

Universidad de San Carlos de Guatemala
Fac. de Ciencias Químicas y Farmacia
Subprograma de EDC
Escuela de Biología

Informe de Final
Julio 2002- Octubre 2003

Nombre: Sharon van Tuylen

Carnet: 9810435

Firma: _____

Vo.Bo. Asesor Institucional
Nombre : Licda. Mercedes Barrios

Firma: _____

Profesor Supervisor
Licda. María Eunice Enriquez

Firma: _____

RESUMEN

La Práctica de Experiencias Docentes con la Comunidad llevó a cabo durante el periodo de Julio del 2002 a Octubre del 2003 y se desarrolló tutorialmente en tres fases, que constaron de cinco etapas: Diagnóstico de unidad de práctica, Realización del Plan de Trabajo, Elaboración de un Protocolo de Investigación e Informe final. Entre estas etapas se presentaron informes de avance, lo que permitió evaluar el desarrollo del trabajo en el transcurso del mismo. También se realizaron reuniones donde se proporcionaron y discutieron los elementos fundamentales para la práctica, así como la socialización de la experiencia mediante técnicas educativas como seminarios, conferencias, exposiciones, talleres, entre otros.

Para realizar la presente actividad de EDC, se seleccionó el Centro de Estudios Conservacionistas (CECON) como unidad de práctica ya que cumplía con los requisitos establecidos por el Programa de EDC y puesto que es una institución en la que se pueden desarrollar programas de investigación, educación ambiental, por medio de la promoción de actividades de divulgación y por medio de la capacitación de recursos humanos guatemaltecos, que estimulan el interés en los problemas ecológicos del país.

Se realizaron 2 actividades de servicio, 7 de docencia y una investigación. La primera actividad de servicio fue hecha en el Herbario BIGUA y la segunda en el Biotopo Chocón Machacas, la cual consistió en una Actividad de Rescate de Epifitas. Entre las actividades de docencia se incluyeron talleres, conferencias y cursos, que fueron tanto impartidas como recibidas por el estudiante. La investigación consistió en el desarrollo de una propuesta, con un diseño experimental, para el manejo y monitoreo de la planta exótica *Hydrilla verticillata* en el sistema del Lago de Izabal-Río Dulce.

INTRODUCCION

La Práctica de Experiencias Docentes con la Comunidad se desarrolla tutorialmente en tres fases, que constan de cinco etapas, mismas en las que se hacen reuniones donde se proporcionan y discuten los elementos fundamentales, así como la socialización de la experiencia mediante técnicas educativas como seminarios, conferencias, exposiciones, talleres, entre otros.

Tiene como objetivos principales contribuir a la formación profesional del estudiante de la carrera de Biología e inducir al estudiante a la práctica de las Ciencias Biológicas en forma de servicio, docencia e investigación.

En el EDC integrado, el servicio, docencia e investigación van de acorde con las necesidades propias de la unidad de práctica, lo que permite que el trabajo realizado por los estudiantes sea de mejor calidad y más representativo.

El siguiente informe incluye las actividades de docencia de servicio e investigación, realizadas en el periodo de Julio 2002 a Octubre 2003, así como un cuadro en donde se hace un resumen del tipo de actividad, las fechas y horas utilizadas para cada una. Todas las actividades estuvieron sujetas a cambios según las observaciones y necesidades planteadas por el supervisor de EDC, por el asesor de la unidad de práctica y por la estudiante.

Este informe se presenta con el fin de obtener un documento en donde se establezca y explique detalladamente el trabajo realizado por la estudiante.

RESUMEN DE ACTIVIDADES

No.	Actividad	Programa	Calendarización	Horas EDC
1	Herbario BIGUA	S	A partir del 30 de Septiembre de 2002	60
2	Elaboración del proyecto de servicio	S	Octubre de 2002	15
3	" <i>Hydrilla verticillata</i> ". Manejo, utilización y/o extinción sistemática. (Conferencia)	D	27 de Julio de 2002	3
4	"Como elaborar talleres"	D	21 de Agosto de 2002	8
5	Revisión bibliográfica/ Elaboración perfil investigación	I	Septiembre de 2002	15
6	Revisión bibliográfica/ Elaboración protocolo de investigación	I	Septiembre de 2002	15
7	Visita diagnostica a Lago de Izabal	I	Septiembre de 2002	32
8	Ejecución del proyecto de servicio	S	Diciembre del 2002	130
9	Elaboración del informe del proyecto de servicio	S	Enero del 2003	20
10	Elaboración del segundo informe parcial de EDC.		Enero del 2003	10
11	Seminario-Taller "Análisis y perspectivas de la conservación de Biodiversidad en Guatemala..."	D	9-10 de Diciembre del 2002	16
12	Elaboración de material para taller de CONAP (Central)	D	Marzo 2003	10
13	Taller de Capacitación a Guarda recursos CONAP Central	D	Marzo 2003	8
14	Elaboración de material para taller de Estudios de Evaluación de Impacto Ambiental y Áreas Protegidas	D	Marzo 2003	12
15	Curso-Taller Estudios de Evaluación de Impacto Ambiental y Áreas Protegidas	D	Marzo 2003	20
16	Elaboración de material para taller de CONAP (Norte)	D	Marzo 2003	8
17	Taller de Capacitación a Guarda recursos CONAP (Norte)	D	Marzo 2003	40
18	Elaboración del informe final del proyecto de servicio	S	Junio 2003	20
19	Recopilación de información del proyecto de investigación	I	Mayo-Junio 2003	25
20	Elaboración del tercer informe de EDC		Julio 2003	10
21	Ejecución de la investigación.	I	Febrero-Septiembre 2003	400
22	Elaboración del informe final de Investigación.	I	Septiembre 2003	25
23	Conferencia de Actividad de Servicio EDC.	D	Octubre 2003	10
24	Elaboración del informe final de EDC		Octubre 2003	15

DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES

1. Actividades de Servicio:

1.1. Herbario BIGUA

- Objetivos:
 - ✓ Ayudar a la organización de las plantas herborizadas, intercalando, inventariando y montando los especímenes colectados y donados.
- Descripción: Las plantas se ingresaron al libro de inventario, luego se procedió a intercalarlas en los armarios de acuerdo a la familia, género y especie a la que pertenezcan, si en dado caso no existía un folder destinado para ella entonces se le hizo uno. Al terminar con todas las plantas que ya estén inventariadas se procedió con los especímenes no montados. Se prestó ayuda a los visitantes del herbario
- Resultados: Se inventariaron e intercalaron más de 1500 plantas. Se colaboró satisfactoriamente con las diferentes actividades / necesidades del herbario.

1.2. Actividad de Rescate de Epifitas de las Familias Orchidaceae y Bromeliaceae del Biotopo Chocón Machacas, Izabal.

- Objetivos:
 - ✓ Contribuir al conocimiento y protección de las familias Bromeliaceae y Orchidaceae de Guatemala.
 - ✓ Elaborar un listado de las plantas epifitas encontradas en el Biotopo Chocón Machacas.
 - ✓ Montar una exposición con las plantas epifitas representativas rescatadas del Biotopo Chocón Machacas.
- Descripción: Para realizar la actividad de rescate fue necesario hacer revisiones bibliográficas acerca de las condiciones necesarias para montar una exposición permanente de epifitas, se hicieron visitas a bibliotecas USAC, UVG, consultas en Internet y Entrevistas personales. Con la información recopilada se redactó un protocolo donde se estableció la forma en que se desarrollaría el proyecto. La actividad se realizó en el Biotopo Chocón Machacas localizado en el Parque Nacional Río Dulce, Izabal, durante las dos últimas semanas del mes de Diciembre del 2002. Se colectaron las epifitas de árboles caídos y las que se encontraban tiradas en el suelo en transectos escogidos al azar. Se tomaron fotografías *in situ* de los especímenes, para su identificación y luego se llevaron al lugar de la exhibición.
- Resultados: Se rescataron alrededor de 30 ejemplares de 20 especies diferentes de las cuales se logró determinar 14, de éstas 9 pertenecen a la familia Bromeliaceae y 5 pertenecen a la familia Orchidaceae. Se logró montar una exhibición de carácter temporal y se elaboró un documento en donde se describe detalladamente la forma en que se llevó a cabo la actividad y los resultados de la misma.

2. Actividades de Docencia:

2.1. Taller de dinámicas participativas comunitarias "Como elaborar talleres"

- Objetivos: capacitar al estudiante en la elaboración de talleres con grupos comunitarios.
- Descripción: exposición participativa, mediante dinámicas y charlas en donde se aprendieron y se pusieron en práctica diferentes técnicas para impartir talleres. El taller se realizó en varias sesiones los días miércoles en la escuela de Biología Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia USAC, zona 12.
- Resultados: se obtuvo capacitación en técnicas didácticas y participativas para la elaboración de talleres. Preparación en borrador de un taller a impartir durante el período de práctica de EDC.

2.2. Conferencia "*Hydrilla verticillata*". Manejo, utilización y/o extinción sistemática

- Objetivos:
 - ✓ Presentar la problemática que se está dando a causa de un acelerado crecimiento y propagación de la planta en Río Dulce y el Lago de Izabal.
 - ✓ Exponer algunos métodos de manejo y control para que sean aplicados en dichos lugares.
- Descripción: Se realizó una conferencia con dos expositores los cuales presentaron información actualizada acerca de los temas. Al final se dejó un espacio abierto a preguntas y comentarios por parte de los asistentes.
- Resultados : Se realizó un reporte acerca de la conferencia, el cual puede ser utilizado como material de divulgación.

2.3. Seminario-Taller "Análisis y Perspectivas de la Conservación de Biodiversidad en Guatemala: El Programa de Investigación y Monitoreo de la Eco-Región Lachuá - PIMEL- como un estudio de caso.

- Objetivos:

Dar a conocer las investigaciones realizadas en la Eco-Región Lachuá.
Hacer un análisis de las perspectivas de la Conservación de Biodiversidad en Guatemala.
- Descripción y procedimiento: exposición participativa. El seminario-taller se realizó durante dos días en el auditorium de la Fac. de Veterinaria USAC, zona 12. Primero se impartieron las conferencias de las investigaciones realizadas y luego se hicieron mesas de trabajo para el análisis de las perspectivas de la conservación de biodiversidad en Guatemala.
- Resultados: se obtuvo información en técnicas para la elaboración de investigaciones.

