



# MEMORIAS



## SIMPOSIO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS EN LA CUENCA DEL LAGO ATITLÁN

Panajachel, Sololá, Guatemala  
11 y 12 • septiembre • 2014





# MEMORIA

*I Simposio de Investigaciones  
Científicas y Tecnológicas en la  
Cuenca del Lago Atitlán*

***Panajachel, Sololá***

***del 11 al 12 de septiembre, 2014***



# COMITÉ ORGANIZADOR

**MSc. Elsa Ma. de Fátima Reyes Morales**

AUTORIDAD PARA EL MANEJO SUSTENTABLE DE LA CUENCA DEL LAGO DE ATITLÁN Y SU ENTORNO

- AMSCLAE –

**Dra. Margaret Dix**

CENTRO DE ESTUDIOS ATITLÁN - CEA -

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA - UVG -

## Proyecto Unidos por el Lago Atitlán

**M.A. Karinn Johanna Sandoval Cumes**

Directora de Comunicación y Sostenibilidad

**Licda. Claudia María Calderón Díaz**

Enlace de Relaciones Públicas

**América Evelina Castro Vargas**

Asistente Administrativa



## Unidos por el Lago Atitlán



Este simposio y publicación se hizo posible gracias al apoyo de la Autoridad para el Manejo Sustentable de la Cuenca del Lago Atitlán y su Entorno -AMSCLAE-

Este evento es posible gracias al apoyo del Pueblo de los Estados Unidos a través de la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID). El contenido de este documento es responsabilidad exclusiva del proyecto Unidos por el Lago Atitlán y de la Autoridad para el Manejo Sustentable de la Cuenca del Lago Atitlán y su Entorno -AMSCLAE- y el mismo no necesariamente refleja la perspectiva de USAID ni del Gobierno de los Estados Unidos de América.



## PATROCINADORES Y COLABORADORES

Este simposio se hizo posible al apoyo de muchas personas, instituciones y en especial: el personal administrativo y técnico de la Autoridad para el Manejo de la Cuenca del Lago de Atitlán y su Entorno - AMSCLAE -, el Proyecto Unidos por el Lago Atitlán y el Centro de Estudios Atitlán - CEA - de la Universidad del Valle de Guatemala - UVG -. Así mismo recibimos apoyo financiero de: Hydroambiente, Prosol y Hotel Jardines del Lago.



Foto Portada: Ana Lena Katt

Diseño de portada: José Pacajoj

Diseño y diagramación del interior: Fátima Reyes



## BIENVENIDA

Este primer Simposio de Investigaciones Científicas y Tecnológicas en la Cuenca del Lago Atitlán tiene como objetivo reunir investigadores e interesados en el estudio de la Cuenca del Lago de Atitlán. El programa científico incluye 46 presentaciones de investigadores y estudiantes que han realizado estudios en la cuenca del Lago de Atitlán, representando una gran variedad de trabajos sobre Calidad de agua, Limnología, Fitoplancton, Macroinvertebrados, Ecología de Ríos, Diversidad Biológica, Clima, Agroforestal, Arqueología, Saneamiento y Tecnologías. Esperamos que disfruten mucho de este evento y estamos seguros que este será el inicio de muchos más simposios y reuniones sobre esta fascinante temática.



## INDICE

Programa detallado	5
Resúmenes de las presentaciones	
Foro: estado actual de los grandes Lagos de Guatemala	10
Foro: contexto ambiental de la cuenca del Lago Atitlán	11
Resúmenes de las presentaciones	
Orales	13
Posters	25



# PROGRAMA DETALLADO

## 11 de Septiembre de 2014, Panajachel, Sololá

- 8:00 – 8:30 **Inscripción** Entrega de material y firma de asistencia
- 8:30 – 8:35 **Inauguración** Bienvenida por el Ing. Ivàn Azurdia, AMSCLAE
- 8:35 – 8:40 **Inauguración** Bienvenida por Dr. Jaime Roquel, UVG Altiplano
- 8:40 – 9:00 **Conferencia Inaugural** Dra. Mónica Stein, Decana del Instituto de Investigaciones de la Universidad del Valle de Guatemala

### Foro: Estado de los Lagos de Guatemala

- 9:00 – 9:10 **AMPI**, Estado actual del Lago de Peténltzá
- 9:10 – 9:20 **AMASURLI**, Estado actual del Lago de Izabal
- 9:20 – 9:30 **AMSA**, Estado actual del Lago de Amatitlán
- 9:30 – 9:40 **AMSCLAE**, Estado actual del Lago de Atitlán
- 9:40 – 9:55 **Preguntas y análisis de las presentaciones por parte del moderador**

### Foro: Contextualización Ambiental de la Cuenca del Lago Atitlán

- 9:55 – 10:05 **INSIVUMEH**, Análisis Hidrometeorológico en la Cuenca del Lago de Atitlán
- 10:05 – 10:15 **MARN**, Manejo Sostenible del Recurso Hídrico
- 10:15 – 10:25 **CONAP** Plan Maestro de la de la Reserva de Uso Múltiple Cuenca del Lago de Atitlán (RUMCLA)
- 10:25 – 10:40 **Preguntas y análisis de las presentaciones por parte del moderador**
- 10:40 – 11:00 **Receso y Presentaciones de Posters**
- 11:00 – 11:20 **Margaret A. Dix, Juan E. Bocel, Michael W. Dix, Gerson Ochaeta, Heidy Ajcalón, David Coroxon, Sharon Van Tuylen, Sudeep Chandra, Eliška Rejmánková, Virginia Mosquera y Alicia Toledo.** Dinámicas del ecosistema acuático del Lago Atitlán durante 2010 al 2013
- 11:20 – 11:40 **Eliška Rejmánková, Jaroslava Komárková y Jason Woodhouse.** Nitrogen fixation in Lake Atitlán, Guatemala.
- 11:40 – 12:00 **Mónica Martínez, Gerson Ochaeta y Margaret Dix.** Relación de la población del fitoplancton y zooplancton en tres sitios del Lago Atitlán.



## Continuación 11 de septiembre 2014

- 12:00 – 12:20 **Gerson Ochaeta, Margaret Dix, Eliška Rejmánková y Sudeep Chandra.** Análisis temporal y espacial de la comunidad de fitoplancton en los puntos Panajachel, Centro Weiss G y Santiago en el Lago Atitlán, Sololá, Guatemala, durante el año 2013.
- 12:20 – 12:40 **José R. Ortiz A. y Fátima Reyes Morales.** Macroinvertebrados bentónicos de la zona litoral y sublitoral del Lago de Atitlán, Sololá.
- 12:40 – 14:00 **Tiempo para Almuerzo**
- 14:00 – 14:20 **Sharon van Tuylen, Jorge García Polo, Margaret Dix y Michael Dix.** Evaluación de las relaciones espacio- temporales entre las comunidades de macroinvertebrados acuáticos y la calidad del agua en dos ríos de la Cuenca del Lago Atitlán, Sololá.
- 14:20 – 14:40 **Fátima Reyes Morales.** Macroinvertebrados acuáticos como indicadores de la calidad del agua en la Cuenca del Lago de Atitlán.
- 14:40 – 15:00 **Norma E. Gil Rodas de Castillo.** Caracterización y evaluación de la calidad del agua de los principales afluentes de la cuenca del Lago de Atitlán, río Quiscab y río San Francisco.
- 15:00 – 15:20 **Virginia Mosquera, N. Giron, Margaret Dix, Sudeep Chandra, Emily Carlson y Eliška Rejmánková.** Carga de Nutrientes por los ríos principales de la cuenca al Lago de Atitlán.
- 15:20 – 15:40 **Victor Toledo Reyes.** Tendencias de la precipitación en Guatemala (1970 - 2010) con énfasis en el altiplano y cuenca del Lago de Atitlán.
- 15:40 – 16:00 **Receso y Presentaciones de Posters**
- 16:00 – 16:20 **Ingo S. Wehrtmann, Célio Magalhaes y Mónica Orozco.** Pesca artesanal de cangrejo de agua dulce en el Lago Atitlán: ¿Es realmente de *Potamocarcinus guatemalensis*?
- 16:20 – 16:40 **Elida M. Leiva González, Cristian Kraker C., José L. Echeverría T. y Ángel J. Conde P.** Distribución geográfica de tres ranas arborícolas (Anura: Hylinae) y presencia de quitridio en la reserva de uso múltiple cuenca del Lago de Atitlán (RUMCLA), Guatemala.
- 16:40 – 17:00 **Luis Villar Anleu.** Ornitodiversidad en ecosistemas terrestres de la Cuenca Lago de Atitlán.
- 17:00 – 17:20 **Héisel Arreola Martínez.** Selección del Hábitat de Anidamiento por Aves Acuáticas en Santiago Atitlán, Sololá, Guatemala.
- 17:20 – 17:40 **Bárbara I. Escobar Anleu.** Riqueza de mamíferos medianos y mayores en cafetales y bosques de tres reservas naturales privadas (San Jerónimo Miramar-Quixayá, Santo Tomás Pachuj y Pampojilá-Peña Flor) de la reserva de usos múltiples de la cuenca del Lago de Atitlán –RUMCLA- (Resultados parciales).



## PROGRAMA DETALLADO

**12 de septiembre de 2014**

- 8:00 – 8:20 **Bienvenida** Firma de asistencia
- 8:20 – 8:40 **Emerson Herrera, Margarita Palmieri, Olga Zamora.** Determinación de las enfermedades asociadas al cultivo de Maíz (*Zea mays*) del departamento de Sololá.
- 8:40 – 9:00 **Sofía Gómez, Edwin de León y Rolando Cifuentes.** Incremento de semilla y evaluación de rendimiento de materiales nativos de maíz (*Zea mays*) en tres diferentes estratos altitudinales en el departamento de Sololá.
- 9:00 – 9:20 **Vilma Porres, Edwin de León y Rolando Cifuentes.** Evaluación de variedades de tomate (*Solanum lycopersicum*) bajo condiciones de invernadero en los departamentos de Sololá y Suchitepéquez.
- 9:20 – 9:40 **Jonathan Morales, Andrés Avalos, Elena Dardón y Margarita Palmieri.** Determinación de la estructura genética de un grupo de variedades de *Phaseolus vulgaris* L. originario del altiplano guatemalteco empleando marcadores microsatélites (SSR's).
- 9:40 – 10:00 **Vilma Porres, Rolando Cifuentes y Edwin de León.** Evaluación de tres tipos de cubierta para macrotúneles sobre el microclima y la productividad de chile pimiento (*Capsicum annuum*) en Escuintla y Sololá.
- 10:00 – 10:20 **Emily Carlson, Eliška Rejmánková, Sudeep Chandra, Margaret Dix, Vicky Mosquera.** Phosphorus Sorption Dynamics in Soils from Lake Atitlán, Guatemala.
- 10:20 – 10:40 **Receso y presentación de posters**
- 10:40 – 11:00 **Marvin Tecún Cuxil.** Las Investigaciones Arqueológicas en el sitio Semetabaj.
- 11:00 – 11:20 **Carlos Alvarado Galindo.** El sitio arqueológico Semetabaj y las relaciones culturales en el Altiplano de Guatemala.
- 11:20 – 11:40 **Matilde Ivic de Monterroso.** El Lago de Atitlán según los antiguos documentos.
- 11:40 – 12:00 **Sonia Medrano.** Un sitio arqueológico sumergido en Atitlán.
- 12:00 – 12:20 **María de los Ángeles Corado M.** Hallazgos Arqueológicos en el Mercado Municipal de Sololá.
- 12:20 – 13:20 **Tiempo para Almuerzo**



