

TSB I: ECOHIDROLOGÍA Y SERVICIOS AMBIENTALES HIDROLÓGICOS

Profesor:

Dr. Alberto Gómez-Tagle Chávez
algomez@umich.mx

Tel: 3.27.23.50 (ext 109), INIRENA

Créditos 9

Carga horaria: 6 horas/semana

3 Teoría

3 Práctica de lab/campo

Prácticas acumulables para tres salidas de campo de un día

Semestre: a partir de 6º semestre

Requiere computadora personal.

Línea de formación: **ECOLOGÍA**

Lugar propuesto: Edificio R, CU

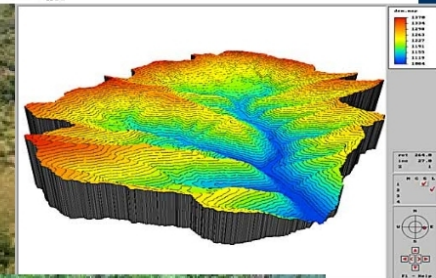
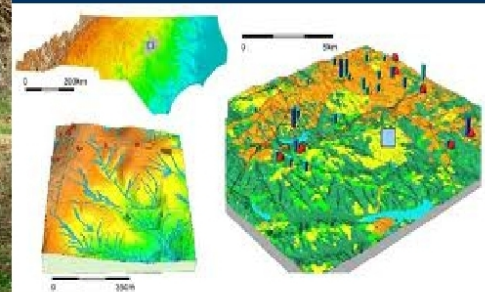
Martes y Jueves 9:00-11:00

Objetivos:

Estudiar y comprender los conceptos de la ecohidrología y su vinculación con los servicios ambientales.

Discutir la necesidad y la implicación de las actividades y políticas de medio ambiente y sus implicaciones en la funcionalidad hidrológica de los ecosistemas y la provisión de servicios ambientales hidrológicos.

Aplicar el conocimiento adquirido en planes de evaluación de servicios ambientales de corte hidrológico.



Cupo máximo 15 estudiantes.

Curriculum brevis

Alberto Gómez-Tagle Chávez

Profesor Investigador del Instituto de Recursos Naturales (INIRENA), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (2009-a la fecha).

Formación:

Licenciatura en Biología UNAM, FES Iztacala (1991-1996).

Especialidad en SIG Instituto de Geografía-UNAM (2000-2001).

Maestría en Conservación y Manejo de Recursos Naturales, UMSNH (2001-2003)

Doctorado en Cs. Biológicas, UMSNH (2004-2008).

Postdoctorado Instituto de Ecología Xalapa (2008-2009).

Nivel del Sistema Nacional de Investigadores: SNI I, área 1.

CVU-CONACyT: 168649

Perfil PROMEP

Cuerpo Académico: UMSNH-CA-266.

Publicaciones:

21 Artículos en revistas especializadas indizadas

2 Libros

6 Capítulos de libro

Proyectos relevantes:

CONAHCyT 322752: Estrategias de regulación del cambio de uso del suelo y mecanismos de incidencia para mitigar el impacto socioambiental en la franja aguacatera de Michoacán. 2023-2025.

ICTI (PFCTI/ICTI/2019/A/315): Aplicación del Conocimiento Ecológico para Favorecer la Sustentabilidad del Cultivo de

Aguacate en el Estado de Michoacán Aspectos de Suelo, Hidrológicos e Interacciones Bióticas. 2019-2021

CONACyT/PDCPN2016/Proyecto3053 “Impactos y consecuencias del desarrollo de la franja aguacatera sobre aspectos hidrológicos, funcionales, genéticos y de biodiversidad en ecosistemas templados de México 2019-2020.

Evapotranspiración comparativa entre aguacate (*Persea americana*) y dos especies de pino nativo de la franja aguacatera de Michoacán (*P. pseudostrobus* y *P. devoniana*), CIC 2019.

