

**PROGRAMA DE AGROCLIMATOLOGÍA 2**  
(Semestre 2024-1)

Mtra.Erika Segundo De Jesús  
erikasegundo@filos.unam.mx

Horas/Semana/Semestre teóricas	Créditos
3/48	6

**Carácter:** Optativa.

**Tipo:** Teórica

**Modalidad:** Curso

**Seriación:** Indicativa

**Asignaturas antecedentes:** Climatología, Meteorología, Agroclimatología 1.

**Asignatura subsecuente:** No procede

## **INTRODUCCIÓN.**

La especialización del estudiante en el campo de Climatología y Meteorología, particularmente en la Agroclimatología, ha progresado desde el análisis de la correlación de datos meteorológicos con las fases fenológicas de los cultivos, tal como se exploró en la asignatura anterior (Agroclimatología 1). Ahora, en este segundo semestre, el enfoque se centrará en comprender cómo los riesgos hidrometeorológicos afectan la agricultura. Este desarrollo se basa en los estudios que han surgido desde la década de los ochenta del siglo pasado, donde se ha investigado el calentamiento global, sus causas y sus impactos, especialmente en el ámbito agrícola.

La asignatura abordará la forma en que se han formulado modelos de cambio climático y sus correspondientes escenarios de pronóstico, especialmente enfocados en el calentamiento global en México. A lo largo del curso, se examinará cómo estos factores pueden influir en la producción agrícola y la zonificación del país, lo que a su vez puede dar lugar a la necesidad de tomar medidas de adaptación y mitigación. Además, se considerarán los posibles problemas socioeconómicos que podrían surgir en el futuro debido a estos cambios.

Para llevar a cabo este análisis, se utilizarán datos de más de cincuenta años recopilados por el Observatorio Meteorológico del Colegio de Geografía, lo que permitirá proyectar los posibles escenarios hasta el año 2045. Este período es particularmente relevante, ya que diversas proyecciones de concentración de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) indican que podríamos enfrentar diferencias significativas en las temperaturas, con aumentos que van desde 0.6 hasta más de 2°C.

En este contexto, el objetivo principal de la asignatura será investigar el posible impacto de los cambios climáticos previstos en una amplia variedad de cultivos, abarcando tanto aquellos de naturaleza perenne como los bianuales, anuales y de ciclo corto. Para llevar a cabo este análisis, se recurrirá al uso del "Huero fenológico" proporcionado por el Colegio de Geografía como una herramienta de referencia y experimentación, con el propósito de facilitar un análisis más completo y detallado por parte de los estudiantes. Este enfoque se concibe como un método integral que permitirá comprender y abordar de manera más efectiva los desafíos agroclimáticos que se presentan tanto en el escenario actual como en el futuro.

Este curso desempeña un rol fundamental en la capacitación de los futuros especialistas en Agroclimatología, ya que su objetivo es brindar a los estudiantes la capacidad de adquirir conocimientos

sólidos y habilidades analíticas para abordar los desafíos climáticos que afectan a la agricultura. A través de este proceso de aprendizaje, los estudiantes estarán preparados para contribuir activamente a la investigación y desarrollo de soluciones y estrategias efectivas destinadas a asegurar la seguridad alimentaria y promover el desarrollo sostenible en nuestro país.

**OBJETIVOS GENERALES DEL CURSO:**

- 1) Determinar los riesgos hidrometeorológicos en la agricultura y su prevención y mitigación.
- 2) Analizar la multidisciplinaria el impacto de la variabilidad y el cambio climáticos en la agricultura, considerando tanto los modelos climáticos dinámicos como las proyecciones de CO2. Esto incluye la evaluación de los escenarios socioeconómicos derivados de estos cambios en el contexto de México, con énfasis en su influencia en las fases fenológicas de los cultivos y en la alteración de los indicadores agroclimáticos.
- 3) Evaluar y aplicar las recomendaciones proporcionadas por el Panel Intergubernamental de Expertos en Cambio Climático (IPCC) en relación con estrategias de adaptación, prevención y mitigación de riesgos derivados del cambio climático, con un enfoque específico en la agricultura. Además, se explorarán las posibles consecuencias agrícolas y socioeconómicas que podrían surgir como resultado de la implementación de estas recomendaciones.
- 4) Desarrollar la capacidad de crear y analizar mapas que representen la variabilidad y cambio climático, permitiendo una comprensión visual de los patrones climáticos y sus tendencias en el ámbito agroclimático.
- 5) Realizar prácticas agroclimáticas en el Huerto Fenológico del Colegio de Geografía con el propósito de aplicar los conocimientos teóricos adquiridos en un entorno práctico. Esto incluye la recopilación de datos, la observación directa de fenómenos agroclimáticos y la interpretación de resultados, contribuyendo así a la formación integral de los estudiantes en esta disciplina.