2.4. TALLER CONAP CENTRAL "Evaluación del SIGAP y Diagnóstico Nacional Participativo para Elaboración de un Programa de Capacitación Continua de los Guarda Recursos del Consejo Nacional de Áreas Protegidas"

- Objetivos :
 - ✓ Realizar una Evaluación del Estado Actual de las Áreas Protegidas en el país, que permita identificar las fortalezas y amenazas del sistema Guatemalteco de Áreas Protegidas y con estos resultados transformar las posibles amenazas para reafirmar la Planificación.
 - ✓ Realizar un Diagnostico Nacional Participativo que permita establecer conjuntamente con los Guarda Recursos Involucrados las diferentes necesidades de capacitación y actualización técnica que se requieran para alcanzar la eficiencia y eficacia en el cumplimiento de los Planes Operativos.
 - ✓ Brindar a los participantes un contexto coyuntural, que les permita tener una comprensión amplia de la situación actual de las Áreas Protegidas y la conservación de los Recursos Naturales en Guatemala.
- Descripción y procedimiento:
 - ✓ Reuniones preparatorias con el equipo profesional para definir ponencias, encuestas y contenido de talleres.
 - ✓ Inventario de materiales y logística necesaria para la ejecución de cada uno de los talleres propuestos.
 - ✓ Convocatoria respectiva por parte de la Subsecretaría de CONAP hacia los participantes del evento.
 - ✓ Elaboración de material para taller: se desarrollaron las encuestas y contenidos de las guías de discusión para el taller. Se hicieron cálculos de tiempo estimado para su ejecución y se elaboró el cronograma respectivo.
- Resultados: información material y copias necesarias para la elaboración del taller. Ejecución del taller. Informe diagnóstico con los resultados del taller.

2.5. TALLER CONAP NORTE "Evaluación del SIGAP y Diagnóstico Nacional Participativo para Elaboración de un Programa de Capacitación Continua de los Guarda Recursos del Consejo Nacional de Áreas Protegidas"

- Objetivos :
 - ✓ Realizar una Evaluación del Estado Actual de las Áreas Protegidas en el país, que permita identificar las fortalezas y amenazas del sistema Guatemalteco de Áreas Protegidas y con estos resultados transformar las posibles amenazas para reafirmar la Planificación.
 - ✓ Realizar un Diagnostico Nacional Participativo que permita establecer conjuntamente con los Guarda Recursos Involucrados las diferentes necesidades de capacitación y actualización técnica que se requieran para alcanzar la eficiencia y eficacia en el cumplimiento de los Planes Operativos.
 - ✓ Brindar a los participantes un contexto coyuntural, que les permita tener una comprensión amplia de la situación actual de las Áreas Protegidas y la conservación de los Recursos Naturales en Guatemala.

- Descripción y procedimiento:
 - ✓ Reuniones preparatorias con el equipo profesional para definir ponencias, encuestas y contenido de talleres.
 - ✓ Inventario de materiales y logística necesaria para la ejecución de cada uno de los talleres propuestos.
 - ✓ Convocatoria respectiva por parte de la Subsecretaría de CONAP hacia los participantes del evento.
 - ✓ Elaboración de material para taller: se afinaron las encuestas y contenidos de las guías de discusión utilizadas para el taller central. Se hicieron cálculos de tiempo estimado para su ejecución y se elaboró el cronograma respectivo.
- Resultados: información, material y copias necesarias para la elaboración del taller. Ejecución del taller. Informe diagnóstico con los resultados de ambos talleres.

2.6. Curso-Taller Estudios de Evaluación de Impacto Ambiental y Áreas Protegidas

- Objetivos :
 - ✓ Socializar con personal del CECON en qué consisten los estudios de Evaluación de Impacto Ambiental.
 - ✓ Discutir los alcances de dos Evaluaciones de Impacto Ambiental realizadas en zonas de amortiguamiento de Áreas Protegidas.
 - ✓ Compartir los resultados de la Evaluación del SIGAP
 - ✓ Definir los aspectos a ser tomados en cuenta en la formulación del proyecto "Manejo de los Residuos Sólidos en Monterrico".
- Descripción: El taller se impartió por profesionales expertos en cada tema, quienes realizaron exposiciones a través de presentaciones con diferente material de apoyo, permitiendo a los participantes aclarar dudas y discutir acerca de los temas.
- Resultados: información, material y copias necesarias para la elaboración del taller. Ejecución del taller. Informe con los resultados del taller.

2.7. Conferencia de la Actividad de Rescate de Epifitas realizada en el Biotopo Chocón Machacas.

- Objetivos:
 - ✓ Divulgar los resultados de la actividad de Rescate de Epifitas de las Familias Bromeliaceae y Orchidaceae del Biotopo Chocón Machacas, Izabal.
- Descripción: la conferencia se hizo en base al informe realizado al finalizar el servicio y fue impartida al personal del Jardín Botánico por medio de una presentación en Power point, en donde se dio a conocer la actividad realizada, los resultados obtenidos y las dificultades encontradas en el momento de su ejecución. Se tuvo un espacio abierto para preguntas y comentarios acerca de la actividad y de la charla.
- Resultados: divulgación de la información y resolución de dudas.

3. Actividad de investigación:

- Objetivos :hacer un análisis de los factores que determinan la presencia de Hydrilla verticillata por medio de un diseño experimental que permita iniciar un programa de control y monitoreo de la planta.
- Descripción y procedimiento: se realizaron revisiones bibliográficas, de mapas cartográficos fotografías aéreas e imágenes satelitales y entrevistas.
- Resultados: se elaboró un diseño experimental que propone el establecimiento de una grilla que cubre el área de estudio.

INDICE

	Página
• Resumen	1
• Introducción	2
1. Planteamiento del Problema	3
2. Justificación	3
3. Marco Teórico	4
3.1. Marco Conceptual	4
3.1.1. Generalidades de Hydrilla verticillata	4
3.1.2. Descripción sistemática	4
3.1.3. Descripción botánica	4
3.1.4. Historia	5
3.1.5. Hábitat	5
3.1.6. Hábitos de crecimiento	5
3.1.7. Propagación/Fenología	6
3.1.8. Impactos que produce su introducción	7
3.2. Marco Referencial	7
3.2.1. Descripción del área de estudio	7
3.2.2. Estudios realizados en el área	8
3.2.3. Estudios realizados con Hydrilla	10
4. Objetivos	13
4.1. General	13
4.2. Especifico	13
5. Hipótesis	13
6. Procedimiento y Metodología	14
6.1. Primera fase	14
6.1.1. Recopilación de la información general	14
6.1.2. Reconocimiento preliminar	14
6.1.3. Fotointerpretación y cartografía	14
6.1.4. Selección de variables y tratamientos	15
6.1.5. Elección de los métodos estadísticos	15
6.1.6. Elaboración de la propuesta del diseño experimental	15
6.2. Segunda fase	15
Verificación de campo	15
6.3. Tercera fase	15
6.4. Recursos	16
6.4.1. Recursos Materiales	16
6.4.2. Recursos Institucionales	16
6.4.2. Recursos Humanos	16

	Página
7. Resultados	17
7.1. Diseño del experimento	17
8. Discusión de resultados	19
9. Conclusiones	20
10. Recomendaciones	20
11. Referencias	21
• Anexos	22
• Tabla 1. Zonas y características de los puntos de localización de H. Verticillata	
• Mapa 1. Monitoreo de Hydrilla en el Lago de Izabal.	
• Mapa 2. Monitoreo de Hydrilla en el Lago de Izabal (Imagen Satelar).	
• Mapa 3. Monitoreo de Hydrilla en el Lago de Izabal (Batimetría).	
• Mapa 4. Usos de la Tierra de las cuencas que drenan Izabal.	
• Mapa 5. Ríos contribuyentes del sistema Río Dulce-Lago de Izabal.	
• Mapa 6. Lago de Izabal con parcelas de muestreo.	
• Mapa 7. Golfete y Río Dulce con parcelas de muestreo.	
• Esquemas y Fotografías para el reconocimiento de Hydrilla verticillata.	

INDICE

	Página
• Resumen	1
• Introducción	2
• Resumen de Actividades	3
• Descripción de las Actividades	4
1. Actividades de Servicio	4
1.1. Herbario BIGUA	4
1.2. Actividad de Rescate de Epifitas	4
2. Actividades de Docencia	5
2.1. Taller de dinámicas participativas	5
2.2. Conferencia Hydrilla verticillata	5
2.3. Seminario-taller PIMEL	5
2.4. Taller CONAP Central	6
2.5. Taller CONAP Norte	6
2.6. Curso-Taller Estudios de Evaluación de Impacto Ambiental	7
2.7. Conferencia de Actividad de Rescate de Epifitas	7
3. Actividad de Investigación	8
4. Informe Final de Investigación	
• Anexos	
• Informe de Actividad de Rescate de Epifitas	
• Taller Áreas Protegidas, Biodiversidad y Papel de las comunidades en la Conservación. Estudios de Evaluación de Impacto Ambiental CECON	
→ Guía para el video Sierra de las Minas/ Sierra de Lacandón	
→ Encuesta	
→ Resultados de la Encuesta	
• TALLER CONAP “Evaluación del SIGAP y Diagnóstico Nacional Participativo para Elaboración de un Programa de Capacitación Continua de los Guarda Recursos del Consejo Nacional de Áreas Protegidas”.	
→ Encuesta	
→ Resumen ejecutivo del Informe Final del Diagnostico Nacional Participativo para Elaboración de un Programa de Capacitación Continua de los Guarda Recursos del Consejo Nacional de Áreas Protegidas.	
• Constancias de participación en actividades.	

Universidad de San Carlos de Guatemala
Fac. de Ciencias Químicas y Farmacia
Subprograma de EDC
Escuela de Biología

**Análisis de los patrones de distribución y abundancia de
Hydrilla verticillata en relación con los factores
limnológicos que lo determinan**
Informe de Final

Nombre: Sharon van Tuylen

Carnet: 9810435

Firma: _____

Vo.Bo. Asesor Institucional
Nombre : Licda. Mercedes Barrios

Firma: _____

Profesor Supervisor
Licda. María Eunice Enriquez

Firma: _____

*Fotografías para el reconocimiento de
Hydrilla verticillata.*

*Resumen ejecutivo del Informe Final del
Diagnostico Nacional Participativo para
Elaboración de un Programa de Capacitación
Continua de los Guarda Recursos del Consejo
Nacional de Áreas Protegidas*

Anexos

Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia
Escuela de Biología
Programa de EDC

Actividad de rescate de epífitas de las Familias Orquideaceae y Bromeliaceae del Biotopo Chocón Machacas

Sharon van Tuylen
Carné: 9810435

Introducción

Las familias Bromeliaceae y Orquideaceae son de las más evolucionadas en el reino vegetal, lo que significa que fueron de las últimas familias de plantas en aparecer en el registro fósil de la Tierra. (Ames and Correl, 1953)

En las áreas protegidas de Guatemala son abundantes y frecuentemente se caen al suelo aún adheridas a sus ramas. Son un recurso educativo que puede ser aprovechado en su lugar de origen, al mismo tiempo que se les rescata y conserva.

La presente actividad de rescate se realizó en el Biotopo Chocón Machacas localizado en el Parque Nacional Río Dulce, Izabal, durante las dos últimas semanas del mes de Diciembre del 2002; con el objetivo de montar una exhibición permanente de atractivo turístico y elaborar un listado de las plantas encontradas con mayor frecuencia puesto que se cuenta con muy poca información de este tipo y es necesario divulgarla para su mejor manejo y protección.

Se rescataron alrededor de 30 ejemplares de 20 especies diferentes de las cuales se logró determinar 14, de éstas 9 pertenecen a la familia Bromeliaceae y 5 pertenecen a la familia Orchidaceae.

