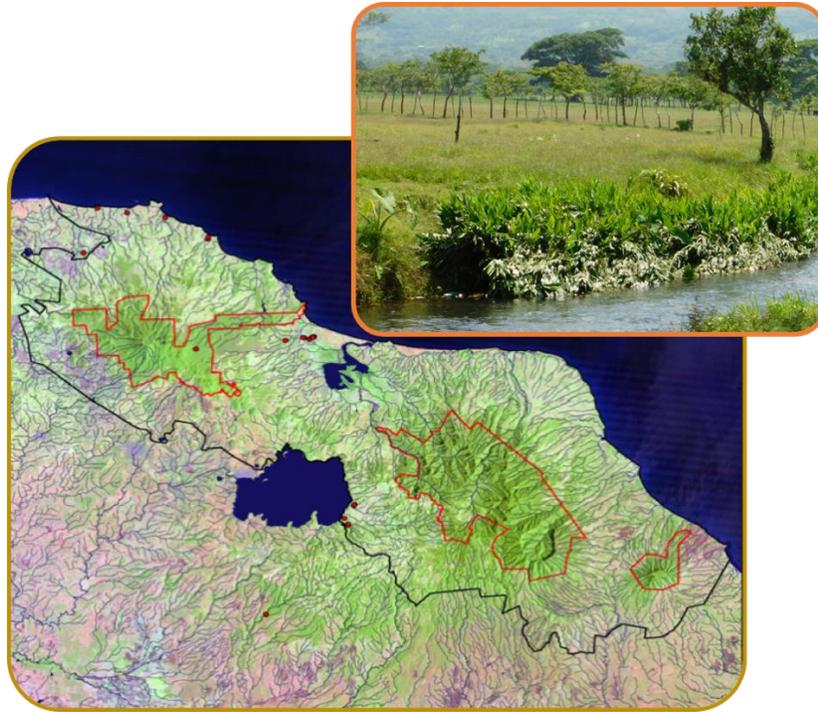


Proyecto GEF-PNUD 089333 “Aumentar las capacidades nacionales para el manejo de las especies exóticas invasoras (EEI) a través de la implementación de la Estrategia Nacional”

DISEÑO DE UN PLAN DE MONITOREO Y CONTROL DE 5 ESPECIES EXÓTICAS INVASORAS (EEI) EN LA RESERVA DE LA BIÓSFERA LOS TUXTLAS

-Plan de monitoreo y control de la mariposita blanca (*Hedychium coronarium*) en la Reserva de la Biósfera Los Tuxtlas-



Contratista: Fomento Ecológico y Social A.C.

10 de noviembre de 2017

“Las opiniones, análisis y recomendaciones de política incluidas en este informe no reflejan necesariamente el punto de vista del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, como tampoco de su junta ejecutiva ni de sus estados miembros.”



Título: Servicio de consultoría para el diseño de un Plan de Monitoreo y Control de cinco especies exóticas invasoras (EEI) en la Reserva de la Biósfera Los Tuxtlas.

Objetivo: Conocer la situación de las especies exóticas invasoras en la Reserva de la Biósfera Los Tuxtlas y establecer un Plan de Monitoreo y Control de las cinco especies exóticas más invasivas. El plan de monitoreo y control deberá incluir la conformación de dos brigadas de monitoreo, una para la zona Norte y otra para la zona Sur de la Reserva.

Autor: Fomento Ecológico y Social A. C.

Modo de citar: Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) México. 2017. Plan de Monitoreo y Control de la mariposita blanca (*Hedychium coronarium*) en la Reserva de la Biósfera los Tuxtlas. Proyecto 089333 “Aumentar las Capacidades Nacionales para el Manejo de las Especies Exóticas Invasoras (EEI) a través de la Implementación de la Estrategia Nacional de EEI”. 20 pp. + 1 Anexo. Vega-Rodríguez, B. I., Terán-González, G. J., Luna-Aguilar, L. A. y G. E. Martínez-Romero. Fomento Ecológico y Social A. C. Veracruz, México.

Área objeto del informe: Reserva de la Biósfera Los Tuxtla.

Fecha de inicio del producto: 30 de junio de 2017

Fecha de terminación del producto: 10 de noviembre de 2017

Vínculo del proyecto con las metas de la Estrategia Nacional sobre Especies Invasoras: Esta consultoría aporta un Diagnóstico de la situación de las EEI en la RBLT y un Plan de Monitoreo y Control para cada una de las siguientes especies: orquídea africana (*Oeceoclades maculata*), mariposita blanca (*Hedychium coronarium*), pez diablo (*Pterygoplichthys* spp.), muérdago (*Struthanthus* sp.) y tres pastos (*Urochloa brizantha*, *U. decumbens* y *Cynodon nlemfuensis*) así como el Área de Distribución de las EEI mencionadas, y por último la Integración de Brigadas de Monitoreo.

Los productos resultantes de esta consultoría se relacionan con las siguientes metas de la Estrategia Nacional sobre Especies Invasoras en México:

Meta 1.4. Mecanismos y protocolos estandarizados de prevención en operación, para reducir el riesgo de introducción, establecimiento y dispersión de especies invasoras. Acción: Establecer programas de monitoreo sistemático y estandarizado en sitios identificados como de alto riesgo (p.ej. áreas protegidas, áreas agrícolas importantes, puertos de altura y de cabotaje, zonas de traslado de contenedores, cuerpos de agua mayores, presas y vías de comunicación, entre otros; véase meta 1.3).

Meta 1.5 Sistemas coordinados para la detección, manejo de riesgo y alerta temprana de ingreso y dispersión de especies invasoras. Acción: Establecer programas de monitoreo sistemático y estandarizado en sitios identificados como de alto riesgo (p. ej. áreas protegidas, áreas agrícolas importantes, puertos de altura y de cabotaje, zonas de traslado de contenedores, cuerpos de agua mayores, presas y vías de comunicación, entre otros; véase meta 1.3).

Meta: 2.2 Programas y planes de acción en operación para la erradicación, manejo de especies invasoras más nocivas y mitigación de sus impactos. Acción: Implementar acciones para especies y áreas identificadas mediante la línea base (véase meta 1.2).

