



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

## FACULTAD DE QUÍMICA



1 de 8

<b>PROGRAMA</b>								
<b>BIOTECNOLOGÍA ALIMENTARIA, BIOSEGURIDAD Y BIOECONOMÍA</b>								
Clave	Créditos	Semestre	Ciclo					
0365	6	8°-9°	Terminal y de especialización					
<b>Modalidad de la Asignatura</b>	Curso	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>Área/Bloque</b>		<b>Departamento</b>			
	Taller	<input type="checkbox"/>	BIOTECNOLOGÍA		ALIMENTOS Y BIOTECNOLOGÍA			
	Laboratorio	<input type="checkbox"/>						
	Seminario/Estancia	<input type="checkbox"/>						
<b>Tipo de Asignatura</b>	Teórica	<input checked="" type="checkbox"/>	Experimental	<input type="checkbox"/>	Práctica/Problemas	<input type="checkbox"/>	Teórico/Práctica	<input type="checkbox"/>
<b>Carácter de la Asignatura</b>	Obligatoria	<input type="checkbox"/>	<b>Horas/semana</b>		Teóricas 3			
	Optativa	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>Horas Totales</b>		Semestre 48			

Seriación Precedente	Ninguna		Seriación Subsecuente	Ninguna	
Asignatura(s)	Obligatoria	Indicativa	Asignatura(s)	Obligatoria	Indicativa
<b>Genética y Biología molecular</b>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>Bioquímica</b>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**Observaciones:** Los estudiantes de los semestres superiores de la Facultad de Química tienen la formación suficiente para comprender información científica sobre biotecnología alimentaria y bioseguridad, lo que permite enriquecer discusiones en clase. El curso revisa los últimos desarrollos tecnológicos, los artículos científicos y las investigaciones de laboratorio que los justifican. Se discutirán tanto los detalles científicos en los que se basan, como los impactos sociales y económicos que tienen los desarrollos biotecnológicos que se generan en México y los que se importan. Se propone acompañar a los alumnos a encontrar, leer y analizar la mejor información científica fidedigna al respecto del temario, y crear un criterio respecto de los desarrollos a discutir, además de dar información científica acerca de los impactos socioeconómicos involucrados en esos desarrollos, desde un punto de vista nacional. Sobre todo, se trata de redondear la formación de nuestros futuros profesionistas, discutiendo la información necesaria para normar un criterio bien informado acerca de las innovaciones biotecnológicas en el área alimentaria y su relación con la bioeconomía.

**Metodología de la enseñanza:** se asignará la lectura de 2 o 3 artículos para cada clase que se propone se cubra en sesiones semanales de tres horas, con exposición de los artículos y discusiones en clase. Las lecturas se asignarán en la semana previa a su discusión.

Se propone que en este curso no haya exámenes parciales o final: la calificación se basa en la exposición de artículos científicos de relevancia en los temas del curso (y constituye el 30% de la calificación), participaciones en clase (20% de la calificación), y la realización de un trabajo semestral de revisión bibliográfica sobre uno de los temas del curso, elegido de común acuerdo con el alumno y la profesora, y su presentación oral al final del curso (50% de la calificación).



**Objetivo General:**

Que los estudiantes comprendan los fundamentos científicos de las principales técnicas para la modificación de organismos vivos, especialmente en aquellos utilizados con fines alimentarios; así como los impactos ambientales, a la salud humana, económicos y sociales que estos conllevan y las regulaciones nacionales e internacionales que aplican. De forma que se propicie el pensamiento científico crítico para el análisis de un tema complejo como es el uso de OGM.

