



PROGRAMAS DE ESTUDIO

DATOS GENERALES DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Identificación	
Nombre: Efecto del Cambio Climático Global sobre Ecosistemas Forestales	Etapas: Optativa Metodológica
Clave:	Tipo de curso: Optativo
Modalidad educativa: Presencial	Modalidad de Enseñanza Aprendizaje: Curso-Seminario
Número de Horas: 144 horas al semestre (3-3-3-0 Semanales)	Créditos: 9
Secuencias anteriores: Ninguna Colaterales: Ninguna Posteriores: Ninguna	Requisitos de admisión: Ninguno
Fecha de elaboración: Julio 2015	Fecha de aprobación

1. Justificación y Fundamentos

El egresado de la Maestría en Recursos Naturales y Ecología es un posgraduado capaz de realizar investigaciones científicas sobre el conocimiento integral y manejo sustentable de los recursos naturales. El egresado de la opción terminal de Ecología y Conservación, tendrá conocimientos sobre la estructura y funcionamiento de los ecosistemas y los factores que los amenazan. De este modo podrá identificar problemáticas ambientales y desarrollar estrategias metodológicas para su conservación o restauración, y para el aprovechamiento sustentable de sus recursos naturales. El Cambio Climático es una de las principales amenazas a los ecosistemas y su biodiversidad. Este curso aborda los factores que originan el cambio climático global, y cómo son afectados los procesos ecosistémicos y evolutivos que ocurren en ecosistemas forestales.

2. Objetivos

Que el estudiante haga una revisión crítica de lo que se ha publicado en relación a los efectos del cambio climático global sobre varios procesos de los ecosistemas forestales de manera interdisciplinaria. Esto incluye desde aspectos evolutivos hasta aspectos ecosistémicos.

Objetivos particulares

- Que el estudiante conozca la variedad de aproximaciones al estudio del efecto del cambio climático global sobre los ecosistemas forestales.
- Que el estudiante tome conciencia de los patrones y procesos ecológicos y evolutivos forestales que son afectados por el cambio climático global.

3. Competencias a desarrollar

Conocimientos	Habilidades y destrezas	Valores
Conocer la problemática del cambio climático global.	Conocer las evidencias del cambio climático global y los factores que lo originan. Conocer y entender los modelos de escenarios climáticos.	Concientización y sensibilidad ante la problemática del cambio climático global
Conocer el efecto del cambio climático global sobre los ciclos de los elementos.	Conocer los ciclos del C, N, y P y entender cómo son afectados por el cambio climático.	Disposición para trabajar en equipo y compartir sus conocimientos.
Conocer los efectos del cambio climático global sobre la ecología y evolución de las plantas.	Conocer ejemplos concretos de efectos negativos del cambio climático sobre la ecofisiología, genética, evolución, interacciones	Disposición para trabajar en equipo y compartir sus conocimientos.

	bióticas, distribución y desacoplamiento del clima y las poblaciones.	
Conocer los efectos del cambio climático global sobre la dinámica de nutrientes.	Entender los efectos del cambio climático sobre la productividad, descomposición, actividad microbiana, y disponibilidad de nutrientes	Valorar la complejidad de los procesos ecológicos a nivel de ecosistema.
Conocer una estrategia de adaptación de las plantas a los efectos del cambio climático global.	<p>Comparar las velocidades de migración de especies naturales e inducidas por el cambio climático global</p> <p>Evaluar la evidencia que existe sobre la declinación forestal debida al cambio climático.</p> <p>Conocer migración asistida como estrategia de adaptación al cambio climático.</p>	Responsabilidad y conciencia ambiental.

4. Contenidos

Unidad 1. Introducción a la problemática del Cambio Climático Global (CCG).

- CCG: factores y evidencias.
- CCG y variación climática.
- Modelos de escenarios climáticos: modelos de circulación general de la atmósfera y océanos acoplados (AOGCMs).
 - Modelos de Circulación Global. Hadley, Canadiense, Goddard, otros.
 - Escenarios de emisiones A y B.
 - Estimaciones de cambio climático mundiales, México, Michoacán y Guerrero.
- Factores climáticos no considerados en los modelos AOGCMs: ciclones tropicales y ENSO (niño-niña).

