

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y FARMACIA  
ESCUELA DE BIOLOGÍA  
SUB PROGRAMA DE EDC

**INFORME FINAL INTEGRADO  
SERVICIO Y DOCENCIA / INVESTIGACIÓN  
DICIEMBRE 2016 – ENERO 2018**

NATALIA VARGAS LÓPEZ  
201400471

## Índice

<i>Índice</i> .....	2
<i>Introducción</i> .....	7
<i>Resumen de Actividades</i> .....	7
<i>Descripción de las Actividades Realizadas</i> .....	9
Servicio Pre-Establecido .....	9
Servicio .....	10
Docencia.....	17
<i>Bibliografía</i> .....	20
<i>Anexos</i> .....	21
Servicio pre-establecido .....	21
Servicio .....	22
Docencia.....	28
<i>Título</i> .....	35
<i>Resumen</i> .....	35
<i>Introducción</i> .....	35
<i>Justificación</i> .....	36
<i>Referente teórico</i> .....	37
<i>Objetivos</i> .....	38
General: .....	38
Específicos .....	38
<i>Hipótesis</i> .....	38
<i>Metodología</i> .....	39
Sitio de estudio .....	39
Reconocimiento de campo .....	39
Colecta y análisis de muestras .....	40
Población.....	40
Muestra.....	40
Análisis estadísticos.....	40
<i>Resultados y discusión</i> .....	41
<b>Cuadro No.1 Descripción de las áreas principales de la Laguna</b> .....	41
<b>Cuadro No. 2 Principales actividades realizadas en la Laguna</b>	42

<b>Cuadro No. 3 Géneros de la Laguna Lemoa .....</b>	<b>44</b>
<b>Figura 2. Abundancia de géneros .....</b>	<b>45</b>
<b>Figura 3. Análisis de agrupamiento jerárquico de los puntos de colecta en la Laguna Lemoa .....</b>	<b>45</b>
<b>Figura 4. Análisis de componentes principales de los puntos de colecta en la Laguna Lemoa .....</b>	<b>46</b>
<i>Conclusiones y recomendaciones .....</i>	<i>47</i>
<i>Bibliografía .....</i>	<i>47</i>
<i>Anexos.....</i>	<i>50</i>
Resumen.....	50
Palabras clave .....	50



FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS Y FARMACIA  
PROGRAMA EXPERIENCIAS DOCENTES CON LA COMUNIDAD  
SUBPROGRAMA EDC-BIOLOGIA

INFORME FINAL DE SERVICIO Y DOCENCIA  
Centro de Acción Legal Ambiental y Social -CALAS-



ENERO 2017 – JULIO 2017

**Natalia Vargas López**  
**Lic. Billy Alquijay**

Dr. Yuri Giovanni Melini Salguero  
Director General  
**CALAS**

**Ing. Daniel Juárez**  
Área de Participación Política y Ciudadana  
**CALAS**



## Introducción

Durante el cuarto año de la carrera de biología se acumulan conocimientos que pueden ser puestos al servicio de los demás en el Programa de Experiencias Docentes con la Comunidad (EDC), para llegar a tener experiencia en el campo de trabajo de la carrera en el cual se tiene asesoría directa con profesionales que se dedican a las áreas de interés de cada estudiante en particular.

La práctica cuenta con tres partes, docencia, servicio e investigación. La docencia parte se encarga de la búsqueda, comprensión, interpretación, aplicación y divulgación del conocimiento científico, tecnológico humanístico, a través de la planificación, organización, dirección, ejecución del proceso educativo por medio de trabajos que se apliquen a escuelas, comunidades u otros lugares que lo necesiten (Alquijay, 2017).

Por otro lado, la parte de servicio consta de la aplicación del conocimiento científico, tecnológico y humanístico en la solución de los problemas y satisfacción de las necesidades de la sociedad guatemalteca y la institución (Alquijay, 2017). La investigación, es la parte que busca la creación del conocimiento, la comprensión, descripción, análisis, síntesis o interpretación del mismo en base a fenómenos naturales o sociales para generar propuestas que solucionen las problemáticas planteadas (Alquijay, 2017).

En el siguiente documento se presentan las actividades de servicio y docencia, realizadas en el Centro de Acción Legal social y Ambiental -CALAS-. En esta unidad se trabajó principalmente en el Área de Participación Política y Ciudadana -APPC-, en donde se llevan a cabo procesos de formación relacionados con el fortalecimiento de capacidades de los defensores/as de derechos humanos en Guatemala en temas de derechos humanos, auditoría social, fiscalización, incidencia, derechos de los pueblos indígenas, medio ambiente y recursos naturales, cambio climático y todos los derechos relacionados con la defensa y protección de los bienes naturales en Guatemala.

Se presentan desglosadas las **518hrs** acumuladas de servicio y docencia, de las cuales **383hrs** son de servicio y **135hrs** son de docencia.

## Resumen de Actividades

ACTIVIDADES	MESES	HORAS EDC	HORAS ACUMULADAS
<b>SERVICIO PRE-ESTABLECIDO</b>			
<b>Total de horas: 40hrs</b>			
<b>Colección de hongos</b>	Febrero	20hrs	20hrs
<b>Colección de insectos</b>	Febrero	20hrs	<b>40hrs</b>

ACTIVIDADES	MESES	HORAS EDC	HORAS ACUMULADAS
<b>SERVICIO</b>			
<b>Total de horas: 347hrs</b>			
<b>Visita de campo</b>	Diciembre 2016	9 hrs	9hrs

<b>Mataquescuintla</b>			
<b>Visita de campo La Puya</b>	Enero	9hrs.	18hrs
<b>Traducción</b>	Enero	5hrs.	23hrs
<b>Visita Trocaire y UDEFEGUA</b>	Enero	4hrs.	27 hrs
<b>Convenios</b>	Enero-Febrero	4hrs.	31 hrs
<b>Ayuda a Dr. Melini</b>	Febrero	4hrs.	35 hrs
<b>Visita Serviprensa</b>	Febrero	4hrs.	39 hrs
<b>Informes giras</b>	Enero-Junio	20hrs.	59hrs
<b>Liquidaciones</b>	Enero-Junio	10hrs.	69hrs
<b>Viacrucis de la indignación</b>	Marzo	6hrs	75hrs
<b>Aniversario de La Puya</b>	Marzo	4hrs	79hrs
<b>Presentación del V Informa Nacional</b>	Marzo	4hrs	83hrs
<b>Presentación Reserva de la Biosfera Maya</b>	Marzo	4hrs	87hrs
<b>Taller: Empresas extractivas en Las Victorias</b>	Marzo	4hrs	91hrs
<b>Encuentro de jóvenes</b>	Abril	50hrs	141hrs
<b>Diplomado Xalapán</b>	Abril	10hrs	151hrs
<b>Reuniones Muni-Guardianes/AGRIDIVI</b>	Mayo	4hrs	155hrs
<b>Reunión equipo APPC</b>	Mayo	4hrs	159hrs
<b>Caminata por el medio ambiente</b>	Junio	8hrs	167hrs
<b>Mujeres de oriente</b>	Junio	6hrs	176hrs
<b>Monitoreo de Medios</b>	Enero-Junio	90hrs	263hrs
<b>Legislación Ambiental</b>	Marzo-Julio	80hrs	<b>347hrs</b>

<b>ACTIVIDADES</b>	<b>MESES</b>	<b>HORAS EDC</b>	<b>HORAS ACUMULADAS</b>
<b>DOCENCIA</b>			
<b>Total de horas: 135hrs</b>			
<b>Gira: San Andrés</b>	Diciembre	19hrs	19hrs
<b>Información para JODVID</b>	Enero	5hrs	24hrs
<b>Taller: Empresas Extractivas Seminario Mayor</b>	Febrero	5hrs	29hrs
<b>Folleto para la Resistencia Pacífica La Puyita</b>	Febrero-Marzo	20hrs	49hrs



<b>Organización de talleres en la Puya</b>	Febrero-Marzo	15hrs	64hrs
<b>¿Quién lleva el Polen?</b>	Marzo	6hrs	70hrs
<b>Módulos de DDHH de los pueblos indígenas</b>	Marzo	20hrs	90hrs
<b>Foro: propiedad privada y consulta comunitaria</b>	Marzo	3hrs	93hrs
<b>Taller cambio climático</b>	Abril	6hrs	99hrs
<b>Taller PPM</b>	Mayo	8hrs	107hrs
<b>Diplomado Xalapán</b>	Mayo	28hrs	<b>135hrs</b>

### *Descripción de las Actividades Realizadas*

#### Servicio Pre-Establecido

Las 80hrs de servicio pre-establecido, realizadas durante el mes de febrero del año 2017, fueron programadas por el programa de EDC de la escuela de Biología, en dos unidades académicas distintas. Durante las dos primeras semanas, en la colección de insectos, del Museo de Historia Natural -MUSHNAT-, de la Universidad de San Carlos de Guatemala -USAC-, la cual está bajo el mando del Ph. D. Enio Cano. Durante las dos semanas siguientes, en el Herbario USCG del Centro de Estudios Conservacionistas -CECON- de la Universidad de San Carlos de Guatemala -USAC-, la cual está a cargo por la Ph. D Maura Quezada. A continuación se enlistan y detallan los trabajos realizados.

<b>Nombre:</b>	<b>CURACIONES EN COLECCIONES DE HONGOS</b>
<b>Objetivo:</b>	Brindar tratamiento a los especímenes de la colección de hongos para mantenerlos preservados en buenas condiciones.
<b>Procedimiento:</b>	Se revisaron los hongos de la colección del herbario USCG con el fin de detectar a los que se encontraban infestados por hifas de otros hongos o insectos que pudieran parasitarlos, seguido de esto a los que se le encontraba cualquiera de las dos situaciones se les aplicaba alcohol para que pasaran al congelador por tres días y posteriormente a la secadora por un día. Terminado este proceso los hongos regresaban a la colección.
<b>Resultado:</b>	Más de 50 hongos curados.
<b>Objetivos alcanzados:</b>	Mantenimiento de colecciones.
<b>Limitaciones:</b>	Tiempo y espacio dentro del herbario.

<b>Nombre:</b>	<b>MONTADO DE COLEÓPTEROS</b>
<b>Objetivo:</b>	Montar los especímenes de colectas de años anteriores para que pudieran ser ingresados a la colección de invertebrados.
<b>Procedimiento:</b>	Se identificaban las colectas que aún no habían sido montadas para pinchar a todos los escarabajos que lo precisaban. Seguido de esto se sacaban gónadas a los machos y se montaban con el respectivo espécimen. Para finalizar se realizaron etiquetas de todos los especímenes montados para que pudieran ingresar a la colección.
<b>Resultado:</b>	Más de 80 bichos montados.
<b>Objetivos alcanzados:</b>	Mantenimiento de colecciones.
<b>Limitaciones:</b>	Tiempo y datos de los bichos.

### Servicio

Las actividades de servicio, posteriores a las horas pre-establecidas, fueron realizadas en el Centro de Acción Legal Ambiental y Social -CALAS-, bajo el mando del Dr. Yuri Melini y la Lic. Jennifer Domínguez. Este trabajo inició en diciembre del año 2016 con una gira de campo y luego durante los meses de enero a julio. Debido a la naturaleza de la unidad de práctica, la mayoría de las actividades presentadas no fueron programadas a inicio del EDC, ya que se acoplaron a las necesidades que se presentan en CALAS. A continuación se enlistan y detallan los trabajos realizados.

