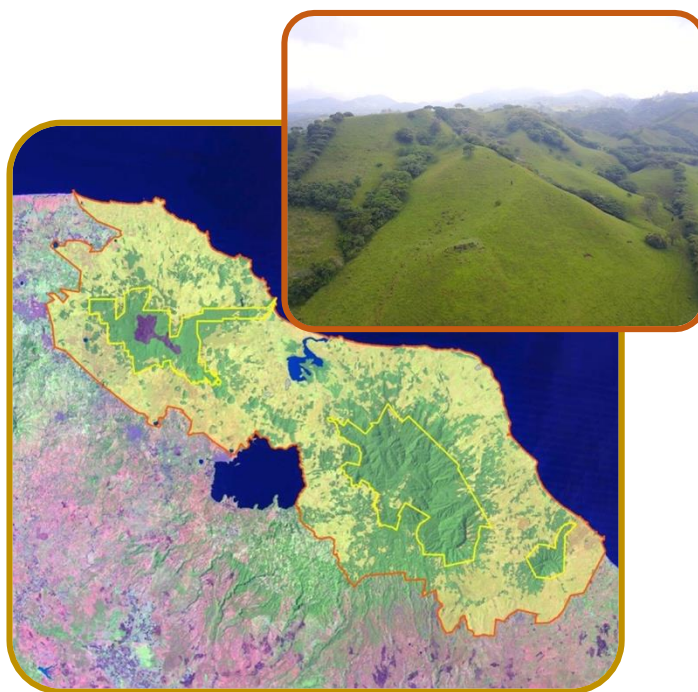


Proyecto GEF-PNUD 089333 “Aumentar las capacidades nacionales para el manejo de las especies exóticas invasoras (EEI) a través de la implementación de la Estrategia Nacional”

**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 los pastos forrajeros 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 los pastos forrajeros 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”. 13 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 Tuxtlas.

**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 invasoras (EEI) presentes en la Reserva de la Biósfera Los Tuxtlas (RBLT). En comunicación con la Dirección de la RBLT se estableció que los pastos forrajeros (*Urochloa brizantha*, *U. decumbens* y *Cynodon nlemfuensis*) representan una preocupación mayor para la reserva, por lo cual, se decidió desarrollar un plan de monitoreo y control. Los pastos forrajeros ocupan más de la mitad de la RBLT y muchos de ellos se encuentran en predios privados. Durante los monitoreos deberán identificarse las especies nativas que se encuentran en los ecotonos pastizal-humedal o pastizal-selva. La medida de control recomendada es la reforestación alrededor de los pastizales y el posterior mantenimiento a los árboles trasplantados.

## Contenido

1. Introducción .....	4
1.1. Estado actual de los pastos forrajeros en la RBLT .....	5
2. Criterios de selección de los pastos exóticos invasores 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.....	13
ANEXO .....	19

## Índice de figuras

Figura 1. Fotografía de un ejemplar de la familia Poaceae que muestra espiguillas e inflorescencias (Fomento Ecológico y Social A.C., 2017). ....	6
Figura 2. Paisaje fragmentado por pastizal inducido para ganadería donde antes era ecosistema de manglar, en la laguna de Sontecomapan, Catemaco, Ver (arriba). Pastizal inducido en pendientes con vocación forestal, paisaje cerca de la comunidad Miguel Hidalgo, cerca de la zona núcleo de la RBLT (abajo) (Fomento Ecológico y Social A.C., 2017). ....	8
Figura 3. Distribución de los pastos forrajeros dentro del polígono de las RBLT.....	9

## 1. Introducción

En la revisión documental de PNUD México: Vega-Rodríguez *et al.* (2016a) 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 los pastos forrajeros.

Los pastos exóticos fueron introducidos a varias partes del mundo como alimento de animales forrajeros (Vitousek *et al.*, 1996). En Centroamérica y Sudamérica fueron promovidos los pastos africanos por su alta tolerancia al pastoreo (Parsons, 1972). Para 2007, los pastizales inducidos o cultivados representaban el 9.8 % del territorio mexicano (SEMARNAT, 2008). Desafortunadamente estas especies son invasivas tanto en zonas de cultivo como en zonas de vegetación natural. En los cultivos forman manchones que llegan a cubrir superficies considerables, sofocan y eliminan a plantas de alfalfa, caña de azúcar, forrajes, huertos, entre otros (Villaseñor & Espinosa, 1998). Por otro lado, en los ecosistemas tienen un efecto cascada, ya que provocan una simplificación de la comunidad de plantas y esto a su vez estimula la disminución de las comunidades de invertebrados y vertebrados (Bock *et al.*, 1986).