Unidad 2. Efecto del CCG sobre los ciclos de los principales elementos.

- Ciclo del C.
- Ciclo del N.
- Ciclo del P.

Unidad 3. Efecto del CCG sobre la vegetación.

- Respuestas ecofisiológicas
- Respuestas genéticas y evolutivas
- Efectos sobre las interacciones bióticas
- Efectos sobre la distribución de especies
- Desacoplamiento clima-poblaciones

Unidad 4. Efecto del CCG sobre la dinámica de nutrientes en ecosistemas forestales.

- Efecto sobre la productividad y retorno de la materia orgánica.
- Efecto sobre la descomposición de la materia orgánica
- Efecto sobre la actividad de las poblaciones microbianas del suelo.
- Efecto sobre la disponibilidad de nutrientes del suelo

Unidad 5. Estrategia de adaptación a los efectos del CCG en sistemas forestales: migración asistida de especies forestales.

- Velocidad de migración natural vs. Velocidad de cambio climático.
- Evidencias de declinación forestal.
- Migración asistida como medida de adaptación. Conceptos básicos y métodos para estimar la distancia de migración.

5. Orientaciones didácticas

- Presentar al inicio del curso el objetivo de la asignatura y su relación con otras del plan de estudios, así como el contenido y las actividades de aprendizaje.
- Presentar clases teóricas frente a grupo en cada una de las unidades.
- Invitar a especialistas en el tema a presentar su trabajo de investigación en una plática.
- Realizar lecturas y análisis críticos de artículos científicos de estudios de efectos del cambio climático global sobre ecosistemas forestales
- Realizar seminarios sobre artículos científicos, dirigidos por un estudiante.

6. Actividades de Aprendizaje

Bajo la conducción del docente	Trabajo independiente del alumno
<ul style="list-style-type: none">▪ Exposición del profesor oral y audiovisual.▪ Trabajo en equipo.▪ Exposición de los alumnos.▪ Seminarios.	<p>En el aula:</p> <ul style="list-style-type: none">▪ Lecturas obligatorias.▪ Análisis de artículos científicos▪ Exámenes. <p>Fuera del aula:</p> <ul style="list-style-type: none">▪ Trabajos de Investigación.▪ Estudio bibliográfico o búsqueda documental.▪ Lecturas obligatorias.▪ Preparación de seminarios

7. Evaluación

Este curso será evaluado atendiendo al logro del objetivo general de realizar una revisión crítica de la literatura científica en el tema. Las formas de evaluación que se utilizarán son:

- Examen final escrito.
- Exposición de seminarios por los alumnos.
- Seminario.

8. Bibliografía Básica

Allen CD, Macalady AK, Chenchouni H, Bachelet D, McDowell N, Vennetier M, Kizberger T, Rigling A, Breshears DD, Hogg EH, Gonzalez P, Fensham R, Zhang Z, Castro J, Demidova N, Lim JH, Allard G, Running SW, Semerci A, Cobb N 2010. A global overview of drought and heat-induced tree mortality reveals emerging climate change risks for forests. *Forest Ecology and Management* 259:660–684.

Anderson, J.M. 1991. The effects of climate change on decomposition processes in grassland and coniferous forests. *Ecological Applications* 1: 326-347.

Beaumont, L.J., Pitman, A.J., Poulsen, M. y L. Hughes. 2007. Where will species go? Incorporating new advances in climate modelling into projections of species distributions. *Global Change Biology* 13: 1368-1385.

Bradshaw, W. E., y Holzapfel, C.M. 2008. Genetic responses to rapid climate change: it's seasonal timing that matters. *Molecular Ecology* 17: 157-166.

Breshears, DD, Cobb, NS, Rich, PM, Price KP, Allen CD, Balice RG, Romme WH, Kastens JH, Floyd ML, Belnap J, Anderson JJ, Myers OB, Meyer CW. 2005. Regional vegetation die-off in response to global-change-type drought. *Proceedings of National Academy of Sciences*, 102: 15144-15148.

