

# geos



Volumen 44 No. 1 Octubre de 2024

GEOS se publica dos veces al año patrocinada por el Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Baja California (CICESE) y editada conjuntamente por la UGM y el CICESE.

**UNIÓN GEOFÍSICA MEXICANA, A.C.  
Mesa Directiva 2024-2025**

**Dr. José Luis Macías Vázquez**  
*Instituto de Geofísica, UNAM*  
Presidente

**Dr. Américo González Esparza**  
*Instituto de Geofísica, UNAM*  
Vicepresidente

**Dr. Mario González Escobar**  
*División de Ciencias de la Tierra, CICESE*  
Tesorero

**Dr. Antonio Pola Villaseñor**  
*Escuela Nacional de Estudios Superiores, UNAM*  
Secretario General

**Dra. Lucía Capra Pedol**  
*Instituto de Geociencias, UNAM*  
Secretario de Investigación

**Dra. Avith Mendoza Ponce**  
*Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas*  
Secretario de Difusión

**Dr. Oscar Alberto Castro Artola**  
*División de Ciencias de la Tierra, CICESE*  
Secretario de Educación

**Dra. Elva Escobar Briones**  
*Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM*  
Secretario de Vinculación

**Editores Principales**

Luis A. Delgado Argote  
[ldelgado@cicese.mx](mailto:ldelgado@cicese.mx)  
CICESE

Avith Mendoza Ponce  
[avith.mendoza@unicach.mx](mailto:avith.mendoza@unicach.mx)  
UNICACH

**Comité Editorial**

Harald Böhnelt, UNAM  
Noel Carbajal Pérez, IPICYT  
Oscar Campos, UNAM  
Gerardo Carrasco, UNAM  
Ana Luisa Carreño, UNAM  
Carlos Flores Luna, CICESE  
Juan García Abdeslem, CICESE  
René Garduño, UNAM  
Gustavo Tolson, UNAM  
Felipe Escalona, UAZ

**Apoyo Técnico Editorial**

Ángel Daniel Peralta Castro  
Humberto S. Benítez Pérez  
Sergio Manuel Arregui Ojeda  
María Cristina Álvarez Astorga

GEOS, boletín informativo de la Unión Geofísica Mexicana (UGM), se edita conjuntamente por la UGM y el Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Baja California (CICESE) bajo el patrocinio del CICESE. Se publica dos veces al año, contiene artículos originales de investigación, artículos de divulgación, notas cortas, aspectos relevantes para la difusión de la actividad científica, tecnológica y docente en las Ciencias de la Tierra, así como noticias de interés para los miembros de la UGM. Las instrucciones para los autores se encuentran al final de cada número y en <https://geos.cicese.mx> GEOS (ISSN 0186-1891) se edita en la División de Ciencias de la Tierra, CICESE, Carretera Ensenada-Tijuana No. 3918, Zona Playitas 22860, Ensenada B.C., México.

Dirigir toda correspondencia a:  
Editorial GEOS  
División de Ciencias de la Tierra, CICESE  
[ldelgado@cicese.mx](mailto:ldelgado@cicese.mx)  
Tel. en Ensenada B.C.: (646)175-0500, Ext. 26060

Título: GEOS

Periodicidad: semestral

ISSN: 0186-1891

Editado en la División de Ciencias de la Tierra, CICESE, Carret. Ensenada-Tijuana No. 3918, Zona Playitas 22860, Ensenada B.C., México.

## EDITORIAL

Este año, la Reunión Anual de la Unión Geofísica Mexicana (UGM) se engalana al conmemorar el centenario del nacimiento del Dr. Julián Adem Chain, fundador de la UGM en 1960. El Dr. Adem tenía una visión clara y objetiva sobre el desarrollo de la geofísica en México; de hecho, un año después, impulsó la creación de la revista Geofísica Internacional.

El legado del Dr. Julián Adem es un pilar fundamental de los cimientos geocientíficos modernos de nuestro país. Por ello, es un honor rendir tributo a sus valiosas contribuciones a la UGM y a México.

Durante nuestra reunión, también celebraremos eventos de gran relevancia, como el Eclipse Total de Sol del 8 de abril de 2024 y las tres décadas de investigación desde la reactivación del volcán Popocatepetl. Además, abordaremos temas de impacto global que afectan directamente a la sociedad mexicana, tales como las sequías, lluvias extremas, incendios y movimientos de remoción de masa, fenómenos vinculados a los efectos del cambio climático.

La Reunión Anual de la UGM 2024 contará con 730 resúmenes, distribuidos en 20 sesiones regulares con 448 presentaciones y 22 sesiones especiales con 282 presentaciones. De estas, 534 serán exposiciones orales y 196 en formato de cartel. Además, se ofrecerán 18 cursos sobre diversos temas en geociencias, cuatro conferencias plenarias a cargo de investigadoras de México y Estados Unidos, así como una mesa de discusión sobre el tema del agua, con la participación de cinco ponentes invitados.

Hasta el momento, contamos con 612 participantes inscritos, de los cuales el 49% son estudiantes, incluyendo 177 de posgrado y 125 de licenciatura. Es importante destacar que 33 de ellos han recibido apoyo a través de nuestro programa de becas. Tenemos 491 miembros, lo que representa un incremento del 35% en comparación con el año anterior. Este año, la RAUGM 2024 contará con la participación de académicos de 50 universidades e instituciones de investigación, tanto nacionales como internacionales.

Por sexta ocasión, realizaremos la "Kermés de las Ciencias de la Tierra y el Espacio" en el parque Hidalgo, colonia Centro, Puerto Vallarta. El objetivo de esta kermés es fomentar el interés y la comprensión de los geofenómenos entre los estudiantes y el público en general. En esta ocasión contaremos con la participación de 24 talleristas.

Este año se otorgarán los reconocimientos al Maestro del Año, la Medalla Manuel Maldonado Koerdell y el Premio Francisco Medina Martínez. Además, continuaremos con los concursos de Cuento Científico y de Conocimientos en Ciencias de la Tierra para estudiantes de licenciatura, y como novedad, se incluirá un Concurso de Fotografía.

En nuestra reunión contaremos con la participación de 26 expositores de diversas compañías e instituciones, así como con el valioso apoyo de 17 patrocinadores y seis organizaciones asociadas.

Lamentablemente, este año no contaremos con la presencia de tres queridos amigos y colegas, participantes entusiastas de nuestra reunión: los doctores Juan García Abdeslem, investigador del CICESE, Luis Manuel Alva Valdivia y Juan Esteban Hernández Quintero, ambos investigadores del Instituto de Geofísica de la UNAM, José Joel Carillo Rivera investigador del Instituto de Geografía de la UNAM y el ingeniero Francisco Torres Rodríguez de Geoelec, quien año con año nos brindaba su apoyo.

La Mesa Directiva y el equipo de la UGM les invita a disfrutar plenamente de esta edición de la RAUGM 2024. Sigamos construyendo juntos una comunidad de geocientíficos y profesionales comprometidos con el avance de las Ciencias de la Tierra y el Espacio, para que los beneficios que nuestras investigaciones se reflejen en la sociedad.