- Objetivos Específicos:**
- Revisar las estrategias de transformación genética de plantas, animales y microorganismos incluyendo las nuevas técnicas y el área de la biología sintética.
  - Revisar las características introducidas en los organismos modificados genéticamente más emblemáticos en investigación y con fines alimentarios.
  - Revisar y discutir los aspectos de bioseguridad y regulación del uso y liberación en México de OGMs y el papel de estas legislaciones en los nuevos desarrollos.
  - Generar un criterio acerca de la posición nacional frente a la utilización de los recursos genéticos nacionales y liberación de OGMs y su utilización para consumo humano y animal en territorio mexicano, considerando la situación de seguridad alimentaria en el país y los efectos de la emergencia sanitaria.
  - Promover discusiones acerca de la seguridad alimentaria y las implicaciones de la forma extensiva de producción de alimentos vs. los circuitos cortos de comercio en la etapa post-emergencia sanitaria.
  - Contribuir a la adquisición de la información científica de los alumnos, y a través de las discusiones del grupo y la escritura y presentación de un trabajo final que sea crítico y actual, contribuir a la expansión de su criterio respecto de la biotecnología nacional e internacional.

**ÍNDICE TEMÁTICO**

No.	Temas	Horas / semestre	
		Teóricas	Prácticas
1	ADN recombinante.	3	
2	Transgénicos con resistencia a insectos y enfermedades.	6	
3	Nuevas tecnologías de modificación genética.	6	
4	Estado actual de los OGM ya utilizados, y de nuevos desarrollos.	9	
5	Maíz nativo, maíz GM y bioseguridad. Importancia de los productores campesinos de maíz en pequeñas parcelas.	3	
6	Animales GM.	3	
7	Legislación en bioseguridad, nacional e internacional.	3	
8	Bioseguridad en México	3	
9	Bioética	3	



### ÍNDICE TEMÁTICO

No.	Temas	Horas / semestre	
		Teóricas	Prácticas
10	Bioeconomía y seguridad alimentaria	3	
11	Acceso y utilización de recursos genéticos.	3	
	Presentaciones orales del trabajo final de los alumnos	3	
	TOTAL	48	

### CONTENIDO TEMÁTICO

#### Temas y Subtemas

#### 1. ADN recombinante

- 1.1 Leyes de Mendel y la herencia de transgenes.
- 1.2 Elementos básicos para la modificación genética (Tipos de plásmidos y sus partes, sistemas de nucleasas, y sistemas basados en RNA)
- 1.2 Aplicaciones industriales: características predominantes en los Organismos Genéticamente Modificados (OGMs) comerciales de maíz, soya, canola y algodón. Para cada cultivo se analizarán los objetivos de la transformación y los métodos de transformación para generar: resistencia a insectos, tolerancia a herbicidas, principalmente. Estrategias de su éxito comercial.
- 1.3 Detección molecular y cuantificación de OGMs: PCR y métodos de detección de proteínas.

#### 2. Transgénicos con resistencia a insectos y enfermedades.

- 2.1 Uso de *Bacillus thuringiensis* (Bt) como control biológico orgánico y Bt en cultivos genéticamente modificados (GM) de algodón: principales casos de transformación. Dispersión del algodón GM en México (COD de la especie). Algodón Bt en otros países contrastando con México.
- 2.2 Frijol y frijol de soya GM. Investigación sobre frijol GM en IBT-UNAM. Frijol resistente al mosaico dorado (EMBRAPA). Frijol alto en fólico (ITESM-EMBRAPA). Frijol mexicano GM resistente a hongos de pudrición de raíz (INIFAP). Soya GM, cultivos extensivos en Argentina y Brasil.

#### 3. Nuevas tecnologías de modificación genética.

- 2.1 Métodos actuales de transformación: iRNA, siRNA, CRISPR/Cas 9, gene drives, biología sintética y secuencias digitales. Videos explicativos. Reflexiones sobre los problemas éticos y de responsabilidad de modificar genéticamente toda una especie, de acuerdo con la legislación nacional e internacional: reacciones en UE vs. EEUU.

