

Asignatura Fisiología Vegetal. 3^{er} curso de la Licenciatura en Biología (Plan 1997 a extinguir)

Profesores tutores

Se encargarán de la atención a los estudiantes matriculados durante el curso académico. Además, serán los responsables de la redacción del examen y de su corrección. El profesor responsable de las actas será el Prof. Antonio Ocaña Cabrera.

Los profesores son:

Carmen Lluch Plá
Dolores Garrido Garrido
José María Ramos Clavero
Antonio Ocaña Cabrera

Criterios de evaluación para los próximos cursos en que ya no se impartirán clases de la asignatura:

1. Se hará un examen final del contenido completo del programa de la asignatura, valorándose de 0 a 10 puntos. Dicho examen constará de 20 preguntas de respuesta breve (máximo tres o cuatro renglones por cada respuesta). Alguna de las preguntas podrá ser un problema numérico. Para aprobar la asignatura habrá que obtener como mínimo 5 puntos, y tener realizadas y superadas las prácticas de laboratorio en años anteriores.
2. Los alumnos que no hayan realizado y superado las prácticas de laboratorio en años anteriores, además del examen teórico, harán un examen de los contenidos del programa de prácticas. Dicho examen se valorará como "Apto" o "No apto", y superarlo será condición imprescindible para poder aprobar la asignatura.

Índice de temas de teoría

Tema 1.- Introducción a la Fisiología Vegetal. Definición de Fisiología Vegetal. Características funcionales de los sistemas vivientes en general y de los vegetales en particular. Los límites de la Fisiología Vegetal con respecto a otras disciplinas. Estado actual de la Fisiología Vegetal.

Tema 2.- Fotosíntesis: generalidades. Definición de fotosíntesis. Originalidad e importancia del proceso fotosintético. Descubrimiento del proceso fotosintético y de la ecuación general de la fotosíntesis. Ecuación general de la fotosíntesis. Consideraciones energéticas. Estudio esquemático de las etapas de la fotosíntesis.

Tema 3.- Luz y pigmentos fotosintéticos. Espectro de acción de las estructuras fotosintéticas y espectro de acción de la fotosíntesis. Estructura y distribución de los pigmentos fotosintéticos. Biosíntesis de clorofilas. Biosíntesis de carotenoides. Organización de los pigmentos fotosintéticos en los tilacoides. Las bases estructurales de la fotosíntesis.

Tema 4.- El aparato fotosintético. Tipos de aparato fotosintético. Tipos de plastos presentes en las plantas superiores. Estructura del cloroplasto. Ultraestructura del cloroplasto. Doble unidad de membrana externa. Estructura tilacoidal. Estroma. Origen y evolución de los cloroplastos.

Tema 5.- Etapa fotoquímica I: generación del poder reductor. Introducción. Reacciones fotoquímicas iniciales. Transferencia de energía en las plantas superiores. Estudio de los dos fotosistemas del cloroplasto. Complejo citocromo b6/f. Transporte de electrones entre los dos fotosistemas. Complejo recolector de luz de clorofila a/b (LHC).

Tema 6.- Etapa fotoquímica II: fotofosforilación. Introducción. Tipos de fotofosforilación. Mecanismo de la fotofosforilación: Teoría quimiosmótica de Mitchell. Estudio del complejo CF₀-CF₁ ATP sintetasa. Lugares de conservación de la energía en la fotofosforilación.

Tema 7.- Asimilación fotosintética del CO₂: el ciclo C₃. Ciclo de Calvin. Introducción. Características anatómicas de las plantas C₃. Ciclo de Calvin o ciclo C₃. Estructura y función de la rubisco. Regulación. Las vías de salida del ciclo de Calvin. Transferencia de energía y poder reductor entre cloroplasto y citoplasma.

Tema 8.- Fotorrespiración. Descubrimiento de la fotorrespiración. Métodos de medida. Acción de los factores externos e internos. Mecanismo de la fotorrespiración y su regulación. Importancia de la fotorrespiración en la productividad vegetal.