¡Gracias por estar aquí y formar parte de este esfuerzo invaluable!

La Mesa Directiva  
Unión Geofísica Mexicana

**Dr. José Luis Macías Vázquez**  
Presidente, Mesa Directiva 2024-2025  
Unión Geofísica Mexicana

# ESTRUCTURA DE LA REUNIÓN ANUAL 2024

La Reunión Anual 2024 de la Unión Geofísica Mexicana contará con un total de 730 trabajos, distribuidos en 20 sesiones regulares y 22 sesiones especiales. Se ha invitado a distinguidas especialistas a impartir conferencias plenarias en cuatro áreas de interés: Oceanografía y Limnología, Tierra Sólida, Atmósfera y Ciencias Espaciales. También se organizará una mesa de discusión sobre temas de actualidad. Las sesiones se llevarán a cabo en seis salas simultáneas, y habrá un área de carteles y exposición con la participación de 26 expositores de los sectores privado, público y académico. Además, se ofrecerán 18 cursos de capacitación sobre diversos temas de interés para estudiantes y especialistas.

## Conferencias Plenarias

### **JULIÁN ADEM, PROMOTOR DE LAS CIENCIAS DE LA ATMÓSFERA Y LA GEOFÍSICA EN MÉXICO**

Telma Gloria Castro Romero

Instituto de Ciencias Atmosféricas y Cambio Climático, UNAM

### **ACCELERATED METHANE OXIDATION RATES IN GULF OF CALIFORNIA HYDROTHERMAL PLUMES PROVIDE A WINDOW TO THE PAST AND INSIGHT FOR THE FUTURE**

Samantha B. Joye

Department of Marine Sciences, University of Georgia

### **CLIMA ESPACIAL Y EFECTOS DE ECLIPSES SOLARES DE 2023 Y 2024 SOBRE MÉXICO**

Maria Sergeeva

Instituto de Geofísica, Unidad Morelia, UNAM

### **RESOLVING THE CONTROVERSY OF THE ISABELLA LITHOSPHERIC ANOMALY IN CENTRAL CALIFORNIA USING SURFACE WAVE TOMOGRAPHY**

Dayanthie Weeraratne

Department of Geological Sciences, California State University, Northridge

## Mesa de Discusión

### **AGUA: DESDE LA ACADEMIA A LA GOBERNANZA - HACIA UN SISTEMA RESILIENTE EN EL MARCO DEL CAMBIO GLOBAL**

Ponente:

Carlos Gay García, Instituto de Ciencias de la Atmósfera y Cambio Climático, UNAM

Panelistas:

Graciela Herrera Zamarrón, Instituto de Geofísica, UNAM

Agustín Robles Morua, Departamento de Ciencias del Agua y del Medio Ambiente, ITSON

María Aurora Armienta Hernández, Instituto de Geofísica, UNAM

Jaime Carrera Hernández, Instituto de Geociencias, UNAM

Modera:

Lucía Capra Pedol, Instituto de Geociencias, UNAM

## Sesiones Regulares

### **ARQUEOMETRÍA (AR)**

Organizadores:

Galia González Hernández, Ángel Ramírez Luna

### **CIENCIAS DEL SUELO (CS)**

Organizadores:

Sergio Alvarado Soto

### **CLIMATOLOGÍA, CAMBIOS CLIMÁTICOS Y ATMÓSFERA (CCA)**

Organizadores:

Erika Danaé López Espinoza, Luis Felipe Pineda Martínez, Guillermo Montero Martínez

### **EXPLORACIÓN GEOFÍSICA (EG)**

Organizadores:

Diego Ruiz Aguilar, Favio Cruz Hernández, Mario Fuentes Arreazola

### **FÍSICA ESPACIAL (FE)**

Organizadores:

Esmeralda Romero Hernández, José Juan González Avilés

**GEODESIA (GEOD)**

Organizadores:  
Guillermo Cisneros

**GEOHIDROLOGÍA (GEOH)**

Organizadores:  
Janete Morán Ramírez, José Alfredo Ramos Leal

**GEOLOGÍA DEL PETRÓLEO (GP)**

Organizadores:  
Javier Arellano Gil

**GEOLOGÍA ESTRUCTURAL Y TECTÓNICA (GET)**

Organizadores:  
Dante Morán Zenteno

**GEOLOGÍA Y GEOFÍSICA AMBIENTAL (GGA)**

Organizadores:  
Laura Elizabeth Peña García, Roberto Maciel Flores, Martín Hernández Marín

**GEOMAGNETISMO Y PALEOMAGNETISMO (GEOPAL)**

Organizadores:  
Alejandro Rodríguez Trejo, Fredy Rubén Cejudo Ruiz, Miguel Angel Cervantes Solano

**GEOQUÍMICA Y PETROLOGÍA (GEOQP)**

Organizadores:  
Mario Emmanuel Boijseauneau López, Johana Andrea Gómez Arango

**MODELACIÓN DE SISTEMAS GEOFÍSICOS (MSG)**

Organizadores:  
Vlad Manea, Víctor de la Luz

**OCEANOGRAFÍA COSTERA (OCC)**

Organizadores:  
Braulio Juárez Araiza, Héctor García Nava, Amaia Ruiz de Alegría Arzaburu, Christian Appendini, Isaac Rodríguez Padilla

**OCEANOLOGÍA (OCE)**

Organizadores:  
Alejandro Souza, Erik Coria Monter, Elizabeth Durán

**PALEONTOLOGÍA (PALEO)**

Organizadores:  
Adolfo Pacheco Castro

**RIESGOS NATURALES (RN)**

Organizadores:  
David Novelo, Gerardo Suárez

**SEDIMENTOLOGÍA Y ESTRATIGRAFÍA (SED)**

Organizadores:  
Isabel Israde Alcántara, Norma González Cervantes, Mildred Zepeda

**SISMOLOGÍA (SIS)**

Organizadores:  
Héctor González Huizar, Francisco Córdoba Montiel

**VULCANOLOGÍA (VUL)**

Organizadores:  
Martha Gabriela Gómez Vasconcelos, Denis Avellán

Sesiones Especiales

**LIMNOLOGÍA FÍSICA (SE01)**

Organizadores:  
Tzitzlali Gasca Ortiz, Diego Armando Pantoja González, Jorge Manuel Montes Aréchiga, María del Refugio Barba

**LAS GEOCIENCIAS EN LA SOCIEDAD: EDUCACIÓN, DIFUSIÓN Y DIVULGACIÓN (SE02)**

Organizadores:  
Marina Manea, Rodrigo Pérez Luján, Miguel Ángel Martínez Rodríguez

**CIENCIAS ESPACIALES, QUÍMICA PREBIÓTICA Y ASTROBIOLOGÍA (SE03)**

Organizadores:  
Alejandro Paredes Arriaga, Guadalupe Cordero Tercero

**PATRIMONIO GEOLÓGICO Y GEODIVERSIDAD (SE04)**

Organizadores:  
Gerardo de Jesús Aguirre Díaz, Carles Canet Miquel, Geraldine Verónica Vázquez Alarcón