#### 4. Estado actual de los OGMs ya utilizados, y nuevos desarrollos.

- 4.1 Eventos apilados: importancia de los rasgos adquiridos, su evaluación de riesgos como alimentos y para su liberación en campo.
- 4.2 Cis-Génicos y Trans-génicos. Maíz que sobreexpresa Rubisco. Nuevos desarrollos: factor insulín-like de maíz, desarrollados en Facultad de Química, UNAM.
- 4.3 Resistencia a calor y otros tipos de estrés abiótico: revisión con casos de maíz nativo y comparación con estrategias comerciales. Resistencia a estrés biótico estrategias específicas
- 4.4 Casos de estudio: Caso Maíz 3272. Manzanas y champiñones comerciales de baja expresión de PPO, manzanas y tomates con pulpa con sobreexpresión de antocianos, sobre-expresión de nutraceuticos en alimentos GM.
- 4.5 Edición genética y gene drives.



## CONTENIDO TEMÁTICO

### Temas y Subtemas

#### 5. Maíz nativo, maíz GM y bioseguridad.

5.1 Caso maíz GM como la especie más manipulada en México y riesgos potenciales de la transferencia horizontal de genes a maíces nativos y a teocintle.

5.2 Importancia de los productores campesinos de maíz en pequeñas parcelas.

#### 6. Animales GM.

6.1 Bovino bi-transgénico (Argentina) expresa lactoferrina y lisozima humanas en leche. Enviropigs (Canadá) con expresión de fitasas en saliva. Salmón AquaAdvantage (EEUU) con hormona de crecimiento de una anguila. Peces de ornato con proteínas fluorescentes (GloFish). Mosquitos resistentes a fiebre amarilla/malaria: pruebas de liberación en Madagascar y Florida. Otras especies GM para estudios de enfermedades: primates, ratas, gatos. Cerdos para xenotransplantes. Nuevos desarrollos contra plagas emergentes: HLB.

6.2 Nuevos desarrollos en secuenciación y su uso en genómica humana. Genomas mexicanos.

#### 7. Legislación en bioseguridad, nacional e internacional.

7.1 Protocolo de Cartagena y su Biosafety Clearing House. Ley de Bioseguridad (México) y su Reglamento. Régimen especial para maíz en México. Protocolo de Nagoya. Posición de México como país y como parte del T-MEC.

7.2 Empresas productoras mexicanas que del área de Bioeconomía y su potencial: pros y contras en vista del Protocolo de Nagoya de Acceso a Recursos Genéticos.

#### 8. Bioseguridad en México

8.1 Impactos a la biodiversidad vegetal en casos de México: evaluación del paquete tecnológico completo. Casos: Maíz GM en el Noroeste del país desde el punto de vista socioeconómico y de protección a la biodiversidad, y papayas libres de virus de CINVESTAV. Análisis de datos de rendimientos.

8.2 Caso: Polen de soya GM en mieles de Campeche.

8.3 Caso: Herbicidas a base de glifosato y su relación con los cultivos GM.

8.4 Caso: Algodón GM, introgresiones en poblaciones nativas y el caso de la propiedad de las semillas.

#### 9. Biorrefinerías

9.1 Producción industrial utilizando microorganismos GM.

9.2. Biorefinerías y sus subproductos, pretratamiento de esquilmos. Producción de biocombustibles: Caso bioetanol.

#### 10. Bioeconomía y seguridad alimentaria

10.1 Nutrición y seguridad alimentaria: Análisis de los resultados del estudio Delphi acerca de innovaciones con potencial para resolver los problemas post- emergencia sanitaria. 10.2 Definiciones y casos de Bioeconomía. Significado e interpretaciones internacionales.

10.3 Políticas en México del abasto alimentario. Cadenas de valor en circuitos cortos de comercialización.

10.4 El uso potencial de las especies nativas de México: frijol como fuente protéica y verduras de valor nutrimental: su relación con los pequeños productores de México.

#### 11. Acceso y utilización de Recursos Genéticos.

11.1 Análisis de casos de éxitos/fracasos internacionales: Natura (Ekos Line), Aveda, CSIR-Phytopharm-Pfizer-Unilever (Hoodia), Diversa.

