



PLAN 2011

**INTRODUCCIÓN A LA BIOTECNOLOGÍA**  
CARRERA: LICENCIATURA EN BIOTECNOLOGÍA

**I. IDENTIFICACIÓN**

- |    |                          |                            |
|----|--------------------------|----------------------------|
| 1. | Código                   | : 46B                      |
| 2. | Horas Semanales de Clase | : 4                        |
|    | 2.1. Teóricas            | : 2                        |
|    | 2.2. Prácticas           | : 2                        |
| 3. | Créditos                 | : 3                        |
| 4. | Pre-Requisito            | : 43B (Genética Molecular) |

**II. JUSTIFICACIÓN**

La biotecnología está presente en la vida del hombre desde tiempos inmemoriales: desde que se observó que de la fermentación de uvas se obtenía el vino, de la fermentación de cereales la cerveza y de la fermentación de jugo de manzanas la sidra.

La historia de la Biotecnología se inició hace más de 4000 años, a partir del uso de microorganismos que transformaban esas materias primas en alcohol. Existen diversos productos alimenticios que hacen uso de esa tecnología, como el queso, yogurt, panes, salames y otros.

En los años 80, con el surgimiento de la ingeniería genética, se inició lo que se conoce como biotecnología moderna, que incluye a una serie de técnicas que permiten aislar genes, modificarlos y transferirlos de un organismo a otro.

Estos grandes avances permitieron la obtención de alimentos con mayor valor nutritivo, plantas resistentes a plagas, vacunas, medicamentos más específicos, diagnósticos más rápidos y precisos, entre otros avances.

Este curso pretende iniciar al alumno en los conceptos básicos de la biotecnología agrícola, médica, farmacéutica, ambiental, entre otras. Uno de los objetivos importantes de esta asignatura es poner de manifiesto su gran alcance y su carácter multidisciplinario.

El curso se iniciará con una visión general de los conceptos y ejemplos clásicos del uso de biotecnología. A continuación, se introducirán las técnicas utilizadas para generar productos y servicios biotecnológicos. En la tercera unidad se demostrará en qué áreas se podrán utilizar determinadas técnicas, y serán



descritos ejemplos de productos biotecnológicos de amplia utilización. Por último, se discutirá si las aplicaciones biotecnológicas contribuyen para el desarrollo sustentable, producen beneficios mensurables, son ambientalmente seguras, y otros aspectos científicos, legales, económicos y éticos.

### **III. OBJETIVOS**

#### **A. General**

Proporcionar los conceptos básicos de la biotecnología tradicional y moderna, partiendo desde los ejemplos clásicos hasta los avances dinámicos y actuales en todas las áreas de aplicación.

#### **B. Específicos**

- Conocer la historia del uso de la biotecnología tradicional y moderna.
- Resaltar la importancia de la interdisciplinariedad de la biotecnología en la innovación.
- Comprender las bases de la ingeniería genética.
- Describir los principales métodos utilizados en biotecnología de la salud humana, animal y vegetal, además de la biotecnología microbiana y ambiental.
- Conocer las aplicaciones biotecnológicas para generar nuevas técnicas, productos y servicios.
- Introducir los aspectos científicos, legales, económicos y éticos de las aplicaciones biotecnológicas.
- Desarrollar en el alumno una visión crítica frente a problemas planteados.
- Incentivar la construcción del conocimiento por medio de trabajos grupales.
- Presentar informes escritos y orales en seminarios que promuevan la búsqueda y lectura de artículos relevantes.

### **IV. CONTENIDOS**

#### **A. UNIDADES PROGRAMÁTICAS**

1. Introducción a las técnicas y aplicaciones vinculadas a utilización de conocimientos biológicos para la generación de nuevas técnicas, productos y servicios.
2. Alcances e implicancias de utilización de la Biotecnología.
3. Ejemplos y casos provenientes de diversas áreas de aplicación.
4. Introducción a aspectos científicos, legales, económicos y éticos de las aplicaciones biotecnológicas.