**RECONSTRUCCIÓN PALEOCLIMÁTICA: REGISTROS CONTINENTALES Y MARINOS (SE05)**

Organizadores:  
Claudia Magali Chávez Lara, Margarita Caballero

**LA ESTACIÓN REGIONAL DEL NOROESTE: 50 AÑOS DE PRESENCIA DE LA UNAM EN EL NOROESTE DE MÉXICO (SE06)**

Organizadores:  
Alexis Del Pilar Martínez, Thierry Calmus, Carlos Manuel González León

**SISMOS PEQUEÑOS, GRANDES DESAFÍOS (SE07)**

Organizadores:  
Marco Calò, Ericka Alinne Solano Hernández, Juan Martín Gómez González, Raúl Ramón Castro Escamilla

**ESTADO ACTUAL DEL CONOCIMIENTO GEOLÓGICO, GEOFÍSICO E HIDROMETEOROLÓGICO Y DEL MONITOREO DEL VOLCÁN PICO DE ORIZABA (CITLALTÉPETL) (SE08)**

Organizadores:  
Rafael Torres Orozco, José Luis Arce Saldaña, Francisco Córdoba Montiel, Víctor Hugo Soto Molina

**LAS ROCAS A TRAVÉS DE IMÁGENES: CONOCIENDO SU MICROESTRUCTURA (SE09)**

Organizadores:  
Sandra Vega, Marina Vega, Hugo Sereno

**EN HONOR AL DR. LUIS MANUEL ALVA VALDIVIA Y SU LEGADO AL PALEOMAGNETISMO, LA GEOFÍSICA, LAS CIENCIAS DE LA TIERRA Y MÁS ALLÁ (SE10)**

Organizadores:  
Alejandro Rodríguez Trejo, Harald Böhnel, Luis Alonso Velderrain Rojas, Bernardo Ignacio García Amador

**LA VISIÓN DE LOS SISTEMAS DE FLUJO DE AGUA SUBTERRÁNEA PARA RESOLVER LAS PROBLEMÁTICAS DEL AGUA SUBTERRÁNEA EN MÉXICO (SE11)**

Organizadores:  
Selene Olea Olea, Eric Morales Casique, José Luis Lezama Campos

**ENERGÍAS RENOVABLES Y SISTEMAS DE ENERGÍA (SE12)**

Organizadores:  
Vanessa Magar, Osvaldo Rodríguez, Carlos López, Alejandro Camilo Espinosa Ramírez

**CIENCIAS OCEANOGRÁFICAS, ATMOSFÉRICAS Y SOCIEDAD: ¿CÓMO NOS COMUNICAMOS? (SE13)**

Organizadores:  
Victor Alejandro Arias Esquivel, Andrea Mitre Apaez, Yoalli Hernández Marmolejo, Ana Lucía de Santos Medina

**AVANCES EN MONITOREO AMBIENTAL BASADOS EN PLATAFORMAS ELECTRÓNICAS, HARDWARE Y SOFTWARE DE CÓDIGO ABIERTO (SE14)**

Organizadores:  
Luis Arturo Méndez Barroso, Ian Mateo Sosa Tinoco, Agustín Robles Morua, Luis Adrian Castro Quiroa

**INNOVACIONES TECNOLÓGICAS EN LA DIFUSIÓN DE DATOS Y CONOCIMIENTO CIENTÍFICO (SE15)**

Organizadores:  
Agustín Robles Morua, Laurent Ávila Chauvet, Luis A. Mendez Barroso, Rolando Diaz Caravantes

**MEDICIÓN DE LA CALIDAD DE AIRE DESDE EL ESPACIO (SE16)**

Organizadores:  
Wolfgang Stremme, Victor Almanza

**MODELACIÓN CLIMÁTICA DE LOS MARES MEXICANOS, DÓNDE ESTAMOS Y HACIA DÓNDE DIRIGIRNOS (SE17)**

Organizadores:  
Sheila Estrada Allis, Paulina Cetina Heredia, Karina Ramos Musalem, Tereza Cavazos Pérez

**INVESTIGACIONES EN BIOGEOCIENCIAS PARA EL ESTUDIO DE ECOSISTEMAS EN MÉXICO - LNC MEXFLUX (SE18)**

Organizadores:  
Tonantzin Tarín, Lyssette E. Muñoz Villers, Enrico Arturo Yépez

**LOS SISTEMAS DE GESTIÓN DE LA CALIDAD EN LAS GEOCIENCIAS (SE19)**

Organizadores:  
Octavio Gómez Ramos, Caridad Cárdenas Monroy, Adriana Elizabeth González Cabrera

**A 30 AÑOS DE LA ACTIVIDAD DEL VOLCÁN POPOCATÉPETL: AVANCES EN EL CONOCIMIENTO DE SU HISTORIA ERUPTIVA, MONITOREO Y EVALUACIÓN DE PELIGROS Y RIESGOS ASOCIADOS (SE20)**

Organizadores:  
Lucia Capra Pedol, Giovanni Sosa Ceballos

### **EXPOSITORES EN LA RAUGM 2024 (SE21)**

Organizadores:  
Salvador Fernández

### **CONFERENCIAS PLENARIAS (SE22)**

Organizadores:  
Lucía Capra Pedol

## Cursos

### **ANÁLISIS DE SISMOGRAMAS (CU01)**

Instructores:  
Daniel González, Adriana González, Jazmín Reyes, Alan Alarcón

### **INTRODUCCIÓN AL PROCESAMIENTO DE DATOS SÍSMICOS CON MACHINE LEARNING: MODELOS AUTOMÁTICOS PARA EL PICADO Y LA ASOCIACIÓN DE FASES (CU02)**

Instructores:  
Karina Bernal Manzanilla, Leonarda Isabel Esquivel Mendiola

### **INTRODUCCIÓN A SURFACE WATER AND OCEAN TOPOGRAPHY (SWOT) SUBMESOESCALAR CON PYTHON E INTELIGENCIA ARTIFICIAL (CU03)**

Instructores:  
José Gómez, Carlos Cabrera, Yuritzi Pérez

### **ADQUISICIÓN Y PROCESAMIENTO DE SEÑALES UTILIZANDO RADIO DEFINIDO POR SOFTWARE (SDR) (CU04)**

Instructores:  
Víctor De la Luz, Mona Arjang

### **APLICACIONES DE LA GEOQUÍMICA AL ESTUDIO DEL REGISTRO FÓSIL (CU05)**

Instructores:  
Francisco Sánchez-Beristain

### **HIDROGEOQUÍMICA APLICADA (CU06)**

Instructores:  
Janete Morán Ramírez, José Alfredo Ramos Leal, Eliseo Hernández Pérez, Lorena Elisa Sánchez Higuero