Formación de recursos humanos:

15 tesis de licenciatura

8 tesis de maestría

2 tesis de doctorado

1 coordinación estancia postdoctoral

Consultorías y asesorías:

Asesor del gobierno municipal Salvador Escalante 2013-2019

Asesor del gobierno del Estado de Michoacán en temas ambientales e hidrológicos (2013-a la fecha).

Miembro del Consejo Forestal Estatal (2021 a la fecha).

Miembro suplente del Consejo Estatal de Ecología (2023).

PROGRAMA DE LA MATERIA



UNIVERSIDAD MICHOCANA DE SAN NICOLÁS
DE HIDALGO

FACULTAD DE BIOLOGÍA



NOMBRE DEL CURSO: **Ecohidrología y Servicios Ambientales Hidrológicos**

CARGA HORARIA: **6 horas/semana**

CRÉDITOS: **9**

ÁREA ACADÉMICA: **Ecología**

FECHA DE ELABORACIÓN: **2020-08-30**

FECHA DE REVISIÓN Y ACTUALIZACIÓN DEL PROGRAMA: PARTICIPANTES EN LA ELABORACIÓN: **2021-10-16**

PARTICIPANTES EN LA REVISIÓN: **Alberto Gómez-Tagle Chávez, A. Francisco Gómez-Tagle Rojas, Conrado Tobón Marín**

PARTICIPANTES EN EL DESARROLLO: **Alberto Gómez-Tagle Chávez, A. Francisco Gómez-Tagle Rojas, Conrado Tobón Marín**

PERFIL PROFESIONAL DEL PROFESOR: **Biólogo, Ingeniero forestal, Ingeniero agrónomo ó Ingeniero en recursos naturales con formación de posgrado en hidrología y procesos ecohidrológicos.**

INTRODUCCIÓN

El curso está dirigido a estudiantes de pregrado (licenciatura) de semestres terminales (> 70 % créditos cursados) interesados en el área de hidrología ambiental, ecología y recursos naturales. El participante aprenderá principios y conceptos de funcionamiento ecohidrológico de los ecosistemas terrestres y su aplicación en el análisis de procesos hidrológicos desde una perspectiva ambiental. También aprenderá conceptos de servicios ecosistémicos y la relación entre funcionalidad ecohidrológica y provisión de bienes y servicios ecosistémicos a las poblaciones humanas, enfatizando en los servicios de corte hidrológico.

La hidrología es la rama de la ciencia que estudia los procesos del ciclo hidrológico en un sentido amplio, mientras que la ecohidrología es la rama científica que estudia el funcionamiento hidrológico de los ecosistemas considerando los componentes bióticos y abióticos así como la interrelación de estos a través de los flujos de masa y energía. Esto, desde el nivel organismo o individuo (planta/árbol) hasta el nivel de la cuenca y paisaje.

Ya que el agua un elemento crucial para la vida, su distribución espacio-temporal afecta y condiciona la presencia de los organismos vivos en todas las escalas.

Este curso se centra en el funcionamiento ecohidrológico de los ecosistemas terrestres con énfasis en ambientes boscosos pero la información y métodos son transferibles a muy diversos ambientes tipos de ecosistemas desde ecosistemas de desierto hasta selvas tropicales.

I. OBJETIVOS

Objetivo General

Proporcionar los conceptos básicos sobre los procesos hidrológicos de los ecosistemas con un enfoque de ecohidrología.

Objetivos específicos

Que el participante conozca, comprenda y sea capaz de analizar los principales procesos hidrológicos de los ecosistemas terrestres a escala de sitio o cuenca.

Que el participante conozca y comprenda los conceptos y la perspectiva de la ecohidrología y su vinculación la ecología, recursos naturales y ciencias ambientales.

II. CONTENIDO PROGRAMÁTICO:

Teoría: 42 horas.

Prácticas de laboratorio y campo: 54 horas.

Unidad 1 Ecohidrología, una disciplina integrativa (3 horas).

