

**UNIVERSIDAD DE COSTA RICA**  
**ESCUELA DE BIOLOGÍA**  
**INTRODUCCION A LA BIOTECNOLOGIA (B-0357 y SP-8152)**  
**I SEMESTRE 2013**

Profesora: Dra. Laura Yesenia Solís Ramos    Teléfono:  
Valor del curso: 4 créditos    Tiempo: 3 h teoría y 3 h laboratorio por semana.  
Horario: Lunes de 9 am. a 11: 50 pm (teoría) y de 1 pm a 3:50 pm (laboratorio)  
Requisitos: B-0345 y B-0346    Curso:  
Plan: Bachillerato (optativo) y Licenciatura (obligatorio)  
Horario de consulta: Martes 9 a 11 a.m. en la oficina 29 de la Escuela de Biología (primer piso).

### **DESCRIPCIÓN**

Presenta una visión general de los diversos procesos biotecnológicos, de los conceptos fundamentales y de las aplicaciones tecnológicas en las siguientes áreas: Biología Molecular e Ingeniería Genética, Cultivo *in vitro* de Tejidos Vegetales, Genética y Salud Humana, Producción Animal, Transformaciones Microbianas, Mecanismos de Bio-conversión de la Energía y Biotecnología Ambiental.

### **OBJETIVOS**

1. Conocer los diversos procedimientos científicos y aplicaciones tecnológicas que tienen como característica común la intervención de un agente biológico en la transformación de materias primas para la producción de bienes y servicios.
2. Señalar la importancia de la utilización de los principales procesos biotecnológicos en los diversos sectores de la actividad económica, social y de control ambiental como son: mejoramiento de la producción agrícola y animal, aplicaciones en salud y técnicas de diagnóstico, producción de nuevas fuentes de energía, eliminación de desechos y contaminantes.
3. Presentar los avances científicos y tecnológicos alcanzados en áreas específicas de la actividad biotecnológica mediante conferencias por parte de especialistas o el estudio de tópicos recientes.
4. Considerar la problemática y perspectivas de desarrollo biotecnológico en países en desarrollo con especial referencia a Costa Rica y a los países del área centroamericana.
5. Estimular la creatividad de los estudiantes por medio de la realización de trabajos de investigación y seminarios.

### **METODOLOGIA**

El curso comprenderá charlas magistrales impartidas por el profesor y conferencias de invitados expertos en diversos tópicos de la biotecnología. Además, los estudiantes llevarán a cabo seminarios sobre temas recientes en biotecnología y un ensayo acerca de un proceso biotecnológico (tema asignado por el profesor), el cual corresponde al trabajo final de la parte teórica. El trabajo deberá presentarse de manera escrita (máximo 10 páginas), una semana antes de la fecha de exposición y presentación oral (15 min. de exposición y 5 min. preguntas).

### **EVALUACION**

La persona que obtenga entre un 60 y un 67,2 de nota de aprovechamiento podrá realizar un examen de ampliación. No hay examen final. La asistencia a las clases de teoría y laboratorio son OBLIGATORIAS. El desglose de la evaluación es el siguiente:

La evaluación del curso se realizará de la siguiente manera:

Participación y exposiciones orales (seminarios)	15 % de la nota final
Trabajo final y exposición	20 % de la nota final
Tareas e investigaciones	15 % de la nota final
Pruebas cortas sin previo aviso (de laboratorio o teoría)	30 % de la nota final
Trabajo e informes de Laboratorio	20 % de la nota final

