



# COLEGIO DE POSTGRADUADOS

INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS AGRÍCOLAS

CAMPUS PUEBLA  
SUBDIRECCIÓN DE EDUCACIÓN

## COLEGIO DE POSTGRADUADOS

PROGRAMA DE POSTGRADO: **MANEJO SOSTENIBLE DE RECURSOS FITOGENÉTICOS**

CURSO: **CAMBIO CLIMÁTICO Y PRODUCCIÓN DE CULTIVOS**

PROFESOR TITULAR: **Dr. Higinio López Sánchez**

COLABORADOR (ES): **Dr. Enrique Ortiz Torres**

CORREO ELECTRÓNICO: [higiniols@colpos.mx](mailto:higiniols@colpos.mx)

TELÉFONO: \_\_\_\_\_ Ext. EDIFICIO/PLANTA/NÚMERO CAMPUS PUEBLA

CLAVE DEL CURSO: **MRF-701** PRE-REQUISITOS: CONOCIMIENTOS BÁSICOS DE FISIOLOGÍA, BIOQUÍMICA Y NUTRICIÓN VEGETAL

TIPO DE CURSO:

- Teórico
- Práctico
- Teórico-Práctico

PERIODO:

- Primavera
- Verano
- Otoño
- No aplica

SE IMPARTE A :

- Maestría en Ciencias
- Doctorado en Ciencias
- Maestría Tecnológica

MODALIDAD:

- Presencial
- No presencial
- Mixto

HORAS CLASE:

Presenciales 52

Extra clase 156

Total 208

CRÉDITOS: 3

Nota: Un crédito equivale a 64 horas totales (presenciales y extra clases)



### INTRODUCCIÓN Y FUNDAMENTACIÓN DEL CURSO

El cambio climático es una realidad. Las bases científicas indican que éste es generado por dos factores, la actividad solar y la presencia de gases de efecto invernadero en la atmósfera. Evaluaciones recientes indican que la concentración de CO<sub>2</sub> se está incrementando en la atmósfera, a consecuencia de la quema de combustibles fósiles (carbón, petróleo y gas natural), de la quema de la vegetación y de la actividad volcánica. El incremento ha sido 34%, en base a que en 1780, época preindustrial, el nivel de CO<sub>2</sub> era de 280 partes por millón, mientras que en 2007 éste era de 382 ppm. Otro de los gases invernadero es el metano, cuya concentración, que fue constante hasta antes de 1700, se incrementó a más del doble después de la revolución industrial. Existe una alta correlación entre los gases de efecto invernadero y el incremento de la temperatura, como resultado de la capacidad de estos gases de absorber la luz infrarroja. Mediciones de la temperatura global promedio de la superficie de la tierra muestra que ésta se ha incrementado en 0.5 °C en los pasados 100 años. Este incremento fue constante desde 1860, con un máximo en 1940, y una caída posterior hasta 1970, para incrementarse nuevamente de manera dramática a partir de ese año. Datos recientes muestran que 1998 ha sido el más caliente en los últimos 138 años, y que 6 de los 8 años más calientes han ocurrido desde 1998. Evidencias científicas muestran que al menos parte de este aumento en la temperatura es causado por el incremento en el CO<sub>2</sub> y el metano, a consecuencia de actividades antropogénicas. Si el incremento en la cantidad de los gases invernadero continúa a la tasa actual se calcula que en 2100 se superará en 300% los niveles reportados antes de la revolución industrial. La pregunta obligada es, ¿y qué pasará con los niveles de temperatura en la superficie de la tierra? Es de esperarse entonces que la temperatura en la superficie de la tierra se incremente dramáticamente, ocasionando cambios considerables en el clima e irreversibles en el ambiente, lo que sin duda pondrá en riesgo la habilidad de futuras generaciones para satisfacer sus necesidades humanas básicas de manera sustentable.

Lo anterior crea la necesidad de generar conocimiento preciso del impacto del cambio climático en el sistema terrestre, en los recursos naturales, en la biodiversidad, en los ecosistemas, en los cultivos, etc., además de conocimiento para poder mitigar sus impactos. Adicionalmente, se deberá hacer uso de herramientas convencionales o biotecnológicas para generar tecnología que responda de manera satisfactoria a los efectos del cambio climático, de tal manera que aseguremos la disponibilidad de los recursos esenciales para el bienestar de las actuales y futuras generaciones de la humanidad, que incluyen, alimentos, vestido, salud, etc.