Meta: 2.4 Mecanismos e iniciativas para que la sociedad civil se integre de forma organizada a los esfuerzos de prevención, control y erradicación. Acción: Conformar equipos voluntarios de monitoreo ambiental.

Resumen: En una revisión documental realizada previamente se identificaron 76 especies exóticas presentes en la Reserva de la Biósfera Los Tuxtlas (RBLT). En comunicación con la Dirección de la RBLT se estableció que la mariposita blanca (*Hedychium coronarium*) es una de las cinco especies de mayor preocupación para la reserva, por lo cual, se decidió desarrollar un plan de monitoreo y control. La mariposita blanca se observa en la zona núcleo y las faldas del volcán San Martín Tuxtla, en la zona de amortiguamiento, en la orilla del lago de Catemaco, así como en los ríos y arroyos de la parte norte de la Reserva de la Biósfera Los Tuxtlas. Las medidas de control se deberán realizar en época de lluvias ya que la extracción de las raíces y rizomas puede ser más fácil. Se recomienda la deshidratación o incineración de rizomas, pues son altamente resistentes.

Contenido

1. Introducción	4
1.1. Estado actual de la mariposita blanca (<i>H. coronarium</i>) en la RBLT.....	5
2. Criterios de selección de la mariposita blanca (<i>H. coronarium</i>) para su monitoreo y control en la RBLT.....	5
3. Descripción Biológica.....	5
4. Impactos ecológicos	7
5. Distribución en los hábitats de la RBLT	7
6. Medidas de prevención	10
6.1. Educación ambiental	10
6.2. Monitoreo.....	11
7. Medidas de control.....	12
7.1. Control mecánico.....	13
8. Referencias bibliográficas.....	15
ANEXO	22

Índice de figuras

Figura 1. Inflorescencias de <i>Hedychium coronarium</i> (Fomento Ecológico y Social A. C., 2017).....	6
Figura 2. Mariposita blanca (<i>Hedychium coronarium</i>) en un arroyo que alimenta al río la Palma, al fondo se observan varios potreros (Fomento Ecológico y Social A.C., 2017).	8
Figura 3. Distribución de la mariposita blanca en la RBLT.	9

1. Introducción

En la revisión documental de PNUD México: Vega-Rodríguez *et al.* (2016) fueron identificadas 76 especies exóticas presentes en la Reserva de la Biósfera Los Tuxtlas (RBLT), de las cuales 23 fueron clasificadas como especies exóticas invasoras (EEI). Las especies invasoras de mayor preocupación en la RBLT y en sus áreas de influencia son: la orquídea africana (*Oeceoclades maculata*), la mariposita blanca (*Hedychium coronarium*), el pez diablo (*Pterygoplichthys* spp.), el muérdago (*Struthanthus* sp.) y los pastos forrajeros (*Urochloa brizantha*, *U. decumbens* y *Cynodon nlemfuensis*). Este documento se enfoca en describir las medidas de monitoreo y control de la mariposita blanca (*H. coronarium*).

La mariposita blanca es nativa del Himalaya y el sur de China (van Valkenburg & Bunyapraphatsara, 2001). Fuera de su hábitat natural se le ha reportado como invasora en

43 países, sólo por citar algunos ejemplos se menciona a Argentina, Brasil, Costa Rica, Estados Unidos de América, Filipinas, Jamaica, Japón, Mauritania, México, Panamá, Puerto Rico y Sudáfrica (CABI, 2017). En nuestro país se han citado 409 registros (PNUD México: Martínez-Meyer *et al.*, 2017a) y se le puede observar en los estados de Colima, Estado de México, Michoacán, Morelos, Oaxaca, Querétaro, Veracruz, entre otros estados del suroeste y sureste (Vovides, 1993; Rendón & Fernández, 2007; Mejía-Marín *et al.*, 2016). Es importante mencionar que esta especie se encuentra dentro de la Lista oficial de las Especies Exóticas Invasoras para México (DOF, 2016).

1.1. Estado actual de la mariposita blanca (*H. coronarium*) en la RBLT

En el reporte de Campos & Coates (2012), se menciona la presencia de la mariposita blanca en la RBLT, principalmente en las zonas de selva alta perennifolia. Por otro lado, en el año 2015, a través del Programa de Conservación para el Desarrollo Sostenible (PROCOCODES), se apoyaron acciones de control de las especies *O. maculata* y *H. coronarium* (com. pers. Subdirectora de la RBLT, Katya Andrade).

2. Criterios de selección de la mariposita blanca (*H. coronarium*) para su monitoreo y control en la RBLT.

De acuerdo al diagnóstico realizado por PNUD México: Vega-Rodríguez *et al.* (2016) y en comunicación directa con la Dirección de la RBLT, la mariposita blanca fue seleccionada de acuerdo a los siguientes criterios:

- Está clasificada como una especie altamente invasiva, según la literatura consultada en PNUD México: Vega-Rodríguez *et al.* (2016).
- Es altamente competitiva y desplaza a las especies nativas (Soares & Barreto, 2008).
- Existen esfuerzos previos de control.

3. Descripción Biológica

La familia Zingiberaceae, es la más grande del orden Zingiberales, se han descrito 53 géneros y cerca de 1200 especies (Kress *et al.*, 2002). Su clasificación taxonómica es la siguiente:

Taxonomía (Enciclovida, 2016):

- Reino Plantae
- División Magnoliophyta
- Clase Liliopsida
- Orden Zingiberales
- Familia Zingiberaceae
- Genero Hedychium
- Especie *Hedychium coronarium*

La mariposita blanca es una planta perenne, macrófita herbácea con rizomas y que puede alcanzar una altura de hasta dos metros (Macedo, 1997). De acuerdo con Vovides (1993), las características generales de esta planta son:

- **Rizomas** blanquecinos de 2 a 4.5 cm de diámetro.
- **Tallos** con vainas abiertas, verdes, con indumento de pelos simples.
- **Lígula** membranácea blanca de 0.8 a 4.2 cm de ancho.
- **Hojas** angostas y elípticas de 17 a 44 cm de largo de 4.5 a 13 cm de ancho.
- **Inflorescencia** de 8 a 12.5 cm de largo y de ancho de 3 a 5 cm. Las brácteas son verdes, ovadas a anchamente ovadas, glabras, cartáceas, sostienen de una a 3 flores (Figura 1). La corola es blanca y aromática con un tubo de 6 a 7.1 cm de largo y de 0.2 a 0.3 cm de diámetro.
- **Semillas** de color café a grosáceo con arilo rojo con un diámetro de 2 a 3.5 mm.



