

Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ciencias y Farmacia
Programa de Experiencias Docentes con la Comunidad
Subprograma de EDC-Biología

Informe Final Integrado de EDC
Centro de Datos para la Conservación – CDC
Centro de Estudios Conservacionistas – CECON
Período de Realización
Enero 2014- Enero 2015

Jorge Rodolfo Martínez Aragón
Profesor Supervisor de EDC: Licda. Eunice Enríquez

Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia
Programa Experiencias Docentes con la Comunidad
Subprograma de Biología

Informe Final de Docencia y Servicio
Centro de Estudios Conservacionistas – CECON
Centro de Datos para la Conservación – CDC
Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia
Universidad de San Carlos de Guatemala
Período de Realización
Enero 2014 – Enero 2015

Jorge Rodolfo Martínez Aragón
Profesor Supervisor de EDC: Licda. Gabriela Armas
Asesor Institucional: Lic. Manolo García
Vo.Bo. Asesor Institucional: _____

Índice

Introducción	5
2. Cuadro Resumen de las Actividades de EDC	6
3. Actividades Realizadas Durante la Práctica de EDC	7
3.1 Actividades de Servicio Preestablecido Colecciones Botánicas	7
3.1.1 Herbario BIGU	7
Actividad 1: Anotar Carpetas.....	7
Actividad 2: Montaje	7
Actividad 3: Inventario.....	7
Actividad 4: Intercalado	7
3.2 Actividades de Servicio Preestablecido de Colecciones Zoológicas	8
3.2.1 Colección de Mamíferos – Museo de Historia Natural	8
Actividad 1: Base de Datos.....	8
Actividad 2: Etiquetado	8
Actividad 3: Montar etiquetas	8
4. Actividades de Servicio	9
Actividad 1: Enriquecimiento de la sección de referencias del CDC	9
Actividad 2: Actualización de base de datos descriptiva de CDC.....	9
Actividad 3: Actualización de base de datos taxonómica de CDC	9
Actividad 4: Apoyo en Actividades planificadas por CECON.....	9
Actividad 5: Elaboración de fichas técnicas de algunas especies representativas de la Familia Ariidae de Guatemala	10
Actividad 6: Ingreso de una colección ictiológica al Museo de Historia Natural (MUSHNAT) y base de datos del CDC.	10
5. Actividades de Docencia Preestablecidas	10
5.1 Herbario BIGU	10
Actividad 1: Curso de Formación Profesional: Sistemática y distribución de <i>Pinophyta</i> y <i>Magnoliophyta</i> de Guatemala.....	10
6. Actividades de Docencia	11
Actividad 1: Organización de una actividad ambiental, dentro del marco de actividades del programa de educación institucional de CECON.....	11
Actividad 2: Elaboración de un afiche relacionado con la función y composición del manglar.	11
7. Actividades No Planificadas	11

Actividad 1: Asistencia a charla impartida por Charles Turton “Climate Changes and the Migration of Southern forest into Northern Canada during the middle Pliocene warm period”, el 5 de marzo de 2014 en el salón de usos múltiples, edificio T-11 de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia de la Universidad de San Carlos de Guatemala	11
Actividad 2:Asistencia a la charla impartida por Scott Newbold “Dinámica poblacional del Halcón Pecho Naranja (<i>Falco deiroleucus</i>) y su restauración en Centroamérica”, el 13 de marzo de 2014 en el salón de usos múltiples, edificio T-11 de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia de la Universidad de San Carlos de Guatemala	12
Actividad 3:Apoyo en Panel Foro “Contribución de la diversidad biológica al bienestar humano y su rol en la adaptación y mitigación al cambio climático”, el jueves 20 de marzo del 2014 en el Museo Nacional de Arqueología y Etnología.	12
Actividad 4: Apoyo en la actividad planificada por CECON y Museo de Historia Natural “Un Viaje al Pasado” en celebración por el día de los museos el día sábado 17 de mayo.	12
Actividad 5: Revisión Taxonómica de las familias de la ictiofauna presentes en Guatemala. .	12
Anexos	13

Introducción

La Experiencia Docente con la Comunidad (EDC) de la carrera de Biología, es una práctica integral que pretende iniciar al estudiante en el campo de trabajo que desarrollará mediante investigación, servicio y docencia. El informe final de docencia y servicio del EDC, presenta las actividades realizadas por el estudiante que sirvieron para alcanzar los objetivos propuestos por la unidad de prácticas, Centro de Datos para la Conservación (CDC) del Centro de Estudios Conservacionistas (CECON) ya que es indispensable que dicha institución mantenga un trabajo constantemente actualizado para brindar la información más completa y reciente de las especies zoológicas representativas del país a personas que soliciten dicha información. El período en el que se realizan las actividades es durante los meses de marzo a junio del año 2014. Las actividades realizadas consistieron en el enriquecimiento de las bases de datos, sección de referencias del CDC, elaboración de fichas técnicas y el apoyo brindado en la actividad conmemorativa del día de la Tierra organizada por CECON cumpliendo actividades de servicio. Las actividades de docencia consistieron en impartir una conferencia sobre la historia natural de Guatemala en conmemoración al día de la Tierra y charlas recibidas acerca de la diversidad biológica, el medio ambiente y la conservación de especies animales. También se realizaron actividades de servicio que no fueron planificadas, tales como el apoyo en el panel foro “Contribución de la diversidad biológica al bienestar humano y su rol en la adaptación y mitigación al cambio climático” y en la actividad realizada por Jardín Botánico y Museo de Historia Natural “Un Viaje al Pasado” en celebración por el día de los museos.

2. Cuadro Resumen de las Actividades de EDC

Programa/Actividades	Fecha propuesta	Horas EDC asignadas	Horas Acumuladas EDC	% De horas de EDC Avance/Acumuladas
A. Servicio				
Servicio preestablecido Colección Botánica	Febrero – Marzo	40	40	100%
Servicio Preestablecido Colección Zoológica	Febrero – Marzo	40	40	100%
Sección de Referencias de CDC	Marzo – Abril	72 horas	72 horas	100 %
Base de datos descriptiva de CDC	Marzo – Abril	72 horas	72 horas	100%
Apoyo en actividades de CECON	Marzo – Abril	10 horas	10 horas	100%
Actualización de base de datos taxonómica de CDC	Mayo	72 horas	72 horas	100%
Fichas técnicas	Mayo	52 horas	52 horas	100%
Mapas geográficos	Mayo	52 horas	0 horas	0%
Ingreso de colección ictiológica	Mayo	10 horas	10 horas	100%
B. Docencia				
Organización de actividad ambiental de CECON	Abril	40 horas	40 horas	100%
Material didáctico	Mayo	40 horas	40 horas	40%
C. No Planificado				
Charla por Charles Turton	-	-	2 horas	-
Charla por Scott Newbold	-	-	2 horas	-
Apoyo en Panel Foro	-	-	4 horas	-
Apoyo en actividad “Un viaje al pasado”	-	-	4 horas	-
Revisión Taxonómica	-	-	40 horas	-

3. Actividades Realizadas Durante la Práctica de EDC

3.1 Actividades de Servicio Preestablecido Colecciones Botánicas

3.1.1 Herbario BIGU

Actividad 1: Anotar Carpetas

Objetivos: Nombrar a nivel de Especie y etiquetar las carpetas que contienen los especímenes de la colección de líquenes.

Descripción: Se asignó el nombre a cada carpeta de la colección de líquenes del herbario BIGU, colocando en cada carpeta el nombre científico de la especie de musgo que contenía.

Resultados: Se rotularon con su género y epíteto específico 70 carpetas, cada una perteneciente a una especie diferente de líquenes.

Objetivos alcanzados: Haber creado una serie de carpetas con especímenes de líquenes, identificados con su género, epíteto específico y autoridad.

Limitaciones o dificultades: Los especímenes estaban previamente identificados, lo que dificultaba determinar la fuente donde fue tomado el criterio para la identificación.

Actividad 2: Montaje

Objetivos: Preparar nuevos especímenes botánicos para ser ingresados a la base de datos del herbario BIGU.

Descripción: Pegar en papel textcote nuevos especímenes botánicos, con su respectiva ficha que lo identificaba para luego ser ingresada a la base de datos.

Resultados: Se montaron 80 especímenes para ser ingresados a la base de datos.

Objetivos alcanzados: Se logró el montaje de 80 especímenes nuevos, que posteriormente serían ingresados en la base de datos del herbario BIGU

Limitaciones o dificultades: La cola para el montaje era escasa, en algunas ocasiones las fichas con los datos del espécimen tenía errores.

Actividad 3: Inventario

Objetivos: Anotar en el libro de inventario nuevos registros de especímenes botánicos.

Descripción: Anotar manualmente en el libro de inventario del herbario los registros de las especies montadas.

Resultados: Ampliar la base de datos de la colección botánica del herbario, con los 80 especímenes previamente montados, anotándolos manualmente en el libro de inventario.

Objetivos alcanzados: Haber anotado las 80 especies botánicas montadas previamente en el libro de inventario, junto con otras especies, que aún no habían sido ingresadas.

Limitaciones o dificultades: La extensa colección y la metodología, dificultaban determinar si el espécimen era un nuevo registro o una especie con un registro previamente asignado.

Actividad 4: Intercalado

Objetivos: Archivar los nuevos especímenes, previamente inventariados en la carpeta correspondiente de la colección.

Descripción: Se ubicaba la carpeta perteneciente al espécimen y luego se ingresaba a la colección.

Resultados: Archivar los especímenes que fueron previamente montados e inventariados.

Objetivos alcanzados: Los especímenes que fueron previamente inventariados, fueron archivados en carpetas correspondientes a su Familia y Especie dentro de la colección.

Limitaciones o dificultades: Falta de espacio en los gabinetes que contenían las carpetas

3.2 Actividades de Servicio Prestablecido de Colecciones Zoológicas

3.2.1 Colección de Mamíferos – Museo de Historia Natural

Actividad 1: Base de Datos

Objetivos: Ingresar a la base de datos los especímenes de mamíferos colectados en proyectos recientes de la Universidad de San Carlos de Guatemala (USAC).

Descripción: Se ingresaron los datos más importantes de cada espécimen de mamífero en la base de datos del Museo de Historia Natural (MUSHNAT).

Resultados: Se ingresaron a la base de datos los especímenes correspondientes al proyecto Museum of Vertebrate Zoology (MVZ) - USAC realizado en el Volcán Suchitán.

Objetivos alcanzados: Haber ingresado a la base de datos todos los especímenes colectados en el proyecto realizado por la Universidad Estatal de California y la Universidad de San Carlos de Guatemala MVZ – USAC.

Limitaciones o dificultades: El equipo de cómputo es antiguo, lo que hacía lento el trabajo.

Actividad 2: Etiquetado

Objetivos: Hacer etiquetas que identifiquen a cada espécimen de mamífero ingresado en la base de datos.

Descripción: Se realizó la etiqueta para espécimen de mamífero según correspondía a tejido, piel o cráneo.

Resultados: Asignar en la etiqueta a cada espécimen ingresado en la base de datos, su número de catálogo correspondiente dentro de la colección.

Objetivos alcanzados: Otorgar a cada espécimen una etiqueta, que lo identifique con su número de catálogo dentro del inventario y la base de datos de la colección.

Limitaciones o dificultades: Cada espécimen constaba de 3 muestras, el tejido, la piel y el esqueleto, en algunas ocasiones hacía falta alguna de las muestras, lo que dificultaba realizar el etiquetado completo.

Actividad 3: Montar etiquetas

Objetivos: Colocar cada etiqueta en el espécimen correspondiente o en la muestra del espécimen correspondiente.

Descripción: Se adjuntó la etiqueta correspondiente a cada espécimen ingresado en la base de datos del MUSHNAT.

Resultados: Se buscó, identificó y adjuntó la etiqueta correspondiente al espécimen.

Objetivos alcanzados: Se colocó la etiqueta respectiva al tejido, cráneo y/o piel de cada espécimen registrado en la base de datos.

Limitaciones o dificultades: En algunas ocasiones el espécimen no se encontraba dentro de la colección, por lo que era imposible etiquetarlo.

4. Actividades de Servicio

Actividad 1: Enriquecimiento de la sección de referencias del CDC

Objetivo: Ampliar la sección de referencias del CDC con publicaciones recientes sobre diversidad biológica.

Descripción: Se ingresaron referencias bibliográficas en la base de datos de referencia del CDC.

Resultados: Ingreso a la base de datos de siete artículos científicos con información relevante sobre especies zoológicas presentes en Guatemala.

Objetivos alcanzados: Se amplió la sección de referencias de CDC con el ingreso de 7 artículos principalmente relacionados a ornitología y mamíferos mayores.

Actividad 2: Actualización de base de datos descriptiva de CDC

Objetivo: Ampliar la base de datos de descripciones de especies por el CDC

Descripción: Se amplió la información acerca de las descripciones de especies registradas de la base del CDC.

Resultados: Se ingresaron las descripciones y ecología de 50 especies de la ictiofauna de la costa atlántica de Guatemala, obtenida del Catálogo de los Peces Continentales de Quintana Roo, elaborado por Juan Schmitter-Sotto en 1998.

Objetivos alcanzados: Se ampliaron las descripciones de especies de la ictiofauna guatemalteca de la base de datos del CDC.

Actividad 3: Actualización de base de datos taxonómica de CDC

Objetivo: Ampliar, ingresar y actualizar la información taxonómica de especies de la ictiofauna de Guatemala registradas por el CDC.

Descripción: Se revisó la información pertinente de algunas especies registradas en la base de datos del CDC con base a FishBase, sitio en línea especializado en taxonomía de la ictiofauna mundial.

Resultados: Se revisó, corrigió y amplió información pertinente de 150 especies de la ictiofauna guatemalteca registrada en la base de datos del CDC.

