

Proyecto GEF-Invasoras_ Servicio de consultoría para el control del pasto jaragua en cinco hectáreas afectadas por incendios forestales en los márgenes del humedal del Parque Nacional Cañón del Sumidero, e implementar acciones de restauración.

SERVICIO DE CONSULTORIA PARA EL CONTROL DEL PASTO JARAGUA (*Hyparrhenia rufa*) EN CINCO HECTÁREAS AFECTADAS POR INCENDIOS FORESTALES EN LOS MARGENES DEL HUMEDAL DEL PARQUE NACIONAL CAÑÓN DEL SUMIDERO E IMPLEMENTAR ACCIONES DE RESTAURACIÓN
Programa de restauración

Enero 2017



Entidad consultora: Asociación Mexicana de Profesionales Forestales AC. Sección Chiapas



Proyecto GEF-Invasoras_ Servicio de consultoría para el control del pasto jaragua en cinco hectáreas afectadas por incendios forestales en los márgenes del humedal del Parque Nacional Cañón del Sumidero, e implementar acciones de restauración.

Título: Servicio de consultoría para el control del pasto jaragua en cinco hectáreas afectadas por incendios forestales en los márgenes del humedal del Parque Nacional Cañón del Sumidero, e implementar acciones de restauración.

Objetivo: Reducir la expansión del pasto jaragua (*Hyparrhenia rufa*) en cinco hectáreas afectadas por incendios forestales en los márgenes del humedal del Parque Nacional Cañón del Sumidero, e implementar acciones de restauración con especies nativas.

Autores:

Ing. Antonio Borja Texocotitla
Ing. Mainor Alexander Chanona Sandoval
Biol. Salvador López Gutiérrez

Modo de citar el informe:

Borja Texocotitla Antonio; Chanona Sandoval Mainor Alexander, y López Gutiérrez Salvador. 2016. "Programa de restauración de una superficie de 5 hectáreas con presencia de pasto jaragua en los márgenes del humedal del Parque Nacional Cañón del Sumidero. Primer informe parcial dentro del proyecto GEF 089333 "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". Asociación Mexicana de Profesionales Forestales A.C. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. 24 pp.

Área de objeto del proyecto: Parque Nacional Cañón del Sumidero

Fecha de inicio del proyecto: octubre 2016

Fecha de término proyecto: junio 2017

Esta consultoría está ligada a las siguientes metas de la Estrategia Nacional de Especies Invasoras:

- 2.1 Prioridades acordadas para el control o erradicación de especies invasoras
- 2.2 Programas y planes de acción en operación para la erradicación, manejo de especies invasoras más nocivas y mitigación de sus impactos

Componente 2: Manejo Integral de EEL para proteger ecosistemas vulnerables de importancia global.

Índice

1.- Informe.....	5
2.- Introducción	5
3.- Antecedentes	6
3.1. Contexto de la problemática del área.....	6
3.2. Biología de la especie	7
3.2.1. Taxonomía.....	7
3.2.2. Descripción.....	8
3.2.3. Distribución	8
3.2.4. Usos y aprovechamiento.....	9
3.2.5. Manejo y control	9
4. Programa de trabajo de restauración	10
4.1. Área de estudio	10
4.1.1. Características de la vegetación.....	12
4.2. Metodología propuesta.....	13
4.2.1. Brecha cortafuego.....	14
4.2.2. Desmonte manual	15
4.2.3. Quemadas controladas	17
4.2.4. Eliminación de rizomas o tocones.....	18
4.2.5. Reforestación	18
4.2.5.1. Adquisición de las plantas	19
4.2.5.2. Adaptación de las plantas	20
4.2.5.3. Apertura de las cepas.....	20
4.2.5.4. Plantación.....	21
4.2.6. Construcción de obras de conservación de suelos	22
4.2.6.1. Cabeceo de cárcavas con piedras.....	22
4.2.7. Monitoreo	25
4.2.7.2. Extracción de rebrotes	28
5. Costo de las acciones por cada actividad.....	28
6. Literatura consultada	32

Índice de figuras

Figura 1: Pasto jaragua (<i>Hyparrhenia rufa</i>)	7
Figura 2: Mapa de distribución del pasto jaragua (<i>Hyparrhenia rufa</i>) como especie invasora en América del Norte, México y América Central.....	8
Figura 3: Mapa de ubicación de la zona de restauración de pasto jaragua (<i>Hyparrhenia rufa</i>) en los márgenes del humedal del Parque Nacional Cañón del Sumidero (PNCS).	11
Figura 4: Área donde se realizará la brecha cortafuego de los margenes del humedal del Parque Nacional Cañón del Sumidero (PNCS).	15
Figura 5: Desmonte manual de pasto jaragua (<i>Hyparrhenia rufa</i>) en los márgenes del humedal del Parque Nacional Cañón del Sumidero (PNCS).....	16
Figura 6: Huizache (<i>Acacia farnesiana</i>)	16
Figura 7: Pica pica (<i>Mucuna pruriens</i>)	16
Figura 8: Quema controlada de pastizales	17
Figura 9: Tocones de pasto jaragua (<i>Hyparrhenia rufa</i>) expuestos a la desecación por el sol	18
Figura 10: Ejemplo ilustrativo de plantación de tres bolillos.	21
Figura 11: Siembra de plantas de Cedro americano (<i>Cedrela odorata</i>) en cepas.....	22
Figura 12: Evaluación de cárcavas en el sitio de restauración	23
Figura 13: Cabeceo de cárcava.....	24
Figura 14: Orientación Norte	28
Figura 15: Orientación Sur	28
Figura 16: Orientación Oeste	28
Figura 17: Orientación Este	28