<b>Nombre:</b>	<b>VISITA DE CAMPO A MATAQUESCUINTLA</b>
<b>Objetivo:</b>	Con el fin de tener el primer encuentro con las comunidades con las que trabaja el equipo de CALAS, se realizó una visita de campo en la que todo el equipo compartiría un momento con las comunidades.
<b>Procedimiento:</b>	Se realizó el viaje de campo en un día. Como primera actividad se llevó a cabo una convivencia con los familiares de un hombre que fue asesinado a causa de Minera San Rafael. Seguido de esto, en la aldea El Astillero, se visitó a varias personas de resistencias pacíficas quienes tenían preparado un almuerzo para compartir con el equipo.
<b>Resultados:</b>	Se conoció a jóvenes del grupo JODVID con quienes se trabajarán algunas ideas para fortalecer al grupo, así como también a otras personas de resistencias pacíficas.
<b>objetivos alcanzados:</b>	Tener el primer encuentro con las personas de las resistencias pacíficas en contra de empresas extractivas.
<b>Limitaciones:</b>	No se encontraron limitaciones.

<b>Nombre:</b>	<b>VISITA DE CAMPO A LA PUYA</b>
<b>Objetivo:</b>	Evaluar los proyectos de CALAS en La Puya, por parte de la organización que los financia (Trocaire)
<b>Procedimiento:</b>	Participaron las aldeas del Carrizal, el Guapinol y la Choleña por parte de la organización Trocaire, quienes se encargan de financiar proyectos para el trabajo de CALAS con las comunidades en resistencia. Con las tres comunidades reunidas se evaluaron los proyectos.
<b>Resultado:</b>	Finalización de proyectos con Trocaire.

	Ideas para docencia
<b>Objetivos alcanzados:</b>	Evaluación de proyectos.
<b>Limitaciones:</b>	No se encontraron limitaciones.

<b>Nombre:</b>	<b>TRADUCCIÓN DE SOLICITUD DE FONDOS PARA PROYECTOS</b>
<b>Objetivo:</b>	Realizar la traducción de una carta para la Fundación Tinker con el objetivo de buscar fondos para el proyecto en Santa María Xalapán, Jalapa el cual busca apoyar a las comunidades en acciones de defensa y protección del territorio, así como en la defensa de defensores/as criminalizados.
<b>Procedimiento:</b>	Se realizó la traducción del español al inglés de la carta para solicitar fondos económicos para los proyectos en Xalapán, Jalapa.
<b>Resultados:</b>	Carta traducida al inglés y enviada a la fundación Tinker.
<b>Objetivos alcanzados:</b>	Búsqueda de fondos para proyectos.
<b>Limitaciones:</b>	Ninguna.

<b>Nombre:</b>	<b>VISITA A LAS FUNDACIONES TROCAIRE Y UDEFEGUA</b>
<b>Objetivo:</b>	Finalización de proyectos en La Puya.
<b>Procedimiento:</b>	Se visitaron las instalaciones de la fundación Trocaire en zona 2 con el fin de firmar los documentos que indican la finalización de los proyectos ambientales en La Puya.
<b>Resultados:</b>	Finalización de alianzas con Trocaire para los proyectos en La Puya.
<b>Objetivos alcanzados:</b>	Finalización de proyectos.
<b>Limitaciones:</b>	No se encontraron limitaciones.

<b>Nombre:</b>	<b>VERIFICACIÓN DE VALIDEZ DE LOS CONVENIOS DE CALAS</b>
<b>Objetivo:</b>	Llevar el control actualizado de los convenios de CALAS para poder tomar acciones concretas en defensa del territorio y ambiente.
<b>Procedimiento:</b>	Revisar la validez de los convenios hechos por CALAS con otras entidades para el plan de recaudación de fondos.
<b>Resultados:</b>	Lista actualizada de los convenios hechos con otras instituciones.
<b>objetivos alcanzados:</b>	Control actualizado de los convenios de CALAS con otras organizaciones.
<b>Limitaciones:</b>	No se encuentran limitaciones

<b>Nombre:</b>	<b>AYUDA AL DR. MELINI CON PUBLICACIÓN DE LIBRO</b>
<b>Objetivo:</b>	Publicar la información sobre los defensores de los derechos ambientales de las comunidades con las que CALAS trabaja.
<b>Procedimiento:</b>	Por el momento se realizaron scanners sobre las actas realizadas en las asambleas en las que se realiza trabajo con las comunidades.
<b>Resultados:</b>	Actas scaneadas.
<b>Objetivos alcanzados:</b>	Sistematización de la información sobre las actas.

---

<b>Limitaciones:</b>	No se encuentran limitaciones
----------------------	-------------------------------

---

<b>Nombre:</b>	<b>VISITA A SERVIPRENSA</b>
<b>Objetivo:</b>	Verificar avances del libro informativo sobre las criminalizaciones de las y los defensores de los derechos ambientales.
<b>Procedimiento:</b>	Se visitaron las instalaciones de la Serviprensa para revisar los avances del libro a publicar por CALAS.
<b>Resultados:</b>	Correcciones realizadas en el libro.
<b>Objetivos alcanzados:</b>	Avances en correcciones.
<b>Limitaciones:</b>	Ninguna.

---

<b>Nombre:</b>	<b>INFORMES SOBRE GIRAS DE CAMPO</b>
<b>Objetivo:</b>	Llevar un control sobre las giras de campo realizadas por CALAS, es necesario llevarlo debido a los gastos realizados que deben liquidarse posteriormente.
<b>Procedimiento:</b>	Se detalla la información sobre las actividades realizadas en las giras de campo en un formato usado por CALAS para detallar la información, como fechas de viaje, lugares visitados, actividades desarrolladas, alimentos/materiales consumidos.
<b>Resultados:</b>	Informes finales terminados para giras de campo.
<b>Objetivos alcanzados:</b>	Control sobre las gira de campo.
<b>Limitaciones:</b>	No se encuentran limitaciones.

---

<b>Nombre:</b>	<b>LIQUIDACIÓN DE GASTOS</b>
<b>Objetivo:</b>	Liquidar los gastos realizados en giras de campos.
<b>Procedimiento:</b>	Compilan las facturas de las que se tienen registro sobre gastos para llevar el control sobre cuánto, en dónde y cuándo se hicieron los gastos para que las fundaciones que respaldan los gastos tengan la información.
<b>Resultados:</b>	Liquidación de gastos de giras de campos.
<b>Objetivos alcanzados:</b>	Liquidación de gastos
<b>Limitaciones:</b>	No se encuentran limitaciones

---

<b>Nombre:</b>	<b>VIACRUCIS DE LA INDIGNACIÓN</b>
<b>Objetivos:</b>	Representar a CALAS en el Viacrucis de la Indignación organizado por el grupo centinelas.
<b>Descripción:</b>	Se asistió al viacrucis de la indignación para representar a CALAS en la séptima estación, la cual fue compartida con algunas resistencias pacíficas en Guatemala como La Puya. En estas se hizo la relación de la estación con las resistencias de las comunidades en Guatemala.
<b>Resultados:</b>	Representación de CALAS.
<b>Objetivos alcanzados:</b>	Representación de CALAS en actividades política-religiosas.
<b>Limitaciones:</b>	No se encuentran limitaciones.

<b>Nombre:</b>	<b>QUINTO ANIVERSARIO DE LA PUYA</b>
<b>Objetivos:</b>	Acompañar a las comunidades de La Puya en la celebración de su quinto aniversario de resistencia.
<b>Descripción:</b>	Se asistió a la celebración del quinto aniversario de la resistencia pacífica de La Puya con el fin de acompañar a las comunidades en el festejo por los años de lucha ante los proyectos mineros.
<b>Resultados:</b>	Representación de CALAS en actividades sociales de importancia ambiental.
<b>Objetivos alcanzados:</b>	Acompañamiento a las comunidades de la Puya
<b>Limitaciones:</b>	No se encontraron limitaciones.

<b>Nombre:</b>	<b>PRESENTACIÓN DEL V INFORME NACIONAL SOBRE VIOLACIONES A DERECHOS HUMANOS.</b>
<b>Objetivos:</b>	Presentar y ayudar en los detalles para la presentación del V Informe Nacional sobre violaciones a derechos humanos.
<b>Descripción:</b>	Se presentó el V Informe Nacional Sobre Violaciones a los Derechos humanos de Ambientalistas, Activistas Ambientales, Trabajadores de ONG y Trabajadores Gubernamentales relacionados con la Gestión Ambiental y Recursos Naturales de Guatemala 2011-2015.
<b>Resultados:</b>	Acompañamiento al equipo de CALAS durante la presentación del Informe Nacional
<b>Objetivos alcanzados:</b>	Ayuda en los detalles para la presentación del V Informe Nacional
<b>Limitaciones:</b>	No se encontraron limitaciones.

**Nombre: REALIZACIÓN DE PRESENTACIÓN SOBRE PROBLEMÁTICAS AMBIENTALES Y SOCIALES EN LA RESERVA DE LA BIOSFERA MAYA.**

<b>Objetivos:</b>	Realizar cambios de diseño a la presentación del Dr. Yuri Melini para su exposición en el II Congreso de Justicia Ambiental en la Reserva de la Biosfera Maya.
<b>Descripción:</b>	Se realizó la presentación del Dr. Yuri Melini en el formato pedido por las autoridades del II Congreso de Justicia Ambiental en la Reserva de la Biosfera Maya.
<b>Resultados:</b>	Presentación en formato solicitado para el II Congreso de Justicia Ambiental en la Reserva de la Biosfera Maya del Dr. Yuri Melini.
<b>Objetivos alcanzados:</b>	Realización de cambios de diseño de la presentación del Dr. Yuri Melini
<b>Limitaciones:</b>	No se encontraron limitaciones.

**Nombre TALLER SOBRE EMPRESAS EXTRACTIVAS: LAS VICTORIAS**

<b>Objetivos:</b>	Apoyar al taller sobre empresas extractivas junto con el decanato.
<b>Descripción:</b>	Se realizó un taller informativo sobre el modo de operación de las empresas extractivas en Guatemala, sus implicaciones ambientales y sociales.
<b>Resultados:</b>	Apoyo al Dr. Melini con los detalles y organización del taller.
<b>Objetivos alcanzados:</b>	Apoyar al taller sobre las empresas extractivas.
<b>Limitaciones:</b>	No se encontraron limitaciones

**Nombre: ENCUENTRO DE JÓVENES EN DEFENSA DEL TERRITORIO 2017**

<b>Objetivos:</b>	Intercambio de experiencias de resistencias juveniles en el territorio guatemalteco.
<b>Descripción:</b>	Se realizó un encuentro de jóvenes que se encuentran en resistencia ante proyectos extractivos en La Puya, Jalapa, Santa Rosa y San Miguel Ixtahuacán, realizado en el departamento de San Marcos. Este tuvo como fin el intercambio de experiencias de las resistencias en las que se compartían el origen, las formas de trabajo y las limitaciones de cada grupo.
<b>Resultados:</b>	Inicio de la unificación de las resistencias juveniles.
<b>Objetivos alcanzados:</b>	Intercambio de experiencias de las resistencias.
<b>Limitaciones:</b>	No se encontraron limitaciones

<b>Nombre:</b>	<b>DIPLOMADO IDENTIDAD Y DEFENSA DEL TERRITORIO CON ÉNFASIS EN LOS DERECHOS HUMANOS DE LAS MUJERES</b>
<b>Objetivos:</b>	Empoderar a mujeres en temas de defensa del territorio y derechos humanos.
<b>Descripción:</b>	En Santa María Xalapán, Jalapa, se llevó a cabo el diplomado " <i>Identidad y defensa del territorio con énfasis en los derechos humanos de las mujeres</i> " con el grupo de mujeres de Amismaxaj.
<b>Resultados:</b>	Realización de diplomado.
<b>Objetivos alcanzados:</b>	Empoderamiento de mujeres
<b>Limitaciones:</b>	Los talleres se realizaron los días miércoles de cada mes, por lo que se complicaba la ausencia a laboratorio.