Figura 1. Inflorescencias de *Hedychium coronarium* (Fomento Ecológico y Social A. C., 2017).

Aunque las semillas pueden ser dispersadas por insectos hacia sitios cercanos (CABI, 2017), estas son propagadas a regiones de mayor lejanía a través de arroyos y ríos (Vibrans, 2010).

4. Impactos ecológicos

- En Brasil se ha observado que la mariposita blanca forma densas poblaciones en áreas inundadas, como humedales, pantanos, lagos, arroyos y canales de drenaje (Lorenzi, 1991).
- En Colombia también se ha reportado que esta especie impide la colonización de plántulas nativas, afecta el banco de semillas y altera el flujo hídrico hacia los perfiles del suelo (Aguilar-Garavito, 2015).
- Ha reemplazado a la vegetación nativa en Brasil, Colombia, Santa Lucía y Hawaii (Lorenzi & Souza, 2001; Soares & Barreto, 2008; Krauss, 2011; Aguilar-Garavito, 2015).
- En la RBLT se ha observado que compite por espacio con plantas y cultivos nativos (Campos & Coates, 2012).

5. Distribución en los hábitats de la RBLT

En Brasil se ha observado que la mariposita blanca habita en zonas ricas en humus y en áreas inundables sujetas a la sombra o semisombra (Joly & Brändle, 1995). Mientras que, en México, también se le ha observado en zonas sometidas a inundación de los bosques mesófilos y selvas perennifolias, así como en terrenos baldíos (Vibrans, 2010).

Durante los recorridos realizados en la RBLT el 28 de julio y los días 19, 21, 22 y 24 de agosto de 2017, se observó que *H. coronarium* se encuentra en las riberas de los ríos y arroyos, generalmente en sitios perturbados como los potreros (Figura 2), estos datos de presencia fueron georreferenciados con un GPS. Por otro lado, fueron incorporados los registros de presencia proporcionados por la brigada del proyecto PROCODES antes mencionado. La cartografía se realizó en formato electrónico en el programa ArcGis 9.3 con el sistema de coordenadas WGS84. En la Figura 3 se observa que la mariposita blanca se distribuye en varios ambientes de la RBLT, como la zona núcleo y las faldas del volcán San Martín Tuxtla, en la zona de amortiguamiento, en la orilla del lago de Catemaco y en los ríos y arroyos de la parte norte de la RBLT.



Figura 2. Mariposita blanca (*Hedychium coronarium*) en un arroyo que alimenta al río la Palma, al fondo se observan varios potreros (Fomento Ecológico y Social A.C., 2017).

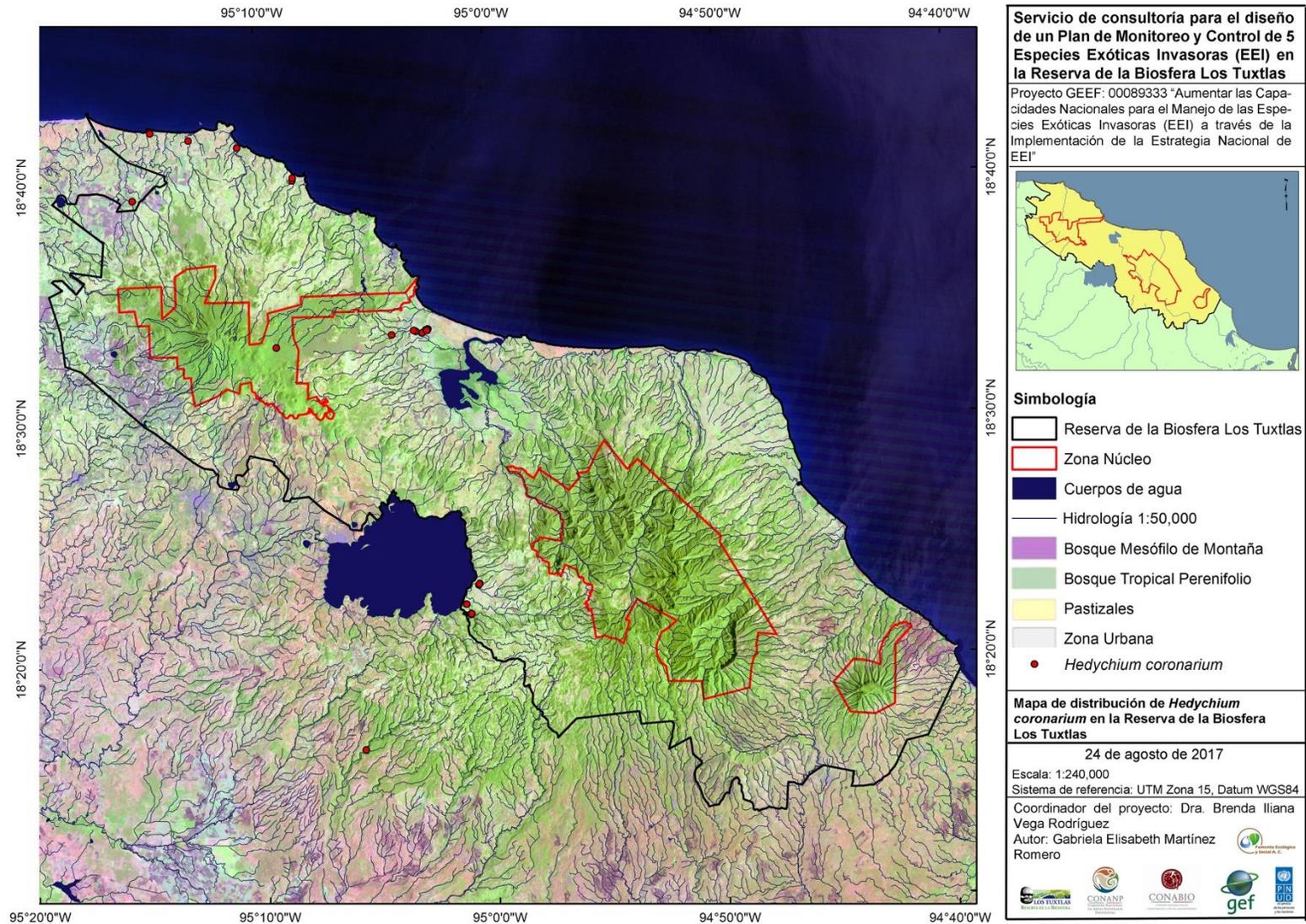


Figura 3. Distribución de la mariposa blanca en la RBLT.