### **FUNDAMENTOS DE PROGRAMACIÓN DE SENSORES EN SISTEMAS ARDUINO Y ESP32 PARA GEOCIENCIAS (CU07)**

Instructores:  
Alejandro Rodríguez Trejo, Héctor Enrique Ibarra Ortega

### **CÁLCULO DE ÓRBITAS DE ASTEROIDES Y COMETAS USANDO PYTHON (CU08)**

Instructores:  
Raúl Gutiérrez Zalapa, Mario Rodríguez Martínez, Valeria López Atienzo

### **QGIS APLICADO A LA HIDROLOGÍA (CU09)**

Instructores:  
Ana Beatriz Rubio Arellano

### **PROCESAMIENTO DE DATOS GEOREFERENCIADOS CON JUPYTERLAB UTILIZANDO ENTORNOS CONDA Y EL ADMINISTRADOR DE PAQUETES SPACK (CU10)**

Instructores:  
José Agustín García Reynoso, Dulce Rosario Herrera Moro, Pedro Damián Cruz Santiago

### **MÉTODOS Y APLICACIONES DE LA GEOQUÍMICA ISOTÓPICA (CU11)**

Instructores:  
Manuel Contreras López, Gabriela N. Solís Pichardo, Gerardo F. Arrieta García

### **PREPARACIÓN DE MUESTRAS DE ROCA TOTAL Y CONCENTRADOS MINERALES PARA ESTUDIOS DE GEOQUÍMICA ISOTÓPICA Y GEOCROLOGÍA (CU12)**

Instructores:  
José Teodoro Hernández Treviño, Paola Velázquez Juárez

### **CONSTRUYE TU PROPIA WEB PARA VISUALIZACIÓN DE DATOS GEOFÍSICOS EN TIEMPO REAL (CU13)**

Instructores:  
Gael Emiliano Casillas Aviña, Jorge Javier Hernández Gómez, Abraham de Jesús Pablo Sotelo, Carlos Alberto López Balcazar

### **MODELACIÓN HIDROGEOQUÍMICA MEDIANTE EL USO DE PHREEQC Y PHREEPLOT (CU14)**

Instructores:  
Juan Sebastian De Gyves López, Janete Morán Ramírez, Eliseo Hernández Pérez

**OBTENCIÓN DE IMÁGENES SOLARES H-ALPHA A PARTIR DE SOFTWARE ESPECIALIZADO (CU15)**

Instructores:  
Mario Rodríguez Martínez

**HERRAMIENTAS DE PYTHON PARA PROCESAMIENTO DE DATOS DE VIENTO DE BOYAS Y DATOS DE CORRIENTES DE ADCP (CU16)**

Instructores:  
Victor Alejandro Arias Esquivel

**INTRODUCCIÓN AL PROCESAMIENTO DE IMÁGENES SATELITALES USANDO PYTHON (CU17)**

Instructores:  
Erika Danaé López Espinoza, José Agustín García Reynoso, Dulce Rosario Herrera Moro, Pedro Damián Cruz Santiago

**MODELADO NUMÉRICO DE SISTEMAS GEOTÉRMICOS EN TOUGH2: PRINCIPIOS Y ESTRATEGIAS (CU18)**

Instructores:  
Fernando Javier Guerrero

Expositores

**KINEMATRICS**

<https://kinemetrics.com>

**GEOELEC**

<https://geoelec.com.mx>

**GEOTEM**

<https://geotem.com.mx>

**VASE SÍSMICA**

<https://www.vasesismica.com.mx>

**COMEXMOL**

<https://comexmol.com>

**GUIDELINE GEO**

<https://www.guidelinegeo.com>

**NANOMETRICS**

<https://nanometrics.ca>

**AMPERE**

<https://gruposimonett.com>

**NORTEK**

<https://www.nortekgroup.com>

**RED SÍSMICA DEL CICESE**

<https://resnom.cicese.mx>

**SISTEMA DE LABORATORIOS ESPECIALIZADOS DE CIENCIAS DE LA TIERRA, CICESE**

<https://sle-ct.cicese.mx>

**TERRACON INGENIERÍA**

<https://terracon-int.com>

**DIVISIÓN DE OCEANOLOGÍA, CICESE**

<https://www.cicese.mx>

**GRUPO KB DE MÉXICO**

<https://www.grupokb.com.mx>

**POSGRADO EN CIENCIAS DE LA TIERRA, CICESE**

<https://www.cicese.mx>

**SCINTREX**

<https://scintrexltd.com>

**TASE**

<https://tase.com.mx>

**DEPARTAMENTO DE EMBARCACIONES OCEANOGRÁFICAS, CICESE**

<https://www.cicese.mx>

**GEOFÍSICA INTERNACIONAL, UNAM**

<http://ojs.geofisica.unam.mx>



**CENTRO DE CIENCIAS DE LA TIERRA, UV**

<https://www.uv.mx>

**GEOCIENCIAS APLICADAS, IPICYT**

<https://ipicyt.edu.mx>

**INSTITUTO DE GEOCIENCIAS, UNAM**

<http://www.geociencias.unam.mx>

**UNIVERSIDAD DE GUANAJUATO**

<https://www.ugto.mx>

**POSGRADO EN CIENCIAS DE LA TIERRA, UNAM**

<http://www.pctierra.unam.mx>

**INSTITUTO DE GEOFÍSICA, UNAM**

<https://www.geofisica.unam.mx>

**INSTITUTO DE GEOLOGÍA, UNAM**

<https://www.geologia.unam.mx>

Patrocinadores

**KINEMATRICS**

<https://kinematics.com>

**GEOELEC**

<https://geoelec.com.mx>

**COORDINACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA, UNAM**

<https://www.cic.unam.mx>

**INSTITUTO DE GEOFÍSICA, UNAM**

<https://www.geofisica.unam.mx>

**CENTRO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y DE EDUCACIÓN SUPERIOR DE ENSENADA, BAJA CALIFORNIA, CICESE**