11.2 La protección intelectual del Conocimiento Tradicional. Dificultades de la protección de bienes intangibles.



**ESTRATEGIAS DIDÁCTICAS GENERALES**

Exposición	<input checked="" type="checkbox"/>	Aprendizaje por Proyectos	<input type="checkbox"/>
Trabajo en Equipo	<input checked="" type="checkbox"/>	Aprendizaje Basado en Problemas	<input type="checkbox"/>
Lecturas	<input checked="" type="checkbox"/>	Aprendizaje Basado en Casos	<input checked="" type="checkbox"/>
Trabajo de Investigación	<input checked="" type="checkbox"/>	Juego de roles	<input type="checkbox"/>
Prácticas (Campo, Taller, Problemas, Laboratorio)	<input type="checkbox"/>	Seminarios, debates, panel de discusión	<input checked="" type="checkbox"/>
Simulaciones	<input type="checkbox"/>	Visitas Industriales	<input type="checkbox"/>

Otras (especificar):

**ESTRATEGIAS DIDÁCTICAS TECNOLÓGICAS**

Uso de software especializado	<input type="checkbox"/>	Foros electrónicos	<input type="checkbox"/>
Mapas mentales o conceptuales	<input type="checkbox"/>	Aulas virtuales	<input checked="" type="checkbox"/>
Eventos virtuales vía <i>Streaming</i>	<input checked="" type="checkbox"/>	WebQuest	<input type="checkbox"/>
Blogs	<input type="checkbox"/>	Uso de TICs	<input type="checkbox"/>
Infografías	<input checked="" type="checkbox"/>	Video tutoriales	<input type="checkbox"/>

Otras (especificar):

**EVALUACIÓN DEL APRENDIZAJE**

Exámenes Parciales	<input type="checkbox"/>	Rúbricas	<input checked="" type="checkbox"/>
Examen Departamental	<input type="checkbox"/>	Portafolio de Evidencias	<input type="checkbox"/>
Examen Final	<input type="checkbox"/>	Lista de Cotejo	<input type="checkbox"/>
Trabajos y Tareas	<input checked="" type="checkbox"/>	Proyecto	<input checked="" type="checkbox"/>
Presentación de Tema	<input checked="" type="checkbox"/>	Bitácora	<input type="checkbox"/>
Participación en Clase	<input checked="" type="checkbox"/>	Protocolo	<input type="checkbox"/>
Asistencia	<input checked="" type="checkbox"/>	Carteles	<input type="checkbox"/>

Otras (especificar):

**PERFIL PROFESIOGRÁFICO**

<b>Título o Grado</b>	Doctor en Ciencias Bioquímicas con experiencia en biotecnología y bioseguridad.
<b>Experiencia Docente</b> (especificar tiempo y nivel requeridos)	Con experiencia docente en licenciatura y/o posgrado.
<b>Otra Característica</b>	

**BIBLIOGRAFÍA**

**Bibliografía Básica y complementaria: de la siguiente lista se seleccionarán los artículos más apropiados para el grupo:**

**Biotecnología alimentaria**

- Editor's Choice: Crop Genome Plasticity and Its Relevance to Food and Feed Safety of Genetically Engineered Breeding Stacks. *Plant Physiology*, December 2012, Vol. 160, pp. 1842–1853, [www.plantphysiol.org](http://www.plantphysiol.org)
- Evan H. DeLucia, Paul D. Nabby, Jorge A. Zavala, and May R. Berenbaum. Climate Change: Resetting Plant-Insect Interactions. *Plant Physiology*, December 2012, Vol. 160, pp. 1677–1685, [www.plantphysiol.org](http://www.plantphysiol.org)
- S. Bawa & K. R. Anilakumar. *J Food Sci Technol* (November–December 2013) 50(6):1035–1046. DOI 10.1007/s13197-012-0899-1. Genetically modified foods: safety, risks and public concerns—a review. December 2013, Volume 50, Issue 6, pp 1035–1046



