



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA
Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales
República Argentina

Programa de:

Fisiología Vegetal

Código: 1616

Carrera: Ciencias Biológicas
Profesorado en Ciencias Biológicas

Escuela: Biología

Departamento: Fisiología

Plan: 261-90

271-90

Carga Horaria: 90

Semestre: Quinto

Carácter: Obligatoria

Créditos: 9

Hs. Semanales: 5,5

Año: Tercero

Objetivos:

- Conocer el contexto histórico, presente y futuro de la Fisiología Vegetal y su relación con otras disciplinas científicas
- Comprender los procesos a nivel de célula, órgano, individuo y población, en la adquisición y utilización de los recursos hídricos, lumínicos y minerales que sustentan el crecimiento y desarrollo de las plantas, y las respuesta de éstas frente a condiciones limitantes por defecto o por exceso.
- Conocer los determinantes endógenos y exógenos que modulan el crecimiento, diferenciación y muerte en las plantas.

Programa Sintético:

1. Campo y objetivos de la Fisiología Vegetal. Relaciones con otras ciencias.
2. Morfología y fisiología celular.
3. Fotosíntesis. Ubicación sub celular del proceso. El cloroplasto. Mecanismos de la fotosíntesis. Reacciones claras y oscuras. Fotosíntesis en plantas C3 y C4. Metabolismo CAM. La fotosíntesis y su relación con otras vía metabólicas.
4. Respiración. Tipos. Respiración aeróbica. Ubicación sub celular. Mecanismo. Fermentación. Ciclo de pentosas. Significado biológico. Fotorrespiración. Concepto. Localización. Mecanismo.
5. Metabolismo del nitrógeno. Fuentes de N. Reducción completa de nitratos. Ubicación en la planta y en la célula. Nitrato y nitrito.
6. Reductasa en plantas superiores: estructura y actividad catalítica. Fijación del N atmosférico. La nitrogenasa. La fijación del N en leguminosas. Regulación. La formación de aminoácidos: mecanismo y localización subcelular.
7. Nutrición mineral. Absorción de sales por la célula. Mecanismos. Funciones de las sales minerales. Absorción de sales por la planta. Mecanismos. Movimiento de los minerales en la planta.
8. Agua. Magnitudes osmóticas. El movimiento del agua entre las células. La absorción del agua por la planta. El movimiento del agua por la planta. Transpiración. Mecanismo. Movimiento estomático. Gutación. Relaciones suelo-agua-planta.
9. Germinación. Fisiología de la germinación. Regulación. Latencia en semillas. Longevidad de semillas y pérdida de viabilidad.
10. Crecimiento vegetativo. Curva de crecimiento. Etapas del crecimiento vegetativo. Regulación. Hormonas. Tipos. Actividad fisiológica. Aplicaciones en la agricultura.
11. Envejecimiento. Etapas. Crecimiento reproductivo: floración. Regulación la floración. Fotoperiodismo. Vernalización. Envejecimiento de órganos: características. Regulación.
12. Estrés. Resistencia, aclimatación y adaptación. Tipos de estrés. Respuestas generales y específicas de la planta a los distintos factores estresantes. Daños y respuestas adaptativas.

Programa Analítico: de foja 2 a foja 5

Programa Combinado de Examen (si corresponde): NA

Bibliografía: foja 5

Correlativas Obligatorias: Morfología Vegetal, Química Biológica, Bioestadística I, Física II

Correlativas Aconsejadas:

Rige: 2003

Aprobado HCD,

Fecha:

El Secretario Académico de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales (UNC) certifica que el programa está aprobado por el (los) número(s) y fecha(s) que anteceden. Córdoba, / /

Carece de validez sin la certificación de la Secretaría Académica



PROGRAMA ANALITICO

LINEAMIENTOS GENERALES

En la actualidad Fisiología Vegetal es una asignatura obligatoria del Ciclo básico del Plan de Estudios (Plan 90) de Ciencias Biológicas (153-HCD-89) y del Profesorado en Ciencias Biológicas (144-HCS-89) con una carga horaria de 90 h con régimen un cuatrimestral. Teniendo como asignaturas correlativas a Morfología Vegetal, Química Biológica, Estadística y Biometría y Física II y siendo correlativa Biología del Desarrollo Vegetal y Biogeografía

La Fisiología Vegetal es una disciplina de la biología experimental que en los últimos años ha tenido un crecimiento exponencial; dado, por una parte, por la constante generación de conocimiento por la investigación básica que ha consolidado el corpus teórico de esta disciplina; y permitido la transferencia y generación conocimientos aplicados, demandados por la necesidad de producir alimentos en cantidad y calidad y en forma sustentable frente a un panorama de cambio climático global, para una humanidad crecimiento demográfico.