<https://www.cicese.edu.mx>

**INSTITUTO DE CIENCIAS DE LA ATMÓSFERA Y CAMBIO CLIMÁTICO, UNAM**

<https://www.atmosfera.unam.mx>

**INSTITUTO DE GEOLOGÍA, UNAM**

<https://www.geologia.unam.mx>

**INSTITUTO DE GEOGRAFÍA, UNAM**

<https://www.geografia.unam.mx>

**DIRECCIÓN GENERAL DE DIVULGACIÓN DE LA CIENCIA, UNAM**

<https://www.dgdc.unam.mx>

**THE GEOLOGICAL SOCIETY OF AMERICA**

<https://www.geosociety.org>

**MUNICIPIO DE PUERTO VALLARTA**

<https://www.puertovallarta.gob.mx>

**ESCUELA NACIONAL DE ARTES CINEMATOGRAFICAS, UNAM**

<https://www.enac.unam.mx>

**MARLYN HOTEL**

<https://www.marlynhotel.com>

**CENTRO DE MONITOREO VULCANOLÓGICO-SISMOLÓGICO, UNICACH**

<https://monitoreo.unicach.mx>

**WOMEN TECHMAKERS**

<https://developers.google.com/womentechmakers>

**UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA**

<https://www.udg.mx>

**STEREN**

<https://www.steren.com.mx>

## Sociedades Afiliadas

**AMERICAN GEOPHYSICAL UNION, AGU**

<https://www.agu.org>

**COMMUNITY SCIENCE EXCHANGE, CSE**

<https://communitysci.org>

**EUROPEAN ASSOCIATION OF GEOSCIENTISTS & ENGINEERS, EAGE**

<https://eage.org>

**INTERNATIONAL ASSOCIATION FOR PROMOTING GEOETHICS, IAPG**

<https://www.geoethics.org>

**SOCIETY OF EXPLORATION GEOPHYSICISTS, SEG**

<https://seg.org>

**THE GEOLOGICAL SOCIETY OF AMERICA, GSA**

<https://www.geosociety.org>

## Mesa Directiva

**José Luis Macías Vázquez**

Presidente

Instituto de Geofísica, UNAM

**Américo González Esparza**

Vicepresidente

Instituto de Geofísica, UNAM

**Mario González Escobar**

Tesorero

División de Ciencias de la Tierra, CICESE

**Antonio Pola Villaseñor**

Secretario general

Escuela Nacional de Estudios Superiores, UNAM

**Lucía Capra Pedol**

Secretaria de investigación

Instituto de Geociencias, UNAM

**Avith Mendoza Ponce**

Secretaria de difusión

Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, UNICACH

**Óscar Alberto Castro Artola**

Secretario de educación

División de Ciencias de la Tierra, CICESE

**Elva Escobar Briones**

Secretaria de vinculación

Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM

## Representantes de Sección

**Diego Ruiz Aguilar**

Tierra Sólida

División de Ciencias de la Tierra, CICESE

**Paula Pérez Brunius**

Oceanografía y Limnología

División de Oceanología, CICESE

**Mercedes Andrade Velázquez**

Atmósfera

Centro del Cambio Global y la Sustentabilidad, A.C.

**Esmeralda Romero Hernández**

Ciencias Espaciales

Universidad Autónoma de Nuevo León, UANL

## Comité Organizador

**Ángel Daniel Peralta Castro**

División de Ciencias de la Tierra, CICESE

**José de Jesús Mojarro Bermúdez**

División de Ciencias de la Tierra, CICESE

**Juan Salvador Fernández Peña**

Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, UMSNH

**María Gabriela Ramírez Ortiz**

Unión Geofísica Mexicana, UGM

**Sergio Manuel Arregui Ojeda**

División de Ciencias de la Tierra, CICESE

## Equipo de trabajo

**Ana María Soler Arechalde**

Instituto de Geofísica, UNAM

**Araceli Zamora Camacho**

Centro Universitario de la Costa, Universidad de Guadalajara

**Arceo Ernesto Lázaro Larios**

División de Ciencias de la Tierra, CICESE

**Blanca Estrella Sánchez Garibay**

Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, UMSNH

**Carlos Simon Reyes Martínez**

División de Ciencias de la Tierra, CICESE

**Catalina Armendáriz Beltrán**

Instituto de Geofísica, UNAM

**Cristian Alejandro Gallegos Castillo**

División de Ciencias de la Tierra, CICESE

**Edgar Agustín Mastache Román**

División de Ciencias de la Tierra, CICESE

**Eduardo Rodríguez Orozco**

División de Ciencias de la Tierra, CICESE

**Héctor Tecanhuey Sánchez**

Instituto de Geofísica, UNAM

**Hugo Iván Sereno Villaseñor**

Escuela Nacional de Estudios Superiores, Unidad Morelia, UNAM

**Johana Andrea Gómez Arango**

Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM

**Karla Gabriela Cruz Cruz**

Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, UMSNH

**Luis Eduardo Ochoa Tinajero**

División de Ciencias de la Tierra, CICESE

**Maricarmen Hernández Cervantes**

Instituto de Geofísica, UNAM

**Mario Alberto Fuentes Arreazola**

Centro Universitario de la Costa, Universidad de Guadalajara

**Marisol Juárez Reyes**

División de Ciencias de la Tierra, CICESE

**Moisés Daniel González Álvarez**

División de Ciencias de la Tierra, CICESE

**Mónica Sánchez Oliveros**

División de Ciencias de la Tierra, CICESE

**Omar Séneca Falcón**

Servicio Sismológico Nacional, UNAM

**Young Ho Aladro Chio**

División de Ciencias de la Tierra, CICESE

# ÍNDICE GENERAL

	Página
Editorial .....	i
Estructura de la Reunión Anual 2024 .....	ii
Índice general .....	xi

## Sesiones Regulares

Arqueometría (AR) .....	1
Ciencias del suelo (CS) .....	4
Climatología, cambios climáticos y atmósfera (CCA) .....	7
Exploración geofísica (EG) .....	20
Física espacial (FE) .....	27
Geodesia (GEOD) .....	31
Geohidrología (GEOH) .....	32
Geología del petróleo (GP) .....	38
Geología estructural y tectónica (GET) .....	40
Geología y geofísica ambiental (GGA) .....	45
Geomagnetismo y paleomagnetismo (GEOPAL) .....	48
Geoquímica y petrología (GEOQP) .....	51
Modelación de sistemas geofísicos (MSG) .....	57
Oceanografía costera (OCC) .....	64
Oceanología (OCE) .....	69
Paleontología (PALEO) .....	81
Riesgos naturales (RN) .....	83
Sedimentología y estratigrafía (SED) .....	90
Sismología (SIS) .....	92
Vulcanología (VUL) .....	105

## Sesiones Especiales

Limnología física (SE01) .....	111
Las geociencias en la sociedad: educación, difusión y divulgación (SE02) .....	113
Ciencias espaciales, química prebiótica y astrobiología (SE03) .....	119
Patrimonio geológico y geodiversidad (SE04) .....	125
Reconstrucción paleoclimática: registros continentales y marinos (SE05) .....	128

La Estación Regional del Noroeste: 50 años de presencia de la UNAM en el noroeste de México (SE06) .....	132
Sismos pequeños, grandes desafíos (SE07) .....	136
Estado actual del conocimiento geológico, geofísico e hidrometeorológico y del monitoreo del volcán Pico de Orizaba (Citlaltépetl) (SE08) .....	139
Las rocas a través de imágenes: conociendo su microestructura (SE09) .....	143
En honor al Dr. Luis Manuel Alva Valdivia y su legado al paleomagnetismo, la geofísica, las ciencias de la tierra y más allá (SE10) .....	146
La visión de los sistemas de flujo de agua subterránea para resolver las problemáticas del agua subterránea en México (SE11) .....	149
Energías renovables y sistemas de energía (SE12) .....	153
Ciencias oceanográficas, atmosféricas y sociedad: ¿cómo nos comunicamos? (SE13) .....	155
Avances en monitoreo ambiental basados en plataformas electrónicas, hardware y software de código abierto (SE14) .....	157
Innovaciones tecnológicas en la difusión de datos y conocimiento científico (SE15) .....	163
Medición de la calidad de aire desde el espacio (SE16) .....	165
Modelación climática de los mares mexicanos, dónde estamos y hacia dónde dirigimos (SE17) .....	169
Investigaciones en biogeociencias para el estudio de ecosistemas en México - LNC MexFlux (SE18) .....	171
Los sistemas de gestión de la calidad en las geociencias (SE19) .....	176
A 30 años de la actividad del Volcán Popocatepetl: avances en el conocimiento de su historia eruptiva, monitoreo y evaluación de peligros y riesgos asociados (SE20) .....	179
Expositores en la RAUGM 2024 (SE21) .....	185
Conferencias plenarias (SE22) .....	188
Índice de autores .....	190