Se logró improvisar una exhibición de carácter temporal, ya que se carecía de los materiales necesarios y de las instalaciones adecuadas para la exhibición. Todo el material colectado permanece en el Biotopo Chocón Machacas en la exhibición.

Justificación

Las familias Bromeliaceae y Orquideaceae son de las más evolucionadas en el reino vegetal. En Guatemala podemos encontrar más de 700 especies de orquídeas y aproximadamente 80 especies de Bromeliáceas.

Las plantas de ambas familias han sido estudiadas y cultivadas como ornamentales desde la antigua China, ya que siempre han atraído al hombre por su colorido, la forma de sus flores, sus aromas y las distintas utilidades que tienen.

Los turistas, especialmente aquellos acostumbrados a climas templados las conocen como plantas extrañas, difíciles de conseguir y cultivar. Sin embargo, en las áreas protegidas de Guatemala son abundantes y frecuentemente se caen al suelo aún adheridas a sus ramas. Son un recurso educativo que puede ser aprovechado en su lugar de origen, al mismo tiempo que se les rescata y conserva. Por esto se propone realizar una actividad de rescate de estas plantas en el Biotopo Chocón Machacas, la cual a su vez servirá para enriquecer la información florística que se tiene del lugar.

Objetivos

General:

- Contribuir al conocimiento y protección de las familias Bromeliaceae y Orchidaceae de Guatemala.

Específicos:

- Elaborar un listado de las plantas epifitas encontradas en el Biotopo Chocón Machacas.
- Montar una exposición con las plantas epifitas representativas rescatadas del Biotopo Chocón Machacas.

Antecedentes

Descripción del área de trabajo

Generalidades:

El Biotopo Chocón Machacas para la conservación del Manatí, se encuentra en la ribera del río Chocón en el margen norte del Golfete, jurisdicción del municipio de Livingston, departamento de Izabal. Fue establecido según el artículo 89, inciso c del Decreto Ley 4-89 (Ley de Áreas Protegidas, publicada en febrero de 1989). (Barrios, 1995).

Zonificación del Área

El Biotopo Chocón Machacas tiene una extensión de 6,245 hectáreas. En el área de influencia existe una zona de monumentos arqueológicos coloniales como por ejemplo el fuerte de San Felipe de Lara que se encuentra en el Parque Nacional Río Dulce. Además muy cerca del área (maya) están las Cuevas del Chocón. Hay poblaciones afro-caribeñas, queqchíes y ladinas. La zona de amortiguamiento no está legalmente delimitada.

Clima:

La temperatura media es de 27°C con una precipitación anual de 5,715 mm (De la Cruz, 1982) por lo que está clasificado como Bioma de Selva Tropical Lluviosa según Villar; y según Holdridge, corresponde a la Zona de Vida de bosque muy húmedo Tropical.

Hidrología y Topografía:

El Biotopo cuenta con dos ríos (Chocón Machacas y Ciénaga), cuatro lagunas (Lagunas Salvador, Calix, Negra y Escondida) y cinco riachuelos. Es un ecosistema acuático con ríos, lagos y canales en una zona plana inundable con pequeñas colinas cársticas cuya elevación varía de los 10 a los 280 msnm. (Barrios, 1995).

Suelos:

Los suelos tienen actividad geotérmica, son calizos, mal drenados e inundados casi durante todo el año. Son de vocación forestal y poco profundos.

Según la clasificación de la FAO/UNESCO los suelos del área son Acrisoles.

Flora y Fauna

Entre las especies de mamíferos que se pueden observar se encuentran el manatí (*Trichechus manatus*), tigre (*Pantera onca*), tigrillo (*Felis pardalis*), venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*), tapir (*Tapirus bairdii*). También se encuentran aproximadamente 180 especies de aves migratorias, gran variedad de peces, tortugas, anfibios y reptiles.

Entre la vegetación se puede encontrar 60 especies de árboles y una gran variedad de helechos, bromeliáceas, aráceas y musgos. Posee flora acuática emergente y sumergida, además de manglares.

Importancia de las Orquidáceas y Bromeliáceas

Las familias Bromeliaceae y Orquideaceae son de las más evolucionadas en el reino vegetal, lo que significa que fueron de las últimas familias de plantas en aparecer en el registro fósil de la Tierra. (Ames and Correl, 1953)

En el mundo hay alrededor de 25, 000 especies de orquídeas y cada año aparecen descripciones de nuevas especies. La mayoría de las orquídeas son encontradas entre los trópicos del mundo y para los visitantes de otras latitudes es increíble encontrar tanta diversidad de estas plantas, que en sus países son sumamente raras. En Guatemala podemos encontrar más de 700 especies y se cree que aún no han sido descubiertas todas. (Ames and Correl, 1953)

La familia Bromeliaceae cuenta con más de 2.000 especies y 46 géneros, se limita casi exclusivamente a las regiones tropicales y subtropicales de América; sólo una especie vive en África occidental. En Guatemala se pueden encontrar entre 8-10 géneros con aproximadamente 80 especies nativas. (Ames and Correl, 1953)

Las plantas de ambas familias han sido estudiadas y cultivadas como ornamentales desde la antigua China, ya que siempre han atraído al hombre por su colorido, la forma de sus flores, sus aromas y las distintas utilidades que tienen. De algunas bromelias se extraen fibras, otras sirven como alimento (*Annanas* sp.) y de otras se pueden extraer sustancias aromáticas (*Vanilla planifolia*). (Ames and Correl, 1953)

Importancia de las poblaciones naturales

Las orquídeas representan más del 10% de la flora guatemalteca siendo indicadoras de la biodiversidad de un área. Estas plantas no son parásitas, viven de los nutrientes que pueden absorber del ambiente y de material desecho que cae de otras plantas y minerales que se encuentran en el polvo que transporta el viento. Las poblaciones naturales de orquídeas dependen de los árboles para poder sobrevivir, son muy pocas las que en realidad pueden sobrevivir en bosques perturbados, por lo que es importante la preservación de los mismos para mantener la diversidad. (Maldonado, 1997)

Las orquídeas tienden a formar híbridos naturales, sin intervención del hombre, al ocurrir esto aparecen nuevas especies que por barreras como el aislamiento de las poblaciones y divergencia genética, no pueden cruzarse de nuevo con las especies padres, ya que las semillas tardan de 4-10 años más para alcanzar la madurez reproductiva. Se necesitan árboles viejos para que se puedan fijar las semillas entre su corteza. Estos sucesos ocurren en lugares donde se encuentran más de una especie del mismo género que florece en la misma época. A la fecha no se sabe con cuantas especies de orquídeas se cuenta en el país, ni si se esta dejando suficiente hábitat para su desarrollo o formación de nuevas especies. (Maldonado, 1997)

Las Bromeliáceas presentan una interesante graduación desde formas primitivas hasta otras muy evolucionadas, con enormes variaciones de tamaño y adaptaciones al medio ambiente. Agrupa plantas terrestres con tallos alargados, raíces desarrolladas por completo, hojas con pecíolos estrechos y una densa cobertura pubescente que retrasa la pérdida de agua; las hojas actúan como pendientes de captación del agua, y el depósito como reserva. Las raíces adventicias y las vellosidades foliares absorben agua de esta reserva a medida que la necesitan. Una forma de extrema adaptación de las bromeliáceas es la representada por la barba de español (*Tillandsia usneoides*); esta planta conserva las raíces sólo mientras es joven; son reemplazadas de forma progresiva en su función de absorción de agua por unas escamas foliares especializadas. (Maldonado, 1997)

Las bromelias constituyen depósitos de acumulación de agua y han establecido relaciones complejas con otros organismos. Dentro de estos reservorios viven comunidades ecológicas que incluyen desde algas y protozoos unicelulares hasta plantas acuáticas con flores, insectos, crustáceos y anfibios (ranas y salamandras). Las bromelias aprovechan los nutrientes disueltos de los productos de excreción y descomposición de estos organismos, y gracias a ello dependen menos de los nutrientes del suelo captados por las raíces. (Maldonado, 1997)

Importancia de la colecta de especímenes y desventajas

Las colectas de especímenes del campo pueden servir para:

- Identificación y análisis de la Flora del lugar.
- Registro en invernaderos o Herbarios para futuras referencias
- Cultivar la planta para observar la flor si no se puede llegar al lugar de colecta durante la época de floración.
- Almacenamiento de germoplasma

La identificación de las especies de un lugar es la parte más importante de la colecta de muestras del campo, ya que si no sabemos qué tenemos y qué necesidades tiene, cómo la podremos preservar? (Maldonado, 1997)

La mayor desventaja es cuando las plantas son colectadas por personas que no están conscientes de la preservación de especímenes para herbario, manejo y/o cultivo. Cuando se hacen colectas indiscriminadas y no controladas, especies enteras pueden desaparecer. Para evitar esto se está tratando de que en zonas núcleo de áreas protegidas las colectas realizadas sean sólo para estudios científicos. (Maldonado, 1997)

¿Qué hacer con las Bromeliáceas y Orquídeas para realmente salvarlas?

La razón que más influye en la desaparición de estas familias es la destrucción del bosque, por lo que cuando se haya realizado una explotación forestal, legal o ilegal, sería bueno pasar por donde se hayan tumbado los árboles para recolectar las plantas epifitas y trasladarlas a un lugar que tenga las condiciones necesarias para su desarrollo. (Maldonado, 1997)

- Orquídeas y Bromelias epifitas o litofíticas
La forma correcta de salvar este tipo de plantas es:
 - ✓ Recolectar las epifitas de árboles caídos.
 - ✓ Colectar plantas de aprovechamientos forestales cercanos.
 - ✓ Colectar las plantas que sean sacadas al limpiar árboles de los monumentos.(Maldonado, 1997)

Las plantas epifitas (que crecen sobre otras plantas) o litofíticas (que crecen sobre piedras) son las más fáciles de colectar, ya que sus raíces se desprenden más o menos fácilmente del sustrato. Hay que notar bien de qué parte del árbol se ha sacado la planta para poder saber qué requerimientos de luz, agua y temperatura tendrá. (Maldonado, 1997)

Para colectar estas plantas hay que tratar de lastimar lo menos posible las raíces, que son las encargadas de la nutrición de las plantas, y si es posible trasladarla aún sostenida por parte del sustrato. (Maldonado, 1997)

- Orquídeas terrestres
 - ✓ Este tipo de plantas es muy sensible al cambio de sustrato y al manejo de sus raíces por lo que no es muy recomendable sacarlas de su hábitat natural. Pero aún así, si se quiere tratar de cultivar alguna hay que tener cuidado al desenterrar la parte basal de la planta, bajo el suelo se encuentran normalmente de dos a tres estructuras parecidas a bulbos (cormos) que deben ser trasladados con la planta, al igual que una buena parte de tierra da los alrededores. Normalmente estas plantas sólo tienen hojas, flores o ambos durante un período de dos a cinco meses al año y las flores duran de 1 día a 2 semanas. (Maldonado, 1997)

Enfermedades

Orquídeas y Bromelias están sujetas al ataque de varios tipos de plagas. Un ambiente limpio y aireado, con suficiente humedad, iluminación y temperatura adecuada es ideal para plantas sanas, pero no es garantía para ellas. Son muy susceptibles a enfermedades transmitidas por pulgones y ácaros, por lo que la población de éstos se debe mantener nula o muy reducida. Las enfermedades transmitidas más comúnmente son producidas por hongos, bacterias y virus.