Objetivos alcanzados: Se amplió y actualizó la información taxonómica de 150 especies de la ictiofauna guatemalteca registrada en la base de datos taxonómica del CDC.

Limitaciones y dificultades: Las correcciones realizadas a las especies revisadas fueron realizadas a mano, por lo que la actualización no fue definitiva en la base de datos.

Actividad 4: Apoyo en Actividades planificadas por CECON

Objetivo: Apoyar en las distintas actividades que se planifiquen en el CECON

Descripción: Se prestaron servicios para ayudar a CECON a realizar las actividades planificadas en cuanto a organización y divulgación.

Resultados: Haber brindado apoyo en la actividad del día de la Tierra planificada por Jardín Botánico del CECON y el Museo de Historia Natural, para organización y montaje del evento.

Objetivos alcanzados: Se brindó apoyo en la actividad del día de la Tierra para ayudar a organizar y orientar al público el día del evento.

Limitaciones o dificultades: Debido a la cantidad de visitantes era complicado dar una atención personalizada a cada visitante.

Actividad 5: Elaboración de fichas técnicas de algunas especies representativas de la Familia Ariidae de Guatemala

Objetivo: Crear fichas técnicas que contengan información relevante sobre algunas de especies de la familia Ariidae de Guatemala

Descripción: Por medio de la elaboración de las bases de datos del CDC y bibliografía complementaria, se creó una síntesis de las características más importantes de algunas especies de la Familia Ariidae para que puedan ser utilizadas por el público para conocer las características de los especímenes

Resultados: Se elaboraron 5 fichas técnicas, para la población guatemalteca, ayudándolos a obtener información pertinente y resumida acerca de algunas de las especies de la Familia Ariidae más importantes.

Objetivos alcanzados: Creación de 5 fichas técnicas, pertenecientes a especies representativas de la Familia Ariidae con información relevante.

Limitaciones y dificultades: La bibliografía disponible era escasa para algunas de las especies.

Actividad 6: Ingreso de una colección ictiológica al Museo de Historia Natural (MUSHNAT) y base de datos del CDC.

Objetivo: Ingresar una colección de peces a la base de datos del CDC y al MUSHNAT.

Descripción: Se ingresó una colección pequeña de peces del CDC al MUSHNAT, realizando las solicitudes necesarias para que los mismos pudieran ser ingresados, se les colocó la etiqueta de colecta y se les cambió el etanol preservante para mantener la condición de los especímenes.

Resultados: Se amplió la base de datos del CDC y la colección zoológica del MUSHNAT en la sección de ictiofauna con el ingreso de 7 especímenes.

Objetivos Alcanzados: Se ingresó una colección de 7 especímenes de la ictiofauna guatemalteca en la base de datos del CDC y en la colección zoológica del MUSHNAT.

5. Actividades de Docencia Preestablecidas

5.1 Herbario BIGU

Actividad 1: Curso de Formación Profesional: Sistemática y distribución de *Pinophyta* y *Magnoliophyta* de Guatemala

Objetivos: Asistir a clases y aprender ciertas generalidades de la distribución y características morfológicas que diferencian a las de *Pinophyta* y *Magnoliophyta* de Guatemala

Descripción: Anotar y aprender las características más importantes de la distribución y la forma en que se identifican las especies botánicas del país.

Resultados: Haber asistido al Curso de Formación Profesional, durante el período correspondiente al servicio establecido realizado en esa unidad de práctica.

Objetivos alcanzados: Se identificaron las características morfológicas y ciertos puntos de distribución de especies botánicas pertenecientes a Familias de *Pinophyta* y *Magnoliophyta*, cuyas características les son útiles para adaptarse a las condiciones en las que se encuentran en el ecosistema guatemalteco.

Limitaciones o dificultades: Falta de tiempo, debido al horario establecido de 8 horas era imposible completar el curso.

6. Actividades de Docencia

Actividad 1: Organización de una actividad ambiental, dentro del marco de actividades del programa de educación institucional de CECON

Objetivo: Compartir conocimientos con los asistentes de la actividad ambiental organizada por CECON por el día de la Tierra acerca de la Historia Natural del país.

Procedimiento: El sábado 26 de abril, día que se conmemoró el día de la Tierra en el Museo de Historia de Natural y Jardín Botánico se organizó e impartió una charla acerca de la Historia Natural de Guatemala, presentándose la ictiofauna de aguas continentales del país, que duró 5 minutos, de la charla completa que fue de 30 minutos entre las 15:30 a 16:00 horas.

Resultados: Se organizó y realizó una presentación acerca de la Historia Natural de Guatemala, elaborada por los estudiantes de EDC que realizan sus actividades de docencia y servicio dentro de CECON y el Museo de Historia Natural.

Objetivos alcanzados: Se compartió un conocimiento básico acerca de la formación de Guatemala y acerca de cómo poblaron el territorio y cuáles son los distintos grupos animales que actualmente se encuentran en el país, dando énfasis en la ictiofauna continental.

Limitaciones o dificultades: El horario de la actividad redujo el número de asistentes a la charla ya que la misma fue fuera de horario por problemas de logística.

Actividad 2: Elaboración de un afiche relacionado con la función y composición del manglar.

Objetivos: Proporcionar a los visitantes de CECON y público en general, medios informativos que faciliten el aprendizaje sobre la conservación de las especies.

Resultados: Afiche donde se expone de manera general que es un manglar, la importancia del mismo y los usos que pueden obtenerse.

Objetivos Alcanzados: La información relevante sobre el mangle está completa, únicamente hace falta el diseño gráfico del afiche.

7. Actividades No Planificadas

Actividad 1: Asistencia a charla impartida por Charles Turton “Climate Changes and the Migration of Southern forest into Northern Canada during the middle Pliocene warm period”, el 5 de marzo de 2014 en el salón de usos múltiples, edificio T-11 de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia de la Universidad de San Carlos de Guatemala

Resultados: En una charla con duración de 2 horas, se recibieron conceptos básicos sobre cómo ha ocurrido el cambio climático a través de la historia y como ha afectado a los seres vivos.

Objetivos alcanzados: Se asistió a la conferencia impartida por Charles Turton, donde explicó las consecuencias de los cambios climáticos y sus efectos en los seres vivos.

Limitaciones o dificultades: Las personas encargadas de la traducción de la charla no siempre eran precisas con lo que el conferencista pretendía explicar.

Actividad 2:Asistencia a la charla impartida por Scott Newbold “Dinámica poblacional del Halcón Pecho Naranja (*Falco deiroleucus*) y su restauración en Centroamérica”, el 13 de marzo de 2014 en el salón de usos múltiples, edificio T-11 de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia de la Universidad de San Carlos de Guatemala

Resultados: En una charla con duración de 2 horas, se recibieron generalidades sobre la distribución del halcón pecho naranja en Guatemala y como preservar sus hábitats críticos.

Objetivos alcanzados: Conocer sobre la biología del halcón pecho naranja y su distribución en Guatemala para poder conservarlo.

Actividad 3:Apoyo en Panel Foro “Contribución de la diversidad biológica al bienestar humano y su rol en la adaptación y mitigación al cambio climático”, el jueves 20 de marzo del 2014 en el Museo Nacional de Arqueología y Etnología.

Resultados: Haber apoyado en el montaje y orientado al público visitante en el Foro que tuvo una duración aproximada de 4 horas.

Objetivos alcanzados: Haber brindado apoyo en organización, orientación al público y montaje de una actividad realizada por CECON y CONAP.

Limitaciones o dificultades: Debido a que no se contaba con tiempo muy extenso para el montaje del evento, el mismo tuvo que ser preparado cuidando únicamente detalles superficiales.

Actividad 4: Apoyo en la actividad planificada por CECON y Museo de Historia Natural “Un Viaje al Pasado” en celebración por el día de los museos el día sábado 17 de mayo.

Resultados: Haber apoyado en el montaje audiovisual y asistencia técnica en las conferencias que fueron impartidas en el Museo de Historia Natural, con una duración aproximada de 1 hora por conferencia, para un total de 4 horas.

Objetivos Alcanzados: Haber apoyado en las conferencias que fueron impartidas en la actividad.

Actividad 5: Revisión Taxonómica de las familias de la ictiofauna presentes en Guatemala.

Resultados: Haber revisado un listado de las familias y los géneros de la ictiofauna presente en Guatemala.

Objetivos Alcanzados: Se realizó una revisión taxonómica, en la que se verificó el nombre válido de las familias y géneros de la ictiofauna guatemalteca, así también se verificó la autoridad correspondiente a las mismas.

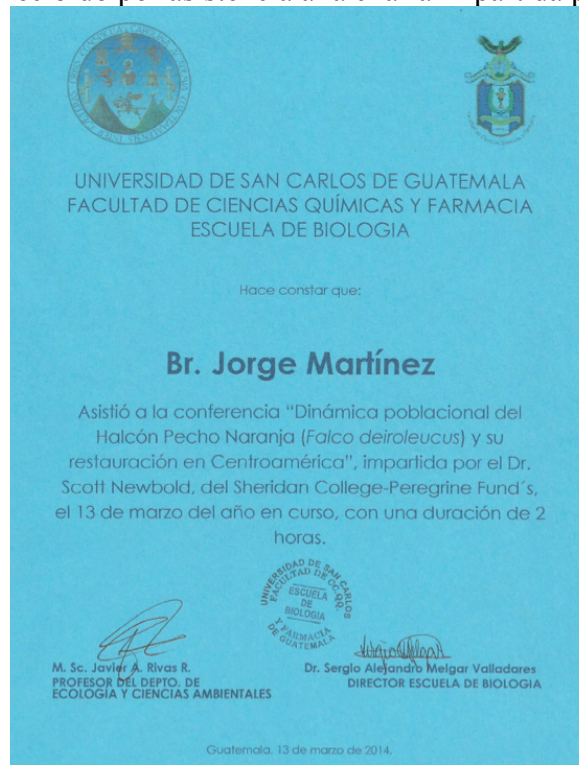
Esta actividad se realizó como complemento de la actualización de la Base de Datos Taxonómica del CDC, debido a que por falta del software ArcGis, no se pudo complementar la actividad de servicio planificada “Elaboración de mapas geográficos para utilizarse en las fichas técnicas”.

Anexos

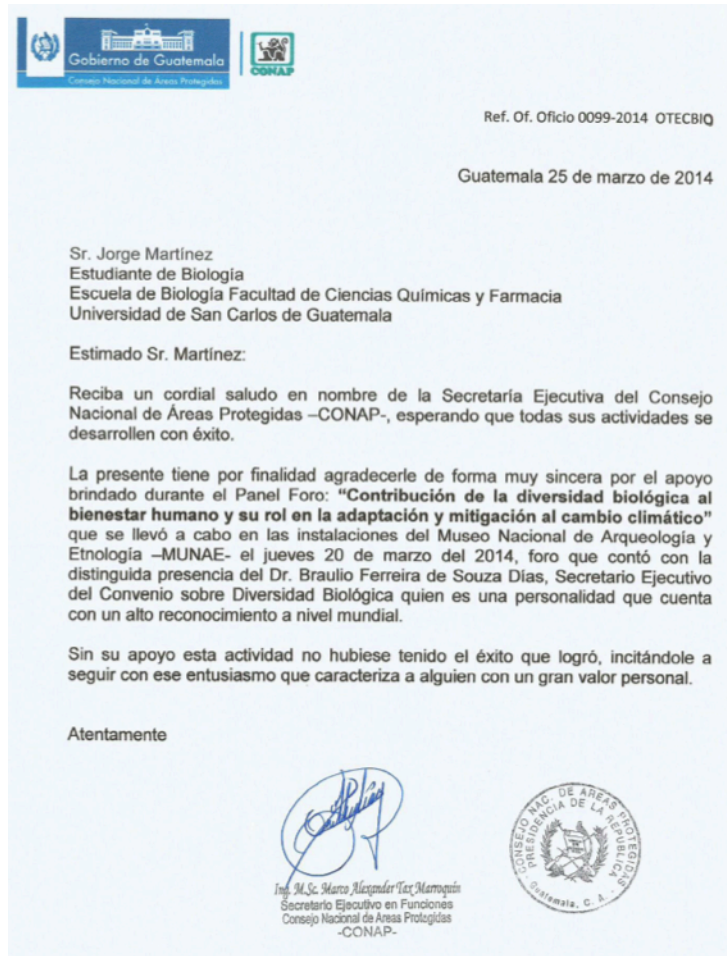
Anexo No. 1 Diploma recibido por asistencia a la charla impartida por Charles Turton



Anexo No. 2 Diploma recibido por asistencia a la charla impartida por Scott Newbold



Anexo No. 3 Constancia recibida por el apoyo brindado en el Panel Foro “Contribución de la diversidad biológica al bienestar humano y su rol en la adaptación y mitigación al cambio climático”



Anexo No. 4 Constancia recibida por la conferencia impartida en celebración al día de la Tierra



Anexo No. 5 Constancia Recibida por el apoyo brindado



El Jardín Botánico del Centro de Estudios Conservacionistas -CECON- y el Museo de Historia Natural -MUSHNAT- otorgan el presente diploma a:

Jorge Martínez

Por su valiosa colaboración en la organización de la actividad:
“Un Viaje al Pasado: Automóviles, motocicletas y bicicletas clásicas.”

Ciudad de Guatemala, 17 de mayo de 2014.