## **B. DESARROLLO DE LAS UNIDADES PROGRAMÁTICAS**

- 1. Introducción a las técnicas y aplicaciones vinculadas a la utilización de conocimientos biológicos para la generación de nuevas técnicas, productos y servicios**
  - 1.1. Biotecnología tradicional y moderna.
  - 1.2. Fechas y acontecimientos importantes para el desarrollo de la biotecnología.
  - 1.3. Ejemplos clásicos de procesos y productos biotecnológicos.
    - 1.3.1. Cerveza, pan y queso: proceso de fermentación.
  - 1.4. Procesos fermentativos o bioprocesos.
    - 1.4.1. Procesos fermentativos y la industria.
    - 1.4.2. Microorganismos industriales.
    - 1.4.3. Del laboratorio a la industria.
  - 1.5. Cultivo de células y tejidos.
    - 1.5.1. Micro-propagación de plantas.
    - 1.5.2. Cultivo de células animales.
  - 1.6. Tecnología del DNA.
    - 1.6.1. Enzimología de Ácidos Nucleicos.
      - 1.6.1.1. Nucleasas y enzimas de restricciones.
      - 1.6.1.2. Fosfatasas, quinasas y ligasas de DNA.
      - 1.6.1.3. Polimerasas de DNA.
    - 1.6.2. Electroforesis del DNA.
    - 1.6.3. Síntesis y amplificación del DNA.
      - 1.6.3.1. Reacción en cadena de polimerasa o PCR.
    - 1.6.4. Secuenciación del DNA.
  - 1.7. Ingeniería genética.
    - 1.7.1. Bibliotecas de genes.
    - 1.7.2. Construcción de un microorganismo recombinante.
    - 1.7.3. Manipulación genética de animales.
    - 1.7.4. Plantas transgénicas.
  
- 2. Alcances e implicancias de utilización de la Biotecnología**
  - 2.1. Biotecnología agrícola.
    - 2.1.1. Evolución de las prácticas agrícolas.
    - 2.1.2. Mejoramiento de la composición y cualidades de semillas y frutos.
    - 2.1.3. Retraso del proceso de maduración de frutos.
    - 2.1.4. Resistencia a virus, bacterias y hongos fito-patógenos.
    - 2.1.5. Plantas resistentes al ataque de insectos.
    - 2.1.6. Mayor tolerancia a factores ambientales.
    - 2.1.7. Las plantas como biorreactores.



- 2.2. Animales transgénicos.
  - 2.2.1. Diseño y construcción de los primeros animales transgénicos.
  - 2.2.2. Animales transgénicos con fines de investigación básica y aplicada.
    - 2.2.2.1. “Biofábricas” de moléculas.
    - 2.2.2.2. Mejoramiento de la salud de los animales.
      - 2.2.2.2.1. Resistencia a enfermedades.
      - 2.2.2.2.2. Prevención y tratamiento.
    - 2.2.2.3. Mejoramiento de la reproducción y desarrollo.
    - 2.2.2.4. Xenotransplantes.
- 2.3. Biotecnología industrial.
  - 2.3.1. Industria textil.
    - 2.3.1.1. Uso de enzimas en la industria textil.
    - 2.3.1.2. Tratamiento de efluentes.
  - 2.3.2. Biocombustibles.
    - 2.3.2.1. Definición.
    - 2.3.2.2. Métodos de obtención.
    - 2.3.2.3. Beneficios y Perspectivas.
  - 2.3.3. Biopolímeros y bioplásticos.
- 2.4. Biotecnología aplicada a salud.
  - 2.4.1. Desarrollo de nuevos fármacos.
    - 2.4.1.1. Etapas en el desarrollo de medicamentos.
    - 2.4.1.2. Biofármacos de interés medico.
    - 2.4.1.3. Farmacogenómica.
    - 2.4.1.4. El costo de los nuevos medicamentos.
  - 2.4.2. Vacunas.
    - 2.4.2.1. Activación del sistema inmunológico.
    - 2.4.2.2. Etapas para el desarrollo de vacunas.
    - 2.4.2.3. Tipos de vacunas.
    - 2.4.2.4. Producción de vacunas orales en plantas transgénicas
  - 2.4.3. Pruebas de diagnóstico.
    - 2.4.3.1. Diagnóstico de enfermedades infecciosas.
    - 2.4.3.2. Diagnóstico de enfermedades genéticas.
    - 2.4.3.3. La práctica forense.
- 2.5. Biotecnología y medio ambiente.
  - 2.5.1. Desarrollo sustentable.
  - 2.5.2. Biomonitorio.
  - 2.5.3. Biorremediación.
    - 2.5.3.1. Biorremediación.
    - 2.5.3.2. Desarrollo actual y futuro.