## Continuación 12 de septiembre 2014

- 13:20 – 13:40 **Fernando J. Recancoj Escobar.** Conservación de Suelos en áreas de los volcanes en el municipio de Santiago Atitlán.
- 13:40 – 14:00 **Rodolfo Torres y S. Molina.** TG en el tratamiento de aguas residuales.
- 14:00 – 14:20 **Rodolfo Espinosa S. y Diego Zapparoli.** Propuesta integrada para el tratamiento y disposición de aguas residuales en la periferia del Lago de Atitlán.
- 14:20 – 14:40 **Gerson E. Barrios G.** Estudio comparativo de remoción de fosforo en las aguas residuales domésticas, como medida de protección ambiental al Lago de Atitlán, Panajachel, Sololá.
- 14:40 – 15:00 **Sudeep Chandra, Eliška Rejmánková, Margaret Dix, Vicky Mosquera, Alecia Brantley, Emily Carlson, Stephanie Castle and Nancy Giron.** Utility of monitoring, experiments, and data mining to understand changes to Lake Atitlán
- 15:00 – 15:30 **Clausura y entrega de constancias a los participantes.**



# PROGRAMA DETALLADO

## Sesión de Posters

**Samuel Eduardo Valiente Leiva** Batimetría Lago de Atitlán 2014

**Ana Regina Juárez Laparra.** Relación entre la biomasa de fitoplancton y la descarga de fósforo proveniente del uso directo de detergentes en el litoral del Lago de Atitlán

**Ana Cristina Martínez, Elsa Ma. de Fátima Reyes** Calidad del agua de las playas de Panajachel para uso recreacional durante la época seca, 2014

**Ana Isabel Arriola de León Régil** Índices de Calidad de Agua en los ríos Tzalá y Tzununá, cuenca del Lago de Atitlán.

**Bárbara Isabela Escobar Anleu** Diversidad (riqueza y abundancia relativa) de aves acuáticas en época no migratoria y migratoria en el Lago de Atitlán

**Juan Zelada, Fernanda Ramírez, Héisel Arreola** Diversidad de Aves en diferentes Condiciones de Fragmentación del Bosque Pino-Encino en Sololá, Guatemala

**Bárbara Escobar, Juan Pablo Herrera y Javier Rivas** Cuantificación de la producción de frutos de llamo negro (*Rhamnuscapreaefolia*Schltldl.) en el volcán San Pedro, Sololá.

**Manuel Barrutia** Membranas Fotobioreactoras para purificar el agua

**Dale Novotny, Ginger Paige, Roger Coupal** Economics and risk analysis of small farmer input decisions and output levels in the presence of price risk and erosion risk

**Juan Carlos Hernández** Alternativas para control de erosión, secuestro de sedimentos y debriflow

**Juan Carlos Hernández** Biodigestores solares portátiles, una solución para micro agropecuarias

**Héctor Carrillo, Carlos Palacios, Percy Domínguez** Por una agricultura sana, productiva y sostenible



## RESUMENES DE LAS PRESENTACIONES

### FORO: ESTADO ACTUAL DE LOS GRANDES LAGOS DE GUATEMALA

#### **Licda. Cele Annaité Méndez**

Autoridad para el Manejo y Desarrollo Sostenible de la Cuenca del Lago Petén Itzá, ampi@marn.gob.gt

#### **Estado Actual del Lago Petén Itzá**

Los cuerpos de agua continental de la República de Guatemala, han sido objeto en las últimas décadas de graves daños en su equilibrio ambiental, esto debido al inadecuado manejo que se produce principalmente de aguas residuales y desechos sólidos. La cuenca del Lago Petén Itzá se ubica en las coordenadas 89°31' y 90°10' longitud oeste y los paralelos 16°49' y 17°07' de latitud norte, forma parte de la Reserva de la Biosfera Maya y constituye uno de los recursos hídricos de mayor importancia para el departamento de Petén. El Lago de Petén Itzá alberga un gran porcentaje de especies acuáticas de distribución exclusiva para Petén, y al igual que otros cuerpos de agua, en los últimos años se han hecho más evidentes los efectos negativos por acción de actividades antropogénicas. La Autoridad para el Manejo del Lago Petén Itzá ha realizado estrategias interinstitucionales para realizar monitoreos de calidad de agua del año 2008 al 2014, durante estos años se han monitoreado en treinta puntos de la cuenca, muestras físicas y químicas durante dos épocas del año. Los datos obtenidos nos indican que el Lago Petén Itzá aun presenta condiciones estables con algunos repuntes de contaminación en zonas específicas del Lago. Sin embargo las muestras de calidad de agua con que se cuentan son datos puntuales en un sitio y época del año por ello es difícil que con estos resultados se puedan tomar decisiones o realizar conclusiones puntuales sobre el estado trófico de los cuerpos de agua de la cuenca. No obstante, a partir de estos datos se han logrado hacer propuestas concretar para minimizar las fuentes de contaminación identificadas.

#### **Licda. Maritza Aguirre**

Autoridad para el manejo sustentable de la Cuenca del Lago de Izabal y Río Dulce, amasurli@marn.gob.gt

#### **Estado Actual del Lago de Izabal**

La Cuenca del Lago de Izabal y Río Dulce tiene una extensión territorial de 8,161 km<sup>2</sup>, siendo una de las

Cuencas más grandes del país y es un sistema compuesto de tres subcuencas principales: subcuenca del Lago de Izabal y Río Dulce (2,709 km<sup>2</sup>); subcuenca del río Polochic (2,759 km<sup>2</sup>); y subcuenca del río Cahabón (2,695 km<sup>2</sup>). La Subcuenca Lago de Izabal y Río Dulce se encuentra en la parte baja de la Cuenca y en ella se encuentra el Lago de Izabal; el cuerpo de agua dulce más grande de Guatemala, cuenta con una superficie de 757.62 km<sup>2</sup>. El Lago tiene una orientación de Oeste-Este con longitud de 42 Km. En el extremo Oeste del Lago desemboca su principal afluente río Polochic. En el extremo Noreste el Lago drena al Río Dulce, el cual a su vez desemboca en el mar Caribe. El Lago de Izabal, por su gran extensión y poca profundidad (máxima 15 mts.) no permite que desarrolle estratificación. Su estado de conservación para nitratos y nitritos es regular; amonio y fosforo bueno; oxígeno disuelto y transparencia muy bueno, según lo prescripto por la Agenda de Conservación del Lago de Izabal y Río Dulce.

#### **Ing. Cesar Barrientos**

Autoridad para el Manejo Sustentable de la Cuenca y del Lago de Amatitlán, info@amsa.gob.gt

#### **Estado Actual del Lago de Amatitlán**

La cuenca del Lago de Amatitlán cuenta con una extensión de 381.31 km<sup>2</sup>, formada por catorce municipios, algunos del departamento de Guatemala y otros del departamento de Sacatepéquez. Las actividades antropogénicas que se generan en estos municipios y la falta de un ordenamiento territorial y planificación urbana, impactan directamente la cuenca en diferentes aspectos. Tal es el caso de la contaminación hídrica por no existir un manejo adecuado de aguas residuales y desechos sólidos, afectando la calidad de las aguas tanto superficiales, como subterráneas. Esto ha provocado que el Lago de Amatitlán, principal reservorio de agua de la cuenca, presente altos niveles de contaminación, catalogándose como un cuerpo de agua eutrófico. A la vez, las actividades extractivas de áridos en el cauce del río Villalobos, y las características erosivas de la cuenca, han incrementado el nivel de azolvamiento del Lago, reduciendo su área y profundidad media, lo



cual se traduce en una baja capacidad de almacenamiento de agua. La Autoridad para el Manejo Sustentable de la Cuenca y del Lago de Amatitlán, AMSA, ha logrado detener parcialmente el deterioro acelerado de la calidad del agua y la disminución del tiempo de vida del Lago de Amatitlán que indican estudios recientes llevados a cabo por esta institución, no obstante, se necesitan mayores recursos para superar esta situación.

### **Dr. Iván Azurdia**

Autoridad para el Manejo Sustentable de la Cuenca del Lago de Atitlán y su Entorno, [información@amclae.gob.gt](mailto:información@amclae.gob.gt)

#### **Estado Actual del Lago de Atitlán**

El Lago de Atitlán se localiza en el departamento de Sololá, en el altiplano de Guatemala. La cuenca tiene una extensión de 541 km<sup>2</sup> y se ubica entre las coordenadas (14° 42' N y 91° 12 O). El Lago de Atitlán en los últimos años ha sufrido un proceso de eutrofización como resultado del aumento de nutrientes, principalmente nitratos y fosfatos, ocasionando un desarrollo exagerado de fitoplancton y de plantas acuáticas. La eutrofización natural ocurre en cualquier ecosistema acuático, no obstante, este proceso ha sido acelerado en el Lago de Atitlán por el accionar humano, debido al mal manejo de las aguas residuales, aguas mieles y a las malas prácticas agrícolas. La calidad fisicoquímica del agua ha ido

disminuyendo según los resultados de los monitoreos y análisis realizados por el Departamento de Investigación y Calidad Ambiental -DICA- de la AMSCLAE y por algunos registros históricos o estudios generados por científicos nacionales y extranjeros, tales como el Proyecto Unidos por el Lago – USAID, Centro de Estudios Atitlán (CEA-UVG) y USAC. Desde 1969 ha habido una reducción considerable de algunas variables fisicoquímicas y biológicas, tales como la concentración de oxígeno tanto superficial como el de las zonas profundas, la transparencia de la columna de agua y la diversidad de especies acuáticas (e.g. peces). Estos cambios han ocasionado fuertes impactos en la calidad del agua, la economía local y consecuencias potenciales para la salud humana. El bienestar del Lago de Atitlán es esencial para el desarrollo y estabilidad de las comunidades del departamento de Sololá. Por tanto, la AMSCLAE en respuesta a la degradación de la calidad del agua del Lago de Atitlán ha planificado, coordinado y ejecutado en coordinación con instituciones privadas y públicas, estrategias y acciones que permitan conservar, preservar y resguardar los ecosistemas de la cuenca del Lago de Atitlán. Dentro de estas estrategias se incluyen el fomento de la educación ambiental, saneamiento ambiental, manejo de desechos sólidos, buenas prácticas agrícolas, conservación de suelos y el monitoreo permanente del Lago y los recursos hídricos.

## **FORO: CONTEXTO AMBIENTAL DE LA CUENCA DEL LAGO ATITLÁN**

### **Ing. Fulgencio Garavito**

Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología,  
Meteorología e Hidrología, [insivumeh.gob.gt](http://insivumeh.gob.gt)

#### **Análisis Hidrometeorológico en la Cuenca del Lago de Atitlán**

El Lago de Atitlán se localiza dentro de la mayor caldera volcánica de la cordillera volcánica de la República de Guatemala. En la parte Norte de la cuenca topográfica, se encuentra la divisoria continental de aguas, razón por la cual se observan fenómenos hidrometeorológicos de las vertientes hidrográficas del océano Pacífico, por el Sur, y del Mar Caribe por el Norte; donde colinda con la cuenca

hidrográfica del río Motagua. La mayor cantidad de vapor de agua proviene del océano Pacífico a través de las cuencas hidrográficas de los ríos Coyolate, Madre Vieja y Nahualate, pero cuando la actividad ciclónica del Mar Caribe se intensifica también hay entrada de vapor de agua y en ambos casos se producen lluvias con diferentes cantidades, duraciones e intensidades que generan caudales produciendo crecidas súbitas sobresalientes en los ríos San Francisco, Quiscab y en otras corrientes superficiales que desembocan en el Lago. El Lago de Atitlán por tener profundidades variables, presenta zonas con diferentes calidades físico-químicas e isotópicas con oscilaciones marcadas de nivel entre la



época seca y lluviosa de esa región. La incidencia de temperaturas bajas durante la época seca son muy importantes para el desarrollo de la flora y fauna en contacto con la superficie del Lago; mientras que las temperaturas máximas son influyentes en la visibilidad horizontal y vertical para el transporte marítimo.