## BIBLIOGRAFÍA

### Maíz GM y bioseguridad

- Acevedo, F., Huerta, E., Burgeff, C., Koleff, P., & Sarukhán, J. Is transgenic maize what Mexico really needs? (2011). *Nature Biotechnology*, 29 (September 2015), 23–24. doi:10.1038/nbt.1752
- Álvarez-Buylla, Elena R. y Piñeyro-Nelson A. (coordinadoras). El maíz en peligro ante los transgénicos: Un análisis integral sobre el caso de México. México, UNAM, Centro De Investigaciones Interdisciplinarias en Ciencias y Humanidades: Unión de Científicos Comprometidos con la Sociedad, 2013.
- Xu, W., Yuan, Y., Luo, Y., Bai, W., Zhang, C., & Huang, K. Event-specific detection of stacked genetically modified maize Bt11 x GA21 by UP-M-PCR and real-time PCR. (2009). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57, 396–402. doi:10.1021/jf802323m

### Bioseguridad de los OGM ya utilizados, y de nuevos desarrollos

- Bonfim, K., Faria, J. C., Nogueira, E. O. P. L., Mendes, E. a, Aragão, F. J. L., Mendes, É. A. Brasília, U. De. (2007). RNAi-Mediated Resistance to Bean golden mosaic virus in Genetically Engineered Common Bean (*Phaseolus vulgaris*). *Molecular Plant-Microbe Interactions?: MPMI*, 20(6), 717–726. doi:10.1094/MPMI-20-6- 0717
- Frisvold, G. B., & Reeves, J. M. The costs and benefits of refuge requirements: The case of Bt cotton. (2008). *Ecological Economics*, 65, 87–97. doi:10.1016/j.ecolecon.2007.06.002
- Henley, W. J., Litaker, R. W., Novoveská, L., Duke, C. S., Quemada, H. D., & Sayre, R. T. (2013). Initial risk assessment of genetically modified (GM) microalgae for commodity-scale biofuel cultivation. *Algal Research*, 2(1), 66–77. doi:10.1016/j.algal.2012.11.001
- Kamle, S., & Ali, S. Genetically modified crops: Detection strategies and biosafety issues. (2013). *Gene*, 522(2), 123–132. doi:10.1016/j.gene.2013.03.107 Maheshwari, P., & Kovalchuk, I. (2014). Genetic engineering of oilseed crops. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 3(1), 31–37. doi:10.1016/j.bcab.2013.11.001
- De Schrijver, a., Devos, Y., Van den Bulcke, M., Cadot, P., De Loose, M., Reheul, D., & Sneyers, M. Risk assessment of GM stacked events obtained from crosses between GM events. (2007). *Trends in Food Science and Technology*, 18, 101–109. doi:10.1016/j.tifs.2006.09.002
- Wegier, a., Piñeyro-Nelson, a., Alarcón, J., Gálvez-Mariscal, A., Álvarez-Buylla, E. R., & Piñero, D. Recent long-distance transgene flow into wild populations conforms to historical patterns of gene flow in cotton (*Gossypium hirsutum*) at its centre of origin. (2011). *Molecular Ecology*, 20, 4182–4194. doi:10.1111/j.1365- 294X.2011.05258.x
- Kees van Frankenhuyzen. Cross-order and cross-phylum activity of *Bacillus thuringiensis* pesticidal proteins. *Journal of Invertebrate Pathology*. Volume 114, Issue 1, September 2013, Pages 76–85.

### Estrategias de la naturaleza en especies resistentes a calor y sequía

- Fernando Lledias, Jesus Gutierrez, Aida Martinez-Hernandez, Abisai Garcia-Mendoza, Eric Sosa, Felipe Hernandez-Bermudez, Tzvetanka D. Dinkova, Sandi Reyes, Gladys I. Cassab and Jorge Nieto-Sotelo. Mayahuelin, a Type I Ribosome Inactivating Protein: Characterization, Evolution, and Utilization in Phylogenetic Analyses of *Agave*. *Frontiers in Plant Science*. May 2020, Volume 11. 10.3389/fpls.2020.00573.
- Luján, R., Lledias, F., Martínez, L. M., Barreto, R., Cassab, G. I., & Nieto-Sotelo, J. (2009). Small heat-shock proteins and leaf cooling capacity account for the unusual heat tolerance of the central spike leaves in *Agave tequilana* var. Weber. *Plant, Cell and Environment*, 32, 1791–1803. doi:10.1111/j.1365-3040.2009.02035.x