Índice de cuadros

Cuadro 1. Coordenadas geográficas en UTM del polígono a restaurar	11
Cuadro 2. Especies de plantas presentes en el Parque Nacional Cañón del Sumidero con alguna categoría de riesgo (NOM-059-SEMARNAT-2010).....	12
Cuadro 3. Especies a reforestar en las cinco hectáreas del área de control de (<i>Hyparrhenia rufa</i>) en el Parque Nacional Cañón del Sumidero.....	20
Cuadro 4. Coordenadas geográficas UTM del sitio de muestreo con la Línea Canfield	26
Cuadro 5. Formato de la toma de datos en campo de la Línea de Canfield	27
Cuadro 6. Costos de la implementación del proceso de restauración	29

1.- Informe

Programa de restauración que corresponde al producto 2 de los términos de referencia del proyecto: Servicio de consultoría para el control del pasto jaragua en cinco hectáreas afectadas por incendios forestales en los márgenes del humedal del Parque Nacional Cañón del Sumidero, e implementar acciones de restauración.

2.- Introducción

La introducción de Especies Exóticas Invasoras (EEI) en los ecosistemas, es considerada la segunda causa de pérdida de biodiversidad en el mundo. Para que México logre conservar y usar sustentablemente su patrimonio natural, es necesario revertir las tendencias de deterioro y frenar los factores de presión que amenazan la biodiversidad. Por ello, es importante prevenir la introducción de especies exóticas o no nativas que pueden llegar a establecerse y causar graves desequilibrios ecológicos, así como el manejo, control y erradicación de aquellas especies que se han vuelto invasoras.

En el Parque Nacional Cañón del Sumidero, la cercanía de los centros de población de Tuxtla Gutiérrez y Chiapa de Corzo, han favorecido el establecimiento de asentamientos humanos irregulares, trayendo consigo diversas problemáticas y presión sobre los recursos naturales, específicamente cambio de uso de suelo y su consecuente pérdida de cobertura vegetal, así como la introducción de especies exóticas invasoras al interior del Parque (CONANP, 2008).

Desde 2008 el Parque Nacional se ha involucrado en el tema de las EEI, estableciendo y manteniendo entre sus prioridades, diversas acciones y programas al respecto, como la actualización de un inventario sobre las especie exóticas invasoras presentes en el área, control de fauna feral (Perros) y la erradicación de Ciprés (*Cupressus lindleyii*), con financiamiento del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) y del Programa de Conservación de Especies en Riesgo (PROCER).

Actualmente se encuentran un total de 39 Especies Exóticas Invasoras, 22 de flora y 17 de fauna; 12 especies nativas con comportamiento. Entre los que destacan la presencia de

pastos exóticos, que se han establecido a largo de los años por los continuos procesos de cambio de uso de suelo y prácticamente, han reemplazado la cubierta vegetal nativa y han modificado los regímenes de incendio en la región.

Muchos pastos invasores han expandido sus áreas de distribución en distintas partes del mundo a expensas de pastizales y bosques nativos, generalmente facilitados por la remoción de vegetación, fuegos recurrentes y el pastoreo de ganado, inducidos por los humanos. Entre las especies que destacan está el zacate buffel (*Pennisetum ciliare*), el zacate llanero (*Andropogon gayanus*), el zacate Tanzania (*Panicum máximum*) y el zacate jaragua (*Hyparrhenia rufa*). Estos pastos se introdujeron a México intencionalmente por la disponibilidad de tecnologías para su cultivo y se han utilizado para el control de la erosión, la estabilización de orillas de carreteras y canales o para forraje de ganado. En general son especies con facilidad de adaptación, rápido crecimiento, resistencia a la sequía y alta productividad de biomasa. Su dispersión en ecosistemas nativos se dio en relativamente pocos años en los que prácticamente ha reemplazado la cubierta vegetal nativa y modificado los regímenes de incendios en la región (Arriaga *et al.*, 2004), incrementando la intensidad o frecuencia de incendios, a los cuales las especies nativas más importantes o clave no están adaptadas.

Con mucha frecuencia las poblaciones de especies nativas no pueden recuperarse espontánea y naturalmente luego de realizar acciones de erradicación. En estos casos puede requerirse intervención adicional para apoyar la recuperación o restauración del ecosistema. En este contexto, el presente documento propone un programa de restauración de una superficie de cinco hectáreas con presencia de pasto jaragua (*Hyparrhenia rufa*) en los márgenes del humedal del Parque Nacional Cañón del Sumidero, el cual plantea acciones de control, manejo, protección y restauración del hábitat afectado por esta especie, para mantener la diversidad de la vida silvestre y del paisaje.