## Sesión especial

# INVESTIGACIONES EN BIOGEOCIENCIAS PARA EL ESTUDIO DE ECOSISTEMAS EN MÉXICO - LNC MEXFLUX

Organizadores

Tonantzin Tarin  
Lyssette E. Muñoz-Villers  
Enrico Arturo Yépez

SE18-1

## UN CAPÍTULO EN LAS BIOGEOCIENCIAS DE MÉXICO, IN MEMORIAM JOSÉ TULIO ARREDONDO MORENO

Yépez Enrico A.<sup>1,2</sup>, Rodríguez Robles Ulises<sup>3</sup>, Delgado Balbuena Josué<sup>4</sup> y Pérez Suárez Marlin<sup>5</sup><sup>1</sup>Instituto Tecnológico de Sonora, ITSON<sup>2</sup>Laboratorio Nacional Conahcyt: MexFlux<sup>3</sup>Universidad de Guadalajara<sup>4</sup>Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, INIFAP<sup>5</sup>Universidad Autónoma del Estado de México

eyepez@itson.edu.mx

José Tulio Arredondo Moreno (1957-2024), fue Ingeniero Agrónomo por la Universidad de Guanajuato, con una Maestría en Ciencias en Botánica por el Colegio de Postgraduados, y un Doctorado en Ecología y Manejo de Agostaderos por la Universidad Estatal de Utah, EUA. Realizó una Estancia posdoctoral en la Universidad Tecnológica de Munich, Alemania y una Estancia de investigación en la Universidad de Buenos Aires, Argentina. Como investigador titular en la División de Ciencias Ambientales del Instituto Potosino de Investigación en Ciencia y Tecnológica (2001-2021), Tulio centró sus intereses de investigación en comprender los procesos biológicos, químicos y físicos de la vida terrestre, así como sus interacciones entre la Atmósfera, Biósfera, Hidrosfera y Geósfera. Este enfoque lo convirtió en pionero del desarrollo de las Biogeo-ciencias en México. Estableció un programa de monitoreo a largo plazo en un pastizal semiárido (Gracilis) del altiplano mexicano, ecosistema al que le tenía especial aprecio y forjó un sitio fundamental de MexFlux. En 2014, junto con sus estudiantes, montó un laboratorio de isótopos estables para el estudiar y enseñar sobre los efectos del cambio ambiental global en los ecosistemas. Más tarde, integró instrumentación y metodologías de la geofísica en su quehacer científico. Esta combinación de tecnologías permitió cuantificar el intercambio de gases en suelos, plantas y ecosistemas, determinar el ciclo de elementos y trazar procesos eco-hidrológicos con isótopos estables, definir nichos geocohidrológicos con georadars, comprender procesos ecofisiológicos de las plantas, todo ello con la única ambición de abonar a la resolución de problemas multiescalares en ecosistemas y con ello a la conservación de los recursos naturales de nuestro país. Dentro de las biogeo-ciencias publico ampliamente sobre biogeoquímica de pastizales y bosques semiáridos, intercambio de masa y energía de la biósfera-atmósfera, eco-hidrología, estudios experimentales manipulativos de cambio climático en ecosistemas naturales y agricultura de temporal. Más recientemente, puso atención al fenómeno de la mortandad forestal global, proponiendo al sustrato geológico como un posible factor detonante en la incidencia del decaimiento forestal. Las contribuciones de Tulio en las biogeo-ciencias en México tuvieron un impacto significativo. Logró catapultar el desarrollo de esta multidisciplinaria coordinando investigaciones con preguntas científicas disruptivas que fueron el común denominador en su aporte a la formación de recursos humanos en el país. En esta participación, sus colegas y amigos presentaremos una breve reseña de algunos sus hallazgos científicos más importantes, rindiendo homenaje a su legado y contribución a la ciencia.

SE18-2 PLÁTICA INVITADA

## DE LA ECOLOGÍA A LA GEOFÍSICA: ENFOQUES INTERDISCIPLINARIOS EN EL ESTUDIO DE ECOSISTEMAS FORESTALES

Rodríguez Robles Ulises<sup>1</sup> y Arredondo Moreno José Tulio<sup>2</sup><sup>1</sup>Universidad de Guadalajara<sup>2</sup>Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica, IPICYT

ulises.rodriguez@academicos.udg.mx

Las herramientas tradicionales de las disciplinas ambientales ya no son suficientes para comprender los fenómenos de la Era Geológica del Antropoceno, como el cambio ambiental global. Afortunadamente, han surgido dos factores clave que han

impulsado el desarrollo de disciplinas multidisciplinarias: el avance de la tecnología aplicada al diseño de instrumentación ambiental y la necesidad de colaboración interdisciplinaria. En este trabajo, destacamos cómo las BIOGEOCIENCIAS han integrado conocimientos de diversas disciplinas, cada una aportando sus métodos y herramientas para comprender procesos biológicos y fenómenos ambientales que detonan en los bosques. Este enfoque integrador, interdisciplinario y multiescalar ha abierto nuevos horizontes para la investigación. Por ejemplo, nos ha permitido comprender cómo los pinos y encinos coexisten en un bosque semiárido, donde el agua y el suelo son los factores limitantes, o el rol que desencadena el sustrato geológico en los procesos de decadencia y muerte forestal. Tecnologías como el radar de penetración terrestre (georadar), el tomógrafo de resistividad eléctrica del subsuelo, el tomógrafo sónico de árboles y los marcadores isotópicos nos han permitido cruzar disciplinas y escalas de manera efectiva. Estas herramientas tecnológicas no solo facilitan la recopilación de datos, sino que también permiten una visión más completa y detallada del funcionamiento de los bosques. El georadar nos ayuda a visualizar las estructuras subterráneas, las raíces de los árboles y comprender las dinámicas del suelo y el agua en los bosques. Las tomografías de resistividad eléctrica revelan variaciones en la humedad del suelo y la composición geológica, cruciales para definir nichos geocohidrológicos que promueven la coexistencia de los árboles cuando hay baja disponibilidad de agua superficial. El tomógrafo sónico de árboles permite evaluar la salud estructural de los árboles, identificando áreas de deterioro como agrietamiento, huecos, pudrición que no son visibles externamente. Los marcadores isotópicos, por su parte, proporcionan información sobre los ciclos biogeoquímicos, trazando procesos geocohidrológicos para el entendimiento de bosques con suelos complejos. La integración de estos métodos y herramientas tecnológicas ha facilitado un enfoque holístico y detallado en la investigación de los bosques, permitiéndonos abordar preguntas complejas sobre los mecanismos fisiológicos de los árboles y proponer estrategias de conservación y manejo más efectivas. Además, la colaboración interdisciplinaria ha sido fundamental para superar las limitaciones de las disciplinas individuales, promoviendo una visión más completa y sistémica de los fenómenos ambientales globales.

