

CHACRAS DE CORIA, 18 DE FEBRERO DE 2025.-

VISTO:

El **EXPEDIENTE N° 37015/2024**, en el cual **Secretaría Académica** de esta Casa de Estudios, eleva el **PROGRAMA ANALÍTICO** del Módulo: **"FISIOLOGÍA DE LAS PLANTAS"**, Cátedra Responsable FISIOLÓGÍA VEGETAL del Departamento de Ciencias Biológicas, correspondiente al Plan de Estudios de la Carrera de **INGENIERÍA EN RECURSOS NATURALES** de esta Facultad, y

CONSIDERANDO:

Que la carga horaria del citado módulo es la estipulada en el Plan de Estudios, según Ordenanza N° 654/2023-CD.

Que la Comisión de Docencia, sugiere avalar la propuesta de programa presentado.

Que, tratado por el Consejo Directivo, en sesión ordinaria del día 15 de noviembre de 2024, resolvió, por unanimidad, favorablemente al respecto.

Por ello y en uso de sus atribuciones,

**EL CONSEJO DIRECTIVO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
RESUELVE:**

ARTÍCULO 1º.- Aprobar y poner en vigencia el **PROGRAMA ANALÍTICO** del Módulo: **"FISIOLOGÍA DE LAS PLANTAS"**, Cátedra Responsable FISIOLÓGIA VEGETAL del Departamento de Ciencias Biológicas, correspondiente al Plan de Estudios de la Carrera de **INGENIERÍA EN RECURSOS NATURALES** de esta Facultad, que como **ANEXO I** forma parte de la presente resolución.

ARTÍCULO 2º.- Comuníquese e insértese en el libro de resoluciones.

RESOLUCIÓN N° **49**



Prof. Dr. Ing. Agr. Rodrigo J. LÓPEZ PLANTEY
SECRETARIO ACADÉMICO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO



Dra. Ing. Agr. María Flavia FILIPPINI
DECANA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO

ANEXO I
Programa tentativo 2025
"FISIOLOGÍA DE LAS PLANTAS"

1. Datos del módulo

Carrera: Ingeniería en Recursos Naturales

Departamento: Ciencias Biológicas

Cátedra responsable: Fisiología Vegetal

Nombre del módulo: Fisiología de las plantas

Formato curricular: asignatura teórico-aplicada

Espacio curricular: Obligatorio

Correlativas para cursar y para rendir: Serán aprobados por el Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Cuyo y podrán actualizarse en función de la evaluación permanente del plan de estudios.

Carga horaria: 60 horas

Enlace Campus FCA: <https://campus.fca.uncu.edu.ar/course/index.php?categoryid=33>

2. Equipo Docente

Prof. Responsable del espacio: Leonor Deis

Prof. Titular: Leonor Deis leis@fca.uncu.edu.ar

Prof. Asociado/a: Carina González cgonzalez@fca.uncu.edu.ar

Prof. Adjunto/a: Miguel Cirrincione mcirrincione@fca.uncu.edu.ar

Ana Cohen acohen@fca.uncu.edu.ar

María Inés de Rosas iderosas@fca.uncu.edu.ar

Jefe de Trabajos Prácticos: Celeste Arancibia carancibia@fca.uncu.edu.ar

Inés Hugalde ihugalde@fca.uncu.edu.ar

Gisela Ortíz Uriburu gortiz@fca.uncu.edu.ar

Deolindo Dominguez ddominguez@fca.uncu.edu.ar

3. Fundamentación del espacio curricular

De acuerdo a la estructura curricular de la Carrera, el módulo se ubica en el ciclo de formación de las **Ciencias Básicas** ya que abarca los conocimientos para lograr la formación necesaria para el sustento de las disciplinas específicas de la profesión y la evolución permanente de sus contenidos en función de los avances científicos y tecnológicos. En la formación básica también

///...



///...

se desarrollan las primeras capacidades relacionadas con la actividad experimental, la modelización y solución de problemas reales.

