

Nombre del proyecto
Establecimiento de un Programa de Control Integral de lirio acuático en la laguna de Zapotlán, Jalisco
Objetivo o Metas
Recuperación parcial del espejo de agua, reducción de biomasa y limitación de crecimiento del lirio acuático mediante el uso oportuno y adecuado de agentes específicos para el control sustentable de ésta maleza en la laguna de Zapotlán, Jalisco.

Antecedentes

La Laguna de Zapotlán localizada en el municipio de Zapotlán El Grande, en Jalisco, fue incluida desde 2005 como sitio Ramsar, lo que representa un compromiso en los tres niveles de gobierno para emprender acciones de conservación y dar solución a cualquier problemática que se presente. Desde hace más de una década, la CONAGUA reporta al lirio acuático invadiendo la laguna y numerosas reinfestaciones se han sucedido al punto de cubrir completamente el espejo de agua, lo que reduce la disponibilidad del recurso afectando seriamente tanto a pescadores artesanos y deportistas de canotaje, así como al turismo de la región. De acuerdo con información del municipio, en 2016 se estableció un programa de remoción manual de la maleza utilizando lanchas que acercaban al lirio al borde de la laguna donde es depositado en una banda recolectora para después ser depositado a lo largo del embalse. A partir de marzo del 2016 se cosecha el lirio con maquinaria procedente de SEMADET. Este medio de control es insuficiente si tomamos en cuenta que una sola planta se reproduce en tan solo 3 días por lo que requiere acciones conjuntas y sinérgicas para poder reducir la reproducción y el crecimiento de la planta y de esta forma controlar efectivamente la infestación.

Es importante conocer que el lirio acuático está catalogado como una de las 100 plantas acuáticas exóticas invasoras más devastadoras del mundo. Los intentos realizados para su combate ya sea en forma manual, mecánica o química, sólo han tenido resultados temporales a un costo elevado, pues las semillas de la flor, cuya viabilidad es de hasta 14 años, se depositan en los sedimentos y constituyen la fuente de futuras reinfestaciones.

Numerosos estudios han demostrado que, por su capacidad reproductiva, facilidad de dispersión, requerimiento de nutrientes y resistencia a condiciones ambientales adversas, esta especie requiere para su control, el uso combinado de diversos agentes de estrés, un solo factor no es suficiente para lograr un manejo sustentable y sostenible (Gutiérrez et al., 1994; Harley, 1990). Diversas técnicas han sido empleadas para controlar esta maleza, particularmente en el uso de herbicidas se ha demostrado que es altamente peligroso y debido a esto actualmente no es considerado como una opción (Steinrücken and Amrhein,



1980; Perkins et al, 2000; Soso et al, 2007). Por otro lado, el uso de maquinaria tales como cosechadoras son sumamente costosos puesto que el 95% de la planta es agua, y no comprende la extracción de las semillas en los sedimentos del embalse.

En este sentido el uso del control biológico es una alternativa sustentable en el mantenimiento de un cuerpo de agua. La experiencia internacional (Jayanth, 1987; Cilliers, 1991) y nacional (Martínez 2003), ha demostrado que el uso combinado de dos especies de coleópteros (*Neochetina eichhorniae* Warner y *Neochetina bruchi* Hustache) y patógenos específicos de la maleza, han ayudado a mantener una baja infestación de lirio, siempre y cuando éstos sean aplicados como parte de un programa de control integral de la maleza. Cabe hacer notar que, si solo se utilizan insectos y/o hongos, no es posible lograr reducir la tasa de crecimiento y reproducción de esta planta. Actualmente el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA) cuenta con una unidad de producción masiva de dos especies de *Neochetina*. Las colonias producidas siguen un control de calidad que permite asegurar que los insectos producidos están sanos y aptos a reproducirse. Sin embargo, un solo agente de estrés no es suficiente para reducir la tasa de reproducción y crecimiento de la maleza. En este sentido el uso de microorganismos como micoherbicidas es una alternativa con alto potencial de control. Al respecto, el IMTA ha desarrollado una formulación micoherbicida a base de hongos nativos de México, patógenos del lirio acuático. Dichos agentes han sido evaluados tanto en su eficacia como agentes de control de la maleza (Martínez, 2003) así como su especificidad (Martínez y Gutiérrez, 2000) e inocuidad para el ser humano (Martínez y Sandoval, 2008). Cabe hacer notar que uno de esos patógenos fue detectado en la laguna de Zapotlán causando un daño severo en casi todo el follaje del lirio acuático. Sin embargo, es necesario aumentar este daño para poder reducir la tasa de reproducción de la maleza.