Tema 9.- Asimilación fotosintética del CO₂ en plantas C₄. Introducción. Características anatómicas de las plantas C₄. Ciclo C₄. Carboxilación fotosintética primaria. Carboxilación fotosintética secundaria. Regulación. Ventajas del metabolismo C₄. Especies intermedias C₃/C₄.

Tema 10.- Asimilación fotosintética del CO₂ en plantas CAM. Introducción. Plantas CAM y suculencia. Características anatómicas de las plantas CAM. Mecanismo del ciclo CAM: Carboxilación nocturna. Carboxilación diurna. Regulación. Adaptaciones de las plantas CAM.

Tema 11.- Factores que afectan a la fotosíntesis. Introducción. Concepto de factor limitante. Influencia de los factores externos e internos sobre la fotosíntesis.. Tasa de fotosíntesis y productividad vegetal. Métodos de medida de la fotosíntesis.

Tema 12.- Asimilación del nitrógeno y del azufre. El ciclo del nitrógeno y las plantas. Fijación biológica del nitrógeno. Reducción asimiladora de los nitratos. Acumulación del amonio en las plantas. Control de la asimilación del nitrógeno por la planta. Reducción asimiladora del sulfato. Ciclo del azufre y las plantas. Absorción y transporte del sulfato por las plantas. Activación del sulfato. Reducción asimiladora del sulfato. Regulación de la reducción asimiladora del sulfato.

Tema 13.- Respiración en los vegetales. Procesos anaeróbicos de oxidación: Glucólisis y fermentación. Mitocondrias vegetales. Formación del acetyl-CoA y ciclo de Krebs. Cadena de transporte de electrones. Sistemas NADH-deshidrogenasas. Fosforilación oxidativa. Rendimiento energético. Respiración resistente al cianuro. Ciclo de las pentosas fosfato. Factores que afectan a la respiración. Métodos de medida de la respiración.

Tema 14.- El agua en las plantas. Importancia del agua para las plantas. Contenido de agua en las plantas. Efecto de la disponibilidad de agua sobre la estructura vegetal. Adaptación. Estructura y propiedades del agua. Potencial hídrico. Componentes del potencial hídrico. Tipos de movimientos del agua. Flujo de masas. Difusión. Osmosis.

Tema 15.- Relaciones hídricas en células y tejidos vegetales. Estructuras celulares y su papel en la ósmosis. Componentes del potencial hídrico en las células vegetales. Sistema osmótico en la célula. Medida del potencial hídrico y sus componentes.

Tema 16.- Transpiración y estomas. Concepto de transpiración. Transpiración estomática. Funcionamiento de los estomas. Movimientos de los estomas. Anatomía y citología de los estomas. Factores que afectan al movimiento de los estomas. Mecanismos de control fisiológico de la apertura estomática. Apertura y cierre de estomas en luz y oscuridad. Métodos de medida de la transpiración. Factores que influyen sobre la velocidad de la transpiración. Importancia de la transpiración. Pérdida de agua en estado líquido por las plantas.

Tema 17.- Transporte del agua a través de la planta. El agua en el suelo y su disponibilidad para las plantas. Transporte del agua desde el suelo a través de la raíz. Concepto de apoplasto y simplasto. Paso del agua a través de la raíz. Fuerza impulsora del agua a través de la raíz. Transporte del agua desde la raíz hasta las hojas. Estructura del xilema. Mecanismos de ascenso de la solución del xilema. La cavitación, causas y mecanismos de defensa.

Tema 18.- Transporte por el floema. El floema como sistema conductor de solutos. Estructura del floema. Sustancias transportadas por el floema. Características del transporte por el floema. Carga y descarga de los tubos cribosos. Mecanismos de transporte por el floema. Efecto de los factores ambientales sobre el transporte por el floema. Partición de asimilados en la planta.