6. Medidas de prevención

El Enfoque jerárquico en tres etapas establece las siguientes pautas para combatir a las especies exóticas invasoras: prevención, detección temprana y por último la erradicación, contención o medidas de control a largo plazo (Álvarez, 2014). Las medidas preventivas deben ser adoptadas dentro de todos los instrumentos relacionados con las especies exóticas invasoras (Shine *et al.*, 2000). La resolución COP-CBD VI/23, menciona que en caso de que las especies exóticas invasoras ya estén presentes en un territorio, una pronta detección y una acción rápida son decisivas para impedir su establecimiento (CDB, 2002).

Al respecto, la educación ambiental es fundamental para apoyar en la prevención y en la detección temprana de especies exóticas invasoras (Comité Asesor Nacional sobre Especies Invasoras, 2010). Así mismo, deben evitarse las reintroducciones por lo cual es necesario el establecimiento de un monitoreo continuo (Aguirre *et al.*, 2009).

6.1. Educación ambiental

Dentro de los “Principios de orientación para la prevención, introducción y mitigación de impactos de especies exóticas que amenazan los ecosistemas, los hábitats o las especies”, se establece a la educación como una herramienta importante para que el público conozca las causas de la invasión y de los riesgos asociados con la introducción de especies exóticas, así como para motivarlos a participar en las medidas de control (CDB, 2002).

El Programa Global Especies Invasoras (por sus siglas en inglés GISP) ha fomentado la elaboración de programas específicos para educar sobre esta problemática en diversas regiones del mundo (Pérez-Bedmar & Sanz, 2003). En Estados Unidos de América existe una red de organizaciones dedicadas a la educación ambiental, de las cuales “Environmental Education in Wisconsin” promueve una serie de materiales relacionados con esta temática (EeinWisconsin, 2017). Por otro lado, es necesario mencionar a la “Estrategia de comunicación que incluya materiales de difusión sobre la problemática de especies exóticas invasoras (EEI) en el Parque Nacional Cumbres de Monterrey”, como uno de los ejemplos de un programa de educación ambiental elaborado dentro del marco de la Estrategia Nacional sobre Especies Invasoras en México (PNUD México: González-Pacheco *et al.*, 2017b).

Dado que la mariposita blanca presenta una amplia distribución en la RBLT, es recomendable realizar un programa de educación ambiental para la población en general, en el que se explique la problemática existente asociada con esta especie, así como prevenir y evitar que sea utilizada como planta de ornato.

Para iniciar un programa de educación ambiental se recomienda la revisión e implementación de la “Guía para elaborar programas de educación ambiental no formal”

de SEMARNAT (2010). A continuación, se mencionan de manera breve los pasos a desarrollar:

1. Identificar al grupo de personas al que estará dirigido el programa de educación ambiental (edad, género, escolaridad, etnia, ocupación, entre otros) y el tema a tratar.
2. Cohesionar el programa de educación ambiental con los objetivos, misión, visión y metas de la institución que lo implementará.
3. Establecer los objetivos y metas del programa de educación ambiental. Con el fin de tener un impacto sobre grupos poblacionales masivos, se sugieren las siguientes herramientas (ISC, 2014):
 - Folletos, dípticos, trípticos, volantes y posters
 - Anuncios y artículos en periódicos
 - Señalamientos con información sobre especies invasoras
 - Obsequios (tarjetas de juego, imanes, gorras, separadores de libros, tazas, playeras, etc.)
 - Herramientas de mercadotecnia social vinculadas a dependencias gubernamentales, instituciones u organizaciones sociales (Facebook, Twitter, Blogs).

Mientras que para grupos específicos se sugieren las siguientes estrategias (CABI, 2012):

- Exposiciones
 - Talleres
 - Conferencias
 - Presentaciones en escuelas
4. Evaluar los recursos económicos, materiales y personales que se necesitarán para implementar el programa de educación ambiental.
 5. Establecer el tiempo, los materiales y las técnicas adecuadas para llevar a cabo el programa de educación ambiental.
 6. Evaluar los conocimientos que tiene la población seleccionada sobre el tema a tratar, antes, durante y al finalizar el programa de educación ambiental.

6.2. Monitoreo

Los monitoreos permiten identificar de manera oportuna el establecimiento de las especies exóticas invasoras en nuevos territorios. Pero también funcionan para evaluar el éxito o fracaso de los esfuerzos de control, para lo cual es necesario registrar aspectos poblacionales, condición del área afectada o cambios en la composición de las especies (Wittenberg & Cock, 2001).