3.- Antecedentes

3.1. Contexto de la problemática del área

En el Parque Nacional Cañón del Sumidero (PNCS), se han establecido numerosas especies de pastos exóticos invasores en los últimos años. Los continuos procesos de cambio de uso de suelo han permitido la introducción y el establecimiento de estas especies que, prácticamente, han reemplazado la cubierta vegetal nativa y han modificado los regímenes de incendio en la región. Tan solo en lo que va de 2016, en el margen del

Proyecto GEF-Invasoras_ Servicio de consultoría para el control del pasto jaragua en cinco hectáreas afectadas por incendios forestales en los márgenes del humedal del Parque Nacional Cañón del Sumidero, e implementar acciones de restauración.

humedal se han suscitado tres incendios en un periodo de dos meses afectando varias hectáreas de selva baja caducifolia.

En los últimos cinco años, el Parque Nacional, ha incrementado esfuerzos y recursos para la atención oportuna de los incendios, sin embargo continua ocurriendo, debido a la expansión de los pasto tras varios ciclos de quema, desplazando progresivamente a las especies nativas, más sensibles al fuego (Hernández, 2016).

Por lo que uno de los objetivos fundamentales del Programa de restauración es el control del pasto jaragua (*Hyparrhenia rufa*), y la restauración del área invadida mediante la reforestación y restauración de suelos, para favorecer el proceso de la recuperación de la diversidad biológica, de los ecosistemas y de los servicios ambientales del Parque Nacional.

3.2. Biología de la especie



Figura 1. Pasto jaragua (*Hyparrhenia rufa*)
Fotografías: Salvador López Gutiérrez (2016)

3.2.1. Taxonomía

Clase: Monocotiledónea

Orden: Cyperales

Familia: Poaceae

Género: *Hyparrhenia*

Especie: *Hyparrhenia rufa*

3.2.2. Descripción

Es un pasto perenne, erecto de desarrollo rápido y muy rústico, tiende a formar macollas altas cuando se dejan crecer libremente y cuando está en la época de floración alcanza cerca de los tres metros, no produce rizomas ni estolones, encontrándose entre 30 y 40 tallos cilíndricos, erguidos. Posee hojas largas y delgadas, algo ásperas en los bordes y miden de 2 a 8 mm de ancho (Figura 1) (CABI, 2016).

Se reproduce de forma sexual por semillas y también de forma asexual por esquejes.

3.2.3. Distribución

Es nativa de África tropical, y meridional. Se ha introducido en regiones de América tropical y Asia para desarrollar la producción ganadera (Clayton *et al.*, 2006). Actualmente se encuentra distribuida en los trópicos del mundo, ha sido reportada desde el nivel del mar hasta los 2000 m de altitud. Se encuentra en Florida (Estados Unidos), México y América Central (Figura 2).

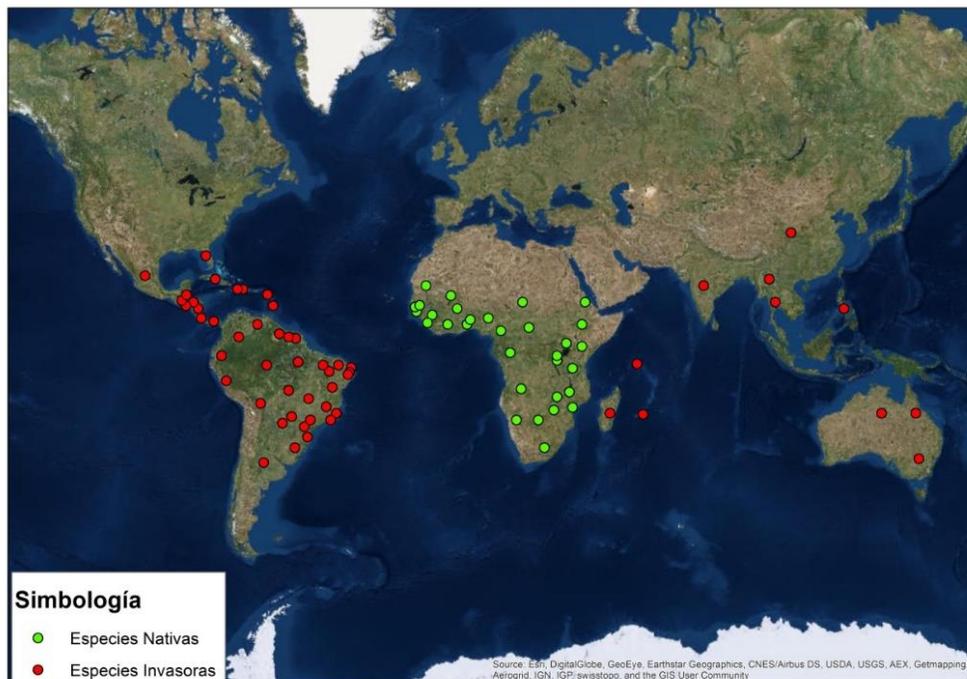


Figura 2. Mapa de distribución del pasto jaragua (*Hyparrhenia rufa*) como especie invasora en América del Norte, México y América Central.