<b>Nombre:</b>	<b>REUNIÓN CON MUNI DE SANTA ROSA Y GUARDIANES DE LA NATURALEZA / AGRIDIVI</b>
<b>Objetivos:</b>	Organización de actividades
<b>Descripción:</b>	Se realizó una reunión con los guardianes de la naturaleza y la Muni de Santa Rosa para la organización de actividades para la celebración-conmemoración del sexto aniversario de la consulta municipal llevada a cabo en el 2012. La fecha de la celebración es el 16 de julio del 2017. Con AGRIDIVI la reunión consistió en poder conocer los procesos que la organización está llevando a cabo, para poder
<b>Resultados:</b>	Orientación para la organización de actividades
<b>Objetivos alcanzados:</b>	Organización de actividades
<b>Limitaciones:</b>	No se pudo asistir a la siguiente reunión

<b>Nombre:</b>	<b>REUNIÓN CON EQUIPO DE TRABAJO DE AREA DE PARTICIPACIÓN POLÍTICA CIUDADANA</b>
<b>Objetivos:</b>	Organización de actividades
<b>Descripción:</b>	Se realizaron reuniones de trabajo para delegar acciones a tomar durante el siguiente período de tiempo, en el cual se establecieron las nuevas tareas de cada uno.
<b>Resultados:</b>	Delegación de trabajos
<b>Objetivos alcanzados:</b>	Organización de actividades
<b>Limitaciones:</b>	No se encontraron limitaciones

<b>Nombre:</b>	<b>CAMINATA POR EL MEDIO AMBIENTE</b>
<b>Objetivos:</b>	Dar a conocer la preocupación por el deterioro ambiental.
<b>Descripción:</b>	En el marco del día del medio ambiente, se realizó una marcha para promover el cuidado del medio ambiente, al cual asistieron varios institutos tanto de la capital como del interior de Guatemala. En esta se contó con la participación de CALAS y se llegó hasta el congreso de la república para hacer conciencia en los funcionarios sobre la importancia del ambiente en la toma de

	decisiones.
<b>Resultados:</b>	Caminata del medio ambiente.
<b>Objetivos alcanzados:</b>	Manifiestar preocupación por el medio ambiente.
<b>Limitaciones:</b>	No se encontraron limitaciones.

<b>Nombre:</b>	<b>DESAYONO CON MUJERES DE ORIENTE</b>
<b>Objetivos:</b>	Socializar el trabajo de las mujeres de oriente.
<b>Descripción:</b>	Se realizó un desayuno con mujeres de oriente en la cual fueron invitadas mujeres con puestos políticos y las líderes comunitarias que están al frente en varias resistencias en el área de Santa Rosa. Esto se realizó por medio de recursos audiovisuales que serán compartidos y socializados en redes sociales. Seguido de esto se realizó una conferencia de prensa para socializar el trabajo realizado por estas mujeres en sus comunidades.
<b>Resultados:</b>	Dar a conocer la lucha de las mujeres de oriente en Santa Rosa y sus comunidades
<b>Objetivos:</b>	Socialización del trabajo de mujeres de oriente.
<b>Limitaciones:</b>	No se encontraron limitaciones.

<b>Nombre:</b>	<b>MONITERO DE MEDIOS DE LA NOTICIA AMBIENTAL</b>
<b>Objetivo:</b>	Llevar el control sobre las noticias que puedan llegar a afectar a CALAS, así como también llevar el registro de la realidad ambiental guatemalteca.
<b>Procedimiento:</b>	Revisar los diarios de alto impacto de Guatemala -tales como Prensa Libre, La Hora, Diario de Centro América, El Periódico- para documentar las noticias con relación al ambiente que involucren temas de agua, vida silvestre, bosques, áreas protegidas, cambio climático, columnas de opinión o problemática territorial.
<b>Resultados:</b>	Ordenamiento de las noticias de alto impacto de Guatemala de octubre 2016 a junio 2017.
<b>Objetivos alcanzados:</b>	Noticias ambientales controladas que se encontraban desorganizadas desde el año 2016
<b>Limitaciones:</b>	No se encuentran limitaciones.



<b>Nombre:</b>	<b>ACTUALIZACIÓN DE TOMOS DE LA LEGISLACIÓN AMBIENTAL GUATEMALTECA</b>
<b>Objetivos:</b>	Publicar VII tomos actualizados sobre la Legislación Ambiental Guatemalteca.
<b>Descripción:</b>	La última publicación sobre la Legislación Ambiental Guatemalteca fue realizada en el año 2010 con VI tomos (I: Gestión Ambiental; II: Gestión de Recursos Naturales, Sistemas Ambientales y Patrimonio Cultural; III: ; IV: Gestión Forestal; V: Gestión de la Diversidad Biológica y de Áreas Protegidas; VI: Legislación de Recursos Naturales no Renovables). Debido al tiempo transcurrido desde la última publicación, se hace necesaria la actualización de cada tomo, así como también la creación de un VII tomo sobre cambio climático.
<b>Resultados:</b>	Actualización de todos los tomos y la creación del nuevo tomo.
<b>Objetivos alcanzados:</b>	Compilación de leyes y organización de las mismas por cada tomo.
<b>Limitaciones:</b>	Trabajo con ServiPrensa por motivos de comunicación.

### Docencia

Las actividades de docencia fueron realizadas también en el Centro de Acción Legal Ambiental y Social -CALAS- bajo el mando del Dr. Yuri Melini y la Lic. Jennifer Domínguez. A continuación se enlistan las actividades realizadas.

<b>Nombre:</b>	<b>GIRA DE CAMPO, SAN ANDRÉS SEMETABAJ.</b>
<b>Objetivo:</b>	Preparar a las hermanas misioneras de la sagrada eucaristía con la realidad ambiental de Guatemala antes de dar iniciadas sus misiones en varias áreas del país.
<b>Procedimiento:</b>	El día sábado 7 de enero, dentro de la casa central de las Hermanas Misioneras de la Sagrada Eucaristía en San Andrés Semetabaj perteneciente al departamento de Sololá, se dio iniciado el taller ambiental dirigido a las hermanas misioneras
<b>Resultado:</b>	Educación de casi 30 hermanas.
<b>Objetivos alcanzados:</b>	Preparación con realidad ambiental
<b>Limitaciones:</b>	No se encontraron limitaciones

<b>Nombre:</b>	<b>APOYO AL GRUPO JÓVENES EN DEFENSA DE LA VIDA - JODVID-</b>
<b>Objetivo:</b>	Brindar ayuda a grupos juveniles organizados en defensa de la vida y sus derechos ambientales. -Información sobre licencias de talas de bosques y acciones a tomar por la comunidad
<b>Procedimiento:</b>	Se recabó información sobre las licencias de talas de bosques en la Ley Forestal 101-96 y las acciones posibles a tomar por el grupo, en este caso, sobre la incidencia política.
<b>Resultado:</b>	Se le entregó al grupo vía email, la información recabada para que se pudiera utilizar en el grupo JODVID, con el fin de empoderarlos en el tema de deforestación en El Durazno y finca Agua Tibia.
<b>Objetivos</b>	Brindar información al grupo de jóvenes JODVID.

<b>alcanzados:</b>	
<b>Limitaciones:</b>	Debido a la distancia, no se pudo tener un acompañamiento cercano, sino que únicamente vía correo electrónico.

<b>Nombre:</b>	<b>TALLER SOBRE EMPRESAS EXTRACTIVAS: SEMINARIO MAYOR</b>
<b>Objetivos:</b>	Recibir un taller sobre empresas extractivas junto con el decanato.
<b>Descripción:</b>	Se realizó un taller informativo sobre el modo de operación de las empresas extractivas en Guatemala, sus implicaciones ambientales y sociales.
<b>Resultados:</b>	Aprendizaje sobre las empresas extractivas
<b>Objetivos alcanzados:</b>	Recibir el taller sobre las empresas extractivas.
<b>Limitaciones:</b>	No se encontraron limitaciones

<b>Nombre:</b>	<b>FOLLETOS INFORMATIVOS PARA LA PUYITA EN SU PRIMER ANIVERSARIO.</b>
<b>Objetivos:</b>	Realizar folletos informativos para el primer aniversario de La Puyita.
<b>Descripción:</b>	Se realizaron dos folletos los cuales fueron pedidos por la gente de la Puyita. Para esto se realizaron sesiones con los líderes y tener organizadas las ideas para los borradores.
<b>Resultados:</b>	200 folletos. 100 con información sobre la minería y sus implicaciones ambientales y sociales; 100 folletos con información sobre el origen de La Puyita.
<b>Objetivos alcanzados:</b>	Realización de folletos informativos.
<b>Limitaciones:</b>	No se encontraron limitaciones.

<b>Nombre:</b>	<b>ORGANIZACIÓN DE TALLERES EN LA PUYA</b>
<b>Objetivos:</b>	Realizar talleres ambientales con los grupos de jóvenes de La Puya.
<b>Descripción:</b>	Se realizó la organización de un taller sobre cambio climático para los jóvenes de las comunidades de La Puya. Para esto se compiló información sobre el tema, se realizó una presentación y se buscaron dinámicas para hacer la presentación interesante para los jóvenes.
<b>Resultados:</b>	Organización de Talleres en la Puya.
<b>Objetivos alcanzados:</b>	Iniciar con la organización de los talleres.
<b>Limitaciones:</b>	Transporte.

<b>Nombre:</b>	<b>¿QUIÉN LLEVA EL POLEN?</b>
<b>Objetivos:</b>	Educar a la población Guatemalteca sobre temas de polinización y los tipos de polinizadores.

<b>Descripción:</b>	Se realizó en el MUSHNAT la actividad de “¿Quién lleva el polen?”. Se invitó a un grupo de 55 jóvenes de La Puya, a los cuales se les dio el recorrido guiado en el museo antes de pasar al jardín con las demás actividades. Se estuvo apoyando en la estación de abejas.
<b>Resultados:</b>	Recorrido guiado y visita al jardín botánico para la actividad de quién lleva el polen.
<b>Objetivos alcanzados:</b>	Educación a la población en general.
<b>Limitaciones:</b>	No se encontraron limitaciones.

<b>Nombre:</b>	<b>MÓDULOS DE LOS DERECHOS DE LOS PUEBLOS INDÍGENAS.</b>
<b>Objetivos:</b>	Realizar módulos informativos para la comunidad Xinca sobre los derechos de los pueblos indígenas.
<b>Descripción:</b>	Se realizaron los borradores de los módulos informativos sobre los derechos de los pueblos indígenas con relación al ambiente, consulta comunitaria, territorio y otros. Estos serán utilizados para talleres.
<b>Resultados:</b>	Módulos sobre el Convenio 169 de la OIT y la Declaración Universal de Derechos Humanos de la ONU y de 8 derechos.
<b>Objetivos alcanzados:</b>	Realización de módulos en borrador.
<b>Limitaciones:</b>	No se encontraron limitaciones.

<b>Nombre:</b>	<b>FORO: PROPIEDAD PRIVADA Y CONSULTA COMUNITARIA ¿DEMOCRACIA O EXTORSIÓN?</b>
<b>Objetivos:</b>	Aprender más sobre la consulta comunitaria y propiedad privada de los pueblos indígenas con respecto a proyectos extractivos en Guatemala.
<b>Descripción:</b>	Se realizó el foro Propiedad privada y consulta comunitaria, ¿democracia o extorsión? con la participación de Laura Castañeda, Directora de la Gremial de Industrias Extractivas y Lucía Valenzuela, de Advocacy for Business and Human Rights en la UFM.
<b>Resultados:</b>	Aprendizaje sobre consulta comunitaria y propiedad privada.
<b>Objetivos alcanzados:</b>	Asistir al foro “propiedad privada y consulta comunitaria ¿democracia o extorsión?”
<b>Limitaciones:</b>	No se encontraron limitaciones.

