

ANEXO

1. IDENTIFICACIÓN DE LA ASIGNATURA

Nombre de la asignatura: Biotecnología Agrícola

Carácter de la asignatura: Obligatoria, Orientación Vegetal

Cátedra - Departamento: Cátedra de Bioquímica – Departamento de Biología

Aplicada y Alimentos

Carrera: Licenciatura en Biotecnología

Año lectivo: Desde 2026

2. CARACTERÍSTICAS DE LA ASIGNATURA

Ubicación de la materia en el plan de estudio: 5º año

Duración: Cuatrimestral

Profesores responsables de la asignatura: Dr. Eduardo Antonio Pagano – Dr. Andrés Daniel Zambelli

Equipo docente de la Cátedra de Bioquímica de la Facultad de Agronomía: Dra Florencia Kronberg, Dra María Daniela Tejedor, Dra Florencia Alvarez, Dra Claudia Ribaudó, Ing. Agr. Esp. Daniela Riva, Dra Catalina Molina, Ing. Agr. Florencia Coleman, Ing. Agr. Gerardo Yrigoyen Bordarampé, Lic. Camila Menendez, Ing. Agr. Ariana Heredia, Ing. Agr. Mariana Manetti.

Carga horaria para el estudiante: Ochenta y cuatro (84) horas

Correlativas requeridas:

Aprobadas: Fisiología Vegetal e Ingeniería Genética

Modalidad de enseñanza: Curso teórico-práctico.

3. FUNDAMENTACIÓN

La aplicación de los conocimientos sobre biología molecular y de las técnicas de ingeniería genética propició el advenimiento de una nueva revolución verde marcada por la creciente utilización de cultivos transgénicos y editados en los sistemas agrícolas, en combinación con el uso de herramientas de la genética molecular y la genómica aplicadas a la caracterización de germoplasmas y el descubrimiento de genes vinculados a atributos de interés agronómico. Nuestro país fue pionero en la utilización de estos genotipos y hoy es indudable el aporte de los mismos a la economía nacional. Este desarrollo no solamente tuvo impacto en el sector productivo sino también en los diferentes eslabones de la cadena agroalimentaria. Hoy, son muchos los profesionales que se están desempeñando en temas relacionados con la biotecnología, sea en un laboratorio, en parcelas experimentales o en mesas donde se definen políticas, dentro del sector público y en el sector privado en muchos casos, integrando equipos interdisciplinarios. Un profesional con capacitación intensiva en temas relacionados con la biotecnología es altamente demandado en el sector agrícola.

La asignatura brindará a los estudiantes una visión de la biotecnología dentro del marco conceptual de la producción agrícola y de las modernas herramientas de biotecnología vegetal disponibles, necesarias para el desempeño profesional exitoso en el sector agrobiotecnológico público o privado y que le permitan su integración a equipos de trabajo multidisciplinarios.

4. OBJETIVOS

Objetivo general

Que los estudiantes logren adquirir los conocimientos y herramientas de biotecnología vegetal necesarias para el desempeño profesional en el sector agrobiotecnológico.

Objetivos específicos

Que los estudiantes:

- 1) Adquieran las herramientas básicas de biología molecular e ingeniería genética para su aplicación en tareas que comprendan:
 - a. El cultivo de tejidos vegetales.
 - b. La selección asistida por marcadores moleculares.
 - c. La generación de plantas transgénicas o producto de otras tecnologías de ingeniería genética.
- 2) Afiancen los conocimientos científicos y técnicos, y competencias de gestión para la aplicación de innovaciones en las empresas productoras de semillas.
- 3) Adquieran herramientas conceptuales y desarrollen habilidades técnicas necesarias para el desempeño en puestos de trabajo relacionados con la biotecnología agrícola, tanto en el sector público como en el privado.