También es importante limitar el contacto de las manos entre planta y planta. Para manejar las enfermas hay que lavarse bien las manos y no utilizar las tijeras y otros instrumentos sin esterilizarlos, para evitar contagiar otras plantas. Al encontrar mancha en las hojas de las plantas lo mejor es aislarlas de las demás. Cerca del 5% de las plantas silvestres tienen virus y debe evitarse la transmisión mecánica. (Maldonado, 1997)

Necesidades básicas en una exhibición

1. **Luz adecuada:** se debe proporcionar en el vivero variaciones de sombra y sol para colocar las diferentes especies según sus necesidades. Se puede calcular la luz necesaria por observación directa de las plantas en su ambiente natural: si crecen en dosel necesitan mayor, si se encuentra en arbustos o ramas bajos del sotobosque, se deben poner donde no reciban sol directo; o si prosperan en lugares de mucha sombra contra los troncos, se debe imitar estas condiciones. (Dix, com. pers.)
2. **Sustrato con buen drenaje y aireación para colocar las plantas:** las epifitas crecen naturalmente encima de troncos o ramas donde están rodeadas por corrientes de aire y en donde las lluvias mojan todas las raíces, pero seguidamente el agua se escurre y deja seco el sustrato. Esto nos sugiere que para condiciones adecuadas a bajo costo en la exhibición se debe colocar las plantas encima de una plataforma cuyas vigas son relativamente angostas (menor de 10 cm) con espacio de aproximadamente 4 cm entre ellas y a un metro o más de la superficie terrestre. Otra alternativa es amarrar las plantas en ramas colocadas estratégicamente. (Dix, com. pers.)
3. **Limpieza:** en el ambiente natural la mayoría de las hojas caen al suelo y no se quedan pudriéndose alrededor de las raíces. Esto permite el libre intercambio de gases y la fotosíntesis. (en las plantas epifitas tanto las raíces como las hojas llevan a cabo procesos de respiración y fotosíntesis). Entonces, en sus plataformas demostrativas es importante quitar las hojas y otras partes de las plantas podridas. Esto también reduce la posibilidad de enfermedades y plagas. (Dix, com. pers.)
4. **Educación:** cada planta debe ser rotulada con, por lo menos, sus nombres científico y común. Así despierta el interés del público. En el proceso de fabricar las etiquetas se puede fabricar las etiquetas se puede lograr una reducción de la basura turística usando pedazos de latas vacías de aguas gaseosas tiradas. (Dix, com. pers.)
5. **Divulgación:** una vez instalada la exhibición y abierta al público, los turistas pronto pedirán mayor información. Para esto se pueden producir trifoliales los cuales se pueden elaborar consiguiendo donaciones de una institución o corporación local o producirlos por medio del INGUAT. (Dix, com. pers.)

Identificación

En la libreta de campo se debe anotar los siguientes datos:

- Localidad.
- Fecha.
- Número de colecta.
- Características de la planta.
- Condiciones en las que se encontraba la planta.

Una vez en exposición la planta debe llevar los siguientes datos:

- Localidad.
- Fecha.
- Número de colecta.
- Colector
- Nombre científico
- Nombre común

Metodología

Colecta:

Se colectaron las epifitas de árboles caídos y las que se encontraron tiradas en el suelo en transectos escogidos al azar. Se colectaron como máximo 5 individuos de cada especie encontrada. Se tomaron fotografías *in situ* de los especímenes, luego se llevaron al lugar de la exhibición.

Montaje/ exhibición:

A los especímenes de la exhibición se les proporcionó variaciones de sombra y sol colocando a las diferentes especies según sus necesidades, las plantas se colocaron en un tapasco improvisado a un metro de la superficie terrestre, esto con el fin de mantener la circulación del aire. Las plantas fueron dejadas en su sustrato original (madera, musgo, otras plantas podridas) para que se conservaran el mayor tiempo posible bajo condiciones favorables. Para Bromeliáceas la alternativa fue amarrarlas en ramas y/o malla de las jaulas hechas para animales en el área de exhibición, dejando que estas colgaran.

Identificación:

Con los datos de campo y mediante las fotografías tomadas se determinaron los especímenes con las claves taxonómicas de Ames (1953) y con la asesoría del Ing. Mario Véliz botánico del Herbario BIGUA, Escuela de Biología, Universidad de San Carlos.

Resultados

Se rescataron alrededor de 30 especímenes de los cuales 20 eran diferentes y se logró determinar 14 de las cuales 9 pertenecen a la familia Bromeliaceae y 5 pertenecen a la familia Orchidaceae. De los 6 especímenes que no se logró determinar, 2 pertenecen a la familia Bromeliaceae y 4 a la familia Orchidaceae.

En el siguiente cuadro se presentan las especies determinadas, así como las condiciones (luz / sombra), bajo las cuales fueron encontradas y colocadas en la exhibición:

Familia Bromeliaceae	Luz	Sombra
Bromeliaceae sp. 1	X	
Bromeliaceae sp. 2	X	
<i>Aechmea bracteata</i>	X	
<i>Catopsis</i> sp.		X
<i>Guzmania</i> sp.		X
<i>Tillandsia</i> sp.	X	
<i>Tillandsia argentea</i>	X	
<i>Tillandsia balbisi</i> Schultz in R&S	X	
<i>Tillandsia bulbosa</i>	X	
<i>Tillandsia caput-medusae</i> CJ Morren	X	
<i>Vriesia</i> sp.		X
Familia Orchidaceae		
Orchidaceae sp. 1		X
Orchidaceae sp. 2		X
Orchidaceae sp. 3		X
Orchidaceae sp. 4		X
<i>Epidendrum</i> sp.		X
<i>Epidendrum pygmaeum</i>		X
<i>Isochilus</i> sp.	X	
<i>Laelia</i> sp.	X	
<i>Meira wenlandii</i>		X

Se logró montar una exhibición de carácter temporal, ya que se carecía de los materiales necesarios y de las instalaciones adecuadas para la exhibición. Se improvisó un tapesco con materiales disponibles en el lugar (pita, bejucos y se reutilizó madera sobrante del muelle viejo). Se tuvo cuidado de que el tapesco cumpliera con los requisitos necesarios para preservar en buenas condiciones las plantas rescatadas. (Ver Anexo 1). Las bromelias se colgaron de la malla de las jaulas de animales, ya que estas no necesitan de sustrato y se ha comprobado que bajo estas condiciones pueden sobrevivir perfectamente.

A los especímenes rescatados se les dio variación de luz y sombra de acuerdo a las condiciones en que fueron encontradas y se decidió dejar las plantas con su sustrato original mientras se consigue el sustrato y las macetas, y se construye el lugar en donde permanecerán.

Discusión de Resultados:

Debido a las condiciones climáticas desfavorables, el tiempo para realizar las colectas fue de 8 días efectivos de trabajo puesto que por la lluvia se perdieron 3 días efectivos, lo que influye directamente en el número de especímenes rescatados.

Todas las especies determinadas son de amplia distribución, encontrándose en áreas cálidas con altitudes no mayores a los 1200 msnm: Peten, Costa sur y otras regiones de Izabal. (Véliz, com. Pers.)

Se sabe que el bosque del área del Biotopo es relativamente joven (entre 25-30 años), puesto que previo a su declaración como área protegida, el lugar fue utilizado con fines de ganadería y pastoreo (Morales y Caal, com. Pers.) , entonces se hizo una comparación con el estudio realizado por Martínez (1997) en el área de Cerro San Gil, Izabal y se encontró que comparten varios géneros y algunas especies. Entre la Familia Bromeliaceae podemos encontrar *Catopsis*, *Guzmania*, *Tillandsia* (*T. Bulbosa*) y *Vriesia*; y para la Familia Orchidaceae géneros como *Epidendrum* (*E. pygmaeum*). El encontrar especies compartidas aunado a la información proporcionada por Véliz (com. pers.) nos sugiere la posibilidad de que las plantas encontradas en el Chocón provienen de las áreas cercanas al mismo, sin embargo no se puede sacar una conclusión al respecto, puesto que, para hacer un análisis de este tipo es necesario aumentar el tiempo de colecta si se quiere obtener una muestra más representativa del lugar.

El propósito de realizar variaciones de luz y sombra para la exhibición de acuerdo a la biología de la especie es que las orquídeas suelen ser más sensibles a condiciones de mucho sol y poca humedad, éstas se pueden desecar y hasta morir. En cambio, las Bromelias generalmente presentan más resistencia a condiciones extremas (mayor sol y menos disponibilidad de agua).

DIFICULTADES ENCONTRADAS EN LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO:

- Deficiencia en la coordinación, información y logística:

En el momento de realizar la actividad de rescate, la atención estaba dirigida a la culminación de otros proyectos iniciados, por lo que los guarda recursos del lugar aun no habían sido informados del trabajo que se iba a realizar.

Dado que el área que ocupa el Biotopo es demasiada para la cantidad de guarda recursos que se dedican a su cuidado no se contó con el apoyo suficiente para realizar los recorridos.

Se improvisó el montaje de la exhibición ya que por la misma falta de coordinación en información el lugar que estaba destinado para la exposición estaba ocupado con otros utensilios y no cumplía con los requisitos indispensables, además de que no se contó con los materiales solicitados para el montaje de la exhibición.

- Clima:

No se pudo recorrer parte del Biotopo puesto que hubo un temporal lluvioso inesperado que imposibilitó la salida al campo.

- Fotografías:

Debido al clima y al tipo de cámara, algunas de las fotografías no salieron muy claras por lo que no se pudo determinar la planta.

- Problemas con la licencia de colecta:

Ya que por la época no fue posible el trámite de la licencia de colecta y aunque se tenía la extensión de la del Ing. Mario Véliz, se optó por no sacar especímenes del lugar.

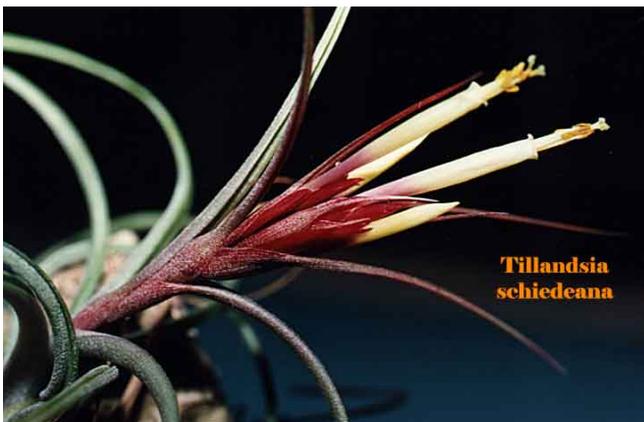
Recomendaciones

- Verificar que la gente del área que va a colaborar en la actividad esté informada del trabajo que se va a realizar.
- Asegurarse con anterioridad de que el material con que se va a montar la exhibición se encuentre ya en el lugar.
- Utilizar una cámara digital, mejor si es de las que se puede observar la imagen para asegurarse de que ésta sea óptima.
- Trabajar en fechas en las que no se dificulte el trabajo de campo ni el de laboratorio.
- Puesto que el clima es muy variable en este lugar, se debe llevar el equipo necesario para trabajar bajo cualquier tipo de condiciones.
- Darle continuidad a esta actividad de rescate, para poder montar una exhibición de carácter permanente.