<b>Nombre:</b>	<b>TALLER CAMBIO CLIMÁTICO</b>
<b>Objetivos:</b>	Realizar un taller sobre cambio climático con el grupo juvenil de La Puya
<b>Descripción:</b>	En sinergia con el grupo de jóvenes de La Puya y ECAP se organizó un taller sobre el cambio climático con los grupos de las aldeas del Carrizal y la Choleña con el objetivo de promover la formación ambiental de este grupo de jóvenes. Durante este taller se desarrollaron los temas de: 1. <i>¿Qué es el cambio climático?</i> 2. <i>¿Qué es el calentamiento global?</i> 3. <i>Ciclos de Milankovitch</i> , 4. <i>Impactos humanos</i> y 5. <i>Consecuencias</i> . Se compartió tiempo con los jóvenes y se propuso la realización de un segundo taller.
<b>Resultados:</b>	Realización de un taller de cambio climático
<b>Objetivos alcanzados:</b>	Formación de jóvenes en La Puya
<b>Limitaciones:</b>	No se encontraron limitaciones

<b>Nombre:</b>	<b>TALLER PARA LA ORGANIZACIÓN DE PROYECTOS CON ENFOQUE OEDI</b>
<b>Objetivos:</b>	Aprender a realizar proyecto con el enfoque OEDI de la organización Pan Para el Mundo –PPM-
<b>Descripción:</b>	Como organización, CALAS fue invitada a participar del taller realizado por PPM para implementar a la realización de sus proyectos el enfoque EODI.
<b>Resultados:</b>	Aprender sobre el enfoque OEDI
<b>Objetivos alcanzados:</b>	Implementar el enfoque OEDI a la planificación de proyectos.
<b>Limitaciones:</b>	No se encontraron limitaciones

<b>Nombre:</b>	<b>DIPLOMADO IDENTIDAD Y DEFENSA DEL TERRITORIO CON ÉNFASIS EN LOS DERECHOS HUMANOS DE LAS MUJERES</b>
<b>Objetivos:</b>	Empoderar a mujeres en temas de defensa del territorio y derechos humanos.
<b>Descripción:</b>	En Santa María Xalapán, Jalapa, se llevó a cabo el diplomado <i>“Identidad y defensa del territorio con énfasis en los derechos humanos de las mujeres”</i> con el grupo de mujeres de Amismaxaj. Durante el último taller de cierre, se impartieron algunas lecciones sencillas sobre las TICS (nuevas tecnologías) y temas ambientales.
<b>Resultados:</b>	Realización de diplomado.
<b>Objetivos alcanzados:</b>	Empoderamiento de mujeres
<b>Limitaciones:</b>	Los talleres se realizaron los días miércoles de cada mes, por lo que se complicaba la ausencia a laboratorio.

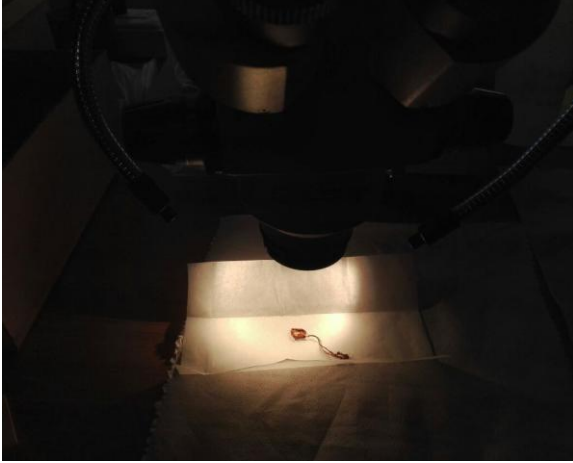
### *Bibliografía*

Alquijay, B. (2017). *Programa analítico*. Guatemala .

Anexos

Servicio pre-establecido

Curación de hongos



Colección de insectos



## Servicio

### Visita de campo Mataquescuintla



### Visita de campo a La Puya



### Informes de actividades



## INFORME DE ACTIVIDADES

**Informa:** Natalia Vargas López  
**Cargo:** Voluntaria, Escuela de Biología (EDC)  
**Actividad:** Evaluación de proyectos en La Puya por parte de *Trocaire*.  
:

**Lugar:** La Puya, San José del Golfo, Guatemala  
**Fecha y hora:** sábado 4 de febrero de 2017. 7:30-16:00hrs.

#### Resumen de la actividad:

1. El día 4 de febrero del presente año en La Puya se realizó una convocatoria para las aldeas del Carrizal, el Guapinol y la Choleña y Los Achiotos por parte de la organización *Trocaire*, quienes se encargan de financiar proyectos para el trabajo de CALAS con las comunidades en resistencia.
2. Se llevaron a cabo dos sesiones; la primera contó con la participación de 30 personas. Por otro lado, la segunda fue exclusiva para mujeres, con un total de 25 participantes, aproximadamente. Ambas tuvieron como objetivo evaluar el desempeño del trabajo de los proyectos de CALAS, UDEFEGUA, ECAP y Brigadas de Paz Internacional en las tres comunidades para examinar el uso de fondos brindados por la organización holandesa.

Viacrucis de la indignación



Quinto aniversario de La Puya



## Presentación del V Informe Nacional



## Taller: Empresas extractivas





Encuentro de jóvenes



Diplomado mujeres Jalapán



Reunión con Muni y Guardianes/AGRIDIVI



Reunión con equipo de APPC



Caminata por el medio ambiente



Mujeres de Oriente



# Actualización de los tomos de Legislación Ambiental Guatemalteca



## Docencia Gira San Andrés



## Información para JODVID

**LEY FORESTAL**  
Decreto 101-96



### Título IV: De los bosques y su protección Capítulo I: De los bosques

**ARTÍCULO No. 34:**  
Prohibiciones

La tala de especies protegidas y en vías de extinción, establecidas por el INAB y CONAP, se encuentra prohibida. Será deber del INAB brindar protección a estas especies y estimular su conservación y producción.

Excepción: árboles provenientes de bosques plantados y registrados en el INAB.

En los listados de CITES, se encuentre el estado de cada especie. Según CONAP, estas son las tres categorías:

	CATEGORÍA I	CATEGORÍA II	CATEGORÍA III
Especies	Especies en peligro de extinción.	Especies endémicas.	Especies que no están en peligro de extinción pero que podrían llegar a estarlo.
Usos	-Prohibida la libre exportación y comercialización de los especímenes extraídos de la naturaleza. -Se podrán utilizar para fines reproductivos y científicos. -Solamente podrán comercializarse los especímenes reproducidos por métodos comprobados.	-Fines científicos y de reproducción -Con fines de comercio su aprovechamiento se regulará a través de planes de manejo técnicamente elaborados. Se debe garantizar la sobrevivencia de la especie que se trate.	-Para fines científicos y de reproducción. -Con fines de comercio su aprovechamiento se regulará a través de planes de manejo técnicamente elaborados. Se debe garantizar la sobrevivencia de la especie que se trate, así como también la estabilidad de las poblaciones



## INCIDENCIA POLÍTICA Posibles acciones a tomar por JODVID

Debido a la naturaleza de la Ley forestal (decreto 101-96), la incidencia política puede llegar a ser una estrategia útil para JODVID como herramienta para la participación ciudadana. Esta se define como:

"Los esfuerzos de la ciudadanía organizada para influir en la formulación e implementación de las políticas y programas públicos, a través de la persuasión y la presión ante autoridades estatales, organismos financieros internacionales y otras instituciones de poder. Son las actividades dirigidas a ganar acceso e influencia sobre las personas que tienen poder de decisión en asuntos de importancia para un grupo en particular o para la sociedad en general."



### ¿Por qué hacer incidencia política?



## Taller empresas extractivas: Seminario Mayor



Folletos para La Puyita

**LA MINERÍA ES UN PROBLEMA DE TODOS**

*“Yo vivo en un mundo de riqueza y siempre cuido la naturaleza, pero estos minero están dejando al mundo en pobreza”*

**ES NUESTRA TIERRA.**

**NO CONSULTAN A NUESTRAS COMUNIDADES, LLEVÁNDOSE GRANDES GANANCIAS Y DEJANDO MUCHOS DAÑOS**



**LAS EMPRESAS EXTRACTIVAS Y EL GOBIERNO SAQUEAN A NUESTRO PAÍS, DAÑANDO NUESTRO TERRITORIO Y AGOTÁNDOSE EL AGUA**

El **22 de febrero de 2016** la Corte Suprema de Justicia suspendió el proyecto minero **Progreso VII Derivada** situado en el municipio de **San Pedro Ayampuc** en el departamento de Guatemala por **NO haber consultado a las comunidades**, pero aún así, el proyecto continuó operando.

**ES ASÍ COMO LLEGA LA RESISTENCIA PACÍFICA DE LA PUYA A LA CAPITAL FRENTE AL MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS. HOY ESTAMOS CELEBRANDO EL PRIMER ANIVERSARIO DE LA LUCHA DE LA PUYITA.**



Organización de Talleres



¿Quién lleva el Polen?



## Taller cambio climático



## Diplomado de mujeres en Xalapán







FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS Y FARMACIA  
PROGRAMA EXPERIENCIAS DOCENTES CON LA COMUNIDAD  
SUBPROGRAMA EDC-BIOLOGIA

INFORME FINAL DE INVESTIGACIÓN  
**Distribución de la Diversidad y Abundancia de  
Fitoplancton en la Heterogeneidad Espacial de  
la Laguna Lemoa, El Quiché**

Escuela de Biología -EB- /Centro de Estudios del Mar y Acuicultura -CEMA-



FEBRERO 2017 – ENERO 2018

**Natalia Vargas López**  
**Lic. Billy Alquijay**

**Ph. D. Carlos Avendaño**  
**Supervisor Investigación**



## *Título*

Distribución de la diversidad y abundancia de fitoplancton en la heterogeneidad espacial de la Laguna Lemoa, Quiché.

## *Resumen*

La heterogeneidad espacial es un fenómeno ecológico que puede regir la estructura de un ecosistema, ya que esta se refiere a la complejidad espacial, diversidad o estructura de un ambiente. Los cuerpos de agua dulce, que forman parte de los paisajes terrestres, se ven influenciados por las características ambientales que los rodean, lo que llega a determinar la estructura de las poblaciones que residen en él. La Laguna de Lemoa, ubicada en el Departamento de El Quiché, se ve rodeada por un ambiente heterogéneo: Cultivos, zona de árboles, una carretera y una poza estacional. En este estudio pionero se exploró la correlación entre la diversidad y abundancia de fitoplancton y la heterogeneidad espacial del área. Se colectaron muestras en transectos radiales desde el centro de la laguna en la orilla, y una columna de agua (superficie, y a 1-1.5m de profundidad). Para contrastar la hipótesis se realizó un Análisis de Componentes Principales, en el que se muestran las correlaciones entre cada transecto según el área, determinando que debido al tamaño de la Laguna, todos los géneros estén dispersos de forma aleatoria, sin estar limitados por los espacios en el ambiente. Adicional a esto, se presenta el primer catálogo de géneros de fitoplancton de la Laguna, siendo los géneros más abundantes *Closterium*, *Pediastrum*, *Scenedesmus*, *Nitzschia*.