### 1.1. Estado actual de los pastos forrajeros en la RBLT

En 2007 se reportó que la cobertura forestal en la RBLT equivalía al 46.38%, mientras que los pastizales representaban el 38.46 % y el resto correspondía a asentamientos humanos, zonas agrícolas, cuerpos de agua, etc. (Velasco, 2009). Para 2011, el uso de suelo en la RBLT era de 45.79% para cobertura forestal, 50.92% para pastizales y 3.29% para asentamientos humanos, zonas agrícolas, cuerpos de agua, entre otros (Ramírez, 2011).

## 2. Criterios de selección de los pastos exóticos invasores para su monitoreo y control en la RBLT.

De acuerdo al diagnóstico realizado por PNUD México: Vega-Rodríguez *et al.* (2016a) y en comunicación directa con la oficina de la RBLT, las especies de pastos forrajeros fueron seleccionadas debido a que presentan las siguientes características:

- De acuerdo a la literatura consultada en PNUD México: Vega-Rodríguez *et al.* (2016a), las tres especies de pastos forrajeros están clasificada como altamente invasivas.
- Son altamente competitivas y desplazan a las especies nativas.

## 3. Descripción Biológica

Las Gramíneas o Poaceas son una familia de plantas herbáceas cosmopolita que se ha establecido en muchos ambientes. Se estiman cerca de 600 géneros y más de 10,000 especies (Díaz, 2010). Los pastos presentes en la RBLT que son originarios de África son: pasto brizantha (*U. brizantha*), pasto peludo (*U. decumbens*), zacate estrella de África (*C. nlemfuensis*), zacate buffel (*Cenchrus ciliaris*), zacate elefante (*Pennisetum purpureum*), y zacate bermuda (*Cynodon dactylon*); por su parte, el arrozillo silvestre (*Echinochloa colona*) es originario de Eurasia (Vibrans, 2012).

**Taxonomía (Enciclopedia, 2016):**

- Reino Plantae
- División Magnoliophyta
- Clase Liliopsida
- Orden Poales
- Familia Poaceae
- Géneros presentes en la RBLT: *Urochloa*, *Cynodon*, *Cenchrus*, *Pennisetum* y *Echinochloa*

De acuerdo con Castillo-Cerón & Márquez (2007), los organismos de la familia Poaceae son plantas herbáceas, arbustivas o arborescentes que tienen tallos articulados, huecos o sólidos, con meristemos intercalares basales en los entrenudos. Con hojas dísticas constituidas por una lámina simple linear, una vaina que envuelve al tallo y una lígula. La espiguilla primaria presenta inflorescencias secundarias de tipo panículas, cimbras, racimos y espigas (Figura 1). Mientras que la flor es unisexual o bisexual.



Figura 1. Fotografía de un ejemplar de la familia Poaceae que muestra espiguillas e inflorescencias (Fomento Ecológico y Social A.C., 2017).

#### 4. Impactos ecológicos

- *C. nlemfuensis* es una especie que compete con la vegetación nativa y altera las funciones del ecosistema y los regímenes de fuego, ciclos hidrológicos y ciclos de nutrientes (CABI, 2017a).
- En Hawaii se asocia la presencia de una especie del género *Pennisetum* a la muerte de árboles nativos porque este pasto tiene una alta dominancia en el sotobosque (Cordell & Sandquist, 2008).
- En Texas se determinó que la presencia de *Cenchrus ciliaris* disminuyó la cobertura de la vegetación herbácea (Sands *et al.*, 2009).
- En ecosistemas de Hawái y Venezuela que están invadidos por pastos invasores se ha observado que éstos pueden reforzar los incendios y que incluso responden con un crecimiento en su biomasa hasta en un 50% (Bilbao, 1995; Brooks *et al.*, 2004).
- En Australia determinaron que el impacto que tiene la especie *Urochloa mutica* en los humedales fue la disminución de vegetación nativa y una disminución en la distribución de las aves (Douglas & O'Connor, 2003; Ferdinands *et al.*, 2005).
- López-Rosas *et al.* (2013), mencionan que en el sureste mexicano se han alterado los procesos ecosistémicos, desde el ciclo de nutrientes hasta el microclima regional por causa de los pastos invasores.