<b>Núm..</b> <b>Horas por</b> <b>Unidad</b> ///// Programación por clase	<b>TEMARIO</b>
<b>12 hrs.</b>	<b>UNIDAD 1. RIESGOS CLIMÁTICO-METEOROLÓGICOS EN LA AGRICULTURA.</b>
	1.1. Introducción a los eventos hidrometeorológicos en la agricultura.
	1.2. Sequías: definiciones y clasificaciones.
	1.3. Heladas: tipos y clasificaciones. Método de probabilidad de helada en heladas tempranas y heladas tardías.
	1.4. Boletines y alertas agrometeorológicas y agroclimáticas y su importancia en el sector agropecuario.

	<b>UNIDAD 2. VARIABILIDAD CLIMÁTICA Y CALENTAMIENTO GLOBAL</b>
<b>9 hrs.</b>	<p>2.1 Los estudios pioneros de cambio climático Global elaborados por la NOAA y la Universidad de East Anglia y sus resultados: balance radiativo, química atmosférica -gases traza- y aumento térmico de la atmósfera debido a los procesos industriales y crecimiento urbano.</p> <p>2.1.1. Alerta ante el cambio climático y sus repercusiones en el ámbito socioeconómico: el caso de la agricultura.</p> <p>2.1.2 Creación del El Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC) y las recomendaciones a los países del mundo.</p>
	<p>2.2. Diferencia entre variabilidad climática y calentamiento global o cambio climático.</p> <p>2.2.1. La variabilidad climática como fenómeno natural: anomalías climáticas, el caso de El Niño-South Oscillation (ENSO), fase positiva y fase negativa.</p>
	<p>2.2.2. La variabilidad climática y sus efectos en la agricultura (Valores climáticos cardinales por cultivo, variedad y etapa fenológica; rangos agroclimáticos superiores y mínimos relativos y absolutos y su contraste con la zona de amplitud de utilización de un cultivo.</p> <p>2.2.3. Análisis e interpretación de mapas y climogramas de variabilidad climática en México y sus repercusiones en la agricultura.</p>
	Primer examen parcial

	<b>UNIDAD 3. CALENTAMIENTO GLOBAL Y AGRICULTURA EN MÉXICO</b>
<b>21 hrs.</b>	2.3. Una nueva visión del clima: el Sistema climático, definición y papel de sus elementos en el clima planetario.
	2.4. El calentamiento global: los Modelos de Circulación General (GCM) y Modelos Climáticos Acoplados (Océano-Atmósfera) de Circulación General.
	2.3.1. Modelos estadísticos y Modelos probabilísticos o dinámicos.
	2.3.2. Importancia de la Teoría del Caos en los modelos dinámicos.
	2.5. El calentamiento global y Escenarios climáticos, definición y ejemplos para México y su probable efecto en el desarrollo y distribución de los cultivos.
	2.5.1. El calentamiento global a mediano plazo: RCP 2.6, RCP 4.5
	2.5.2 El calentamiento global a largo plazo: RCP 6 y RCP 8.5
	2.6. Simulación cartográfica de escenarios climáticos para la República Mexicana y se efecto en los cultivos básicos (maíz, frijol, arroz, girasol, sorgo)
2.7. Cambio climático y vulnerabilidad:	
2.7.1. Posible crisis del campo y problemas socioeconómicos: inseguridad alimentaria, pobreza, migraciones “ecológicas” y seguridad nacional y problemas internacionales.	
2.7.2. Cambio climático: Reconversión de cultivos y uso de suelo con base en la Agroclimatología: analogías agroclimáticas y por el método de distritos agroclimáticos, según De Fina.	
	Segundo examen parcial
	Segunda vuelta (examen final)