Bibliografía

1. Alquijay, B. 1995. Biotopo para la Conservación del Manatí Chocón- Machacas, serie Biotopos N. 2-95 Guatemala USAC. CECON. 15 pp.
2. Alquijay, B. s.f. Borrador. Información general Biotopo para la Conservación del Manatí, Chocon Machacas, Izabal. Serie Educativa Ambiental, CECON, Guatemala.
3. Ames, O. and D.S. Correll. 1953. Orchids of Guatemala and Belize. Fieldiana, New York.
4. Barrios, R. 1995. 50 AREAS DE INTERES PARA LA CONSERVACION EN GUATEMALA. CDC/ CECON/ TNC. 1995. USA.
5. Caal, D. Guarda recursos del Biotopo Universitario Chocón Machacas. Entrevista personal.
6. De la Cruz, J. R. 1982. Clasificación de Zonas de Vida de Guatemala a Nivel de Reconocimiento. Guatemala: MAGA, 42 pp.
7. Dix, M. A. Directora del Departamento de Biología, Universidad del Valle de Guatemala. Entrevista personal.
8. Maldonado, Mayra. 1997. Identificación y colecta de Orquídeas. Documento del Departamento de Biología, UVG.
9. Martinez, Ana S. 1998. Informe Final de Ejercicio Profesional Supervisado (EPS). Reserva Ecológica Protectora de Manantiales, Cerro San Gil, Izabal. USAC. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. Escuela de Biología. 121 pp.
10. Morales, J. Botánico del Herbario USCG. CECON. USAC. Entrevista personal.
11. Véliz, M. Botánico del Herbario BIGUA. Escuela de Biología. Facultad de C.C.Q.Q y F. USAC. Entrevista personal.

Anexos





Resumen

El presente estudio tuvo como objeto hacer un análisis de los factores que determinan la presencia de *Hydrilla verticillata* por medio de un diseño experimental que permita iniciar un programa de control y monitoreo de la planta.

Para esto se realizaron revisiones bibliográficas, de mapas cartográficos fotografías aéreas e imágenes satelitales, y entrevistas con lo que se elaboró un diseño experimental que propone el establecimiento de una grilla que cubre el área de estudio en donde la asignación de las unidades experimentales a los tratamientos debe realizarse de manera aleatoria, incluyendo todas aquellas combinaciones posibles de las variables ya que hasta el momento no existe evidencia de cual es la principal fuente de variación que permite el establecimiento de *H. verticillata* en esta zona.

Se determinó que para poder realizar este estudio hay que precisar más sobre cuales son las variables que influyen documentando todas aquellas observaciones y datos que permitan elaborar un mapa refinado del diseño, por lo que la segunda y tercera etapa de la presente investigación queda pendiente para cuando se obtengan estos datos.

Introducción

La *Hydrilla verticillata* es una planta exótica introducida que una vez establecida crece agresiva y competitivamente, expandiéndose a cualquier área con serias consecuencias para los sistemas acuáticos, la biodiversidad nativa, recreación y agricultura, alterando el ecosistema.

El ecosistema de Bocas del Polochic-Lago de Izabal-Río Dulce presenta características complejas y únicas por estar influenciado por el mar. Alberga un gran número de especies acuáticas (animales y vegetales) definiendo las características de la composición de especies y la dinámica poblacional de las mismas e interviniendo en procesos migratorios de organismos como manatíes y aves rapaces. Los antecedentes de esta especie en otros lugares del mundo sugieren que la colonización y dispersión de una planta como la *H. verticillata* puede causar alteraciones al ecosistema.

La ejecución de la investigación estuvo dividida en 3 partes: la primera que incluyó la revisión de bibliografía y mapas, lo que permitió establecer el diseño experimental. La segunda parte consta en el establecimiento de los puntos, las variables y los tratamientos seleccionados para la verificación de campo y el refinamiento del diseño experimental (se espera que al refinar el diseño del experimento se pueda proponer una metodología que conduzca a la respuesta del problema planteado). La tercera fase consistirá en la ejecución del experimento y análisis de los datos.

Lo mencionado anteriormente se realizó con la finalidad de elaborar una propuesta de un diseño experimental para el programa de monitoreo de *H. Verticillata* y manejo sostenible de las cuencas.

1. Planteamiento del Problema

La *Hydrilla verticillata* es una planta exótica introducida que una vez establecida crece agresiva y competitivamente, expandiéndose a cualquier área con serias consecuencias para los sistemas acuáticos, la biodiversidad nativa, recreación y agricultura, alterando el ecosistema. En los últimos cuatro meses se ha observado un aumento en la población de dicha planta en el ecosistema de Bocas del Polochic-Lago de Izabal-Río Dulce, lo que puede ser interpretado como un problema para los ecosistemas del lugar.

2. Justificación

El ecosistema de Bocas del Polochic-Lago de Izabal-Río Dulce presenta características complejas y únicas por estar influenciado por el mar. Alberga un gran número de especies acuáticas (animales y vegetales) definiendo las características de la composición de especies y la dinámica poblacional de las mismas e interviniendo en procesos migratorios de organismos como manatíes y aves rapaces. Aparte de su importancia biológica también es de importancia económica puesto que muchas de las comunidades que viven alrededor se dedican a la pesca artesanal y al turismo. Al considerar los antecedentes de esta especie en otros lugares del mundo se sugiere que la colonización y dispersión de una planta como la *H. verticillata* puede causar alteraciones al ecosistema, ya que cambia las características físico-químicas y biológicas: hace que disminuya la cantidad de oxígeno, nutrientes disponibles y entrada de luz afectando a las especies nativas del lugar.

Hasta hace un año se informó de la presencia de la planta en el área y recientemente se reportó una sobreabundancia de la misma, debido a lo reciente del problema y a la carencia de información existente se hace necesaria una investigación en dónde se estudien y establezcan los factores que determinan los patrones de distribución y abundancia de la misma así como las causas de su posible explosión demográfica.

3. Marco Teórico

3.1. Marco Conceptual

3.1.1. Generalidades de *H. verticillata*

3.1.2. Descripción sistemática

Reino:	Planatae
División:	Magnoliophyta
Clase:	Liliópsida
Sub-Clase:	Alismatidae
Orden:	Hydrocharitales
Familia:	Hydrocharitaceae
Especie:	<i>Hydrilla verticillata</i> (L.f.) Royle

Sinonimias:

Elodea verticillata (L.f.) F. Muell., *Serpicula verticillata* L.f., *Hydrilla lithuanica* (Andrz. ex Besser) Dandy

3.1.3. Descripción Botánica

Planta acuática sumergida, perenne. Tallos estoloníferos produciendo hibernáculos verdes o pardos debajo del suelo, los tallos erectos ramificándose desde la base. Hojas sumergidas opuestas hacia la base del tallo en verticilos de 4-8; láminas 0.8-2 x 0.1-0.5 cm; el ápice termina en una espina solitaria; margen aserrado o con pequeñas espinas a lo largo; no presentan vaina; escamas auxiliares triangulares y fibradas en el margen. La costilla central de la hoja presenta generalmente un color rojizo cuando joven. Inflorescencia: Espata de las flores estaminadas solitaria en hoja axial, subsésil, globosa, con 1.5mm de diámetro; pedúnculo con 1 mm, con 8-12 espinas apicales; Espata de las flores pistiladas solitaria en hoja axial, subsésil, cilíndrica, con 5 mm. Flores estaminadas flotando libremente y se abren en la superficie del agua, con 3 sépalos ampliamente ovalados de 2.5mm de largo, 3 pétalos filiformes mucho más pequeños que los sépalos, filamentos hasta 0.5 mm, 3 anteras de 1-1.5 mm. Flores pistiladas inferováricas, hipanto 1-5 (-10) cm; 3 sépalos oblongo-ovalados de 4 mm de largo; pétalos 3, algunos más pequeños que los sépalos; 3 estigmas con 0.5 mm, algunas presentan 3 estaminodios diminutos. Fruto 5-10 mm, cilíndrico, simple o espinado; 1-6 semillas fusiformes 2-2.5 mm de largo, lisas, color café. (Sousa,1995)

3.1.4. Historia

Planta nativa de Asia, Africa y Australia, y naturalizada en todo el mundo (Haller et. al, 1974). Esta planta acuática fue introducida en las aguas de Florida a principios de 1950, donde estaba siendo cultivada para la industria de acuarios. Se expandió rápidamente al este de los Estados Unidos y se continuó introduciendo en otras aguas del país y luego fue introducida a México. Puesto que tolera muchos ambientes diferentes, la Hydrilla se pudo diseminar fácilmente. En el trabajo de Flora Mesoamericana se encuentra reportada para el Noreste de México, Costa Rica y Panamá, no así para Guatemala y en el trabajo de Flora de Guatemala de Standley en 1958 tampoco se encuentra reportada. Fue colectada por primera vez en el 2001 por Julio Morales Can en Río Dulce (Biotopo Chocón Machacas). (Morales, com. pers. 2002)

3.1.5. Hábitat:

Hydrilla ocurre en regiones tropicales a templadas en todos los continentes excepto en la Antártica. En aguas quietas o con poca corriente, en canales, ríos, fangos, estanques, lagos y aguas intermareales (7% de salinidad). Habita aguas con profundidades de 0.5-3 (12) m. Puede crecer en ambientes oligotróficos (bajos nutrientes) y eutróficos (altos nutrientes) (Haller et. al, 1974). Las temperaturas óptimas para su desarrollo se encuentran entre 20-27° C y la máxima es de 30° C (Kasselman 1995). Tolerancia bajas (hasta 1%) del total de luz solar, bajas compensaciones de puntos de luz y saturación, un amplio rango de pH (aunque se desarrolla mejor a pH 7.0); y los puntos bajos de compensación de CO₂ hacen que sea una planta competitiva puesto que puede crecer en penumbra antes que otras plantas. (James C. Schmidt, 1998)

3.1.6. Hábitos de crecimiento:

La Hydrilla forma matas densas de vegetación que interfiere con el hábitat de vida salvaje (Haller et. al, 1990), en condiciones de estrés puede crecer hasta 10 pulgadas por día, desarrollarse de un pequeño fragmento a una gran masa en pocas semanas y dispersarse de unos pocos acres a miles de acres en pocos años. Aunque está enraizada al suelo, el 70% de la biomasa de Hydrilla flota en la superficie del agua. La Hydrilla tiene varias ventajas sobre otras plantas. Puede crecer con menos luz y es más eficiente que otras plantas para absorber nutrientes. (Haller et. al, 1974)

Como aproximadamente el 90% de la composición de Hydrilla es agua, las plantas producen su biomasa de una fuente limitada de nutrientes esenciales para una planta, por ejemplo carbono, nitrógeno y fósforo (Van et al. en Batcher 1999). *H. verticillata* se encuentra normalmente asociada con bajas cantidades de sulfuro de sulfatos, cloro, hierro y nitrato, y con sedimentos profundos. (Cook and Luond en Batcher 1999).

3.1.7. Propagación/ fenología:

Existen dos variedades de Hydrilla una monoica y otra dióica (las flores masculina y femenina en la misma planta; flores masculinas y femeninas en plantas separadas, respectivamente). La variedad monóica se ve y crece diferente que la dióica. Tiende a tener una apariencia delicada y se dispersa irregularmente a lo largo del fondo del lago. Los tubérculos son más pequeños que los de la variedad dióica. (Batcher, 1999). Florece de Junio a Octubre. Las flores se extienden a la superficie del agua por un tubo floral con aspecto de hilo de varios centímetros de largo de una espata axilar (bracteas fusionadas). Pétalos, sépalos, 3. Las flores pistiladas con el ovario inferior y generalmente presentan estaminodios (estambres estériles). (Batcher, 1999)

Hydrilla se puede reproducir de manera vegetativa, de hecho la reproducción por semillas es poco frecuente en la naturaleza. Las partes vegetativas se dispersan con las corrientes, los animales y por actividades humanas como pesca y embarcaciones.

La Hydrilla se reproduce por estolones, fragmentación, turiones y tubérculos. (James C. Schmidt, 1998) Los turiones son brotes compactos producidos axilarmente a lo largo de los tallos frondosos, son resistentes, de cónicos a ovoides, 3-12 mm largo, de color verde oscuro y con apariencia espinosa (ver anexo 1). Son deciduos, o sea, se separan de la planta madre y derivan o se establecen en el fondo para dar origen a nuevas plantas.. Los tubérculos están enterrados y se forman al final de las raíces. Son pequeños con apariencia de papa, y generalmente son de color blanco a amarillento. (Batcher 1999). El inicio en la producción, latencia y germinación de turiones y tubérculos, es variable y depende del biotipo y las condiciones ambientales. Generalmente se desarrollan conforme se acorta la duración del día. Las plantas que flotan libres producen más turiones que las que están enraizadas, y las monóicas usualmente producen más que las dióicas. Las colonias densas desarrollan menos cantidad de turiones. Los turiones del biotipo monóico germinan con facilidad, y sobreviven aproximadamente 1 año bajo condiciones de campo y pueden mantenerse viables por hasta 8 hrs bajo condiciones secas. Las plantas monóicas frecuentemente producen 50% o más tuberculos en un período más corto que las dióicas, pero los tubérculos de las dióicas tienen mayor longitud y mayor probabilidad de mantenerse en estado de latencia, sobreviviendo períodos más largos. Bajo condiciones de campo los tubérculos monoicos sobreviven hasta por 5 años mientras que los dioicos pueden sobrevivir hasta 10. Los tubérculos dioicos pueden sobrevivir hasta 2-3 días bajo condiciones secas. Los tubérculos de ambos biotipos resisten la ingestión y regurgitación de las aves, sequías, ausencia de luz, temperaturas bajas y son resistentes a muchos herbicidas. (James C. Schmidt, 1998)

Las plántulas de hydrilla rara vez son encontradas. El tallo bajo el cotiledón (hypocotiledóneo) ausente. Raicillas verticiladas. La envoltura del cotiledón 2-5 mm largo, glabra, frecuentemente blanquecina-verde con puntos morados. La hoja del cotiledón es lanceolada, 6-8 mm largo, 1-2 mm ancho, +/- apretada justo arriba de la base (atenuada), márgenes lisos. El tapón de la raíz y las primeras hojas se desarrollan simultáneamente. Las primeras hojas son compuestas. Foliolas 3-8, lineares, 5-8 mm largo, 0.5-1 mm ancho, +/- sésiles, puntiagudas, márgenes diminutamente dentados. (James C. Schmidt, 1998)

3.1.8. Impactos que produce su introducción:

La Hydrilla altera la química del agua y compite con la vegetación nativa, puesto que puede cambiar su ciclo de C3 a C4 (fotosintetizar bajo con poca luminosidad). Forma un dosel denso en la superficie del agua que cubre la mayoría de la vegetación que se encuentra debajo. Una vez invade un sitio, la diversidad de otra vegetación acuática baja vertiginosamente; de la misma manera la diversidad de peces y otra vida acuática. Las infestaciones de Hydrilla puede también eliminar las áreas de aguas abiertas para la alimentación de las aves y los sitios de reproducción de los peces. Las masas densas de Hydrilla interfieren también con las actividades pesqueras y recreacionales, las cuales a su vez pueden dispersarla de un cuerpo de agua a otro. Una vez establecida la Hydrilla es casi imposible de erradicar. (Batcher, 1999)

H. verticillata puede tener impactos a largo plazo en los sistemas nativos reduciendo la producción de semillas de plantas nativas de los alrededores, y como resultado un decline en la proporción del banco de semillas de las especies (De Wintono en Batcher 1999). H. verticillata también puede desplazar plantas acuáticas nativas como Potamogeton sp. y Vallisneria americana Michaux. (Haller et. al, 1990)

3.2. Marco Referencial

3.2.1. Características Generales del Área de Estudio:

El lago de Izabal es el de mayor extensión en el país, con un área de 717 km² y una profundidad media de 11.6 m. encontrándose en algunos puntos una profundidad máxima de 17 m. El lago está ubicado en el departamento del mismo nombre, entre las posiciones 15°24'-15°38'N y 88°58'-89°25' O, a una altitud aproximada de 0.8 msnm (Marchorro, 1996). Según Barrios (1995) el 70% de sus aguas las recibe del río Polochic, el cual drena una extensión de aproximadamente 2,822 km² y tiene una longitud aprox. de 100 km desde su nacimiento hasta su descarga en el lago (Marchorro, 1996). El área de la Reserva de Vida Silvestre de Bocas del Polochic se localiza en el municipio de El Estor, Izabal tiene una extensión de 20, 760 hectáreas y es considerado un sitio Ramsar (de humedales). Presenta una gran biodiversidad, entre la fauna del lugar podemos encontrar manatíes, saraguates, tortugas, 250 especies de aves, tapires,

felinos; y especies de flora como Sauce, Sangre, tul, lirios acuáticos, repollo de agua, entre otros (De Urioste, 1997). Representa un sector llano de 35 x 18 km de ancho (Barrios, 1995). Río Dulce tiene 1 km de riberas a ambos lados corre aprox. 40 km y constituye la vía acuática que comunica el Lago de Izabal hasta la Bahía de Amatique .

La cuenca hidrográfica del lago posee un área de 6,822 km² . Es un lago de agua dulce de tierras bajas, está irrigado por los humedales de orillas del río Polochic. El bosque está tipificado como tropical muy húmedo y subtropical húmedo. Las tierras circundantes son utilizadas en actividades de agricultura, a excepción de los humedales, en donde por las condiciones adversas al humano no se ha dado cambio en el uso de la tierra aún.

Alrededor del lago se pueden observar pastizales y ganado donde antes crecían bosques, así como asociaciones de arbustos con áreas sembradas con maíz alternadas con pequeños parches de bosque. Se encuentran además zonas con cultivos de palma africana y banano.

3.2.2. Estudios realizados en el área

Monitoreo limnológico del Lago:

En diciembre de 1990 la compañía SHELL Exploration B.V. (SEBV) firmó un contrato con el Ministerio de Energía y Minas de Guatemala (Contrato No. 1-90) donde se asignó la Exploradora SHELL y Productora de Guatemala BV (SEPG) para conducir las perforaciones y exploración sísmica en el área bajo contrato.

La compañía en mención preocupada por el medio ambiente decide hacer un monitoreo previo a la exploración con el fin de encontrar la forma de minimizar el impacto sobre el recurso. Entonces se inició un programa de estudio de la calidad de agua del lago de Izabal y sus tributarios, utilizando como línea base par principiar el estudio los datos generados por el Programa de Estudio de Medio Ambiente (PEMA) que elaboró la Exmibal Company, que operó en una mina de níquel y una planta de procesado de mineral en las proximidades del lago de 1977 a 1980. Y diversos estudios efectuados por el Dr. Basterrechea desde 1991.

Los resultados del programa de monitoreo de la SHELL fueron presentados en agosto de 1993, y tiene como principales anotaciones las siguientes:

- El lago de Izabal es polimíctico, es decir que sus aguas superficiales y profundas se mezclan diaria o semanalmente gracias a los vientos del Caribe, lo que hace que las sustancias (nutrientes, oxígeno, tóxicos, etc.) que se encuentran en suspensión pasen a formar parte de la columna de agua.
- Tiene una profundidad promedio de 11.5 m.
- Es un ecosistema sumamente frágil
- El lago es muy importante por su alta productividad pesquera y potencial turístico y es además un importante canal de navegación.

- Es sensible a cambios climáticos por su gran extensión y poca profundidad, en épocas de sequía los diferentes elementos que se encuentran en la columna de agua pueden aumentar su concentración, ocasionando cambios en el ecosistema lo que podría ocasionar la muerte de muchos organismos.
- El lago de Izabal está considerado como oligotrófico, en un 50% y mesotrófico en un 50% , lo cual indica que es un cuerpo de agua que aún se mantiene “limpio” y con buena productividad que permite el crecimiento de los peces y otros organismos que dependen del fitoplancton y zooplancton.
- En 1993 no se reportó la presencia de algas cianofitas, las cuales son indicadoras de contaminación, por lo tanto el lago no presentaba procesos de eutrofización. Tampoco se reportó presencia de hidrocarburos.

Es importante hacer notar que durante este estudio no se midió ningún parámetro en los afluentes.

En 1999 Lic. Francisco Pérez realizó un estudio de carga de nutrientes y sedimentos del Río Polochic y su impacto sobre la integridad ecológica del Lago de Izabal y concluyó que:

- La contaminación del agua por nitrógeno total, sólidos, amonio y coliformes, en casi todos los puntos de muestreo indica que existe un impacto negativo en la calidad del agua del río Polochic y del lago de Izabal.
- Los niveles encontrados por Basterrechea en 1992 no permiten observar un incremento grande en comparación con los actuales, a excepción de las muestras que corresponden al mes de Noviembre de 1998, debido al efecto del huracán Mitch.
- La información obtenida permite clasificar al lago como intermedio entre oligotrófico y eutrófico.
- Las altas concentraciones de nitrógeno de amonio, nitrógeno orgánico y coliformes indican que las aguas servidas descargadas directamente en el río Polochic y lago de Izabal, son las principales fuentes de contaminación del agua en los mismos.
- El huracán Mitch provocó un aumento notable en los niveles de contaminación del río Polochic y del Lago de Izabal.
- La contribución de los sólidos totales provenientes de los afluentes de la parte norte de la cuenca del Polochic es mayor que la de los provenientes de los afluentes de la parte sur de la misma.