Lucía Prado
M. Sc. Lucía Prado
Coordinadora
Museo de Historia Natural -MUSHNAT-

Carolina Rosales
M. Sc. Carolina Rosales
Coordinadora
Jardín Botánico



Anexo No. 6 Asistentes del Panel Foro “Contribución de la diversidad biológica al bienestar humano y su rol en la adaptación y mitigación al cambio climático”



Anexo No. 7. Base de datos de referencia que fue ampliada

Id	CODFUENTE	CITA	ARCHIVADO	COBGEO	RESUMEN	COMUNNAT	COMUNTERI	BOS
2970	R07DICO100GT	Dickerman, R. 2007. Birds of the Southern Pacific ZOODIGITAL		SANTA ROSA	Revisión de av			
2975	I08VEL0100GT	Velázquez, P; Sigüenza, R y Hernández, J. 2008. / ZOODIGITAL		Pacífico de Guatemala	Se evaluó la ric			
2997	I98IXQ0100GT	Ixquiac, M. 1998. Análisis de la composición y di: ZOODIGITAL		OCEANO PACIFICO	Se estudió la c			
3002	I04MNT0100GT	Montes, N. 2004. Estimación de la abundancia re ZOODIGITAL		Pacífico y Caribe	Reporte de act			
3014	I07QUI0100GT	Quintana, Y. 2007. Comparación de la ictiofauna ZOODIGITAL		SANTA ROSA, REUTALHULEU	Peces asociad			
3021	I99BAL0100GT	Baldetti, C. A. 1999. Caracterización biológica y p ZOODIGITAL		Pacífico de Guatemala	Caracterizació			
3029	L09QUI0100GT	Quintana-Rizzo, E., y Gerrodette, T. 2009. Primer DocsZoo		Zona económica exclusiva del Océ	Distribución y			
3038	I11DAVO100GT	Davila, C. V. 2011. Diversidad y abundancia de m ZOODIGITAL		Pacífico de Guatemala	Se estimó la di			
3045	N77DCK0100GT	Dickerman, R. W. 1977. Three more new specim ZOODIGITAL		Santa Rosa	Se presentan l			
3046	N75DCK0100GT	Dickerman, R. W. 1975. Nine new specimen reco ZOODIGITAL		Santa Rosa	Se presentan re			
3049	N31TASO100GT	Tashian, R. E. 1953. The birds of southeastern Gu ZOODIGITAL		Santa Rosa, Jutiapa y Jalapa	Descripción de			
3051	R62BEA0100GT	Beapler, D. H. 1962. The Avifauna of the Soloma ZOODIGITAL		Huehuetenango	Conteo de las s			S
3054	R81BOL0100GT	Bolin, I. (julio, 1981). Male Parental Behavior in l						S
3055	R73BRI0100GT	Brinson, M. Brinson, L. Lugo, A. (16 de julio, 1973						
3056	R43BRO0100GT	Brodkorb, P. (Enero, Febrero, 1943). Geographic						S
3057	R78CAN0100GT	Cant, J. (julio, 1978). Population Survey of the Sp						S
3058	R79CAN0100GT	Cant, J. (junio, 1979). Dispersal of Stemmaddenia						S
3059	R66CAR0100GT	Carter, D. Pine, R. Davis, W. (31 de diciembre, 19						
*	(Nuevo)							

Anexo No. 8 Base de Datos descriptiva de la Clase Actinopterygii que fue ampliada

Especie	Familia	Nombre cor	Name	Otros nomb	Descripción	Comentario	Comentario	Residente	Migratorio I	Migratori
Elops saurus	Elopidae	Machete		Tzotzín, malact	De cuerpo plat			Cabo Cod a Rio X		
Megalops atlanticus	Megalopidae	Tarpon		Sábalo	Pez robusto y			Nueva Escocia X		
Anguilla rostrata	Anguillidae	Anguila Ameri			Cuerpo delgad			Groenlandia a X		
Anchoa cubana	Engraulidae	Anchoa cubana		Majúa	Forma aguda d			De Carolina de X		
Anchoa parva	Engraulidae	Anchoa enana		Manjúa parva	Pez pelágico c			Desde Yucatán X		
Anchovia clupeoides	Engraulidae	Hachudi		Anchoa de Zab	Pez costero de			Desde Cuba y (X		
Dorosoma petenense	Clupeidae	Sardina maya		topote	Pez dulceacuí			Desde el Rio M X		
Harengula clupeola	Clupeidae	Sardina falsa		Sardina escam	Pez marino co			Del Sur de Flor X		
Harengula jaguana	Clupeidae	Sardinet jagu		Pequeché	Pez con diente			Nueva Jersey l X		
Astyranax aeneus	Characidae	Sardinita		Pepesca blanc	Pez plateado d			Desde la Penín X		
Hypessobrycon compressus	Characidae	Sardinita plate		Tetra	Parecido a Ast			Río Papaloapa X		
Ictalurus furcatus	Ictaluridae	Bagre azul		Bobo liso	Pez primario o			Desde Mississi X		
Ariopsis assimilis	Ariidae	Bagre marino	Mayan sea cat	Bagre espinud	Pez béntico m			Costa atlántica X		
Mugil curema	Mugilidae	Lisa		Lisa criolla	Parecido a M. c			Ambas costas (X		
Atherinella alvarezii	Atherinopsida	Plateadito de		Sardina	Dos aletas dor			México		X
Strongylura marina	Belontiidae	Agujón azul		Aguja	Peces de cuer			Maine a Brasil, X		
Strongylura notata	Belontiidae	Agujón rayado		Aguja	Peces con la ra			Cayos de Flor X		
Strongylura timucu	Belontiidae	Agujón verde		Aguja	Se reconoce pe			Florida y Bahar X		
Hyporhamphus roberti	Hemiramphidi	Agujeta larga		Pajarito	Mandibula inf			Desde Rhode I X		
Belonesox belizanus	Poeciliidae	Picudito		Topén	Peces pequeñ			Veracruz a Cos X		
Gambusia sexradiata	Poeciliidae	Guayacón del s		Gupi	Aletas pélvica			Veracruz a Hor X		
Gambusia yucatanana	Poeciliidae	Guayacón yuca		Topote	Particulares gc			Veracruz a Gu X		

Anexo No. 9 Base de datos Taxonómica de la ictiofauna guatemalteca registrada por CDC.

Base de Datos Patrimonio Natural - Centro de Datos para la Conservación
Centro de Estudios Conservacionistas – Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia - Universidad de San Carlos de Guatemala

Chondrichthyes	Heterodontiformes	Heterodontidae	Heterodontus mexicanus	Taylor & Castro-Aguirre, 1972	Mexican hornshark	DD ✓
	Orectolobiformes	Ginglymostomatidae	Ginglymostoma cirratum	Bonnaterre, 1788	Nurse shark	DD ✓
	Orectolobiformes	Rhincodontidae	Rhincodon typus	Smith, 1828	Whale shark	VU ✓
	Carcharhiniformes	Scyliorhinidae	Galeus arae	Nichols, 1927	Roughtail catshark	LC ✓
	Carcharhiniformes	Scyliorhinidae	Scyliorhinus retifer	Garman, 1881	Chain catshark	LC ✓
	Carcharhiniformes	Triakidae	Mustelus dorsalis	Gill, 1864	Sharptooth smooth-hound	DD ✓
	Carcharhiniformes	Triakidae	Mustelus lumulatus	Jordan & Gilbert, 1882	Sicklefin smooth-hound	LC ✓
	Carcharhiniformes	Triakidae	Mustelus norrisi	Springer, 1939	Narrowfin smooth-hound	DD ✓
	Carcharhiniformes	Sphyrnidae	Sphyrna corona	Springer, 1940	Scalloped bonnethead	NT ✓
	Carcharhiniformes	Sphyrnidae	Sphyrna lewini	Griffith & Smith, 1834	Scalloped hammerhead	EL ✓ ←
	Carcharhiniformes	Sphyrnidae	Sphyrna media	Springer, 1940	Scoophead	DD ✓ ←
	Carcharhiniformes	Sphyrnidae	Sphyrna mokarran	Rüppell, 1837	Great hammerhead	EL ✓ ←
	Carcharhiniformes	Sphyrnidae	Sphyrna tiburo	Linnaeus, 1758	Bonnethead	LC ✓ ←
	Carcharhiniformes	Sphyrnidae	Sphyrna zygaena	Linnaeus, 1758	Smooth hammerhead	VU ✓ ←
	Rajiformes	Urotrygonidae	Urobatis halleri	Cooper, 1863	Haller's round ray, round stingray	LC ✓ ←
	Rajiformes	Urotrygonidae	Urotrygon chilensis	Günther, 1872	Chilean round ray, thorny round stingray	DD ✓ ←
	Rajiformes	Urotrygonidae	Urotrygon munda	Gill, 1863	Munda round ray	DD ✓ ←
	Rajiformes	Urotrygonidae	Urotrygon rogersi	Jordan & Starks, 1895	Rogers' round ray	DD ✓ ←
	Carcharhiniformes	Carcharhinidae	Carcharhinus acronotus	Poey, 1860	Blacknose shark	NT ✓
	Carcharhiniformes	Carcharhinidae	Carcharhinus albimarginatus	Rüppell, 1837	Silvertip shark	NT ✓
	Carcharhiniformes	Carcharhinidae	Carcharhinus falciformis	Müller & Henle, 1839	Silky shark	NT ✓
	Carcharhiniformes	Carcharhinidae	Carcharhinus galapagensis	Snoogress & Heller, 1905	Galapagos shark	LC ✓
	Carcharhiniformes	Carcharhinidae	Carcharhinus isodon	Müller and Henle, 1839	Finetooth shark	LC ✓
	Carcharhiniformes	Carcharhinidae	Carcharhinus leucas	Müller & Henle, 1839	Bull shark	NT ✓
	Carcharhiniformes	Carcharhinidae	Carcharhinus limbatus	Müller & Henle, 1839	Blacktip shark	NT ✓

Anexo No. 10 Afiche informativo sobre la función y composición del manglar de Guatemala.

Ecología del Manglar

Características generales:
El manglar es un bosque que marca la transición entre mar y tierra. Tienen una alta tolerancia al agua salobre. Se encuentra en zonas costeras de las regiones tropicales.

Composición:
En el pacífico del país, el manglar está compuesto por distintas especies, tales como Rhizophora mangle L. (mangle rojo), Laguncularia racemosa (L.) C.F. Gaerth (mangle blanco), Avicennia germinans (L.) L. (mangle negro) y Conocarpus erectus L. (mangle botoncillo).

Funciones:
Las comunidades de mangle sirven como refugio para los alevines de muchas especies de peces, también sirven de refugio para otras especies de animales como moluscos o crustáceos.
Conserva la calidad del agua y del suelo al influir en el ciclo de los nutrientes.
Protege las costas controlando inundaciones.

Usos:
El manglar otorga madera para leña o para construcción de canoas. Son lugares donde se practica la pesca al albergar diversas especies de fauna. Por sus metabólicos secundarios, puede tener un uso medicinal.

Referencias
Consejo Nacional para el conocimiento y uso de la biodiversidad - CONABIO. (s.f.). Rhizophora mangle. Disponible en: http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/info_especies/arboles/doctos/58-rhizo1m.pdf
Instituto Nacional de Bosques - INAB. (2011). Manglares de Guatemala. Disponible en: <http://www.sifgua.org.gt/Documentos/Boletines/Manglares/Boletin%20No.%201.pdf>
Tomlinson, P. (1986). The Botany of Mangroves. USA: Cambridge University Press.
Woodroffe, C. (1983). Development of mangrove forests from a geological perspective. En H.J. Teas. Biology and ecology of mangroves (pp. 1-18). USA: Springer.

Elaborado por: Jorge Martínez, estudiante del sub-programa de Experiencias Docentes con la Comunidad EDC de Biología.

Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia
Programa de Experiencias Docentes con la Comunidad
Subprograma EDC Biología

Informe Final de Investigación
Efecto del detergente y suavizante de tela sobre el estado de salud del lirio de agua
(*Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms) proveniente del Lago de Amatitlán
Centro de Estudios Conservacionistas – CECON
Centro de Datos para la Conservación – CDC
Período de Realización
Enero 2014 – Enero 2015

Jorge Rodolfo Martínez Aragón
Profesor Supervisor de EDC: Licda. Eunice Enríquez
Asesor de Investigación: Lic. Manolo García

Índice	
1. Resumen	21
2. Introducción	21
3. Planteamiento del problema	22
4. Justificación	22
5. Referente teórico	23
5.1 Sustancias para el lavado de ropa	23
5.1.1 Detergentes	23
5.1.2 Suavizantes	24
5.2 Estado de Salud	25
5.3 Descripción del Lirio de Agua	25
5.4 Biología y Ecología del Lirio de Agua	26
5.5 Estudios realizados en Guatemala sobre la contaminación del agua	26
6. Objetivos	27
6.1 General	27
6.2 Específicos	27
7. Hipótesis	27
8. Metodología	27
8.1 Colecta de especímenes	27
8.2 Fase experimental	28
8.2.1 Montaje del experimento	28
8.2.2 Determinación del estado de salud	28
8.3 Diseño	29
8.3.1 Población.....	29
8.3.2 Muestra	29
8.4 Técnicas a usar en el proceso de investigación	29
8.4.1 Recolección de datos.....	29
8.4.2 Análisis de los Datos	29
8.4.3 Instrumentos para registro y medición de las observaciones.....	29
9. Resultados	30
10. Discusión de resultados	34

11. Conclusiones.....	35
12. Recomendaciones.....	36
13. Referencias bibliográficas.....	36
14. Anexos.....	39

1. Resumen

Las sustancias para el lavado de ropa son productos utilizados a nivel mundial para la limpieza y manutención de los textiles en la actualidad. Dos de estos productos ampliamente utilizados son los detergentes y los suavizantes de tela. Los detergentes son un complejo de compuestos químicos que se centran en remover partículas adheridas a la superficie. Los suavizantes de tela son compuestos que tienen como finalidad perfumar y suavizar los textiles luego del enjuagado. Ambas sustancias conforman un porcentaje de las aguas residuales grises, que son drenadas en los ecosistemas acuáticos. Estas sustancias representan una toxicidad potencial a los organismos acuáticos, como el lirio de agua *Eichhornia crassipes*, afectado su estado de salud. El fin de este estudio era evaluar el efecto de distintas concentraciones de detergente y suavizante de tela sobre el estado de salud del lirio de agua, como caso de estudio para desarrollar estrategias de manejo y reducción de contaminantes de aguas residuales. El cambio, fue evidente y respaldado mediante un análisis de varianza de medidas repetidas a un factor y una análisis de correlación lineal de Pearson. Exhibiendo que los detergentes tienen una toxicidad elevada, sin importar la cantidad de dicha sustancia utilizada. En contraste los suavizantes de tela demostraron tener un estado de salud deteriorado, al ser sometidos a distintas concentraciones, durante tiempo prolongado.