## CONTENIDOS Y CRONOGRAMA

Semana	Contenido teoría	Prácticas de laboratorio
1 11 marzo	Introducción a la biotecnología	Discusión de artículos
2 18 marzo	Herramientas básicas de ingeniería genética y recombinaciones genéticas <i>in vitro</i> . Aislamiento y análisis de genes. Impacto de la ingeniería genética en los procedimientos biotecnológicos.	Extracción de ADN y análisis de
3 01 abril	Cultivo <i>in vitro</i> de tejidos vegetales. Técnicas de micropropagación vegetativa. Biorreactores. Características según los procesos bioquímicos y el tipo de transformación microbiana o del tipo de multiplicación de las células puestas en cultivo. Conferencista invitado: Dr. Antonio Andrade Torres, Instituto de Biotecnología y Ecología Aplicada (INBIOTECA), Universidad Veracruzana, México.	Introducción al cultivo <i>in vitro</i> de células, tejidos y órganos vegetales.
4 08 abril	Procedimientos de transformación genética. Regulaciones de bioseguridad sobre plantas transgénicas. Conferencista invitado: Ing. Alex May Montero, Comisión Técnica Nacional de Bioseguridad, " <b>Regulaciones de bioseguridad sobre los transgénicos de uso agrícola en Costa Rica</b> ".	Continuación laboratorio de cultivo <i>in vitro</i>
5 15 abril	Microorganismos. Metabolismo y producción de sustancias útiles. Microbiología industrial.	Transformación de tejidos vegetales mediante <i>Agrobacterium</i>
6 22 abril*	Biotecnología animal. Métodos de diagnóstico de enfermedades mediante tecnología del DNA recombinante. Transferencia de embriones. Animales transgénicos. Conferencista invitado: Lic. Mariano Pacheco Salazar, LEBi.	<b>Visita al Laboratorio de Ensayos Biológicos, UCR</b>
7 29 abril	Bio-conversiones. Utilización de microorganismos como fuente de proteínas. Fotoproducción de combustibles y producción de energía a partir de la biomasa. Conversión de desechos y subproductos agrícolas e industriales. <b>Visita a Empresa Energías Biodegradables. Ochomogo, Cartago.</b>	Demostrativo: Síntesis de biodiésel etílico de residuos lipídicos por transesterificación básica de aceite de desecho, empleando etanol e hidróxido de sodio. Invitado: MSc. Hermes Rodrigo Alvarado Montero.
8 06 mayo	Aplicaciones biotecnológicas en control ambiental. Bio-eliminación de contaminantes. Utilización de biopesticidas. Técnicas biotecnológicas para el control integrado de plagas. Conferencista invitada: M.Sc. Beatriz Ortiz, CIBCM	Laboratorio: Biorremediación de aguas contaminadas.
9 13 mayo	Aplicaciones biotecnológicas en salud: obtención de productos farmacéuticos, producción de vacunas, métodos de detección y diagnóstico, producción y aplicaciones de los anticuerpos monoclonales. Conferencista invitado: Lic. Álvaro Segura Ruiz, Instituto Clodomiro Picado	<b>Visita al Instituto Clodomiro Picado</b>
10 20 mayo	Aplicaciones biotecnológicas en la industria alimenticia.	Práctica: Elaboración de queso y yogurt
11 27 mayo	Nanotecnología y biotecnología. Conferencista invitada: Sra. Marilyn Porras Gómez, Laboratorio Nacional de Nanotecnología (LANOTEC).	<b>Visita al Laboratorio Nacional de Nanotecnología (LANOTEC)</b>
12 03 junio	Introducción y aplicaciones de genómica, proteómica, metabolómica y bioinformática.	Por confirmar: Dr. Andrés Gatica Laboratorio. Reserva cómputo.
13 10 junio	Recursos genéticos y biotecnología. Biodiversidad y biotecnología. Conferencista invitado: MSc. Eduardo Hernández	Marcadores moleculares en plantas: RAPD, AFLP, microsátélites.
14 17 junio	Regulaciones de bioseguridad. Patentes y de propiedad intelectual. Problemática y perspectivas del desarrollo biotecnológico en países en desarrollo. Conferencista invitado de PROINNOVA, UCR.	Detección de transgenes: PCR, análisis proteínas e histoquímico del gen reportero <i>uidA</i> o <i>gfp</i> .
15 24 junio	Exposición de trabajos finales	
16 01 julio	Exposición de trabajos finales	

\*22 al 27 abril semana universitaria

## Bibliografía para seminarios

Los seminarios consisten en discutir artículos en la clase sugeridos por el profesor, los cuales requieren de la participación de **todos** los estudiantes. El profesor asignará los artículos de discusión con mínimo una semana de anticipación. El profesor empleará dos modalidades para la discusión: 1) el mismo día de la discusión el profesor seleccionará quién o quiénes expondrán o dirigirán la discusión del artículo. 2) el profesor asignará a un estudiante para que exponga el artículo.