Dada la severa infestación de lirio en la laguna de Zapotlán, la presente propuesta de servicio, pretende utilizar en forma conjunta y sinérgica dos agentes de control del lirio acuático: insectos altamente específicos y hongos patógenos. Una vez que las plantas estén completamente debilitadas por la acción de estos agentes de biocontrol, se removerán del embalse por medio de maquinaria proporcionada por SEMADET, JIRCO y Los municipios de Zapotlán y Gómez Farías, con lo cual se reducirá en más de un 50% el costo del control mecánico. Una vez que se recupere el espejo de agua, será indispensable establecer un programa de mantenimiento y monitoreo el cual deberá de ser implementado por lo menos durante tres años consecutivos.

Resultados esperados

- 1.- Liberación masiva de dos especies de gorgojos (*Neochetina bruchi* y *Neochetina eichhorniae*) y de un hongo específico (*Acremonium zonatum*) para el control biológico del lirio acuático.
- 2.- Establecimiento de insectos y patógenos para el control biológico del lirio acuático en la

**Resultados esperados**

laguna de Zapotlán, Jalisco.

3.- Establecimiento de un programa de control integral (control biológico + control manual + control mecánico), que permitirá en el 2018 la recuperación del espejo de agua

Metodología**1. Evaluación de infestación antes de acciones de biocontrol.**

Con el fin de realizar una cuantificación científicamente válida del grado de infestación de la maleza antes de las acciones de control y de esta manera demostrar la efectividad de las acciones que se comprometen en el proyecto, se realizarán las siguientes actividades:

1.1 Determinación de la cobertura de la maleza en la laguna de Zapotlán. Por medio de geoposicionadores se verificará en campo la cobertura de la maleza, estableciendo un mapa de cobertura y un archivo fotográfico de ésta para su posterior comparación una vez aplicados los agentes de control biológico. Al mismo tiempo se analizará la cobertura de la maleza por medio de imagen satelital y un vuelo con un dron. Las imágenes satelitales así como las fotografías con un dron se tomarán antes, durante y después del inicio del presente proyecto.

2. Campañas de control biológico.

Se realizarán liberaciones semanales de los insectos así como aspersiones del hongo que se utilizará para el control biológico de esta especie. Una cepa del hongo, será entregada a personal de la CEA quien se encargará de reproducirlo de acuerdo a las instrucciones del IMTA. Al inicio del proyecto, el IMTA proporcionará a la CEA, una colonia sana y apta para reproducirse de las dos especies de *Neochetian*. El IMTA continuará suministrando los insectos durante los primeros 3 meses del proyecto, para que después la CEA los críe y los libere. Cabe remarcar que aunque se ha detectado la presencia de *Neochetina* en la laguna no se cuenta con un reporte documentado en alguna revista científica especializada que establezca cuando se liberaron los insectos, que especies se liberaron, quien otorgó el permiso de liberación y que resultados se observaron. Tampoco se cuenta con información de cuantos insectos se han detectado por planta y su distribución en el embalse. Aunado a ésto, es necesario observar que previo a la aplicación del micoherbicida hay que conocer el daño que provocan los insectos adultos en las hojas. Dicho daño debe de ser reciente pues de lo contrario la hoja cicatriza las heridas y ya no es posible que el patógeno infecte a la planta. Por lo anterior es necesario aumentar el número de insectos y asegurar que se cuenta con las dos especies (*N. Bruchi* y *N. eichhorniae*) pues cada una de ellas ejerce una acción específica en las diferentes etapas fenológicas de las plantas