## BIBLIOGRAFÍA BÁSICA POR UNIDAD Y FUENTES DE INTERNET

### **UNIDAD 1. RIESGOS CLIMÁTICO-METEOROLÓGICOS EN LA AGRICULTURA.**

- Gómez Rojas, Juan C. (2018). “Importancia de los boletines agroclimáticos frente al cambio climático”. [http://huertofenologico.filos.unam.mx/files/2018/11/iMPORTANCIA-DE-LOS-BOLETINES\\_vf2.pdf](http://huertofenologico.filos.unam.mx/files/2018/11/iMPORTANCIA-DE-LOS-BOLETINES_vf2.pdf)
- Gómez Rojas, Juan C. (Coord., 2013). “Carta de Sequías, 1917-1977”. *Atlas Agroclimático de la República Mexicana*. Facultad de Filosofía y Letras, UNAM. México.
- Le Monde Diplomatique (2005). *Peligros que acechan al Planeta. Cambios climáticos, catástrofes naturales y poco naturales*.
- Oropeza Orozco, Oralia (2008). “Prevención de desastres de origen hidrometeorológico, una prioridad nacional: el caso de las inundaciones”. *Políticas públicas y desastres*. Cooperación Internacional, Instituto Mora y Red Mexicana de Estudios Interdisciplinarios para la Prevención de Desastres, México.
  
- North American Drought Monitor. [<https://www.ncei.noaa.gov/>]
- Comisión Nacional del Agua [<https://www.gob.mx/conagu>]

### **UNIDAD 2. VARIABILIDAD CLIMÁTICA Y CALENTAMIENTO GLOBAL**

- Arntz, Wolf E. y Farbach, Eberard (1996). *El Niño: Experimento climático de la Naturaleza. Causas físicas y efectos biológicos*. Sección de Obras de Ciencia y Tecnología, F.C.E., México.
- Doering, Otto C. and Randolph, J.C. (2016). *Effects of Climate Changes and Variability on Agricultural Production Systems*. Springer Science-Business Media, LLC. USA.
- Gómez Rojas, Juan C. (Coord., 2013). *Atlas Agroclimático de la República Mexicana*. Facultad de Filosofía y Letras, UNAM. México.
- Gómez Rojas, Juan C. (1985 ). “El Cambio climático”, *Boletín de la Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística*, México.
- <http://gob.mx/inecc/> (Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático)
- Lau, W. K. / Wualise, Duane (2011). *Intraseasonal variability in the Atmosphere-Ocean Climate System*. Springer Ed., USA.
- Pronóstico de ENSO:  
[https://iri.columbia.edu/our-expertise/climate/forecasts/enso/current/?enso\\_tab=enso-cpc\\_plume](https://iri.columbia.edu/our-expertise/climate/forecasts/enso/current/?enso_tab=enso-cpc_plume)
- Variabilidad climática: <https://iri.columbia.edu/our-expertise/climate/climate-variability/>

### **UNIDAD 3. CALENTAMIENTO GLOBAL Y AGRICULTURA EN MÉXICO**

- Alvarado, Marco A., Forooughbackhch, Rahim, Jurado, Enrique y Rocha, Gerardo. El cambio climático y la fenología de las plantas (2017). <http://huertofenologico.filos.unam.mx/files/2017/05/Cambio-climatico-y-fenologia-de-plantas.pdf>
- Anderson-Sellers, A. y McGuffie, K. (2000). *Introducción a los Modelos Climáticos*. Ediciones Omega, S. A., Barcelona.
- Cambio climático en México (Página oficial): <https://cambioclimatico.gob.mx/>
- Campos Aranda, Daniel F. (2005). *Agroclimatología Cuantitativa de Cultivos*. Editorial Trillas, México.
- Fernández Ábrica, Tomás (2018). Fórmula del incremento de la temperatura debido a la acumulación de los gases de efecto invernadero (GEI) en base al número  $\phi$  y la sucesión de Fibonacci. <http://huertofenologico.filos.unam.mx/2015/11/articulos-cientificos/>
- Gómez Rojas, Juan C. (Coord., 2013). “Carta de cambio climático en México”. *Atlas Agroclimático de la República Mexicana*. Facultad de Filosofía y Letras, UNAM. México.
- Cannel, M. G. R. and Pitcairn C.E.R. (Eds, 1993) *Impacts of the Mild Winters and Hot Summers in the United Kingdom in 1988-1990*. Department of the Environment, Institute of Terrestrial Ecology, Scotland.
- Klein, Naomi (2015). *Esto lo cambia todo. El capitalismo contra el clima*. Paidós, España.
- Lucatello, S. y Rodríguez, D. (Coords., 2011). *Las dimensiones sociales del cambio climático: un panorama desde México ¿Cambio social o crisis ambiental?* Instituto Mora-UNAM
- Zweikatz, Hans (2017). *Agrarklimatologie*. Verlagsgesellschaft, München.