2. Introducción

Los detergentes y suavizantes de tela son productos derivados de la síntesis de sustancias químicas que se utilizan actualmente a nivel mundial para el lavado de ropa (Ogundiran, Fawole, Adewoye & Ayandiran, 2010, p. 330). Los detergentes son utilizados ampliamente debido a sus compuestos cuaternarios conocidos como surfactantes catiónicos, que son los principales agentes de limpieza (Lewis, 1990, p. 130). El suavizante de tela se utilizan con el fin de complementar la limpieza de la ropa ya que agregan fragancias y mantienen la calidad de los textiles (Egan, 1978, p. 118). Las fragancias son complejos que contienen múltiples químicos que en muchos países de América están catalogados como tóxicos o dañinos (Steinman, Gallagher, Davis & MacGregor, 2011, p. 151). Estas sustancias comúnmente son descargadas a los cuerpos de agua cercanos a las comunidades humanas, no son degradables y permanecen en el ambiente durante mucho tiempo. (Goel & Kaur, 2012, p. 65). El desecho de los mismos, en cantidades muy elevadas representan amenazas a la vida acuática, ya que elevan considerablemente las concentraciones de nitratos, sulfatos y compuestos de amonio, reducen las concentraciones de oxígeno en el agua y alteran el pH, causando un impacto negativo para la mayoría de organismos acuáticos (Gamage & Yapa, 2001, p. 16). Este impacto llega al extremo de alterar la fisiología de los organismos, afectando su estado de salud (Gamage & Yapa, 2001, p. 15).

La contaminación del agua, producto del desecho de estas y otras sustancias, es un tema que preocupa a la sociedad humana, por lo que alrededor del mundo se han implementado técnicas para su debido tratamiento (Ogundiran, Fawole, Adewoye & Ayandiran, 2010 p. 330). Una de las técnicas más utilizadas es el uso de macrofitas (Hidalgo, Junod y Sandoval, 2005 p. 18). Las macrofitas intervienen en la dinámica de nutrientes, retención y transporte de sedimentos orgánicos e inorgánicos en los cuerpos de agua, por lo que su uso ha sido considerado para plantas de tratamiento y saneamiento (Casco y Neiff, 2000, p. 1).

El lirio de agua (*Eichhornia crassipes*) es una macrofita que ha recibido especial atención debido a su habilidad para crecer en aguas contaminadas, por su fácil proliferación y por su capacidad para retener iones metálicos pesados y concentraciones elevadas de sulfatos, nitratos y compuestos de amonio (Vitória, Lange-Pinto, Campaneli, Cunha, Gonçalves, Rezende, *et al.*, 2011, p. 1059).

En Guatemala, Benítez (2008), reporta el uso del lirio de agua en plantas de tratamiento como biofiltros, debido a que pueden almacenar en sus tejidos cantidades significativas de metales pesados y otras sustancias químicas. También otros autores han reportado el uso del lirio de agua como un biofiltro exitoso.

A pesar de los estudios realizados sobre el lirio de agua, estos se enfocan en la capacidad de la planta para remover metales pesados del ambiente, ignorando los cambios que la planta puede tener al estar sometida a otros tipos de contaminación, por ejemplo el impacto que causa a las plantas los desperdicios de los productos para el lavado de ropa. Por lo que el objetivo principal de este trabajo fue evaluar el impacto de estas sustancias en el estado de salud del lirio de agua, mediante comparaciones cualitativas y cuantitativas empleando distintas concentraciones, con el fin de determinar si la descarga de las mismas causa efectos negativos en los ecosistemas acuáticos, amenazando con la degradación futura o destrucción de los recursos hidrológicos, incrementando la vulnerabilidad a largo plazo de la salud humana.

3. Planteamiento del problema

En Latinoamérica el 85% de aguas residuales que desembocan en cuerpos de agua naturales está compuesto por residuos provenientes del agua de lavado y se denominan aguas grises (Hidalgo, Junod y Sandoval, 2005, p. 18). Estas aguas grises afectan los ecosistemas acuáticos debido a que se altera la concentración de pH, liberan metales pesados y altas concentraciones de sales (Singh, Taylor, Mholngo Duys, Locley, Townsend Pammenter & Roda, 2013, p. 1). Las sustancias para el lavado de ropa como los detergentes y los suavizantes de tela, conforman un porcentaje considerable de esta agua grises (Jovanic, Bojovic, Paic, Radenkovic & Despotovic, 2010, p. 395). Los detergentes son sustancias para el lavado de ropa, que debido a los agentes de limpieza, se convierten en altos contaminantes ambientales (Jovanic, Bojovic, Paic, Radenkovic & Despotovic, 2010, 395). Poseen compuestos químicos sintéticos que usualmente se concentran en los tejidos de organismos acuáticos (Ogundiran, Fawole, Adewoye, Ayandiran, 2010, p. 331). Los suavizantes de tela que afectan la actividad metabólica de organismos acuáticos, ya que pueden desarrollar efectos altamente nocivos para la vida acuática (Martínez-Gill, Salgado-Brito, Pineda Flores, 2010, p. 95-96). Un organismo que se ve afectado por estas sustancias es *Eichhornia crassipes*, una planta acuática que tiene valor ecológico y económico para regiones tropicales (Jafari, 2010, p. 43). Las sustancias para el lavado de ropa afectan su fisiología, reemplazando los minerales esenciales que necesita (Taiz & Zeiger, 2006, p. 68).

4. Justificación

La contaminación del agua es un problema ambiental que enfrenta la sociedad moderna (Osburn, 1982, p. 453). Una parte de la contaminación del agua está comprendida por la acumulación de los contaminantes derivados de las sustancias para el lavado de ropa. Estas afectan la fisiología de las especies vegetales al sustraerles los minerales esenciales y

afectan los ecosistemas acuáticos, representando un riesgo a largo plazo a la salud humana (Moyo, Chapungu, Mudzengi, 2013, p. 55-56; Taiz & Zeiger, 2006, p. 68). La importancia de determinar el efecto de las sustancias para el lavado de ropa en el estado de salud de *Eichhornia crassipes* es que puede ser un punto de partida en la toma de decisiones para el tratamiento de aguas residuales. Puede ser también un punto de partida para propuestas de iniciativas de ley del régimen de aguas, según el Artículo 127 de la Constitución Política de la República de Guatemala ya que no existen leyes específicas para el adecuado uso de los recursos hídricos (Asamblea Nacional Constituyente, 1985, p. 40). Existen, sin embargo, varias iniciativas para el correcto uso del agua, entre ellas está una iniciativa de ley 2865, que aprueba la Ley General de Aguas (Congreso de la República de Guatemala, 2003). Un acuerdo gubernativo “Reglamento de las descargas y reúso de aguas residuales y de la disposición de lodos” que establece criterios y requisitos que deben cumplirse para la descarga y el uso de aguas residuales (Berger, Dary, Arroyave, 2006). Una Política Nacional de Aguas, cuyo objetivo es asegurar la contribución del agua al cumplimiento de metas y objetivos de desarrollo económico, social y ambiental del país (SEGEPLAN, 2011, p. 12). Estas iniciativas no han sido adoptadas seriamente por la población guatemalteca, por lo que este estudio pretende también crear conciencia sobre la importancia del uso adecuado de los recursos hídricos, prevenir la contaminación excesiva de los mismos y resaltar la importancia del tratamiento de aguas grises.

5. Referente teórico

5.1 Sustancias para el lavado de ropa

Las sustancias para el lavado de ropa, son agentes tensioactivos y anfipáticos, con la capacidad química de diluir la suciedad o impureza de la ropa, sin efectos corrosivos (Steinemann, Gallagher, Davis & MacGregor, 2011, p. 151). Estas sustancias comprenden una variedad de productos, utilizados con frecuencia en muchos hogares (Steinemann, Gallagher, Davis & MacGregor, 2011, p. 151). Entre los más destacados se pueden mencionar los detergentes y los suavizantes de tela.

5.1.1 Detergentes

Los detergentes son agentes de limpieza que se basan en propiedades superficiales (Marcomini, Filipuzzi & Gigger, 1988, p. 854). Un detergente es una suma de productos de limpieza, entre ellos agentes tensoactivos y componentes complementarios (Goel & Kaur, 2012, p. 65).

Los agentes tensoactivos son materia activa que tiene las propiedades superficiales, de estos depende la acción de limpieza y desengrasadora de un detergente (Marcomini, Filipuzzi & Gigger, 1988, p. 854).

Los componentes complementarios, están compuestos por múltiples compuestos químicos, que facilitan la acción de limpieza (Marcomini, Filipuzzi & Gigger, 1988, p. 854). Existen diversos tipos:

- **Surfactantes:** Son moléculas que tienen una fracción de cabeza polar hidrofílica y una cola hidrofóbica, que se mantienen en una interfase aceite/agua o aceite/aire, que inhiben la adhesión bacteriana a superficies, reduciendo la tasa de degradación (Aiba,

Moritz, Someya & Haung, 1969, p. 203). Sin embargo su toxicidad es elevada y aunque existen surfactantes biodegradables, no son viables para la producción a gran escala, por lo que se utilizan los sintéticos a nivel comercial (Riojas, Torres, Mondaca, Balderas y Cortáres, 2010, p. 124-125).

- Coadyuvantes: Ayudan a la acción de los tensioactivos. Principalmente secuestran el calcio y el magnesio para evitar la precipitación (Lewis, 1989, p. 128).
- Fosfatos: Se encargan de retener las sales de calcio y magnesio de aguas duras, ablandándolas y facilitando la limpieza. Los fosfatos son inofensivos para la salud de las personas, animales y plantas, sin embargo, su uso ha sido cuestionado en algunos países, esto a causa del efecto contaminante en el agua de ríos y lagos, provocando el crecimiento de algas que impiden el normal desarrollo de la vida acuática (Van Hoof, Schowanek, Franceschini & Muñoz, 2011, p. 806).
- Carbonato de sodio o sulfato de sodio: Ambos actúan como neutralizador de la suciedad, sobre todo la del tipo ácido (sudor, frutas y vinagre entre otros) (Lewis, 1989, p. 128). El Carbonato de sodio actúa también como ablandador de aguas aunque con menor efectividad que los fosfatos (Van Hoof, Schowanek, Franceschini & Muñoz, 2011, p. 806).
- Agentes anticorrosivos: En concentraciones bajas disminuyen la acción corrosiva de otros componentes del detergente, sobre las partes metálicas de las maquinas de lavar, como el caso del silicato de sodio (Lewis, 1989, p. 128). En concentraciones elevadas, los silicatos combinados con el carbonato de sodio, facilitan el proceso de lavado (Lewis, 1989, p. 129).
- Desmanchadores: Entre ellos está el perborato de sodio (ataque químico por acción del oxígeno) y las enzimas (ataque bioquímico) (Lewis, 1989, p. 129). Estas últimas destruyen las proteínas de manchas tales como las de huevo, sangre, entre otros (Lewis, 1989, p. 129).
- Carboximetilcelulosa sódica: Agentes que impiden el depósito de la suciedad en los tejidos (Broze, 1999 p. 99).
- Aditivos auxiliares de presentación: como el agua, para que el gel sea líquido, o colorantes si se desea sólido (Broze, 1999, p. 99).
- Aditivos blanqueadores ópticos: Depositán sobre la tela partículas que transforman la luz visible, mejorando el color blanco (Broze, 1999, p. 303).
- Perfumes y Suavizantes: Elaborados sobre la base de silicona (Van Hoof, Schowanek, Franceschini & Muñoz, 2011, p. 806).

5.1.2 Suavizantes

Los suavizantes son productos auxiliares para el lavado de telas, los cuales son aplicados en el último enjuague con el fin de perfumar y dar un tacto suave a los textiles (Roghair, Buijze & Schoon, 1992, p. 599). Para cumplir con la función para la cual fueron

diseñados, los suavizantes contienen alquiltrimetilamonio (tensoactivo catiónico) y 7 entre otros compuestos como espesantes, colorantes y perfume (Dyer, 2005 p. 744).

La industria de los suavizantes está concentrando sus productos cada vez más, incrementando el porcentaje de tensoactivos catiónicos (Osburn, 1982, p. 455). En la actualidad esta concentración oscila entre el 8 y el 15%, en contraposición con los suavizantes diluidos comercializados durante los años 90 que tenían una cantidad de materia activa próxima al 5% (Dyer, 2005 p. 744).

5.2 Estado de Salud

El término estado de salud, suele tener múltiples significados. Desde una de las perspectivas de la Biología, y el utilizado en este trabajo, se define cómo el éxito de un individuo para adaptarse a las condiciones en que se encuentra (Mills & Beatty, 1979, p. 265).