5. CONTENIDOS

5.1. Contenidos mínimos: RESCS-2025-1467-E-UBA-REC

El organismo vegetal. Características de las células y tejidos vegetales. Totipotencia y cultivo de tejidos y células. El genoma vegetal. Principales características: secuencias de copia única y secuencias repetitivas, duplicaciones, ploidía. Ejemplos de genomas vegetales. Los desafíos biotecnológicos del agro. El caso de las empresas de semillas. Evolución desde el mejoramiento tradicional al mejoramiento molecular. Mecanismos para la evaluación de un germoplasma. Secuenciación para el descubrimiento de marcadores moleculares. Secuenciación tradicional y de próxima generación. Secuenciación de genoma completo y de representación reducida. Conceptos de cobertura y profundidad. Preparación de librerías genómicas. Evolución de las tecnologías de marcadores moleculares y de sus formas de detección. Utilidad de los marcadores moleculares para asistir al mejoramiento y para el resguardo de la propiedad intelectual. Herramientas bioinformáticas aplicadas en la caracterización genética. Organismos vegetales genéticamente modificados (OVGM) y nuevas técnicas de mejoramiento (NBTs). Marco regulatorio para OVGMs y NBTs. Protocolos de detección de marcadores moleculares y de eventos transgénicos. Métodos de evaluación del impacto ambiental de productos biotecnológicos. Mercados para la biotecnología agrícola. Caracterización y gestión de empresas biotecnológicas para el agro

5.2. Contenidos desarrollados

Unidad 1- Descripción y caracterización de genomas vegetales

Los ácidos nucleicos y la organización de los genomas. Estructura de los ácidos nucleicos y almacenamiento de la información genética. Organización

del genoma nuclear vegetal. ADN citoplasmático. Avances en la secuenciación de los genomas. Estructura y expresión de genes vegetales. Regulación de la expresión genética en vegetales. Factores de transcripción y respuesta a estímulos ambientales. Papel de las hormonas vegetales. Epigenética. Fenómenos de recombinación natural. Importancia evolutiva y adaptativa de la plasticidad de los genomas vegetales. Poliploidía. Apomixis. Trabajo práctico: Extracción de ADN de tejidos vegetales.

Unidad 2 - Marcadores Moleculares

Marcadores morfológicos, bioquímicos y moleculares. Principales tipos de marcadores moleculares: RAPD, RFLP, AFLP, Microsatélites, SNP, Marcadores Funcionales. Origen de los polimorfismos genómicos en vegetales (mutaciones puntuales, indels, actividad de elementos repetitivos - transposones, retrotransposones-, poliploidía, etc). Aplicación de marcadores moleculares en el mapeo genético. Búsqueda de polimorfismos ligados a caracteres de interés agronómico. Marcadores de huellas digitales genéticas. Caracterización de genotipos. Evaluación de parentesco. Estimación de la variabilidad en poblaciones naturales y bancos de germoplasma. Microarreglos. Trabajo práctico: Determinación de variantes de SNPs por PCR.

Unidad 3 - Cultivo de Tejidos Vegetales

Cultivo in vitro de tejidos vegetales. Teoría de la totipotencialidad celular. Explantos. Medios de cultivo. Morfogénesis. Desdiferenciación celular: callos, microcallos y suspensiones, protoplastos. Regeneración de plantas: organogénesis, embriogénesis somática. Variación somaclonal y gametoclona. Aplicaciones. Micropropagación. Cultivo de polen y anteras. Polinización y Fertilización in Vitro. Hibridación somática. Aclimatación de plantas. Crecimiento de plantas en cámaras de cultivo de ambiente regulado e invernaderos. Semillas sintéticas. Conservación de germoplasma in Vitro. Trabajo Práctico: Cultivo de tejidos, micropropagación, desdiferenciación celular y regeneración de plantas.

Unidad 4 - Ingeniería Genética de Plantas

Transformación genética de plantas. Transgénesis y Cisgénesis. Construcción de transgenes. Métodos de transformación genética de plantas: Agrobacterium tumefaciens y aceleradores de micropartículas. Ventajas y desventajas. Patrones de integración, número de copias y re-arreglos genómicos. Eficiencias de transformación. Expresión de transgenes y silenciamiento de genes endógenos. Desarrollo de nuevas variedades de cultivos por ingeniería genética: Protección Vegetal mediada por Ingeniería Genética (estrés biótico y abiótico); Calidad Nutricional; Molecular Farming; Biotecnología de Semillas; Fitorremediación. Otras aplicaciones. Introducción de genes múltiples en plantas. Transformación de cultivos de interés: soja, girasol, maíz, trigo, arroz, algodón, hortalizas, frutales y forestales. Mutagénesis. Mutagénesis Dirigida. TILLING y ECOTILLING. Zinc-finger nucleasas. Edición de Genomas. Trabajo Práctico: Transformación transiente y estable de plantas.