## *Introducción*

La heterogeneidad espacial es un fenómeno que puede darse por efectos humanos sobre el paisaje, o por efectos naturales. Ambos efectos pueden tener una influencia significativa sobre los sistemas ecológicos ya sea de ambientes terrestres o acuáticos. En particular, las interacciones de cuerpos de agua con su ambiente externo, pueden generar variaciones internas a distintas escalas e intensidades en relación a las comunidades biológicas. De estas comunidades, el fitoplancton se ha reconocido como un grupo sensible a la heterogeneidad física y química de cuerpos de agua (Pickett & Cadenasso, 1995) (Reynolds, 1989). El entender el efecto de los elementos vecinos que rodean al fenómeno de estudio, como un ecosistema acuático, es de suma importancia ya que será clave para explicar la estructura y función de las poblaciones y comunidades de biológicas (Pickett & Cadenasso, 1995).

Los ensamblajes de fitoplancton que residen dentro de un cuerpo de agua se encuentran sujetos a una gran cantidad de variables físicas -como luz, transparencia, entradas o salidas de agua-; y químicas -como concentraciones de nutrientes, iones de hidrógeno- que determinan su composición, estructura y función. Ambos tipos de variables determinan los gradientes de diversidad y abundancia de las especies de fitoplancton que se encuentren en el cuerpo de agua (Thornton K. W., 1990).

Dentro de un cuerpo de agua, la heterogeneidad espacial y variabilidad de la comunidad de fitoplancton, pueden darse por la tipología de ambientes en relación a la corriente de agua: 1) Ambientes fluviales o loticos, 2) de transición, y 3) lénticos (Santos & Araújo, 2010). Un ambiente fluvial se caracteriza por los cortos períodos de tiempo en los que se mantiene el agua en un área debido a corrientes constantes. Generalmente se encuentran

en ellos altas concentraciones de nutrientes y altas tasas de sedimentación. Por otro lado, los ambientes de transición se caracterizan por la penetración de la luz, las altas cantidades de fitoplancton, menor velocidad de flujo de agua y por lo tanto largos períodos de tiempo del agua en la misma área. Por último, los ambientes lenticos (e.g. lacustres) tienen relativamente tiempos mayores de residencia de agua y limitaciones de nutrientes (Znachor, 2010).

Otro factor físico importante que determina la abundancia y diversidad de fitoplancton dentro de un cuerpo de agua, es la variabilidad de la luz a lo largo de la heterogeneidad espacial del ecosistema acuático. Esta es importante ya que es clave para la fotosíntesis y el crecimiento del fitoplancton. Sin embargo, la luz ultravioleta es muy dañina para el desarrollo de varias especies, aunque otras son resistentes (Lund, 1965). Otro factor importante es la turbidez, ya que afecta a las poblaciones de fitoplancton debido a la variabilidad de partículas inorgánicas en suspensión (Grobbelaar, 1985).

La combinación de las propiedades físicas del agua y la turbidez en un ecosistema acuático, determinará la variabilidad del ingreso de luz en la columna de agua, y por lo tanto la delimitación de la zona fótica. Esta zona es un factor limitante para el mantenimiento de la diversidad y abundancia del fitoplancton (Cloern, 1987).

### *Planteamiento del problema*

La Laguna Lemoa, se encuentra dentro del Departamento de El Quiché, y es parte del municipio de San Sebastián de Lemoa. Esta se localiza en el km 158 y está a escasos metros de la carretera principal a Santa Cruz -aproximadamente a 64.61 m-. La Laguna es uno de los principales atractivos turísticos del municipio y se conoce como el “Reflejo del cielo” por la claridad de su agua, aunque con el tiempo se ha ido perdiendo. A pesar de ser una fuente importante de agua para las comunidades, actualmente se han creado varios espacios para actividades humanas, lo que ha causado la pérdida de vegetación alrededor de esta y la contaminación del agua, provocando así la pérdida y simplificación del hábitat natural (Pickett & Cadenasso, 1995) (García A. L., 2016).

Debido a la actividad antropogénica en la zona y a las características naturales de la Laguna, el paisaje en los alrededores y en la Laguna Lemoa es altamente heterogéneo. Esta heterogeneidad espacial tiene un efecto sobre la diversidad biológica, y en el caso de la comunidad de fitoplancton, se esperó encontrar una correspondiente variabilidad en cuanto a la diversidad y abundancia de especies en la Laguna, y por lo tanto una estrecha relación con las variables ambientales y naturales del área.

### *Justificación*

Este es un estudio pionero para la Laguna Lemoa, ya que no se han realizado estudios ecológicos previos en este cuerpo de agua. No se tiene información sobre las características naturales de la laguna, como lo son entradas o salidas de agua, y mucho menos estudios previos sobre fitoplancton o zooplancton. En este aspecto radica la importancia de este estudio, ya que es determinante en la generación de conocimiento para la población de San Sebastián de Lemoa, y en iniciar la comprensión del funcionamiento del cuerpo de agua y sus relaciones con la heterogeneidad espacial del lugar, provocada principalmente por actividades humanas. La información generada en este estudio puede eventualmente ser utilizada para la creación de planes de

remediación, restauración y conservación del de la Laguna Lemoa y de San Sebastián Lemoa.

Además, a pesar que existen abundante información sobre los grupos de fitoplancton predominantes según las características ambientales en las que se encuentren (S. Reynolds, 2002) (Huszar, 1998), los grupos presentes dentro del cuerpo de agua no siempre responden a estas características ecológicas, por lo que estudiar el fitoplancton de un cuerpo de agua siempre brindará información importante y adicional al estudio ecológico de los ensambles fitoplanctónicos (Znachor, 2010).

### *Referente teórico*

#### Heterogeneidad espacial

Los fenómenos ecológicos se caracterizan por el hecho de ser afectados por más de un proceso del ambiente en el que se dan (Fortin, Dale, & Ver Hoef, 2016). Estos procesos en los sistemas naturales y los patrones que resultan de ellos, ocurren en el tiempo y el espacio y pueden ser medidos a escalas distintas (Mark & Fortin, 2005). Uno de los principales objetivos en la ecología, ha sido comprender la diversidad de las especies a lo largo de gradientes espaciales, lo cuales pueden estar definidos por disponibilidad de agua, energía ambiental, interacciones bióticas o la heterogeneidad espacial. Estos factores son importantes en la explicación de patrones de la diversidad y abundancia de especies en un área (Stein, A. 2014b).

La heterogeneidad espacial se refiere a la complejidad, diversidad o estructura en el ambiente, que puede ser medida en relación a gradientes de altura, elevación, hábitat, paisaje, vegetación o suelo (Stein, A. 2014a). Esta puede ser pensada como un mosaico espacial, en donde los componentes de la matriz provocan que las especies estén distribuidas diferencialmente. La heterogeneidad es un fenómeno que puede darse por efectos naturales o bien antropogénicos sobre el paisaje, y tiene gran influencia sobre los sistemas ecológicos (Pickett & Cadenasso, 1995).

La heterogeneidad espacial, puede ser medida según factores bióticos, tales como la estructura, diversidad, cobertura, composición y/o configuración de la vegetación. Por otro lado, están los factores abióticos, que pueden ser representados por el suelo, la topografía o el clima (Stein, A. 2014b). Entender el efecto de los elementos vecinos al fenómeno de estudio, es de suma importancia ya que dará como resultado la posible explicación de la estructura y funcionamiento de los ecosistemas (Pickett & Cadenasso, 1995).

#### Ecosistemas acuáticos y fitoplancton

Los ecosistemas acuáticos son elementos funcionales que forman parte del mosaico espacial y son de importancia en actividades humanas y culturales; además, estos están conectados con el paisaje terrestre por vínculos de intercambio de materiales, organismos o bien de energía, que influyen fuertemente en el contacto con solutos y materia orgánica. Los sistemas acuáticos también tienen una estructura heterogénea interna, por lo que estos pueden ser considerados como paisajes (Wiens, 2002). Los gradientes de temperatura, oxígeno y materia orgánica, son algunos de los intercambios que pueden determinar los patrones de diversidad de microorganismos, meiofauna y macroinvertebrados en un cuerpo de agua (Malard, Tockner, Dole-Oliver, & Ward, 2002).

Los ensamblajes de fitoplancton que residen dentro de un cuerpo de agua se encuentran sujetos a una gran cantidad de variables físicas, como luz, transparencia o entradas o salidas de agua; químicas, como concentraciones de nutrientes o iones de hidrógeno, que determinan su composición, estructura y función. Ambos tipos de variables determinarán los gradientes de diversidad y abundancia de las especies de fitoplancton que se encuentren en el cuerpo de agua y que pueden estar reguladas por la heterogeneidad espacial de un hábitat (Thornton, Kimmel, & Payne, 1990) (Martínez, Contreras, & Villa, 2003). En este estudio se exploró como la diversidad y abundancia de fitoplancton está correlacionada con la heterogeneidad espacial de la Laguna Lemoa, ya que se esperó encontrar cierta asociación de géneros con los distintos ambientes del hábitat en el que se encuentran.

### *Objetivos*

#### General:

Determinar el efecto de la heterogeneidad espacial de la laguna Lemoa en la distribución de la diversidad y abundancia fitoplancton de la Laguna Lemoa.

#### Específicos

- Caracterizar la heterogeneidad espacial de la Laguna Lemoa.
- Determinar la relación de las características espaciales con la diversidad y abundancia de fitoplancton en la laguna Lemoa.

### *Hipótesis*

La distribución de la diversidad y abundancia de fitoplancton está asociada a la heterogeneidad espacial de la Laguna Lemoa.

## Metodología

### Sitio de estudio

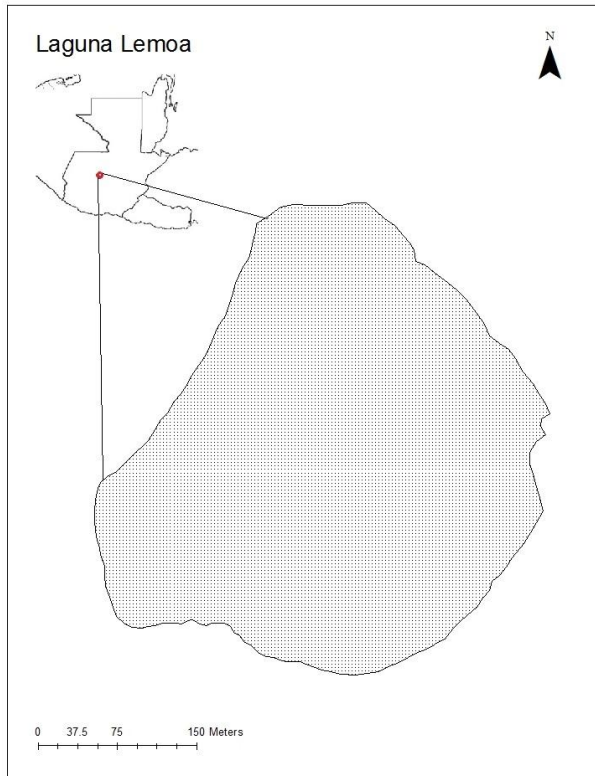


Figura 1. Mapa de la Laguna de Lemoa

La Laguna Lemoa está ubicada en la aldea de San Sebastián Lemoa, a la mitad de la carretera entre Chichicastenango y Santa Cruz en el altiplano Guatemalteco, dentro del Departamento de El Quiché. Se encuentra a una elevación de aproximadamente 2020 msnm con un clima templado y variaciones en la precipitación anual (Lepper & Elmore, 2005). Laguna de Lemoa, localizada en el km 158 a escasos kilómetros de la carretera, siendo esta una fuente importante de agua para las comunidades (García A. , 2016) (Ver Fig.1). El espejo de agua de la laguna tiene aproximadamente 6.65 ha.

La Laguna se encuentra rodeada por espacios distintos, que han sido intervenidos con el tiempo por actividades humanas. Alrededor de la laguna se encuentra diferentes ambientes vecinos caracterizados por la influencia de algunos árboles de pino (Familia Pinaceae) y ciprés (Familia Cupressaceae); la carretera; y cultivos de maíz, que es una de las fuentes principales de la economía, para lo que se utilizan fertilizantes agroquímicos, lo cual tiene una influencia grande sobre la laguna.

Debido a la actividad antropogénica en la zona y a las características naturales de la Laguna, el paisaje que la Laguna Lemoa es un espacio heterogéneo, lo que se esperó afectara a la diversidad y abundancia de fitoplancton, por la estrecha relación con las variables ambientales y naturales del área.

### Reconocimiento de campo

Durante el mes de junio del año 2017 se realizó el reconocimiento de campo de la Laguna Lemoa para caracterizar la heterogeneidad espacial del área y así los puntos en los que se debían tomar mediciones y coleccionar muestras de agua. Esto se realizó por medio de anotaciones realizadas en recorridos en el perímetro de la laguna, basadas en el análisis visual del ambiente vecino a la laguna; así como también por medio de conversaciones con pobladores locales de la aldea de Lemoa. Adicionalmente, por medio de observaciones directas, se determinaron las principales actividades realizadas en la laguna por los pobladores locales.

### Colecta y análisis de muestras

Las muestras se colectaron durante época lluviosa en el mes de agosto de 2017, a lo largo de seis transectos lineales que provenían del centro de la laguna. Cada transecto se proyectó hasta la orilla de la laguna en algún punto en el que se diera entrada de agua por escorrentía o puntos cercanos a la milpa y árboles. Los transectos fueron dispuestos radialmente, desde el centro a las orillas para contrastar la hipótesis de investigación. En cada transecto se midieron columnas de agua, con un punto en la superficie a 0.5 m y otro entre 1.0-1.5 m de profundidad (dependiendo de la profundidad del punto de la laguna), formando así la columna de agua con dos puntos. Adicionalmente, se tomó una muestra de agua de la orilla del transecto realizado, obteniéndose así, 3 puntos por transecto, dos formando la columna de agua y uno en la orilla.

Las muestras fueron colectadas de forma manual directa, utilizando lanchas de los pobladores locales. Se utilizó un disco de Secchi para determinar la profundidad de cada punto en el que se tomaran muestras. Según esta profundidad se determinó la columna de agua, con un punto en la superficie a 0.5 m y otro a 1-1.5 m. Seguido de esto, con la botella de Vandor © se colectó el agua para luego ser filtrada en la red de fitoplancton. Luego las muestras fueron fijadas con Lugol, guardadas en frascos de vidrio cubiertos con aluminio para evitar la fotosíntesis, y almacenadas en una hielera para su transporte al laboratorio (Vicente, Hoyos, Sánchez, & Cambra, 2005).

Las muestras fueron analizadas en el Laboratorio de Ciencias Biológicas y Oceanográficas del Centro de Estudios del Mar y Acuicultura -CEMA- de la Universidad de San Carlos de Guatemala -USAC-. El método establecido para el conteo de fitoplancton fue con la cámara de Sedgewick-Rafter ©, para cuantificar muestras con una alta concentración de células (LeGresley & McDermott, 2010). Luego de agregar a la cámara un mililitro de muestra homogeneizada, se revisó completamente y se contaron los especímenes de fitoplancton en 70 cuadros de la cámara en forma de T, 50 cuadros en horizontal, y 20 en vertical. Este procedimiento fue repetido 3 veces.

Por último, se realizó la determinación hasta género de las células con base a la clave dicotómica de Needhan (Needham & Needham, 1962) y Bellinger (Bellinger & Sigeo, 2010b).

### Población

La población del estudio puede delimitarse como todas las especies de fitoplancton de la Laguna Lemoa.

### Muestra

La muestra es cada uno de los puntos tomados de la columna de agua y orillas de un transecto

### Análisis estadísticos

Para analizar estadísticamente las muestras obtenidas por transecto (columnas de agua y orillas), se utilizó un análisis de agrupamiento jerárquico con la distancia de cuerda y el algoritmo de agrupamiento de promedios. Se utilizaron las abundancias relativas para comparar las comunidades esperadas entre transectos. Además, se realizó un Análisis de Componentes Principales (ACP) para comparar la diversidad y abundancia de cada punto muestreado, por lo que se utilizó para contrastar la hipótesis propuesta. Todos los análisis fueron realizados con el programa computacional Past 3.17 (Hammer, Haerper, & Ryan, 2001). Con estos análisis estadísticos se esperó analizar objetivamente que muestras



mostraron un comportamiento de transecto y cuáles no, ya que se esperó una diferenciación entre las diferentes secciones de la laguna según el ambiente vecino y su influencia desde la orilla hasta el centro de la laguna (Izenman, 2008).

### *Resultados y discusión*

#### El ambiente vecino

Se caracterizaron cuatro sitios distintos, reportados en el cuadro No.1. Estos sitios muestran la heterogeneidad del ambiente en el que se encuentra la Laguna Lemoa, como un paisaje modificado, el cual tiene un impacto en la Laguna y los organismos que habitan en ella (Oijima, Galvin, & Turner, 1994). En el 2000, Eloranta clasificó a estas áreas y otras como posibles entradas de nutrientes a un cuerpo de agua. El perímetro de la laguna es de aproximadamente 1000 m.

#### **Cuadro No.1 Descripción de las áreas principales de la Laguna**

<b>SITIO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
<b>Cultivos</b>	En esta área (14°59'30"N 91°07'28"O), se encuentra cultivado principalmente maíz, cultivos que se encuentran relativamente cercanos a la laguna, dispuestos en una parcela pequeña de vegetación. Según algunas conversaciones con pobladores locales, para el cultivo del maíz se utilizan fertilizantes, los que seguramente son lavados a la laguna con la lluvia. Además, se encuentran varios domicilios de familias del lugar.
<b>Árboles</b>	Área opuesta a los cultivos; en esta se encuentran algunos árboles de ciprés y pino (14°59'22"N 91°07'22"O). Está, también tiene una alta cercanía con la laguna, y es aprovechada por los pobladores locales para realizar reuniones, o simplemente utilizar la sombra que proporcionan los mismos. Según platicas con los pobladores locales, de este sureste lado no son utilizados fertilizantes.
<b>Poza estacional</b>	Durante la época lluviosa, se forma una poza estacional (14°59'22.02"N 91°07'32.19"O), que depende de la lluvia para formarse y que determinará el tamaño que esta tenga. Esta se encuentra rodeada por vegetación y no se realiza ninguna actividad relacionada con ella.
<b>Carretera</b>	La carretera principal (14°59'26.30"N 91°07'19.65"O) se encuentra a escasos metros de la laguna. En esta transitan principalmente transporte pesado o buses extraurbanos en los que viajan muchas personas.

En el área de cultivos (aproximadamente 425 m del perímetro de la laguna), según los pobladores locales, se hace uso de fertilizantes, lo que se presume puede aumentar las concentraciones de nutrientes en el agua, y por consiguiente, la abundancia de especies de fitoplancton (Tizkar, Seidavi, Sudagar, & Ponce-Palafox, 2014), ya que estos, junto a la luz, son factores indispensables para el crecimiento de fitoplancton, favoreciendo el aumento de biomasa (Goldman, 1980). Los nutrientes pueden llegar a la laguna por medio de la escorrentía (Kenttámies, 1981).

Según el estudio de Elmore, Miller y Parker, realizado en el 2005, en varias fuentes de agua de Lemoa, incluyendo la Laguna, se encontró contaminación por algunos químicos como clordano, epóxido y aldrín, los cuales pueden estar en productos utilizados para la agricultura, como fertilizantes o insecticidas. Sin embargo, los valores encontrados fueron mínimos, debido a que el área para agricultura en la zona es limitada, por lo que el uso de estos también lo es.

La presencia de vegetación (área de arboles, con aproximadamente 445 m del perímetro de la laguna) cercana a un cuerpo de agua, puede favorecer el estado de un cuerpo de agua. La vegetación de orilla funciona como zona de amortiguamiento, en las que los impactos causados por distintos usos del suelo, pueden ser mitigados (Buttle, 2002). Otro punto importante es la poza estacional (en contacto con la laguna sobre 101 m perimetrales), ya es una zona acumuladora de grandes concentraciones de nutrientes, los cuales pueden ser transferidos a la laguna luego de eventos de alta precipitación (Bellinger & Sigeo, 2010a).

Por último, no se ha reportado el uso de químicos liberados en el ambiente que tenga influencia sobre la laguna, debido a la ausencia de industrias en el área. La presencia de la carretera (639 m aproximados de contacto con el área de influencia del perímetro de la laguna) provee la posible liberación de químicos que son transportados en camiones, según Elmore y colaboradores en el 2005. Sin embargo, el área de árboles se localiza traslapada con un alto porcentaje del contacto con la carretera (69%), por lo que se esperaba un considerable efecto amortiguador ambiental.

### **Cuadro No. 2 Principales actividades realizadas en la Laguna**

<b>ACTIVIDADES</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
<b>Lavado de ropa</b>	El lavado de ropa se realiza a las orillas de la laguna, principalmente por mujeres. Esta es realizada cualquier día a la semana y no se han establecido horarios. Para esto son utilizados detergentes, los cuales son sumergidos al agua con la ropa que es lavada.
<b>Pesca</b>	La pesca es realizada principalmente por hombres y niños en la laguna, durante cualquier día a la semana, pero principalmente durante los fines de semana. Los pobladores realizan pesca con equipos hechizos en la Laguna. Según conversaciones con los pobladores locales, la mayoría de especies de peces son introducidas.
<b>Comercio informal</b>	Alrededor de la Laguna se sitúan algunos comercios informales, estos por lo general no poseen buen control de sus desechos sólidos, por lo que muchos de estos son desechados al agua.
<b>Turismo</b>	Debido a que la Laguna se encuentra en un área de paso, es un atractivo turístico en el que muchas personas se detienen un momento a pasear por el área.

Adicional a estos, fueron encontradas 7 morfoespecies distintas, las cuales no pudieron ser determinadas con las claves taxonómicas utilizadas.

Si bien en este estudio no se reportaron datos cuantitativos sobre el estado de la Laguna, en cuanto a la química o nutrientes del agua, algunos grupos taxonómicos muestran claras preferencias por ciertas condiciones del agua. Además de las áreas caracterizadas, en el cuadro No.2, se muestran las principales actividades realizadas. Estas implican la constante actividad humana en el área, la cual puede llegar a tener un efecto sobre los organismos que habitan en la laguna y que son críticos para el mantenimiento de servicios ecosistémicos de beneficio para las poblaciones humanas (Oijima, Galvin, & Turner, 1994).

### La comunidad de fitoplancton y la heterogeneidad espacial

Este estudio es pionero en la determinación de géneros de fitoplancton que se encuentran en la Laguna. En el cuadro No. 3, se reportan 24 géneros de los grupos Charophyta, Cyanobacteria, Chlorophyta, Bacillariophyta, Euglenophyta y Ochrophyta y en la Figura 2 se muestra el orden decreciente de las abundancias relativas. Aunque no es posible realizar un análisis concluyente sobre el estado trófico de la Laguna con fitoplancton, sí es posible sugerir las tendencias tróficas en función de la relación de elevados niveles de poblaciones de fitoplancton y correspondientes parámetros de calidad de agua (Bellinger & Sigeo, 2010a).