5.3 Descripción del Lirio de Agua

El lirio de agua [*Eichhornia crassipes* (Martius) Solms-Laubach] es una planta acuática flotante, de la familia Pontederiaceae (Ruiz, Martín, Lorenzo, Albano, Morán & Sánchez, 2008, p. 42). Esta planta tiene un potente sistema radicular, hasta el punto que más del 50% de la biomasa de la planta pueden ser raíces (Ruiz, *et al.*, 2008, p. 42). Éstas son adventicias y fibrosas, con una longitud entre 10 y 30 cm (Muniappan & Reddy, 2009, p. 183). Tienen apariencia de plumas, son de color negro o café oscuro y contienen pigmentos solubles que pueden proteger a la raíz de los herbívoros (Muniappan & Reddy, 2009, p. 183). Los tallos, son pubescentes y disponen de dos brácteas, mostrando la inferior, una estipula característica, de los cuales se desarrollan los peciolos, que son gruesos y esponjosos que pueden llegar a 5 cm de diámetro y 30-50 cm de longitud (Stanley & Steyenmark, 1952, p. 45). Pueden ser alargados, hinchados en el medio y afilados hacia la estipula o pueden formar un bulbo flotante con tejido esponjoso (Stanley & Steyenmark, 1952, p. 45). El peciolo desarrolla una ancha estipula membranosa, la cual forma una vaina alrededor de la hoja siguiente. Las hojas, que son gruesas, brillantes y con aspecto ceroso, sobresaliendo por encima de la superficie del agua. Tienen forma ovoidea, midiendo de 2 a 15 cm de longitud y de 2 a 10 cm de anchura, con los bordes ligeramente curvados y con numerosas venas finas y longitudinales. Se disponen en forma de espiral, dando un aspecto de roseta.

Presenta dos formas de reproducción, asexual y sexual. En la sexual, producen normalmente entre 8 y 25 flores en espigas solitarias o ramificadas (Barret, 1980, p. 115). Las flores tienen 6 pétalos azulados o violáceos, ovales u oblongos, con hasta 4 cm de longitud y el más superior tiene en el centro una mancha amarilla rodeada por un borde azul que origina el fruto, que es una cápsula que contiene hasta 450 semillas. Las semillas son ovales en la base, con un ápice afilado y con medidas de 4 mm (Matthews, 1967 p. 7).

En su reproducción asexual, origina un rizoma ramificado que puede llegar a 30 cm de longitud, con varios entrenudos cortos (Center & Spencer, 1981, p. 10). Cada entrenudo produce una hoja y una raíz. Los brotes axilares, que también pueden formar estolones, crecen en un ángulo de 60° desde el rizoma y permanecen en este ángulo o se inclinan hasta colocarse horizontalmente (Barret, 1980, p. 113).

En Guatemala, Stanley & Steyenmark (1952), reportan al lirio de agua en lagos y estanques desde el nivel del mar hasta los 2300 msnm, en los departamentos de Petén, Alta

Verapaz, Baja Verapaz, Jutiapa, Santa Rosa, Escuintla, Sacatepéquez, Chimaltenango, Sololá y Huehuetenango.

5.4 Biología y Ecología del Lirio de Agua

El lirio de agua, es una planta originaria de América del sur, de la cuenca amazónica (Barret & Forno, 1982 p. 230). En la actualidad se encuentra ampliamente distribuida en los sistemas acuáticos de las zonas tropicales y subtropicales de todo el mundo.

La reproducción puede ser sexual y vegetativa, siendo esta última la más prolífica. Puede ser mediante estolones, los cuales junto a las plantas aisladas y los mantos a la deriva se distribuyen fácilmente por las corrientes de agua, el viento y los trasportes acuáticos. La dispersión empieza en la primavera a partir de las plantas que han sobrevivido durante el invierno desarrollando estolones a partir de la base de la roseta, que pueden crecer hasta 30 cm de longitud. De este modo puede llegar a duplicar la superficie afectada en un período de entre 6 y 15 días. El crecimiento continúa, hasta que se consigue la máxima biomasa a principios de otoño. Cuando se desarrolla el rodal, el crecimiento está dedicado principalmente a producir las raíces. Durante este tiempo la planta tiene muy poco desarrollo superficial (Edwards & Musil, 1975, p. 23-24).

La reproducción por semilla no es frecuente debido a la falta de polinizadores y sitios apropiados para la germinación. Existe gran variabilidad en la producción de frutos por flor y semillas por fruto. Las semillas pueden permanecer viables durante 20 años, por lo que la persistencia y diseminación por este medio pueden ser muy significativas (Barret, 1980 p. 115).

El crecimiento está altamente influido por los niveles de nutrientes en el agua, especialmente los niveles de nitrógeno, fósforo y potasio. El incremento de estos elementos es causado a menudo por alcanzar parte de los fertilizantes agrícolas las corrientes de agua y por los efluentes urbanos e industriales. Además de los principales nutrientes, el lirio de agua también toma calcio, magnesio, azufre, hierro, manganeso, aluminio, boro, cobre, molibdeno y zinc (Gossett & Norris, 1971, p.15-18). El lirio de agua puede crecer en hábitats acuáticos muy diferentes: lagos, charcas, ríos, pantanos, humedales. Puede aguantar drásticas fluctuaciones del nivel del agua, acidez y niveles bajos de nutrientes. No tolera agua salobre y la salinidad puede limitar o modificar su distribución. Requiere iluminación intensa, temperaturas entre 28° - 30°C. Si se encuentra por debajo de 15°C, puede brotar nuevamente cuando la temperatura aumenta (Gopal, 1987 p. 92).

El desarrollo del lirio de agua comienza a finales de julio, alcanzando la mayor intensidad de crecimiento a mediados de agosto. A medida que las temperaturas bajan, el crecimiento disminuye en intensidad, cesando a finales de octubre (Gopal, 1987, p. 93).

5.5 Estudios realizados en Guatemala sobre la contaminación del agua.

En Guatemala, actualmente no existe leyes que controlen el uso de los suministros nacionales del agua (Monroy, 2011, p. 92). Como resultado los ríos y otros cuerpos de agua está siendo utilizados para disponer de los desechos (Rosales, 1999, p. 20). A pesar que es un mandato constitucional el correcto uso, manejo y tratamiento de aguas, no hay una autoridad que controle este recurso, resultando en que un pequeño porcentaje de la población guatemalteca goze de este bien (Monroy, 2011, p. 92). La creciente problemática acerca de la contaminación del agua ha llevado a investigadores de múltiples ramas a desarrollar técnicas para mejorar el uso del agua y para tratar las aguas contaminadas, para poder ser reutilizadas en otras tareas

(Rosales, 1999, p. 20). Entre los estudios realizados para el saneamiento de aguas contaminadas se encuentra el uso de macrofitas, Zelada, Arreola, Herrera y Ariza (2011), demostraron la capacidad del lirio de agua y del vetiver para remover cantidades significativas de Plomo y Arsénico de los cuerpos de agua dulce en cortos. Sánchez (1994), reporta que el lirio capta concentraciones elevadas (1883 ug/g) de nitrógeno y de fósforo (1766 ug/g) en el aerénquima por lo que puede utilizarse como fertilizante agrícola, si la cantidad de metales tóxicos es baja. También esta autora reporta que el lirio puede utilizarse como purificador de aguas eutróficas a través de la conversión de nutrientes en material biológico y utilizarse en la remoción de excedentes de material fertilizante del suelo.

6. Objetivos

6.1 General

Evaluar el efecto del suavizante de tela y detergente líquido sobre el estado de salud de *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms como caso de estudio que aporte insumos para el desarrollo de estrategias de manejo y reducción de contaminantes de aguas residuales domiciliarias en la Ciudad de Guatemala.

6.2 Específicos

Evaluar el efecto de distintas concentraciones conocidas de suavizante de tela en el estado de salud de individuos de *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms.

Evaluar el efecto de distintas concentraciones conocidas de detergente líquido en el estado de salud de individuos de *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms.

7. Hipótesis

La media del estado de salud de las plantas de *Eichhornia crassipes* sometidos a los tratamientos con suavizante de tela y detergente, será menor que la media del estado de salud de las plantas del grupo control. Haciendo evidente que las sustancias para el lavado de ropa tienen una incidencia significativa sobre el estado de salud de individuos de *Eichhornia crassipes*.

8. Metodología

8.1 Colecta de especímenes

Se colectaron 80 especímenes con un recogedor de hojas tipo bolsa en el lago de Amatitlán. Los especímenes se depositaron en bolsas plásticas con agua y se transportaron al invernadero del Jardín Botánico del Centro de Estudios Conservacionistas, ubicado en la zona 10 de la ciudad de Guatemala. La colecta se dividió en dos sesiones. En la primera sesión (coordenadas del sitio 14°26'56''N; 90°32'16''O) se colectaron 40 especímenes el 12 de julio de 2014, que fueron sometidos al tratamiento con suavizante de tela, SVT1. En la segunda sesión (coordenadas del sitio 14°28'30''N; 90°36'6''O), se colectaron 40 especímenes, el 18 de agosto 2014 y se sometieron al tratamiento con detergente, DET1.

8.2 Fase experimental

8.2.1 Montaje del experimento

En el invernadero, los especímenes se depositaron en recipientes con un volumen de 2 litros, un diámetro de 30 cm y una profundidad de 40 cm. Estos eran de 4 colores distintos para identificar a cada concentración. Los colores utilizados en ambos tratamientos fueron: verde para el grupo control, morado el grupo con concentración 0.5 M, azul para el grupo con concentración 1M y rojo para el grupo con concentración 2M. Las distintas concentraciones se realizaron con una solución de 1 litro de agua y cantidades distintas del detergente o suavizante de tela utilizado. La concentración 0.5M se realizó con la mitad de la cantidad recomendada por el productor, la concentración 1M con la cantidad recomendada por el productor y la concentración 2M con el doble de la cantidad recomendada por el productor. La cantidad a utilizar recomendada por los productores del detergente son 1 taza del producto en 10 litros de agua. La cantidad a utilizar recomendada por los productores del suavizante de tela es media taza por 10 litros de agua.

Los tratamientos fueron distribuidos de la siguiente manera:

- 10 especímenes para ser el grupo control
- 10 especímenes para el tratamiento SVT1 a 0.5 M
- 10 especímenes para el tratamiento SVT1 a 1.0 M
- 10 especímenes para el tratamiento SVT1 a 2.0 M
- 10 especímenes para el tratamiento DET1 a 0.5 M
- 10 especímenes para el tratamiento DET1 a 1.0 M
- 10 especímenes para el tratamiento DET1 a 2.0 M

8.2.2 Determinación del estado de salud

Para determinar el estado de salud de las plantas, estas se midieron 5 veces a la semana por 4 semanas, durante la mañana, registrándose las siguientes características: laceraciones foliares, manchas foliares, decoloración, pérdida prematura de hojas y tamaño de hoja. Los tamaños fueron registrados en centímetros con una regla de 30 centímetros.

Las mediciones se registraron con una frecuencia que oscila de 0 a 5 (muerte de la planta a fisiología óptima respectivamente). Siendo estos números representativos a un porcentaje que se explica en el siguiente cuadro:

Cuadro No. 1 Significado de los porcentajes del estado de salud del lirio de agua

Ponderación de la planta	Porcentaje	Significado
0	0%	Muerte de la planta.
1	1-20%	Aspecto marchito, necrosis de algunos órganos, sin flotabilidad.
2	21-40%	Bordes marchitos, manchas foliares amarillas o cafés, pérdida más evidente de la flotabilidad, pérdida evidente de órganos.
3	41-60%	Bordes marchitos, ligeras manchas foliares, pérdida ligera de la flotabilidad

4	61-80%	Ligera decoloración en los bordes, flotabilidad óptima, sin manchas foliares.
5	81-100%	Aspecto de la planta con sus funciones fisiológicas óptimas, color verde en todos los órganos, flotabilidad, sin manchas foliares.

8.3 Diseño

8.3.1 Población

Planta acuática *Eichhornia crassipes* del lago de Amatitlán

8.3.2 Muestra

Total de 80 especímenes de *Eichhornia crassipes* tomados de la población del lago de Amatitlán. Se utilizaron 40 especímenes por tratamiento, 10 por cada concentración y 10 para los grupos control.

8.4 Técnicas a usar en el proceso de investigación

8.4.1 Recolección de datos

A cada espécimen se le realizaron 5 mediciones semanales, una medición por día de lunes a viernes, durante un mes. Se midió y comparó el estado de salud con una tabla comparativa, que indicó el cambio de cada espécimen (Anexo No. 2). Los datos obtenidos a partir de las tablas comparativas, sirvieron para construir una base de datos, de la cual se obtuvieron los valores medios del estado de salud de las plantas. Estos valores medios, fueron utilizados para realizar los análisis estadísticos respectivos.

8.4.2 Análisis de los Datos

Se realizó un análisis de varianza (ANDEVA) de dos vías para medidas repetidas. Se utilizó el programa Past v3.0, para realizar la prueba de normalidad utilizando un $p < 0.05$, con la prueba de Shapiro-Wilk y el programa VassarStats: Website for Statistical Computation con un $p < 0.05$, para determinar si las muestras se ven afectadas por las concentraciones de los tratamientos y por el tiempo expuesto a los mismos.

Se realizó un análisis de correlación de Pearson, utilizando el programa PAST v3.0, para determinar que factor tenía mayor incidencia y como era esta, entre la concentración de sustancias utilizadas y el tiempo expuesto a los tratamientos en el estado de salud de *Eichhornia crassipes*.