Unidad 5 - Bioinformática y Ómicas

Análisis funcional de genes vegetales. Bioinformática: Bases de datos generales y específicas. Anotación funcional de los datos genómicos. Anotación de secuencias de macromoléculas (ácidos nucleicos y proteínas).

Aplicaciones de la bioinformática. Herramientas bioinformáticas. Análisis estadísticos de los datos. Las ómicas: genómica, transcriptómica, proteómica, metabolómica. La metagenómica. Descripción de las técnicas utilizadas en cada disciplina, importancia y aplicaciones.

Trabajo Práctico: Manejo de bases de datos y de secuencias.

Unidad 6 – Herramientas de mejoramiento molecular

Fundamentos de Genética Mendeliana en el mejoramiento asistido por marcadores moleculares. Introgresión de genes asistida por marcadores moleculares en especies autóгамas y alogamas y de propagación vegetativa o en apomícticas, Incorporación de genes no nucleares. Apilamiento de genes. Obtención de doblehaploides. Etapas en el desarrollo de plantas modificadas por ingeniería genética. Estrategias de introducción de transgenes en materiales élite.

Trabajo Práctico: Desarrollo de un programa de mejoramiento asistido por marcadores moleculares.

Visita a empresa de mejoramiento vegetal.

Unidad 7 – Gestión y Mercado de la Biotecnología Agrícola

Desafíos de la agricultura y la producción de alimentos. Historia tecnológica de la domesticación y el mejoramiento. Biotecnología agrícola en el contexto de las técnicas de generación de variabilidad. Antecedentes y evolución. Necesidad del desarrollo de nuevas tecnologías, desarrollo de la ingeniería genética. Del mejoramiento convencional al mejoramiento de precisión. Oportunidades y Amenazas. Percepción pública de las biotecnologías. Adopción agrobiotecnológica. La Empresa Agrobiotecnológica. Análisis del Sector Agrobiotecnológico. De un Proyecto Científico a un Proyecto Rentable. Productos Agrobiotecnológicos. Instrumentos de Financiación Públicos y Privados. Incubadoras de Empresas Agrobiotecnológicas. Gestión de los Recursos Humanos. Seguimiento/tutorado de una idea biotecnológica.

Taller: Estudios de casos.

Unidad 8 - Bioseguridad y evaluación de riesgo. Aspectos regulatorios

Antecedentes. Regulación de las técnicas del ADN recombinante. Conceptos básicos de Análisis de riesgo. Metodología y formulación de problemas. Establecimiento de hipótesis de riesgo. Para el análisis ambiental y la evaluación de la inocuidad alimentaria. Plan de estudios y objetivos medibles. Organismos internacionales involucrados (OECD, protocolo de Cartagena, CODEX etc). Efectos no intencionales. Preguntas relevantes. Peso de la evidencia. Calidad de la información para la toma de decisiones regulatorias. Investigación académica vs ciencias regulatorias. Estado de las discusiones a nivel internacional sobre criterios de evaluación. Documentos de Consenso. Evaluación del impacto ambiental y alimentario derivado del uso de Organismos Vegetales Genéticamente Modificados (OVGMs). Aspectos regulatorios de los OVGMs, la situación en Argentina (CONABIA, SENASA y Secretaría de Agricultura) y el mundo. Eventos transgénicos aprobados para su comercialización en Argentina y el mundo. Detección, Identificación y Cuantificación de OVGMs. Manejo de las tecnologías en el contexto del Manejo integrado de plagas. Generación de resistencia de malezas a herbicidas y de insectos a cultivos genéticamente modificados con protección contra insectos.

Planes de manejo de resistencia. Programa de refugios. Normativa para las nuevas técnicas de mejoramiento.

Taller: Estudios de casos.

