources and sinks, phloem loading. The pressure-flow model of phloem transport. The role of the phloem in photoassimilate partitioning. Photosynthesis and Metabolism (16 hours) Conversion of radiant energy into chemical energy: anoxygenic and oxygenic photosynthesis; chlorophylls and carotenoids. Light absorption, structure of the photosynthetic apparatus, and the Z-scheme of electron transport. Photoinhibition. Chemiosmotic ATP synthesis. Energy balance of light reactions. Carbon assimilation: the Calvin cycle, reactions, energy balance and regulation. The photorespiratory carbon oxidation cycle. Carbon dioxide-concentrating mechanisms: C₄ photosynthesis and Crassulacean Acid Metabolism (CAM). Starch and sucrose biosynthesis. Allocation and partitioning of photoassimilates. The glyoxylate cycle. Biological nitrate assimilation and biological nitrogen fixation. Growth and Development (18 hours) Endogenous regulation of plant growth and development: plant hormones including auxin, gibberellins, cytokinins, abscisic acid, and ethylene. Biosynthesis, structure, roles in

	the regulation of major physiological processes, and molecular mechanisms of action. The roles of abscisic acid and ethylene in plant stress responses. Regulation by environmental stimuli – light: responses to blue light and red light. Blue-light and red-light photoreceptors. Phytochromes: discovery, structure, absorption spectra, characteristics of phytochrome-mediated responses (very low fluence responses, low fluence responses, and high irradiance responses), and action spectra. Ecological functions of phytochromes, photomorphogenesis, seed germination, and shade avoidance. Molecular mechanisms of phytochrome action. Circadian rhythms and the endogenous oscillator. Photoperiodism and flowering: transition from the vegetative to the floral meristem and the genes involved. Molecular model of the external coincidence mechanism for light-induced flowering and the role of phytochromes. Classroom exercises (10 hours) Mechanism of regulation of the plasma membrane H^+-ATPase (critical review of scientific publications related to the topic). Biochemical techniques for the purification and analysis of plant cell components.
--	---

TESTI ADOTTATI E BIBLIOGRAFIA DI RIFERIMENTO

Italiano	Bibliografia di riferimento: Fisiologia Vegetale. Lincoln Taiz- Eduardo Zeiger (quarta edizione). Edizioni PICCIN, Padova. Elementi di Fisiologia Vegetale (terza edizione). N. Rascio., S. Carfagna, S. Esposito, N. La Rocca, M. A. Lo Gullo, P. Trifilò, P. Trost, V. Vona. Edizioni EdiSes Università, Napoli. Saranno disponibili i file PDF delle lezioni nella classe virtuale creata sulla piattaforma Teams
English	<i>Reference Bibliography:</i> Plant Physiology (5th edition). Sinauer Associates Inc., Publisher (U S). Elementi di Fisiologia Vegetale (terza edizione). N. Rascio., S. Carfagna, S. Esposito, N. La Rocca, M. A. Lo Gullo, P. Trifilò, P. Trost, V. Vona. Edizioni EdiSes Università, Naples. <i>PDF files of the lectures will be available in the virtual classroom created on the Teams platform.</i>

DESCRIZIONE DELLE MODALITÀ DI SVOLGIMENTO E METODI DIDATTICI ADOTTATI

☒ In presenza ☐ A distanza

Italiano	Lezioni frontali in aula con proiezione di materiale didattico disponibile in anticipo nella classe virtuale Teams. Stimolazione della discussione e di domande relative all'argomento trattato, come verifica del grado di apprendimento.
----------	---

	Esercitazioni in aula con 1) esame e discussione di articoli scientifici inerenti la regolazione della pompa protonica della membrana plasmatica 2) illustrazione e applicazione di metodiche biochimiche per l'isolamento e l'analisi di componenti cellulari.
English	<i>Lectures in the classroom with projection of teaching materials made available in advance in the Teams virtual classroom. Encouragement of discussion and questions related to the topic covered, as a means of assessing the level of learning.</i> <i>Classroom exercises including: 1) examination and discussion of scientific articles concerning the regulation of the plasma membrane proton pump; 2) illustration and application of biochemical methods for the isolation and analysis of cellular components.</i>

MODALITÀ DI FREQUENZA

☐ frequenza obbligatoria ☒ frequenza facoltativa

DESCRIZIONE DELLE MODALITÀ DI FREQUENZA

Italiano	La frequenza alle lezioni e alle esercitazioni in aula è fortemente raccomandata ma non è obbligatoria.
English	<i>Attendance at lectures and classroom exercises is strongly recommended but is not mandatory.</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

Mauro Marra, Sabina Visconti, Lorenzo Camoni

DESCRIZIONE DELLE MODALITÀ E DEI CRITERI DI VERIFICA DELL'APPRENDIMENTO

Italiano	Colloquio orale con domande relative ai diversi temi del corso, cercando di stimolare e verificando le capacità di ragionamento dello studente e di collegamento tra i diversi temi trattati. Voto espresso in trentesimi, secondo la seguente scala di valutazione. Non idoneo: importanti carenze e/o inaccurately nella conoscenza e comprensione degli argomenti; limitate capacità di analisi e sintesi, frequenti generalizzazioni e limitate capacità critiche e di giudizio. Gli argomenti sono esposti in modo non coerente e con linguaggio inappropriato. 18-21: lo studente ha acquisito i concetti di base della disciplina, modo di esprimersi e linguaggio sufficientemente corretti e appropriati.
----------	--

	22-25: lo studente ha acquisito in maniera approfondita i concetti di base della disciplina, ed è adeguatamente in grado di effettuare i collegamenti fra le varie materie. Presenta linearità nella strutturazione del discorso. Il linguaggio è appropriato e corretto. 26-29: lo studente possiede un bagaglio di conoscenze completo e ben strutturato. È in grado di applicare e rielaborare in maniera autonoma, senza alcun errore, le conoscenze acquisite. Evidenzia ricchezza di riferimenti e capacità logico-analitiche con un linguaggio fluido, appropriato e vario. 30 e 30 e lode: lo studente possiede un bagaglio di conoscenze completo e approfondito. Sa applicare conoscenze a casi e problemi complessi ed estenderle a situazioni nuove. I riferimenti culturali sono ricchi e aggiornati. Si esprime con brillantezza e perfetta proprietà di linguaggio.
English	<i>Oral examination consisting of questions on the different topics covered in the course, aimed at stimulating and assessing the student's reasoning abilities and ability to make connections between the various topics.</i> <i>The grade is expressed on a scale of 30, according to the following evaluation criteria:</i> Fail: <i>important deficiencies and/or inaccuracies in the knowledge and understanding of the topics; limited capacity for analysis and synthesis, frequent generalizations and limited critical and judgment skills. Topics are presented inconsistently and with inappropriate language.</i> 18-21: <i>the student has acquired the basic concepts of the subject; expression and language are sufficiently correct and appropriate.</i> 22-25: <i>the student has acquired a solid understanding of the basic concepts of the subject and is adequately able to make connections between the different topics. The presentation is logically structured. The language is appropriate and correct.</i> 26-29: <i>the student possesses a complete and well-structured body of knowledge. They are able to apply and independently rework the acquired knowledge without errors. They demonstrate a richness of references and strong logical-analytical skills, with fluent, appropriate, and varied language.</i> 30 and 30 with honors (30 cum laude): <i>the student possesses a complete and in-depth body of knowledge. They are able to apply knowledge to complex cases and problems and extend it to new situations. Cultural references are rich and up to date. They express themselves with excellence and perfect mastery of language.</i>