En la actualidad bajo el nombre de Fisiología Vegetal, se agrupan y relacionan diferentes disciplinas de la Biología Vegetal, clásicas como Botánica, Química, Bioquímica y Genética; y modernas como las "ómicas": Genómica, Genómica Funcional, Transcriptómica, Proteómica, Metabolómica e Interactómica. La generación de información y conocimientos, resultan inabordables sin el desarrollo y manejo de herramientas Bioinformáticas. Asimismo, de la mano de las potentes técnicas de microscopía actuales, que permiten observar tanto la estructura como la función, el desarrollo de la Biología Celular Vegetal ha sido de particular impacto.

El objetivo general de la asignatura es que el alumno adquiera en forma activa conocimientos sobre los procesos a nivel de célula, órgano, individuo y población que sustentan el crecimiento, desarrollo y productividad de las plantas y la influencia de condiciones ambientales normales y de estrés; y desarrolle pensamiento crítico y una actitud científica frente a la realidad a través de la indagación permanente, método hipotético deductivo y experimentación.

METODOLOGIA DE ENSEÑANZA

Se pretende que el alumno sea un sujeto activo del proceso, por lo que se propone que en diferentes medida tanto las clases teóricas como prácticas sean espacios participativos que permitan la adquisición de conocimientos, pensamiento crítico y actitud científica en forma interactiva y a través de la experimentación y la utilización del método científico.

La impartición de la asignatura comprenderá dos tipos de actividades: clases teóricas y clases prácticas de laboratorio. Las clases teóricas se organizarán en cinco unidades temáticas (ver programa) y tendrán un régimen de dos módulos semanales de 90 min. durante 14 semanas. Las mismas tendrán como objetivo la exposición y discusión de los aspectos relevantes de los temas del programa. Para esto se pretende que el alumno asista a clases con los temas leídos y que además complemente los temas impartidos con la ayuda de la bibliografía. Durante el desarrollo de las mismas se vincularan los contenidos de la asignatura con situaciones de ambientes naturales y agronómicos.

El trabajo práctico de laboratorio se desarrollará en forma grupal, y tendrá por eje el desarrollo de un proyecto de investigación sobre los procesos involucrados en el crecimiento y desarrollo de la plantas bajo condiciones normales y limitantes, focalizándose en balance hídrico, fotosíntesis, nutrición mineral y efecto de reguladores del crecimiento. En este contexto los alumnos se entrenarán en: el planteo de problemas, estrategias y técnicas experimentales para solucionarlos, técnicas y determinaciones de uso común en Fisiología Vegetal, sistematización, análisis, discusión y exposición de resultados en forma escrita y oral. Asimismo, los alumnos impartirán seminarios de publicaciones científicas periódicas sobre temas relacionados a sus proyectos de investigación.

EVALUACION

Los alumnos son evaluados de las siguientes maneras:

Pruebas parciales de evaluación: Se tomarán dos evaluaciones parciales teórico- práctico en el transcurso del periodo lectivo. Para la aprobación se considera un porcentaje de resolución de los temas del 60%

La inasistencia a una evaluación se considerará como No aprobado.

Se podrá recuperar uno de los dos parciales por inasistencia o aplazo.

Promoción: No existe promoción total o parcial de la materia.



Alumnos Regulares: Para obtener la regularidad el alumno deberá tener aprobados los parciales teóricos-prácticos, el trabajo de investigación y una asistencia a clases prácticos no inferior al 80%

Alumnos Libres: Son los que no hayan alcanzado la condición de Regular.

Examen Final: Como alumno regular es necesario dar un examen teórico compuesto de una instancia escrita y una oral. Ambas instancias deben estar aprobadas.

Como alumno en condición libre debe rendir previamente un examen práctico

CONTENIDOS TEMATICOS

Tema 1: Introducción

Qué se entiende por Fisiología Vegetal. Relaciones con las otras ciencias. Bibliografía: libros y revistas especializadas.

Tema 2: La célula vegetal

Repaso de la morfología y función de los constituyentes celulares: pared celular, citoplasma, núcleo, cloroplastos, mitocondrias, ribosomas, peroxisomas, vacuolas.