Tomado y modificado de CABI, 2016.

3.2.4. Usos y aprovechamiento

El riesgo de introducción de pasto jaragua (*Hyparrhenia rufa*) es muy alto. Este pasto ha sido intencionalmente introducido repetidamente en regiones tropicales y subtropicales para ser utilizado como forraje, heno y ensilaje (FAO, 2014). Se ha escapado del cultivo y rápidamente se ha naturalizado en áreas naturales donde coloniza nuevas áreas formando montes densos y desplazando vegetación nativa. Esta especie tiene alta tolerancia a la sequía, el pastoreo y el fuego, así como a la actividad alelopática, lo que le da una alta capacidad de invasión de nuevas áreas y ventaja sobre las especies nativas (D'Antonio y Vitousek, 1992; Williams y Baruch, 2000; Starr et al., 2003; Queensland Department of Primary Industries and Fisheries, 2011).

Su comportamiento invasor se debe a que produce abundantes semillas y se propaga rápidamente después de un período de quema (adaptación), lo que las hace establecerse con mayor frecuencia tras varios ciclos de quema, desplazando progresivamente a las especies nativas.

En América Central, (*Hyparrhenia rufa*) ha recibido la mayor atención, ya que cuando no está muy pastoreado, forma macollos altos y densos que arden con mayor intensidad y rapidez que los pastizales nativos (D'Antonio y Vitousek, 1992). Los incendios de (*Hyparrhenia rufa*) pueden arder en bosques tropicales sucesivos e incluso intactos y representar una seria amenaza para la preservación de ecosistemas secos (D 'Antonio y Vitousek, 1992, Williams y Baruch, 2000, I3N-Brasil, 2014, IABIN, 2014). Además, en Brasil, Colombia y Venezuela, las invasiones de *Hyparrhenia* han desplazado pastos nativos como *Trachypogon spicatus* (D'Antonio y Vitousek, 1992; Williams y Baruch, 2000).

3.2.5. Manejo y control

Existen diferentes métodos de control entre ellos:

- 1) El uso del fuego, que consiste en provocar la quema de la parte aérea de la planta (tallo y hojas), pero no se logra eliminar el rizoma.
- 2) El eliminar la parte aérea de la planta mediante la poda con el uso de tijeras o machetes realizando cortes de tallos a una altura de 4 cm sobre la superficie del suelo.

- 3) La captura o recubrimiento es otra técnica del método mecánico que consiste en doblar o cortar el carrizo lo más cerca de la superficie del suelo y colocar un plástico negro durante dos o cuatro meses con el objeto de que no deje pasar la luz solar y se eliminen las plantas, sin embargo, no es recomendable debido a que el plástico a utilizar es muy costoso (CONANP y FMCN, 2015).
- 4) La mejor manera de controlar al pasto jaragua (*Hyparrhenia rufa*) es cuando aún las plantas están pequeñas, ya que pueden excavar a mano. También se puede controlar con una aplicación foliar de 2% de Glifostato (Starr *et al.*, 2003). Para ambos tratamientos, debido a que las semillas persisten en el suelo, son necesarios controles de seguimiento.

4. Programa de trabajo de restauración

4.1. Área de estudio

El Parque Nacional Cañón del Sumidero (PNCS) se ubica al suroeste del estado de Chiapas, México, en la región económica Centro, es cruzado por el Río Grijalva en una extensión aproximada de 32 kilómetros, geográficamente se sitúa entre los 16° 44' 00" y 16° 56' 00" de latitud norte y los 93° 00' y 93° 11' de longitud oeste (CONANP, 2008).

Proyecto GEF-Invasoras_ Servicio de consultoría para el control del pasto jaragua en cinco hectáreas afectadas por incendios forestales en los márgenes del humedal del Parque Nacional Cañón del Sumidero, e implementar acciones de restauración.