- 2.6. Biotecnología y biodiversidad.
  - 2.6.1. El hombre y el medio ambiente.
  - 2.6.2. Biodiversidad.
  - 2.6.3. La biotecnología y la conservación de recursos genéticos.
  - 2.6.4. Desarrollos actuales y futuros.
- 2.7. Biotecnología y alimentos.
  - 2.7.1. Microorganismos en la industria de alimentos.
  - 2.7.2. Alimentos fermentados.
  - 2.7.3. Aditivos.
  - 2.7.4. Alimentos biofortificados.

**3. Ejemplos y casos provenientes de diversas áreas de aplicación**

- 3.1. La insulina fue el primer caso de proteína producida por ingeniería genética aprobada para uso en humanos.
- 3.2. Hormona de crecimiento para uso humano proveniente de una ternera.
- 3.3. La vacuna contra la Hepatitis B.
- 3.4. Biocontrol de plagas agrícolas y enfermedades de las plantas.
- 3.5. Arroz dorado y otros alimentos que tuvieron mejoramiento de las características nutricionales y nutracéuticas de alimentos.
- 3.6. Algodón Bt.
- 3.7. Soja resistente a glifosato.
- 3.8. Fitopatógenos que son identificados por métodos moleculares.
- 3.9. Peces transgénicos.

**4. Introducción a aspectos científicos, legales, económicos y éticos de las aplicaciones biotecnológicas**

- 4.1. Bioseguridad y Organismos Genéticamente Modificados.
- 4.2. Criterios científicos aplicados - El enfoque comparativo.
- 4.3. Impacto Ambiental.
- 4.4. Inocuidad Alimentaria.
- 4.5. Mitos y realidades sobre la bioseguridad.
- 4.6. Evaluación de seguridad y proceso de aprobación en Paraguay.
- 4.7. Cultivos disponibles en Paraguay.

**C. OBJETIVOS PEDAGÓGICOS POR UNIDAD**

**Al término del desarrollo de la unidad 1 “Introducción a las técnicas y aplicaciones vinculadas a utilización de conocimientos biológicos para la generación de nuevas técnicas, productos y servicios” el estudiante será capaz de:**

- Comprender los conceptos más difundidos de biotecnología tradicional y moderna.
- Determinar los principales hechos históricos involucrados en el desarrollo de la biotecnología moderna.



- Investigar el proceso biotecnológico más antiguo utilizado a lo largo de los años.
- Describir las etapas esenciales del proceso de fermentación.
- Conocer los diferentes tipos de bioprocesos.
- Identificar los componentes de medios de cultivos y sus funciones.
- Interpretar los pasos para la producción de una planta a partir de un explanto.
- Identificar los diferentes tipos de cultivos celulares, sus aplicaciones y el principio de “totipotencialidad celular”.
- Determinar las distintas técnicas para la transferencia de genes a las células vegetales y animales.
- Comprender la transgénesis y los métodos que emplea la ingeniería genética para lograrlo.
- Diferenciar entre mejoramiento convencional (cruzamiento y mutagénesis) y mejoramiento mediante ingeniería genética.

**Al término del desarrollo de la unidad 2 “Alcances e implicancias de utilización de la Biotecnología” el estudiante será capaz de:**

- Describir los aportes de la biotecnología moderna y la tradicional a la agricultura.
- Analizar novedades del ámbito de la biotecnología moderna agrícola y animal actual.
- Comprender las posibilidades y perspectivas de la biotecnología animal.
- Determinar la actividad industrial y sus consecuencias en el ambiente.
- Relacionar el empleo de enzimas en la industria y en el ambiente y su uso en la limpieza de la contaminación.
- Comprender el concepto de biocombustibles y los diferentes métodos para su obtención.
- Describir los aspectos vinculados con el empleo de los recursos naturales y el origen de problemas ambientales.
- Relacionar los temas de biotecnología con la resolución de cuestiones ambientales.
- Determinar la utilidad de la ingeniería genética para el desarrollo de productos útiles para la salud humana.
- Discutir acerca de las ventajas de la aplicación de proteínas recombinantes y otros productos biotecnológicos en la industria farmacológica.
- Identificar cómo se aplican los conocimientos de biotecnología a la resolución de problemas de salud.
- Relacionar temas vinculados a la inmunología, la prevención y el tratamiento de enfermedades.



- Reconocer mediante ejemplos que los avances tecnológicos implican la generación de soluciones y nuevos problemas a resolver.
- Discutir acerca de las ventajas de la aplicación de proteínas recombinantes en la industria farmacológica.
- Aplicar los conocimientos de biotecnología para proponer la resolución de problemas de contaminación ambiental.
- Introducir la idea de uso responsable y sustentable de los recursos.
- Relacionar los siguientes temas: recursos naturales, desarrollo sustentable, agroecosistema y biodiversidad.
- Reconocer las formas de conservación de recursos genéticos.
- Interpretar artículos sobre el tema a partir de los conocimientos adquiridos.

**Al término del desarrollo de la unidad 3 “Ejemplos y casos provenientes de diversas áreas de aplicación” el estudiante será capaz de:**

- Reconocer mediante ejemplos que los avances tecnológicos implican la generación de soluciones y nuevos problemas a resolver.
- Analizar y exponer artículos relevantes sobre los temas a partir de los conocimientos adquiridos.
- Desarrollar una actitud crítica frente a los ejemplos planteados.

**Al término del desarrollo de la unidad 4 “Aplicaciones de comunicación social vinculada con Biotecnologías y principales desafíos contemporáneos, presentación y análisis de casos o ejemplos” el estudiante será capaz de:**

- Conocer las reglamentaciones y controles que deben cumplir todos los alimentos o productos de consumo.
- Investigar cuáles son las entidades que controlan y los mecanismos que siguen hasta la aprobación de un transgénico.
- Interpretar si hay diferencia con las medidas de control y las regulaciones referidas a otros tipos de alimentos considerados “convencionales”
- Conocer los pasos que involucra la evaluación de inocuidad de los OGM y trabajar sobre el concepto de riesgo cero.
- Discutir acerca de la bioseguridad de los OGM.
- Evaluar casos de aprobación.

**V. CLASES PRÁCTICAS SUGERIDAS**

- Cultivo de hongos y bacterias.
- Fermentación.
- Uso diario de enzimas.
- Control biológico de hongos.
- Actividad antifúngica y antibacteriana de extractos vegetales.



- Extracción de DNA.
- Identificación de un gen de interés por técnica de Reacción en cadena de la Polimerasa (PCR).

## VI. METODOLOGÍA

- **Clases teóricas:**
  - Clases magistrales con ayuda de medios audiovisuales.
  - Ejercicios y problemas de aplicación.
  - Discusión y análisis de casos.
  - Sesiones grupales para análisis de textos y de publicaciones.
  - Presentación de trabajos de seminarios en forma grupal y/o individual.
- **Clases prácticas:**
  - Prácticas de laboratorio
  - Resolución de problemas de aplicación.
  - Elaboración y presentación de informes de laboratorio. Consultas en base de datos: artículos científicos.

## VII. MEDIOS AUXILIARES

- i. Aula
- ii. Medios informáticos: proyector, videos
- iii. Laboratorio.
- iv. Sala de microscopía
- v. Artículos científicos

## VIII. EVALUACIÓN

Las evaluaciones se llevarán a cabo conforme al Reglamento vigente de la FACEN.

## IX. BIBLIOGRAFÍA

### A. BÁSICA

CLARK, D.P. & PAZDERNIK, N.J. 2011. Biotechnology: Academic Cell Update Edition, Academic Press, 768p.

DÍAZ, A. & MAFFIA, P. 2011. Biotecnología en la Argentina. Desarrollo y usos sociales, Bernal: Universidad Nacional de Quilmes, 192p.

FITZGERALD-HAYES, M. & REICHSMAN, F. 2009. DNA and Biotechnology, Academic Press, 401p.