Se recomienda por lo tanto, que todos los estudiantes se preparen para cada clase con los artículos indicados para los seminarios.

El estudiante debe buscar los artículos que se indican para cada clase, por lo que no es obligación del profesor facilitarlos

### Clase 1: 11 marzo

1. American Society of Plant Biologists. COMMENTARY. Returning to Our Roots: Making Plant Biology Research Relevant to Future Challenges in Agriculture. *The Plant Cell*, Vol. 19: 2695–2699, September 2007, [www.plantcell.org](http://www.plantcell.org) <sup>a</sup> 2007
2. American Society of Plant Biologists. HISTORICAL PERSPECTIVE ESSAY. The Scientific Roots of Modern Plant Biotechnology. *The Plant Cell*, Vol. 20: 1189–1198, May 2008, [www.plantcell.org](http://www.plantcell.org) <sup>a</sup> 2008.
3. American Society of Plant Biologist. MEETING REPORT. The Future of Science: Food and Water for Life. *The Plant Cell*, Vol. 21: 368–372, February 2009, [www.plantcell.org](http://www.plantcell.org) <sup>a</sup> 2009.
4. P. A. Wilderer. Global crises challenge environmental science and biotechnology. HORIZON PAPER. *Rev Environ Sci Biotechnol*. 2009. 8:291–294.
5. Stewart PA, Mclean WP. 2005. Public opinion toward the first, second, and third generations of plant biotechnology. *In Vitro Cell. Dev. Biol.—Plant* 41:718–724.
6. Latifah Amin, Jamaluddin Md. Jahi, Abd Rahim Md. Nor, Mohamad Osman and Nor Muhammad Mahadi. 2007. MINIREVIEW. Public Acceptance of Modern Biotechnology *Asia Pacific Journal of Molecular Biology and Biotechnology*. 15 (2): 39-51.

### Clase 2: 18 marzo

1. Trevor VS, Bruce RT, Kent JB. Biotechnology Provides New Tools for Plant Breeding. AGRICULTURAL BIOTECHNOLOGY IN CALIFORNIA SERIES Publication 8043. 2002. <http://anrcatalog.ucdavis.edu>.

- Richard M. Twyman, Eva Stoger, Stefan Schillberg, Paul Christou, Rainer Fische. 2003. Molecular farming in plants: host systems and expression technology. *TRENDS in Biotechnology*. 21 (12).
- Matti Leisola, Ossi Turunen. 2007. Protein engineering: opportunities and challenges. *Appl Microbiol Biotechnol*. 75:1225-1232.
- A. Karp, S. Kresovich, K.V. Bhat, W.G. Ayad and T. Hodgkin. 1997. Molecular tools in plant genetic resources conservation: a guide to the technologies. International Plant Genetic Resources Institute (IPGRI).

### **Clase 3: 01 abril**

- Robert D. Hall. PROTOCOL. Molecular Biotechnology [2000 Humana Press Inc. Plant Cell Culture Initiation. Practical Tips.
- H. Etienne1, & M. Berthouly. Review. Temporary immersion systems in plant micropropagation. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture* 69: 215–231, 2002.
- Meira Ziv. 2005. Simple bioreactors for mass propagation of plants. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*. 81: 277–285.
- Solís- Ramos L.Y., y Andrade-Torres, A. 2005. ¿Qué son los marcadores moleculares? *La ciencia y el Hombre*. Enero-abril. Vol. XVIII (1): 41-46.
- E. Lavik . R. Langer. 2004. Tissue engineering: current state and perspectives. *Appl Microbiol Biotechnol*. 65: 1-8.