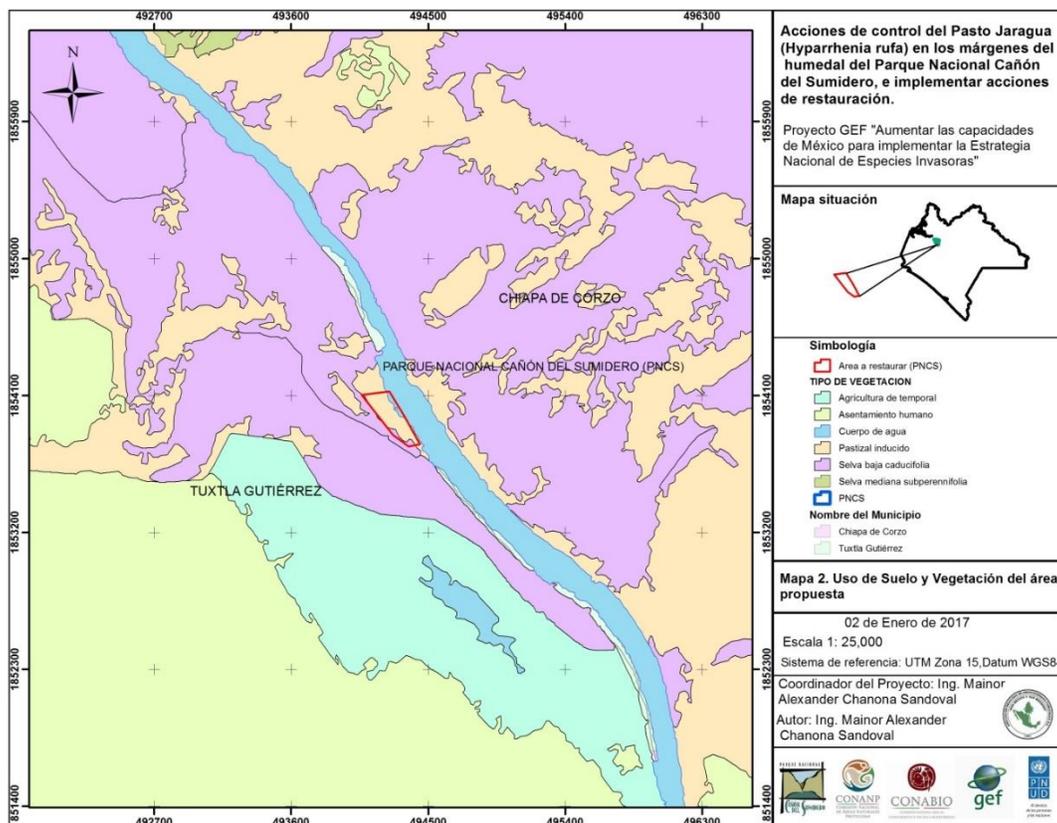


Figura 3. Mapa de ubicación de la zona de restauración de pasto jaragua (*Hyparrhenia rufa*) en los márgenes del humedal del Parque Nacional Cañón del Sumidero (PNCS).

Fuente: Mainor A. Chanona Sandoval.

Cuadro 1. Coordenadas geográficas en UTM del polígono a restaurar

No. del Vértice	Coordenadas UTM (X)	Coordenada UTM (Y)
1	494459	1853751
2	494445	1853744
3	494422	1853764
4	494489	1853774
5	494338	1853793
6	494314	1853813
7	494342	1853840
8	494330	1853854
9	494354	1853882

Los trabajos de restauración se realizarán en la zona del humedal del Parque Nacional, la forma de acceso al sitio es por el río Grijalva aproximadamente a 4.2 kilómetros río abajo hasta llegar a la desembocadura del Río Sabinal, margen izquierda, se ubica en las siguientes coordenadas geográficas UTM (Figura 3) (Cuadro 1).

Proyecto GEF-Invasoras_ Servicio de consultoría para el control del pasto jaragua en cinco hectáreas afectadas por incendios forestales en los márgenes del humedal del Parque Nacional Cañón del Sumidero, e implementar acciones de restauración.

4.1.1. Características de la vegetación

El listado florístico incluye 68 especies de plantas vasculares, de las cuales dos están en peligro de extinción, catorce están amenazadas, y tres bajo protección especial, además cinco son de distribución endémica para México. En total 19 se encuentran bajo alguna categoría de riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010. Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo (DOF 13-02-2002) (CONANP, 2008).

Cuadro 2. Especies de plantas presentes en el Parque Nacional Cañón del Sumidero con alguna categoría de riesgo (NOM-059-SEMARNAT-2010).

FAMILIA	GENERO	ESPECIE	NOMBRE COMUN	NOM-59-SEMARNAT-2010	DISTRIBUCIÓN
Arecaceae	<i>Chamaedorea</i>	<i>glaucifolia</i>	Camedor despeinado	Peligro de extinción	Endémica a México
Lauraceae	<i>Litsea</i>	<i>glaucescens Kunth</i>		Peligro de extinción	
Anacardiaceae	<i>Astronium</i>	<i>graveolens (Jacq)</i>		Amenazada	
Araceae	<i>Monstera</i>	<i>tuberculata</i>		Amenazada	
Arecaceae	<i>Chamaedorea</i>	<i>arenbergiana</i>	Camedor tepejilote	Amenazada	
Arecaceae	<i>Chamaedorea</i>	<i>ernesti-augusti (Wendl)</i>	Camedor chapana	Amenazada	
Arecaceae	<i>Chamaedorea</i>	<i>stolonifera</i>	Camedor chibh	Amenazada	Endémica a México
Bignoniaceae	<i>Tabebuia</i>	<i>chrysantha</i>		Amenazada	
Bromeliaceae	<i>Tillandsia</i>	<i>concolor</i>	Tillandsia color parejo	Amenazada	
Bromeliaceae	<i>Tillandsia</i>	<i>seleriana</i>	Tillandsia de Seler	Amenazada	
Bromeliaceae	<i>Tillandsia</i>	<i>tricolor</i>	Tillandsia tricolor	Amenazada	
Burseraceae	<i>Bursera</i>	<i>arborea</i>		Amenazada	Endémica a México
Nolinaceae	<i>Beaucarnea</i>	<i>goldmanii</i>	Soyate de corcho	Amenazada	Endémica a México
Orchidaceae	<i>Guarianthe</i>	<i>skinneri</i>	Cattleya Candelaria, guaria morada	Amenazada	
Sapotaceae	<i>Sideroxylon</i>	<i>capiri (A. DC.)</i>		Amenazada	
Zamiaceae	<i>Ceratozamia</i>	<i>robusta</i>	Costilla de león, piña del monte,	Amenazada	Endémica a México
Arecaceae	<i>Brahea</i>	<i>nitida</i>	Palma pitshan	Protección	