Tema 3: La obtención de energía

3.1 Fotosíntesis y respiración

Fotosíntesis. Naturaleza del fenómeno fotosintético y su significado biológico: la transformación de la energía radiante en energía química. Ubicación subcelular del proceso.

Pigmentos de los cloroplastos. Clorofilas, carotenoides: tipos y función. La absorción de la luz por los pigmentos fotosintéticos: estado basal y estados excitados.

La estructura membranosa del cloroplasto y su relación con la reacción clara de la fotosíntesis. Reacción clara. Generalidades. Los fotosistemas y las reacciones asociadas a ellos: reacciones fotofísicas y bioquímicas. El papel de la luz. Los productos de la reacción clara: evolución del oxígeno y fotólisis del agua, la formación del NADH y del ATP. Mecanismos de exportación de poder reductor desde el cloroplasto hacia otras partes de la célula. Rendimiento cuántico: concepto.

La reacción "oscura": el ciclo de Calvin. Su existencia en plantas C3 y C4. Ubicación en el cloroplasto. Productos iniciales, intermedios y finales. La utilización de los productos de la reacción clara en la fijación y reducción del CO₂.

La fotorrespiración como proceso fotosintético. Concepto. Localización subcelular del proceso y mecanismo.

Mecanismos de concentración del CO₂ en el cloroplasto. Fotosíntesis en plantas C4. Cloroplastos dimórficos. Tipos de plantas C4. La fijación y reducción del CO₂ en plantas C4: localización tisular y subcelular. Mecanismo.

Otros mecanismos de concentración del CO₂ en las células fotosintéticas. El caso de cianobacterias, algas verdes y angiospermas acuáticas. El mecanismo en crasuláceas: la fijación y reducción del CO₂ en crasuláceas. Semejanzas y diferencias con las plantas C3 y C4.

Respiración: Concepto. Significado biológico. Sustratos respirables. Ubicación subcelular. La mitocondria como sitio de la respiración aeróbica: relación estructura-función.

Fermentación: mecanismo, productos finales. Su importancia relativa durante las etapas de la ontogenia de la planta.

La respiración aeróbica. Concepto. Mecanismo: Glicólisis y ciclo de Krebs. La cadena respiratoria: descripción y ubicación en la mitocondria. Semejanzas y diferencias con la reacción clara de la fotosíntesis. Productos de la respiración aeróbica: ATP, coenzimas reducidas, ácidos orgánicos. Relaciones con otras vías metabólicas.

Cociente respiratorio: concepto. Factores que afectan la respiración. Fotosíntesis y respiración: punto de compensación y concentración de compensación del CO₂. Comparación entre plantas C3 y C4.

El ciclo oxidativo de las pentosas. Breve descripción. Su significado fisiológico.

Fotorrespiración. Concepto. Localización subcelular del proceso y mecanismo. Respiración y fotorrespiración: diferencias fundamentales.

Tema 4: La utilización de la energía

4.1. Metabolismo del Nitrógeno

Las posibles fuentes de nitrógeno para el vegetal. El nitrato como fuente de N. La reducción de nitratos y nitritos en la célula: mecanismo general y localización subcelular. Enzimas intervinientes.

Nitrato reductasa en procariotas y en eucariotas: semejanzas y diferencias. La nitrato reductasa asimilatoria de plantas superiores: actividad catalítica. Estructura de la proteína: subunidades; dominios estructurales y funcionales. Dadores de electrones. Sitios activos. Regulación de la actividad.

Nitrito reductasas asimilatorias y disimilatorias: concepto. Tipos de nitrito reductasas. La nitrito reductasa de plantas superiores. Dadores de electrones. Los transportadores de electrones hacia el nitrito: el grupo Fe S y el grupo sirohemo. La reducción de nitritos como proceso fotosintético.

Relación entre fotosíntesis y reducción total de nitratos en plantas C3 y C4



La reducción de nitratos y nitritos en la planta: localización de los procesos.

Fijación de nitrógeno atmosférico: el complejo nitrogenasa. Posibles dadores de electrones. Receptores naturales y artificiales de electrones. Regulación de su actividad. Fijación del N atmosférico en leguminosas. Estructura del nódulo. Interrelación nódulo / planta en la fijación biológica del nitrógeno (FBN). Factores que regulan la FBN. La FBN en cianobacterias.