La humanidad vive en un planeta que desde el espacio se ve azul, por la presencia de agua en sus tres fases. En una vista más cercana, podemos ver a un planeta verde, con una diversidad rica en especies biológicas. Sin embargo, la zona habitable de nuestro planeta que soporta la actividad biológica es un escudo muy delgado alrededor de la superficie de la tierra. Esta es la única zona conocida en el universo donde la humanidad puede existir, y es ella quien está alterando su composición química, sin conocimiento de cuáles puedan ser las consecuencias. En este momento tenemos dos opciones: ignorar el problema, pensando que no hay tal, o usar las herramientas a nuestra disposición para estudiar el problema y sus posibles consecuencias ambientales, sociales y económicas, y lo más importante, generar respuestas a este cambio climático global.



## OBJETIVO GENERAL DEL CURSO

Que el alumno conozca las bases científicas del cambio climático, las opciones para su mitigación, sus impactos en los recursos naturales, en la biodiversidad y en la producción de alimentos, además de las herramientas agrobiotecnológicas para la generación de tecnología que permita dar respuesta al cambio climático.

## TEMAS Y SUBTEMAS

HORAS	TEMAS Y SUBTEMAS	OBJETIVOS DE LOS TEMAS
12	<b>CAPÍTULO 1. BASES CIENTÍFICAS DEL CAMBIO CLIMÁTICO</b> 1.1. Generalidades del cambio climático 1.2. Atmósfera terrestre 1.2.1. Evolución 1.2.2. Estructura, circulación y composición 1.2.3. Ciclos 1.2.4. Carbono, metano, nitrógeno, azufre, ozono 1.2.5. Lluvia ácida 1.2.6. Sustancias químicas antropogénicas: cfc 1.2.7. Reacciones del ozono: física y química de la estratósfera 1.3. Estructura y circulación oceánica 1.4. Ciclo hidrológico global 1.5. Balance energético global 1.6. Nubes y radiación 1.7. Potencial del calentamiento global 1.7.1. Variaciones climáticas naturales 1.7.2. Efecto de la actividad solar 1.7.3. Variaciones climáticas inducidas por el hombre 1.7.4. CO <sub>2</sub> 1.7.5. Agricultura 1.7.6. Industria 1.8. Clima 1.8.1. Clima y cambio climático 1.8.2. Variabilidad climática 1.8.3. Proyecciones de cambio climático 1.8.4. Modelos de evaluación 1.8.5. Clima regional 1.8.6. Derivación de información regional 1.8.7. Modelos climáticos regionales	Las alumnas y los alumnos conocerán las bases científicas que explican el cambio climático pasado, presente y futuro.
6	<b>CAPITULO 2. ACCIONES DE MITIGACIÓN Y ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO</b> 2.1 escenarios de mitigación (disminución) de emisión de gases de efecto invernadero	Las alumnas y los alumnos conocerán las diferentes actividades enfocadas a mitigar las emisiones de gases de efecto invernadero.



	<ul style="list-style-type: none"> <li>2.1.1. Energía eléctrica</li> <li>2.1.2. Edificios</li> <li>2.1.3. Transporte</li> <li>2.1.4. Industria de la manufactura</li> <li>2.1.5. Agricultura</li> <li>2.1.6. Uso del suelo</li> <li>2.1.7. Basura</li> <li>2.1.8. Captura y secuestro de carbono</li> <li>2.2. Acciones y mecanismos de adaptación               <ul style="list-style-type: none"> <li>2.2.1. Sistemas humanos</li> <li>2.2.2. Sistemas naturales                   <ul style="list-style-type: none"> <li>2.2.2.1. Plantas                       <ul style="list-style-type: none"> <li>2.2.2.1.1. Diversidad genética y plasticidad</li> </ul> </li> <li>2.2.2.2. Agricultura de conservación                       <ul style="list-style-type: none"> <li>2.2.2.2.1. Labranza mínima</li> <li>2.2.2.2.2. Cobertura vegetal</li> <li>2.2.2.2.3. Rotación de cultivos</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul> </li> </ul>	
8	<p><b>CAPITULO 3. IMPACTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>3.1 Efectos en la biodiversidad           <ul style="list-style-type: none"> <li>3.1.1. Recursos naturales               <ul style="list-style-type: none"> <li>3.1.1.1. Agua, suelo</li> </ul> </li> <li>3.1.2. Animales               <ul style="list-style-type: none"> <li>3.1.2.1. Terrestres</li> <li>3.1.2.2. Acuáticos</li> </ul> </li> <li>3.1.3. Recursos fitogenéticos               <ul style="list-style-type: none"> <li>3.1.3.1. Silvestres</li> <li>3.1.3.2. Domesticados y semidomesticados</li> </ul> </li> </ul> </li> <li>3.2. Efectos en la producción de cultivos           <ul style="list-style-type: none"> <li>3.2.1. Trigo, maíz, frijol, soya, arroz y sorgo.</li> </ul> </li> <li>3.3. Autosuficiencia, seguridad y soberanía alimentaria           <ul style="list-style-type: none"> <li>3.3.1. Crecimiento poblacional</li> <li>3.3.2. Demanda de alimentos</li> </ul> </li> </ul>	Las alumnas y los alumnos conocerán los impactos del cambio climático en los diferentes componentes de la biodiversidad y en la producción de cultivos.
12	<p><b>CAPÍTULO 4. FISIOLÓGÍA Y NUTRICIÓN DE CULTIVOS PARA MITIGAR EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>4.1 Incremento del CO<sub>2</sub> atmosférico, de la temperatura y la interacción de ambos</li> </ul>	Las alumnas y los alumnos conocerán los mecanismos fisiológicos y moleculares, así como la función de la nutrición para mitigar los efectos del cambio climático.