Tema 19.- Nutrición mineral. Generalidades. Métodos de detección de los elementos minerales en las plantas. Métodos analíticos y sintéticos.. Relaciones cuantitativas entre el suministro de nutrientes y el crecimiento de la planta. Clasificación de los elementos minerales encontrados en los vegetales. Macronutrientes aniónicos y catiónicos: Nitrógeno, potasio, calcio, magnesio, fósforo y azufre. Abundancia en el suelo. Formas disponibles para las plantas. Síntomas de deficiencias. Funciones fisiológicas. El potasio y su relación con la economía hídrica de la planta. El calcio y la calmodulina. Micronutrientes aniónicos y catiónicos: Cloro, boro, hierro, manganeso, zinc, cobre, níquel y molibdeno. Abundancia en el suelo. Formas disponibles para las plantas. Síntomas de deficiencias. Funciones fisiológicas.

Tema 20.- Transporte de nutrientes a través de las membranas. Transporte pasivo. Difusión y ósmosis. Equilibrio Donnan. Intercambio iónico. Flujo en masa. Transporte activo. Fuerzas que actúan sobre los iones: Ecuación de Nerst. Naturaleza del potencial de membrana. Energética. Mecanismos de absorción activa de nutrientes. Transportadores. Bombas. Canales iónicos. Cinética. Regulación de la absorción iónica.

Tema 21.- Absorción de nutrientes y su distribución por la planta. La raíz como órgano de absorción. Movimiento radial de los iones en la raíz. Transporte a la parte aérea. Composición de la solución del xilema. Deposición. Transporte secundario. Reutilización metabólica. Regulación de la absorción. Absorción foliar de nutrientes. El coste energético de la nutrición mineral.

Tema 22.- El crecimiento y diferenciación vegetal. Introducción. Concepto de crecimiento. Localización. Meristemas. Mecanismos de regulación del crecimiento vegetal. Concepto de diferenciación. Mecanismos de la diferenciación en plantas. Totipotencia.

Tema 23.- Hormonas vegetales. Definición de hormona vegetal. Clasificación de las hormonas vegetales. Concepto de sensibilidad diferencial a las fitohormonas. Receptores de las hormonas. Efectos de las hormonas vegetales sobre la actividad genética. Lugares de actividad hormonal.

Tema 24.- Auxinas. Descubrimiento. Localización, extracción, purificación y valoración. Tipos de auxinas. Relación estructura-actividad. Rutas biosintéticas del AIA. Regulación de los niveles de auxinas: biosíntesis y degradación. Transporte. Efectos fisiológicos. Mecanismo de acción. Las auxinas y la expresión génica. Las auxinas y la pared celular.

Tema 25.- Giberelinas. Descubrimiento. Naturaleza química. Localización, extracción y valoración. Relación estructura-actividad fisiológica. Biosíntesis de giberelinas. Rutas biosintéticas. Regulación de la biosíntesis. Localización de la biosíntesis. Transporte. Efectos fisiológicos. Control genético en la elongación del tallo. Fotoperiodo y elongación del tallo. Desarrollo del fruto. Mecanismo de acción de las giberelinas. División y elongación celular. Expresión génica.

Tema 26.- Citoquininas. Descubrimiento. Tipos. Localización, extracción y valoración. Distribución y transporte. Biosíntesis. Lugares de síntesis. Rutas biosintéticas. Papel de los derivados glucosídicos. Actividad fisiológica. Diferenciación: control del crecimiento de brotes y raíces. Senescencia de las hojas. Floración. Mecanismo de acción. Receptores de citoquininas.

Tema 27.- Acido abscísico. Descubrimiento y estructura. Localización, extracción y valoración. Transporte. Biosíntesis. Regulación de la biosíntesis. Inactivación del ABA. Acciones fisiológicas. Relaciones hídricas. Latencia y desarrollo de la semilla. Tolerancia al estrés. Sequía. Efectos sobre el crecimiento. Congelación y tolerancia a la salinidad. Heridas y lesiones mecánicas. Mecanismo de acción.

Tema 28.- Etileno. Descubrimiento del etileno como fitohormona. Valoración y cuantificación. Biosíntesis. Papel de las fitohormonas en la biosíntesis del etileno. Factores externos que afectan a la biosíntesis. Acciones fisiológicas del etileno. Modo de acción. Etileno como efector y modulador de otras fitohormonas.