2.1 Producción masiva de insectos biocontroladores del lirio acuático. La producción masiva de *Neochetina bruchi* y *Neochetina eichhorniae* (Coleoptera:Curculionidae), se realizará en las instalaciones del IMTA y en las del laboratorio de la CEA en Jalisco. Durante los primeros tres meses del proyecto, el IMTA suministrará insectos sanos y aptos a



reproducirse. Una colonia de estos insectos será cultivada por la CEA para que una vez que haya establecido la cría masiva, la CEA se encargue de realizar liberaciones masivas en la laguna de Zapotlán. Todos los costos de esta producción de insectos en las instalaciones de la CEA serán a cargo de la propia CEA. Los procedimientos seguidos para la producción masiva de las colonias de insectos, están basados en métodos estándar validados y protocolizados ante el Sistema de Gestión de Calidad (GC) del Laboratorio de Calidad del Agua de acuerdo a los requisitos establecidos en la Norma ISO 9001: 2008 y la Norma mexicana NMX-EC-17025- IMNC--2006 lo que permite asegurar que los insectos producidos están sanos y aptos para reproducirse (Martínez, 2000. Martínez et al., 2001).

2.2 Producción Masiva de fitopatógenos (hongos). Personal del IMTA brindará la cepa de hongos específicos del lirio acuático y capacitación a personal de la CEA para la reproducción de los hongos los cuales será producidos en el laboratorio de Calidad del Agua de la CEA de acuerdo a las normas de calidad validadas y protocolizadas ante Sistema de Gestión de Calidad del Laboratorio del IMTA de acuerdo a los requisitos establecidos en la Norma ISO 9001: 2008 y la Norma mexicana NMX-EC-17025-2006. Todos los costos de esta producción de hongos así como del material para su aspersión en campo serán a cargo de la propia CEA.

Se hace notar que la propiedad intelectual de estos microorganismos pertenece al "IMTA" por ser éste el desarrollador de la metodología y tecnología mencionada, por lo que bajo ninguna circunstancia puede ser transferida a ninguna otra institución.

2.3 Liberación de insectos biocontroladores del lirio acuático. El IMTA realizará liberaciones masivas de las dos especies de insectos durante los 3 primeros meses del proyecto. Un promedio de 5,000 insectos serán liberados mensualmente. Personal del IMTA asesorará en las técnicas de liberación. Después de 3 meses de iniciado el proyecto, La CEA, se compromete a realizar liberaciones semanales con apoyo de personal y vehículos de JIRCO, El Municipio de Zapotlán, o la CEA de Jalisco. Para la liberación de insectos, será necesario una o dos camionetas para el traslado de personal y equipos. Dichos vehículos serán proporcionados por JIRCO, El Municipio de Zapotlán, o la CEA de Jalisco.

2.4 Aspersión en el área de trabajo. De acuerdo a las condiciones climáticas, los hongos serán asperjados a partir de junio hasta octubre a razón de 1-2 aspersiones/semana. El IMTA supervisará las aspersiones a razón una vez cada mes. La producción masiva de los hongos, así como los preparativos técnicos de materiales y equipos de aspersión, serán a cargo de la CEA de Jalisco. JIRCO, El Municipio y/o la CEA facilitarán por lo menos 2 camionetas para traslado de equipos y personal al sitio de trabajo. Las aspersiones se realizarán con ayuda de un aerobote y/o lanchas, los cuales serán proporcionados por JIRCO, El Municipio de Zapotlán, El Organismo Operador de Agua Potable: Sistema de Agua Potable y Alcantarillado de Zapotlán (SAPAZA) y/o la CEA.