Procesos del ciclo hidrológico, cuantificación y análisis

Objetivo: Que el estudiante se familiarice con los principales procesos hidrológicos

1. Servicios ecosistémicos y servicios ambientales.
2. Precipitación
3. Interceptación
4. Escurrimiento superficial y escorrentía
5. Infiltración, permeabilidad y humedad del suelo
6. Evapotranspiración
7. Transpiración
8. Balance hídrico

Unidad 2. Precipitación (10 horas).

Objetivo: Adquirir conocimiento sobre los diferentes tipos de procesos atmosféricos relacionados con la precipitación, su métodos para su cuantificación, análisis de datos e interpretación.

1. Evaporación, condensación y precipitación
2. Tipos de precipitación
3. Medición de la precipitación
4. Calibración de pluviómetros digitales (Práctica laboratorio 1)
5. Análisis de series de tiempo, datos diarios y de alta resolución (Práctica cómputo 1).
6. Periodo de retorno e intensidad de eventos (Práctica cómputo 2 y 3).

Unidad 3. Intereceptación (10 horas).

Objetivo: Que el alumno se familiarice con los conceptos de intercepción y los procesos de la partición de la precipitación, los métodos para su medición y cuantificación, así como el análisis e interpretación de datos e información.

1. Precipitación bruta y directa.
2. Escurrimiento caular
3. Pérdida por intercepción
4. Partición de la precipitación, análisis de series de tiempo (Práctica de cómputo 4 y 5).

Unidad 4. Escurrimiento superficial y escorrentía (10 horas).

Objetivo: Que el alumno se familiarice con los procesos de escurrimiento superficial y escorrentía, así como con los métodos para su medición, cuantificación y análisis de series de tiempo

1. Escurrimiento superficial
2. Flujo hortoniano y flujo por saturación
3. Métodos para cuantificación del escurrimiento superficial
4. Sección cruzada y vertederos
5. Aforo de caudales (Práctica de campo 1; 1 día)
6. Procesamiento de datos de caudal e interpretación (Prácticas de cómputo 6 y 7)

Unidad 5. Infiltración, permeabilidad y humedad del suelo (10 horas).

Objetivo: Que el alumno conozca y se familiarice con los procesos hidrológicos de infiltración, permeabilidad, la absorción de agua por el suelo, el almacenamiento de la misma y el drenaje fuera del perfil de suelos.

1. Suelos, pedón y perfil
2. Horizontes del suelo y pedogénesis
3. Propiedades fisicoquímicas de los suelos
4. Curva de retención de humedad, textura y materia orgánica
5. Saturación del suelo, capacidad de campo, punto de marchitez permanente.
6. Conductividad hidráulica saturada e insaturada
7. Determinación de la capacidad de infiltración de agua del suelo

8. Infiltrómetros de anillo, tensión y presión (Práctica de campo 2; 1 día).
9. Procesamiento de datos de infiltrometría y permeametría (Práctica de cómputo 8 y 9).

Unidad 6. Evapotranspiración (10 horas).

Objetivo: Que al alumno conozca los procesos y controles meteorológicos de la evaporación y biológicos de la transpiración, así como los principales métodos para cuantificar y estimar estos componentes.

1. Temperatura, calor latente, calor sensible
2. Contenido de humedad del aire; humedad relativa, déficit de presión de vapor
3. Velocidad de viento, radiación solar.
4. Modelos de evapotranspiración
 1. Penmann (Práctica de cómputo 10)
 2. Thornthwaite (Práctica de cómputo 11)
 3. Hagraeves-Samani (Práctica de cómputo 12)
 4. Estándar FAO 56, Penmann-Monteith (Práctica de cómputo 13)

Unidad 7. Transpiración (10 horas).