Nitrógeno orgánico. La incorporación del N a los compuestos orgánicos: formación de aminoácidos. Las enzimas que intervienen en el proceso. Localización subcelular. La formación de aminoácidos como proceso fotosintético. La formación de aminoácidos en las mitocondrias.

4.2. Nutrición Mineral

Los elementos minerales en la célula. Elementos esenciales y no esenciales. Criterios de esencialidad. Métodos para determinarla. Macro y microconstituyentes: concepto. Papeles general y específicos de los elementos esenciales en la célula.

Cultivo en soluciones nutritivas minerales: composición de las mismas. Algunos medios de cultivo utilizados. El análisis foliar como método para detectar deficiencias minerales: concepto.

La absorción de sales por la célula. Mecanismos de transporte de solutos a través de membranas. Transporte activo y pasivo: mecanismos, semejanzas y diferencias. Transporte activo de solutos con y sin intervención del ATP. Mecanismos pasivos: difusión simple y facilitada; equilibrio de Donnan.

Absorción de nutrientes por la planta. El mecanismo de absorción por las raíces. Trayectoria de las sales minerales en la raíz: apoplasto y simplasto.

Movimiento de solutos en las plantas. Aspectos generales. Movimiento hacia abajo y hacia arriba de solutos orgánicos. Transporte por el floema: Carga y descarga del floema. Movimiento de solutos. Mecanismos.

4.3. Agua y Balance Hídrico

Contenido de agua y distribución en la célula. Magnitudes osmóticas. Potencial químico del agua. Potencial hídrico y osmótico; potencial de pared: conceptos. Relaciones entre ellos.

El movimiento del agua inter/intracelular: fuerzas que lo regulan. El estado hídrico de las células: parámetros y métodos de determinación.

El agua en la planta: absorción pasiva y absorción activa; concepto e importancia relativa. Mecanismos. Absorción pasiva y transpiración. Absorción activa y acumulación de solutos en el xilema. Trayectoria del agua en la raíz.

El movimiento del agua en las plantas: el traslado desde las raíces hasta la parte aérea. Teorías. Presión de raíz: concepto e importancia.

Pérdida del agua por el vegetal. Transpiración y gutación. La transpiración como un caso especial de evaporación. La evaporación del agua a través de poros pequeños. Factores que afectan la transpiración. Métodos para medirla. Apertura y cierre estomático: mecanismo y regulación.

Relaciones entre el agua y los distintos tipos de suelo y la planta. Marchitamiento temporario y permanente: concepto. Capacidad de campo y punto de marchitez permanente: concepto, importancia y valores habituales. Periodos críticos de humedad: concepto

4.4. Germinación y crecimiento vegetativo

4.4.1. Germinación

Fisiología de la germinación. Procesos tempranos (imbibición de la semilla, reorganización de las membranas, reorganización del DNA, reanudación de la respiración) y tardíos (movilización de reservas, crecimiento). La germinación en cebada: descripción del proceso. Regulación de la germinación por condiciones ambientales: agua, oxígeno, temperatura. Regulación por luz: tipos de semillas según su reacción a la luz blanca. Efecto de la calidad de la luz. El fitocromo: definición. Ubicación subcelular. Reacción de inducción reversión y de alta energía. Regulación de la germinación por factores endógenos.

Latencia. Definición. Métodos para romper la latencia en semillas.

La longevidad de las semillas. Pérdida de viabilidad: algunas teorías que la expliquen.

4.4.2. Crecimiento Vegetativo

Crecimiento vegetativo. Concepto. Curva de crecimiento. Fases del crecimiento vegetativo: división celular, alargamiento y diferenciación. Parámetros de crecimiento. Factores ambientales que afectan al crecimiento. Temperatura y termoperiodicidad. Luz: intensidad y calidad.

Reguladores endógenos del crecimiento. Las hormonas del crecimiento. Concepto y definición. Pruebas biológicas y bioquímicas para su determinación: concepto y ejemplos. Clasificación de las fitohormonas. Las auxinas. Constitución química. Biosíntesis. Auxinas libre y ligada. Traslado. Regulación por auxinas del alargamiento celular. Otras hormonas involucradas. Otros efectos de las auxinas. Giberelinas, citocininas.

Las hormonas del estrés: ácido absísico y etileno. Biosíntesis. Efectos biológicos. Otras hormonas vegetales

Movimientos de crecimiento: tipos. Tropismos. Fototropismo. Participación de las auxinas en su regulación. Geotropismo negativo en tallos: hormonas involucradas. Geotropismo positivo de raíces: participación de hormonas e inhibidores del crecimiento.



Algunas aplicaciones de los reguladores del crecimiento en la agricultura.

4.5. Envejecimiento

Envejecimiento del organismo. Ontogenia: concepto. Las etapas juvenil, madura y senil. Características. El crecimiento reproductivo como parte de la fase de madurez: la floración y su regulación por la luz. Clasificación de las plantas según su reacción fotoperiódica. Intervención del fitocromo en la regulación de la floración. El estímulo de la floración. Captación, transmisión y movimiento. Inhibición transmisible. La inducción fotoperiódica. Persistencia de la inducción. Hormonas y floración. Regulación por temperatura: vernalización. Concepto. Captación del estímulo. Vernalización en planta. Devernalización. El envejecimiento foliar: algunos procesos fisiológicos que lo caracterizan. Factores que regulan el envejecimiento foliar.

4.6. Fisiología de la planta bajo estrés

Estrés: concepto. Resistencia, aclimatación y adaptación: conceptos. Agentes estresantes: tipos. Respuestas de la planta a los distintos tipos de estrés: daños y respuestas adaptativas. Respuestas metabólicas al estrés. La degradación de proteínas durante el estrés producido por distintos factores: el papel de la ubiquitina. Estrés por temperatura: efecto de las bajas temperaturas; agentes crioprotectores; efecto de la temperatura elevada; las proteínas del "golpe de calor" (heatshock proteins). Estrés hídrico: las dehidrinas y otras proteínas de la embriogénesis tardía (LEA proteins). La luz como agente estresante. Estrés salino y estrés iónico. Estrés mecánico. Contaminantes atmosféricos. El sistema de defensa antioxidante y los distintos tipos de estrés.

CONTENIDOS TRABAJO PRÁCTICOS

- TP. 1. – Relaciones hídricas.
 TP. 2. – Fotosíntesis I.
 TP. 3. – Fotosíntesis II.
 TP. 4. – Fotosíntesis III.
 TP. 5. – Nutrición mineral.
 Parcial I
 TP. 6. – Estrés y metabolismo secundario.
 TP. 7. – Crecimiento y desarrollo I.
 TP. 8. – Crecimiento y desarrollo II.
 TP. 9. – Crecimiento y desarrollo III.
 Parcial II

DISTRIBUCION DE LA CARGA HORARIA

| ACTIVIDAD | HORAS |
|----------------------------------|-----------|
| TEÓRICA | 30 |
| FORMACIÓN PRACTICA: | |
| ○ TP Laboratorio | 40 |
| ○ TP Seminario Bibliográfico | 12 |
| ○ Resolución de Evaluaciones | 8 |
| TOTAL DE LA CARGA HORARIA | 90 |

DEDICADAS POR EL ALUMNO FUERA DE CLASE

| ACTIVIDAD | HORAS |
|----------------------------------|-----------|
| PREPARACION TEÓRICA | 40 |
| PREPARACION PRACTICA | |
| ○ EXPERIMENTAL DE LABORATORIO | 20 |
| ○ EXPERIMENTAL DE CAMPO | |
| ○ RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS | 30 |
| ○ PROYECTO Y DISEÑO | |
| TOTAL DE LA CARGA HORARIA | 90 |



BIBLIOGRAFIA

Bibliografía General Recomendada

- **AZCON-BIETO, J. & M. TALON.** Fisiología y Bioquímica Vegetal. 1993. Interamericana-McGraw-Hill. España. ISBN 8448600339.
- **BARCELÓ COLL, J.; NICOLÁS RODRIGO, G.; SABATER GARCÍA, B. & R. SÁNCHEZ TAMÉS.** Fisiología Vegetal. 2000. Ed. Pirámide. (España). ISBN 8436806115.
- **BUCHANAN, B.B.; GRUISSEM, W. & R.L. JONES.** Biochemistry and Molecular Biology of Plants. 2000. American Society of Plant Physiologists. ISBN 0943088372/399. <http://www.aspb.org/publications/biotext/>
- **SALISBURY, F. & C. ROSS.** Fisiología de las Plantas. 200. Thomson Editores, España. ISBN 84-283-2730-0, edición española.
- **TAIZ, L. & E. ZEIGER.** Plant Physiology. 2006. 4º Ed. Sinauer Associates, Inc. ISBN 0878938567.