2.5 Evaluación de eficacia de los agentes de control biológico. La eficacia de los insectos se demostrará en base al efecto de larvas en tallos de lirio, lo cual redundará en la disminución del número de nuevos brotes. La evaluación se realizará mediante la medición de biomasa y crecimiento de la planta. Para evaluar el efecto de los hongos patógenos se utilizará la escala pictórica establecida por Freeman y Charudattan en la cual se determina el daño causado por los hongos. El efecto de los agentes de control biológico será determinado a los cinco meses de haber realizado las primeras liberaciones, esperando encontrar una reducción de un 40% de crecimiento y biomasa del lirio acuático y un 50% de plantas de lirio necrosadas por la acción de insectos y hongos.

2.6 Manejo mecánico e hidráulico de la presa

Una vez que las plantas de lirio estén severamente dañadas por los agentes de control biológico, se realizarán acciones de remoción manual y/o mecánica del lirio. Las acciones de control manual y mecánico las realizará el municipio de Zapotlán y JIRCO y tendrán que ser coordinadas con la SEMADET, JIRCO, CEA y el IMTA para su manejo. Se recomienda que el lirio extraído de la laguna, sea depositado en capas en el terreno aledaño a la laguna a un mínimo de 300 metros de distancia de la línea límite del espejo de agua. Las capas de lirio serán comprimidas mediante una aplanadora con el objeto de quitarles al máximo el agua, facilitar el secado de la planta y de esta forma reducir el volumen de la misma para ser transportadas a un sitio de depósito. NO se recomienda dejar el material al lado de la laguna. No se recomienda quemar las plantas pues las cenizas con el viento serán transportadas a la laguna y constituyen un aporte de nutrientes para la proliferación del lirio.

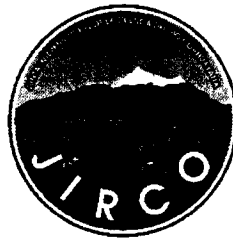
Todos y cada uno de los costos de remoción manual/mecánica, secado parcial y traslado del material vegetal al sitio de depósito, serán por cuenta del municipio de Zapotlán. Las acciones anteriores no son limitativas al programa de control manual y mecánico que ya tiene establecido el municipio, por lo que dicho programa deberá de continuarse.

3. Evaluación de la calidad del agua.

Con el fin de demostrar que la aplicación de los agentes de control biológico no altera las condiciones de la calidad del agua (parámetros fisicoquímicos y de toxicidad), se realizará una evaluación de la calidad del agua antes, durante y después de 15 días de la aplicación de los agentes de control biológico. Se realizarán tres campañas de muestreo y se determinarán los siguientes parámetros: Temperatura, pH, turbidez, conductividad, oxígeno disuelto, nitratos, COT (soluble), DBO, DQO, fósforo como fosfatos, materia orgánica en sedimento y toxicidad por *Vibrio fischeri*. Se establecerán 6 puntos de muestreo y las muestras se coleccionarán en la superficie y a 1m de profundidad. El IMTA realizará los análisis de toxicidad, el resto de los análisis los realizará el laboratorio de la CEA de Jalisco.

4.- Determinación de cobertura de la maleza antes y después de acciones de control

A través de la interpretación de imágenes satelitales y de misiones con un dron se determinará la cobertura de la maleza antes y después de acciones de control. Las imágenes satelitales y las fotos a partir de un dron las realizará el IMTA.



5.-Capacitación en el manejo integral del lirio acuático.

Mediante un curso teórico-práctico, El IMTA capacitará a personal de JIRCO, La CEA, La SEMADET, el Organismo Operador de Agua Potable y el Municipio de Zapotlán en los fundamentos científicos y manejo de agentes de biocontrol del lirio acuático. El curso tendrá una duración de 5 días con ocho horas diarias (40 horas/semana) y será realizado en las instalaciones de la CEA. Se emitirá por parte del IMTA el diploma correspondiente.

6.- Informes trimestrales y final.