#### 5. Distribución en los hábitats de la RBLT

Los pastos exóticos invasores que se encuentran dentro de la RBLT pueden encontrarse en diferentes hábitats. Por ejemplo, *U. brizantha* puede habitar en suelos ácidos con bajos contenidos de materia orgánica, nitrógeno total y fósforo asimilable (Olivera *et al.*, 2007). Mientras que, *U. decumbens* crece a lo largo de los caminos, sitios perturbados, y áreas riparias (Weeds of Australia, 2015). Así mismo, *C. nlemfuensis* se encuentra distribuido en áreas perturbadas, específicamente en potreros, terrenos baldíos y a lo largo de los caminos caracterizados por una alta humedad en el suelo, aunque no tolera largos periodos de inundación y sombra (Cook *et al.*, 2005; Vibrans, 2009). Por otro lado, *P. purpureum* puede observarse en zonas inundables como canales, humedales, riberas, ciénegas y sitios perturbados (Wagner *et al.*, 1999). La especie *C. dactylon* tolera condiciones semiáridas, así como una amplia gama de tipos de suelo y pH variante (CABI, 2017b).

La RBLT presenta un importante cambio de uso de suelo, debido principalmente a la introducción de pastizales y a la propagación de malezas (Figura 2). Además, existen propiedades que antiguamente eran utilizadas para ganadería extensiva y que actualmente se encuentran abandonadas. Para determinar la distribución de los pastos forrajeros se utilizaron imágenes multiespectrales Landsat 8 de la zona de estudio con una resolución de 30X30 m del mes de marzo de 2017. El procesamiento digital de las imágenes se realizó con



el software ArcMap 10.2.2 con diferentes combinaciones de bandas y una vectorización de la imagen, para realizar una interpretación visual de los diferentes tipos de vegetación y reflejar la cobertura de pastos en la RBLT (Figura 3).



Figura 2. Paisaje fragmentado por pastizal inducido para ganadería donde antes era ecosistema de manglar, en la laguna de Sontecomapan, Catemaco, Ver (arriba). Pastizal inducido en pendientes con vocación forestal, paisaje cerca de la comunidad Miguel Hidalgo, cerca de la zona núcleo de la RBLT (abajo) (Fomento Ecológico y Social A.C., 2017).