6. METODOLOGÍA DIDÁCTICA y FORMAS DE INTEGRACIÓN DE LA PRÁCTICA

La carga horaria semanal es de 6 (seis) horas. Se emplearán tres tipos de actividades:

Clases expositivas: tendrán por objetivo introducir al estudiante en el tema a tratar y brindar las herramientas necesarias para la interpretación y desarrollo de las clases de discusión.

Clases de discusión: se contará con una guía de estudio y actividades teórico-prácticas. La misma incluye: material teórico, ejercitaciones conceptuales, preguntas guía para la interpretación de trabajos científicos y documentos de decisión aprobados por CONABIA, como así también protocolos de trabajos prácticos.

Estudio de casos: Se analizarán ejemplos de empresas del sector agrobiotecnológico de diferente envergadura, desde empresas incipientes hasta empresas consolidadas en el sector.

Clases prácticas: Se realizarán trabajos de laboratorio. Para los mismos se utilizarán las facilidades de herramientas de última generación disponibles en el laboratorio de la Cátedra de Bioquímica.

Visitas a laboratorios y empresas del sector agrobiotecnológico. Se planea la visita a un laboratorio de genotipado y a una empresa de mejoramiento de semillas que utilice herramientas biotecnológicas.

7. FORMAS DE EVALUACIÓN

La aprobación de la asignatura Biotecnología Agrícola se logra por promoción directa o rindiendo un examen final

El sistema de evaluación consta de tres instancias.

a) La primera instancia consiste en un parcial escrito que se aprueba con nota mínima de 4 (cuatro) puntos.

b) La segunda instancia de evaluación consiste en un examen parcial escrito que se aprueba con nota mínima de 4 (cuatro) puntos. Se podrá recuperar sólo una de estas evaluaciones parciales para obtener la condición de regular.

c) La tercera instancia es una monografía sobre alguna temática vista en el curso que podrá contar con exposición oral dependiendo del número de estudiantes que participen del curso. Esta última se calificará de 1 a 10 y la nota de aprobación será 4 (cuatro) puntos. La monografía que no cumpla las condiciones para ser aprobada será devuelta y deberá ser corregida para lograr su aprobación.

La asignatura podrá aprobarse por promoción sin examen final cuando; 1) las calificaciones obtenidas en cada una de las tres evaluaciones (parciales y monografía) sea igual o superior a 7 (siete) puntos, sin haber recuperado ninguna de las tres evaluaciones y 2) se acredite al menos el 75% de asistencia a las clase.

La calificación final de la asignatura consistirá en el promedio de las notas obtenidas en las tres instancias de evaluación.

El examen final para la condición regular será oral o escrito. Los estudiantes que no promocionen o no regularicen la asignatura quedan en condición “Libre”.

Para aprobar la asignatura como alumno libre se deberá avisar esta intención a la Cátedra de Bioquímica con una semana de anticipación para poder preparar el trabajo práctico que el estudiante deberá aprobar, antes de pasar a un examen escrito que también deberá aprobar para estar en condiciones de rendir el examen final. El examen de trabajo práctico y el escrito se realizará 24 h antes de la fecha fijada para el examen final.

8. BIBLIOGRAFÍA

8.1. Bibliografía obligatoria

- Biotecnología Agrícola y de Alimentos. Editores: Alvarez, F., Kronberg, F., Pagano, E., Zambelli, A. (libro en elaboración).

8.2. Bibliografía complementaria

Sitios web

- ArgenBio. Consejo Argentino para la información y el Desarrollo de la Biotecnología. <https://argenbio.org/>
- CONABIA. Comisión Nacional Asesora de Biotecnología Agropecuaria. <https://www.argentina.gob.ar/agricultura/bioeconomia/biotecnologia/conabia>
- EFSA. Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria. <https://www.efsa.europa.eu/es/topics/topic/genetically-modified-animals>
- ICCAS. Instituto para la Cooperación Científica en Ambiente y Salud. <https://www.iccas.org.ar/es/areas-es/biotecnologia>
- ISAAA. International Service for the Acquisition of Agri-biotech Applications <https://www.isaaa.org/>
- SENASA. Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria <https://www.argentina.gob.ar/senasa>
<https://www.argentina.gob.ar/senasa/plataforma-sigtramites-registro-de-bioinsumos-fertilizantes-y-fitosanitarios>