	<ul style="list-style-type: none"><li>4.1.1. Procesos fisiológicos, actividad estomatal, actividad enzimática, macromoléculas, biomasa y grano</li><li>4.2. Fisiología del estrés biótico y abiótico.<ul style="list-style-type: none"><li>4.2.1. Calor</li><li>4.2.2. Sequía</li><li>4.2.3. Heladas</li><li>4.2.4. Salinidad</li><li>4.2.5. Inundaciones</li><li>4.2.6. Plagas</li><li>4.2.7. Enfermedades</li></ul></li><li>4.3. Nutrición vegetal para mitigar los efectos del cambio climático<ul style="list-style-type: none"><li>4.3.1 macronutrientes<ul style="list-style-type: none"><li>4.3.1.1 macromoléculas.</li><li>4.3.1.2 resistencia a factores adversos</li></ul></li><li>4.3.2 micronutrientes<ul style="list-style-type: none"><li>4.3.2.1 actividad enzimática</li><li>4.3.2.2 integridad de la estructura celular</li></ul></li></ul></li></ul>	
14	<p><b>CAPITULO 5. MEJORAMIENTO GENÉTICO PARA MEJORAR LA ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>5.1. Calor y sequía<ul style="list-style-type: none"><li>5.1.1. Raíz profunda</li><li>5.1.2. Transpiración eficiente</li><li>5.1.3. Senescencia retardada</li><li>5.1.4. Sincronía en la floración</li></ul></li><li>5.2. Heladas<ul style="list-style-type: none"><li>5.2.1. Membrana celular</li><li>5.2.2. Fotosíntesis</li><li>5.2.3. Macromoléculas</li></ul></li><li>5.3. Salinidad e inundación<ul style="list-style-type: none"><li>5.3.1. Selección intraespecífica en especies con diferente nivel de tolerancia a la salinidad</li><li>5.3.2. Hibridación entre especies silvestres adaptadas y variedades cultivadas</li><li>5.3.3. Domesticación de halófitos</li></ul></li></ul>	Las alumnas y los alumnos conocerán las estrategias en mejoramiento genético convencional de cultivos para mejorar la adaptación al cambio climático.



---

### METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE

---

El curso será sólo presencial, con **dos clases de 2 horas por semana**. El profesor impartirá la clase en base al contenido del curso, y asignará **lecturas** correspondientes a cada clase impartida. Éstas estarán contenidas en los libros de consulta y en los artículos científicos correspondientes al tema presentado. Los alumnos y las alumnas **presentarán en clase un tema** que se les asigne. Con las anteriores actividades podrán incrementar su *dominio del conocimiento básico profesional y del conocimiento de frontera en el tema de cambio climático*, de manera crítica y creativa. Además, y con base en los conocimientos adquiridos, deberá elaborar una **propuesta de proyecto de investigación** científica del tema que sea de su preferencia, para que practique su *capacidad de generar conocimiento científico y tecnológico de frontera* en relación a cambio climático. Durante el desarrollo del curso se realizarán **salidas** a empresas, instituciones educativas, a campo, etc., donde los alumnos verificarán *la aplicación del conocimiento adquirido*. Se realizarán **2 exámenes**, uno a la mitad del curso y el otro al final (acumulativo) de éste; adicionalmente, se aplicarán **5 exámenes sorpresa**.

De esta manera, el alumno se involucrará en el desarrollo de las siguientes **competencias** propuestas en el PMSRF:

1. Dominio del conocimiento básico profesional y del conocimiento de frontera del área de investigación seleccionada, desde una perspectiva crítica y creativa.
2. Capacidad de generación de conocimiento científico y tecnológico, así como de sistematización del conocimiento tradicional.
3. Capacidad de aplicación de los conocimientos adquiridos, generados y sistematizados con organizaciones, empresas y personas incluidos el propio egresado.