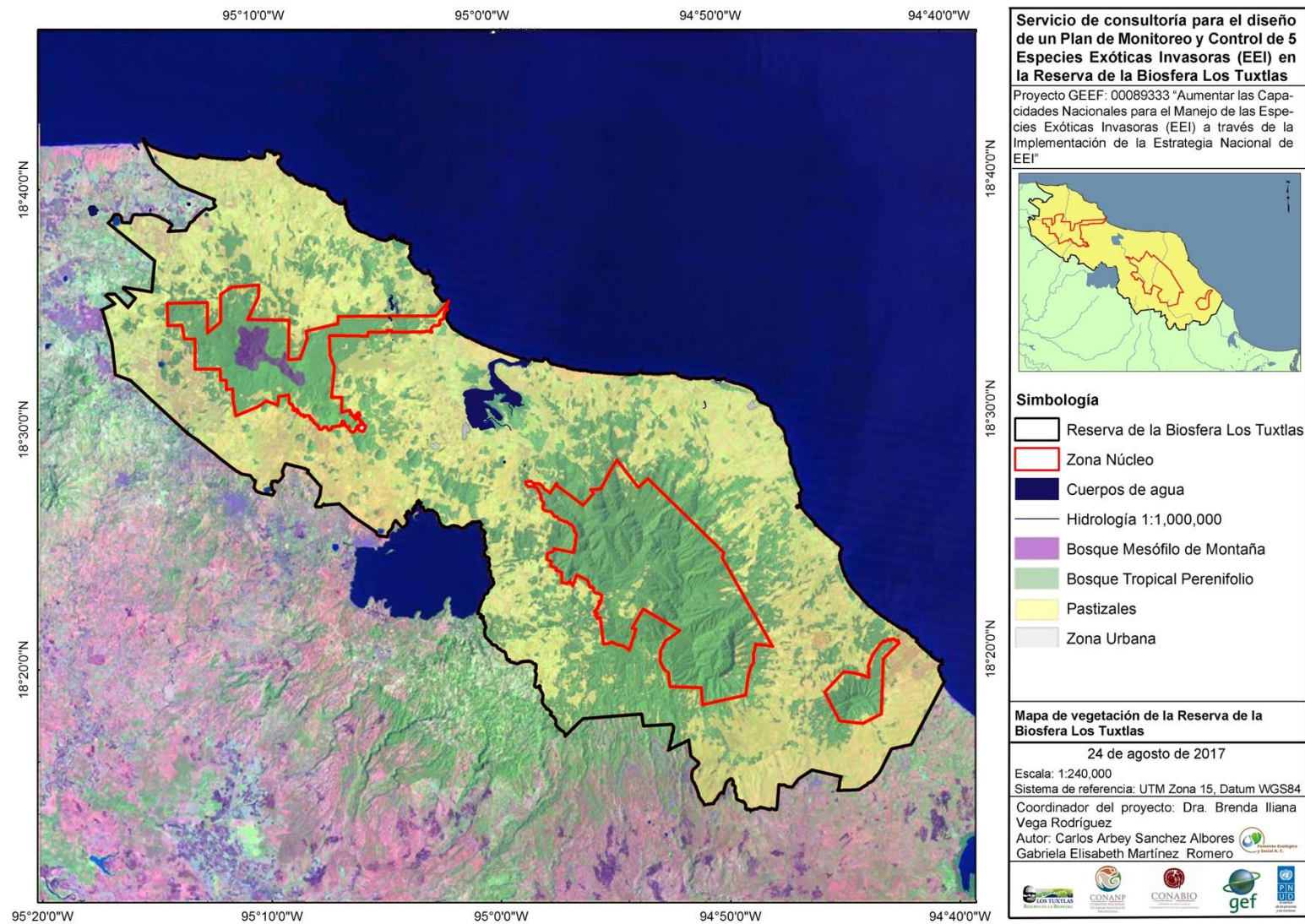


Figura 3. Distribución de los pastos forrajeros dentro del polígono de las RBLT.

## 6. Medidas de prevención

La educación ambiental y los monitoreos son medidas que se pueden implementar para prevenir la introducción de especies exóticas (Comité Asesor Nacional sobre Especies Invasoras, 2010). Lamentablemente, como ya se mencionó anteriormente, la distribución de los pastos exóticos invasores en la RBLT es muy amplia (Figura 2). Por lo cual, la implementación de un programa de educación ambiental tendrá como uno de sus objetivos principales, invitar al público a colaborar en las acciones de control y en los subsecuentes monitoreos post-control. Los monitoreos pos-control servirán para verificar la eficacia de los esfuerzos realizados para controlar a las especies exóticas invasoras (CDB, 2002; Ericson, 2006).

### 6.1. Educación ambiental

La Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, el Convenio de la Diversidad Biológica, el Programa Global sobre Especies Invasoras, mencionan que la educación ambiental es necesaria para controlar a las especies exóticas invasoras (Capdevila *et al.*, 2006). A nivel nacional, la Estrategia Nacional sobre Especies Invasoras ha impulsado diferentes programas de difusión y sensibilización, como la “Estrategia de comunicación que incluya materiales de difusión sobre la problemática de especies exóticas invasoras (EEI) en el Parque Nacional Cumbres de Monterrey” (PNUD: González-Pacheco *et al.*, 2017a). Cabe señalar que la implementación de programas de educación ambiental deberá incluir objetivos específicos para cada región (Rodríguez *et al.*, 2012).

El manejo de los pastos exóticos invasores dentro la RBLT será bastante complejo, ya que muchos de los predios son ejidales o pertenecen a pequeños propietarios y fueron transformados a propósito para llevar a cabo actividades ganaderas. La educación ambiental será fundamental para modificar los hábitos y preferencias del público de forma duradera (Shine *et al.*, 2000). Por lo cual, se recomienda ampliamente realizar programas de capacitación ambiental enfocados, a los ganaderos y a los agricultores, así como a los grupos, asociaciones y entidades gubernamentales que los apoyan. Los temas a tratar serían el manejo agrosilvopastoril, las buenas practicas ganaderas; reintroducción de pastos nativos (como opción), los impactos de la deforestación; la importancia de la reforestación; todo enfocado a mejorar la producción ganadera y los servicios ambientales (Anguiano *et al.*, 2013).

La “Guía para elaborar programas de educación ambiental no formal” de SEMARNAT (2010), establece los siguientes pasos para la elaboración de una estrategia de comunicación:

1. Identificar al grupo de personas al que estará dirigido el programa de educación ambiental (edad, género, escolaridad, etnia, ocupación, entre otros) y los temas 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. Se sugiere, para este caso, el empleo de talleres con los grupos ganaderos y los propietarios de los predios.
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

La percepción remota es una de las herramientas más versátiles para analizar los patrones de distribución de las especies exóticas invasoras, pues permiten predecir, detectar, mapear y monitorearlas (Ericson, 2006). La implementación de este tipo de técnicas resulta efectiva para determinar las tasas de cambio de la porción forestal o de los pastizales inducidos por la gran distribución que tienen en la RBLT.