Objetivo: Que al alumno conozca los procesos y controles biológicos transpiración, así como los principales métodos para cuantificar este componente

1. Medición de la evapotranspiración en organismos vegetales (Práctica de laboratorio/campo 2; seguimiento de experimento).
2. Métodos termométricos
3. Área foliar, densidad estomática y superficie xilemática
4. Flujo de savia, pulso de calor y disipación térmica (Granier).
5. Instalación de sensores y obtención de datos de flujo de savia (Práctica de campo 3; 1 día).
6. Análisis de series de tiempo de datos de flujo de savia (Granier) (Práctica de cómputo 14 y 15).

Unidad 8. Balance hídrico y servicios ambientales hidrológicos (10 horas).

Objetivo: Que al alumno conozca y aprenda a realizar un análisis detallado de balance hídrico

1. Componentes del balance hídrico.

2. Análisis de balance hídrico (Práctica de cómputo 16)
3. Integración de procesos hidrológicos y servicios ambientales

III. PRÁCTICAS DE LABORATORIO Y CAMPO

Prácticas de laboratorio:

1. Descarga de estación meteorológica automática (INIRENA)
2. Calibración de pluviómetros digitales (INIRENA)
3. Medición de la evapotranspiración en organismos vegetales (Práctica de laboratorio; seguimiento de experimento).

Prácticas de cómputo:

1. Análisis de series de tiempo, datos diarios y de alta resolución
2. Periodo de retorno
3. Intensidad de eventos
4. Partición de la precipitación
5. Análisis de series de tiempo Interceptación y partición de la precipitación
6. Cálculo de sección cruzada
7. Procesamiento de datos de caudal
8. Procesamiento de datos de infiltrometría
9. Procesamiento de datos de permeametría
10. Modelo de Penmann
11. Modelo de Thorntwaite
12. Modelo de Hagraeves-Samani
13. Modelo Estándar FAO 56, Penmann-Monteith
14. Análisis de series de tiempo de datos de flujo de savia
15. Estimación de transpiración a partir de datos de flujo de savia (Granier).
16. Análisis de balance hídrico

Prácticas de campo

1. Aforo de caudales (1 día; Ichaqueo/ Río Cupatitzio Uruapan)
2. Infiltrómetros con infiltrómetros de anillo, infiltrómetros tensión y permémetro de Guelph (1 día; Alto-Fresno/La Planta).
3. Medición de la evapotranspiración en organismos vegetales, métodos gravimétricos (Seguimiento de experimento 1 semana; INIRENA)
4. Instalación de sensores y obtención de datos de flujo de savia (1 día; Alto-Fresno).

IV. METODOLOGÍA Y DESARROLLO GENERAL DEL CURSO.

Exposiciones de temas específicos por el profesor.
Revisión de artículos y discusión de temas clave.
Exposición de alumnos
Prácticas de laboratorio
Prácticas de campo
Prácticas de cómputo.

V. SISTEMA GENERAL DE EVALUACIÓN.

EVALUACIÓN DE LA PARTE TEÓRICA

Participaciones diarias 5 %

Tareas y resúmenes 15 %

Numero de exámenes parciales:

1ro (unidades 1 a la 3) 10 %

2do. (Unidades 4 a la 5). 10 %

3º (Unidades 6 y 7). 10 %

SUMA TOTAL 50 %

EVALUACIÓN DE LA PARTE PRÁCTICA.

Prácticas de Laboratorio que comprenden asistencia, entrega de reportes.	10 %
Práctica de campo, comprende asistencia y entrega de reporte	20 %
Práctica de cómputo comprende asistencia y entrega de reporte	20 %
SUMA	50%

Al final del curso solo se obtendrá una calificación, para que el promedio pueda realizarse es necesario que ambas partes (teoría y práctica) sean aprobatorias.

$CALIFICACIÓN\ FINAL = TEORÍA + PRÁCTICA / 2$

VI. SALIDAS A CAMPO

Lugar: Aforo de caudales (1 día; Ichaqueo/ Río Cupatitzio Uruapan)

Fecha: 2 de marzo 2024

Lugar: Infiltrometría con infiltrómetros de anillo, infiltrómetros tensión y permémetro de Guelph (1 día; Alto-Fresno/La Planta).