### **Ing. Agr. Ernesto Moscoso**

Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales,  
chidrograficas@marn.gob.gt

#### **Uso Sostenible del Recurso Hídrico**

El agua es un recursos natural renovable y fundamental para todo organismo vivo, lamentablemente las sociedades en general, no reconocen su importancia y mucho menos su verdadero valor. En Guatemala, como muchos autores indican, el problema no es la cantidad de agua dulce disponible para los diferentes usos, sino que debido a la mala gestión del recurso, solamente utilizamos la tercera parte de la oferta debido a los elevados índices de contaminación de ríos y cuerpos lacustres. Es por ello que no basta solamente con ser considerados como un país productor de agua, sino que es de vital importancia el que tomemos acciones correctivas y preventivas de tal manera que se pueda garantizar la calidad del recurso para las generaciones futuras. Estas acciones, deben enmarcarse desde la perspectiva de la Gestión Integrada del Recurso Hídrico, donde los esfuerzos coordinados de todos los actores vinculados, gobierno central y local, sector privado, academia y organización civil busquen primordialmente garantizar la calidad del agua para el consumo humano en los diferentes usos, a través de la educación, investigación, mitigación de los impactos negativos y la facilitación de herramientas

que puestas en las manos de todos los guatemaltecos contribuyan al alcance de éste objetivo.

### **Enrique Mérida**

Consejo Nacional de Áreas Protegidas – Sololá,

Unidad Técnica Atitlán, enriquefmerida@hotmail.com

#### **Plan Maestro de la Reserva de Uso Múltiple Cuenca del Lago de Atitlán - RUMCLA -**

La Reserva de Uso Múltiple Cuenca del Lago de Atitlán – RUMCLA- fue declarada en el año 1997, mediante decreto 64 /97. La RUMCLA comprende un área superficial de 124,722 hectáreas, la cual abarca los 19 municipios del departamento de Sololá y algunas porciones de los municipios de Patutulul, Chicacao, Chichicastenango y parte de San Miguel Totonicapán. Los principales objetivos de la RUMCLA son fomentar el uso integral y sostenido de los recursos naturales renovables del área, fortalecer las formas de vida y tradiciones culturales de los grupos mayas, promover la educación ambiental en el área, conservar el área de la cuenca hidrológica del Lago de Atitlán, entre otros. El plan Maestro de la RUMCLA 2007 – 2011 tienen como objetivo ordenar y orientar las acciones e inversiones necesarias para conservar el patrimonio cultural y natural de la RUMCLA, así como desarrollar su potencial para contribuir al bienestar de la población de la región y definir las estrategias necesarias para la reducción de amenazas y desarrollar el potencial del departamento, así como alcanzar la visión del departamento y la RUMCLA. Los planes futuros del Plan Maestro son actualizar y evaluar los avances y resultados obtenidos hasta la fecha con el objeto de lograr una óptima administración y establecer de forma general las políticas, estrategias y acciones necesarias para el adecuado manejo y conservación de la RUMCLA.



## RESÚMENES DE LAS PRESENTACIONES DEL SIMPOSIO

### Dinámicas del ecosistema acuático del Lago Atitlán, Guatemala, 2010 al 2013

Margaret A. Dix<sup>1</sup>, Juan E. Bocel<sup>1</sup>, Michael W. Dix<sup>1</sup>, Gerson Ochaeta<sup>1</sup>, Heidy Ajcalón<sup>1</sup>, David Coroxón<sup>1</sup>, Sharon van Tuylen<sup>1</sup>, Sudeep Chandra<sup>2</sup>, Eliška Rejmánková<sup>3</sup>, Virginia Mosquera<sup>4</sup> y Alicia Toledo

1. Centro de Estudios Atitlán, Universidad del Valle de Guatemala, UVG, Sololá; margaret.dix@gmail.com
2. University of Nevada, Reno.
3. University of California, Davis.
4. Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente; - Universidad Rafael Landívar-. Guatemala
5. Universidad New South Wales, Melbourne, New South Wales, Australia.

Se conoce poco sobre las dinámicas anuales e interanuales de factores fisicoquímicos y del plancton en el cuerpo de agua del Lago Atitlán. Con el fin de entender mejor los cambios observados en el Lago, se desarrolló un programa de mediciones mensuales in situ y análisis ex situ de estos factores en diferentes sitios del Lago Atitlán durante los años 2010 al 2013. Se presenta un esquema preliminar de la dinámica anual observada en el sistema acuático, en el cual se relaciona el año climático con las observaciones fisicoquímicas y planctónicas, así como el desarrollo y rompimiento de la estratificación termal. Se determinaron cambios durante los cuatro años en los niveles de oxígeno disuelto en el fondo, las concentraciones de nutrientes, la dominancia relativa de los taxones de plancton, la aparición y proliferación de nuevos taxones y en la profundidad del epilimnio. Los resultados indican un deterioro progresivo en la salud del ecosistema.

### Nitrogen fixation in Lake Atitlán, Guatemala

Eliška Rejmánková<sup>1</sup>, Jaroslava Komárková<sup>2</sup>, Jason Woodhouse<sup>3</sup>

1. University of California, Davis; erejmankova@ucdavis.edu.
2. University of South Bohemia, Czech Republic.
3. University of New South Wales, Australia

Non-symbiotic nitrogen fixation can provide substantial inputs of “new” N into freshwater ecosystems. The process is dependent on the

availability of phosphorus (P), trace elements, and/or organic carbon. The primary N-fixer in Lake Atitlan is a filamentous, bloom forming cyanobacterium, *Limnorphis robusta*. N fixation was assessed using the acetylene reduction technique and confirmed by the analysis of *nifH* genes and delta <sup>15</sup>N. N fixation followed a pattern expected in non-heterocytous cyanobacteria, with the nitrogenase activity minimal during the day and maximum at night. Other putative N fixers, heterotrophic *Desulfovibrio*, *Clostridium* and *Methylomonas*, were present at low abundance. In nutrient enrichment bioassays, nitrogenase was stimulated by P and trace elements, of which iron was more stimulating than molybdenum. When light, temperature and P concentration are suitable for cyanobacteria growth, the bloom onset may be regulated by Fe availability. The internal Fe<sup>2+</sup> loading is controlled by anoxia, a condition which has already occurred near the bottom of the lake. Thus, bloom formation, which leads to bottom anoxia from decomposition of bloom biomass, and subsequent P and Fe<sup>2+</sup> loading, may create a positive feedback on *Limnorphis* growth. Blooms can be serious contributors to the lake's internal P and Fe<sup>2+</sup> loading.

### Relación de la población del fitoplancton y zooplancton en tres sitios del Lago Atitlán

Mónica Martínez<sup>1,2</sup>, Gerson Ochaeta<sup>1,2</sup>, Margaret Dix<sup>1</sup>

1. Escuela de Biología, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Universidad San Carlos de Guatemala, USAC, Guatemala; mmmf.89@gmail.com
2. Centro de Estudios Atitlán, Universidad del Valle de Guatemala, UVG, Sololá.

El fitoplancton es parte importante en la dieta del zooplancton, por lo tanto la población de un grupo cambia en función de la otra. Hasta la fecha, se tiene poca información acerca de esta interacción en el plancton del Lago Atitlán. El presente trabajo evalúa la correlación entre la dinámica de la población de fitoplancton y la población de zooplancton en el Lago Atitlán. Se obtuvieron las abundancias relativas del fitoplancton y del zooplancton en tres sitios del Lago Atitlán: Centro Weiss G, Panajachel y Santiago en los meses de enero a junio del 2014. Las muestras se colectaron cada mes a 0, 5, 10, 20 y 30 m de



profundidad, los conteos se realizaron en una cámara Sedgewick-Rafter para obtener las densidades relativas de los organismos por litro de agua. Se presentan los resultados de una comparación entre niveles de clorofila *a*, población y biovolumen de fitoplancton con las poblaciones y taxa de zooplancton presentes. Los resultados indican una correlación positiva entre las abundancias de ambas poblaciones.

### **Análisis temporal y espacial de la comunidad de fitoplancton en los puntos Panajachel, Centro Weiss G y Santiago en el Lago Atitlán, Sololá, Guatemala, durante el año 2013**

Gerson Ochaeta Constanza<sup>1</sup>, Margaret Dix<sup>1</sup>, Eliška Rejmánková<sup>2</sup> y Sudeep Chandra<sup>3</sup>.

1. Centro de Estudios Atitlán, Universidad del Valle de Guatemala, UVG, Sololá; gersonochaeta@hotmail.com
2. University of California, Davis.
3. University of Nevada, Reno.

El Lago Atitlán ha sufrido cambios en la composición y estructura de su fitoplancton en los últimos años debido a la eutrofización cultural. Para poder entender los fenómenos (físicos y/o químicos) que influyen en la dinámica del fitoplancton en el Lago, se estudiaron las variaciones espaciales y temporales de la comunidad de fitoplancton en función de los factores abióticos en el Lago Atitlán durante el año 2013. Se colectaron muestras de enero a diciembre del 2013 en los tres sitios, en 4 profundidades diferentes (0, 5, 10 y 20m) y se realizaron análisis químicos, biológicos y físicos. Para los 3 sitios se reportan en total 19 especies pertenecientes a cuatro taxones principalmente, Pyrrophyta, Chrysophyta, Chlorophyta y Cyanophyta. Se observó una dominancia de las Chrysophytas de enero a marzo; en abril y mayo las Chlorophytas fueron las dominantes y de junio a diciembre las Cyanophytas. Un análisis de correspondencia canónica, demostró que las variables con más significancia para la distribución del plancton en 2013 fueron la clorofila *a*, el amonio, el pH y algunos factores meteorológicos.

### **Macroinvertebrados bentónicos de la zona litoral y sublitoral del Lago de Atitlán, Sololá**

José R. Ortiz Aldana<sup>1</sup>, Fátima Reyes Morales<sup>2</sup>

1. Centro de Estudios del Mar y Acuicultura, Universidad de San Carlos de Guatemala -USAC-; josealdana\_23@hotmail.com
2. Autoridad para el Manejo Sustentable de la Cuenca del Lago de Atitlán y su Entorno -AMSCLAE-, Panajachel, Sololá.

En el Lago de Atitlán existen grandes vacíos de información acerca de la diversidad y la ecología de los macroinvertebrados acuáticos propios del ecosistema. Por lo tanto el objetivo de este estudio es determinar la variabilidad espacial de las comunidades de macroinvertebrados bentónicos de la zona litoral y sublitoral del Lago de Atitlán. Se tomaron muestras de sedimento, con una draga Ekman, a 1, 15, 25 y 50m de profundidad en Santiago Atitlán, San Lucas Tolimán, San Buenaventura y San Juan La Laguna. Se encontró un total de 1737 organismos correspondientes a 12 taxa. Los anfípodos (*Hyalella sp.*), gasterópodos (Thiaridae) y los oligoquetos (Oligochaeta), fueron los más abundantes y dominantes. Se observan diferencias importantes en cuanto a la composición de las comunidades y en las distintas profundidades siendo a 1 y 50m donde se encontró mayor abundancia y diversidad de organismos, a excepción de San Lucas Tolimán donde a 15m se presentó la mayor abundancia de organismos dominados por los gasterópodos (Thiaridae).

### **Evaluación de las relaciones espacio-temporales entre las comunidades de macroinvertebrados acuáticos y la calidad del agua en dos ríos de la Cuenca del Lago Atitlán, Sololá**

Sharon van Tuylen<sup>1</sup>, Jorge García Polo<sup>2</sup>, Margaret Dix<sup>1</sup> y Michael Dix<sup>1</sup>

1. Centro de Estudios Atitlán, Universidad del Valle de Guatemala, UVG, Sololá; svantuylen@yahoo.com
2. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Universidad San Carlos de Guatemala, USAC, Guatemala.