En este documento se sugiere una medida de control que basa en la restauración, como se podrá leer posteriormente. Por lo tanto, uno de los propósitos de los monitoreos en campo será determinar cuáles son las zonas de transición susceptibles a una reforestación. Es necesario recalcar que los sitios a reforestar deberán ser determinados durante los talleres realizados dentro de los programas de educación ambiental. Así mismo, otro objetivo de los monitoreos en campo será comprobar la eficacia de los esfuerzos de control y registrar la condición del área afectada y los cambios en la composición de las especies (Wittenberg & Cock, 2001).

Para realizar los monitoreos en campo de los pastos forrajeros se sugiere el siguiente procedimiento:

1. **Materiales:** tablas de registro, formatos de registro (ANEXO), guantes, lápiz, cámara fotográfica, GPS, botas y fichas de identificación (CONAFOR *et al.*, 2017).
2. **Métodos:** Debido a que la distribución de los pastos forrajeros dentro de la RBLT es muy amplia (Figura 3) se sugiere que los recorridos en campo se realicen en los ecotonos de mayor importancia, por ejemplo, pastizal-humedal y pastizal-selva de manera mensual o al menos una vez en cada época climática. El procedimiento a realizar es el siguiente.
  - a. **Ubicar ecotonos:** Dentro del polígono de distribución que se observa en la Figura 2, se georreferenciarán los ecotonos pastizal-humedal y pastizal-selva (en coordenadas geográficas decimales y datum WGS84).
  - b. **Tomar fotografías de los ecotonos,** principalmente de las especies nativas.

- c. **Determinar las especies** nativas florísticas que se encuentran en el ecotono y en caso de estar presente, el tipo de ganado y número de individuos.
  - d. **Estimar la superficie afectada.** Si el sitio es pequeño y accesible se puede medir con cinta métrica (largo y ancho), en caso de que suceda lo contrario, se puede utilizar el GPS para marcar los puntos que formen un polígono.
3. **Elaborar una base de datos**, con la georreferencia de los ecotonos prioritarios y las especies nativas correspondientes basado en Unidad Coordinadora del Proyecto. (2016).

## 7. Medidas de control

El fuego controlado es una de las alternativas para la remoción de vegetación (Capdevila *et al.*, 2006). Por ejemplo, en el Parque Nacional Cañón del Sumidero han empleado tratamientos con fuego para controlar al pasto exótico *Hyparrhenia rufa* (PNUD México: Borja-Texocotitla *et al.*, 2017b). Así mismo, PNUD México: Velázquez *et al.* (2016b) han elaborado un estudio sobre el manejo de fuego para el control de los pastos *H. rufa* y *Melinis minutiflora*, así como de *Arundo donax* (carrizo gigante). Estos autores también mencionan que debe elaborarse un estudio previo en el que se deberán determinar las Unidades de Quema Prescrita; realizar un análisis de complejidad y pruebas de fuego; así como elaborar planes de ignición, contención y contingencia de acuerdo a las características propias del sitio en donde se realizarán los trabajos de control.

Como se mencionó en la sección de impactos, existen especies de pastos que se pueden beneficiar del uso de fuego como medida de control (Bilbao, 1995; Brooks *et al.*, 2004). En Sudáfrica se registró que una especie del género *Pennisetum* se favoreció de un tratamiento basado en fuego controlado; pues además de que recuperó su densidad, también hubo un impacto negativo en la comunidad vegetal nativa (Rahlao *et al.*, 2009).

Por otro lado, se llevó a cabo un experimento en donde se emplearon técnicas mecánicas y químicas para la remoción de una especie del género *Echinochloa* y como resultado se obtuvo que después de nueve meses el pasto invasor se recuperó como especie dominante de la comunidad vegetal (López *et al.*, 2006).

El control de pastos forrajeros en la RBLT tendrá que ser gradual, debido a su gran distribución dentro de la reserva, y en coordinación con los ejidatarios, comuneros, pequeños propietarios y /o responsables de los predios. Se propone una técnica de remoción de pastos y la subsecuente reforestación con árboles y arbustos nativos, basado en el estudio de Thaxton *et al.* (2011). Estos investigadores, llevaron a cabo un experimento, donde hubo una remoción del pasto invasor y una subsecuente aplicación de sombra, riego y siembra de árboles y arbustos nativos. Concluyeron que es una técnica efectiva que podría emplearse para la restauración de los ecosistemas tropicales.