SE18-3

## EL LNC-MEXFLUX: IMPULSANDO LAS BIOGEOCIENCIAS PARA EL ESTUDIO DE ECOSISTEMAS EN MÉXICO

Alvarado Barrientos María Susana<sup>1</sup>, Bullock Stephen<sup>2</sup>, Cervantes Jiménez Mónica<sup>3</sup>, Cueva Rodríguez Alejandro<sup>4</sup>, Delgado Balbuena Josué<sup>5</sup>, Figueroa Espinoza Bernardo<sup>6</sup>, Flores Rentería Dulce<sup>7</sup>, González del Castillo Ma. Eugenia<sup>8</sup>, Hinojo Hinojo César<sup>9</sup>, Holwerda Friso<sup>10</sup>, Pérez Ruiz Eli Rafael<sup>10</sup>, Sánchez Mejía Zulia M.<sup>11</sup>, Tarin Terrazas Tonantzin<sup>12</sup>, Villarreal Samuel<sup>13</sup> y Yépez Enrico A.<sup>11</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Ecología, A.C. (INECOL)<sup>2</sup>Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Baja California, CICESE<sup>3</sup>Universidad Autónoma de Querétaro<sup>4</sup>El Colegio de la Frontera Sur, Unidad Villahermosa<sup>5</sup>Centro Nacional de Investigación Disciplinaria Agricultura Familiar, INIFAP<sup>6</sup>Instituto de Ingeniería, UNAM<sup>7</sup>Centro de Investigación y de Estudios Avanzados, IPN<sup>8</sup>Instituto de Ciencias de la Atmósfera y Cambio Climático, UNAM<sup>9</sup>Universidad de Sonora<sup>10</sup>Universidad Autónoma de Ciudad Juárez<sup>11</sup>Instituto Tecnológico de Sonora, ITSON<sup>12</sup>Instituto de Ecología, UNAM<sup>13</sup>Centro de Investigación en Materiales Avanzados, S.C.

susana.alvarado@inecol.mx

En esta ponencia presentaremos a MexFlux, la red científica recientemente reconocida como Laboratorio Nacional Conahcyt, dedicada al estudio de los flujos de energía, agua y gases de efecto invernadero entre la superficie Terrestre y la atmósfera, principalmente a través del monitoreo continuo con instrumentos de alta resolución temporal instalados en ecosistemas estratégicos de México. Desde 2011, MexFlux ha articulado los esfuerzos de más de 30 investigadores,

técnicos, y estudiantes, e infraestructura de más de una decena de instituciones académicas mexicanas. Los datos y el conocimiento que se han generado, y que potencialmente se puede generar en el futuro, son cruciales para entender el papel de los ecosistemas (tanto naturales como antropizados) en la disponibilidad de agua, y la mitigación y adaptación al cambio climático, así como para incidir en la toma de decisiones sobre los efectos hidrológicos y climáticos de distintos tipos e intensidades del uso y cobertura del suelo. Asimismo, el monitoreo continuo in situ de los flujos superficie-atmósfera es fundamental para comprender las implicaciones del cambio climático sobre las funciones de los ecosistemas y sus componentes. MexFlux es el referente nacional de observación directa de flujos ecosistémicos, y es parte del consorcio continental AmeriFlux y de la red global FLUXNET. Entre los objetivos del LNC-MexFlux están: garantizar la continua operación de los observatorios de campo; promover el establecimiento de nuevos observatorios; fortalecer a la comunidad académica a través de cursos y talleres que faciliten el aprendizaje e implementación teórico/técnico del monitoreo de flujos ecosistémicos; y, facilitar la utilización del conocimiento generado a entidades gubernamentales y de la sociedad civil para la toma de decisiones sobre el diseño, implementación, monitoreo, y verificación de soluciones climáticas basadas en la naturaleza. Finalmente invitamos a otros miembros de la comunidad de la Unión Geofísica Mexicana a conocer los observatorios MexFlux y unir fuerzas para avanzar en el conocimiento de los flujos ecosistémicos en México y Latinoamérica.

#### SE18-4 PLÁTICA INVITADA

### INTERCAMBIO NETO DE CO<sub>2</sub> DE UN MANGLAR DE CUENCA DE YUCATÁN DOMINADO POR LA RESPIRACIÓN DEL ECOSISTEMA

Uuh Sonda Jorge M.<sup>1</sup>, Valenzuela Partida Julián<sup>1</sup>, Sánchez Mejía Zulia M.<sup>1</sup>, Figueroa Espinoza Bernardo<sup>2</sup>, Méndez Barroso Luis A.<sup>1</sup> y Yépez Enrico A.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto Tecnológico de Sonora, ITSON  
<sup>2</sup>Instituto de Ingeniería, UNAM, campus Sisal, Yucatán  
 jorge.uuh.sonda@gmail.com

Los manglares son reconocidos por el papel que desempeñan en la captura y almacén de Carbono atmosférico. Amplios son los esfuerzos por entender los procesos en sus almacenes, pero poco se ha estudiado el intercambio vertical del CO<sub>2</sub> entre estos ecosistemas y la atmósfera. Esto principalmente a los retos y costos que implican el monitoreo de estos sistemas costeros. En México, algunos esfuerzos se han realizado con el fin de tener sistemas de monitoreo en manglares. Uno de ellos es el efectuado en el noroeste de Yucatán, donde desde marzo de 2022 se implementó un sistema de monitoreo ecohidrológico, con un sistema de Covarianza de Vórtices, dentro de un manglar de cuenca del Ejido Sisal. Dicho sitio ha proporcionado datos del Intercambio Neto de CO<sub>2</sub> del Ecosistema (NEE) y varias variables biometeorológicas por cerca de 14 meses. La NEE diaria de este ecosistema muestra una dinámica singular, donde una parte del tiempo se presentan valores muy positivos, mientras que en el resto del tiempo sus valores suelen ser más neutrales o ligeramente negativos, contrario a lo observado en otros manglares donde la NEE diaria muestra una tendencia más negativa. Es decir, este manglar, al menos durante este periodo, se comportó como una fuente moderada de CO<sub>2</sub> (53.4 gc/m<sup>2</sup>/yr) y no como un sumidero. Al analizar el comportamiento diurno y nocturno de la NEE se observa magnitudes muy positivas en ambos casos, así como una variabilidad similar entre ellos, sugiriendo que la responsable del comportamiento netamente positivo es la respiración del ecosistema. Un análisis de distribución de datos muestra que los valores más positivos de NEE ocurren cuando se tienen los niveles de inundación más bajos (suelos descubiertos) y las temperaturas más elevadas (i.e. los meses secos). Bajo esta premisa, se realizó una partición de NEE, con ayuda de redes neuronales, para obtener sus dos componentes principales: productividad primaria bruta (GPP) y Respiración del ecosistema (Reco). Las series de tiempo de estas componentes muestra que la Reco domina sobre la GPP en los meses secos. Durante el periodo de lluvias los suelos reciben un gran aporte de agua dulce por lo que sus niveles de inundación aumentan y la GPP crece en magnitud hasta igualar o ligeramente sobrepasar a la Reco, decayendo finalmente hacia los meses secos. El valor anual de GPP para este ecosistema (2,664.3 gc/m<sup>2</sup>/yr) es similar a lo reportado en otro manglar de cuenca de la Península de Yucatán, por lo que no se tiene indicios de que el comportamiento de fuente se deba a una disminución de la productividad de ecosistema. Por otro lado, el valor anual de la Reco (2,717.7 gc/m<sup>2</sup>/yr) se muestra muy elevado y similar a la de la GPP, siendo la razón de tener una NEE muy positiva. Este trabajo aporta evidencia de que, la dinámica de la NEE de este manglar está dominado por los procesos de la Reco que se ven beneficiados frente a suelos descubiertos y temperaturas elevadas.