Se entregarán informes parciales trimestrales para reportar el avance del proyecto y al término se entregará un informe final que incluirá un archivo fotográfico del estado de la infestación de la presa antes y después de las acciones de control biológico que muestre la eficacia de los agentes de control utilizados. El informe final contendrá todos los aspectos técnicos del proyecto incluidos los resultados y análisis de calidad del agua que se realicen durante el proyecto. El informe se entregará en formato digital y en tres impresiones.

ASPECTOS GENERALES:

- 1.- La Junta Intermunicipal, El Municipio de Zapotlán, El organismo Operador de Agua Potable y la CEA, nombrarán a un responsable por cada una de las instituciones, los cuales serán el enlace con el IMTA.
- 2.- La Junta Intermunicipal, El Municipio de Zapotlán, El organismo Operador de Agua Potable y la CEA pondrán cada uno a disposición del proyecto al menos una persona operativa que ayudará en las labores de campo.
- 3.- Los responsables de cada institución, deberán estar presentes en todas y cada una de las acciones del proyecto y deberán de atender de inmediato cualquier situación que se presente en la laguna durante el desarrollo del proyecto.
- 4.-La CEA se compromete adquirir todos los insumos necesarios para la producción masiva de los agentes de control biológico del lirio acuático, así como para su aplicación en campo esto incluye instalaciones, equipo, materiales y reactivos de laboratorio y personal capacitado.
- 5.- La CEA se compromete a realizar los muestreos de calidad del agua en la laguna de Zapotlán, así como a realizar los análisis de laboratorio descritos en el punto 3 de la Metodología.
- 6.- El municipio proporcionará un lugar cercano a la laguna para trabajo y resguardo de material y equipo propiedad del IMTA. El lugar deberá de estar cerrado, con al menos 2 mesas y contar con agua y luz.
- 7.- El municipio deberá proporcionar lugar seguro para resguardo de materiales y equipos, propiedad de la CEA.



8.- El municipio proporcionará un sitio de depósito y secado del material vegetal que se extraiga de la laguna. Este sitio deberá ser de aproximadamente 1 ha, sin vegetación ni material rocoso. El municipio estará a cargo del traslado del material vegetal que se extraiga de la laguna al terreno.

9.- La Junta Intermunicipal, La SEMADET, el Municipio y la CEA, se comprometen a brindar transporte terrestre aeropuerto-sitio de trabajo-aeropuerto, así como sitio de trabajo-lugar de hospedaje, durante todas y cada una de las visitas que realice el personal del IMTA.

10.- El IMTA notificará a la Dirección General de Sanidad Vegetal (Autoridad Nacional en el uso de agentes de control biológico) de las acciones de control biológico de lirio acuático que a solicitud de la CEA se realizarán en la Laguna de Zapotlán.

COSTO Y DURACIÓN DEL SERVICIO:

El tiempo de ejecución será de 4 meses, de acuerdo con el programa de actividades o calendario físico-financiero que se realizará en conjunto con La Junta Intermunicipal, El IMTA, La SEMADET, El Municipio, SAPAZA y la CEA.

DESCRIPCION DE ACTIVIDADES		
CLAVE	ACTIVIDAD	COSTO
1	Evaluación de infestación antes de acciones de control.	\$50,000.00
2	Producción masiva de insectos biocontroladores del lirio acuático	\$160,000.00
3	Producción Masiva de fitopatógenos (hongos)	\$150,000.00
4	Liberación de insectos biocontroladores del lirio acuático	\$150,000.00
5	Aspersión en el área de trabajo	\$100,000.00
6	Evaluación de eficacia de los agentes de control biológico	\$50,000.00
7	Evaluación de la calidad del agua.	\$50,000.00
8	Determinación de cobertura de la maleza después de acciones de control	\$50,000.00
9	Informes trimestrales y final.	\$58,965.60
	SUBTOTAL	\$818,965.60
	IVA	\$131,034.40
	TOTAL	\$950,000.00