El monitoreo es una herramienta que debe estar en manos de quienes habitan en los bosques o selvas; y que además aprovechan sus recursos y conocen las riquezas de su medio natural (Chediack, 2009). Dentro de este servicio de consultoría se tiene como objetivo la

integración de brigadas que realizarán actividades de monitoreo, para lo cual se proponen los siguientes materiales y métodos:

1. **Materiales:** tablas de registro, formatos de registro (ANEXO), guantes, lápiz, cámara fotográfica, GPS, botas y lazo.
2. **Métodos:** De acuerdo con Veitch (1999), los monitoreos deben ser específicos para cada especie e intensivos. Por lo tanto, deberán realizarse en sitios con ambientes más propensos al establecimiento de *H. coronarium* (véase Página 7 y Figura 3). Se sugiere realizar al menos dos monitoreos en cada época climática (secas, lluvias y nortes). Los métodos sugeridos para realizar los monitoreos recabarán información basados en los formatos establecidos por la Unidad Coordinadora del Proyecto (2016), para que los datos sean integrados en el Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad de la CONABIO:
 - a. **Ubicar los sitios.** Georreferenciar los sitios con presencia de mariposita blanca en coordenadas geográficas decimales y datum WGS84.
 - b. **Tomar fotografías** de la mariposita blanca desde diferentes ángulos.
 - c. **Determinar las especies nativas** florísticas que se encuentran en sitio.
 - d. **Estimar la superficie afectada mediante cuadrantes.** La técnica por cuadrantes es una de las formas más comunes para muestrear vegetación y permite determinar la densidad, cobertura o frecuencia de las plantas (Mostacedo & Fredericksen, 2000; Ramírez, 2006;). El tamaño del cuadrado varía dependiendo del tipo de vegetación a estudiar, en este caso se sugiere que sean cuadrantes de 5 x 5 metros (25 m²) porque *H. coronarium* es una planta herbácea con un diámetro de entre 1 cm y 10 cm (Ospina & Finegan, 2004). Con el GPS podrán delimitarse los cuadrantes y con un lazo se podrán marcar físicamente en el terreno.

7. Medidas de control

Las opciones para el control de las plantas exóticas son variadas y algunas pueden combinarse, como la remoción mecánica, facilitación de especies nativas competidoras, control biológico, quemas controladas y solarización (Aguirre *et al.*, 2009).

Para *H. coronarium* se han descrito controles químicos, biológicos y mecánicos. Por ejemplo, los herbicidas Picloram y 2,4-D amino, fueron empleados en Panamá para eliminar a esta especie (Hertentains *et al.*, 1998), sin embargo, son sustancias que pueden tener efectos en la biota (Adams, 1960; Woodward, 1976; Okay & Gaines, 1996) o para el ambiente acuático (Alligare, 2017). Debe recordarse que esta especie habita en zonas riparias (Figura 2).

Con respecto a los controles biológicos, se ha propuesto el uso de hongos, ya que en Cuba y Brasil se ha observado que podrían funcionar para infectar a *H. coronarium* (Soares & Barreto, 2008; Martínez & Hernández-Sabourin, 2013). Algunas de las especies propuestas

podrían causar daños agrícolas como *Botrytis* spp. (Elad *et al.*, 2007), *Fusarium* spp. (Quilambaqui, 2005), *Rhizoctonia solani* (Mathew *et al.*, 2012), *Colletotrichum gloeosporioides*, *Leptosphaeria* sp. (Brooks, 2006) y *Mycosphaerella hedychii* (Crous *et al.*, 2011). El 53% de la población que vive dentro de la RBLT se dedica a la producción agrícola (CONANP, 2006), por lo cual, se debe proteger a esta actividad económicamente importante dentro de la reserva. Por otro lado, no se cuenta con información sobre la inocuidad de estos hongos en la flora nativa, sólo de *Leptosphaeria* sp., que podría infectar al manglar (Jones & Kuthubutheen, 1989). Además, hay otras especies que no están descritas para México, como *Pseudocercospora hedychii* (Braun, 2001), *Veronaea hedychiis* (Mycobank, 2008) y *Gonatophragmium mori* (NBRC, 1980). Dada esta incertidumbre, se podría correr el riesgo de introducir especies no nativas para controlar a *H. coronarium*. La Regla 71 del reglamento administrativo de la RBLT menciona que queda prohibida la introducción de especies exóticas, así como el uso de sustancias químicas que puedan afectar a las comunidades acuáticas (CONANP, 2006).

Se han realizado algunos estudios en Brasil para evaluar la eficacia del control mecánico de *H. coronarium*. Por ejemplo, Almeida (2011) menciona que las remociones manuales permiten la restauración natural de especies nativas cuando sólo es eliminada *H. coronarium* dentro de la comunidad vegetativa. Por otro lado, Chiba *et al.* (2016), mencionan que este tipo de remociones permiten tanto un crecimiento intermedio de *H. coronarium*, como una regeneración intermedia de las especies nativas.

7.1. Control mecánico

La CONANP & FMCN (2015), desarrollaron un protocolo de control que puede ser empleado para especies que tienen una reproducción vegetativa como *H. coronarium*. Uno de los primeros puntos que este manual cita, es la estimación de los jornales de acuerdo con la densidad que presenta esta especie. En este caso se necesitará que una persona se encargue de un metro cuadrado, durante un día de trabajo, para que realice el tratamiento completo de control; esto es porque esta especie presenta manchones con una densidad alta, es decir, más de 16 plantas por metro cuadrado. De acuerdo con este protocolo, algunas fuentes de financiamiento son el Programa de Empleo Temporal (PET) y el PROCODES operados por la RBLT.

Después de la capacitación de las brigadas al personal, esta es la estrategia de control que se plantea en el citado protocolo:

1. **Materiales:** guantes, cámara fotográfica, GPS, botas, rastrillo, pala, machete, bolsas negras de plástico biodegradable.
2. **Métodos de control:** Estos trabajos pueden realizarse en época de secas. Las zonas en donde deben iniciarse estas medidas de control se pueden observar en la Figura 3. Cuando las labores de eliminación sean en la zona riparia, estos deben iniciarse desde los nacimientos de los arroyos o ríos hacia su desembocadura.