Este módulo permitirá a los egresados realizar diversas prácticas y comprender los procesos fisiológicos que estén siendo afectados en una planta. Administrar efectivamente el modelo de desarrollo de los sectores de plantas nativas. Aplicar conocimientos sobre plantas con criterios fisiológicos que le permitan ofrecer asesoramiento idóneamente a su profesión.

El módulo se abordará desde una mirada ecofisiológica y productiva cubriendo los saberes a desarrollar para la Carrera de Ingeniería en Agronomía e Ingeniería en Recursos Naturales Renovables. Conceptualmente el módulo explica el funcionamiento de un vegetal aislado y en comunidad, los procesos vitales, su crecimiento, desarrollo y senescencia.

4. Resultados de aprendizaje

Resultados de aprendizaje de acuerdo con el Plan de Estudios:

- Comprende los conceptos fisiológicos, fenómenos y procesos vitales de las plantas.
- Interpreta las respuestas de las plantas frente a diversos factores ambientales.
- Evalúa el estado fisiológico de una planta.

5. Desarrollo de unidades temáticas¹

UNIDAD 1:

Fotosíntesis: Importancia de la fotosíntesis. Definición. Ecuación general. Aparato fotosintético en plantas superiores. Pigmentos fotosintéticos. Fotosistemas. Etapas de la fotosíntesis. Etapa difusiva: flujo difusivo, resistencias. Etapa fotoquímica: radiación fotosintéticamente activa, cadena de transporte de electrones, fotólisis del agua, productos y localización. Plantas C3, C4 y CAM: aspectos bioquímicos, anatómicos, fisiológicos y ecológicos. Fotorespiración: organelas involucradas. Fotosíntesis total. Asimilación de carbono (unidades). Factores bióticos y abióticos que afectan la asimilación del carbono.

UNIDAD 2:

Respiración: Importancia de la respiración. Definición. Ecuación general. Etapas; localización y productos. Comparación entre fotosíntesis y respiración. Organelas involucradas en la respiración. Principales intermediarios producidos. Intensidad respiratoria. Cociente respiratorio, Q10. Factores que modifican la intensidad respiratoria. Respiración anaeróbica. Efecto Pasteur. Respiración de crecimiento y de mantenimiento. Implicancias en la vida de las plantas.

///...



¹ **Contenidos mínimos según el Plan de Estudios:** Fotosíntesis. Respiración. Relaciones hídricas. Transporte de fotoasimilados. Nutrición mineral, absorción, asimilación y metabolismo de nutrientes. Crecimiento vegetativo, reproductivo. Hormonas vegetales de las plantas superiores. Fisiología del estrés.

///...

UNIDAD 3:

Relaciones hídricas: Importancia del agua para las plantas. Potencial agua y sus componentes: potencial osmótico, potencial presión, potencial matriz y potencial gravitatorio. Plasmólisis. Métodos de determinación del estado hídrico. Movimiento del agua en el sistema suelo-planta-atmósfera. Movimiento del agua en el suelo: capacidad de campo y punto de marchitamiento permanente. Movimiento del agua en la raíz; vía apoplástica y simplástica. Gradiente de potencial agua. Teoría coheso-tenso-transpiratoria. Presión de raíz. Condiciones necesarias en cada caso. Tipos de transpiración. Resistencias. Estructuras de estomas. Capacidad difusiva de los estomas. Mecanismo de apertura y cierre estomático. Tipos de marchitamiento: temporario y permanente. Importancia de la pérdida de agua en las plantas. Balance hídrico. Deficiencia hídrica; niveles de estrés y efectos sobre diversos procesos fisiológicos. Períodos críticos de sensibilidad hídrica. Intensidad transpiratoria; determinación, factores que la afectan.

UNIDAD 4:

Nutrición mineral. Absorción y asimilación de nutrientes inorgánicos. Elementos esenciales: macro y micronutrientes. Criterios de esencialidad. Funciones de los nutrientes en las plantas. Ley del mínimo. Sintomatología de deficiencias. Disponibilidad de los nutrientes minerales en la rizósfera. Sistemas radicales. Absorción de nutrientes. Vía apoplástica y simplástica. Transporte de iones a través de membranas. Carga del xilema. Nutrientes móviles e inmóviles en la planta. Nutrición mineral por vía foliar. Estructura de la cutícula. Vías de penetración. Factores que afectan la aplicación y absorción vía foliar. Aplicaciones que mejoren la nutrición de las plantas. Nutrición mineral y producción vegetal. Factores bióticos y abióticos que afectan la absorción de nutrientes minerales. Fijación biológica del nitrógeno atmosférico en especies no leguminosas y en leguminosas. Rhizobium y bacterias de vida libre. Asimilación del nitrógeno. Asociación con micorrizas. Asimilación de fósforo y hierro.

UNIDAD 5:

Transporte de Fotoasimilados. Conceptos de fuente, destino y partición. Vías de transporte. Dirección del movimiento. Compuestos que se transportan. Teoría del movimiento: Teoría de Munch, carga y descarga del floema. Tasa de transporte. Relaciones fuente-destino. Removilización. Índice de cosecha

UNIDAD 6:

Reguladores de crecimiento: Concepto y definiciones. Fitohormonas y reguladores sintéticos. Mecanismo general de acción de las hormonas vegetales. Auxinas, Giberelinas, Citocininas, Ácido abscísico, Etileno, Brasinoesteroides, Jasmonatos, Ácido Salicílico, Estrigolactonas, Melatonina. Constitución química, precursor y lugar de síntesis, transporte y vías de señalización. Funciones fisiológicas en las que participan durante el ciclo de vida de las plantas.

UNIDAD 7:

Crecimiento: Definición. Meristemas. Mecanismo de expansión celular. Diferenciación, polaridad y totipotencia. Análisis del crecimiento: curva de crecimiento, tasa absoluta y relativa de crecimiento, tasa de asimilación neta e índice de área foliar. Factores endógenos y exógenos que afectan el crecimiento.

///...



///...

UNIDAD 8:

Fotorreceptores vegetales: fitocromos, criptocromos, fototropinas y foto receptor de UV-B. Mecanismo general de acción de los mismos. Respuestas fisiológicas en las que participan durante el ciclo de vida de las plantas: germinación de semillas, establecimiento de la plántula y otros efectos fotomorfogénicos. Ritmos circadianos.

UNIDAD 9: Germinación. Tipos de semillas, tratamientos artificiales. Pre-acondicionamiento fisiológico. Conservación de semillas. Germinación: eventos morfo-fisiológicos y bioquímicos durante el proceso germinativo. Factores que afectan la germinación. Viabilidad de semillas. Clases de dormición de semillas. Salida de dormición. Fases de la germinación. Control de la germinación. Movilización de reservas.

UNIDAD 10: Desarrollo vegetativo. Establecimiento de plántulas. Tropismos y Nastias. Respuestas de las plantas a la sombra. Dominancia apical. Dormición de yemas. Factores endógenos y exógenos que modulan las respuestas anteriores. Tratamientos para la ruptura de la dormición. Unidades de frío.

UNIDAD 11: Desarrollo reproductivo. Período juvenil. Cambio de fase. Edad cronológica y edad fisiológica. Evocación floral. Vernalización: Requerimientos cuantitativos y cualitativos. Temperaturas de vernalización. Desvernalización. Percepción del estímulo: lugar y naturaleza. Giberelinas y vernalización. Fotoperiodismo: clasificación en función de los requerimientos fotoperiódicos. Inducción fotoperiódica. Percepción del estímulo: lugar, naturaleza y transporte. Flowering locus T (FT). Giberelinas y fotoperiodismo. Regulación de la floración. Maduración de frutos y semillas.

UNIDAD 12: Fisiología del estrés. Definición de estrés. Tipos de estrés: bióticos y abióticos. Respuestas. Concepto de aclimatación y adaptación. Efectos comunes de los estreses. Percepción y procesamiento de la señal del estrés, regulación de la expresión proteica. Estrés hídrico y salino: efectos en los diferentes procesos fisiológicos. Adaptación: ajuste osmótico y adaptaciones morfológicas y metabólicas. Definiciones y efectos de: estrés por altas temperaturas, estrés por bajas temperaturas y temperaturas de congelamiento, estrés oxidativo, estrés por deficiencia y ausencia de O₂.

LISTADO DE TRABAJOS PRÁCTICOS:

TP N° 1: Germinación. Factores que lo afectan.

TP N° 2: Fotosíntesis y Crecimiento de las plantas

TP N° 3: Potencial agua.

TP N° 4: Transpiración.

TP N° 5: Deficiencias Minerales.

TP N° 6: Cultivo "in Vitro".

TP N° 7: Desarrollo reproductivo.

TP N° 8: Manejo de equipos utilizados para determinaciones eco-fisiológicas.

6. Metodología de Enseñanza - Aprendizaje

El módulo es presencial, teniendo como opción un complemento virtual de hasta el 29%

///...



///...

(Resolución N°133/2021-CS.). En este sentido, se organizan a través de la hoja de ruta de los espacios curriculares instancias de trabajo asincrónicas dentro de la carga horaria total del módulo teniendo en cuenta las pautas y criterios pedagógicos-didácticos establecidos en la resolución. La Hoja de Ruta es publicada al inicio del cursado en el aula virtual (plataforma Moodle), que constituye el sitio oficial de comunicación con las/os estudiantes. En ella se presentan los materiales de estudio, horarios de consultas, fechas de exámenes, contactos de los integrantes del equipo docente, programa del módulo, entre otros.

El propósito fundamental de la enseñanza apunta a que las/os estudiantes desarrollen las competencias necesarias para asumir los desafíos del mundo laboral y participar como ciudadanos activos en sociedades democráticas. La definición del formato curricular adoptado en el módulo, se define por su sentido pedagógico-didáctico, por la relación teoría-práctica y por los contextos en los que pueden desempeñarse, siendo así una propuesta situada que considera la práctica como eje transversal.

Según el Plan de Estudios, el formato curricular del módulo es **teórico-aplicado**, presentando las siguientes características de acuerdo al encuadre institucional:

Definición:

- Organización destinada al aprendizaje de un cuerpo significativo de saberes pertenecientes a uno o más campos disciplinares, seleccionados, organizados y secuenciados a efectos didácticos. En este sentido, resulta importante reconocer que los saberes se organizan en función de decisiones según la lógica disciplinar y criterios pedagógico-didácticos, y no desde un temario establecido por algún libro, manual, etc.
- El aprendizaje de los saberes supone procesos de apropiación específicos lo que implica tener en cuenta no sólo el tiempo de enseñanza durante las clases (lo que cotidianamente entendemos como "dar clases"), sino el tiempo que le insume a las/os estudiantes desarrollar los procesos cognitivos para la adquisición de los saberes.
- La estrategia de enseñanza prioritaria la constituyen las conversaciones guiadas por la/el docente, apoyadas por recursos pedagógicos tales como textos, pizarrón y medios audiovisuales, transmedia, entre otros.
- La teoría se complementa con actividades procedimentales, tales como: resolución de problemas; análisis de casos o de distintos productos tecnológicos, culturales, económicos u otros; que exigen la presentación de resultados cuantitativos o cualitativos.

Relación teoría - práctica:

- Existe una preponderancia conceptual aplicada. Se propone un 30% mínimo de actividades prácticas de aplicación.
- Implica la resolución de problemas complejos disciplinares en el marco del aula o gabinete.

Contexto: aula, laboratorio, demostraciones en campo, áreas urbanas y periurbanas o laboratorio, visitas de observación, herbarios, insectarios, etc.

El cursado del módulo se articula en 12 unidades interrelacionadas entre sí. Las clases teóricas son presenciales y no obligatorias. Las clases prácticas son presenciales y virtuales asincrónicas.

///...



///...

Los trabajos prácticos se realizan en grupos de estudiantes de hasta 6 alumnos cada grupo dependiendo de la cantidad de alumnos inscriptos. Como instancias de repaso se realiza un resumen del tema del día antes de ingresar a la práctica. Otra instancia de repaso son las consultas semanales en contraturno al cursado (Consulta voluntaria virtual-presencial). Dichas consultas se realizan en aulas del edificio principal o del bloque de aulas. Los trabajos prácticos se desarrollan en gabinete, laboratorio o parcelas experimentales. Además, se realizan salidas a campo a fin de aplicar los conocimientos fisiológicos. Los Trabajos Prácticos son evaluados durante la realización del mismo y la entrega de una carpeta grupal con todos los informes de los Trabajos Prácticos.

Las clases teóricas presenciales corresponden al 54,5 % del total de las horas del módulo, las clases teóricas virtuales corresponden al 12,5 %. La dedicación presencial de los TP en laboratorios, campo y gabinete es del 30 % presenciales y 3 % virtuales.

7. Evaluación

El Plan de Estudios adopta un enfoque por competencias; con una estructura modular cuyo objetivo es que la flexibilidad del currículum promueva trayectorias fluidas, continuas y autónomas. En este sentido, se propone una evaluación formativa, organizada en sistemas de evaluación orientados a la acreditación de saberes por promoción.

El sistema de evaluación se define como una propuesta programática integral diseñada por el equipo docente para todo el módulo, que busca adecuar el proceso de evaluación a los resultados de aprendizaje garantizando la confiabilidad. En este sentido, las diversas instancias se integran en un recorrido en el que a cada una se le asigna un valor para construir la acreditación final. La promoción implica que las/os estudiantes tengan la posibilidad de acreditar dentro de la carga horaria asignada al módulo.

Para garantizar el avance en las trayectorias se incorpora para el presente plan de estudios instancias compensatorias. Estos espacios tendrán lugar dentro de un periodo que no supere los 15 días posteriores al cursado y tienen como objetivo que la/el estudiante sea evaluado en aquellos contenidos/prácticas pendientes de aprobación durante el cursado del módulo reconociendo así, lo que ya ha sido aprobado. Estas instancias ponen en valor los saberes adquiridos e incrementan las instancias para acreditar lo pendiente, como un espacio intermedio entre la aprobación del módulo y el pasaje a mesa de examen. En caso de que la/el estudiante no apruebe en instancias compensatorias, se evaluará en instancia final.

Teniendo en cuenta el enfoque por competencias, se incorporan como estrategias la evaluación de procedimientos, por tanto, las instancias pueden adquirir versatilidad en función de las características de los saberes a evaluar (trabajos prácticos, evaluación integradora, elaboración de informes por resolución de problemas, observación directa con lista de cotejo, rúbrica, portafolios, etc.). Los formatos curriculares orientan las decisiones metodológicas respecto de la evaluación de aprendizajes.

La normativa de evaluación será aprobada por el Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Cuyo y podrá actualizarse en función de la evaluación permanente del presente Plan de Estudios. Cada módulo tendrá un Reglamento Interno

///...



///...

aprobado que estará disponible en el aula virtual, donde se detallan las condiciones de aprobación de acuerdo a las características especiales de cursado y tipo de actividades llevadas a cabo.

Las evaluaciones parciales se realizan en forma presencial y escrita. La aprobación se logra obteniendo un valor igual o superior al 60 %. Es necesario un mínimo del 80 % de asistencia a clases prácticas y aprobación de la carpeta trabajos prácticos.

Con el cumplimiento de los ítems anteriores el estudiante logra la regularidad de la materia. El examen final es oral-presencial. En este examen se evaluará la comprensión de los conceptos fisiológicos, fenómenos y procesos vitales que llevan a cabo las plantas. La capacidad de interpretación de las respuestas de la planta frente a diversos factores ambientales y las posibles herramientas para poder evaluar el estado fisiológico de una planta.

8. Bibliografía

Bibliografía obligatoria

1. Cátedra de Fisiología Vegetal-UNCUYO. *Apuntes de Clases -Fisiología vegetal (actualización anual).
2. Taiz, L., Zeiger, E., Moller, I. M., & Murphy, A. (2012). *Fisiología vegetal y desarrollo* (5th ed.). Sinauer Associates, Inc. (traducción al castellano)
3. Taiz, L., Zeiger, E., Moller, I. M., & Murphy, A. (2015). *Plant Physiology and Development* (6th ed.). Sinauer Associates, Inc.
4. Taiz, L., Zeiger, E., Moller, I. M., & Murphy, A. (2018). *Fundamentals of Plant Physiology*. Sinauer Associates, Inc.
5. Ghildiyal, J. C. (Eds.). (2021). *Plant Physiology and Biochemistry*. Uttarakhand Open University. ISBN 978-93-90845-78-1.
6. Lambers, H., & Oliveira, R. S. (2019). *Plant Physiological Ecology*. Springer Nature Switzerland AG. DOI: [\[https://doi.org/10.1007/978-3-030-29639-1\]](https://doi.org/10.1007/978-3-030-29639-1)(<https://doi.org/10.1007/978-3-030-29639-1>)
7. Ballesteros Patrón, G. A., Casimiro Arce, A., Zavala Hernandez, F., Tovar Soto, H. M., & Rodríguez Páez, L. A. (2011). *Manual de Prácticas de Fisiología Vegetal*. Instituto Tecnológico de Cd. Altamirano, GARABATO EDITORIAL. ISBN 978-607-7814-08-5.

Bibliografía de consulta o complementaria

-Zhang, H., Zhu, J., Gong, Z. et al. Abiotic stress responses in plants. Nat Rev Genet 23, 104–119 (2022). <https://doi.org/10.1038/s41576-021-00413-0>

-Mohsin Nawaz, Jianfan Sun, Samina Shabbir, Wajid Ali Khattak, Guangqian Ren, Xiaojun Nie, Bo, UY.; Javed, Q.; Du, D.; Sonne, C. 2023. A review of plants strategies to resist biotic and abiotic environmental stressors. Science of The Total Environment, Volume 900, ISSN 0048-9697, <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.165832>.

9. Actividades de internacionalización

- Se posibilita la incorporación de estudiantes de intercambios nacionales e internacionales.

///...





///...

- Se utilizan materiales didácticos de alcance internacional (escalas, clasificaciones, resultados de investigaciones, etc.)
- La formulación de los resultados de aprendizaje considera perspectivas regionales, globales o interculturales.
- Algunos integrantes del equipo docente tienen acceso y han realizado pasantías, estancias, estudios e intercambios académicos en el extranjero que propician la integración de conocimientos o prácticas que se llevan a cabo en otros sitios.
- Algunos profesores del espacio curricular tienen acceso y/o son miembros de organismos o asociaciones profesionales o académicas regionales o internacionales en su campo de especialidad.
- El equipo docente incluye algunos miembros con experiencia profesional o académica en instituciones de proyección regional o internacional.
- Los docentes participan en eventos académicos interculturales, y/o en proyectos con pares de otras regiones y culturas.
- El equipo docente cuenta con miembros que presentan sus trabajos en eventos especializados y en los medios de comunicación académica de proyección internacional.
- El espacio curricular cuenta con proyección internacional (participación de invitados que representan a organismos o instituciones de alcance nacional e internacional).
- Algunos docentes participan en actividades de posgrado, dictando clases o formando parte de comités académicos.

10. Instrumentos complementarios:

Para mayor detalle, pueden consultarse los instrumentos de actualización anual: Hoja de ruta y Reglamento Interno.