### 7.1. Control mecánico

La implementación de las acciones de control en la RBLT podrá financiarse a través del Programa de Empleo Temporal (PET) y/o el Programa de Conservación para el Desarrollo Sostenible (PROCOCODES) operados por la RBLT. Así mismo, se recomienda que estos trabajos se realicen previos a la época de lluvias, ya que por un lado las brigadas tendrán facilidad de desplazamiento, y por otro lado las labores de reforestación se verán beneficiadas por las próximas lluvias. Los materiales y métodos a seguir, se detallan a continuación:

1. **Materiales:** guantes, cámara fotográfica, GPS, botas, rastrillo, palas y picos.
2. **Métodos de control.** Se recomienda que los programas de control inicien dentro del polígono de la zona núcleo y posteriormente en la zona de amortiguamiento (Figura 3). El primer paso será el aflojamiento de la tierra con picos y palas, ya que el pasto compacta el suelo. El pasto y raíces que cedan por el aflojamiento, serán retirados del sitio para proceder con el trasplante de árboles y arbustos nativos. Es necesario recalcar que la reserva tendrá que delimitar físicamente a la zona núcleo cuando los trabajos se realicen ahí, esto para evitar una violación a la propiedad privada. La reforestación del manglar o selva se realizará con especies propias de cada zona. Los árboles y arbustos idóneos para la reforestación serán determinados a partir de un análisis de la información generada en la etapa de monitoreo, sin embargo, se citan algunos ejemplos: ojoche (*Brosimum alicastrum*), palo jiote (*Bursera simaruba*) y cocomuite (*Gliricidia sepium*).

#### NOTA IMPORTANTE

El monitoreo debe continuar después de las medidas de control para dar un seguimiento de la efectividad de éstas. Esto se puede hacer de manera mensual, bimestral o por época climática, pero dependerá en buena medida de los recursos con los que dispongan las brigadas y la cooperación de los propietarios.

Por otro lado, las medidas de control deberán implementarse cada año para asegurar una restauración gradual de los ecosistemas.

### 8. Referencias bibliográficas

Anguiano, J. M., Aguirre, J. & Palma, J. M. 2013. Secuestro de carbono en la biomasa aérea de un sistema agrosilvopastoril de Cocos nucifera, *Leucaena leucocephala* Var. Cunningham y *Pennisetum purpureum* Cuba CT-115. *Avances en Investigación Agropecuaria*. 17 (1): 149-160.



**Bilbao, B.** 1995. Impacto del régimen de quemas en las características edáficas, producción de materia orgánica y biodiversidad de sabanas tropicales en Calabozo, Venezuela. Tesis de Doctorado. Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas.

**Bock, C. E., Bock, J. H., Jepson, K. L. & Ortega, J. C.** 1986. Ecological effects of planting African lovegrasses in Arizona. *National Geographic Research*. 2: 456-463.

**Brooks, M. L., D'antonio, C. M., Richardson, D. M., Grace, J. B., Keeley, J. E., DiTomaso, J. M., Hobbs, R. J., Pellant, M. & Pyke, D.** 2004. Effects of invasive alien plants on fire regimes. *BioScience*. 54 (7): 677-688.

**CABI (Centre for Agricultural Bioscience International).** 2017a. *Cynodon nlemfuensis* (African Bermuda-grass). Fecha de actualización: 25 de septiembre de 2017. Fecha de consulta: 30 de octubre de 2017.

<https://www.cabi.org/isc/datasheet/86155#DAFF8BE5-DB22-4338-8560-FC9C199779B5>

**CABI (Centre for Agricultural Bioscience International).** 2017b. *Cynodon dactylon* (Bermuda grass). Fecha de actualización: 11 de octubre de 2017. Fecha de consulta: 30 de octubre de 2017.

<http://www.cabi.org/isc/datasheet/17463>

**Capdevila, L., Iglesias, Á., Orueta, J. & Zilletti, B.** 2006. *Especies exóticas invasoras: diagnóstico y bases para la prevención y el manejo*. Organismo Autónomo Parques Nacionales Ministerio De Medio Ambiente (Ed.) Madrid, España. Ministerio de Medio Ambiente. 287 p. ISBN: 13: 978-84-8014-667-8

**Castillo-Cerón, J. M. & Márquez, J.** 2007. *Colecciones del Centro de Investigaciones Biológicas*. Hidalgo, México. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. 105 p. ISBN: 970-769-107-7

**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.

**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.



**CONAFOR (Comisión Nacional Forestal), CONABIO (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad), GEF (Global Environment Facility), & PNUD (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo).** 2017. Zacate buffel, Pasto salinas, Cadillo bobo. Fecha de actualización: sin información. Fecha de consulta: 8 de noviembre de 2017.