Ejemplo de esto (figura 2), son los desmidos (Orden: Desmidiaceales), ya que géneros como *Closterium* (abundancia relativa -AbunR-: 19.29) o *Cosmarium* (AbunR: 0.87) han mostrado cierta preferencia por aguas en condiciones eutróficas, con altas concentraciones de nutrientes (Bellinger & Sigeo, 2010a). Palmer (1969) reportó que géneros como *Euglena* (AbunR: 2.84), *Anabaena* (AbunR: 3.29) y *Nitzschia* (AbunR: 11.90), presentan una alta tolerancia a la contaminación por compuestos orgánicos. Se ha reportado también que géneros como *Scenedesmus* (AbunR: 5.41), *Spirulina* (AbunR: 4.65) y *Ankistrodesmus* (AbunR: 2.19) se encuentran en aguas en las que hay entradas de fertilizantes (Tizkar, Seidavi, Sudagar, & Ponce-Palafox, 2014).

Además, se ha reportado que en pequeñas pozas, tal y como la poza estacional formada en época lluviosa, tienden a dominar algas verdes como las del orden Chlorococcales y Euglenales, por lo que estas pueden llegar a la laguna durante la época lluviosa y aumentar su abundancia relativa por medio de escorrentía (Eloranta, 2000) (Bellinger & Sigeo, 2010a).

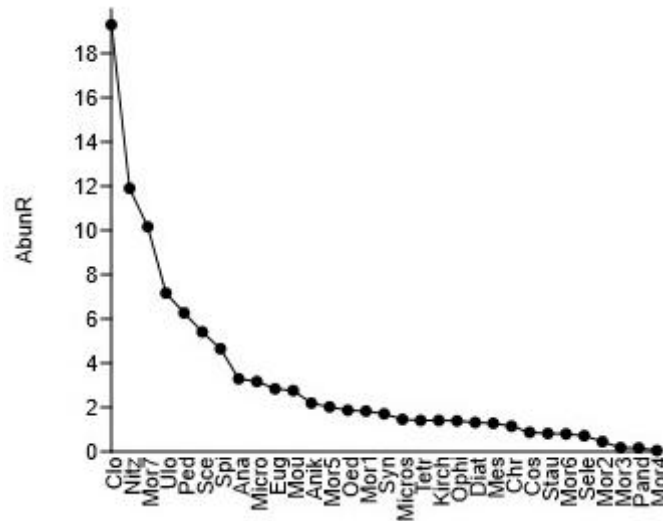
El análisis de agrupamiento jerárquico de los puntos (columnas de agua y orillas) de cada transecto (figura 3), sugiere que únicamente el transecto 4 (con los puntos 4, 4.2.1 y 4.2.2) presenta el mayor grado de similitud internamente, es decir, se comportan más como un transecto o grupo, en comparación con los demás. El resto de transectos forman grupos independientemente de su localización en la laguna, es decir hay focos de comunidades similares de fitoplancton que pueden sugerir gradientes no continuos. El transecto 4 sugiere la existencia de un gradiente ambiental en la laguna.

**Cuadro No. 3 Géneros de la Laguna Lemoa**

Phyllum	Orden	Familia	Género	AbunR
Charophyta	Desmidiales	Desmidiaceae	<i>Cosmarium</i>	0.87
			<i>Staurastrum</i>	0.82
	Zygnematales	Zygnemataceae	<i>Closterium</i>	19.29
			<i>Mougeotia</i>	0.17
			<i>Mesotaenium</i>	1.28
Cyanobacteria	Chroococcales	Chroococcaceae	<i>Chroococcus</i>	1.15
			<i>Microcystis</i>	3.17
	Synechococcales	Synechococcaceae	<i>Synechococcus</i>	1.71
			<i>Anabaena</i>	3.29
			<i>Spirulina</i>	4.65
Chlorophyta	Sphaeropleales	Selenastraceae	<i>Ankistrodesmus</i>	2.19
			<i>Kirchneriella</i>	1.41
			<i>Selenastrum</i>	0.72
		Hydrodictyceae	<i>Pediastrum</i>	6.27
			<i>Tetrapedia</i>	1.41
			<i>Scenedesmus</i>	5.41
			<i>Microspora</i>	2.76
	Ulotrichales	Ulotrichaceae	<i>Ulothrix</i>	7.17
			<i>Oedogonium</i>	1.87
	Oedogoniales	Oedogoniaceae	<i>Oedogonium</i>	1.87
			<i>Pandorina</i>	0.17
Chlamydomonadales	Volvocaceae	<i>Pandorina</i>	0.17	
		<i>Pandorina</i>	0.17	
Bacillariophyta	Sellaphorineae	Pinnulariaceae	<i>Diatomella</i>	1.32
	Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Nitzschia</i>	11.90
Euglenophyta	Euglenales	Euglenaceae	<i>Euglena</i>	2.84
Ochrophyta	Mischococcales	Ophiocytaceae	<i>Ophiocytium</i>	1.39

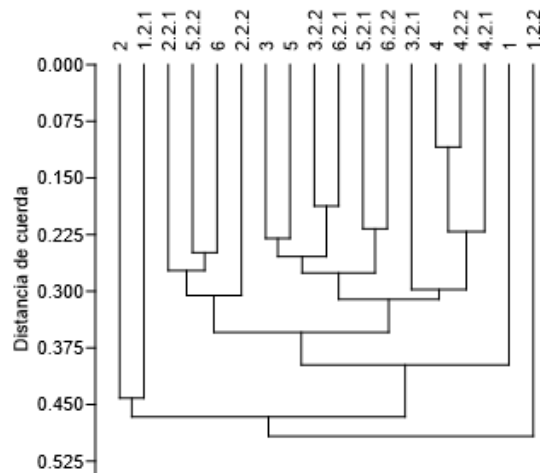
AbunR: abundancia Relativa, de todos los puntos muestreados en la laguna. Códigos para los nombres de los géneros encontrados en la Laguna. *Cosmarium*: Cos; *Staurastrum*: Sta; *Closterium*: Clos; *Mougeotia*: Mou; *Mesotaenium*: Mes; *Chroococcus*: Chr; *Microcystis*: Mys; *Synechococcus*: Syn; *Anabaena*: Ana; *Spirulina*: Spi; *Ankistrodesmus*: Ank; *Kirchneriella*: Kir; *Selenastrum*: Sel; *Pediastrum*: Ped; *Tetrapedia*: Tet; *Scenedesmus*: Sce; *Microspora*: Mic; *Ulothrix*: Ulo; *Oedogonium*: Oed; *Pandorina*: Pan; *Diatomella*: Dia; *Nitzschia*: Nit; *Euglena*: Eug. Las morfoespecies representan el restante porcentaje de 15.49 de la abundancia relativa. Sus respectivos códigos son, Morfoespecie 1: Mor1 (AbunR: 1.83); Morfoespecie 2: Mor2 (AbunR: 0.45); Morfoespecie 3: Mor3 (AbunR: 0.18); Morfoespecie 4: Mor4 (AbunR: 0.05); Morfoespecie 5: Mor5 (AbunR: 2.02); Morfoespecie 6: Mor6 (AbunR: 0.80); Morfoespecie 7: Mor7 (AbunR: 10.16).

**Figura 2. Abundancia de géneros**



Se presentan un gráfico de las abundancias relativas de todos los géneros y morfoespecies encontradas en la Laguna, siendo las cinco más abundantes: *Clo* (AbunR: 19.29), *Nit* (AbunR: 11.90), *Mor7* (AbunR: 10.16), *Ped* (AbunR: 6.27) y *Sce* (AbunR: 5.41). Ver Cuadro 3 para códigos de géneros.

**Figura 3. Análisis de agrupamiento jerárquico de los puntos de colecta en la Laguna Lemoa**



Se muestran las diferencias espaciales entre cada punto de un transecto, considerando cada transecto de tres puntos, dos de la columna de agua, a dos profundidades distintas (0.5 y 1.5m) y uno de la orilla.

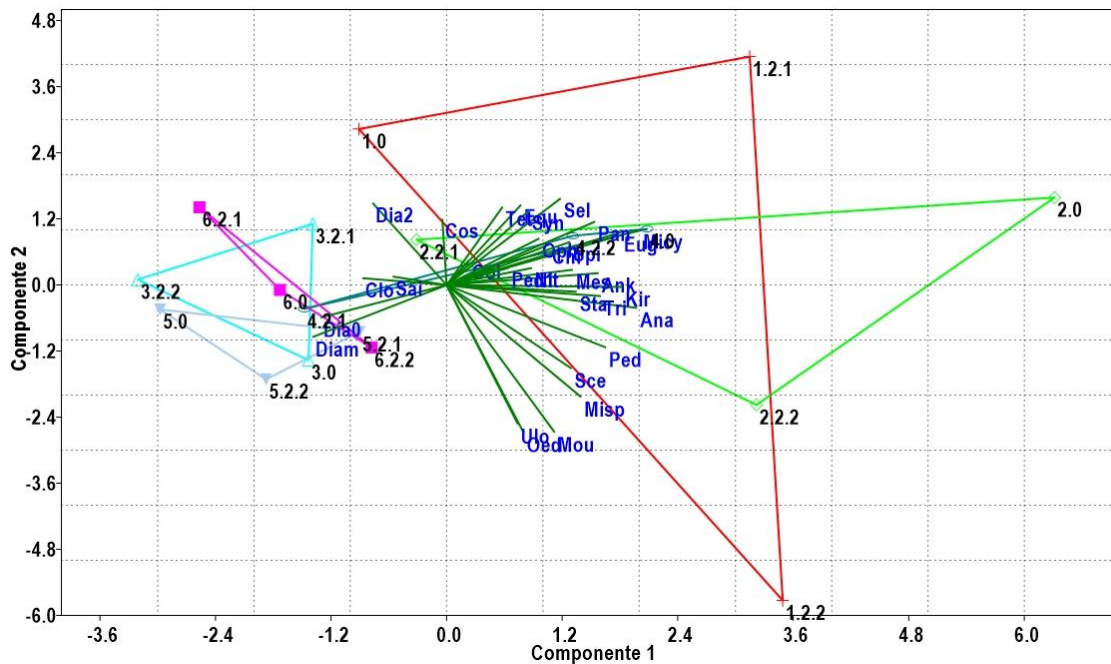
El patrón ecológico que sigue el análisis de agrupamiento jerárquico, puede deberse, a que por el tamaño de la laguna y a la variabilidad ambiental, cada punto no forme parte de un transecto definido, debido a que las especies no están limitadas a ciertos puntos, sino que más bien están dispersas por toda la laguna (Heino, y otros, 2015). Además, debido al pequeño tamaño de la laguna (ca. 6 Ha) (Biggs, Williams, Whitfield, Nicolet, & Weatherby, 693–714) y a la susceptibilidad de la laguna a condiciones ambientales como

la precipitación, puede que haya un grado alto de aleatoriedad en la biota, que se refleje en los puntos muestreados (Chase, 2007).

Otra posibilidad para este análisis de agrupamiento jerárquico es un sesgo en el diseño experimental, en donde los transectos no fueron bien definidos, debido a que las muestras fueron colectadas en una lancha sin motor, por lo que hubo dificultad de navegación rectilínea, por lo que todos los puntos no se comportan como transectos, sino más bien como puntos al azar. (Hurlbert, 1984).

Por último, el análisis de componentes principales (Fig. 4), muestra el traslape entre los puntos de los transectos 1 y 2; y traslape entre los puntos de los transectos 3, 4, 5 y 6. Además de esto, se muestran también los géneros correlacionados con los puntos de los transectos.

**Figura 4. Análisis de componentes principales de los puntos de colecta en la Laguna Lemoa**



Ver códigos de especies en cuadro No. 3.

Los transectos 1, 2 y 3 no muestran mayor asociación con ningún género, mientras que el transecto 4 si la muestras con los géneros *Pandorina*, *Cosmarium*, y la Morfoespecie 4. El transecto 5 se asocia con el género *Nitzschia*; y el sexto transecto con los géneros *Ulothrix*, *Scedesmus* y la Morfoespecie 5.