3.2.3. Estudios realizados con Hydrilla ¹

Manejo de Hydrilla ²:

Las investigaciones científicas y 30 años de experiencia práctica de los encargados del manejo de la planta utilizando herbicidas, agentes biológicos, remoción mecánica, y manipulación física del hábitat han producido programas de manejo relativamente exitosos en la Florida y otros estados. Sin embargo, a pesar de los intensivos esfuerzos a largo plazo, la Hydrilla sigue siendo un problema mayor de maleza en los estados en los que se encuentra bien establecida. (Haller et. al, 1990)

El gran potencial reproductivo de Hydrilla crea un problema de mayor magnitud para los que manejan malezas acuáticas. Los tubérculos son muy problemáticos, ya que sirven de fuente de reestablecimiento en las áreas en que los brotes de hydrilla han sido controlados por métodos químicos o mecánicos. La Hydrilla puede colonizar rápidamente un área desprovista de vegetación por encima del suelo. Después de dos meses de haber realizado un extenso proyecto de dragado con buzos en el Potomac, hydrilla se reestableció en niveles iguales a áreas que no fueron dragadas, ya fuera con fragmentos que llegaban de lugares adyacentes o de nuevas plantas regeneradas de los tubérculos dejados por los buzos. (Haller et. al, 1990)

Respuesta a Herbicidas: existen tres herbicidas registrados por la EPA que son efectivos contra el crecimiento de hydrilla y que su uso está permitido en Washington. Estos son fluridona (Sonar®), endotal (Aquathal®), y compuestos de cobre. Fluridona es un herbicida sistémico que ha probado efectividad contra la hydrilla en Florida y otros estados. Las desventajas de usar fluridona incluyen su alto costo, acción lenta, y no selectividad para con otras especies macrófitas. Endotal, es un herbicida de contacto de rápida acción, usado cuando se requiere control inmediato de la vegetación. Los compuestos de Cobre generalmente son utilizados con aplicaciones de endotal, aunque el cobre por si mismo exhibe una acción herbicida contra la hydrilla. Estos herbicidas no afectan las semillas, tubérculos, ni turiones y se necesitan aplicaciones repetidas para controlar que la hydrilla vuelva a crecer. (Haller et. al, 1990)

¹ Actualmente no existen estudios realizados en Guatemala por la novedad del problema, por lo que se toma como base los estudios realizados en Estados Unidos.

² Es importante considerar que los métodos de manejo de Hydrilla en otros países no necesariamente pueden ser aplicados en Guatemala puesto que presenta condiciones biogeográficas y climatológicas muy distintas a las de los lugares en donde se han realizado los estudios, además de la complejidad del ecosistema del Lago de Izabal.

Respuesta a Métodos Culturales: se puede alcanzar un control localizado cubriendo el sedimento con material que bloquee la luz para las plantas. Los encargados del manejo de reservas y algunos sistemas lacustres pueden tener la capacidad de bajar el flujo de agua como método para el control de plantas acuáticas. Esta técnica es exitosa algunas veces en áreas en que el hidrosuelo puede ser completamente disecado. (Haller et. al, 1990)

Respuesta a Métodos Mecánicos: puesto que esta planta se dispersa rápidamente con la fragmentación, los controles mecánicos como cortar la planta deben ser usados sólo cuando la extensión de la infestación es tal que todos los nichos disponibles hayan sido ocupados. Usar control mecánico mientras la planta aún está invadiendo, tenderá a propiciar su tasa de dispersión. (Haller et. al, 1990)

Control Biológico: inspecciones alrededor del mundo buscando enemigos naturales de se iniciaron en 1981 en un estudio cooperativo entre Universidad de Florida, el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, y el Cuerpo de Ingenieros de la Armada de los Estados Unidos. Cierta número de insectos fueron identificados, aislados y probados, y eventualmente liberados en la Florida y otros estados. Los resultados de las liberaciones aún están siendo evaluados. Sin embargo, la mayoría de estos insectos fueron colectados en áreas tropicales del mundo y es dudoso que las poblaciones se puedan establecer en Washington. (Haller et. al, 1990)

El control biológico más prometedor es la carpa herbívora triploide. Por ser especies exóticas su introducción esta altamente regulada y sólo el pez estéril triploide puede ser introducido en la mayoría de los estados. (Haller et. al, 1990)

Los puntos a considerar al aplicar un método de control según el Ing. Carlos Lizama son:

- Uso del cuerpo de agua
- Tipo de planta: especie, agresividad de crecimiento, susceptibilidad la método de control.
- Calidad del agua: dureza, temperatura, turbidez, cantidad de O₂ disuelto.
- Condiciones físicas: puntos de acceso, flujo del agua (velocidad), profundidad.
- Peces y vida silvestre: especies animales y vegetales en vías de extinción, dependencia de las plantas
- Actividades deportivas: natación, pesca.

Ventajas y desventajas de los Métodos de Control ³:

Método	Ventajas	Desventajas
1. Manual	Retorno económico ⁴ Efecto inmediato Bajo costo	Propagación Lento Poco efectivo
2. Mecánico	Retorno económico Efecto inmediato Rápido	Alto costo Lento Propagación Área para acumularlo
3. Químico	Efecto duradero Fácil de aplicar No propagación	Evaluación previa Daño ecológico Efectividad variable Más regulaciones No retorno económico Dosificación correcta
4. Biológico	Efecto duradero Ecológico Fácil de aplicar Retorno económico	Alto costo Resultado lento
5. Alteración del sustrato: el sustrato determina el ritmo de crecimiento de biomasa. Química del agua determina la distribución de la planta.	Efecto rápido Relativamente duradero Combinable con otros métodos Ecológico	Relativamente costoso Mano de obra No retorno económico

³ Según lo expresó el Ing. Carlos Lizama en la conferencia impartida el 26/07/02 "Control y uso de *Hydrilla verticillata* y *Elodea canadensis*"

⁴ Se habla de retorno económico ya que a la planta extraída se le puede utilizar de manera alternativa (abono, sustitutivo alimenticio, por ejemplo).

4. Objetivos

General:

- Hacer un análisis de los patrones de distribución y abundancia de *H. verticillata*, para establecer los factores que lo determinan.

Específico:

- Realizar una propuesta del diseño experimental para el programa de control y monitoreo de *Hydrilla verticillata*.

5. Hipótesis:

H. verticillata presenta un patrón de distribución determinado por un conjunto o combinación de factores ambientales.

6. Procedimiento y Metodología

La investigación se pretende realizar en 3 fases, la primera que incluyó la revisión de bibliografía y mapas lo que permitió el análisis de patrones de distribución y abundancia de *Hydrilla verticillata* en el sistema acuático Bocas del Polochic-Lago de Izabal-Río Dulce para establecer las variables y los tratamientos seleccionados para la elaboración del diseño experimental. La segunda parte estribará en la verificación de campo de los puntos y las variables seleccionadas y análisis de los datos para el refinamiento del diseño y la tercera consiste en la ejecución de la investigación y la elaboración del programa del monitoreo . El presente estudio concluyó en la primera etapa, debido a que se debe cumplir con los requisitos del Programa de EDC y no se cuenta con el tiempo necesario para continuar con la segunda etapa pues esta es a largo plazo.

Universo de Estudio:

- Todas las manchas de *Hydrilla verticillata* presentes en el sistema acuático Bocas del Polochic-Lago de Izabal-Río Dulce.

6.1. Primera Fase:

6.1.1. Recopilación de la información general.

Se procedió a recabar la información bibliográfica y cartográfica del área, se consultó en archivos, instituciones, bibliotecas y otros centros de documentación, y se entrevistó a personas relacionadas con la zona de estudio. La información compilada sirvió de base para obtener una idea general del área y para programar las actividades respectivas.

6.1.2. Reconocimiento preliminar

Esta actividad se realizó por medio del análisis cartográfico y aerofotográfico, con el propósito de reconocer los tipos de vegetación, fisiografía, tipo de suelo, usos de la tierra, cuerpos de agua, accesibilidad, y presencia de la planta objeto del estudio.

6.1.3. Fotointerpretación y cartografía

Se utilizaron hojas cartográficas a escala 1:50000 existentes que cubren el área del PNRD así; así mismo se utilizaron las fotografías aéreas más recientes.

Este material fue necesario para extraer la información acerca de la cobertura y uso de la tierra (vegetación, cuerpos de agua, suelos, poblados, vías de acceso, etc.), ubicación de puntos de interés (muestreo de vegetación y agua) y complementación de la información hidrológica.

6.1.4. Selección de las variables y tratamientos

Se tomaron en cuenta todas aquellas variables que eran susceptibles de análisis estadístico según la información recopilada y la intención de éste estudio.

Las variables de respuesta fueron presencia/ausencia de las manchas de Hydrilla, abundancia y diámetro de las mismas lo que requirió de información como: tipo de sustrato; incidencia de la luz; aporte de nutrientes (Nitrógeno, Fósforo, Potasio, Calcio); turbidez; temperatura; pH; total de sólidos disueltos (TDS); conductividad; Oxígeno disuelto; dureza; profundidad; corrientes; lluvias; distancia a otros ríos tributarios y fincas; flujo de efluentes; anchos del río; demanda biológica de oxígeno (DBO).

6.1.5. Elección de los métodos estadísticos para el análisis de las variables que harán posible la interpretación correcta de la información.

6.1.6. Elaboración de la propuesta del diseño experimental por medio de un mapa que despliega los tratamientos y patrón de distribución de las unidades experimentales.

6.2. Segunda Fase⁵:

6.2.1. Verificación de campo de los puntos y las variables seleccionadas para el refinamiento del diseño experimental (se espera que al refinar el diseño del experimento se pueda proponer una metodología que conduzca a la respuesta del problema planteado). Se realizarán visitas al lugar y se recorrerán los ríos.

6.3. Tercera Fase⁶:

6.3.1. Ejecución del experimento y análisis de los datos, por medio de los métodos estadísticos planteados en el diseño experimental ya refinado.

⁵ Queda pendiente para el segundo semestre del 2004.

⁶ Queda pendiente para el segundo semestre del 2004.

6.4. Recursos

6.4.1. Económicos

Material de Oficina

- 1 Escritorio
- 1 silla
- 1 computadora
- 1 impresora
- 2 cartuchos para impresora
- Papel bond tamaño carta
- Fotocopias de documentos
- Lapiceros
- Borradores

6.4.2. Institucionales

Biblioteca UVG	• Material Bibliográfico (Investigaciones y estudios realizados previamente en el área)
Biblioteca C.D.O.B.F	
IGN/INE	• Mapa digitalizado y de SIG (Sistema de Información Geográfica) del área de Izabal.
Escuela de Biología	<ul style="list-style-type: none">• Programa de Arc-View 3.1 y Arc-info para el análisis de SIG.• Programas estadísticos para el análisis de variables.

6.4.3. Humanos:

- Supervisora EDC: Eunice Enriquez
- Investigadora: Sharon van Tuylen
- Asesor: Claudio Méndez
- Dra. Margaret Dix
- Roberto Garnica digitalización/interpretación de la información geográfica.

7. Resultados

7.1. Propuesta del diseño experimental:

Se propone el establecimiento de parcelas de 600 X 600 mts con sub-parcelas de 20 X 50 mts que cubran el área de estudio para el establecimiento de las variables que influyen en los patrones de distribución de la planta. (Ver Figuras 1.A. y 1.B.)