### **Clase 4: 08 abril**

- Koning, A. Cockburn, R.W.R. Crevel, E. Debruyne, R. Grafstroem, U. Hammerling, I. Kimber, I. Knudsen, H.A. Kuiper, A.A.C.M. Peijnenburg, A.H. Penninks, M. Poulsen, M. Schauzu, J.M. Wa. Assessment of the safety of foods derived from genetically modified (GM) crops. *Food and Chemical Toxicology* 42 (2004) 1047–1088.
- Fredy Altpeter, Niranjana Baisakh, Roger Beachy, Ralph Bock, Teresa Capell, Paul Christou, Henry Daniell, Karabi Datta, Swapna Datta, Philip J. Dix, Claude Fauquet, Ning Huang, Ajay Kohli, Hans Mooibroek, Liz Nicholson, Thi Thanh Nguyen, Gregory Nugent, Krit Raemakers, Andrea Romano, David A. Somers, Eva Stoger1, Nigel Taylor and Richard Visser. 2005. Particle bombardment and the genetic enhancement of crops: myths and realities. *Molecular Breeding* 15: 305–327.
- Solís-Ramos LY, González-Estrada T, Rodríguez Zapata LC, Ku-Gonzalez A, Castaño de la Serna, E. 2010. The Mechanism Infection of *Agrobacterium tumefaciens*. Chapter 3. Applications of Plant Biotechnology Ed. By Ashwani Kumar, Sudhir Sopory.

4. Alessandra Frizzi and Shihshieh Huang. 2010. Review article. Tapping RNA silencing pathways for plant biotechnology. *Plant Biotechnology Journal*. 8: 655-677.

**Clase 5: 15 abril**

1. George G. Harrigan, Susan Martino-Catt. Kevin C. Glenn. 2007. Metabolomics, metabolic diversity and genetic variation in crops. *Metabolomics*. 3:259–272.
2. R. Verpoorte, R. van der Heijden<sup>1</sup> & J. Memelink. 2000. Engineering the plant cell factory for secondary metabolite production. *Transgenic Research* 9: 323–343.
3. Marco Oldiges & Stephan Lutz & Simon Pflug & Kirsten Schroer & Nadine Stein, Christiane Wiendahl. 2007. Metabolomics: current state and evolving methodologies and tools. *Appl Microbiol Biotechnol*. 76: 495-511.
4. Monya Baker. 2011. Metabolomics: from small molecules to big ideas. *nature methods*. 8(2):119-121.

**Clase 6: 22 abril**

1. John Clark and Bruce Whitelaw. 2003. A future for transgenic livestock. *Perspectives*. *Nature Reviews | Genetics*. 4.
2. R. de Vries. Scientific Contribution Ethical concepts regarding the genetic engineering of laboratory animals. A confrontation with moral beliefs from the practice of biomedical research. *Medicine, Health Care and Philosophy* (2006) 9:211–225
3. Steven Best. Genetic science, animal exploitation, and the challenge for democracy. *AI & Soc* (2006) 20: 6–21

**Clase 7: 29 abril**

1. Ricardo Beristain-Cardoso. Anne-Claire Texier. Elias Razo-Flores. Ramón Méndez-Pampín. Jorge Gómez. Biotransformation of aromatic compounds from wastewaters containing N and/or S, by nitrification/ denitrification: a review. *Rev Environ Sci Biotechnol* (2009) 8:325–342.
2. W. R. Gibbons & S. R. Hughes. Integrated biorefineries with engineered microbes and high-value co-products for profitable biofuels production. *In Vitro Cell.Dev.Biol.-Plant* (2009) 45:218–228.
3. D. D. Songstad & P. Lakshmanan & J. Chen & W. Gibbons & S. Hughes & R. Nelson. Historical perspective of biofuels: learning from the past to rediscover the future. *In Vitro Cell.Dev.Biol.—Plant* (2009) 45:189–192.
4. Devanesan Ganesan, Aravindan Rajendran, Viruthagiri Thangavelu. 2009. An overview on the recent advances in the transesterification of vegetable oils for

biodiesel production using chemical and biocatalysts Rev Environ Sci Biotechnol. 8:367–394.

5. Andrew Jermy. 2011. Biohydrogen production gets airborne. Nature Reviews | Microbiology. 9, February.
6. John Ruane, Andrea Sonnino, Astrid Agostini. 2010. Review. Bioenergy and the potential contribution of agricultural biotechnologies in developing countries. biomass and bioenergy 3: 1427-1439.