Tema 29.- Otras hormonas vegetales. Poliaminas. Brasinoesteroides. Oligosacarinas. Acido salicílico. Sistemina. Oxido nítrico. Otros compuestos con actividad reguladora.

Tema 30.- Fisiología de las plantas en condiciones adversas. Introducción. Respuestas de las plantas a condiciones adversas: adaptación, aclimatación, resistencia o tolerancia. Etapas de la respuesta. Estrés biótico: patógenos. Estrés abiótico: sequía, salinidad, temperaturas extremas, exceso de intensidad luminosa, contaminantes ambientales, metales pesados. Respuestas generales frente al estrés.

Programa de prácticas

1.- Morfología.

1.1.- Estudio de la estructura foliar de plantas C3, C4 y CAM. Corte transversal del tallo de mono y dicotiledóneas.

2.- Fotosíntesis.

2.1.- Efecto de la temperatura y de la intensidad luminosa sobre la velocidad de la fotosíntesis.

2.2.- Aislamiento de cloroplastos y determinación de la reacción de Hill.

3.- El agua en las plantas.

3.1.- Determinación del potencial osmótico del contenido celular por el método plasmolítico.

3.2.- Medida del potencial hídrico de un tejido según el método de Chardakov.

4.- Nutrición mineral.

4.1.- Determinación de cloruros en extractos celulares vegetales.

4.2.- Determinación de nitratos en extractos celulares vegetales.

4.3.- Determinación de la actividad nitrato reductasa.

Bibliografía

Teoría:

- AZCÓN-BIETO, J. y TALÓN, M. 2ª ed (2008): Fundamentos de Fisiología Vegetal. McGraw-Hill Interamericana. Madrid.
- BARCELO COLL, J.; NICOLAS RODRIGO, G.; SABATER GARCIA, B. y SANCHEZ TAMES, R. (2001): Fisiología Vegetal Ed. Pirámide, Madrid.
- BUCHANAN, B.B.; GRUISSEM, W. y JONES, R.L. (2000): Biochemistry & Molecular Biology of Plants. American Society of Plant Physiologists. Drake Int. Services, Oxford.
- GIL MARTINEZ, F. (1995): Elementos de Fisiología Vegetal. Ed. Mundi-Prensa, Madrid.
- HOPKINS W.G. (2002): Introduction of Plant Physiology. John Wiley and Son.
- RAVEN, P.H., EVERT, R.F. and EICHHORN, S.E. (1999): Biology of Plants (sixth ed.). W.H. Freeman and Company Worth Pub. New York.
- SALISBURY, F.B. y ROSS, C.W. (2000). Fisiología de las plantas. Paraninfo, Madrid.
- TAIZ, L. y ZEIGER, E. 5ª ed. (2010): Plant Physiology. Sinauer Associates. Sunderland, Massachusetts.
- THOMAS, B.; MURPHY, D.J. y MURRAY, B.G. (2003): Encyclopedia of Applied Plant Sciences. Academic Press.
- VICENTE, C. y LEGAZ, M. (2000): Fisiología Vegetal Ambiental. Pirámide, Madrid

Prácticas:

- GARCIA DEL MORAL, L.F.; LIGERO LIGERO, F.; ROMERO MONREAL, L. y SANCHEZ CALLE, I. (1979): Prácticas de Fisiología Vegetal. Ediciones Universidad de Granada.
- KALRA, Y.P. (1988): Handbook of reference. Methods for plant analysis. Springer.

- ROVALO MERINO, M.J. y ROJAS GARCIDUEÑAS, M. (1982): Fisiología Vegetal. Prácticas de Laboratorio. Limusa, México.
- SANCHEZ DIAZ, M.; APARICIO TEJO, P. y PEÑA CALVO, J.I. (1980): Prácticas de Fisiología Vegetal. Ediciones Universidad de Navarra, Pamplona.
- TRIGIANO R.N., GRAY D.J. 2000. Plant Tissue Concepts and Laboratory Exercises. CRC Press, Boca Raton, Florida.