



**Universidad de Buenos Aires**  
**Facultad de Ciencias Exactas y Naturales**  
**Licenciatura en Cs. Biológicas**

Int. Güiraldes 2620  
 Ciudad Universitaria - Pab. II, 4º Piso  
 CPA: C1428EHA Ciudad Autónoma de Buenos Aires  
 ARGENTINA.

☎: +54 11 4576-3349

☎ **Fax:** +54 11 4576-3384

**Conmutador:** 4576-3300 Int.: 206

<http://www.bg.fcen.uba.ar>

**Carrera:** Licenciatura en Ciencias Biológicas

**Código de la carrera:** 05

**Código de la materia:**

**Agrobiotecnología**

**CARÁCTER:**

[SI / NO]

Curso obligatorio de licenciatura (plan 1984)

NO

Curso optativo de licenciatura (plan 1984)

SI

**Duración de la materia:**

16 Semanas

**Cuatrimestre en que dicta:**

1º

Cuatrimestre

**Frecuencia en que se dicta:**

Anualmente

Horas de clases semanales:	Discriminado por:	Hs.
	Teóricas	5
	Problemas	1
	Laboratorios	3
	Seminarios	1
<b>Carga horaria semanal:</b>		10
<b>Carga horaria total cuatrimestral:</b>		<b>160</b>

**Asignaturas correlativas:**

Genética I, Genética Molecular o Biología Molecular

**Forma de Evaluación:**

Exámenes parciales, final y evaluación de proyecto

**Profesor/a a cargo:**

Alejandro N. Mentaberri

**Firma y Aclaración:**

**Fecha:** / /



## **Agrobiotecnología**

### **Programa**

#### **a) Objetivos**

- Brindar una visión general de principales líneas de investigación y de las perspectivas futuras de desarrollo en agrobiotecnología y de sus implicancias económico-sociales.
- Brindar una visión general de las principales técnicas utilizadas por las modernas agrobiotecnologías (cultivo de tejidos vegetales, transformación vegetal y marcadores moleculares, instrumentos genómicos)
- Permitir la familiarización de los estudiantes con las actividades desarrolladas por instituciones públicas y privadas del medio productivo y capacitarlos para la presentación de proyectos de factibilidad económica.

#### **b) Materias correlativas**

Genética I y Genética Molecular o Biología Molecular.

#### **c) Programa Teórico**

1. Principales tecnologías implicadas en la "revolución verde" y en la moderna agrobiotecnología. Tendencias y perspectivas actuales en agrobiotecnología. Prospectivas socio-económicas en los países centrales y en los países en desarrollo. Impacto en el agricultura latinoamericana y argentina. Biotecnología y agricultura sustentable.
2. Cultivo de tejidos vegetales. Regeneración de plantas *in vitro*. Totipotencia. Proliferación a partir de brotes axilares. Organogénesis. Embriogénesis somática. Fitoreguladores. Organización del laboratorio y técnicas básicas de cultivo de tejidos. Regeneración de plantas a partir de protoplastos.
3. Aplicaciones del cultivo de tejidos vegetales. Producción masiva de microplantas. Problemas de producción: contaminación, vitrificación y aclimatación. Nuevas tendencias: inmersión temporal, robotización, cultivos sin esterilización, microestacas, semillas sintéticas. Conservación de recursos genéticos e intercambio de germoplasma. Cultivo de anteras y sus aplicaciones: desarrollo de haploides. Desarrollo de semillas artificiales. Fusión de células somáticas. Variación somatoclinal.
4. La micropropagación masiva en la práctica comercial. Factores que inciden en el proceso de micropropagación masiva. Montaje del laboratorio y costos de producción. Infraestructura. Mano de obra. Equipamiento. Evaluación de costos. Control fitosanitario y varietal. Indexado de enfermedades y limpieza de patógenos. Gestión productiva. Programación de la producción. Gestión post-comercial. Automatización para producción en gran escala.
5. Sistemas de cultivo de células vegetales. Características de las suspensiones celulares. Configuración y operación de biorreactores. Transferencia de masa y recuperación de productos. Procesos alternativos de producción: tejidos y células inmovilizadas; *hairy roots*. Potencial futuro y nuevos productos.
6. Técnicas de transformación vegetal basadas en *Agrobacterium*. Vectores de cointegración y vectores binarios. Métodos de transformación: inoculación de tallos; cocultivo de discos de hojas, de tubérculos, protoplastos, inoculación de semillas, infiltración de órganos florales, etc. Genes para la selección negativa y positiva de tejido transformado. Eliminación de genes selectores. Genes reporteros: GUS,  $\beta$ -galactosidasa, luciferasa; GFP. Promotores constitutivos y tejido-específicos.
7. Sistemas de transferencia de genes basados en virus vegetales. Caulimovirus. El caso del CaMV. Geminivirus. Virus a RNA de simple cadena: TMV, BMV, BNYW y PVX. Limitaciones y posibilidades de los virus vegetales como vectores de transformación. Agroinfección. Amplicones virales.
8. Sistemas de transferencia directa de genes. Transferencia de genes a protoplastos basada en métodos químicos o en electroporación. Bombardeo con microproyectiles (biobalística). Electroporación de tejidos vegetales. Otros métodos.
9. Transformación de cloroplastos: ventajas y limitaciones. Métodos de transformación. Introducción de genes para conferir resistencia a patógenos y a estrés abiótico. Producción de fármacos y moléculas de interés industrial en cloroplastos. Expresión múltiple de genes en cloroplastos. Sistemas de selección de plantas transformadas.