Para la elaboración del diseño se utilizó el mapa desarrollado por Arrivillaga (2002), en donde se localizan los puntos en los que se encuentra *Hydrilla*, los cuales se establecen por zonas y presentan las características más relevantes a tomar en cuenta en el estudio (ver Tabla 1, Anexos). Se realizaron mapas base de las cuencas en donde se incluyen todos los ríos que drenan al Lago así como el uso de la tierra que se da en las mismas (ver anexos).

Utilizando estos mapas se dibujó una grilla que cubre toda el área del estudio, con el propósito de que cada cuadrícula incluya todas aquellas combinaciones posibles de las variables. Se sugiere que el tamaño de la cuadrícula sea de 600m x 600m. y que esta a su vez se divida en sub-parcelas del tamaño de una de Whittaker modificada (20x50 m.). La división en sub-parcelas de Whittaker se propone ya que ha sido utilizada en estudios realizados con plantas acuáticas (Morales, com. pers.), puesto que esta abarca el espacio suficiente para realizar un muestreo representativo de cada lugar. También se sugiere que la asignación de las unidades experimentales a los tratamientos se haga de forma aleatoria en las parcelas de mayor tamaño y que las sub-parcelas se elijan de manera sistemática.

8. Discusión de Resultados:

La cuenca del Río Polochic lleva una alta carga de nutrientes y sedimentos hacia el lago de Izabal, producto de la deforestación de la cuenca, la erosión del suelo y el incremento en el uso de agroquímicos. Estos sedimentos y nutrientes son filtrados parcialmente por los humedales de Bocas del Polochic, sin embargo, a pesar de este filtro, el lago se encuentra en proceso de eutrofización acelerada, particularmente en el área cercana a la desembocadura de los principales afluentes (Basterrechea 1993).

Aunque la literatura reporta que el aporte de nutrientes es básica para la proliferación de productores primarios, hasta el momento no existe evidencia de cuál es la principal fuente de variación que permite el establecimiento de *H. verticillata* en esta zona.

Tomando en cuenta lo mencionado anteriormente es que en la propuesta del diseño experimental se sugiere que la asignación de las unidades experimentales a los tratamientos se haga de manera aleatoria, para luego hacer un análisis exploratorio en donde se asignen los tratamientos y las variables, y que de esta forma se pueda generar un patrón que de solidez al diseño. Lo anterior permite sugerir nuevas hipótesis que nos ayuden a precisar más sobre cuales son las variables que influyen en los patrones de distribución y abundancia de la *Hydrilla*, así como el refinamiento del diseño para su posterior ejecución.

9. Conclusión

- Hasta el momento no es posible determinar las condiciones que influyen en los patrones de distribución y abundancia de *Hydrilla verticillata*, puesto que no existe evidencia sobre cuál es la principal fuente de variación que permite el establecimiento de la planta en esta zona.

10. Recomendaciones

- Establecer una línea base para la investigación del componente hidrológico y de cuencas del Sistema Bocas de Polochic-Lago de Izabal-Río Dulce y su área de influencia.
- Realizar una caracterización de los ríos del área lo más pronto posible, pues esta información es básica para saber el estado de salud de las micro cuencas del área y así poder elaborar un plan de manejo adecuado para su mejoramiento y conservación.
- Enseñar a las comunidades la importancia del buen manejo de los recursos hídricos e invitarlas a que participen en la ejecución de las investigaciones realizadas en el área.
- Darle continuidad al estudio y utilizar la información generada a partir del mismo para iniciar investigaciones puntuales del componente hídrico de la región.

11. Bibliografía

- Batcher, Michael S. 1999. The Nature Conservancy, Wildland Invasive Species Team, Department of Vegetable Crops and Weed Science, USDA, NRCS The PLANTS database (<http://plants.usda.gov/plants>).
- Barrios, R. 1995. 50 Áreas de Interés especial para la Conservación en Guatemala. TNC, CDC y CECON. Guatemala 169 pp.
- Basterrechea, M. 1993. Informe Técnico Final. Calidad del Agua del Lago de Izabal y Principales Tributarios. Convenio DGEN-SEBV.
- De Urioste, S.M. 1990. Desarrollo de una Metodología de Evaluación Ecoturística y su Implementación en la Micro región corredor biológico Sierra de las Minas-Bocas del Polochic, Izabal, Guatemala. Tesis Licenciatura en Ecoturismo. UVG. Guatemala. 90 pp
- Haller, W. T., A. M. Fox and D. G. Shilling. 1990. Hydrilla control program in the Upper St. Johns River, Florida, USA. In Proceedings of the EWRS 8th Symposium on Aquatic Weeds 8:111-116.
- Haller, W. T., D. L. Sutton and W. C. Barlowe. 1974. Effects of salinity on growth of several aquatic macrophytes. Ecology 55(4):891-894.
- Kasselmann C. 1995. Aquarienpflanzen. Egen Ulmer GMBH & Co., Stuttgart. 472 pp.
- Pérez Juan F. 1999. Carga de Nutrientes y sedimentos del Río Polochic y su impacto sobre la integridad Ecológica del Lago de Izabal. Tesis Maestría en Estudios Ambientales. UVG. Guatemala. 169 pp.
- Roldan, G. 1992. Fundamentos de Limnología Neotropical. 2^a edición. Editorial Universidad de Antioquia. Universidad de Antioquia, Colombia. 529 pp.
- Schmidt, James C. 1998. "How to Identify and Control Water Weeds and Algae". 5th edition. Center for Aquatic Plants, University of Florida.
- Sousa, et al. 1995 Flora Mesoamericana. Vol 6. Alismataceae a Cyperaceae. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Standley, et al. 1956-1977. Flora of Guatemala. Chicago, U.S.A. Chicago National Museum. Fieldiana Botany Vol 24.
- Environmental Laboratory, Army Corps of Engineers. 1985. Monoecious Hydrilla in the Potomac River. Miscellaneous Paper MP A-85-5. US Army Engineer Waterways Experiment Station, Vicksburg, MS.
- Conferencia: Ing. Carlos Lizama "Control y uso de *Hydrilla verticillata* y *Elodea canadiensis*".

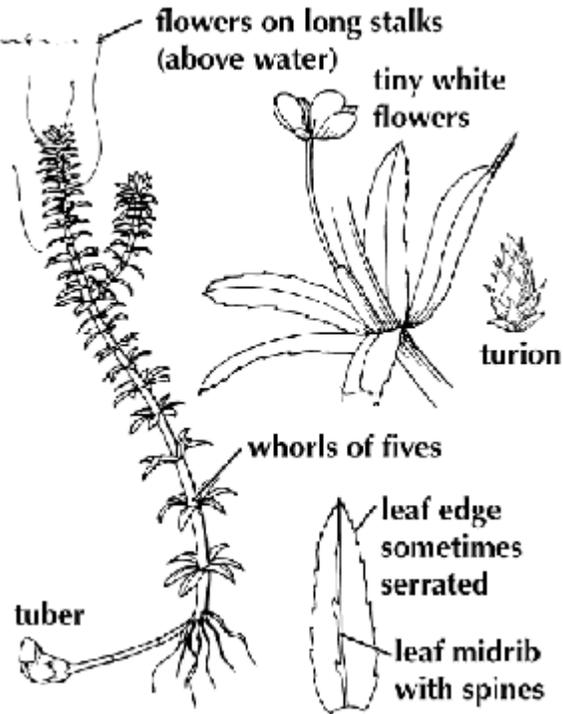
ANEXOS

Tabla 1

Zonas y Características de los puntos de localización de Hydrilla verticillata

Zona	Nombre	Características
1	Icacal - Punta Brava	La mayoría de la orilla del lago tiene un fuerte desarrollo humano incluyendo chalets, fincas ganaderas y poblados.
2	Guapinol	La mayoría de la mancha de <i>Hydrilla</i> se encuentra frente a una finca ganadera que tiene potreros hasta la orilla del lago.
3	Punta Chapín - Los Limones	Probablemente no se trate de un área sólida de <i>Hydrilla</i> . <i>Chara phoetida</i> también se encuentra en esta zona.
4	Punta de Chile	Parte del Refugio de Vida Silvestre Bocas del Polochic. localizada en una zona de presencia de Manatí.
5	Punta Comercio	También se encuentra dentro del Refugio Bocas del Polochic.
6	Ensenada Verde	Especies presentes en esta área incluyen, además de <i>Hydrilla</i> , <i>Chara</i> sp. <i>Najas</i> sp. y <i>Potamogeton</i> sp. Pueda ser que <i>Hydrilla</i> esté desplazando a otras especies de plantas nativas en esta zona.
7	El Zapotillo	Se localiza al este de la desembocadura del Río Sauce. parches aislados de <i>Potamogeton</i> cercanos a los brotes de <i>Hydrilla</i> además de <i>Chara</i> , <i>Vallisneria</i> , <i>Potamogeton</i> y <i>Najas</i> .
8	Punta de Muerto-Tablitas	<i>Hydrilla</i> y <i>Chara</i> oxígeno disuelto 6.23 mg/l (90.9% de saturación), la zona de invasión por <i>Hydrilla</i> del litoral norte del lago más extensa.
9	El Paraíso	Alberga plantas de <i>Hydrilla</i> y algunos parches aislados de <i>Potamogeton</i> sp cerca de desembocadura del Río Paraíso.
10	Punta Murciélagos	Brote más pequeño de <i>Hydrilla</i> .
11	Punta Caimán	Especies presentes incluyen <i>Hydrilla</i> , <i>Chara</i> , <i>Vallisneria</i> , y <i>Potamogeton</i> sp. Otra área de presencia de especies nativas de vegetación acuática sumergida.
12	Camelias	Área de fuertes corrientes que experimenta fuertes fluctuaciones en el nivel del agua como producto del régimen de lluvias.
13	Cayo Largo	En el extremo suroeste del Golfete, presenta <i>Hydrilla</i> y <i>Potamogeton</i> zona de fuertes vientos y corrientes.
14	Río Bonito	En el borde sureste del Golfete presenta <i>Hydrilla</i> , <i>Chara</i> , <i>Vallisneria</i> , <i>Potamogeton</i> y <i>Ceratophyllum demersum</i> . Alta diversidad de especies de vegetación acuática sumergida en esta zona y la que aparece a continuación.
15	La Sirena	Ubicado en la margen sureste del Golfete, frente al muelle de la finca La Sirena. Presenta <i>Hydrilla</i> , <i>Chara</i> , <i>Vallisneria</i> y <i>Ruppia</i> sp. El incremento de la salinidad como resultado de la época de secas podría ayudar a el control de <i>Hydrilla</i> en esta en esta zona.

Esquemas para el reconocimiento de Hydrilla verticillata



*Fotografías para el reconocimiento de
Hydrilla verticillata*



Tallo de Hydrilla



Matas densas de Hydrilla



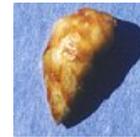
Hojas en verticilos



Parte apical de una rama de Hydrilla



Tubérculo de Hydrilla



Semilla de Hydrilla