Proyecto GEF-Invasoras_ Servicio de consultoría para el control del pasto jaragua en cinco hectáreas afectadas por incendios forestales en los márgenes del humedal del Parque Nacional Cañón del Sumidero, e implementar acciones de restauración.

				especial
Bromeliaceae	<i>Catopsis</i>	<i>berteroniana</i>	Catopsis de Bertero	Protección especial
Orchidacea	<i>Sarcoglottis</i>	<i>cerina</i>		Protección especial

Los tipos de vegetación del Parque Nacional Cañón del Sumidero de acuerdo a la clasificación de Miranda y Hernández (1963), se definen como selva mediana subcaducifolia, selva baja caducifolia, selva mediana perennifolia, bosque de pino, bosque de encino, pastizal inducido, vegetación cracicaule, vegetación riparia y vegetación secundaria (CONANP, 2008).

El tipo de vegetación de interés para este proyecto es el pastizal inducido en 5 hectáreas, especialmente el pasto jaragua (*Hyparrhenia rufa*).

4.1.1.1. Pastizal Inducido (PI)

Este tipo de vegetación se observa en las laderas norte y sur del Cañón asociada con vegetación secundaria de diferentes edades donde prospera el Candox (*Tecoma stans*) Cuchunuc (*Gliricidia sepium*) Flor de mayo (*Plumeria rubra*) e Ishcanal (*Acacia collinsii*).

En el pasado estas áreas estuvieron sometidas a incendios frecuentes a causa de las prácticas de cultivo (roza-tumba-quema). El pastizal inducido surge cuando es eliminada la vegetación original, en áreas agrícolas abandonadas o bien como producto de áreas que se incendian con frecuencia, en todos los casos el grado de influencia de actividades antropogénicas es muy variable y de difícil estimación. En el Parque ocupa una superficie aproximadamente de 6,539 ha (26.48%) del total del polígono.

4.2. Metodología propuesta

El programa de restauración de una superficie de cinco hectáreas está basado en la experiencia que se tuvo en Coahuila en el Área de Protección de Flora y Fauna Cuatrociénegas, en la que con el uso de varias técnicas se erradicó el carrizo gigante (*Arundo donax*). En este proyecto se realizarán diferentes acciones las cuales cumplirán con el objetivo de la erradicación del pasto jaragua (*Hyparrhenia rufa*) y la restauración de cinco hectáreas del Parque Nacional Cañón del Sumidero. Se construirá una brecha corta fuego en el perímetro del sitio, se realizará desmonte manual, quemas controladas del

Proyecto GEF-Invasoras_ Servicio de consultoría para el control del pasto jaragua en cinco hectáreas afectadas por incendios forestales en los márgenes del humedal del Parque Nacional Cañón del Sumidero, e implementar acciones de restauración.

desmonte, arrancado de tocones o rizomas, construcción de obras de conservación de suelo, reforestación con especies nativas, mantenimiento a la reforestación y eliminación de nuevos brotes de pasto jaragua.

4.2.1. Brecha cortafuego

Con el uso de machetes, talachos, coas, azadones y rastrillos, se eliminará y retirará la vegetación en el perímetro de las cinco hectáreas (Figura 4). La brecha cortafuego tendrá el largo de 720 m aproximadamente, con un ancho de tres metros como mínimo, para proteger el área contra incendios, considerando que el fuego se propaga de manera horizontal sobre la superficie del suelo, se eliminará la vegetación, quedando la superficie libre de material vegetal que pueda servir como combustible, así también para evitar la propagación del fuego de manera vertical, se eliminarán las ramas y restos vegetales que crucen del lindero de una parcela a otra, con esto se estará garantizando el buen funcionamiento de la brecha cortafuego, se realizará en el suelo una excavación de 5 cm de profundidad eliminando ramas y raíces superficiales para evitar los incendios subterráneos.

Proyecto GEF-Invasoras_ Servicio de consultoría para el control del pasto jaragua en cinco hectáreas afectadas por incendios forestales en los márgenes del humedal del Parque Nacional Cañón del Sumidero, e implementar acciones de restauración.



Figura 4. Área donde se realizará la brecha cortafuego de los márgenes del humedal del Parque Nacional Cañón del Sumidero (PNCS).