Fecha: 23 de marzo 2024.

Lugar: Seguimiento de experimento (INIRENA) Medición de la evapotranspiración en organismos vegetales, métodos gravimétricos.

Fecha: 8 al 15 de abril

Lugar: Instalación de sensores y obtención de datos de flujo de savia (1 día; Alto-Fresno).

Fecha: 27 de abril 2024.

VII. CORRELACIÓN CON OTRAS MATERIAS.

El curso se correlaciona con las asignaturas de; Climatología, Edafología, Geología, Fisiología vegetal, Autoecología, Ecología de comunidades, Recursos Naturales.

VIII. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Actividades en aula (Teoría)

Unidad 1. semana 1.

Unidad 2. semana 1 a 3.

Unidad 2. semana 4 a la 6.

Unidad 3. semana 7 a la 9.

Unidad 4. semana 9 a la 11.

Unidad 5. semana 11 a la 13.

Unidad 6. semana 13 a la 15.

Unidad 7. semana 16.

Actividades en laboratorio, cómputo y campo (Prácticas).

Se realizarán prácticas de cómputo cada semana a partir de la 2ª Unidad, por ello es indispensable que el alumno cuente con una computadora personal.

Salidas de campo

Unidad 4. Semana 2

Unidad 5. Semana 6

Unidad 6. Semana 10 y 12

IX. BIBLIOGRAFÍA

Alvarado, M. Susana, Heidi Asbjornsen, Friso Holwerda, Todd Dawson, y L.A. Sampurno Bruijnzeel. 2010. «How do fog events affect transpiration across a chronosequence of *Pinus patula* within a seasonal montane cloud forest?» En *Interdisciplinary Studies on Global Climate Change and the Ecology and Management of Tropical Montane Ecosystems*. Dominican Republic: National Science Foundation's Pan-American Advanced Studies Institute. http://landscapeecology.agsci.colostate.edu/DR_PASI/images/Posters/Alvarado_poster.jpg.

Amoozegar, A. 1989. «A Compact Constant-Head Permeameter for Measuring Saturated Hydraulic Conductivity of the Vadose Zone». *Soil Sci Soc Am J* 53: 1356–1361.