### Biocombustibles y bioeconomía

- Camarero S, Martínez MJ and Martínez AT, Understanding lignin biodegradation for the improved utilization of plant biomass in modern biorefineries. *Biofuel Bioprod Bioref* 8:615–625 (2014).

• Tomás-Pejó E, Bonander N, and Olsson L, Industrial yeasts strains for biorefinery solutions: Constructing and selecting efficient barcoded xylose-fermenting strains for ethanol. *Biofuel Bioprod Bioref* 8:626–634 (2014).

• Sanchez A, Magaña G, Gomez D, Solís M, and Banares-Alcantara R, Bidimensional sustainability analysis of lignocellulosic ethanol production processes. Method and case study. *Biofuel Bioprod Bioref* 8:670–685 (2014)

### Molecular Pharming

- Olawole O. Obembe, Jacob O. Popoola, Sadhu Leelavathi, Siva V. Reddy. *Advances in Plant Molecular Pharming*. *Biotechnology Advances*. Volume 29, Issue 2, March–April 2011, Pages 210–2

### Animales GM

- Frewer, L. J., Kleter, G. a., Brennan, M., Coles, D., Fischer, a. R. H., Houdebine, L. M., Salter, B. (2013). Genetically modified animals from life-science, socio-economic and ethical perspectives: examining issues in an EU policy context. *New Biotechnology*, 30(5), 447–460. doi:10.1016/j.nbt.2013.03.010
- Forabosco, F., Löhms, M., Rydhmer, L., & Sundström, L. F. (2013). Genetically modified farm animals and fish in agriculture: A review. *Livestock Science*, 153, 1–9. doi:10.1016/j.livsci.2013.01.002
- Gantz, V. M., Jasinskiene, N., Tatarenkova, O., Fazekas, A., Macias, V. M., Bier, E., & James, A. a. (2015). Highly efficient Cas9-mediated gene drive for population modification of the malaria vector mosquito *Anopheles stephensi*. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 201521077. doi:10.1073/pnas.1521077112



## BIBLIOGRAFÍA

- Meidinger, R. M., Golovan, S. P., Phillips, J. P., Mathur, P. K., & Forsberg, C. W. (2008). The Enviropig™: Reducing the environmental impact of animal agriculture through high health-status pigs that efficiently utilize dietary plant phosphorus. *Journal of Biotechnology*, 136, S217. doi:10.1016/j.jbiotec.2008.07.458

### Bioseguridad en México

- Foyer, J., & Christophe, B. (2015). La bioseguridad mexicana: Una "actuación de seriedad." *Revista Mexicana de Sociología*, 77, 37–68.
- Nagoya Protocol on Access to Genetic Resources and the Fair and Equitable Sharing of Benefits Arising from their Utilization to the Convention on Biological Diversity: text and annex / Secretariat of the Convention on Biological Diversity. Convention on Biological Diversity 2011

### Biología sintética

- [https://www.youtube.com/watch?v=2CU2u\\_EgB6Q](https://www.youtube.com/watch?v=2CU2u_EgB6Q)
- [https://www.youtube.com/watch?v=ku9\\_0NlhRPc](https://www.youtube.com/watch?v=ku9_0NlhRPc) Van der Meer, UNIL (Lausanne)