Fuente: Mainor A. Chanona Sandoval (2016)

4.2.2. Desmonte manual

Se realizarán cortes de los tallos del pasto jaragua (*Hyparrhenia rufa*) a una altura de 10 centímetros sobre la superficie del suelo, se ejecutará con el uso de machetes y azadones, El proceso consistirá en eliminar todo el pasto jaragua en espacios de una hectárea. Una vez concluida la poda se procederá a construir una brecha cortafuego hasta el límite de la podadura y realizar una quema controlada del material vegetal muerto. Posteriormente se continuará desmontando la siguiente hectárea; se delimitará y se quemará, así sucesivamente hasta concluir con las cinco hectáreas, dependiendo de la densidad del pasto se pretende utilizar 100 jornales (Figura 5).

Proyecto GEF-Invasoras_ Servicio de consultoría para el control del pasto jaragua en cinco hectáreas afectadas por incendios forestales en los márgenes del humedal del Parque Nacional Cañón del Sumidero, e implementar acciones de restauración.



Figura 5. Desmonte manual de pasto jaragua (*Hyparrhenia rufa*) en los márgenes del humedal del Parque Nacional Cañón del Sumidero (PNCS).

Fotografía: Salvador López Gutiérrez (2016)

Conservando en el sitio las especies vegetales nativas como huisaches (*Acacia farnesiana*); Guanacaste (*Enterolobium cyclocarpum*); cedros (*Cedrela odorata*); caulotes (*Guazuma ulmifolia*); pica pica (*Mucuna pruriens*), entre otros (Figura 6 y 7).



Figura 6. Huizache (*Acacia farnesiana*)

Fotografías: Salvador López Gutiérrez



Figura 7. Pica pica (*Mucuna pruriens*)

4.2.3. Quemadas controladas

Una quema controlada es el uso del fuego de forma segura y planificada, manteniéndolo bajo control dentro de un área determinada, es una de las alternativas directas para prevenir incendios forestales. Las quemadas controladas son un apoyo viable y económico dentro del control y erradicación de especies invasoras como es el caso del pasto jaragua (Ibarnegaray & Pinto, 2013).

Con el objeto de eliminar el material vegetal combustible y evitar que el pasto jaragua vuelva a brotar, se realizarán quemadas controladas seccionando el área en cinco parcelas de una hectárea (Figura 6).



Figura 8. Quema controlada de pastizales

Fotografía: Salvador López Gutiérrez

Material a emplear: brigada contra incendios (10), cerillos, machetes, azadones, rastrillos, talachos, bombas aspersora de mochila.

Como medidas de seguridad será necesario:

1. Habilitar las brechas cortafuego antes de realizar la quema para evitar que el fuego pase a otras áreas.
2. Realizar la quema en las primeras horas del día.
3. Que la brigada contra incendios cuente con el equipo y herramienta necesaria.

Proyecto GEF-Invasoras_ Servicio de consultoría para el control del pasto jaragua en cinco hectáreas afectadas por incendios forestales en los márgenes del humedal del Parque Nacional Cañón del Sumidero, e implementar acciones de restauración.

4. Considerando que la pendiente del suelo en el área en cuestión es de menos del 10%, se podrá aplicar la técnica de “Quema por fajas” la cual es utilizada en pastizales; consistirá en establecer líneas de encendido en varias fajas en contra de la dirección del viento, el cual, es fácil de controlar.
5. Al final de la quema nos aseguraremos de apagar todas las brasas para evitar un incendio.

4.2.4. Eliminación de rizomas o tocones

Los rizomas del pasto jaragua forma nudos entrelazados en todas direcciones y constituyen una capa de 10 cm de grosor, posterior a la quema del pasto seco, se realizará la extracción con el uso de talachos, coas, azadones y rastrillos, se arrancarán todos exponiendo los rizomas a la desecación por el sol; se estima una abundancia superior a 3,600 por hectárea (Figura 9).



Figura 9. Tocones de pasto jaragua (*Hyparrhenia rufa*) expuestos a la desecación por el sol.
Fotografía: Salvador López Gutiérrez

4.2.5. Reforestación

La restauración ecológica tiene como objetivo primordial la recuperación integral de un ecosistema que se encuentra parcial o totalmente degradado, en cuanto a su estructura vegetal, composición de especies, funcionalidad y autosuficiencia, hasta llevarlo a condiciones semejantes a las presentadas originalmente, sin excluir el hecho de que se

trata de un sistema dinámico (Meffé y Carroll, 1994, citados por Márquez-Huitzil, 2005). Todas las estrategias encaminadas a la restauración deben partir del manejo integral de la biodiversidad considerando los procesos y funciones ecológicas iniciales. Por lo cual no bastará con identificar y terminar con los factores que provocan la degradación, también es necesario ayudar a revertirla mediante estrategias como la reforestación, la biorremediación, las obras de conservación de suelo, frenar la propagación de especies invasoras y la zonificación para detener el cambio de uso de suelo, entre otras. (Venegas López, 2016).

De esta forma, los proyectos de restauración deben considerar la sucesión ecológica, determinar la presencia/ausencia de bancos de semillas, elegir las prácticas más adecuadas en función del contexto del ecosistema y optar por el uso de especies nativas.