Brooker, R.W. 2006. Plant-plant interactions and environmental change. *New Phytologist* 171: 271-284

Christensen JH, Hewiston B, Busuioc A, Chen A, Gao X, Held I, Jones R, Kolli RK, Kwon WT, Laprise R, Magaña Rueda V, Means L, Menéndez CG, Räisänen J, Rinke A, Sarr A, Whetton P (2007) Regional Climate Projections. In Solomon S, Qin D, Manning M, Chen Z, Marquis M, Averyt KB, Tignor M, Miller HL (eds) *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, pp 847-940.

Cramer, W., Bondeau, A., Woodward, F.I., et al. 2001. Global response of terrestrial ecosystem structure and function to CO₂ and climate change: results from six dynamic global vegetation models. *Global Change Biology* 7: 357-373.

Drigo, B., Kowalchuk, G.A. y van Veen, J.A. 2008. Climate change goes underground: effects of elevated atmospheric CO₂ on microbial community structure and activities in the rhizosphere. *Biol Fertil Soils* 44: 667-679.

Gienapp, P., Teplitsky C., Alho, J.S., Mills, J.A. y Merila, J. 2008. Climate change and evolution: disentangling environmental and genetic responses. *Molecular Ecology* 17: 167-178.

Gutschick, V.P. y BassiriRad, H. 2003. Extreme events as shaping physiology, ecology, and evolution of plants: Toward a unified definition and evaluation of their consequences. *New Phytologist* 160: 21-42.

Henry, H.A.L., Juarez, J.D., Field, C.B. y Vitousek, P.M. 2005. Interactive effects of elevated CO₂, N deposition and climate change on extracellular activity and soil density fractionation in a California annual grassland. *Global Change Biology* 11: 1808-1815.

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) (2000) *Emissions Scenarios; Summary for Policymakers*. Special Report of IPCC Working Group III. USA, IPCC, 21 p. (<http://www.ipcc.ch/pdf/special-reports/spm/sres-en.pdf>).

Jones, M.B. y Donnelly, A. 2004. Carbon sequestration in temperate grassland ecosystems and the influence of management, climate and elevated CO₂. *New Phytologist* 164: 423-439.

Ledig, F.T., Rehfeldt, G.E., Sáenz-Romero, C. and Flores-López, C. 2010. Projections of suitable habitat for rare species under global warming scenarios. *American Journal of Botany* 97(6):970-987.

- Mátyás C. 2010. Forecasts needed for retreating forests. *Nature* 464:1271.
- Parmesan, C. 2006. Ecological and evolutionary responses to recent climate change. *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics* 37: 637-669.
- Rehfeldt, G.E. 1983. Seed transfer guidelines for Douglas-fir in Western Montana. RN-INT-329. USDA-Forest Service. 3 p.
- Rehfeldt, G.E. 1988. Ecological genetics of *Pinus contorta* from the Rocky Mountains (USA): a synthesis. *Silvae Genetica* 37(3-4):131-135.
- Rehfeldt, G. E., 1994. Evolutionary genetics, the biological species, and the ecology of the Interior cedar-hemlock forest. In: *Proceedings of Interior cedar-hemlock-white-pine forest: ecology and management*. Pullman, Washington State University, pp 91-100.
- Rehfeldt GE, Crookston NL, Warwell MV, Evans JS. 2006. Empirical analyses of plant-climate relationship for the western United States. *International Journal of Plant Sciences* 167(6):1123-1150
- Rehfeldt GE, Ferguson DE, Crookston NL. 2009. Aspen, climate and sudden decline in western USA. *Forest Ecology and Management* 258:2353-2364.
- Rehfeldt GE, Jaquish BC. 2010. Ecological impacts and management strategies for western larch in the face of climate-change. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change* 15(3):283-306.
- Reusch, T.B. y T.E. Wood. 2007. Molecular ecology of global change. *Molecular Ecology* 16: 3973-3992.
- Sáenz-Romero, C. 2004. Zonificación estatal y altitudinal para la colecta y movimiento de semillas de coníferas en México. En: Vargas-Hernández, J.J. (Ed.). *Manejo de Recursos Genéticos Forestales*. México, CONAFOR-Comisión Forestal de América del Norte. pp 79-92.
- Sáenz-Romero, C., Ricardo Guzmán-Reyna, R. and Rehfeldt, G.E. 2006. Altitudinal genetic variation among *Pinus oocarpa* populations in Michoacán, México; implications for seed zoning, conservation of forest genetic resources, tree breeding and global warming. *Forest Ecology and Management* 229:340-350.
- Sáenz-Romero, C. and Tapia-Olivares, B.L. 2008. Genetic variation in frost damage and seed zone delineation within an altitudinal transect of *Pinus devoniana* (*P. michoacana*) in Mexico. *Silvae Genética* 57(3):165-170.
- Sáenz-Romero, C., G.E. Rehfeldt, N.L. Crookston, P. Duval y J. Beaulieu. 2009. Estimaciones de cambio climático para Michoacán. Implicaciones para el sector agropecuario y forestal y para la conservación de la Mariposa Monarca. *Cuadernos de Divulgación Científica y Tecnológica del Consejo Estatal de Ciencia y Tecnología de Michoacán, C+Tec, Serie 3, Num. 28*. 21 p.