<https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/257305/Cenchrus - Anthoxanthum - Ricinus - Casuarina - Eragrostis.pdf>

**Cook, B., Pengelly, B., Brown, S., Donnelly, J., Eagle, D., Franco, A., Hanson, J., Mullen, B., Partridge, I., Peters, M. & Schultze-Kraft, R.** 2005. Tropical Forages: an interactive selection tool. Fecha de actualización: Junio 2005. Fecha de consulta: 30 de octubre de 2017.

<http://www.tropicalforages.info/>

**Cordell, S. & Sandquist, D. R.** 2008. The impact of an invasive African bunchgrass (*Pennisetum setaceum*) on water availability and productivity of canopy trees within a tropical dry forest in Hawaii. *Functional Ecology*. 22 (6): 1008-1017.

**Díaz, G. J.** 2010. *Plantas tóxicas de importancia en salud y producción animal en Colombia*. Bogotá, Colombia. Universidad Nacional de Colombia. 240 p. ISBN: 9789587618044

**Douglas, M. M. & O'Connor, R. A.** 2003. Effects of the exotic macrophyte, para grass (*Urochloa mutica*), on benthic and epiphytic macroinvertebrates of a tropical floodplain. *Freshwater Biology*. 48 (6): 962-971.

**Enciclovida.** 2016. Gallitos (*Cynodon dactylon*). Fecha de actualización: 24 de mayo de 2016. Fecha de consulta: 8 de noviembre de 2017.

**Ericson, J.** 2006. Técnicas de monitoreo para el manejo de especies invasoras. In: Pisanty, I. & Caso, M. (eds.). *Especies, espacios y riesgos: monitoreo para la conservación de la biodiversidad*. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Instituto de Biología, Comisión para la Cooperación Ambiental y Unidos para la Conservación. México. 159-170 p.

**Ferdinands, K., Beggs, K. & Whitehead, P.** 2005. Biodiversity and invasive grass species: multiple-use or monoculture?. *Wildlife Research*. 32 (5): 447-457.

**López-Rosas, H., González, V. E. & Moreno-Casasola, P.** 2013. Zacate alemán (*Echinochloa pyramidalis*): planta invasora de humedales costeros del sureste mexicano. *Investigación ambiental, Ciencia y política pública*. 5 (2): 53-63.

**López, H., Moreno-Casasola, P. & Mendelssohn, I. A.** 2006. Effects of experimental disturbances on a tropical freshwater marsh invaded by the African grass *Echinochloa pyramidalis*. *Wetlands*. 26 (2): 593-604.

**Olivera, Y., Machado, R., Del Pozo, P. P., Ramírez, J. & Cepero, B.** 2007. Evaluación de accesiones de *Brachiaria brizantha* en suelos ácidos: Época de máximas precipitaciones. *Pastos y Forrajes*. 30 (3): 303-313.

**Parsons, J. J.** 1972. Spread of African pasture grasses to the American tropics. *Journal of Range Management*. 25: 12-17.

**PNUD México (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo).** 2016a. 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).** 2016b. Servicios de consultoría para elaborar un estudio sobre manejo del fuego con enfoque al control y combate de plantas invasoras en México. Proyecto GEF 083999 "Aumentar las Capacidades Nacionales para el Manejo de las Especies Exóticas Invasoras (EEI) a través de la Implementación de la Estrategia Nacional de EEI". Velázquez S., C. A.; Pulido-Luna, J. A.; Rodríguez- Trejo, D. A. y Martínez M., P. 46 p.

**PNUD México (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo).** 2017a. 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.

**PNUD México (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo).** 2017b. Servicio de consultoría para el control de pasto jaragua (*Hyparrhenia rufa*) en cinco hectáreas afectadas por incendios forestales en los márgenes del Humedal del Parque Nacional Cañón del Sumidero e implementación de acciones de restauración presentado a la CONABIO y a PNUD en el marco del proyecto GEF 00089333 "Aumentar las capacidades de México para el manejo de las Especies Exóticas Invasoras a través de la implementación de la Estrategia Nacional de Especies Exóticas Invasoras". Borja-Texocotitla, A., Chanona-Sandoval, M. A. &

López-Gutiérrez, S. Asociación Mexicana de Profesionales Forestales A.C. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. 20 p.