#### SE18-5

### EXAMINANDO LA COMPLEMENTARIEDAD INHERENTE EN EL USO DEL AGUA ENTRE DIFERENTES VARIEDADES Y EDADES DE CAFÉ ARÁBICA Y ÁRBOLES DE SOMBRA EN UN AGROECOSISTEMA DIVERSO Y ORGÁNICO EN MÉXICO

Muñoz Villers Lyssette Elena<sup>1</sup>, Holwerda Friso<sup>1</sup>, Alvarado Barrientos María Susana<sup>2</sup>, Geris Josie<sup>3</sup> y Dawson Todd<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Universidad Nacional Autónoma de México  
<sup>2</sup>Instituto de Ecología, A.C. (INECOL)  
<sup>3</sup>Universidad de Aberdeen  
<sup>4</sup>University of California, Berkeley  
 lyssette.munoz@atmosfera.unam.mx

Los sistemas agroforestales tradicionales de café arábica son cada vez más reconocidos como una práctica agrícola sostenible debido a sus beneficios ecológicos y socioeconómicos, y su resiliencia al cambio climático. Aunado a esto, la producción de café orgánico se ha expandido en las últimas décadas en México, representando una alternativa cada vez más rentable. Sin embargo, se desconoce si el cultivo de café y los árboles de sombra son o no complementarios en sus estrategias de uso de agua en estos agroecosistemas. Por tanto, este estudio investigó las contribuciones relativas y absolutas de extracción de agua en cafetos y árboles durante la temporada seca en una plantación bajo manejo orgánico en Veracruz, caracterizada por un dosel de sombra denso y diverso. Se utilizó el modelo Bayesiano de mezcla MixSIAR basado en información isotópica para determinar el uso proporcional de las distintas fuentes de agua en tres variedades y edades de café arábica y en cinco especies de árboles de sombra. Las correspondientes cantidades absolutas de extracción de agua para el nivel de cafetos y de árboles, fue calculado empleando estimaciones de transpiración obtenidas a partir de mediciones micrometeorológicas (eddy covariance y renovación superficial) y ecofisiológicas. La respuesta estomática de cada variedad y edad de café a las condiciones microclimáticas y de humedad del suelo se examinó utilizando el modelo de conductancia Jarvis-Stewart. Los patrones de extracción relativa y absoluta de agua observados proporcionaron evidencia de complementariedad en el uso de los recursos de agua en el subsuelo entre las plantas de café y los árboles de sombra durante la temporada de secas. Los resultados también mostraron que la fuente principal de agua del café fue la capa más superficial del suelo (< 5 cm de profundidad; 44-56%), sin observarse diferencias significativas entre variedades de café y edades. Los datos mostraron que el rocío fue una entrada de agua importante en la superficie y determinante también para el cultivo. Las plantas de café más jóvenes (5-20 años de edad) mostraron mayor sensibilidad a la reducción de la humedad en el suelo y limitación del agua disponible durante el período más seco del estudio, comparado con los cafetos de mayor edad (~80 años). En cuanto a los árboles de sombra, sus fuentes principales de agua provinieron de capas más profundas del suelo (60 a 120 cm; 45-69%), habiendo diferencias en la profundidad de extracción de agua entre las especies estudiadas, lo que muestra el potencial de minimizar la competencia por el agua llevando a cabo una selección de las mismas. Por último, este estudio encontró que la contribución de fuentes de agua subterránea a la transpiración aumenta conforme el tamaño de los árboles se incrementa. En conjunto, estos resultados permitieron avanzar el conocimiento sobre la partición de las fuentes de agua en sistemas agroforestales tradicionales bajo manejo orgánico, y contribuyen a apoyar la toma de decisiones sobre el manejo de la tierra y los recursos hídricos en entornos agrícolas para hacer frente a los retos ambientales del siglo XXI.

#### SE18-6

### MONITOREO DE LA PRODUCCIÓN Y LA COMPOSICIÓN ISOTÓPICA DEL ROCÍO EN DOSELES DE TRIGO EN EL VALLE DEL YAQUI, MÉXICO

Reyes-Hernández Mayte F.<sup>1</sup>, Sánchez-Mejía Zulia M.<sup>1,2</sup>, Pinto R. Suzuki<sup>1</sup>, Garatuza-Payán Jaime<sup>1,2</sup> y Yépez Enrico A.<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Instituto Tecnológico de Sonora, ITSON  
<sup>2</sup>Laboratorio Nacional Conahcyt: MexFlux  
 mayte.reyes205502@potros.itson.edu.mx

El agua es un recurso natural imprescindible para el desarrollo de los ecosistemas y la vegetación. Las demandas hídricas de las plantas pueden satisfacerse a través del agua procedente de la precipitación, agua subterránea y aplicación de riego, no obstante, también puede haber una aportación importante proveniente de la condensación atmosférica. La generación de rocío en los doseles de las plantas es un proceso ubicuo, sin embargo, las implicaciones de este subsidio hídrico no son claras en cultivos altamente tecnificados, como el cultivo de trigo en el Valle del Yaqui en Sonora, México. En agroecosistemas semiáridos, el manejo eficiente de los recursos hídricos es crucial para maximizar el rendimiento y minimizar el consumo del agua. Debido a que en estos agroecosistemas el agua se presenta como un factor limitante, cuantificar la producción de rocío es de suma importancia, para su consideración dentro del balance hídrico y en la planeación de sistemas de riego eficientes. En el presente trabajo, se utilizaron sensores dieléctricos ("leaf-wetness sensors"), para caracterizar la producción de rocío y la duración de la cobertura de agua en los doseles de trigo, con el fin de comprender los procesos hidrometeorológicos involucrados en la generación de este subsidio atmosférico