El conocimiento de las relaciones espacio-temporales entre las comunidades de macroinvertebrados acuáticos y la calidad del agua es claramente importante para establecer el estado de perturbación de los principales ríos que drenan al Lago Atitlán: San



Francisco y el Quiscab. El presente estudio busca conocer el grado de perturbación/conservación de los cuerpos de agua estudiados, así como los taxa de macroinvertebrados que podrían ser utilizados como indicadores, para brindar recomendaciones basadas en ciencia que contribuyan a elaborar planes integrales de mejora en el manejo de la cuenca. Se presentan resultados preliminares de parámetros fisicoquímicos y presencia y abundancia de órdenes de macroinvertebrados, obtenidos de enero a junio del 2014, mediante colectas bimensuales con redes tipo D combinadas con colecta de muestras de agua para análisis fisicoquímicos. La información generada contribuirá a otras investigaciones que se realizan en el área respecto a la dinámica de aporte de nutrientes al Lago Atitlán y el florecimiento de cianobacterias.

### **Macroinvertebrados acuáticos como indicadores de la calidad del agua en la Cuenca del Lago de Atitlán**

Fátima Reyes Morales<sup>1</sup>

1. Escuela de Biología, Universidad de Costa Rica, 2060 San Pedro de Montes de Oca, San José, Costa Rica; fatimarys3@gmail.com

La cuenca del Lago de Atitlán en los últimos se ha visto amenazada por diversas actividades humanas, incrementado de manera considerable el deterioro del ecosistema y la calidad del agua. La mayoría de estudios solo consideran para la evaluación de la calidad del agua algunas variables fisicoquímicas y micro-biológicas. El objetivo del estudio fue determinar la calidad de los ríos utilizando macroinvertebrados acuáticos mediante el cálculo de Índice BMWP/Atitlán. Se tomaron muestras en cuatro sitios de referencia (bosque) y ocho sitios con perturbación antropogénica (cultivos y poblados), distribuidos uniformemente a lo largo de la Cuenca del Lago de Atitlán. En cada sitio de muestreo se recolectaron macroinvertebrados acuáticos, durante los meses de febrero y abril del 2011. Se recolectaron 47 482 individuos distribuidos en 16 órdenes y 55 familias. Los órdenes más diversos fueron Díptera, Trichoptera y Coleoptera. Las familias dominantes fueron Chironomidae, Simuliidae y Baetidae. Se calculó el Índice BMWP/Atitlán y se determinó que la calidad de agua de los ríos estudiados dentro de la cuenca oscilan entre mala y excelente calidad, esta clasificación depende del uso de la tierra y el grado de deterioro del ecosistema.

### **Caracterización y evaluación de la calidad del agua de los principales afluentes de la cuenca del Lago de Atitlán, río Quiscab y río San Francisco**

Norma Edith Gil Rodas de Castillo

1. Centro de Estudios del Mar y Acuicultura, Universidad de San Carlos de Guatemala - USAC-; normadecastillo1965@yahoo.com

Los principales afluentes del Lago de Atitlán son los ríos Quiscab y San Francisco. Para determinar el aporte de contaminación de estos al Lago, se realizaron ocho muestreos durante un período de dos años (2012 y 2013). Se evaluaron los parámetros fisicoquímicos, empleando el Índice de Calidad del Agua-ICA- de El Salvador; indicadores biológicos como la identificación de macroinvertebrados acuáticos con el Índice Biológico por Familias de El Salvador (IBF-SV-2010) y el fitoplancton en la desembocadura del Lago. Uno de los objetivos de esta investigación era verificar y evaluar la presencia o ausencia de los organismos acuáticos que son indicadores de la calidad del agua tales como: macroinvertebrados acuáticos y microbiológicos correlacionándolos con los parámetros fisicoquímicos. Se pudo determinar una buena correlación lineal inversamente proporcional para los valores promedio de ICA vrs los del IBF-SV-2010. El análisis de varianza-ANOVA y la prueba de Tukey reportaron que la cuenca baja de los ríos era significativamente diferente de los otros puntos de muestreo y que no había diferencia entre las épocas del año. En los monitoreos cuantitativos de fitoplancton en la desembocadura de los ríos en el Lago, reportaron altos porcentajes de algas Cianophytas, no existiendo diferencias en cuanto a cantidad y diferencia de géneros en comparación con el invierno y verano.

### **Carga de nutrientes por los ríos principales de la cuenca al Lago de Atitlán.**

Virginia Mosquera<sup>1</sup>, N. Giron<sup>2</sup>, Margaret Dix<sup>3</sup>, Sudeep Chandra<sup>2</sup>, Emily Carlson<sup>4</sup> y Eliška Rejmánková<sup>4</sup>

1. Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente; Universidad Rafael Landívar; vickymosquera@hotmail.com.
2. Department of Natural Resources and Environmental Sciences; University of Nevada, Reno. United States.
3. Centro de Estudios Atitlán; -Universidad del Valle de Guatemala, Guatemala.
4. Centro de Estudios del Mar y Acuicultura, Universidad de San Carlos de Guatemala - USAC-; normadecastillo1965@yahoo.com



4. Department of Environmental Science & Policy; University of California, Davis-. United States.

El Lago de Atitlán el más profundo de América Central, se encuentra ubicado en el altiplano de Guatemala y está experimentando una rápida eutrofización cultural debido a un crecimiento acelerado de la población de más de 258.000 personas en su cuenca. Las pendientes pronunciadas de la cuenca están dominadas por bosques (36%) y agricultura (34%). La cuenca de Atitlán (área de drenaje ~ 415 km<sup>2</sup>) se divide en ocho sub-cuencas, únicamente con cinco afluentes permanentes. El propósito de este estudio es la cuantificación y análisis temporal de la carga de Nitrógeno Total y Fosforo Total al Lago de Atitlán a través de los ríos de la cuenca. Los afluentes permanentes fueron monitoreados durante el transcurso de un año, además de hasta cuatro ríos intermitentes sólo durante la época lluviosa (agosto-noviembre). Se midieron los cambios temporales y espaciales del caudal y se tomaron muestras de agua para el análisis de nitrógeno total (NT) y fósforo total (TP). El río/subcuenca con la carga más alta de TN y TP, es la cuenca del Río Quiscab contribuyendo en su desembocadura con el 59% de la carga de FT y el 55% de la carga de NT que ingresa anualmente al lago, siendo la época lluviosa el mayor contribuyente a dicha carga. La identificación de estos ríos permite a las autoridades locales centrar sus esfuerzos de manejo en donde más se necesitan.

### **Tendencias de la precipitación en Guatemala (1970 - 2010) con énfasis en el altiplano y cuenca del Lago de Atitlán**

Víctor Toledo Reyes

1. Facultad latinoamericana de Ciencias Sociales (FLACSO), Oxfam Guatemala; vrtoledo@lycos.com

Se presenta un análisis de tendencias de la precipitación acumulada anual de 1970 al 2010 en todo el país, utilizando datos de estaciones climatológicas del INSIVUMEH. En el periodo de 1970 a 1990 la precipitación disminuyó en el sur, en la región centro norte y en el noreste del país. Mientras que aumentó en una franja central siguiendo la trayectoria del río Motagua. En el periodo de 1990 al 2010 la precipitación aumentó en casi todo el país, disminuyendo en el sur de Quiché e Izabal. En este segundo periodo, en un análisis por regiones, la precipitación se incrementó en el Altiplano y en el

Corredor Seco, mientras que en el Centro Norte la precipitación disminuyó. La región del altiplano es una región muy homogénea en su régimen de precipitación. En la cuenca del Lago de Atitlán, en el periodo de 1970 a 1990, la lluvia disminuyó. En las estaciones cercanas al Lago la lluvia disminuyó un promedio de 20%. Esto se manifestó en el descenso gradual del nivel del Lago. En el periodo 1990 a 2010 la tendencia fue de aumento, lo cual ocasionó un aumento gradual en el nivel del Lago.

### **Pesca artesanal de cangrejo de agua dulce en el Lago Atitlán: ¿Es realmente de *Potamocarcinus guatemalensis*?**

Ingo S. Wehrtmann<sup>1,2</sup>, Célio Magalhaes<sup>3</sup> y Mónica Orozco<sup>4</sup>

1. Museo de Zoología, Escuela de Biología, Universidad de Costa Rica, Costa Rica;
2. Unidad de Investigación Pesquera y Acuicultura (UNIP) del Centro de Investigaciones en Ciencias del Mar y Limnología (CIMAR), Universidad de Costa Rica.
3. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazonia, Manaus, Brasil.
4. Centro de Estudios Atitlán, Universidad del Valle de Guatemala, UVG, Sololá, Guatemala; mnorozco@uvg.edu.gt

En Guatemala se han reportado 11 especies de cangrejos de agua dulce, pertenecientes a seis géneros de la familia Pseudothelphusidae. El Lago Atitlán es probablemente el único lugar en América en donde se practica una pesca artesanal importante de cangrejos de agua dulce, de lo que hasta ahora se ha reportado como *Potamocarcinus guatemalensis*. No obstante, pescadores y habitantes del Lago Atitlán reportan la existencia de dos tipos de cangrejo, uno relativamente pequeño y más claro, y el otro más grande y más oscuro. El objetivo de este estudio era identificar la(s) especie(s) de cangrejo que se pescan actualmente en el Lago Atitlán. Los análisis morfológicos de los gonopodios de machos adultos comprados en los mercados locales revelaron que los especímenes pequeños de color café claro, pertenecen a *Raddaus bocourti*; mientras que los especímenes más grandes y más oscuros son de *Potamocarcinus magnus*. La presencia de dos géneros distintos de cangrejos tiene importantes implicaciones para el manejo de este recurso, ya que hasta ahora se ha asumido que en el Lago Atitlán se practica la pesca de una sola especie. Por lo tanto y como base para un manejo adecuado del recurso, es importante estudiar la biología y dinámica poblacional de estos cangrejos en el Lago.



## Distribución geográfica de tres ranas arborícolas (Anura: Hylinae) y presencia de quitridio en la reserva de uso múltiple cuenca del Lago de Atitlán (RUMCLA), Guatemala.

Elida M. Leiva González<sup>1</sup>, Cristian Kraker Castañeda<sup>2</sup>, José L. Echeverría Tello<sup>3</sup> y Ángel J. Conde Pereira<sup>4</sup>

1. Escuela de Biología, Universidad de San Carlos de Guatemala (EBUSAC), Ciudad de Guatemala, Guatemala; elida.leiva@gmail.com
2. Departamento de Conservación de la Biodiversidad, El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR), San Cristóbal de Las Casas, Chiapas, México.
3. Oficina Técnica de Biodiversidad (OTECBIO), Consejo Nacional de Áreas Protegidas (CONAP), Ciudad de Guatemala, Guatemala.
4. San Francisco State University, San Francisco, California, E.E. U.U.