### Bioeconomía

- ECLAC/United Nations (2015). Poverty and Indigence Reduction Stalls in Most of Latin American Countries. Available in <http://www.cepal.org/en/comunicados/se-estanca-la-reduccion-de-la-pobreza-y-la-indigencia-en-la-mayoria-de-paises-de-america>.
- Ferré, C., Ferreira, F. H. G. and P. Lanjouw (2012) Is there a metropolitan bias? The Relationship between poverty and city size in a selection of developing countries. *World Bank Economic Review* 26 (5508) 1–32
- Henry, G., Pahun, J., & Trigo, E. (n.d.). La Bioeconomía en América Latina?: oportunidades de desarrollo e implicaciones de política e investigación. Facultad de Ciencias Económicas Y Sociales.
- Reardon, T. and J. A. Berdegue (2006) The retail-led transformation of agrifood systems and its implications for development policies. November, 2006. Document is part of a series of contributions by Rimisp-Latin American Center for Rural Development ([www.rimisp.org/wdr2008](http://www.rimisp.org/wdr2008)) to the preparation of the World Development Report 2008 Agriculture for Development.
- Reardon, T. and C. P. Timmer (2014) Five inter-linked transformations in the Asian agrifood economy: Food security implications. *Global Food Security* 3(2):108–117 UN-Habitat (2011). State of the World's Cities 2010/2011 Bridging the urban divide, United Nations Human Settlements Programme, Earths can, Nairobi, 244 p.
- World Bank (2015) World Development Report 2015. Mind, Society and Behavior. International Bank for Reconstruction and Development. World Bank Group, Washington DC.

### Biodiversidad, bioeconomía y seguridad alimentaria

- Alicia Mastretta-Yanes, Mauricio R. Bellon, Francisca Acevedo, Caroline Burgeff, Daniel Piñero y José Sarukhán. Un programa para México de conservación y uso de la diversidad genética de las plantas domesticadas y sus parientes silvestres. *Rev. Fitotec. Mex.* Vol. 42 (4): 321 - 334, 2019
- Bellon MR, Mastretta-Yanes A, Ponce-Mendoza A, Ortiz-Santamaría D, Oliveros-Galindo O, Perales H, Acevedo F, Sarukhán J. 2018 Evolutionary and food supply implications of ongoing maize domestication by Mexican campesinos. *Proc. R. Soc. B* 285: 20181049. <http://dx.doi.org/10.1098/rspb.2018.1049>
- Godfray, H. C. J., Beddington, J. R., Crute, I. R., Haddad, L., Lawrence, D., Muir, J. F., Toulmin, C. Food security: the challenge of feeding 9 billion people (2010). *Science*, 327(2010), 812–8. doi:10.1126/science.1185383
- Luana.F.J. Swensson and Florence Tartanac. Public food procurement for sustainable diets and food systems: The role of the regulatory framework. 2020. *Global Food Security*. <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2020.100366>
- Amanda Gálvez Mariscal, Irma Hernández Velázquez. Bioeconomía en México. En: Hodson de Jaramillo, E.; Henry, G. y Trigo, E. (Eds.). 2019. La bioeconomía. Nuevo marco para el crecimiento sostenible en América Latina / Bioeconomy. New Framework for Sustainable Growth in Latin America. (Pp. 133-146). Bogotá: Editorial 188. ISBN: 978-958-781-378-4. ISBN digital: 978-958-781-379-1. Incluye versión en inglés. Pp. 188 una versión, 382 dos versiones. (Pp. 131-144 de la versión en inglés).
- Matthew B. Hufford, Jorge C. Bery Mier y Teran, and Paul Gepts. Crop Biodiversity: An Unfinished Magnum Opus of Nature. *Annu. Rev. Plant Biol.* 2019.70:727- 751.