- LEVITUS, G., ECHENIQUE, V., RUBINSTEIN, C., HOPP, E. & MROGINSKI, L. EDS. 2010. *Biotecnología y Mejoramiento Vegetal II* 2nd ed., Argentina: Ediciones INTA & ArgenBio, 650p.
- MAG-IICA 2011. *Política y Programa Nacional de Biotecnología Agropecuaria y Forestal del Paraguay*, Asunción, Paraguay, 38p.
- MALAJOVICH, M.A.M. DE 2012. *Biotecnología* 2nd ed., Bernal: Universidad Nacional de Quilmes, 448p.
- RATLEDGE, C. & KRISTIANSEN, B. 2006. *Basic biotechnology*, Cambridge, UK ; New York: Cambridge University Press.
- RENNEBERG, R. 2008. *Biotecnología para principiantes*, Editorial Reverté, S.A., 300p.
- SMITH, J.E. 2009. *Biotechnology*, Cambridge University Press, 279p.
- ZAPATA, F.G.B. 2007. *Fundamentos y casos exitosos de la biotecnología moderna* 2nd ed., El Colegio Nacional, 718p.

## **B. COMPLEMENTARIA**

- AHMAD, D.I., AHMAD, D.F. & PICHEL, J. 2011. *Microbes and Microbial Technology: Agricultural and Environmental Applications*, Springer, 522p.
- AHMAD, P., ASHRAF, M., YOUNIS, M., HU, X., KUMAR, A., AKRAM, N.A. & AL-QURAINY, F. 2012. Role of transgenic plants in agriculture and biopharming. *Biotechnology Advances* **30**(3), 524–540.
- ALTAMIRANO-BUSTAMANTE, M.M., HOYOS, A. DE & OLIVÉ, L. 2011. Theory of knowledge and biotech patents: worlds apart? *Nature Biotechnology* **29**(11), 977–978.
- BRANDENBERG, O., DHLAMINI, Z., SENSI, A., GHOSH, K. & SONNINO, A. 2011. Introduction to Biotechnology: Basic Concepts and Definitions. In *Module A: An introduction to molecular biology and genetic engineering.*, pp. 1–8. Biosafety Resource Book, Rome, Italy: Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO).
- BURRACO, A.B. 2005. *Avances recientes en biotecnología vegetal e ingeniería genética de plantas*, Reverte, 238p.
- BUTLER, M. 2004. *Animal cell culture and technology*, London ; New York: BIOS Scientific Publishers.
- CHRISTOU, P. & KLEE, H. 2004. *Handbook of Plant Biotechnology*, Wiley.



- CUYPER, M. & BULTE, J.W.M. 2010. Physics and chemistry basis of biotechnology, Springer, 340p.
- DOMINGO, J.L. & GINÉ BORDONABA, J. 2011. A literature review on the safety assessment of genetically modified plants. *Environment International* **37**(4), 734–742.
- EVANS, G.M. & FURLONG, J.C. 2002. *Environmental Biotechnology: Theory and Application*, Wiley.
- HALFORD, N. 2006. *Plant Biotechnology: Current and Future Applications of Genetically Modified Crops*, Wiley.
- HODGSON, J. 2006. Private biotech 2004—the numbers. *Nature Biotechnology* **24**(6), 635–641.
- HOPKINS, W.G. 2006. *Plant Biotechnology*, Chelsea House Pub (L), 128p.
- KAYSER, O. & QUAX, W.J. 2007. *Medicinal Plant Biotechnology: From Basic Research to Industrial Applications*, John Wiley & Sons.
- KUMAR, A. & SOPORY, S.K. 2008. *Recent Advances In Plant Biotechnology And Its Applications*, I.K. International Pub. House.
- MAHESH, S. 2009. *Plant Molecular Biotechnology*, New Age Science.
- MASCIA, P.N., SCHEFFRAN, J. & WIDHOLM, J.M. 2010. *Plant Biotechnology for Sustainable Production of Energy and Co-products*, Springer.
- NEUMANN, K.H., KUMAR, A. & IMANI, J. 2009. *Plant Cell and Tissue Culture - A Tool in Biotechnology: Basics and Application*, Springer.
- PAREKH, S.R. 2010. *The GMO Handbook: Genetically Modified Animals, Microbes, and Plants in Biotechnology*, Humana Press.
- STEPHENSON, F.H. 2003. *Calculations for molecular biology and biotechnology : a guide to mathematics in the laboratory*, San Diego, Calif. London: Academic.
- TOPPING, J. & LINDSEY, K. 2009. *Plant Biotechnology: Molecular Engineering of Crops*, Wiley.
- WINK, M. 2010. *Annual Plant Reviews, Functions and Biotechnology of Plant Secondary Metabolites* 2nd ed., Wiley-Blackwell.