- Bond, Barbara J, Frederick C Meinzer, y J. Renée Brooks. 2007. «How Trees Influence the Hydrological Cycle in Forest Ecosystems»: 7–35. doi:10.1002/9780470010198.ch2.
- Bruijnzeel, L. A. 2004. «Hydrological functions of tropical forests: not seeing the soil for the trees?» *Agriculture, Ecosystems & Environment* 104 (1) (septiembre): 185–228. doi:10.1016/j.agee.2004.01.015.
- Burgess, Stephen S. O., Mark A. Adams, Neil C. Turner, Craig R. Beverly, Chin K. Ong, Ahmed A. H. Khan, y Tim M. Bleby. 2001. «An improved heat pulse method to measure low and reverse rates of sap flow in woody plants». *Tree Physiology* 21 (9) (junio 1): 589–598. doi:10.1093/treephys/21.9.589.
- Carlyle-Moses, D. E. 2004. «Throughfall, stemflow, and canopy interception loss fluxes in a semi-arid Sierra Madre Oriental matorral community». *Journal of Arid Environments* 58 (2) (julio): 181–202. doi:10.1016/S0140-1963(03)00125-3.
- Chu, Chia R., Cheng-I Hsieh, Shen-Yuang Wu, y Nathan G. Phillips. 2009. «Transient response of sap flow to wind speed». *Journal of Experimental Botany* 60 (1) (enero 1): 249–255. doi:10.1093/jxb/ern282.
- Costanza, Robert, Ralph D'Arge, Rudolf De Groot, Stephen Farber, Monica Grasso, Bruce Hannon, Karin Limburg, et al. 1998a. «The value of ecosystem services: putting the issues in perspective». *Ecological Economics* 25: 67–72.
- . 1998b. «The value of the world's ecosystem services and natural capital». *Ecological Economics* 25: 3–15.
- Dalsgaard, Lise, Teis Nørgaard Mikkelsen, y Annemarie Bastrup-Birk. 2011. «Sap flow for beech (*Fagus sylvatica* L.) in a natural and a managed forest—effect of spatial heterogeneity». *Journal of Plant Ecology* 4 (1-2) (marzo 1): 23–35. doi:10.1093/jpe/rtq037.
- Gómez-Tagle, Alberto, Daniel Geissert, Octavio M. Perez-Maqueo, Beatriz E. Marin-Castro, y M. Beatriz Rendon-Lopez. 2011. «Saturated Hydraulic Conductivity and Land Use Change, New Insights to the Payments for Ecosystem Services Programs: a Case Study from a Tropical Montane Cloud Forest Watershed in Eastern Central Mexico». En *Developments in Hydraulic Conductivity Research*, ed. Oagile Dikinya, 225–248. InTech. <http://www.intechopen.com/articles/show/title/saturated-hydraulic-conductivity-and-land-use-change-new-insights-to-the-payments-for-ecosystem-serv>.
- De Groot, Rudolf S. 1990. «Economic valuation techniques for the environment: A case study workbook: John A. Dixon and Maynard M. Hufschmidt (Editors). The Johns Hopkins University Press, Baltimore, MD, U.S.A, 1986. 203 pp. ISBN 0-8018-3308-6.» *Ecological Economics* 2: 353–356.
- De Groot, Rudolf S, Matthew A Wilson, y Roelof M J Boumans. 2002. «A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services». *Ecological Economics* 41: 393–408.
- Holwerda, F., F.N. Scatena, y L.A. Bruijnzeel. 2006. «Throughfall in a Puerto Rican lower montane rain forest: A comparison of sampling strategies». *Journal of Hydrology* 327 (3-4) (agosto 20): 592–602. doi:10.1016/j.jhydrol.2005.12.014.
- Karlsen, Reinert H. 2010. «Stormflow Processes in a Mature Tropical Montane Cloud Forest Catchment, Coatepec, Veracruz, Mexico». Master Thesis Ecohydrology, Amsterdam: Vrije Universiteit Amsterdam.
- Kume, Tomonori, Kenji Tsuruta, Hikaru Komatsu, Tomo'omi Kumagai, Naoko Higashi, Yoshinori Shinohara, y Kyoichi Otsuki. 2010. «Effects of sample size on sap flux-based stand-scale transpiration estimates». *Tree Physiology* 30 (1) (enero 1): 129–138. doi:10.1093/treephys/tpp074.

- Manzano, Mario G., y José Návar. 2000. «Processes of desertification by goats overgrazing in the Tamaulipan thornscrub (matorral) in north-eastern Mexico». *Journal of Arid Environments* 44 (1) (enero): 1–17. doi:10.1006/jare.1999.0577.
- Muñoz-Villers, L.E., F. Holwerda, M. Gómez-Cárdenas, M. Equihua, H. Asbjornsen, L.A. Bruijnzeel, B.E. Marín-Castro, y C. Tobón. 2011. «Water balances of old-growth and regenerating montane cloud forests in central Veracruz, Mexico». *Journal of Hydrology* In Press, Corrected Proof. doi:10.1016/j.jhydrol.2011.01.062. <http://www.sciencedirect.com/science/article/B6V6C-5254105-4/2/bcdec0717bae63ffe5548a12e507c9a6>.
- Návar, José, Darryl E. Carlyle-Moses, y Alfonso Martínez M. 1999. «Interception loss from the Tamaulipan matorral thornscrub of north-eastern Mexico: an application of the Gash analytical interception loss model». *Journal of Arid Environments* 41 (1) (enero): 1–10. doi:06/jare.1998.0460.