8.4.3 Instrumentos para registro y medición de las observaciones

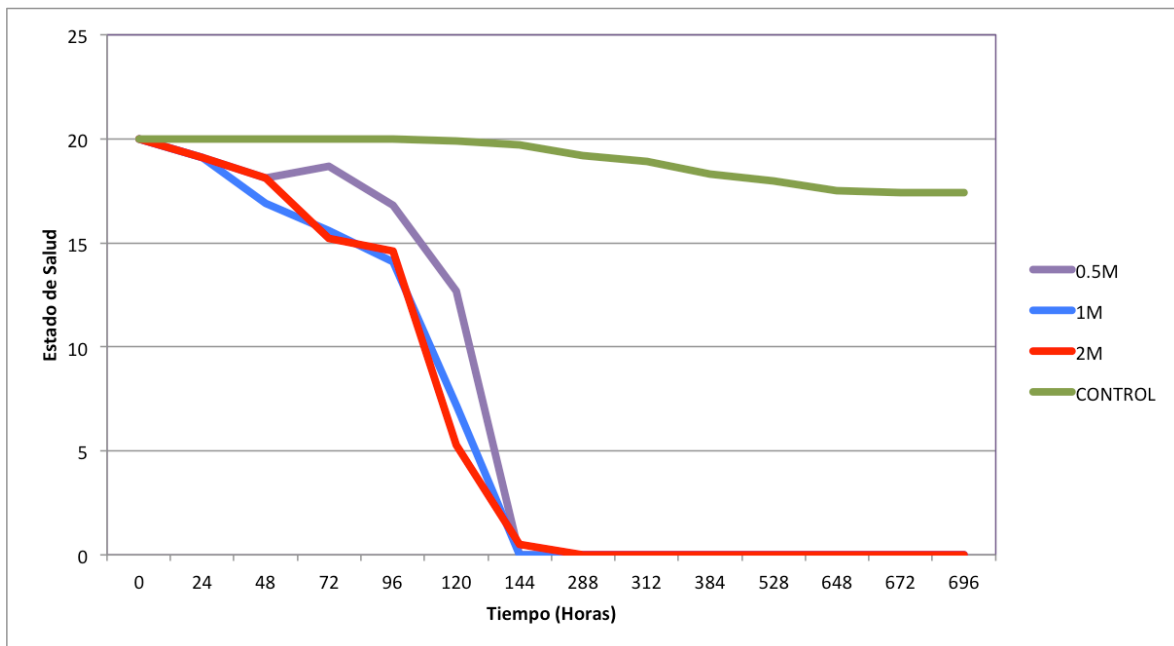
Instrumento de medición regla de 30 cm con escala 1:100

Tabla comparativa del estado progresivo de salud de los especímenes (Anexo No. 2)

Libreta de campo.

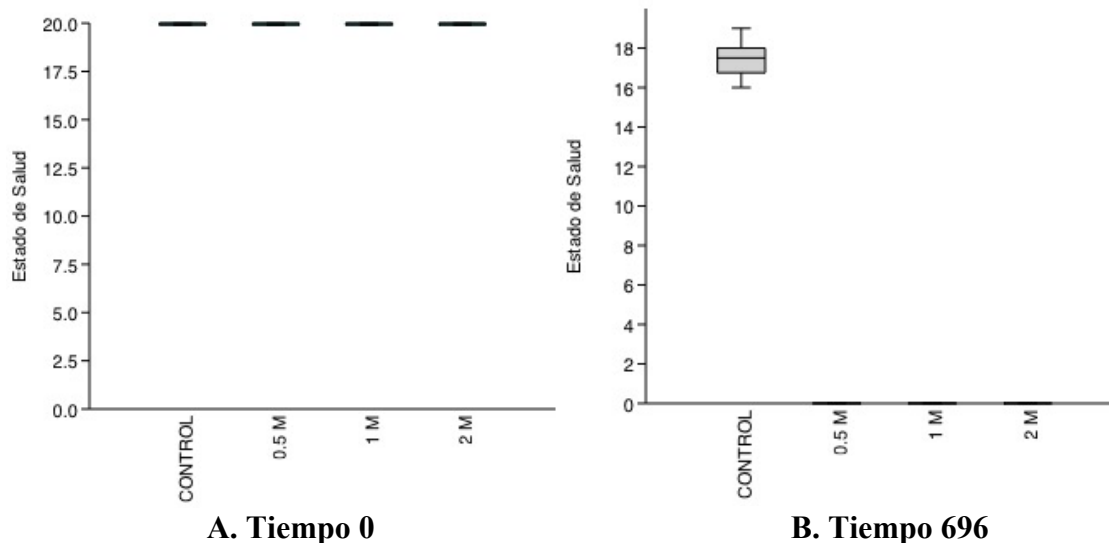
9. Resultados

Los cambios en el estado de salud promedio de los especímenes de *E. crassipes* sometidos a las distintas concentraciones de detergente líquido (tratamiento DET1), se presenta en la gráfica No. 1. Durante las primera horas del estudio el estado de salud es similar para todas las concentraciones y el grupo control. Sin embargo el estado de salud de los especímenes sometidos al detergente líquido comienza a decaer aproximadamente a las 24 horas. Las medias del estado de salud de los especímenes sometidos al detergente líquido decae a las 72 horas y a partir de las 144 horas las medias del estado de salud de los especímenes es de 0, lo que indica que todos los especímenes murieron. Las medias comparadas de los especímenes del grupo control mantuvieron un estado de salud que osciló en un rango de 18 a 20.



Fuente: Datos Experimentales, obtenidos con el programa Microsoft Excel 2011 para Mac
Gráfica No. 1 Promedios del estado de salud individuos de *E. crassipes* sometidos a distintas concentraciones de detergente líquido por 696 horas.

Las variaciones del estado de salud de los especímenes sometidos al tratamiento DET1 y los especímenes control se presenta en la gráfica No. 2. Se observa que al tiempo 0 todos los grupos presentan un estado de salud de 20. A las 696 horas, se observa que el grupo control ha tenido una variación mínima en su estado de salud, mientras que los especímenes sometidos a los tratamientos presentan una diferencia significativa, ya que su estado de salud indica que llegaron a un estado de senescencia. El grupo control, no presentó una variación significativa.



Fuente: Datos experimentales, obtenidos con el programa PAST V 3.0

Gráfica No. 2 Cajas de Tukey de los especímenes sometidos a las distintas concentraciones de detergente líquido. A. Tiempo = 0 horas, B. Tiempo = 696 horas.

El análisis de ANDEVA realizado a los datos demuestra que el estado de salud de *E. crassipes* si se ve afectado al estar sometido a distintas concentraciones de detergente (tratamiento DET1). Se observa que también el tiempo es un factor que influye en el deterioro del estado de salud y que existe un efecto combinado entre ambos factores. Estos resultados se presentan en el cuadro No. 2, donde se realizó un análisis de varianza, con valores significativos $p < 0.05$.

Cuadro No. 2 Resultados del análisis de varianza de dos vías con mediciones repetidas de un factor de los especímenes sometidos a las distintas concentraciones de detergente contra el tiempo de exposición al tratamiento.

Sujetos	S.C.	g.l.	M.S.	F	P
Tiempo	48.90.6281	1	4890.6281	38178.2053	<0.0001
Concentración	1133.1844	3	377.7281	3228.4453	<0.0001
Tiempo x Concentración	1133.1844	3	377.7281	3228.4453	<0.0001
TOTAL	7165.6219	7			

Fuente: Datos experimentales, obtenidos con el programa VassarStats.

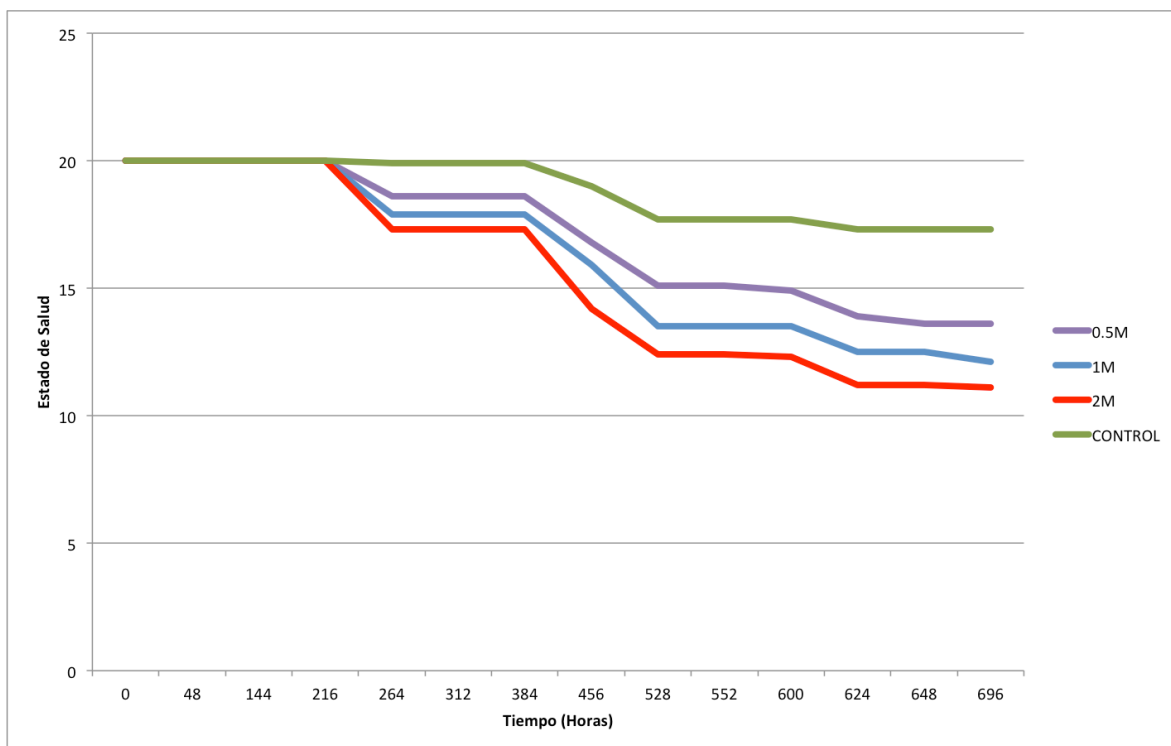
Se determinó qué factor, tenía mayor incidencia en el estado de salud de los especímenes sometidos al detergente líquido (tratamiento DET1), se concluyó que el tiempo juega un papel principal, al tener una correlación mayor ($r = -0.75$) en comparación con la concentración ($r = -0.31$). La correlación entre ambos factores es negativa, lo que indica que entre mayor es la concentración a la que están sometidos los especímenes y el tiempo transcurrido, menor es el estado de salud. Esto se presenta en el cuadro No. 3.

Cuadro No. 3 Análisis de correlación de Pearson entre el estado de salud y las concentraciones y tiempo expuesto del tratamiento de detergente.

	Concentración	Tiempo
Concentración		0
Tiempo	0	
Estado de Salud	-0.3095	-0.75126

Fuente: Datos experimentales, obtenidos con el programa PAST V 3.0

El cambio a través del tiempo (696 horas) en el estado de salud promedio de los especímenes de *E. crassipes* sometidos a distintas concentraciones de suavizante líquido (tratamiento SVT1) puede observarse en la gráfica No. 3. Se observa que los especímenes tuvieron una degradación en el estado de salud de manera similiar, incluyendo las medidas del grupo control. Se observa que el estado de salud promedio de los especímenes sometidos a distintas concentraciones del suavizante de tela empieza a decaer a las 224 horas y para el tiempo final se observa que la degradación en el estado de salud es proporcional a la concentración de suavizante de tela sometido. El grupo control presentó también ligeros cambios en el estado de salud a lo largo del tiempo, sin embargo se observa que el mismo se mantiene en un rango elevado entre 18 a 20.

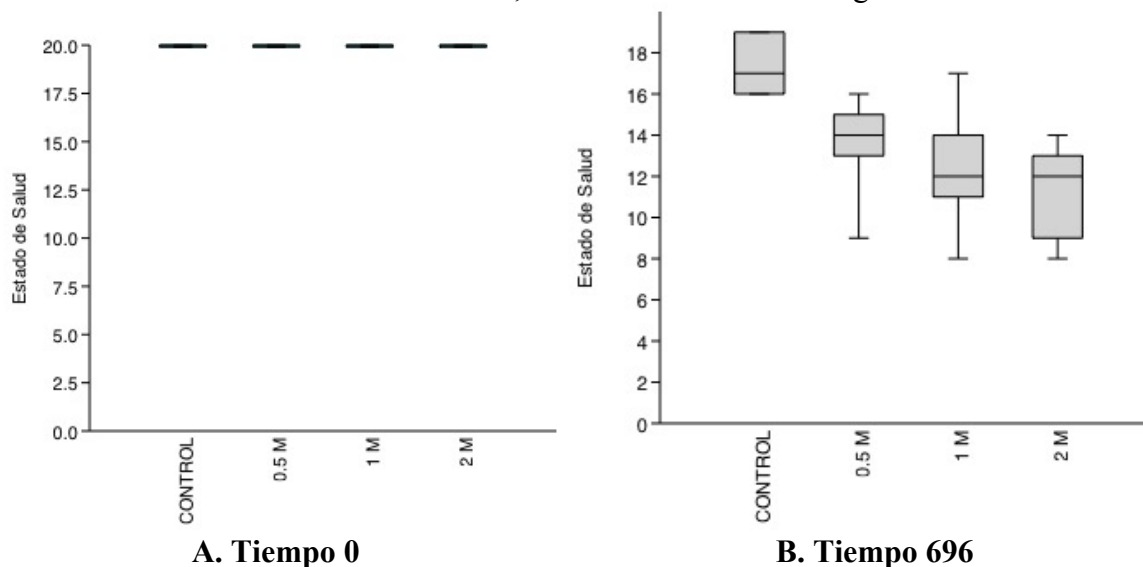


Fuente: Datos Experimentales, obtenidos con el programa Microsoft Excel 2011 para Mac

Gráfica No. 3 Promedios del estado de salud de individuos de *E. crassipes* sometidos a distintas concentraciones de suavizante de tela por 696 horas.