### **BIBLIOGRAFÍA DE APOYO PARA LAS PRÁCTICAS EN EL HUERTO FENOLÓGICO**

- Gómez Rojas, Juan C. (2015) “Importancia de la investigación geográfica en Geografía: Prácticas en el Huerto Fenológico del Colegio de Geografía”. [http://huertofenologico.filos.unam.mx/files/2015/11/Importancia\\_Inv\\_Agroclimatica.pdf](http://huertofenologico.filos.unam.mx/files/2015/11/Importancia_Inv_Agroclimatica.pdf)
- Hojas de Observaciones Agroclimáticas y Fenológicas (2017). [http://huertofenologico.filos.unam.mx/files/2017/05/Hojas\\_agroclimatica\\_fenologica.pdf](http://huertofenologico.filos.unam.mx/files/2017/05/Hojas_agroclimatica_fenologica.pdf)
- Organización Meteorológica Mundial (2009). *Guía de prácticas agrometeorológicas*. Dirección General del Servicio Meteorológico Nacional, Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, México.
- Schaefer, Vincent J. y Day, John A. (1983). *Guía de Campo de la Atmósfera*. Ediciones

Omega, S.A., Barcelona.

- UNESCO (1968). *Agroclimatological methods*. France.

### ***BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA***

- Barry, R. G. y Chorley, R. J. (1995) *Atmósfera, tiempo y clima*. Ediciones Omega, S. A., Barcelona. Dunlop, Storm (2012). *Dictionary of weather*. Oxford University Press, United Kingdom.
- Elías, F. y Castellvi Sentís, F. (1998). *Agrometeorología*. Ministerio de Agricultura, Madrid.
- Gómez Rojas, Juan C. y Esquivel Mota, Mario (2002). “Agroclimatología del maíz en México”.
- *Revista Geográfica*, Num 132. Instituto Panamericano de Geografía e Historia, Lima, Perú.
- Haensch, Günther y Haberkamp de Antón, Gisela (1996). *Diccionario de Agricultura, Sistemático y alfabético*. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid.
- Hallé, Frances (1999). *Un mundo sin inviernos. Los trópicos: naturaleza y sociedad*. Sección de Obras de Ciencia y Tecnología, F.C.E., México.
- Elías, F. y Castellvi Sentís, F. (1998). *Agrometeorología*. Ministerio de Agricultura, Madrid.

### ***FUENTES DIGITALES***

- <http://huertofenologico.filos.unam.mx/>
- <http://observatoriometeorologico.filos.unam.mx/>
- <https://iri.columbia.edu/> International Research Institute for Climate and Society.
- <https://cambioclimatico.gob.mx/>
- <https://www.gob.mx/inecc> (Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático)
- <https://iri.columbia.edu/> (*International Research Institute for Climate and Society*)
- <https://noaa.gov/> (*National Oceanic and Atmospheric Administration*)
- [http://www.wmo.int/pages/index\\_es.html](http://www.wmo.int/pages/index_es.html) (Organización Meteorológica Mundial)
- <https://www.cna.smn.gob.mx/> (Servicio Meteorológico Nacional).
- <https://atlasvulnerabilidad.inecc.gob.mx/page/index.html#zoom=undefined&lat=23.5000&lon=-101.9000&layers=1>

**ACTIVIDADES PARA EVALUACIÓN:**

✓ Exposición oral	✓ Exámenes parciales
✓ Exposición audiovisual	✓ Exámenes finales
✓ Exposición dentro del aula	✓ Trabajos y tareas fuera del aula
✓ Ejercicios fuera del aula	✓ Participación en clase
✓ Lecturas obligatorias	✓ Asistencia a prácticas
✓ Trabajo de investigación	✓ Informe de investigación
✓ Trabajo práctico en el Huerto Fenológico	