La riqueza de anfibios de Guatemala está constituida por 164 especies, de las cuales 43 son positivas para el hongo quitridio *Batrachochytrium dendrobatidis* - Bd-. Las especies de hílidos *Plectrohyla matudai*, *Plectrohyla sagorum* y *Ptychohyla euthysanota* han sido reportadas como positivas para Bd, sin embargo no han sido reconocidas todas las poblaciones potencialmente portadoras. En la Reserva de Uso Múltiple Cuenca del Lago de Atitlán (RUMCLA) están presentes, ecosistemas típicos de montaña que albergan a estas especies de anfibios. Por medio de modelos de distribución de especies (SDM) se proyectaron áreas con condiciones ambientales adecuadas para la presencia de dichas especies y simultáneamente se diseñaron muestreos para la detección de nuevas poblaciones portadoras de Bd. Para la elaboración de los SDM se empleó el programa MaxEnt y un paquete de variables bioclimáticas. Fueron seleccionados seis sitios dentro de la RUMCLA para llevar a cabo la corroboración a través de muestreos por encuentro visual. Individuos de *Plectrohyla euthysanota* y *Plectrohyla matudai* fueron encontrados en tres sitios, al este y sur de la Reserva. Mientras que ejemplares de *Plectrohyla sagorum* solamente fueron encontrados en un sitio al este. Durante los muestreos se obtuvieron raspados cutáneos para la posterior identificación del Bd mediante el método de PCR en tiempo real. Se logró detectar la presencia de zoosporas del hongo en individuos de *Ptychohyla euthysanota*, al sur de la RUMCLA. Con lo anterior se evidencia que los SDM son herramientas útiles para sugerir sitios con vacíos de información, dónde potencialmente se encuentran especies de interés para conservación.

## Ornitodiversidad en ecosistemas terrestres de la Cuenca Lago de Atitlán

Luis Villar Anleu<sup>1</sup>

1. Escuela de Historia, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala; lvillaranleu@gmail.com

A principios del siglo XXI, el Programa Evaluaciones Ecológicas Rápidas del Centro de Datos para la Conservación, CECON, estudió biodiversidad en distintos sitios del país. Las aves fueron componente. Incluyó cinco localidades dentro de la Reserva Natural de Usos Múltiples Cuenca de Atitlán: Santa María Visitación (Cerro Xiquichó), Santiago Atitlán (Volcán Atitlán), San Lucas Tolimán (Cerro Iquitiu), Totonicapán-Sololá (Serranía María Tecún) y Valle de Panajachel. Las primeras comprenden bosques nublados, la última un delta cerrado semiseco. Las comunidades naturales corresponden a ecosistemas forestales templados del Bosque de Montaña, unidad del Sistema de Biomas propuesto para Guatemala. El conocimiento biogeográfico de la cuenca es de interés académico y estratégico en manejo medioambiental, protección y conservación de biodiversidad y apoyo de la actividad ecoturística. Mediante binoculares y apoyo de guías de campo impresas se registraron 107 especies, que en función del método de estudio pueden calificarse de comunes. Se hipotetiza que con mínimo esfuerzo cualquier observador puede dar con ellas. Se prepararon nóminas individuales por sitio, se proyectó una interpretación de los resultados para inferir vínculos geográficos entre ellos y, compendiando, se publicó Apuntes para conocer las aves de Panajachel (2008).

## Selección del Hábitat de Anidamiento por Aves Acuáticas en Santiago Atitlán, Sololá, Guatemala

Héisel Arreola Martínez<sup>1</sup>

1. Centro de Datos para la Conservación, Centro de Estudios Conservacionistas, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Universidad de San Carlos de Guatemala; arrhei02@hotmail.com.

El tul macho (*Schoenoplectus californicus*) y el tul hembra (*Typha domingensis*) son plantas emergentes en el Lago de Atitlán que sirven de refugio y sitio de reproducción para varios organismos y son fuente de ingresos para las comunidades, por lo que



su adecuado manejo es necesario. Se realizaron recorridos de búsqueda de nidos y un recorrido control, analizando cuadrantes de 4mX4m, 88 control y 18 con nido; clasificándolos como tipo 1 al de gallaretas (*Gallinula chloropus* o *Fulica americana*) y 2 al de garcita verde (*Butorides virescens*). Con un modelo de regresión logística se determinó que la variable más significativa es la profundidad del Lago, que al aumentar en 1m disminuye en más del 85% la posibilidad de encontrar un nido. También mostró que al aumentar en 1% la cobertura de tul macho o tul hembra se aumenta la posibilidad de encontrar un nido en 6%. Por lo que es conveniente aumentar la cantidad de plantas de tul macho que se siembra, conservar el tul hembra que crece y evitar el corte del tul de mayo a junio, ya que las plantas son frágiles por la lluvia y corresponde a la época de anidación de las aves acuáticas.

### **Riqueza de mamíferos medianos y mayores en cafetales y bosques de tres reservas naturales privadas (San Jerónimo Miramar-Quixayá, Santo Tomás Pachuj y Pampojilá-Peña Flor) de la Reserva de Usos Múltiples de la Cuenca del Lago de Atitlán - RUMCLA - (resultados parciales)**

Bárbara Escobar Anleu<sup>1,2</sup>

1. Escuela de Biología de la Universidad de San Carlos de Guatemala, USAC, Guatemala; bisa\_e8a9@hotmail.com
2. Asociación de Reservas Naturales Privadas de Guatemala, ARNPG; Guatemala, arnpg\_palajunoj@reservasdeguatemala.org

Las reservas naturales privadas cubren alrededor de 86305 hectáreas del país. En su mayoría son áreas con zonas productivas y de conservación, ejemplos de sistemas agroforestales. Aunque tienen limitantes en conservación, no proveyendo las mismas condiciones que un bosque original, existe evidencia de que proveen una alternativa útil como herramienta de conservación. Con esta investigación se caracterizaron mamíferos en tres reservas naturales privadas de la RUMCLA, para evaluar y comparar la riqueza e identidad de especies presentes, tanto en la zona productiva, como en la zona protegida y así realizar un análisis sobre la importancia que tienen estas áreas en la conservación. Para esto se utilizaron cámaras trampa y distintos atrayentes que facilitaron la captura de las fotografías. En Santo Tomás Pachuj se encontraron 11 especies de mamíferos (diez amenazadas), en San Jerónimo Miramar-Quixayá se

encontraron 13 especies (11 amenazadas) y en Pampojilá-Peña Flor se capturaron seis especies (cinco amenazadas). En los tres sitios, la mayoría de las especies fue encontrada en área de conservación. Entre las especies amenazadas estuvieron: *Dasyopus novemcinctus* (armadillo), *Eira barbara* (perico ligero), *Leopardus wiedii* (tigrillo), *Odocoileus virginianus* (venado cola blanca), *Puma concolor* (puma), *Tamandua mexicana* (hormiguero o tamandúa) y *Cuniculus paca* (tepezcuintle).

### **Determinación de las enfermedades asociadas al cultivo de maíz (*Zea mays*) del departamento de Sololá**

Emerson Herrera<sup>1</sup>, Margarita Palmieri<sup>1</sup>, Olga Zamora<sup>1</sup>

1. Centro de Estudios Agrícolas y Alimentarios, Instituto de Investigaciones, Universidad del Valle de Guatemala: eoherrera@uvg.edu.gt

El estudio se realizó en Sololá con 33 localidades durante 2 años. El objetivo fue determinar las enfermedades más importantes en el sistema milpa (maíz – y otros cultivos asociados) y medir el nivel de incidencia en las localidades analizadas. La metodología empleada para a nivel de laboratorio fue a través de observación directa bajo el microscopio previamente desarrolladas las estructuras mediante la técnica de cámara húmeda, en el caso de bacterias fue a través de siembras en medio de cultivo y para virus mediante la técnica de ELISA. En las revisiones realizadas en el campo se llegó a detectar la presencia de enfermedades importantes para el cultivo de maíz, que son las pertenecientes a los géneros: *Helminthosporium*, *Puccinia*, *Ustilago* y *Phyllachora*. En el año 2011 estos fueron los géneros de hongos reportados mientras en el 2012, se observó presencia del género *Phyllachora* asociado a otros organismos conocido como Complejo de Mancha de Asfalto en mayor proporción en las localidades monitoreadas y esto provocó expectativas de susceptibilidad de los materiales nativos al complejo de organismos que provocan esta enfermedad. Además se detectó presencia de virus en las muestras analizadas (3.8 % del total de muestras). Los cambios en los sistemas climáticos pueden ser esenciales para interpretar la alteración de las enfermedades en el área así también es recomendable continuar con los monitoreos de plantaciones para visualizar la problemática de las enfermedades en el campo.



## **Incremento de semilla y evaluación de rendimiento de materiales nativos de maíz (*Zea mays*) en tres diferentes estratos altitudinales en el departamento de Sololá**

Sofía Gómez<sup>1</sup>, Edwin de León<sup>1</sup> y Rodolfo Cifuentes<sup>1</sup>

1. Centro de Estudios Agrícolas y Alimentarios, Instituto de Investigaciones, Universidad del Valle de Guatemala; sgomez@altiplano.uvg.edu.gt

En el año 2011 se realizó una colecta de cultivares de maíz nativo en el departamento de Sololá con los objetivos de identificar materiales nativos de alto rendimiento y alto contenido nutricional, así como conservar la biodiversidad de maíz de la región. Parte de la semilla colectada se trató y conservó en un banco de semillas para su futura regeneración y evaluación. Para las evaluaciones de campo se seleccionaron accesiones que estuvieran arriba de la media de rendimiento (2.88 t/ha) reportado por los agricultores. En el año 2013 se evaluaron 51 accesiones nativas en tres sitios de Sololá y se compararon con 4 maíces mejorados generados en Guatemala hace varias décadas. Cada accesión se caracterizó morfológicamente utilizando 43 caracteres. A la cosecha, se colectó una muestra de grano para análisis de 8 minerales, incluyendo Zn. El 43% de las accesiones presentó un rendimiento de 1,501 a 4,500 kg/ha y el 58% estuvo arriba de 4,051 kg/ha. El 40% de las accesiones presentó un contenido de Zn de 1.52 a 20.3 mg/100g. Los resultados permitieron identificar un pequeño grupo de accesiones de maíz con alto rendimiento y alto contenido de Zn. Los mismos pueden ser de utilidad para la regeneración de maíces nativos que contribuyan a mejorar los problemas de inseguridad alimentaria y nutricional de la región.

## **Evaluación de variedades de tomate (*Solanum lycopersicum*) bajo condiciones de invernadero en los departamentos de Sololá y Suchitepéquez**

Vilma Porres<sup>1</sup>, Edwin de León<sup>1</sup> y Rolando Cifuentes<sup>1</sup>

1. Centro de Estudios Agrícolas y Alimentarios, Instituto de Investigaciones, Universidad del Valle de Guatemala; edeleon@altiplano.uvg.edu.gt

Se evaluaron las variedades de tomate indeterminado Escudero, Nemo Netta, Tabaré, Dartagnian y tomate

determinado Retana en cuatro invernaderos para determinar su rendimiento. Tres de los invernaderos se ubicaron en Sololá y uno en Suchitepéquez. Se determinó que todas las variedades se adaptaron a las condiciones de los dos departamentos, sin embargo se encontraron diferencias significativas en el rendimiento de acuerdo al sitio. Ojo de Agua, en Sololá fue el sitio en el cual los rendimientos fueron más altos (243.3 ton/ha), sin embargo en Suchitepéquez en donde los rendimientos fueron los más bajos, existe la posibilidad de realizar dos ciclos por año debido a que el ciclo de cultivo es más rápido. La variedad Escudero obtuvo el mejor rendimiento en los cuatro sitios con diferencia significativa, seguida por Nemo netta, Dartagnian, Tabaré y Retana. La variedad Escudero mostro además un alto número de racimos por planta, un alto peso del fruto, y una alta proporción de frutos de primera calidad.

## **Determinación de la estructura genética de un grupo de variedades de *Phaseolus vulgaris* L. originario del altiplano guatemalteco empleando marcadores microsatélites (SSR's)**

Jonathan Morales<sup>1</sup>, Andrés Avalos<sup>2</sup>, Elena Dardón<sup>1</sup> y Margarita Palmieri<sup>1</sup>

1. Laboratorios de Protección Vegetal y Departamento de Biología, Universidad del Valle de Guatemala; jonaplus@gmail.com  
2. Departamento de Biología, Universidad del Valle de Guatemala.

En Guatemala se sabe muy poco de la diversidad de las razas de *Phaseolus vulgaris* en las variedades locales del Altiplano. Este trabajo pretendió determinar la estructura de la población de 17 variedades de *P. vulgaris* de una colección de germoplasma (Banco de Semillas de UVG Altiplano) y de muestras colectadas en Altiplano utilizando 15 marcadores microsatélites (SSR). Se determinó las diferentes longitudes de fragmentos y el número de alelos para cada variedad. Todos los microsatélites exceptuando BM143 y BMd01, produjeron múltiples patrones de bandas siendo el marcador BM175 el más numeroso. Los alelos concordaron con los reportados por Blair et al. (2003) y se observó que los alelos más comunes tendieron a tener más pares de bases que el de la media reportada, indicando mayor diversidad. El marcador con el mayor número de alelos fue BM137 seguido de BM143 y BM175, siendo éstos dirigidos a regiones no codificantes y teniendo los valores del PIC (contenido de información polimórfica) más elevados



entre 0.937 y 0.958. Se propuso un paquete de 5 marcadores óptimo el cual tuvo una correlación de (0.811) con la distancia genética generada con 15 marcadores. Se pudieron distinguir 10 agrupaciones. Las variedades de frijol que se separaron de la agrupación principal fueron, Altense, Hunapú, DRC3, Texel, A693, 24D, 24C, DRP11 y DRC1.

### **Evaluación de tres tipos de cubierta para macrotúneles sobre el microclima y la productividad de chile pimienta (*Capsicum annuum*) en Escuintla y Sololá.**

Vilma Porres<sup>1</sup>, Rolando Cifuentes<sup>1</sup> y Edwin de León<sup>1</sup>

1. Centro de Estudios Agrícolas y Alimentarios, Instituto de Investigaciones, Universidad del Valle de Guatemala; veporres@uvg.edu.gt

Se evaluaron los materiales agrotexil, malla y plástico combinado con malla como cubierta para macrotúneles, y su efecto sobre el microclima y la productividad de chile pimienta en comparación a campo abierto. La evaluación se llevó a cabo a 292, 1695 y 2343 msnm, en dos ciclos consecutivos. En el año 2012 se evaluaron los híbridos Nathalie y Cacique, y en el 2013 Natalie, Tecun y Cortes. El mejor material fue el plástico con malla. Con este se obtuvo el mejor rendimiento (42.3 t/ha), temperatura y humedad relativa apropiada para el cultivo (32.2 °C y 52 %). Se observó un aumento en la precocidad y reducción en pérdidas. La cubierta de malla fue la segunda mejor en rendimiento (25.1 t/ha) generando un ambiente más cálido y menor humedad relativa (32.7 °C y 49.5 %). Con la cubierta de agrotexil se obtuvo un rendimiento promedio de 21.1 t/ha, temperatura y humedad relativa de 32 °C y 50.5 %, respectivamente. No se observaron diferencias significativas entre el rendimiento de los distintos híbridos. El aumento en la productividad fue de 4.4, 2.6 y 2.2 veces en los macrotúneles de plástico combinado con malla, malla y agrotexil respectivamente comparado con el control a campo abierto.

### **Phosphorus Sorption Dynamics in Soils from Lake Atitlán, Guatemala**

Emily Carlson<sup>1</sup>, Eliška Rejmánková<sup>1</sup>, Sudeep Chandra<sup>2</sup>, Margaret Dix<sup>3</sup> y Vicky Mosquera<sup>4</sup>

1. University of California, Davis; erejmankova@ucdavis.edu.  
2. University of Nevada, Reno.  
3. Universidad del Valle de Guatemala.  
4. Universidad Rafael Landívar, Guatemala

Soils generally and volcanic soils specifically are known for their capacity for phosphorus (P) retention. This study aimed to determine the extent of P sorption and the fate of sorbed P from soils collected from the near shore watershed of Lake Atitlán. Soil samples collected from various land uses, stratified by the age of volcanic deposits, were subjected to P sorption/desorption batch assays. The data were used in the Langmuir sorption model to calculate the potential maximum sorption and the sorption affinity coefficient, the equilibrium phosphate concentration (EPC<sub>0</sub>), and the phosphate saturation ratio (PSR). These values show large diversity of P retention in soils - many soils initially desorbed phosphate at low levels, while others sorbed up to 90% of phosphate at the highest level. The desorption test showed that all soils were efficient in retaining the sorbed fraction, and even continued sorbing additional phosphate. Sorption was best correlated to the concentration of extractable aluminum. These various measures of soil P retention depend more on age (tertiary or quaternary) and location of soil than land use. The results can be used to inform local farmers of best management practices in the application of fertilizer to both increase yield and protect Lake Atitlán from further eutrophication.

### **Las Investigaciones Arqueológicas en el sitio Semetabaj**

Marvin Tecún Cuxil<sup>1</sup>, Carlos Alvarado Galindo

1. Centro de Investigaciones Arqueológicas y Antropológicas, Instituto de Investigaciones, Universidad del Valle de Guatemala; canelamarvin@yahoo.com

En este documento se presenta una secuencia de los resultados obtenidos en las investigaciones arqueológicas en Semetabaj. El objetivo es presentar de forma integrada la información arqueológica recuperada en dicho sitio durante las excavaciones



realizadas los últimos 3 años. La metodología utilizada se basa principalmente en las excavaciones sistemáticas realizadas y en el análisis de la cerámica recuperada. Los resultados obtenidos son presentados en forma secuencial y organizados según el área investigada. Las conclusiones indican que el sitio Semetabaj estuvo ocupado durante el Preclásico Medio, fue abandonado durante el Preclásico Tardío, y nuevamente re-ocupado durante el Clásico Temprano. Las excavaciones recientes en 2013 y 2014 confirman estas ocupaciones indicando, además, que la población del Clásico Temprano permaneció en Semetabaj hasta comienzos del Clásico Tardío cuando se abandonó definitivamente el sitio.

### **El sitio arqueológico Semetabaj y las relaciones culturales en el Altiplano de Guatemala**

Carlos Alvarado Galindo<sup>1</sup>

1. Centro de Investigaciones Arqueológicas y Antropológicas, Instituto de Investigaciones, Universidad del Valle de Guatemala; alvaradogalindo\_carlos@yahoo.com.mx

El presente trabajo presenta una integración de los desarrollos culturales en la cuenca del Lago de Atitlán, y su evolución hasta la época del contacto con los españoles en el siglo XVI. Forma parte del estudio de las interacciones culturales del altiplano de Guatemala que maneja en forma permanente el Centro de Investigaciones Arqueológicas y Antropológicas de la UVG. El objetivo de esta investigación es incorporar los datos obtenidos de las excavaciones en el sitio Semetabaj, dentro del panorama de las relaciones culturales del Altiplano. La metodología utilizada consiste en el análisis e interpretación de la información arqueológica recuperada en las diversas regiones que interactuaron durante muchos siglos, como Chimaltenango, el Valle de Guatemala, Sacatepéquez, El Quiché y Sololá. Los resultados obtenidos presentan un panorama general de los movimientos culturales en el Altiplano. Las conclusiones indican que la población de la región del Lago proviene de un tronco común de pobladores que estuvieron presentes en la región desde el Clásico Temprano. Las nuevas evidencias revelan una nueva visión de las interrelaciones entre las poblaciones alrededor del Lago durante esa época así como sus contactos con las regiones vecinas. Este trabajo ofrece algunas interpretaciones sobre los cambios en estas relaciones.

### **El Lago de Atitlán según los antiguos documentos**

Matilde Ivic de Monterroso<sup>1</sup>

1. Centro de Investigaciones Arqueológicas y Antropológicas, Universidad del Valle de Guatemala; ivic@uvg.edu.gt

Este trabajo presenta una reconstrucción de los acontecimientos relacionados con el Lago de Atitlán durante la época Prehispánica, especialmente el periodo Posclásico Tardío (1200 a 1524 d.C.), basada en documentos k'iche's, kaqchikeles y tz'utujiles. A la vez, se relaciona esta información con los datos arqueológicos del mismo periodo. El objetivo es analizar el desarrollo cultural en el Lago de Atitlán en el periodo anterior a la conquista castellana, así como reevaluar la información a la luz de los datos recientes. La metodología que usa es la comparación de la información de los documentos etnohistóricos con los datos obtenidos por medio de la Arqueología, presentados de una manera didáctica, a fin de lograr un acercamiento con los pobladores del área. Los resultados se refieren a un panorama aproximado de la historia del desarrollo cultural en la cuenca del Lago de Atitlán durante el periodo ya referido, anotando eso sí los puntos en donde los datos no son claros. La conclusión es que el Lago de Atitlán ha sido un punto de encuentro entre las poblaciones del Altiplano de Guatemala, la Costa Sur y en algunos casos con otras regiones mesoamericanas.

### **Un sitio arqueológico sumergido en Atitlán**

Sonia Medrano<sup>1</sup>

1. Universidad San Carlos de Guatemala; somedrano@gmail.com

En la década de 1990 se descubrió un sitio arqueológico sumergido en el Lago de Atitlán. Antiguamente se ubicaba en una isla que luego de subir el nivel del agua quedó sumergido. En 2008 se inició la investigación arqueológica del sitio con objetivo de identificar las características de las estructuras del sitio y la época en que fue cubierto por el agua. Se han realizado tres temporadas de campo entre 2008 y 2011, y se ha logrado identificar la topografía del sitio, cuatro grupos de estructuras además de monumentos. Por los materiales arqueológicos recuperados se ha determinado que el sitio quedó sumergido alrededor del 300 d.C. El sitio



sumergido es prueba que el paisaje del Lago de Atitlán ha tenido cambios drásticos y sus habitantes han experimentado eventos catastróficos en el pasado.

### **Hallazgos Arqueológicos en el Mercado Municipal de Sololá**

María de los Ángeles Corado M.<sup>1</sup>

1. Universidad del Valle de Guatemala; marieloscm@gmail.com.

En el año 2012 la Municipalidad de Sololá inició un proyecto de modernización del mercado municipal, que consistió en la demolición de la infraestructura en función para la construcción de un nuevo edificio de mercado. Debido a los antecedentes coloniales de la ciudad se llevó a cabo un proyecto arqueológico de rescate, con el objetivo de verificar la existencia de materiales arqueológicos en el subsuelo del terreno a intervenir para la construcción de una obra pública. Durante los trabajos arqueológicos se descubrieron entierros con patrón funerario cristiano, así como materiales arqueológicos de la época Colonial, tales como cerámica, cuantas de vidrio, reliquias, taujías y cimientos, que muestran la historia de ocupación de este espacio. La evidencia arqueológica e histórica, sugiere que el camposanto fue establecido a partir de la llegada de la orden encargada de adoctrinar al pueblo Kakchiquel, y estuvo en uso hasta finales del siglo XIX. Además de haber recuperado materiales coloniales, los análisis preliminares de la cerámica señalan fechas del Clásico Temprano y Clásico Tardío, que deberán ser estudiados en el futuro con mayor profundidad.

### **Conservación de Suelos en áreas de los volcanes en el municipio de Santiago Atitlán**

Fernando José Recancoj Escobar<sup>1,2,3</sup>

1. Municipalidad de Santiago Atitlán, Sololá; ferrecan@hotmail.com.
2. Agencia Andaluza de Cooperación Internacional para el Desarrollo -AACID-
3. Productos y Servicios de Agronomía y Medio Ambiente "Kayalá"

El objetivo del estudio fue la recuperación y conservación de suelos para contribuir a la reducción de riesgos a desastres en el Municipio de Santiago Atitlán, Sololá, desarrollando un proceso de

capacitación y sensibilización a la población sobre recuperación y conservación de suelos, con enfoque en la gestión de riesgos y manejo de microcuencas y el establecimiento de estructuras de conservación de suelos que contribuyan al incremento de la productividad agrícola y reducción de riesgos en áreas particulares y municipales. Se utilizaron diferentes metodologías: diagnósticos participativos; investigación bibliográfica y cartográfica; construcción de obras físicas (diques, barreras vivas/muertas, acequias); geoposicionamiento y generación de mapas. En el proceso de sensibilización se trabajaron metodologías como: grupos focales, asambleas comunitarias, talleres participativos utilizando el arte, capacitación teórico-prácticas, intercambios entre agricultores, programas de radio y tv. Como resultado se obtuvo la estabilización y control de la erosión en 7 cárcavas, mediante la construcción de diques de contención con materiales inertes (piedras, troncos, postes y otros); conservación de 25 hectáreas de terreno particular; sensibilización en tv y radio local; participación de 180 niños de nivel primario; mapas participativos de diagnóstico y planificación de 3 microcuencas a nivel comunitario, finalmente la formación y capacitación sobre conservación de suelos.

### **TG en el tratamiento de aguas residuales**

Rodolfo Torres<sup>1</sup> y S. Molina<sup>1</sup>

1. Agrogases de Centroamérica

La tecnología de gases TG, es un conjunto de conocimientos, técnicas, procedimientos, equipos e infraestructura destinada a la minimización de los impactos ambientales negativos de las aguas residuales (Depuración) utilizando gases comprimidos, de los cuales se establece básicamente la utilización de ozono (O<sub>3</sub>) y Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>), en un proceso Físico-Químico, mismos que se utilizan posteriormente a operaciones de desbaste y coagulación, generando un proceso oxidativo rápido y de alta eficiencia (O<sub>3</sub>) que reduce considerablemente la materia orgánica oxidable (DBO y DQO), fósforo, nitrógeno, sólidos totales, metales, colores, olores y microorganismos que pudieran estar presentes, eliminando con ello los procesos biológicos y microbiológicos de digestión aeróbica, que se necesitarían para la depuración de aguas altamente contaminadas, realizando estos en un estado alcalino,



debido al proceso mismo de coagulación previo, y que posteriormente es neutralizado por la adición de CO<sub>2</sub>, impactando convenientemente en otros parámetros de calidad del agua, reduciendo en un 90% el área requerida para el tratamiento y en un 80% el tiempo del mismo, alcanzando eficiencias mayores al 80% con costos significativamente iguales al uso de la tecnología convencional de tratamiento y depuración. La TG es ideal para aguas residuales altamente contaminantes o eutroficantes

### **Propuesta integrada para el tratamiento y disposición de aguas residuales en la periferia del Lago de Atitlán**

Rodolfo Espinosa Smith<sup>1</sup> y Diego Zaparolli<sup>1</sup>

1. R. E. Ingeniería; rodolfoe@consultant.com.

El Lago de Atitlán está sufriendo un deterioro gradual como consecuencia de la actividad agrícola, industrial, turística y habitacional que descarga sus efluentes con contenidos de materia orgánica e inorgánica a los ríos que fluyen hacia el Lago de Atitlán. Estos compuestos constituyen el sustrato y los nutrientes necesarios para la proliferación de la flora del Lago, incluyendo algunas especies indeseables (i.e. *Hydrilla*, cianobacterias y otras). Es obvio también, para la comunidad científica, que los problemas de contaminación del ambiente no se deben de resolver con acciones correctivas para paliar las consecuencias que se manifiestan en el receptor final, sino tratándolas en el foco, antes de que se combinen con otros efluentes de diferente naturaleza, que requieren un tratamiento diferente y que aumentan el volumen a tratar y por consiguiente implican inversión y costos de operación mayores. El tratamiento “universal” no es económico. La presente propuesta sugiere la aplicación de las leyes vigentes, y describe el diseño y la operación de plantas individuales de tecnología comprobada para aplicarse en los focos de origen de los efluentes contaminantes. El sistema consiste en tratamiento primario, digestión aeróbica, absorción microbiológica, y disposición por fertirriego

### **Estudio comparativo de remoción de fósforo en las aguas residuales domésticas, como medida de protección ambiental al Lago de Atitlán, en el municipio de Panajachel, departamento de Sololá.**

Gerson Elías Barrios Garrido<sup>1</sup>

1. Programa de Fomento del Sector Municipal, Instituto de Fomento Municipal INFOM; gersonbarrios@gmail.com.

El objetivo de la investigación fue determinar cuál de los tres coagulantes era el más óptimo para reducir químicamente el fósforo presente en las aguas residuales. Por lo tanto se realizaron pruebas experimentales utilizando sulfato de aluminio, cloruro férrico y sulfato ferroso como coagulante para la remoción de fósforo en las aguas residuales domésticas, provenientes de la cabecera municipal de Panajachel, Sololá, tomando muestras simples en los desfuegos que vierten paralelo al río San Francisco, Puente la Amistad y Embarcadero. La técnica utilizada fue la prueba de jarras para determinar la dosis de coagulante para remover de manera más eficiente el fósforo total, para ello se realizó una prueba individual para cada coagulante. Con las muestras en los recipientes para cada una de las dosis de los coagulantes, se procedió a determinar el contenido de fósforo en cada jarra. Para ello se utilizó un espectrofotómetro de absorción molecular, según método USEPA 365.2 para agua residual y método Standard 4500 PE para agua potable, equipo marca HACH AR2000. La medición del contenido de fósforo se basó en la medición de la intensidad de luz (en cantidades nefelométricas), lo cual se logró a través de un reactivo, denominado Phosver. El estudio demuestra que el fósforo presente en las aguas residuales domésticas en la cabecera municipal de Panajachel, Sololá, puede ser reducido mediante la adición química de coagulantes tales como el sulfato de aluminio, el cloruro férrico y el sulfato ferroso, siendo el más eficiente el cloruro férrico con una dosis de 80 mg/l de coagulante para cumplir con el límite de 5 mg/l de fósforo total.



## Utility of monitoring, experiments, and data mining to understand changes to Lake Atitlán

Sudeep Chandra<sup>1</sup>, Eliška Rejmánková<sup>2</sup>, Margaret Dix<sup>3</sup>, Vicky Mosquera<sup>4</sup>, Alecia Brantley<sup>1</sup>, Emily Carlson<sup>2</sup>, Stephanie Castle<sup>2</sup> and Nancy Giron<sup>1</sup>

1. University of Nevada Reno; limnosudeep@me.com

2. University of California, Davis.

3. Universidad del Valle de Guatemala.

4. Universidad Rafael Landívar, Guatemala.

We compiled historical information, initiated experiments, and refined a basic monitoring program to quantify the State of Lake Atitlán. Information from 1969 to 2014 suggests strong variability in Secchi disk clarity between seasons and long-term declines in the lake's clarity, from 15-5 m ( $R^2=0.51$ ,  $p=0.01$ ) in the dry season that is likely due to increased algal biomass and resuspension of sediments delivered during the wet season. Knowledge of changes to the deep water oxygen levels in lake ecosystems helps us to understand the chemical speciation of nutrients available for algal and bacterial growth. Our measurements suggest a strong decline in hypolimnetic oxygen ( $R^2=0.79$ ) from 7.1 mg/L in 1969 to 0.5-2 mg/L between 2010 and 2014. This indicates a strong potential for storage and eventual release of phosphorus when the lake mixes over time, and is probably due to external organic matter loading from watershed sewage input and runoff. We observed a high interannual variability in depth distribution of algal taxa between 2013 and 2014 that

may be due to changing light and nutrient conditions. Transects and sediment grab collectors were used to monitor lake benthic communities from 1 to 300 m. In 2014, benthic invertebrate densities declined between 240-300 m depth and snails were nearly eliminated due to the development of an anoxic zone. We quantified the nutrient limitation of algal production and heterotrophic community respiration. Our data suggest a strong phosphorus and co-limitation (nitrogen and phosphorus) of phytoplankton depending on the season. Community respiration was higher and more variable in the littoral habitat than in the pelagic habitat. Additions of inorganic nutrients, phosphorus, nitrogen, and nitrogen + phosphorus had no effect on community respiration in either habitat, but glucose and four different soil additions significantly stimulated pelagic community respiration. Sewage additions elicited the highest response in community respiration in both pelagic and littoral habitats. Therefore, treatments containing organic carbon, and organic nutrients, significantly stimulated community respiration; suggesting that organic nutrients probably limit community respiration in Lake Atitlán. To slow deterioration and guide local authorities towards better and more sustainable practices, we developed inter-university, nongovernmental organization and private sector collaboration that, since 2010, trained 144 participants from Guatemala, the United States, and the Czech republic and strengthened local research capacity for watershed monitoring and community outreach through a USAID funded project, "United for Lake Atitlán".



# RESÚMENES DE LAS PRESENTACIONES DEL SIMPOSIO

## POSTERS

### **Batimetría Lago de Atitlán, 2014**

Samuel Eduardo Valiente Leiva<sup>1</sup>

(1) Autoridad para el Manejo de la Cuenca del Lago de Atitlán, AMSCLAE, Panajachel; seguimiento@amsclae.gob.gt.

Desde los setentas, cuando se realizó la única medición batimétrica del Lago de Atitlán, han transcurrido casi cuatro décadas sin que una medición similar volviera a efectuarse. Por lo tanto, durante mayo y junio de 2014, se estableció una brigada hidrográfica en la que participaron la Autoridad para el Manejo Sustentable de la Cuenca del Lago de Atitlán y su Entorno (AMSCLAE); Ministerio de la Defensa Nacional, por medio de la Dirección General de Asuntos Marítimos (DIGEMAR); Empresa Portuaria Quetzal (EPQ); Empresa Portuaria Nacional Santo Tomás de Castilla (EMPORNAC) e Instituto Geográfico Nacional (IGN), con el objeto de actualizar la batimetría del Lago de Atitlán. Por un periodo de 41 días, se realizaron operaciones acuáticas para la recolección de datos de batimetría, cubriendo la totalidad del área del espejo de agua del Lago, 124 Km<sup>2</sup> aproximadamente, y una longitud de recolección de datos batimétricos de 1,374.31 Km. Los datos están siendo procesados con un software hidrográfico Hypack y Surfer, y se están haciendo correcciones por marea meteorológica y velocidad del sonido. Preliminarmente la profundidad máxima detectada fue de 327.53 metros. Al tener todos los datos procesados, se trasladarán al IGN para la validación y elaboración de mapas temáticos finales y de acceso público. Se espera que esta información sea una herramienta importante en la gestión integral de la Cuenca del Lago de Atitlán, ya que se obtendrán datos cómo tasas de sedimentación media anual, cálculo del volumen actual de embalse del Lago de Atitlán y también servirá como base para determinar cotas máximas en las zonas rivereñas, entre muchas más aplicaciones.