Libros

- Advanced Molecular Plant Breeding: Meeting the Challenge of Food Security. Ed: Bharadwaj, D.N. Apple Academic Press, Inc. 2019.
- Applied Plant Genomics and Biotechnology. Ed: Poltronieri, P., Hong. Y. Woodhead Publishing Series in Biomedicine: Number 72. Elsevier. 2015.
- Biotechnology and Plant Breeding: Applications and Approaches for Developing Improved Cultivars. Borém, A., Fritsche-Neto, R. Academic Press, Elsevier. 2014.
- Biotecnología y Mejoramiento Vegetal II. Ed: Levitus, G., Echenique, V., Rubinstein, m C., Hopp, E., Mroginski, L. Ediciones Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. 2010.
- Epigenetic Gene Expression and Regulation. Ed: Huang, S., Litt, M., Blakey, A. Academic Press, Elsevier 2016.
- Plant Genes, Genomes and Genetics. Grotewold, E., Chappell, J., Kellogg, E.A. John Wiley & Sons. 2015.
- History of Plant Breeding. Schlegel, R.H.J. CRC Press Taylor & Francis Group. 2018.
- Crop Biotechnology: Genetic Modification and Genome Editing. Halford, N.G. World Scientific Publishing Europe Ltd.. 2018.
- Plant Genetics and Molecular Biology. Ed: Varshney, R.K., Pandey, M.K., Chitkineni, A. Springer International Publishing. 2018.
- Plant Genotyping: Methods and Protocols. Shavrukov, Y., Springer Nature. 2023.
- PLANT OMICS AND CROP BREEDING. Ed: Zargar, S.M., Rai, V. Apple Academic Press. 2017.
- Plant Transcription Factors: Methods and Protocols. Yamaguchi, N. Methods in Molecular Biology. Springer Nature. 2018.
- Glick BR, Pasternak JJ, Patten ChL (2010) Molecular Biotechnology. Principles and Applications of Recombinant DNA. 4th Ed. ASM Press, Washington, DC.

Artículos y revisiones

- Alvarez F, Zavala JA (2025) Genome-editing tools for biotic stress tolerance in plants. Chapter 16, pg. 206-216. Book: Gene-Edited Crops. The CRSPR Solution for Global Food Security. Ed. Taylor & Francis Group. Edited by Aftab Ahmad, Nayla Munawar, and Baohong Zhang. eBook ISBN 9781003500933.

- Rubinstein C, Levitus G, Vicien C, Modena NA, Ruzal S, Vesprini F, Lewi DM, Camino C, Malacarne MF, Francescutti N and Amaturio JI (2025) Genetically modified microorganisms for agricultural use: an opportunity for the advancement of risk assessment criteria in Argentina. *Front. Bioeng. Biotechnol.* 13:1612226.
- Sahoo J, Mishra R, Joshi RK (2025) PCR-based single nucleotide polymorphism (SNP) genotyping for crop improvement-current status and future prospects. *Discov. Plants* 2, 172.
- Segretin ME, Soto GC, Lorenzo CD (2025) Latin America: a hub for agrobiotechnological innovations, *Annals of Botany* 135 (4): 629–642.
- Signorini AM, Abratti G, Grimi D, Machado M, Bunge FF, Parody B, Ramos L, Cortese P, Vesprini F, Whelan A, Araujo MP, Podworny M, Cadile A, Malacarne MF (2018) Management of Field-Evolved Resistance to Bt Maize in Argentina: A Multi-Institutional Approach. *Front. Bioeng. Biotechnol.* 6:67.
- Zambelli A (2023) The importance of deep genotyping in crop breeding. *BAG. Journal of Basic and Applied Genetics* XXXIV (1): 1-10.



Anexo Resolución Consejo Directivo

Hoja Adicional de Firmas

1821 Universidad de Buenos Aires

Número:

Referencia: ANEXO - EX-2025-04502098 - Asignatura obligatoria Biotecnología
Agrícola - Licenciatura en Biotecnología

El documento fue importado por el sistema GEDO con un total de 8 pagina/s.