- a. **Eliminación de raíces, rizomas y rebrotes.** La extracción de las raíces y los rizomas (rizomas horizontales ramificados, de 2-4 mm de altura, que forman una masa extensa) debe hacerse junto con la biomasa aérea (tallos, hojas, flores, etc.). La remoción de rizomas y rebrotes se realiza de forma manual con pico y se cortan en pedazos para trasladarlos a sitios seguros donde no puedan enraizar. Esta especie es difícil de controlar debido a su reproducción vegetativa, ya que puede crecer nuevamente a través de fragmentos de rizoma, por lo que al cortar se debe evitar que caigan pedazos al suelo (Kissmann & Groth, 1997; Soares & Barreto, 2008; CABI, 2017).
- b. **Deshidratación de rizomas:** Los rizomas deben pasar por un proceso de deshidratación que podría durar de tres a cuatro meses, ya que esto se realiza a la intemperie y en lugares compactos para evitar su enraizamiento. Otra alternativa es su almacenamiento en bolsas de plástico negro biodegradable para su incineración.
- c. **Incineración de rizomas:** También se pueden incinerar los rizomas en lugares libres de vegetación para evitar incendios y durante los días en que no se registren corrientes de viento. La incineración es muy importante debido a que se eliminan todos los rizomas.
- d. **Restauración de sitios:** Algunas especies que pueden ser utilizadas para la reforestación son el amate blanco (*Tetrorchidium rotundatum*), la macaya (*Andira galeottiana*), el mangle rojo (*Rhizophora mangle*), el mangle negro (*Avicennia germinans*) o el mangle blanco (*Laguncularia racemosa*). Debe recordarse que la ubicación en donde serán trasplantadas estas especies se determinará durante la fase de monitoreo. La comunidad florística es diferente dependiendo de la altitud o si el hábitat se encuentra en una playa, en la selva, en una zona riparia cercana al nacimiento de un río o a la desembocadura.

NOTA IMPORTANTE

El monitoreo propuesto debe continuar después de las medidas de control para dar un seguimiento de la efectividad de éstas. La temporalidad sugerida es de al menos una vez en cada época climática.

8. Referencias bibliográficas

Adams, J. B. 1960. Effects of spraying 2, 4-D amine on coccinellid larvae. *Canadian Journal of Zoology*. 38 (2): 285-288.

Aguilar-Garavito, M. 2015. Restauración ecológica de ecosistemas Andinos afectados por plantas invasoras en Áreas Naturales Protegidas: El caso de *Ulex europaeus* L. en la Reserva Forestal Bosque Oriental de Bogotá y de *Hedychium coronarium* J. König, en la cuenca alta del río Otún. In: Cárdenas, T. J., Baptiste, M. P., Ramírez, W. & Aguilar, G. M. (eds.) *Herramienta de decisión para la gestión de áreas afectadas por invasiones biológicas en Colombia*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Bogotá, D. C., Colombia. 118-140 p.

Aguirre, A., Mendoza Alfaro, R., Arredondo, H., Arriaga, L., Campos, E., Contreras-Balderas, S., Gutiérrez, M., Espinosa, F., Fernández, I. Galaviz, L., García-de-León, F., Lazcano, D., Martínez, M., Meave, M., Medellín, R., Naranjo, E., Olivera, M., Pérez, M., Rodríguez, G., Salgado, G., Samaniego, G., Suárez, E., Vibrans, H. & Zertuche, J. 2009. Especies exóticas invasoras: impactos sobre las poblaciones de flora y fauna, los procesos ecológicos y la economía. In: Dirzo, R., González, R. & March, I. (eds.). *Capital natural de México, Vol. II: Estado de conservación y tendencias de cambio*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. 277-318 p.

Alligare. 2017. 2,4-D amine a selective weed killer. Catalogue Detail Information. Fecha de actualización: sin información. Fecha de consulta: 2 de octubre de 2017.

http://www.alligare.com/assets/pdf/24DAmineSWE_LABEL.pdf

Almeida, L. 2011. Controle mecânico da herbácea exótica invasora lírio-do-brejo (*Hedychium coronarium* Koenig) no parque estadual turístico do Alto Ribeira. Tesis de Maestría. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz.

Álvarez, P. 2014. Legislación y marco normativo internacional. In: Mendoza, R. & Koleff, P. (eds.). *Especies acuáticas invasoras en México*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. 157-168 p.

Braun, U. 2001. Revision of *Cercospora* species described by K.B. Boedijn. *Nova Hedwigia*. 73 (3-4): 419-436.

Brooks, F. 2006. Plant Diseases in American Samoa. American Samoa Community College, Hatch grant SAM-031, United States Department of Agriculture, Cooperative State Research, Extension, and Education Service, American Samoa Community College. Grant Technical Report No. 44. 53 p.

CABI (Centre for Agricultural Bioscience International). 2012. Stop the Invasion of Alien Species. Francis, D. & Ramnanan, N. (Ed.) Trinidad y Tobago. Caribbean and Latin America Centre for Agriculture and Biosciences International. 81 p. ISBN: 978-976-8242-22-8

CABI (Centre for Agricultural Bioscience International). 2017. *Hedychium coronarium* (white butterfly ginger lily). Fecha de actualización: 22 de junio de 2017. Fecha de consulta: 16 de julio de 2017.

<http://www.cabi.org/isc/datasheet/26678>

Campos, A. & Coates, R. 2012. Programa de Atención y Manejo de Especies Invasoras en la Reserva de Biósfera de Los Tuxtlas, Veracruz, México: Comisión de Áreas Naturales Protegidas. CONANP/PROCOCODES/2012. 60 p.

CDB (Convenio sobre Diversidad Biológica). 2002. Principios de orientación para la prevención, introducción y mitigación de impactos de especies exóticas que amenazan los ecosistemas, los hábitats o las especies. Conference of the parties to the Convention on Biological Diversity. UNEP/CBD/COP/6/20, Nairobi. 255-268 p.

Chediack, S. 2009. Monitoreo de biodiversidad y recursos naturales: ¿para qué?. Becerra, R. (Ed.) D.F. México Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad México. 87 p. ISBN: 978-607-7607-24-3.

Chiba, W. A. C., Almeida, R. V., Leite, M. B., Marrs, R. H., & Matos, D. S. 2016. Invasion strategies of the white ginger lily *Hedychium coronarium* J. König (Zingiberaceae) under different competitive and environmental conditions. *Environmental and Experimental Botany*. 127: 55-62.

Comité Asesor Nacional sobre Especies Invasoras. 2010. *Estrategia nacional sobre especies invasoras en México, prevención, control y erradicación*. Koleff, P., González, A. & Born-Schmidt, G. (Eds). México D.F. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Comisión Nacional de Áreas Protegidas, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 91 p. ISBN: sin número.