### **Relación entre la biomasa de fitoplancton y la descarga de fósforo proveniente del uso directo de detergentes en el litoral del Lago de Atitlán**

Juárez Laparra, Ana Regina<sup>1</sup>

1. Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas, Universidad Rafael Landívar, URL, Guatemala; arjuarezl@correo.url.edu.gt

Los sitios con mayor población de mujeres que lavan ropa directamente en el Lago son San Lucas Tolimán (SLT), Santiago Atitlán (SA), San Antonio Palopó (SAP), Santa Catarina Palopó (SCP) y San Pedro la Laguna (SPL). Por lo tanto, el objetivo del estudio es determinar cuantitativamente la relación que existe entre el crecimiento del fitoplancton y la descarga de fósforo proveniente esta actividad en el litoral del Lago Atitlán. Se realizó un bioensayo con agua del centro del Lago y diferentes concentraciones de los tres detergentes más utilizados por las lavanderas; y se analizó la pluma de contaminación en cada sitio, considerando 3 distancias y direcciones del lugar de lavado durante 2 épocas climáticas, y a Santa Cruz la Laguna y San Juan la Laguna como sitios control. Se analizó Fósforo Reactivo Soluble y Clorofila con el método Nusch & Palme. Los resultados preliminares indican que durante la época de estiaje las concentraciones más altas se encuentran en SPL (1.296 y 0.083 ppm-P) y en SLT y SAP (8.101 y 7.166 ppm-Clorofila respectivamente); mientras que después de las primeras lluvias se encuentra SA (8.196 y 7.447 ppm-Clorofila). Preliminarmente no se observa una relación directa entre variables, aún no ha finalizado el análisis de datos.



## **Calidad del agua de las playas de Panajachel para uso recreacional durante la época seca, 2014**

Ana Cristina Martínez Rendón<sup>1</sup> y Elsa Ma. de Fátima Reyes Morales<sup>1</sup>

1. Autoridad para el Manejo Sustentable de la Cuenca del Lago de Atitlán y su Entorno -AMSCLAE-, Panajachel, Sololá; calidaddeagua@amsclae.gob.gt

El Departamento de Investigación y Calidad Ambiental de la AMSCLAE, realiza desde el 2012 monitoreos para evaluar la calidad microbiológica del agua de Atitlán para su uso recreacional, principalmente en las playas más frecuentadas por usuarios alrededor del Lago. El objetivo de este estudio es evaluar el impacto que tienen los visitantes sobre la calidad del agua durante la temporada de mayor afluencia de usuarios. Debido a que en Guatemala no existe una legislación sobre aguas recreacionales, se estableció un protocolo de monitoreo a partir de los criterios propuestos por la Organización Mundial de la Salud y los Métodos estandarizados para el análisis de agua y aguas residuales. Se recolectaron diez muestras antes y diez después de Semana Santa (febrero- mayo 2014) en dos de las playas más importantes de Panajachel. Las muestras fueron recolectadas en frascos estériles de 250 mL y transportadas en cadena de frío, para ser procesadas en las primeras seis horas luego de su recolección. Mediante la técnica de filtración por membrana y el sistema Petrifilm™ como medio de cultivo, se aislaron e identificaron los coliformes totales y E. coli. Los resultados obtenidos evidenciaron que la calidad del agua de las playas evaluadas no cumplen con los criterios establecidos por la Organización Mundial de Salud para aguas recreacionales.

## **Índices de Calidad de Agua en los ríos Tzalá y Tzununá, cuenca del Lago de Atitlán.**

Ana Isabel Arriola de León Régil<sup>1</sup>

1. Centro de Estudios del Mar y Acuicultura –CEMA- de la Universidad de San Carlos de Guatemala –USAC-, Guatemala; isa.arriola@gmail.com

El Lago de Atitlán es afectado por la contaminación drenada a través de los ríos permanentes que forman parte de la cuenca, por lo que analizar la calidad de agua de los mismos es importante, para evaluar su impacto en el Lago. Durante la investigación se evaluó la calidad de agua de los ríos Tzalá y Tzununá utilizando parámetros fisicoquímicos y

macroinvertebrados bentónicos. Se realizó un muestreo multi-hábitat de macroinvertebrados utilizando una red en “D” y se calcularon el índice de calidad de agua (ICA) y el índice BMWP/Atitlán para establecer el nivel de contaminación en tres sitios de cada río durante la época seca y lluviosa del año 2013. Se colectaron 7722 organismos distribuidos en 11 Órdenes y 39 familias. Según ambos índices el río Tzununá presentó mejor calidad de agua que el río Tzalá, y los dos ríos reportaron mejor calidad durante la época seca. Los órdenes Díptera y Ephemeroptera fueron los más abundantes y Diptera fue el más diverso en ambos muestreos con 11 familias. Del trabajo se concluye que (1) el río Tzununá está menos impactado por actividades antropogénicas que el río Tzalá y (2) que existe un impacto por las lluvias en la calidad de agua de los ríos y en la destrucción de micro-hábitats para macroinvertebrados.

## **Diversidad (riqueza y abundancia relativa) de aves acuáticas en época no migratoria y migratoria en el Lago de Atitlán**

Bárbara Escobar<sup>1</sup>

1. Escuela de Biología de la Universidad de San Carlos de Guatemala, USAC, Guatemala; bisa\_e8a9@hotmail.com

El Lago de Atitlán es uno de los lugares turísticos más importantes del país. Los estudios de aves acuáticas son muy escasos en el país y ninguno de ellos ha sido realizado en este Lago, a pesar de que esta región tiene un potencial aviturismo que podría aprovecharse mejor. Con esta investigación se buscó conocer sobre la diversidad de avifauna acuática del Lago de Atitlán, en distintas épocas del año. Los objetivos fueron estimar la riqueza y abundancia de las especies encontradas para establecer si existe una diferencia entre las épocas. Para esto se realizaron recorridos mensuales en lancha alrededor de todo el Lago de Atitlán, durante la época no migratoria (junio, julio y agosto) y la migratoria (septiembre, noviembre y diciembre). A lo largo del recorrido se realizaron avistamientos, con ayuda de binoculares y cámaras fotográficas, para poder registrar las especies y sus abundancias. La mayor y menor diversidad se observó durante el mes de septiembre (inicio de época migratoria) y diciembre, respectivamente. La riqueza de especies en la época no migratoria fue de 12 especies y 19 en la migratoria.



## Diversidad de aves en diferentes condiciones de fragmentación del bosque pino-encino en Sololá, Guatemala

Juan Zelada<sup>1</sup>, Fernanda Ramírez<sup>1</sup> y Héisel Arreola<sup>1</sup>

1. Escuela de Biología, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala; jzelada.limno@gmail.com

Las actividades humanas poco sustentables realizadas en el bosque pino-encino de la RUMCLA han dado como resultado un paisaje fragmentado que disminuye la diversidad de especies sensibles a la perturbación. El objetivo principal de esta investigación fue observar las variaciones en la diversidad de aves en distintos patrones de fragmentación del Bosque de Pino-Encino. Se comparó la diversidad de aves residentes del sotobosque con un esfuerzo de 60 horas/hombre en diferentes condiciones de fragmentación del bosque a través de los cambios en la diversidad de aves en tres sitios con diferente Índice Integral de Conectividad (IIC): Parque Ecológico Corazón del Bosque (PECB) (IIC=0.3695), Escuela Normal Regional de Occidente (ENRO) (IIC=0.2613) y Parque Municipal Saquiché (PMS) (IIC=0.7813). En muestreos con redes de niebla se reportaron 98 individuos de 13 familias y 36 especies, el cual alcanzó un 52.83% de la riqueza estimada. Comparando la riqueza, abundancia y diversidad, PMS presentó los valores más elevados, mientras que PECB y ENRO tuvieron valores parecidos e inferiores. Existe una diferencia entre la diversidad de aves en distintas condiciones de fragmentación y relacionando la biología de las especies con el IIC se evidencia que las especies se agrupan según las condiciones de fragmentación: las del sitio de mayor fragmentación son tolerantes a alta perturbación y no son propias del lugar y las de los sitios de menor fragmentación tienen un hábitat restringido a este bosque.

## Cuantificación de la producción de frutos de llamo negro (*Rhamnus capreaefolia* schltl.) en el Volcán San Pedro, Sololá

Bárbara Escobar<sup>1</sup>, Juan Herrera<sup>1</sup> y Javier Rivas<sup>1</sup>

1. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Universidad San Carlos de Guatemala, USAC, Guatemala; elvenprayer@hotmail.com.

En el presente estudio se determinó si la producción de frutos de *Rhamnus capreaefolia* varía tanto altitudinal como temporalmente durante los meses de la época lluviosa. Se establecieron dos pisos

altitudinales (A y B), en cada uno se tomaron 10 especímenes, y se realizaron conteos durante 5 meses (Junio a Octubre) de la época lluviosa para estimar la producción de frutos. Utilizando una prueba de Mann-Whitney,  $\alpha=0.05$ , no se encontró diferencia significativa en la producción de frutos entre pisos altitudinales; para el piso A (2400 a 2500 msnm), ni hubo diferencia significativa en la producción de frutos entre meses y para el piso B (2300 a 2400 msnm), aunque sí hubo diferencia significativa en la producción entre meses. Con una prueba de Nemenyi,  $\alpha=0.05$ , para el piso B se encontró diferencia en la producción de frutos entre los meses de Julio-Octubre y Septiembre-Octubre. También se determinó la biomasa de los frutos en los últimos tres meses del muestreo siendo ésta mayor en Septiembre. No hay diferencia significativa en la producción de frutos de *R. capreaefolia* entre los pisos altitudinales delimitados, para el piso B sí se encontró diferencia significativa en la producción de frutos entre los meses de la época lluviosa.

## Membranas Fotobioreactoras para purificar el agua

Manuel Barrutia<sup>1</sup>

1. Universidad Galileo; manubarruthia@gmail.com.

Las membranas fotobioreactoras son un sistema acuático para producir biocombustibles, limpiar el agua, capturar CO<sub>2</sub> y ampliar la producción de alimentos consiste en bolsas de plástico grandes con encartes de membranas que cultivan algas de agua dulce en aguas servidas, Usando la energía del sol, las algas absorben dióxido de carbono de la atmósfera y nutrientes de las aguas servidas para producir la biomasa y oxígeno. El objetivo de este proyecto es desarrollar una alternativa sostenible y ambientalmente compatible que se concentra en cultivo de algas a gran escala y tratamiento de flujo de residuos dentro del agua en membranas fotobioreactoras que previenen la reproducción excesiva de cianobacterias en la superficie del Lago. Los fotobioreactores hechos de polímero están diseñados para flotar fuera del agua, la tecnología no requiere de grandes extensiones de tierra para desarrollar la plataforma, estos fotobioreactores flotan sobre la superficie del agua aprovechando la onda y la acción del viento para proporcionar la mezcla necesaria y el control de temperaturas sobre las algas, que se alimentan de las aguas servidas dentro de las membranas plásticas. La biomasa



producida dentro de los fotobioreactores es capturada por una columna de intercambio de gases en donde se agrega dióxido de carbono al medio de cultivo de las algas y a su vez almacena biomasa dentro de la columna para luego ser recolectada y hacer uso de sus derivados.

### **Economics and risk analysis of small farmer input decisions and output levels in the presence of price risk and erosion risk**

Dale Novotny<sup>1</sup>, Ginger Paige<sup>1</sup>, Roger Coupal<sup>1</sup>

1. Department of Agricultural and Applied Economics, Department of Ecosystem Sciences and Management

Small farmers in the rural Altiplano of Guatemala produce food for both sustenance and market income. Many areas are associated with high erosion risk in an increasingly variable climate. While farmers are endowed with very high quality soils, slopes and the volcanic nature of the soils where phosphorus is bound can erode from fields at higher rates. The study uses a program called @Risk© to run Monte Carlo simulations to measure the probability of changes in decision variables. This analysis evaluates two factors on the well-being of a representative small farmer: (1) The effect of phosphorus fertilizer prices changes and use, and (2) the effects of erosion and leaching on farm productivity on both net income and family food production. The analysis provides a first step in evaluating economic issues surrounding the potential regulation of phosphorus flows from various sources into Lake Atitlan from agricultural production.



# NOTAS

## Agenda

Nombre	Teléfono	E-mail
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____



## Observaciones

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

I Simposio de Investigaciones Científicas  
y Tecnológicas en la Cuenca del Lago Atitlán