### Ligas de reuniones internacionales y sitio web y videos relevantes para el curso:

- [https://www.foodsovereignty.org/wp-content/uploads/2020/03/ENG\\_Final-Declaration-of-the-IPC\\_OEWG-Post20202-GBF.pdf](https://www.foodsovereignty.org/wp-content/uploads/2020/03/ENG_Final-Declaration-of-the-IPC_OEWG-Post20202-GBF.pdf)
- <https://www.foodsovereignty.org/dont-let-agribusiness-take-over-the-post-2020-biodiversity-strategy/>
- CIBIOGEM Solicitudes <https://www.conacyt.gob.mx/cibiogem/index.php/solicitudes/permisos-de-liberacion/solicitudes-de-permisos-de-liberacion-2020>
- RNAi Nature <https://www.nature.com/news/video-animation-rna-interference-1.9673>
- Malaria mosquito stopped by a microbe <https://www.bbc.com/news/health-52530828>
- Genome Editing with CRISPR-Cas9. McGovern Inst. MIT animación <https://www.youtube.com/watch?v=2pp17E4E-O8>
- Jennifer Doudna: CRISPR Basics <https://www.youtube.com/watch?v=47pkFey3CZ0>
- TALEN [https://www.youtube.com/results?search\\_query=talens+gene+editing](https://www.youtube.com/results?search_query=talens+gene+editing)
- Crisantemos por TALEN <https://www.isaaa.org/kc/cropbiotechupdate/article/default.asp?ID=18430>
- CRIPSR-RNAi-TALENs <https://www.youtube.com/watch?v=U3Z4u0DKbx0>
- CRISPR off-switches <https://ars.els-cdn.com/content/image/1-s2.0-S0092867416315896-mmc2.mp4>



**ATRIBUTOS QUE APORTA LA ASIGNATURA AL PERFIL DE EGRESO**

- |   |  |
|---|--|
| <input checked="" type="checkbox"/> Capacidad para aplicar conocimiento y comprensión a la solución de problemas cualitativos y cuantitativos | <input checked="" type="checkbox"/> Conocimiento del inglés para leer, escribir o exponer documentos, así como comunicarse con otros especialistas               |
| <input checked="" type="checkbox"/> Comprender conceptos, principios y teorías fundamentales y su aplicación a las tecnologías apropiadas     | <input checked="" type="checkbox"/> Conocimiento, aplicación, asesoramiento sobre el marco normativo para la toma de decisiones y de gestión de proyectos        |
| <input checked="" type="checkbox"/> Interpretar y evaluar datos derivados de observaciones y mediciones relacionándolos con la teoría         | <input checked="" type="checkbox"/> Habilidad para la presentación de información técnico-científica ante diferentes audiencias tanto en forma oral como escrita |
| <input checked="" type="checkbox"/> Capacidad para reconocer y analizar problemas y planificar estrategias para su solución                   | <input type="checkbox"/> Aplicar la relación estructura-propiedades-comportamiento-procesamiento   |
| <input type="checkbox"/> Habilidad para desarrollar, utilizar y aplicar técnicas analíticas   | <input type="checkbox"/> Dominio de las buenas prácticas de laboratorio y de documentación   |
| <input type="checkbox"/> Conocimiento y comprensión en profundidad de un área específica  | <input type="checkbox"/> Conocimiento de las principales rutas sintéticas en Química   |
| <input checked="" type="checkbox"/> Conocimiento de las diversas áreas de investigación y desarrollo  | <input checked="" type="checkbox"/> Habilidad para aplicar los conocimientos en el desarrollo sostenible   |
| <input checked="" type="checkbox"/> Habilidad para participar en equipos de trabajo inter y transdisciplinarios relacionados                  | <input checked="" type="checkbox"/> Conocimiento de otras disciplinas científicas que permitan la comprensión de la Química                                      |
| <input checked="" type="checkbox"/> Habilidad en el uso de las técnicas modernas de la informática y comunicación aplicadas                   | <input type="checkbox"/> Desarrollar, diseñar, coordinar y gestionar proyectos   |
| <input type="checkbox"/> Abstracción espacial y representación gráfica  | <input type="checkbox"/> Emplear técnicas de control de calidad  |
| <input type="checkbox"/> Modelar y simular sistemas y procesos  | <input type="checkbox"/> Administrar los recursos materiales y equipos   |
| <input type="checkbox"/> Dirigir y liderar recursos humanos   | <input type="checkbox"/> Evaluar el impacto ambiental  |