CONANP (Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas). 2006. *Programa de Conservación y Manejo de la Reserva de la Biósfera Los Tuxtlas*. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. 296 p. ISBN: 968-817-812-8.

CONANP & FMCN (Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas & Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza). 2015. *Protocolo para el control y erradicación del Carrizo Gigante (Arundo donax)*. México D.F. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 32 p. ISBN: sin número.

Crous, P. W., Tanaka, K., Summerelp, B. A. & Groenewald, J. Z. 2011. Additions to the *Mycosphaerella* complex. *IMA fungus*. 2 (1): 49-64.

DOF (Diario Oficial de la Federación). 2016. ACUERDO por el que se determina la Lista de las Especies Exóticas Invasoras para México. Fecha de actualización 7 de diciembre 2016. Fecha de consulta: 2 de octubre de 2017.

http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5464456&fecha=07/12/2016

EinWisconsin (Environmental Education in Wisconsin). 2017. Educators' Resource Corner: Invasive Species. Fecha de actualización: sin información. Fecha de consulta: 1 de noviembre de 2017.

<http://einwisconsin.org/resource/about.aspx?s=103369.0.0.2209>

Elad, Y., Williamson, B., Tudzynski, P. & Delen, N. 2007. *Botrytis* spp. and diseases they cause in agricultural systems: an introduction. In: Elad, Y., Williamson, B., Tudzynski, P. & Delen, N. (eds.). *Botrytis: Biology, pathology and control* Kluwer Academic Publishers, Netherlands. 1-8 p.

Enciclovida. 2016. Jazmín (*Hedychium coronarium*). Fecha de actualización: 24 de mayo de 2016. Fecha de consulta: 8 de noviembre de 2017.

<http://www.enciclovida.mx/especies/6022337>

Hertentains, L. A., Lezcano, F. & Santiago, R. 1998. Effect of herbicide dose on the chemical control of the heliotrope (*Hedichium coronarium*) in Cordillera, Chiriqui, Panama. *Ciencia Agropecuaria-Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá.* (9): 117-126.

ISC (Invasive Species Compendium). 2014. Invasive Species Toolkit for Local Government. Information for Local Government, Developers and Real Estate Professionals British Columbia, Canada. Invasive Species Council of British Columbia. 49 p.

Joly, C. A. & Brändle, R. 1995. Fermentation and adenylate metabolism of *Hedychium coronarium* J. G. Koenig (Zingiberaceae) and *Acorus calamus* L. (Araceae) under hypoxia and anoxia. *Functional Ecology.* 9 (3): 505-510.

Jones, E. B. G. & Kuthubutheen, A. J. 1989. Malaysian Mangrove Fungi. *SYDOWIA.* 41: 160-169.

Kissmann, K. D & Groth, D. 1997. *Plantas infestantes e nocivas.* Sao Paulo, Brasil. BASF Brasileira. 824 p. ISBN: sin información.

Krauss, U. 2011. 161 Invasive Alien Species present in Saint Lucia and their current status. Fecha de actualización: diciembre de 2011. Fecha de consulta: 30 de octubre de 2017.

<http://www.ciasnet.org/wp-content/uploads/2010/08/IAS-present-in-SLU-May-2012-revision.pdf>

Kress, W. J., Prince, L. M. & Williams, K. J. 2002. The phylogeny and a new classification of the gingers (Zingiberaceae): evidence from molecular data. *American Journal of Botany*. 89 (10): 1682-1696.

Lorenzi, H. 1991. Plantas daninhas do Brasil: terrestres, aquáticas, parasitas, tóxicas e medicinais. Brasil. Nova Odessa: Editorial Plantarum. 440 p. ISBN: sin información

Lorenzi, H. & Souza, H. M. 2001. *Plantas ornamentais no Brasil*. Brasil. Nova Odessa: Instituto Plantarum de Estudos da Flora. 1118 p. ISBN: 5-86714-12-7

Macedo J. F. 1997. The genus *Hedychium* Koenig (Zingiberaceae) in Minas Gerais State. Daphne. *Revista do Herbário PAMG da EPAMIG*. 7 (2): 27-31.

Martínez, B. & Hernández-Sabourin, I. 2013. Plant pathogenic fungi affecting white ginger lily (*Hedychium coronarium* K.). *Revista de Protección Vegetal*. 28 (1): 77.

Mathew, F. M., Lamma, R. S., Chittem, K., Chang, Y. W., Botschner, M., Kinzer, K., Goswami, R. S. & Markell, S. G. 2012. Characterization and pathogenicity of *Rhizoctonia solani* isolates affecting *Pisum sativum* in North Dakota. *Plant disease*. 96 (5): 666-672.

Mejía-Marín, M. I., Espejo-Serna, A., López-Ferrari, A. R. & Fonseca-Juárez, R. M. 2016. Las monocotiledóneas del municipio de San Juan Colorado, Oaxaca, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 87 (1): 187-199.

Mostacedo, B. & Fredericksen, T. 2000. *Manual de métodos básicos de muestreo y análisis en ecología vegetal*. Nash, D. (Eds.) Santa Cruz, Bolivia. Proyecto de Manejo Forestal Sostenible (BOLFOS). 80 p. ISBN: sin número.

Mycobank (Mycobank Database). 2008. *Veronaea hedychii*. Fecha de actualización: 5 de marzo de 2008. Fecha de consulta: 2 de octubre de 2017.

<http://www.mycobank.org/BioMICS.aspx?TableKey=14682616000000067&Rec=440486&Fields=All>

NBRC (NITE Biological Resource Center). 1980. Catalogue Detail Information. Fecha de actualización: sin información. Fecha de consulta: 2 de octubre de 2017.

<http://www.nbrc.nite.go.jp/NBRC2/NBRCCatalogueDetailServlet?ID=NBRC&CAT=00030967&lang=jp>

Okay, O. S. & Gaines, A. 1996. Toxicity of 2, 4-D acid to phytoplankton. *Water Research*. 30 (3): 688-696.

Ospina, R. & Finegan, B. 2004. Variabilidad florística y estructural de los bosques dominados por *Guadua angustifolia* en el Eje Cafetero colombiano. *Recursos Naturales y Ambiente*. 2004: 25-33.