La gráfica No. 4 muestra las variaciones en el estado de salud de los especímenes sometidos al tratamiento SVT1 a través del tiempo. Se observa que en el tiempo 0 los especímenes no tenían variación. Sin embargo en el tiempo 696 se observa que existe una variación en el estado de salud, siendo muy similar la de los especímenes sometidos a las

concentraciones de suavizante de tela. El grupo control también presentó cambios en su estado de salud, sin embargo no tuvo una diferencia tan evidente como los demás grupos. La gráfica muestra que no existe diferencia significativa entre el tiempo 0 y el tiempo final para el grupo control en el estado de salud, mientras que para los especímenes sometidos a las concentraciones de suavizante de tela, si existe una diferencia significativa.



Fuente: Datos experimentales, obtenidos con el programa PAST V 3.0

Gráfica No. 4 Cajas de Tukey de los especímenes sometidos a las distintas concentraciones de suavizante de tela. A. Tiempo = 0 horas, B. Tiempo = 696 horas

El análisis de varianza realizado, demuestra que el estado de salud de *E. crassipes* si se ve afectado al estar sometido a distintas concentraciones de suavizante de tela (tratamiento SVT1). Los resultados del análisis revelaron que de igual forma el tiempo tiene incidencia en el deterioro del estado de salud de los especímenes y que también existe un efecto combinado entre ambos factores. Estos resultados se observan en la cuadro No. 4, donde el valor de significancia fue $p < 0.05$.

Cuadro No. 4 Resultados del análisis de varianza de dos vías con mediciones repetidas de un factor de los especímenes sometidos a las distintas concentraciones de suavizante de tela contra el tiempo de exposición al tratamiento.

Fuente	S.C.	g.l.	M.S.	F	P
Tiempo	838.51	1	838.51	316.42	<0.0001
Concentración	110.84	3	36.95	19.87	<0.0001
Tiempo x Concentración	110.84	3	36.95	19.87	<0.0001
TOTAL	1208.49	79			

Fuente: Datos experimentales, obtenidos con el programa VassarStats.

Para determinar cual de los factores tenía mayor influencia en el estado de salud de los especímenes de *E. crassipes* sometidos a concentraciones de suavizante de tela, se realizó un prueba de correlación de Pearson, que se observa en el cuadro No. 5. Se determinó que ambos factores tienen una correlación similar en el deterioro del estado de salud, sin embargo la concentración fue el factor que mayor incidencia tuvo ($r = -0.52$), en

comparación con el tiempo ($r=-0.41$). La correlación en ambos factores es negativa lo que indica que entre mayor es la concentración a la que están sometidos los especímenes y el tiempo transcurrido, menor es el estado de salud.

Cuadro No. 5 Análisis de correlación de Pearson entre el estado de salud y las concentraciones y tiempo expuesto del tratamiento suavizante de tela.

	Concentración	Tiempo
Concentración		0
Tiempo	0	
Estado de Salud	-0.51771	-0.41138

Fuente: Datos experimentales, obtenidos con el programa PAST V 3.0

10. Discusión de resultados

Los resultados de este experimento demostraron que el complejo químico que conforma a los detergentes, tiene una dosis letal elevada para el lirio de agua. Por ende, el lirio tiene un gradiente de degeneración en el estado de salud muy evidente con respecto al tiempo de exposición y la concentración (puede observarse en la gráfica 1 y 2), respaldado por el ANDEVA y por el análisis de correlación de Pearson (Cuadro 2 y 3). Warne & Schifko (1999), demostraron también que los detergentes afectan a otros organismos acuáticos debido a su alta toxicidad. Encontraron que el compuesto que mayor impacto representaba era el carboximetil celulosa sódico, aun este compuesto representaba menos de un 0.41% de los componentes totales de los detergentes. Sin embargo un estudio realizado por Pilli, Carle & Sheedy (1989) no encontraron evidencia que este compuesto representara una toxicidad significativa.

Otro componente principal que podría afectar el estado de salud del lirio de agua, son los surfactantes. Lo anterior, debido al complejo químico (principalmente sulfonatos de alquilbenzeno y etoxilatos de alquilfenol) que los caracteriza, ya que se ha demostrado, tienen una toxicidad elevada y un papel predominante en la composición de los detergentes (Warne & Shifko, 1999, p. 200). Existen dos tipos de surfactantes, los aniónicos y catiónicos. Los surfactantes aniónicos, tienen una toxicidad leve, pero se sabe que los surfactantes catiónicos, son los que representan una elevada toxicidad para organismos (Scott & Jones, 2000, p. 253). Por lo que la presencia de ambos, principalmente los surfactantes catiónicos pudieron haber sido un factor determinante en el deterioro del estado de salud del lirio de agua.

Los suavizantes de tela, otras sustancias utilizadas en el lavado de ropa luego del enjuague, también presentan impactos ecotoxicológicos al ambiente, específicamente la atmósfera al liberar gases y los cuerpos de agua, al liberar un complejo de sustancias químicas (van Leeuwen, Roghair, de Nijs & de Greet, 1992, p.631). Se ha demostrado que los suavizantes de tela también utilizan surfactantes catiónicos como principal medio de acción para el suavizado de la ropa (van Leeuwen, *et al.*, 1992, p. 631). El deterioro en el estado de salud del lirio de agua sometido a las concentraciones distintas de suavizante de tela es gradual, como se observa en la gráfica No. 3, debido a que según Lewis (1990), la toxicidad de sus componentes, es relativamente baja y el impacto que causa a las especies dulceacuícolas es leve, en especial si existe en el ambiente una alta densidad de plantas hidrófitas. El ANDEVA (Cuadro No. 4), sin embargo, reveló que el deterioro del estado de salud es

significativo y la prueba de correlación de Pearson (Cuadro No. 5), reveló que el tiempo de exposición al suavizante de tela es el factor que más afecta. Según Friedli, Keys, Toney, Portwood, Whittlinger & Doer (2001), esto se debe a las técnicas actuales de síntesis de los suavizantes de tela, pues se utilizan químicos hidrosolubles y ésteres para reducir el impacto en los ecosistemas acuáticos de estas sustancias. Estos autores encontraron que los compuestos hidrosolubles, tienen una degradación relativamente rápida, de hasta el 80% en 30 días, mientras que los ésteres tienen una degradación relativamente baja, lo que hace que permanezcan por más tiempo en el ambiente y los organismos puedan ser afectados por estas sustancias. El comportamiento de estos químicos, explica el deterioro del estado de salud gradual, ya que el lirio de agua al absorber estos químicos, se almacenan en los tejidos por un tiempo determinado, lo que causa un de impacto negativo su estado se salud, al afectar su fisiología antes de que los compuestos se desintegren (Nijs & Greef, 1992, p. 618).

El lirio de agua, tiene múltiples adaptaciones por ser hidrófita (Mahmood, Zheng, Siddiqi, Islam, Azim & Hayat, 2005, p. 1000). Una adaptación principal es que esta planta puede almacenar gases en su raíz, hojas y rizomas, creando una atmósfera interna para la planta (Mahmood *et al.*, 2005 p. 1000). Además estos autores describen un xilema muy desarrollado en estas plantas, por lo que pueden absorber y almacenar grandes cantidades de agua, utilizando su contenido para su fisiología. Por lo que, pudo haber almacenado sulfonatos y etoxilatos en su xilema, siendo esto un factor del deterioro del estado de salud asociado con una característica propia de la especie. Esto coincide con lo reportado por Romero-Ortiz, Ramírez-Vives, Álvarez-Silva y Miranda-Arce (2011), quienes demostraron que el lirio de agua capta una cantidad significativa de nutrientes de las aguas residuales en sus tejidos, en específico en sus raíces y xilema.

Otra característica de la fisiología de la planta corresponde al aumento de concentraciones en los tejidos de las partículas suspendidas en el agua, como lo indican Benítez, Calero, Peña y Martín (2011). Las cantidades de sustancias suspendidas en el agua, particularmente los metales, disminuyen en la matriz, aumentando en los tejidos de la planta, generando cambios en el gradiente osmótico, aumentando la condición de estrés en la planta cuando la misma es sometida a la matriz por períodos de tiempo prolongados, afectando el estado de salud (Benítez *et al.*, 2011, p. 71) (Pierre, Lage-Pinto, Campaneli, Cunha, Gonçalves, Rezende, *et al.*, 2011 p. 1065).

11. Conclusiones

El estado de salud de individuos de *Eichhornia crassipes* se ve afectado al estar sometido al detergente, sin importar la cantidad del mismo.

El estado de salud de los individuos de *Eichhornia crassipes* sometidos a distintas concentraciones de los suavizantes de tela se ve mayormente afectado por el tiempo de exposición a la sustancia.

La degradación del estado de salud de los individuos sometidos al suavizante de tela es gradual, lo que significa que el suavizante de tela afecta la salud del lirio a largo plazo.

La degradación del estado de salud de los individuos sometidos al detergente es abrupta, lo que significa que el detergente tiene un impacto negativo, elevado e instantáneo sobre el lirio de agua.

12. Recomendaciones

Se recomienda evaluar un tercer tratamiento, utilizado jabón en polvo, debido a que en los sectores urbanizados este es un método para el lavado de ropa común y puede ser utilizado para comparar su impacto con los tratamientos ya evaluados.

Se recomienda evaluar los niveles de pH, dureza, y disponibilidad de oxígeno en los recipientes con agua en futuras investigaciones de este tipo, para evaluar también el impacto que los productos para el lavado de ropa causan a los cuerpos de agua y determinar si el lirio tiene incidencia en esos cambios.

Realizar un experimento similar, pero en aguas lóxicas, para comparar el tiempo de deterioro de los especímenes.

Se recomienda evaluar el efecto de los surfactantes catiónicos sobre los tejidos de los organismos acuáticos vegetales, pues es un compuesto de los detergentes y suavizantes que está involucrado en la degradación del estado de salud de *Eichhornia crassipes*.

Se recomienda crear iniciativas comunitarias que desarrollen estrategias para un correcto desecho de las aguas grises, ya que los impactos ecotoxicológicos que se demostraron, causan las sustancias para el lavado de ropa, son perjudiciales para organismos acuáticos.

Se recomienda que se evite el uso de detergentes, ya que estos causan un impacto inmediato y severo a los organismos acuáticos y a largo plazo pueden afectar la disponibilidad de recursos hídricos a la población humana.

Se recomienda formular sustancias para el lavado de ropa derivados de la investigación con químicos orgánicos o con químicos que produzcan impactos leves o nulos a los recursos hídricos para que los mismos puedan ser tratados con mayor facilidad.

13. Referencias bibliográficas

1. Aiba, S., Moritz, V., Someya, J. & Haung, K. (1969). Cultivation of yeast cell by using n-alkanes as the sole carbón source. 2. An approach to mechanism of microbial uptake of n-alkanes. *Journal of Fermentation Technology*, 47(3), 203-210.
2. Asamblea Nacional Constituyente. (1985). Constitución Política de la República de Guatemala. Guatemala: Lovell.
3. Barret, S. (1980). Sexual reproduction in *Eichhornia crassipes* (water hyacinth). II. Seed production in natural populations. *Journal of Applied Ecology*, 17, 113 – 124.
4. Barret, S. & Forno, I. (1982). Style morph distribution in New World populations of *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms-Laubach (water hyacinth). *Aquatic Botany*, 13, 229-306.
5. Benítez, I. (2008). Evaluación de la distribución de metales pesados en las plantas acuáticas jacinto de agua (*Eichhornia crassipes*) y tul (*Thypha spp.*) utilizada en la planta de tratamiento de aguas residuales La Cerra, Villa Canales por medio de fluorescencia de rayos X. (Tesis de Licenciatura). Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala.
6. Benítez, R., Calero, V., Peña, E. y Martín, J. (2011). Evaluación de la cinética de acumulación de cromo en el buchón de agua (*Eichhornia crassipes*). *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 9(2), 66-73
7. Berger, O., Dary, J., y Arroyave, R. (2006). Acuerdo Gubernativo No. 236-2006. Disponible en: <http://centrarse.org/wp-content/uploads/2012/11/Regla-236-2006-AGUASRESIDUAESYLODOS.pdf>

8. Broze, G. (1999). Handbook of Detergents: Properties. United States of America: Marcel Dekker Inc.
9. Casco, S., y Neiff, J. (2000). Alteraciones Producidas por la Vegetación Flotante (*Eichhornia crassipes*) en la Calidad del Agua de Lagunas del Bajo Paraná. *COECAL*, 1-4.
10. Center, T. & Spencer, N. (1981). The phenology and growth of water hyacinth (*Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms) in a eutrophic north-central Florida lake. *Aquatic Botany*, 10, 1-32.
11. Congreso de la República de Guatemala. (2003). Iniciativa de Ley 2865. Disponible en: <http://www.congreso.gob.gt/iniciativas.php?id=231>
12. Dyer, D. (2005). Procter & Gambler. México: Editoriales Norma.
13. Edwards, D & Musil, C. (1975). *Eichhornia crassipes* in South Africa – a general review. *Journal of the Limnological Society of Southern Africa*, 1, 23-27.
14. Egan, R. (1978). Cationic Surface Active Agents as Fabric Softeners. *Journal of American Oil Chemists Society*, 55, 118-121.
15. Friedli, F., Keys, R., Toney, J., Portwood, O., Whittlinger, D. & Doer, M. (2001). Novel New Ester Quaternaries for Improved Performance Benefits as Rinse Cycle Fabric Softeners. *Journal of Surfactants and Detergents*, 4(4), 401-405.
16. Gamamage, N. & Yapa, P. (2001). Use of Water Hyacinth [*Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms.] In Treatment Systems for Textile Mill Effluents. *Journal of Natural Science Foundation Sri Lanka*, 29(2), 15-28.
17. Goel, G. & Kaur, S. (2012). A Study on Chemical Contamination of Water Due to Household Laundry Detergents. *Journal of Ecology*, 38(1), 65-69.
18. Gopal, B. (1987). Water Hyacinth. (Aquatic Plant Studies 1). *Journal of Tropical Ecology*, 4, 92-93
19. Gossett, D & Norris, W. (1971). Relationship between nutrient availability and content of nitrogen and phosphorous in tissues of the aquatic macrophyte, *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms. *Hydrobiologia*, 38, 15-28.
20. Hidalgo, J., Junod, J. y Sandoval, M. (2005). Recientes aplicaciones de la depuración de aguas residuales con plantas acuáticas. *Theoria*, 14(1), 17-25.
21. Jafari, N. (2010). Ecological and socio-economic utilization of water hyacinth (*Eichhornia crassipes* Mart Solms). *J. Appl. Sci. Environmental Management*, 14(2), 43-49.
22. Jovanic, B. Bojovic, S. Paníc, B. Radenković, B. & Despotović, M. (2010). The Effect of Detergent as Polluting Agent on the Photosynthetic activity and Chlorophyll Content in Bean Leaves. *Health*, 2(5), 395-399.
23. Lewis, M. (1990). Chronic Toxicities of Surfactants and Detergents Builders to Algae: A Review and Risk Assesment. *Journal of Ecotoxicology and Environmental safety*, 20, 123-140.
24. Mahmood, Q., Zheng, P., Siddiqi, R. M., Islam, E., Azim, R. & Hayat, Y. (2005). Anatomical studies on wáter hyacinth (*Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms) under the influence of textile wastewater. *Journal of Zhejiang University Science*, 6(10), 991-1003.
25. Marcomini, A., Filipuzzi, F. & Giger, W. (1988). Aromatic Surfactants in Laundry Detergents and Hard-Surface Cleaners: Linear Alkylbenzensulphonates and Alkylphenol Polyethoxylates. *Chemosphere*, 17(5), 852-863.