en Argentina. Liberación comercial de plantas transgénicas. Normativas referidas a seguridad alimentaria. Principales criterios aplicados a la seguridad alimentaria. Exámenes de toxicidad y alergenicidad. Regulaciones en Argentina.

26. Técnicas de biotecnología animal: transferencia de embriones. Crioconservación de gametas y embriones. Conservación de germoplasma y su importancia en programas de mejoramiento genético. Sexado de semen por citometría de flujo. Producción *in vitro* de embriones. Sexado de embriones. Transplante de células germinales. Clonado. Técnicas de transplante nuclear. Aplicaciones de interés zootécnico.

27. Transgénesis de animales: Métodos. Microinyección. Vectores retrovirales. Transfección y clonado a partir de células embrionarias. Aplicaciones en farmacología y en producción pecuaria. Aspectos económicos. Proyectos genoma en especies de interés zootécnico.

28. Vacunas de uso veterinario. Vacunas a subunidades. Producción en baculovirus y en plantas. Desarrollo de inmunógenos a partir de microorganismos heterólogos y homólogos modificados: virus y bacterias. Desarrollo de inmunógenos contra el vector (hematófago) del patógeno. Desarrollo de inmunógenos a partir de DNA (vacunas génicas). Desarrollo de sistemas basados en fowlpoxvirus y en canarypoxvirus.

29. Desarrollo de vacunas recombinantes por técnicas de ingeniería genética. Expresión y presentación de antígenos de interés utilizando baculovirus, avipoxvirus y virus vegetales. Producción de antígenos en plantas.

30. Cuestiones asociadas a la propiedad intelectual en el campo de las nuevas agrobiotecnologías. Protección técnica y legal. El caso de los vegetales: patentamiento de genes y plantas. Convenio UPOV y registro de variedades vegetales. El caso de los animales: patentamiento de genes y de animales modificados genéticamente.

31. Agrobiotecnología y percepción pública. El debate sobre los organismos transgénicos. Principales grupos de argumentos considerados. Productores y consumidores.

32. Diseño de un proyecto de investigación y desarrollo tecnológico

#### **d) Programa de Trabajos Prácticos**

##### **1. Nociones de cultivo de tejidos y micropropagación**

Organogénesis de una especie ornamental

Micropropagación de tabaco

Embriogénesis somática de zanahoria

Encapsidación de embriones

##### **2. Transformación vegetal**

Transformación de *Nicotiana tabacum* mediante *Agrobacterium tumefaciens*

Transformación de *Arabidopsis thaliana* mediante infiltración con

*Agrobacterium tumefaciens*

Transformación de *Nicotiana tabacum* mediante biobalística

Transformación de protoplastos mediante electroporación

Agroinfiltración de tabaco

##### **3. Ensayos de caracterización de plantas transformadas**

Detección histoquímica de actividad  $\beta$ -glucuronidasa

Detección de *Green Fluorescent Protein*

Detección de un transgen por la técnica de PCR

##### **4. Selección y observación de fenotipos transformados**

Plantas con resistencia a antibióticos

Plantas con resistencia a herbicidas

##### **5. Utilización de marcadores moleculares**

Utilización de RAPDs

Utilización de microsatélites

Análisis de secuencias génicas

Utilización de programas para el análisis de secuencias

Los Trabajos Prácticos se desarrollan en sesiones semanales de 5 h, totalizando 65 h de prácticas distribuidas en 4 meses. Las sesiones incluyen breves explicaciones sobre las técnicas a implementar y una evaluación sobre el tema de la práctica (informe o examen de práctica) a criterio de los docentes a cargo.



10. Resistencia a virus vegetales por métodos de ingeniería genética. Protección mediada por la cápside. Protección mediada por otras funciones virales (replicasa, proteínas de transporte). Protección mediada por RNA. Resistencia derivada de genes no virales. Aislamiento de genes de resistencia a partir de germoplasma vegetal.

11. Resistencia a insectos por métodos de ingeniería genética. Entomotoxinas de *Bacillus thuringiensis*. Introducciones comerciales y problemas asociados. Manejo de resistencia. Inhibidores de proteasas y de  $\alpha$ -amilasas. Lectinas. Otras proteínas insecticidas de origen vegetal. Genes insecticidas de origen animal. Resistencia a nemátodos

12. Resistencia a bacterias por métodos de ingeniería genética. Expresión de proteínas antibacterianas: lizosima, atacina y cecropina. Tioninas, Otras proteínas con actividad antimicrobiana: lactoferrina, taquilepsina, glucosa oxidasa. Inhibición de toxinas bacterianas. Otros enfoques potenciales.

13. Resistencia a hongos fitopatógenos por métodos de ingeniería genética. Expresión de proteínas con actividad antifúngica: quitinasas, glucanasas, PRs. Glucosa oxidasa. Expresión de fitoalexinas. Defensinas y péptidos líticos.

14. Utilización de genes de resistencia (genes R) y de la respuesta sistémica adquirida. Utilización de interacciones sinérgicas.

15. Introducción de tolerancia a herbicidas. Estrategias de detoxificación y de modificación de la enzima blanco. Resistencia a imidazolidonas, sulfonilureas, triazinas, glifosatos y fosfinotricinas. Ensayos de campo y variedades comerciales con resistencia incorporada.

16. Modificación genética de fenotipos vegetales y de rutas metabólicas. Modificación del contenido de ácidos grasos saturados e insaturados. Modificación de la síntesis de sacarosa y almidón y de la partición de carbohidratos. Modificaciones de la composición de aminoácidos esenciales.

17. Modificación del metabolismo secundario: Control de la maduración de los frutos. Durabilidad y pigmentación floral. Modificación de la composición de lignina. Producción de vitaminas A y E. Modificación de la tasa de desarrollo. Otras rutas del metabolismo secundario. Captación de hierro. Androesterilidad.

18. Resistencia a estrés abiótico. Resistencia a frío y a altas temperaturas. Resistencia a sequía y a salinidad. Sobreexpresión de compuestos osmoprotectores. Sobreexpresión de canales vacuolares. Expresión constitutiva de factores de transcripción. Utilización de enfoques genómicos para aislar genes de resistencia a estreses abióticos. Resistencia a metales.

19. Fitorremediación: campos de aplicación y mercados potenciales. Distintas clases de fitorremediación: fitoextracción, rizofiltración, fitoestabilización, fitoestimulación, fitovolatilización, fitodegradación. Fitoextracción continua y asistida por quelantes. Remoción de nutrientes, metales pesados, polucionantes orgánicos. Expresión de metalotioninas y fitoquelatinas.

20. Las plantas como biorreactores. Producción de proteínas exógenas en plantas: anticuerpos, hormonas, enzimas, etc. Utilización de raíces transformadas para la producción de compuestos de interés farmacológico. Manipulación de proteínas de reserva de las semillas. Rizosecreción Expresión de proteínas de interés en cloroplastos y cromoplastos..

21. Marcadores moleculares. Alosimas. RFLP, VNTR, AFLP, SCAR, RAPD. Generación y uso de genotipos segregantes. Construcción de mapas genéticos. Líneas isogénicas, autocruzamiento, retrocruzamiento, dihaploides, etc. *Bulk segregant analysis*. MapMaker 3.0 y mapeo de caracteres cuantitativos (QTLs) MapMaker/QTL. *Finger-printing*. Aplicaciones al mejoramiento: retrocruzas asistidas.

22. Aplicaciones de la tecnología de marcadores moleculares en el mejoramiento genético. Selección asistida por marcadores. Retrocruzas asistidas por marcadores. Organización del germoplasma sobre la base de distancias genéticas estimadas por marcadores. Estimación de heterosis. Análisis de QTLs en retrocruzas avanzadas. Ejemplos en los cultivos de soja, trigo, maíz, girasol y canola.

23. Biotecnología forestal. Situación de los recursos forestales en el mundo. Causas y consecuencias de la deforestación. Aplicaciones prácticas de la biotecnología forestal. Micropropagación de árboles y conservación de recursos genéticos. Problemas relacionados con la calidad de las maderas, la producción de biomasa y estreses bióticos y abióticos. Aplicación de marcadores moleculares al mejoramiento de especies forestales

24. Organización genómica y proyectos genoma en plantas superiores: el caso de *Arabidopsis thaliana*. Genomas de otros cultivos agrícolas. Técnicas moleculares aplicadas al mapeo genómico en una planta modelo. Mapas genéticos y mapas físicos. Proyectos internacionales de secuenciación y centros de recursos. Análisis de bases de datos. Genómica funcional. Microordenamientos y sus aplicaciones. Genómica comparada.

25. Pruebas de campo con plantas transgénicas. Establecimiento de riesgo en el caso de organismos genéticamente modificados. Diseño de normas de bioseguridad. Normativas de bioseguridad



*e) Redacción de un Proyecto de Desarrollo Tecnológico (PDT)*

Los alumnos encaran la elaboración de un PDT en agrobiotecnología, sobre un tema de libre elección, de acuerdo con el formato comúnmente utilizado en este tipo de presentaciones, el cual incluye elementos de factibilidad técnica y económica. Se desarrollan dos clases de 2 h de duración sobre factibilidad económica de proyectos a cargo de un economista. Durante el transcurso de la materia se facilitan contactos con organizaciones de productores, empresas y organismos estatales involucrados en este campo de actividad. Cada PDT está a cargo de un grupo de 4 alumnos. Los PDT son evaluados por un panel conformado por docentes y expertos externos.

***f) Seminarios de Bibliografía***

Se organizan 8 seminarios individuales de 2 h de duración sobre trabajos previamente seleccionados, los que se relacionan con tópicos de la materia. Cada alumno debe realizar búsquedas bibliográficas y exponer al menos un trabajo original. La asistencia es obligatoria.

*g) Visitas guiadas*

Se organizan visitas optativas a los Institutos del INTA-Castelar en que se realizan investigaciones y desarrollos en agrobiotecnología. Durante la visita, los estudiantes mantienen entrevistas informales con distintos investigadores para discutir las distintas líneas de trabajo. También se organizan visitas a una empresa de micropropagación vegetal (en la ciudad de Buenos Aires) y a dos empresas semilleras y a una empresa de biotecnología animal (salida de campo de dos días) para observar la organización y los desarrollos encarados en las mismas. En el transcurso de la salida de campo se organiza un desayuno con productores de vanguardia para discutir los problemas actuales del agro Argentino.

*h) Evaluaciones y Promoción*

Para aprobar la materia se requiere la aprobación de los exámenes parciales teóricos, de los Trabajos Prácticos, y de un examen final con calificaciones mayores o iguales a cuatro. La materia podrá ser aprobada sin examen final cuando el promedio de los parciales teóricos, de los Trabajos Prácticos y del PDT sea mayor o igual que siete. Para acceder a la promoción sin examen final se requiere una asistencia del 80% a los Trabajos Prácticos y Seminarios y del 70% a las Clases Teóricas.