Pérez-Bedmar, M. & Sanz, V. 2003. Educación ambiental y especies exóticas: desde las normativas globales hasta las acciones locales. *Ecosistemas*. 2003/3 URL:

<http://www.aeet.org/ecosistemas/033/educativa1.htm>

PNUD México (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo). 2016. Servicio de consultoría para el diseño de un plan de control y monitoreo de cinco especies exóticas invasoras (EEI) en la Reserva de la Biósfera los Tuxtlas. Diagnóstico de la situación de las especies exóticas invasoras (EEI) en la Reserva de la Biósfera los Tuxtlas, presentado a la CONABIO y a PNUD en el marco del proyecto GEF 00089333 "Aumentar las Capacidades Nacionales para el Manejo de las Especies Exóticas Invasoras (EEI) a través de la Implementación de la Estrategia Nacional de EEI". Vega-Rodríguez, B. I., Terán-González, G. J., Luna-Aguilar, L. A. y G. E. Martínez-Romero Fomento Ecológico y Social A. C. Veracruz, México. 50 p.

PNUD México (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo). 2017a. Modelación de la distribución potencial actual y futura de las especies invasoras de mayor riesgo para México. Elaborado en el marco del proyecto GEF-PNUD 089333 "Aumentar las capacidades de México para manejar especies exóticas invasoras a través de la implementación de la Estrategia Nacional de Especies Invasoras". Martínez-Meyer, E., A. P. Cuervo-Robayo, G.A. Ortíz-Haro y L. A. Osorio-Olvera. Instituto de Biología, UNAM. 39 p.

PNUD México (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo). 2017b. Estrategia de comunicación para prevenir, controlar y erradicar las especies exóticas invasoras (EEI) en el Parque Nacional Cumbres de Monterrey. Estrategia entregada a la CONABIO y al PNUD en el marco del proyecto GEF 00089333 Aumentar las Capacidades Nacionales para el Manejo de las Especies Exóticas Invasoras (EEI) a través de la Implementación de la Estrategia Nacional de EEI. González-Pacheco, N.; Espinosa-Cruz, S. E. y Gudiño-Valdez, A. L., Ciudad de México, México. 79 p.

Quilambaqui, M. A. 2005. Aislamiento e identificación de especies de *Fusarium* spp asociadas al declinamiento del espárrago (*Asparagus officinalis* L.) en cinco municipios de Guanajuato, México. *Revista Tecnológica-ESPOL*. 18 (1): 135-140.

Ramírez, A. 2006. *Ecología: métodos de muestreo y análisis de poblaciones y comunidades*. Ramírez, A. (Ed). Bogotá, Colombia. Pontificia Universidad Javeriana, Facultad de Estudios Ambientales y Rurales. 272 p. ISBN: 958-683-850-1

Rendón, A. & Fernández, R. 2007. Plantas con potencial uso ornamental del estado de Morelos, México. *Polibotánica*. (23): 121-165.

SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2010. Guía para elaborar programas de educación ambiental no formal. México D. F. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) y Centro de Educación y Capacitación para el Desarrollo Sustentable (CECADESU). 39 p. ISBN: sin número.

Shine, C., Williams, N. & Gündling, L. 2000. *A Guide to Designing Legal and Institutional Frameworks on Alien Invasive Species*. Shine, C., Williams, N. & Gündling, L. (Eds.) Bonn, Germany. International Union for Conservation of Nature and Natural Resources. 138 p. ISBN: 2-8317-0548-7

Soares, D. J. & Barreto, R. W. 2008. Fungal pathogens of the invasive riparian weed *Hedygium coronarium* from Brazil and their potential for biological control. *Fungal Diversity*. 28: 85-96.

Unidad Coordinadora del Proyecto. 2016. Manual para la elaboración de informes. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. 13 p.

van Valkenburg, J. L. C. H. & Bunyapraphatsara, N. 2001. *Plant Resources of South-East Asia, No. 12(2). Medicinal and Poisonous Plants 2*. The Netherlands. Prosea Foundation, Backhuys Publishers. 782 p. ISBN: 90- 5782-099-4.

Veitch, D. 1999. Prevention, Early Warning Systems and Management of Invasive Vertebrates. En: GISP workshop on Management and Early Warning Systems, Kuala Lumpur, Malaysia.

Vibrans, H. 2010. *Hedygium coronarium*. Malezas de México. Fecha de actualización 7 de mayo de 2010. Fecha de consulta: 16 de julio de 2017.

<http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/zingiberaceae/hedygium-coronarium/fichas/ficha.htm>

Vovides, A. P. 1993. Zingiberaceae. In: Rzedowski, G. C. de & J. Rzedowski (eds.). *Flora del Bajío y de regiones adyacentes. Fascículo 18*. Instituto de Ecología, Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Michoacán, México. 1-72 p.

Wittenberg, R. & Cock, M. J. W. 2001. Invasive Alien Species: A Toolkit of Best Prevention and Management Practices. Wittenberg, R. & Cock, M.J.W. (Eds.) Wallingford, Oxon, UK Centre for Agricultural Bioscience International. 228 p. ISBN: 0 85199 569 1

Proyecto GEF-Invasoras_ Servicio de consultoría para el diseño de un Plan de Monitoreo y Control de cinco especies exóticas invasoras (EEI) en la Reserva de la Biósfera Los Tuxtlas.

Woodward, D. F. 1976. Toxicity of the herbicides dinoseb and picloram to cutthroat (*Salmo clarki*) and lake trout (*Salvelinus namaycush*). *Journal of the Fisheries Board of Canada*. 33 (8): 1671-1676.

ANEXO

Formatos de registro

Fecha: _____ Municipio: _____

Nombre del predio o paraje: _____

Hora de Inicio: _____ Hora de término: _____

Altitud: _____ Coordenadas geográficas: _____

Marca y modelo de GPS: _____ Precisión GPS: _____

Número de cuadrante	Densidad de <i>H. coronarium</i>	Tipo de suelo	Especies nativas observadas

Observaciones adicionales:

Nombre de Brigadistas:
