



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

Programa de:

## Fisiología Vegetal

Código:

**Carrera:** Ciencias Biológicas

**Plan:** 261-2015

**Escuela:** Biología

**Carga Horaria:** 95

**Departamento:** Fisiología

**Semestre:** Quinto

**Créditos:** 9,5

**Año:** Tercero

**Carácter:** Obligatoria

### 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 respuestas 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.
- Integrar contenidos disciplinarios en el diagnóstico y propuesta de soluciones a problemas concretos del territorio relacionados con la producción vegetal.
- Reconocer la importancia de la Extensión Universitaria y la Investigación en Fisiología Vegetal en la formación de profesionales críticos y comprometidos socialmente.

### Programa Sintético:

1. Campo y objetivos de la Fisiología Vegetal. Relaciones con otras ciencias.
2. Morfología y fisiología celular.
3. Fotosíntesis. Ubicación subcelular 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 vías metabólicas.
4. Respiración. Tipos. Respiración aeróbica. Ubicación subcelular. 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 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 de 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 3 a foja 8

**Programa Combinado de Examen (si corresponde):**

Bibliografía: de foja 8 a foja 9

Correlativas Obligatorias: Química Biológica, Morfología Vegetal, Física II

Correlativas Aconsejadas:

Rige: 2015

Aprobado HCD,  
Fecha:

Modificado/Anulado/Sust H.C.D. Res.:  
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 ANALÍTICO

### LINEAMIENTOS GENERALES

La Fisiología Vegetal es una disciplina de la biología experimental que en los últimos años ha tenido un crecimiento exponencial, dado por la constante generación de conocimientos por la investigación básica, que ha consolidado el corpus teórico de la misma y permitido la transferencia y generación de 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. En la actualidad bajo el nombre de Fisiología Vegetal se agrupan y relacionan diferentes disciplinas clásicas de la Fisiología Vegetal como Botánica, Química, Bioquímica y Genética, y modernas como las “omicas”, Genómica, Proteómica, Transcriptómica, Metabolómica e Interactómica.

Desde que las universidades son entidades interactivas con la estructura social que las contiene y les da vida, la generación de instancias de diálogo e intercambio de saberes con las comunidades a las que pertenecen es necesaria para lograr la integración de las funciones sustanciales de la institución (docencia, extensión e investigación) y las demandas de la sociedad. Desde esta perspectiva la propuesta de enseñanza de la asignatura Fisiología Vegetal pretende integrar la dimensión extensionista, desde una perspectiva dialógica participativa, entendiendo que la misma aporta a la formación de profesionales con espíritu crítico y compromiso social.

La incorporación de procesos territoriales en la enseñanza de grado aporta la noción de complejidad y multidimensionalidad ya que permite evidenciar que problemas planteados usualmente como estrictamente disciplinares de la Fisiología Vegetal se encuentran inmersos en un contexto social y político. Todos estos aspectos deben ser considerados en la construcción de las posibles soluciones, desde una mirada sistémica y transdisciplinaria.

Con este abordaje de la asignatura, se aspira a vincular los procesos de enseñanza con la extensión y la investigación. Se espera que las y los estudiantes adquieran activamente conocimientos sobre los procesos que sustentan el crecimiento, desarrollo y productividad de las plantas y la influencia del ambiente sobre los mismos, desarrollem el pensamiento crítico y una mirada científica de la realidad mediante la indagación permanente y la experimentación, y sean capaces de generar conocimientos que aúnen los saberes populares y científicos.

### METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA

La asignatura está estructurada en torno a clases teóricas, actividades prácticas de laboratorio e instancias teórico prácticas integradoras.

Las clases teóricas tienen como objetivo la presentación y discusión de aspectos relevantes de los temas del programa, y combina la exposición por parte del docente promoviendo la participación de las y los estudiantes mediante preguntas disparadoras y pequeños problemas relativos a los contenidos expuestos.

Las actividades prácticas están orientadas a la resolución, en forma grupal, de problemas vinculados a fotosíntesis, balance hídrico, regulación del crecimiento y desarrollo, estrés y metabolismo secundario. De esta manera las y los alumnos adquieren destrezas vinculadas al planteo de hipótesis, diseño y ejecución

experimental, uso de técnicas comunes en fisiología vegetal, sistematización, análisis, discusión y comunicación oral y escrita de resultados, trabajo colaborativo.

Los teóricos prácticos son seminarios de discusión de trabajos científicos sobre temas vinculados a los contenidos de la asignatura, así como también sobre metodologías comúnmente utilizadas en la fisiología vegetal que no se abordan en las clases prácticas, como por ejemplo estudios ómicos (genómica, proteómica, metabolómica, etc.). Los trabajos son presentados por las alumnas y los alumnos en forma grupal.

La propuesta extensionista constituirá un eje transversal en el que confluyen contenidos disciplinares teóricos y prácticos con la extensión y la investigación. Está orientada a que las y los alumnos puedan proponer soluciones a problemas concretos relevados en el territorio y vinculados a la producción agroecológica de alimentos en el Cinturón Verde de Córdoba atendiendo a las dimensiones social, tecnológica, productiva y ambiental de la misma e integrando contenidos disciplinares de la asignatura. Dentro de las problemáticas posibles a abordar, (relevadas en experiencias previas), podemos mencionar: síntomas de desórdenes fisiológicos y deficiencias nutricionales, calidad postcosecha en alimentos con diferentes tipos de abonos o de diferentes tipos de sistemas productivos, mejoramiento de semillas agroecológicas, efectos de bioinsumos/biopreparados sobre la fertilidad del suelo y la sanidad de los cultivos, entre otras.

El acercamiento inicial a las problemáticas territoriales está mediado por el Equipo de Periurbanos y Agroecología (EPA), el cual se presenta como un dispositivo interinstitucional y transdisciplinario de innovación para el desarrollo de la agroecología. Desde el año 2017 desarrolla investigación acción participativa con productores hortícolas de la Región Alimentaria Central de la ciudad de Córdoba (RACC). Por la naturaleza de su trabajo territorial, el EPA acerca demandas de investigación de los y las productores/as a diversos sectores académicos. En este sentido se establece la relación con la cátedra de Fisiología Vegetal y sinergiza la iniciativa de vinculación de este espacio curricular con las necesidades de sistemas productivos hortícolas de la agricultura familiar que trabajan bajo los principios agroecológicos o en procesos de transición a la agroecología.

## EVALUACION

Entendiendo la evaluación como un componente íntimamente integrado al proceso de enseñanza aprendizaje, la misma se desarrollará durante todo el transcurso de la asignatura.

Los criterios propuestos para evaluar el proceso de aprendizaje de las/os estudiantes son:

Uso de lenguaje propio de la disciplina.

Capacidad de integrar los contenidos de la materia en la resolución de situaciones problemáticas y en el análisis de bibliografía científica.

Habilidad de comunicar en forma clara y fundamentada ideas y conceptos tanto en forma oral como escrita.

Destreza en el diseño y ejecución de experiencias de laboratorio

Pertinencia en la integración del lenguaje y contenidos disciplinares con la resolución de problemáticas territoriales

Predisposición al trabajo grupal y colaborativo

Los instrumentos a emplear para la evaluación serán de modalidad oral y escrita, con instancias tanto grupales como individuales e incluyen: exposición de publicaciones, elaboración de informes, reflexiones grupales, cuestionarios, cuadernos de campo y laboratorio, entre otros.

Requisitos para la Regularización:

Asistir al 80 % de las clases teóricas

Asistir al 80 % de los T.P.

Superar cada una de las instancias evaluativas propuestas

Requisitos para la Acreditación.

Alumno regular: Aprobar examen final oral (escrito opcional con previo aviso). Los alumnos en condición regular NO rinden práctico en el examen final

Alumno libre: Debe rendir y aprobar un examen práctico, previo al examen teórico.

## CONTENIDOS TEMATICOS

**Tema 1: Introducción**

Qué se entiende por Fisiología Vegetal. Relaciones con otras ciencias. Aproximaciones metodológicas clásicas y actuales, técnicas de uso corriente en laboratorio y a campo, estudios analíticos singulares o múltiples (omicos). 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. Clorofillas, 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 CO<sub>2</sub>.

La fotorrespiración como proceso fotosintético. Concepto. Localización subcelular del proceso y mecanismo. Mecanismos de concentración del CO<sub>2</sub> en el cloroplasto. Fotosíntesis en plantas C4. Cloroplastos dimórficos.

Tipos de plantas C4. La fijación y reducción del CO<sub>2</sub> en plantas C4: localización tisular y subcelular. Mecanismo.

Otros mecanismos de concentración del CO<sub>2</sub> en las células fotosintéticas. El caso de cianobacterias, algas verdes y angiospermas acuáticas. El mecanismo en crasuláceas: la fijación y reducción del CO<sub>2</sub> 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 CO<sub>2</sub>. 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 intervenientes.

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 temporal 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 absínico 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.

#### **5. Sistema Alimentario**

Seguridad y soberanía alimentaria. Sistemas productivos, territorio y actores sociales. Paradigma agroecológico: principios. Modelos productivos vigentes en el periurbano (modelo convencional –

agroecología). Transición a la agroecología. Tecnologías en procesos. Desórdenes fisiológicos en los sistemas hortícolas. Investigación acción participativa.

#### **6. Vínculo Universidad Pública-Sociedad**

Historia y papel actual de la Extensión Universitaria. Modelos de Extensión. Vínculo de la extensión con los procesos de enseñanza aprendizaje y la investigación.

#### **DISTRIBUCION DE LA CARGA HORARIA**

ACTIVIDAD	HORAS
TEÓRICA	40
FORMACIÓN PRACTICA:	55
<b>TOTAL DE LA CARGA HORARIA</b>	<b>95</b>

#### **DEDICADAS POR EL ALUMNO FUERA DE CLASE**

ACTIVIDAD	HORAS
PREPARACION TEÓRICA	15
PREPARACION PRACTICA	20
<b>TOTAL DE LA CARGA HORARIA</b>	<b>35</b>

#### **BIBLIOGRAFIA**

##### **Bibliografia General Recomendada**

AZCON-BIETO, J. & M. TALON. 2019. Fisiología y Bioquímica Vegetal. Interamericana-McGraw-Hill. España.

BARCELÓ COLL, J.; NICOLÁS RODRIGO, G.; SABATER GARCÍA, B. & R. SÁNCHEZ TAMÉS. 2000. Fisiología Vegetal. Ed. Pirámide. (España).

BUCHANAN, B.B.; GRUISSEM, W. & R.L. JONES. (Ed). 2015- Biochemistry and Molecular Biology of Plants. American Society of Plant Physiologists. <http://www.aspб.org/publications/biotext/>

CONSEJO INTERUNIVERSITARIO NACIONAL. 2012. Extensión. Plan estratégico 2012-2015.

GEZMET, S. 2014. Análisis de la Evolución de la Extensión Universitaria, Trabajo Final de Especialización en Gestión de la Educación Superior de Escuela para la Innovación Educativa, Universidad Nacional de Santiago del Estero.

GIOBELLINA BEATRIZ. 2019. La alimentación en las ciudades. Transformaciones territoriales y cambio climático en el cinturón verde de Córdoba. Ediciones INTA.

SALISBURY, F. & C. ROSS. 2000. Fisiología de las Plantas. Thomson Editores, España.

TAIZ, L. & E. ZEIGER. Plant Physiology. 2006. 4º Ed. Sinauer Associates, Inc.