Sáenz-Romero C, Rehfeldt GE, Crookston NL, Pierre D, St-Amant R, Beaulieu J, Richardson B. 2010. Spline models of contemporary, 2030, 2060 and 2090 climates for Mexico and their use in understanding climate-plant impacts on vegetation. *Climatic Change* 102: 595-623.

Sáenz-Romero, C. 2011. Guía para mover altitudinalmente semillas y plantas de *Pinus oocarpa*, *P. devoniana* (= *P. michoacana*), *P. pseudostrobus*, *P. patula* y *P. hartwegii* para restauración ecológica, conservación, plantaciones comerciales, y adaptación al cambio climático. Versión 4.0. Grupo de Trabajo sobre Recursos Genéticos Forestales (GTRGF), Comisión Forestal de América del Norte (COFAN), FAO, ONU. 3 marzo 2011.

Sáenz-Romero & Lindig-Cisneros. 2012a. Climate change and ecological restoration: ensuring genetic adaptability to climate change. Manuscrito en preparación.

Sáenz-Romero C, Rehfeldt GE, Duval P, Lindig-Cisneros P. 2012b. *Abies religiosa* habitat prediction in climatic change scenarios and implications for monarch butterfly conservation in Mexico. *Forest Ecology and management*. Aceptado.

Saxe, H., Cannell, M.G.R., Johnsen, O., Ryan, M.G., y Vourlitis, G. 2001. Tree and forest functioning in response to global warming. *New Phytologist* 149: 369-400.

Schlesinger, W.H. 1997. *Biogeochemistry. An analysis of Global Change*. Academic Press. New York.

Viveros-Viveros, H. Sáenz-Romero, C., Vargas-Hernández, J.J., López-Upton, J., Ramírez-Valverde, G. and Santacruz-Varela, A. 2009. Altitudinal genetic variation in *Pinus hartwegii* Lindl. I. : height growth, shoot phenology, and frost damage in seedlings. *Forest Ecology and Management* 257:836-842.

Waldrop, M.P. y Firestone, M.K. 2006. Response of microbial community composition and function to soil climate change. *Microbial Ecology* 52: 716-724.

Walther, G.-R. et al. 2002. Ecological responses to recent climate change. *Nature* 416: 389-395.

9. Perfil del profesor

La Unidad de Aprendizaje está diseñada para ser impartida por dos o tres docentes con grado de doctor, especialistas en ciclos biogeoquímicos y el efecto de los cambios climáticos en la dinámica de los nutrientes en ecosistemas forestales; la variación genética entre poblaciones, la respuesta de la poblaciones naturales al cambio climático global, la conservación de recursos genéticos forestales y la adaptación al cambio climático.