26. Martínez-Gill, D. Salgado-Brito, R. Pineda-Flores, G. (2010, diciembre). Inhibición de actividades fisiológicas de microorganismos de suelo ocasionadas por el contacto con suavizantes de telas. *Investigación Universitaria Multidisciplinaria*, (9)9, 95-101.
27. Matthews, L. (1967). *Seedling establishment of water hyacinth*. *PANS(C)*, 13, 7-8.
28. Mills, K., & Beatty, J. (1979). The Propensity Interpretation of Fitness. *Philosophy of Science*, 46(2), 263-286.
29. Monroy, N. (2011). Análisis de la situación jurídica actual de los recursos hídricos en la República de Guatemala y la necesidad de crear la Ley de Aguas y Rectoría del Recurso Hídrico. (Tesis de Licenciatura). Universidad de San Carlos de Guatemala- Guatemala.
30. Moyo, P. Chapungu, L. & Mudzengi, B. (2013). Effectiveness of water Hyacinth (*Eichhornia crassipes*) in remediating polluted water: The case of Shagashe River in Masvingo, Zimbabwe. *Advances in Applied Science Research*, 4(4), 55-62.
31. Muniappan, R. & Reddy, G. (2009). Biological Control of Tropical Weeds using Arthropods. Estados Unidos de América: Cambridge University Press.
32. Nijs, T. & Greef, J. (1992). Ecotoxicological Risk Evaluation of the Cationic Fabric Softener DTDMAC II. Exposure Modelling. *Chemosphere*, 24(5), 611-627.
33. Ogundiran, M., Fawole, O., Adewoye, S., Ayandiran, T. (2010). Toxicological impact of detergent effluent. *Agriculture and Biology Journal of North America*, 1(3), 330-342.
34. Osburn, Q. (1982). Analytical Method for Cationic Fabric Softener in Water and Wastes. *Journal of the American Oil Chemists Society*, 59(10), 453-457.
35. Pacheco, S. (2013). Jacinto de Agua. Recuperado de: <http://www.juntadeandalucia.es>.
36. Pierre, A., Lage-Pinto, F., Campaneli da Silva, L. B., Cunha, M., Gonçalves, J., Rezende, C.E., *et al.* (2011). Structural and Ecophysiological Alterations of the Water Hyacinth [*Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms] Due to Anthropogenic Stress in Brazilian Rivers. *Brazilian archives of biology and technology an Internatinal Journal*, 54(5), 1059-1068.
37. Pilli, A., Carle, D., & Sheedy, B. (1989). AQUIRE: Aquatic Toxicity Information Retrieval Data Base. Technical Support Document, US EPA, *Environmental Research Laboratory*, 5(5), 804.
38. Riojas, H., Torres, L., Mondaca, I., Balderas, J. y Cortarés, P. (2010). Efectos de los surfactantes en la biorremediación de suelos contaminados con hidrocarburos. *Revista Química Viva*, 3(9), 122-145.
39. Roghair, C., Buijze, A. & Schoon, H. (1992). Ecotoxicological risk evaluation of the cationic fabric softener DTDMAC. *Chemosphere*, 24(5), 599-609.
40. Romero-Ortiz, L., Ramírez-Vives, F., Álvarez-Silva, C. y Miranda-Arce, M. (2011). Uso de Hidrófitas y un sistema anaerobio para el tratamiento de agua residual de rastro. *Polibotánica*, 31, 157-167.
41. Rosales, J. (1999). Contaminación del Lago de Amatitlán por desechos industriales. (Tesis de Licenciatura). Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala.
42. Ruiz, T., Martín, E., Lorenzo, G. Albano, E., Morán, R. & Sánchez, J. (2008). The Water Hyacinth, *Eichhornia crassipes*: an invasive plant in the Guadiana River Basin (Spain). *Aquatic Invasions*, 3(1), 42-53.

43. Sánchez, J. (1994). Determinación de Nitrógeno Total, Fósforo Total y Metales Pesados en macrofitas acuáticas de la especie *Eichhornia crassipes* (Lirio Acuático) de la Laguna de Chichoj, Alta Verapaz, para sugerir su posible utilización como purificadores biológicos y Fertilizante Agrícola. (Tesis de Licenciatura). Universidad de San Carlos de Guatemala: Guatemala.
44. Scott, M. J. & Jones, M. N. (2000). The biodegradation of surfactants in the environment. *Biochimica et Biophysica*, 1508, 235-251.
45. SEGEPLAN. (2011). Política Nacional del Agua de Guatemala y su Estrategia. Disponible en: http://www.segeplan.gob.gt/downloads/clearinghouse/politicas_publicas/Recursos%20Naturales/Pol%C3%ADtica%20Nacional%20del%20Agua%20de%20Guatemala.pdf
46. Singh, U. Taylor, G. Mholongo, W. Duys, L. Loxley, C. Townsend, R. *et al.* (2013). Effect of Powder and Liquid Laundry Detergents on Swiss chard Plants and Soil Irrigated with Laundry Greywater. School of Biological and Conservation Science, University of KwaZulu-Natal, South Africa. 1(1), 1-14
47. Stanley, P. & Steyenmark, J. (1952). Flora of Guatemala. Chicago: Chicago Natural History Museum.
48. Steinemann, A., Gallagher, L., Davis, A. & MacGregor, I. (2011). Chemical emissions from residential dryer vents during use of fragranced laundry products. *Air Quality, Atmosphere and Health*. 6, 151-156.
49. Taiz, L. & Zeiger, E. (2006). *Plant Physiology*. (3^a ed.). California: Sinauer Associates.
50. Van Hoof, G., Schowanek, D., Franceschini, H. & Muñoz, I. (2011). Ecotoxicity impact assessment of laundry products: a comparison of USEtox and critical dilution volume approaches. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 16, 803-818.
51. Van Leeuwen, K., Roghayr, C., de Nijs, T. & de Greet, J. (1992). Ecotoxicological risk evaluation of the cationic fabric softener. III. Risk Evaluation. *Chemosphere*, 24(5), 629-639.
52. Vitória, A., Lage-Pinto, F., Campaneli, L., Cunha, M., Gonçalves, J. Rezende, C., *et al.* (2011). Structural and Ecophysiological Alterations of the Water Hyacinth [*Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms] Due to Anthropogenic Stress in Brazilian Rivers. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 54(5), 1059-1068.
53. Warne, M. & Schifko, A. (1999). Toxicity of Laundry Detergent Components to a Freshwater Cladoceran and Their Contribution to Detergent Toxicity. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 44, 196-206.
54. Zelada, J., Arreola, H., Herrera, J. y Ariza, M. (2011). Remoción de Metales Pesados del agua por ninfa (*Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms) y Vetiver (*Vetiveria zizanioides* (L.) Nash). Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala.

14. Anexos

Anexo No. 1 Resumen de Investigación para publicación.

Efecto del detergente y suavizante de tela sobre el estado de salud del lirio de agua (*Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms) proveniente del Lago de Amatitlán

Martínez, Jorge¹, García, Manolo².

¹Programa de Experiencias Docentes con la Comunidad –EDC-, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, USAC, ²Centro de Datos de para la Conservación –CDC-, Centro de Estudios Conservacionistas –CECON-.

(Correo electrónico: jorro_92@hotmail.com)

Palabras clave: Lirio de agua, detergente, suavizante de tela, contaminación del agua.

Resumen

Las sustancias para el lavado de ropa son productos utilizados a nivel mundial para la limpieza y manutención de los textiles en la actualidad. Dos de estos productos ampliamente utilizados son los detergentes y los suavizantes de tela. Los detergentes son un complejo de compuestos químicos que se centran en remover partículas adheridas a la superficie. Los suavizantes de tela son compuestos que tienen como finalidad perfumar y suavizar los textiles luego del enjuagado. Ambas sustancias conforman un porcentaje de las aguas residuales grises, que son drenadas en los ecosistemas acuáticos. Estas sustancias representan una toxicidad potencial a los organismos acuáticos. Entre ellos está el lirio de agua (*Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms), afectado su estado de salud. El fin de este estudio era evaluar el efecto de distintas concentraciones de detergente y suavizante de tela sobre el estado de salud del lirio de agua, como caso de estudio para desarrollar estrategias de manejo y reducción de contaminantes de aguas residuales. La importancia de este estudio es que puede ser un punto de partida en la toma de decisiones para el tratamiento de aguas residuales y propuestas de iniciativas de ley del régimen de aguas en Guatemala. Para demostrar el estudio, se realizaron dos sesiones de colecta. En la primera sesión se colectaron 40 especímenes, que fueron divididos en cuatro grupos de 10 plantas. A tres grupos se les asignó una cantidad determinada de suavizante de tela y a un grupo, sin tratamiento se le asignó como control. En la segunda sesión se colectaron 40 especímenes, también divididos en cuatro grupos de 10 plantas. A tres grupos se les asignó una cantidad determinada de detergente y a un grupo como control. Todos los especímenes provenían del lago de Amatitlán, Guatemala. El cambio, fue evidente y respaldado mediante un análisis de varianza de medidas repetidas a un factor y una análisis de correlación lineal de Pearson. Exhibiendo que los detergentes tienen una toxicidad elevada, sin importar la cantidad utilizada. En contraste los suavizantes de tela demostraron que el tiempo expuesto prolongado, y una concentración elevada son los factores que deterioran el estado de salud del lirio de agua. Entre las recomendaciones de este estudio están evaluar el efecto de los surfactantes catiónicos sobre los tejidos de los organismos acuáticos vegetales, pues es un compuesto de los detergentes y suavizantes involucrado en la degradación del estado de salud del lirio de agua. También se recomienda crear iniciativas comunitarias que desarrollen estrategias para un correcto desecho de las aguas grises, ya que los impactos ecotoxicológicos que causan las sustancias para el lavado de ropa, son perjudiciales para organismos acuáticos.

Anexo No. 2 Tabla comparativa del estado de salud de *Eichhornia crassipes*

Planta No.	Mediciones Semanales				
Características	Medición 1	Medición 2	Medición 3	Medición 4	Medición 5
Laceración Foliar					
Manchas Foliares					
Decoloración					
Pérdida prematura de hojas					
Atrofia prematuro de hojas					
Tamaño de hoja					

En la tabla se observan las características físicas que ayudaron a determinar el estado de salud de los especímenes sujeto al estudio y las mediciones a las que fueron sometidos.

Anexo No. 3. Plantas en tiempo 0 sometidas al tratamiento SVT1



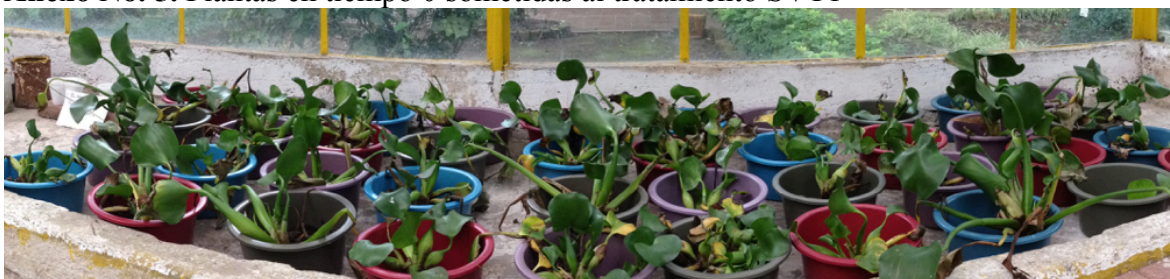
Fuente: Datos experimentales

Anexo No. 4. Plantas en tiempo 696h. sometidas al tratamiento SVT1



Fuente: Datos experimentales

Anexo No. 5. Plantas en tiempo 0 sometidas al tratamiento SVT1



Fuente: Datos experimentales

Anexo No. 6. Planas en tiempo 696h. sometidas al tratamiento DET1



Fuente: Datos experimentales