#### **Clase 8: 06 mayo**

1. M. H. Saier Jr. & J. T. Trevors. Phytoremediation. Water Air Soil Pollut (2010) 205 (Suppl 1): S61-S63.
2. Raymond J. St. Leger & Chengshu Wang. Genetic engineering of fungal biocontrol agents to achieve greater efficacy against insect pests. Appl Microbiol Biotechnol (2010) 85:901-907
3. Walter W. Wenzel. Rhizosphere processes and management in plant-assisted bioremediation (phytoremediation) of soils. Plant Soil (2009) 321:385-408.
4. Jigar Patel, Qiong Zhang, R. Michael L. McKay Robert Vincent, Zhaohui Xu. 2010. Genetic Engineering of *Caulobacter crescentus* for Removal of Cadmium from Water. Appl Biochem Biotechnol. 160:232–243.
5. Gadd GM. 2009. Biosorption: critical review of scientific rationale, environmental importance and significance for pollution treatment. J Chem Technol Biotechnol 84: 13-28.
6. Chojnacka K. Review article. 2010. Biosorption and bioaccumulation – the prospects for practical applications. Environment International 36: 299-307.

#### **Clase 9: 13 mayo**

1. RT Hogg, JA Garcia and RD Gerard. 2010. ORIGINAL ARTICLE. Adenoviral targeting of gene expression to tumors. Nature Publishing Group. Cancer Gene Therapy. 17: 375–386.
2. Chiara Lico, Selene Baschieri, Carla Marusic, Eugenio Benvenuto. 2007. Molecular farming for antigen (vaccine) production in plants. P. Ranalli (ed.), Improvement of Crop Plants for Industrial End Uses. Springer. 417-433.
3. Kouki Matsuo, Jin-Sung Hong, Noriko Tabayashi, Akira Ito, Chikara Masuta, Takeshi Matsumura. 2007. Development of Cucumber mosaic virus as a vector modifiable for different host species to produce therapeutic proteins. Planta 225:277-286.

4. The European Union Framework 6 Pharma–Planta Consortium. 2005. Molecular farming for new drugs and vaccines. *EMBO reports* 6 (7): 593-599.
5. Julian K-C.Ma, Pascal M.W.Drake, Paul Christou. 2003. The production of recombinant pharmaceutical proteins in plants. *VOLUME*. 4 [www.nature.com/reviews/genetics](http://www.nature.com/reviews/genetics).
6. Henry Daniell, Stephen J. Streatfield and Keith Wycoff. 2001. Medical molecular farming: production of antibodies, biopharmaceuticals and edible vaccines in plants. *TRENDS in Plant Science*. 6 (5): 219-226.

**Clase 10: 20 mayo**

1. Guiliang Tang Gad Galili, Xun Zhuang. RNAi and microRNA: breakthrough technologies for the improvement of plant nutritional value and metabolic engineering. *Metabolomics* (2007) 3:357–369.
2. Beyer P. 2010. Golden Rice and ‘Golden’ crops for human nutrition. *New Biotechnology* 27(5). November.
3. Chao Bai & Richard M. Twyman & Gemma Farré & Georgina Sanahuja & Paul Christou & Teresa Capell & Changfu Zhu. 2011. Golden era—pro-vitamin A enhancement in diverse crops. *In Vitro Cell.Dev.Biol. Plant*. 47:205-221<sup>a</sup>.
4. Kendal D. Hirschi. 2009. Nutrient Biofortification of Food Crops. *Annu. Rev. Nutr.* 29:401-421.
5. Johns T, Eyzaguirre PB. 2007. Biofortification, biodiversity and diet: A search for complementary applications against poverty and malnutrition. *Food Policy* 32: 1-24.
6. David C. Sands, Cindy E. Morris, Edward A. Dratz, Alice L. Pilgeram. 2009. Elevating optimal human nutrition to a central goal of plant breeding and production of plant-based foods. *Plant Science* 177: 377-389.
7. Changfu Zhu, Shaista Naqvi, Sonia Gomez-Galera, Ana M. Pelacho, Teresa Capell and Paul Christou. 2007. Transgenic strategies for the nutritional enhancement of plants. *TRENDS in Plant Science*. 12(12): 548-555.

**Clase 11: 27 mayo**

1. Katie F. Wlaschin. Gargi Seth. Wei-Shou Hu. Toward genomic cell culture engineering. *Cytotechnology* (2006) 50:121–140.
2. Darrin Kuystermans. Britta Krampe. Halina Swiderek. Mohamed Al-Rubeai. Using cell engineering and omic tools for the improvement of cell culture processes. *Cytotechnology* (2007) 53:3–22.