---

### LISTA DE PRÁCTICAS

---

De momento no se programarán prácticas. Éstas podrán ofrecerse una vez que se haya adquirido el equipo necesario para hacer cuantificaciones de gases invernadero, de procesos fisiológicos y de equipo para trabajar con ADN, además de estaciones climatológicas.

---

### RECURSOS DIDÁCTICOS

---

Video proyector  
Computadora personal  
Correo electrónico  
Internet  
Biblioteca digital (Libros y artículos científicos electrónicos)

---



### NORMAS Y PROCEDIMIENTOS DE EVALUACIÓN

Concepto	Calificación (%)
Presentación oral de tema asignado	10
Propuesta de proyecto de investigación	20
Reporte de salidas	5
Examen 1	25
Examen 2	30
Exámenes sorpresa	10
Total	100

### BIBLIOGRAFÍA IMPRESA O ELECTRÓNICA (AUTOR, AÑO, TÍTULO, REVISTA O EDITORIAL, PÁGINAS)

#### LIBROS

- Altman A. y P.M. Hasegawa. 2011. Plant Biotechnology and Agriculture. Prospects for the 21<sup>st</sup> century. Elsevier Science. 624 p.
- Black B.C., D. M. Hassenz, J.C. Stephens, G. Weisel y N. Gift. 2013. Climate Change. An Encyclopedia of Science and History. ABC-CLIO, Incorporated. 1422 p.
- Bulkeley H. 2013. Cities and Climate Change. Taylor & Francis, Inc. 280 p.
- Intergovernmental Panel on Climate Change. 2007. Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability: Working Group II Contribution to the Fourth Assessment Report of the IPCC. Canzian O. y Palutikof J. (Eds.). Cambridge University Press.
- Intergovernmental Panel on Climate Change. 2007. Climate Change 2007: The Physical Science Basis: Working Group I Contribution to the Fourth Assessment Report of the IPCC. Qui D. y Manning M. (Eds.). Cambridge University Press.
- Reay D., P. Smith y A Van Amstel. 2012. Metane and Climate Change. Taylor & Francis, Inc. 272 p.
- Von Storch H y G. Floser. 2012. Antropogenic Climate Change. Springer-Verlag New York, LLC. 364 p.

#### ARTÍCULOS CIENTÍFICOS

- Xin Z. y J. Browse. 2000. Cold comfort farm: the acclimation of plants to freezing temperatures. *Plant Cell and Environment* 23: 893-902.
- Xiao-Ming Y., M. Griffith, y S.B. Wiseman. 2001. Ethylene induces antifreeze activity in winter rye leaves. *Plant Physiology* 126: 1232-1240
- Kasuga M., Q. Liu, S. Miura, K. Yamaguchi-Shinozaki, y K. Shinozaki. 1999. Improving plant drought, salt, and freezing tolerance by gene transfer of a single stress-inducible transcription factor. *Nature Biotechnology* 17: 287-291.
- Jin Y., S. Weining, y E. Nevo. 2005. A MAPK gene from Dead Sea fungus confers stress tolerance to lithium salt and freezing-thawing: Prospects for saline agriculture. *PNAS* 102(52): 18992-18997.
- De Boer A.H. y V. Volkov. 2003 Logistics of water and salt transport through the plant: structure and functioning of the xylem *Plant, Cell and Environment* 26: 87-101
- Zhu J.K. 1998. Plants use calcium to resolve salt stress. *Trends in Plant Science* 3 (11): 411-412.



- 
- Park S., J. Li, J.K. Pittman, G.A. Berkowitz, H. Yang, S. Undurraga, J. Morris, K.D. Hirschi, y R.A. Gaxiola. 2005. Up-regulation of a H-pyrophosphatase (H-PPase) as a strategy to engineer drought-resistant crop plants. PNAS 102(52): 18830-18835.
  - Aschi-Smiti S., W. Chaibi, R. Brouquisse, B. Ricard, y P. Saglio. 2003. Assesment of enzyme induction and aerenchyma formation as mechanisms for flooding tolerance in *Trifolium subterraneum* "Park". Annals of Botany 91: 195-204.
  - Chang W.W.P., L. Huang, M. Shen, C. Webster, A.L. Burlingame, y J.K.M. Roberts. 2000. Patterns of Protein Synthesis and Tolerance of Anoxia in Root Tips of Maize Seedlings Acclimated to a Low-Oxygen Environment, and Identification of Proteins by Mass Spectrometry. Plant Phys. 122: 295-317
-