Gastos administrativos:

DESCRIPCION DE ACTIVIDADES		
CLAVE	ACTIVIDAD	COSTO
1	Combustibles	\$25,000.00
2	Servicio mantenimiento de vehículos	\$ 8,000.00
3	Alimentos	\$ 7,000.00
4	Viáticos	\$ 6,000.00
5	Materiales y Suministros	\$ 4,000.00
	Total	\$50,000.00

Resumen

Concepto	Monto
Ejecución del proyecto	\$950,000.00
Gastos Administrativos	\$50,000.00
Total	\$1,000,000.00

CALENDARIO DE EJECUCIÓN DE ACTIVIDADES				
ACTIVIDAD	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4
1	XXXX			
2	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX
3	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX
4	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX
5		XXXX	XXXX	XXXX
6				XXXX
7	X	X	X	
8			XX	
9			X	X

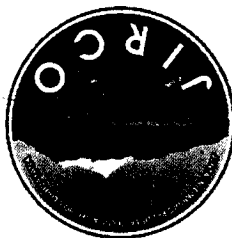
Mtro. José Hermenegildo Valdovinos
Ayala
Director del Area de Ecosistemas y
Biodiversidad

Por LA SEMADET

Ing. Miguel Angel Terrones Ramirez
Director General

Por La JIRCO

Valido





MEDIO
AMBIENTE



**ACTA DE TERMINACIÓN DEL CONVENIO No. SEMADET/DJ/DGCB/82/2017
PARA LA EJECUCIÓN DE LOS PROYECTOS" Programa de control integral de lirio
acuático en la Laguna de Zapotlán"**

Con fundamento en la cláusula Decimo novena, del Convenio de Colaboración SEMADET/DJ/DGCB/82/2017 entre la SEMADET y LA JIRCO, y a efecto de haber comprobado el cumplimiento satisfactorio de lo establecido en el convenio y su Anexo Técnico, acerca de la ejecución, verificación y conclusión de las obras y actividades concertadas en los plazos establecidos, o ampliados de común acuerdo, y habiendo entregado los informes físicos y financieros, parciales y final, que describen la ejecución de los recursos financieros para lo que fueron designados, a decir el Programa de control integral de lirio acuático en la Laguna de Zapotlán, que se realizó en Laguna de Zapotlán de los municipios de Zapotlán el Grande y Gómez Farías, con un monto asignado de \$1'000,000.00 Un millón de pesos 00/100 M. N.

Luego de las visitas de verificación realizadas por la SEMADET y LA JIRCO, y de la revisión de los informes físico financiero se comprobó que:

El equipo adquirido cumplió con las características y especificaciones requeridas para alcanzar las metas y objetivos trazados en el Programa de Trabajo, en un 100 %.

Las metas establecidas se cumplieron en un 100 %.

Los objetivos propuestos se cumplieron en un 100 %.

Del recurso financiero designado para el proyecto, se ejerció la cantidad de \$1'000,000.00 Un millón de pesos 00/100 M. N. y se reintegró la cantidad de \$0 cero pesos 00/100 M. N.



MEDIO
AMBIENTE



Derivado de lo anterior y habiendo atendido y resuelto las observaciones, recomendaciones, y/o desavenencias que pudieron haberse presentando, enteradas **"LAS PARTES"** del contenido y alcance legal, firman por triplicado la presente **Acta de terminación y cierre del Convenio** de Colaboración, en la ciudad de Guadalajara, Jalisco, el día 5 del mes de Junio del 2018.

Por **"LA SEMADET"**

Maestro José Hermenegildo Valdovinos Ayala
Director de Ecosistemas y Biodiversidad
Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo
Territorial
Gobierno del Estado de Jalisco

Por **"LA JIRCO"**

Ing. Miguel Ángel Terrones Ramírez
Director de la Junta Intermunicipal de Medio Ambiente
para la Gestión Integral de la Cuenca del Río
Coahuayana