3. TL Karr. 2008. SHORT REVIEW. Application of proteomics to ecology and population biology. *Heredity*. 100:200-206.
4. E Herat. 2010. REVIEW. Identifying repeats and transposable elements in sequenced genomes: how to find your way through the dense forest of programs. *Heredity* .104: 520–533.
5. Szymon Jozefczuk, Sebastian Klie1, Gareth Catchpole, Jędrzej Szymanski, Alvaro Cuadros-Inostroza, Dirk Steinhauser, Joachim Selbig, Lothar Willmitzer. 2010. Metabolomic and transcriptomic stress response of *Escherichia coli*. EMBO and Macmillan Publishers Limited. *Molecular Systems Biology* 6 (364): 1-16.
6. Sacha Baginsky, Wilhelm Gruissem. 2006. *Arabidopsis thaliana* proteomics: from proteome to genome. *Journal of Experimental Botany*. 57 (7): 1485-1491.
7. Andrew C Tolonen, Wilhelm Haas, Amanda C Chilaka, John Aach, Steven P Gygi, George M Church. 2011. Proteome-wide systems analysis of a cellulosic biofuel-producing microbe. *Molecular Systems Biology* 7 (461): 1-12.

#### **Clase 12: 03 junio**

1. Karin E, Lundin, Oscar E. Simonson, Pedro M. D. Moreno, Eman M. Zaghoul, Iulian, Oprea, Mathias G, Svahn. C. I. 2009. Edvard Smith. Nanotechnology approaches for gene transfer. *Genetica*. 137:47-56.
2. Takemi Tanaka, Paolo Decuzzi, Massimo Cristofanilli, Jason H. Sakamoto, Ennio Tasciotti, Fredika M. Robertson, Mauro Ferrari. 2009. Nanotechnology for breast cancer therapy. *Biomed Microdevices*. 11:49–63.
3. Kewal K. Jain. 2007. Applications of Nanobiotechnology in Clinical Diagnostics. *Clinical Chemistry* 53:11.
4. João Conde, Jesús M de la Fuente, Pedro V Baptista. 2010. RNA quantification using gold nanoprobe -application to cancer diagnostics. Conde et al. *Journal of Nanobiotechnology*. 8:5.
5. Qiu Zhong, Dakshina Murthy Devanga Chinta, Sarala Pamujula, Haifan Wang, Xin Yao, Tarun K Mandal, Ronald B Luftig. 2010. Optimization of DNA delivery by three classes of hybrid nanoparticle/DNA complexes. *Journal of Nanobiotechnology*.

#### **Clase 13: 10 junio**

1. Gene Namkoong1, Richard C. Lewontin, Alvin D. Yanchuk. 2004. Plant genetic resource management: the next investments in quantitative and qualitative genetics. *Genetic Resources and Crop Evolution* 51: 853-862.

2. Hakan Ulukan. 2009. The evolution of cultivated plant species: classical plant breeding versus genetic engineering. *Plant Syst Evol.* 280:133–142.
3. Werner Arber. 2010. Genetic engineering compared to natural genetic variations. *New Biotechnology.* 27 (5): 518-521.
6. B.C.Y. Collard, M.Z.Z. Jahufer, J.B. Brouwer, E.C.K. Pang. 2005. An introduction to markers, quantitative trait loci (QTL) mapping and marker-assisted selection for crop improvement: The basic concepts. *Euphytica* (2005) 142: 169–196.
7. J.M.M. Engels, A.W. Ebert, I. Thormann, M.C. de Vicente. 2006. Centres of crop diversity and/or origin, genetically modified crops and implications for plant genetic resources conservation. *Genetic Resources and Crop Evolution.* 53:1675-1688.

**Clase 14: 17 junio**

1. Kristin Shrader-Frechette. 2005. Property Rights and Genetic Engineering: Developing Nations at Risk. *Science and Engineering Ethics.* 11, 137-149.
2. Erik Malmqvist. 2006. Scientific Contribution The notion of health and the morality of genetic intervention. *Medicine, Health Care and Philosophy.* 9:181–192.
3. Yann Joly. 2010. Open biotechnology: licenses needed. *nature biotechnology* 28 (5). 417-419.