La separación de los puntos de los transectos 1 y 2 del resto de puntos de los transectos muestreados, mostrada por el ACP, puede deberse a que estos puntos son los más cercanos a la carretera. Sin embargo, es necesario cuantificar el efecto real de la carretera sobre el cuerpo de agua, ya que solo se ha especulado que esta podría fuente de químicos al agua (Elmore, Miller, & Parker, 2005). Por otro lado, el resto de puntos de los demás transectos (3, 4, 5 y 6) se encuentran relativamente en secuencia y

parcialmente traslapados, lo que podría también explicar por un lado, la posible existencia de gradientes espaciales, y por otro lado, la aleatoriedad de la biota en la laguna, debido al tamaño que esta tiene (Chase, 2007) (Jeffries, 1988).

### *Conclusiones y recomendaciones*

Al tomar en cuenta que los diferentes espacios alrededor de la laguna y las principales actividades realizadas en el área de estudio, tienen efectos directos e indirectos sobre la laguna; se puede establecer una posible conexión con la mayor cantidad de géneros determinados de fitoplancton (*Cosmarium*, *Nitzschia*, Morfoespecie 7, *Pediastrum*, *Scenedesmus*), como un reflejo de la cantidad y tipología de nutrientes que aportan estas actividades y espacios al agua de la laguna.

En relación al reducido tamaño de la laguna, se puede sugerir que la heterogeneidad espacial no rige ni limita como tal la distribución espacial de diversidad y abundancia de fitoplancton, sino que más bien domina una disposición aleatoria en toda la laguna. Para identificar una relación de los patrones espaciales, es necesaria una medición de la comunidad de fitoplancton a través del tiempo, ya que es posible que el patrón observado en este estudio represente una “fotografía” de un continuo.

La identificación de gradientes espaciales en la laguna y de fuentes de nutrientes, podría ser dilucidado en estudios futuros al medir variables ambientales de forma cuantitativa, tales como parámetros climáticos (precipitación, temperatura ambiental, temperatura del agua), nutrientes o químicos en el agua, pH, temperatura, oxígeno disuelto, y otras.

A pesar de las limitaciones de este estudio, este es uno de los pocos estudios ecológicos realizados en San Sebastián Lemoa y uno de los pocos en tener como centro de estudio la Laguna, por lo que los resultados establecidos en esta investigación pueden ser los cimientos para trabajos futuros que puedan incluir la restauración, conservación y manejo de la Laguna Lemoa.

### *Bibliografía*

- Bellinger, E., & Sigeo, D. (2010a). Algae as Bioindicators. En E. Bellinger, & D. Sigeo, *Freshwater Algae. Identification and Use as Bioindicators* (págs. 99-134). UK: John Wiley & Sons, Ltd.
- Bellinger, E., & Sigeo, D. (2010b). A Key to the More Frequently Occurring Freshwater Algae. En E. Bellinger, & D. Sigeo, *Freshwater Algae. Identification and Use as Bioindicators* (págs. 137-243). UK: A John Wiley & Sons, Ltd.
- Biggs, J., Williams, P., Whitfield, M., Nicolet, P., & Weatherby, A. (693–714). 15 years of pond assessment in Britain: results and lessons learned from the work of Pond Conservation. *Aquatic conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 2005.
- Buttle, J. (2002). Rethinking the donut: the case for hydrologically relevant buffer zones. *Hydrological Processes*, 3093-3096.
- Chase, J. (2007). Drought mediates the importance of stochastic community assembly. *The National Academy of Sciences of the USA*, 17430 –17434.
- Cloern, J. E. (1987). Turbidity as a control on phytoplankton biomass and productivity in estuaries. *Continental Shelf Research*, 1367-1381.

- Elmore, A., Miller, G., & Parker, B. (2005). Water quality in Lemoa, Guatemala. *Environmental Geology*, 901–907.
- Eloranta, P. (2000). Use of littoral algae in lake monitoring. En P. Heinonen, G. Ziglio, & A. Van Der Beken, *Water Quality Measurements Series: Hydrological and Limnological Aspects of Lake Monitoring*. UK: John Wiley & Sons, Ltd.
- Fortin, M., Dale, M., & Ver Hoef, J. (2016). Spatial Analysis in Ecology. *Wiley StatsRef: Statistics Reference Online.*, 1-13.
- García, A. (2016). *Laguna Lemoa, Quiché*. Recuperado el 26 de Marzo de 2017, de Mundo Chapín: <http://mundochapin.com/2015/09/guia-turistica-laguna-de-lemoa-quiche/27551/>
- García, A. L. (2016). *Laguna Lemoa, Quiché*. . Recuperado el 26 de Marzo de 2017, de Mundo Chapín: <http://mundochapin.com/2015/09/guia-turistica-laguna-de-lemoa-quiche/27551/>
- Goldman, J. (1980). Physiological Processes, Nutrient Availability, and the Concept of Relative Growth Rate in Marine Phytoplankton Ecology. En P. Falkowski, *Primary Productivity in the Sea* (págs. 174-194). Boston: Environmental Science Research, Springer. .
- Grobbelaar, J. U. (1985). Phytoplankton productivity in turbid waters. *Journal of Plankton Research*, 653-663.
- Hammer, O., Haerper, D., & Ryan, P. (2001). Past: Paleontological statics software package for education and data analysis. *Paleontologia Electronica*, 4(1): 9pp.
- Heino, J., Melo, A., Siqueira, T., Soinien, T., Valanka, S., & Bini, L. (2015). Metacommunity organisation, spatial extent and dispersal in aquatic systems: patterns, processes and prospects. *Freshwater Biology*, 845–869.
- Hurlbert, S. (1984). Pseudoreplication and the Design of Ecological Field Experiments. *Ecological Monographs*, 187–211.
- Huszar, V. L. (1998). The relationship between phytoplankton composition and physical–chemical variables: a comparison of taxonomic and morphological-functional descriptors in six temperate lakes. *Freshwater Biology*, 679–696.
- Izenman, A. (2008). Cluster Analysis: Basic concepts and algorithms. En A. Izenman, *Modern Multivariate Statistical Techniques* (págs. 487-568). Philadelphia: Springer Science.
- Jeffries, M. (1988). Measuring Tailing's 'element of chance in pond populations'. *Freshwater Biology*, 383–393.
- Kenttämies, K. (1981). The effects on water quality of forest drainage and fertilization in peatlands. *National Board of Waters*, 277-284.
- LeGresley, M., & McDermott, G. (2010). Counting chamber methods for quantitative phytoplankton analysis - haemocytometer, Palmer-Maloney cell and Sedgewick-Rafter cell. En B. Karlson, C. Cusack, & B. Bresnan, *Microscopic and Molecular Methods for Quantitative Phytoplankton Analysis* (págs. 25-30). United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization.
- Lepper, E., & Elmore, A. (2005). Groundwater development in Lemoa, Guatemala. *Environmental Geology*, 49–56.
- Lund, J. (1965). The ecology of the freshwater phytoplankton. *The freshwater biological Association*, 231-293.
- Malard, F., Tockner, K., Dole-Oliver, M., & Ward, J. (2002). A landscape perspective of surface–subsurface hydrological exchanges in river corridors. *Freshwater Biology*, 621-640.
- Mark, R., & Fortin, M. (2005). Spatial Concepts and notions. En R. a. Mark, *Spatial Analysis: A Guide For Ecologists* (págs. 1-30). United Kingdom: Cambridge University Press.



- Martínez, G., Contreras, M., & Villa, I. (2003). Modelos conceptuales de abundancia de fitoplancton asociados a la heterogeneidad espacial en el Embalse Rapel (Chile central). *Revista Chilena de Historia Natural*, 255-266.
- Needham, E., & Needham, P. (1962). *Guide to the Study of Freshwater Biology*. United States of America: McGraw-Hill Science.
- Oijima, D., Galvin, G., & Turner, B. (1994). The Global Impact of Land-Use Change. *BioScience*, 300-304.
- Pickett, M., & Cadenasso, S. (1995). Landscape ecology: spatial heterogeneity in ecological systems. *Science*, 331-334.
- Pickett, S. T., & Cadenasso, M. L. (1995). Landscape ecology: Spatial heterogeneity in ecological Systems. *Science*, 331-333.
- Reynolds, C. S. (1989). Physical Determinants of Phytoplankton Succession. En U. Sommer, *Plankton Ecology: Succession in Plankton Communities* (págs. 9-56). Springer Berlin Heidelberg.
- S. Reynolds, V. H.-F. (2002). Towards a functional classification of the freshwater phytoplankton. *Journal of plankton research*, 417-428.
- Santos, A. B., & Araújo, B. d. (2010). Influence of the river flow on the structure of fish assemblage along the longitudinal gradient from river to reservoir. *ZOOLOGIA* 27, 732-740.
- Thornton, K. W. (1990). *Reservoir Limnology: Ecological Perspectives*. New York: Wiley and Sons.
- Thornton, K., Kimmel, B., & Payne, F. (1990). *Reservoir Limnology: Ecological Perspectives*. New York: Wiley and Sons.
- Tizkar, B., Seidavi, A., Sudagar, M., & Ponce-Palafox, J. (2014). Temporal variation of phytoplankton populations in response to granular and liquid fertilizers. *International Journal of experimental Botany*, 109-116.
- Vicente, E., Hoyos, C., Sánchez, P., & Cambra, J. (2005). Protocolos. En E. Vicente, C. Hoyos, P. Sánchez, & J. Cambra, *Protocolo de muestreos y análisis para fitoplancton* (págs. 17-25). Configuración Edrográfica del Ebro.
- Wiens, J. (2002). Riverine landscapes: taking landscape ecology. *Freshwater Biology*, 501-515.
- Znachor, P. R. (2010). Spatial heterogeneity and seasonal succession of phytoplankton along the longitudinal gradient in a eutrophic reservoir. *Hidrobiología*, 175-186.

## **Diversidad y abundancia de fitoplancton en la heterogeneidad espacial de la Laguna Lemoa, Quiché.**

Vargas López, Natalia<sup>1</sup> y Avendaño, Carlos<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Escuela de Biología, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Universidad de San Carlos de Guatemala

### Resumen

La heterogeneidad espacial es un fenómeno ecológico que puede regir la estructura de un ecosistema, ya que esta se refiere a la complejidad espacial, diversidad o estructura de un ambiente. Los cuerpos de agua dulce, que forman parte de los paisajes terrestres, se ven influenciados por las características ambientales que los rodean, lo que llega a determinar la estructura de las poblaciones que residen en él. La Laguna de Lemoa, ubicada en el Departamento de El Quiché, se ve rodeada por un ambiente heterogéneo: Cultivos, zona de árboles, una carretera y una poza estacional. En este estudio pionero se exploró la correlación entre la diversidad y abundancia de fitoplancton y la heterogeneidad espacial del área. Se colectaron muestras en transectos radiales desde el centro de la laguna en la orilla, y una columna de agua (superficie, y a 1-1.5m de profundidad). Para contrastar la hipótesis se realizó un Análisis de Componentes Principales, en el que se muestran las correlaciones entre cada transecto según el área, determinando que debido al tamaño de la Laguna, todos los géneros estén dispersos de forma aleatoria, sin estar limitados por los espacios en el ambiente. Adicional a esto, se presenta el primer catálogo de géneros de fitoplancton de la Laguna, siendo los géneros más abundantes *Closterium*, *Pediastrum*, *Scenedesmus*, *Nitzschia*.

### Palabras clave

Guatemala ◦ Laguna Lemoa ◦ Heterogeneidad espacial ◦ Actividad antropogénica ◦ Fitoplancton