**Rahlao, S. J., Milton, S. J., Esler, K. J., Van Wilgen, B. W. & Barnard, P.** 2009. Effects of invasion of fire-free arid shrublands by a fire-promoting invasive alien grass (*Pennisetum setaceum*) in South Africa. *Austral Ecology*. 34 (8): 920-928.

**Ramírez, F.** 2011. Actualización de la tasa de cambio de uso de suelo en la Reserva de la Biósfera Los Tuxtlas, Veracruz, México: Comisión de Áreas Naturales Protegidas. Informe final para CONANP. 67 p.

**Rodríguez, A., Berro, B., Valdés, O. & Quintana, I.** 2012. Educación ambiental: prevención, gestión y manejo del riesgo en situaciones de desastres. Rodríguez, A., Berro, B., Valdés, O. & Quintana, I. (Eds.) La Habana, Cuba. La Habana: Editorial Ciencias Médicas. 104 p. ISBN: 978-959-212-774-6

**Sands, J. P., Brennan, L. A., Hernández, F., Kuvlesky Jr, W. P., Gallagher, J. F., Ruthven III, D. C. & Pittman III, J. E.** 2009. Impacts of buffelgrass (*Pennisetum ciliare*) on a forb community in south Texas. *Invasive Plant Science and Management*. 2 (2): 130-140.

**SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales).** 2008. *Compendio de Estadísticas Ambientales*. México D.F. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 358 p. ISBN: 978-968-817-910-9.

**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

**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.

**Tenorio, P.** 2001. *Pennisetum ciliare* (L.) Link. Fecha de actualización: 2001. Fecha de consulta: 30 de octubre de 2017

<http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/poaceae/pennisetum-ciliare/fichas/pagina1.htm>

**Thaxton, J. M., Cordell, S., Cabin, R. J. & Sandquist, D. R.** 2012. Non-native grass removal and shade increase soil moisture and seedling performance during hawaiian dry forest Restoration. *Restoration Ecology*. 20 (4): 475-482.

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

**Velasco, T. B. P.** 2009 Uso del suelo y vegetación Actualizado de las Tres Eco-regiones Prioritarias con Base en Imágenes de Satélite SPOT 2006-2007, Veracruz México: Comisión de Áreas Naturales Protegidas, Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. Informe Final. 45 p.

**Vibrans, H.** 2009. *Cynodon nlemfuensis* Vanderyst. Fecha de actualización: 22 de agosto de 2009. Fecha de consulta: 30 de octubre de 2017.

<http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/poaceae/cynodon-nlemfuensis/fichas/ficha.htm#4.%20Habitat>

**Vibrans, H.** 2012. Malezas de México. Fecha de actualización: 1 de febrero de 2016. Fecha de consulta: 14 de agosto de 2017.

<http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/2inicio/home-malezas-mexico.htm>

**Villaseñor J. L. & Espinosa, F. J.** 1998. Catálogo de malezas de México. México D.F. Universidad Nacional Autónoma de México, Consejo Nacional Consultivo Fitosanitario, Fondo de Cultura Económica. 448 p. ISBN: 978-968-1658-78-6

**Vitousek, P. M., Antonio, C. M., Loope, L. L., & Westbrooks, R.** 1996. Biological invasions as global environmental change. *American scientist*. 84 (5): 468-478.

**Wagner, W. L., Herbst, D. R. & Sohmer, S. H.** 1999. Manual of the flowering plants of Hawaii. Wagner, W.L., Herbst, D.R. & Sohmer, S. H. (Eds.) Hawaii, USA. University of Hawaii Press, Bishop Museum Press. 1942 p. ISBN: 978-0-8248-2166-1

**Weeds of Australia.** 2015. Weeds of Australia. Fecha de actualización: 2016. Fecha de consulta: 30 de octubre de 2017.

[http://keyserver.lucidcentral.org/weeds/data/03030800-0b07-490a-8d04-0605030c0f01/media/Html/search.html?zoom\\_query](http://keyserver.lucidcentral.org/weeds/data/03030800-0b07-490a-8d04-0605030c0f01/media/Html/search.html?zoom_query)

**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

## ANEXO

### Formato 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: \_\_\_\_\_

Tipo de ecotono: pastizal-humedal ☐ ☐ pastizal-selva ☐ ☐

Área afectada (m<sup>2</sup>): \_\_\_\_\_

Se observa ganado: Si ☐ ☐ No ☐ ☐

Tipo de ganado	Número de individuos

Especies nativas observadas: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Observaciones adicionales: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Nombre de los brigadistas: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_