En relación a la afectación a la vegetación natural por el pasto jaragua (*Hyparrhenia rufa*) en cinco hectáreas del PNCS, se describe el siguiente procedimiento que contempla la siembra de ciertas especies de plántulas como una medida compensatoria al impacto negativo a la vegetación y al suelo, logrando en cierta forma recuperar la calidad paisajística del sitio y de sus alrededores.

4.2.5.1. Adquisición de las plantas

Se eligieron especies características de la región, las plantas se comprarán en el Vivero “Las Estaciones” (instancia productora suscrita con la Comisión Nacional Forestal, CONAFOR), ubicada en Km 7 Ribera monte Rico, Municipio de Chiapa de Corzo, Chiapas, a 28 km del sitio de interés. La producción de la planta será en contenedores. La supervisión de los estándares de calidad de la planta (lignificación, vigor, integridad de la planta, sanidad, entre otras) se realizará en 3 visitas de seguimiento técnico al vivero, el costo promedio por planta es de \$4.00 MXN (cuatro pesos (Cuadro 3)).

El presente programa de reforestación utilizará especies nativas con el objetivo de recrear una cobertura vegetal similar a la que puede encontrarse en las áreas naturales cercanas. A continuación se presenta un listado de las especies a establecer:

Proyecto GEF-Invasoras_ Servicio de consultoría para el control del pasto jaragua en cinco hectáreas afectadas por incendios forestales en los márgenes del humedal del Parque Nacional Cañón del Sumidero, e implementar acciones de restauración.

Cuadro 3. Especies a reforestar en las cinco hectáreas del área de control de (*Hyparrhenia rufa*) en el Parque Nacional Cañón del Sumidero

REFORESTACION						
Especies	Unidad de medida	Cantidad de planta/ha	Superficie (ha)	Total de planta	Distribucion de planta %	Altura de la planta cm
<i>Cedrela odorata</i> (Cedro)	Planta	222	5	1110	20%	25-35
<i>Enterolobium cyclocarpum</i> (Guanacastle)	Planta	211	5	1055	19%	25-35
<i>Ceiba pentandra</i> (Ceiba)	Planta	211	5	1055	19%	25-35
<i>Cordia alliodora</i> (bojon)	Planta	211	5	1055	19%	25-35
<i>Tabebuia rosea</i> (Matilishuate)	Planta	156	5	780	14%	25-35
<i>Taxodium mucronatun</i> (Sabino)	Planta	100	5	500	9%	25-35
TOTAL		1111		5555	100%	

4.2.5.2. Adaptación de las plantas

Una vez adquiridas las plantas, con el propósito de asegurar su desarrollo, estas se dispondrán una semana en el sitio, a fin de adaptarlas a las condiciones del clima local (aclimatación). Aún en sus bolsas negras (contenedor), se deberá realizar un regado de forma manual para evitar su marchitamiento.

4.2.5.3. Apertura de las cepas

La apertura de las cepas se llevara a cabo de forma manual con una pala recta, teniendo las siguientes dimensiones de 25 cm de diámetro y de 30 cm. de profundidad. Debiendo tener cuidado de separar la capa superficial del suelo para colocarlo en el fondo del hoyo al momento de plantar, el arreglo topológico será de tres bolillos a una distancia de aproximadamente 3 m x 3 m entre planta y planta, con este tipo de diseño se logra minimizar el arrastre de suelo y a su vez aprovechar los escurrimientos (Figura 10) (CONAFOR, 2014).

Fórmula para determinar la densidad tres bolillo:

$$Np/ha= 10,000 m^2/d^2$$

Ejemplo de la determinación del número de plantas/ha en tres bolillo:

$$Np/ha = 10,000/3 \times 3 = 1,111 \text{ plantas/ha}$$

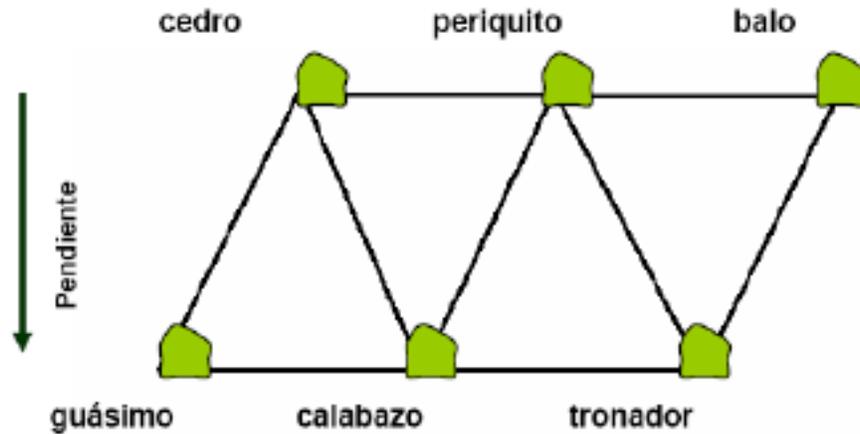


Figura 10. Ejemplo ilustrativo de plantación de tres bolillos.
Fuente: CONAFOR, 2014

4.2.5.4. Plantación

La siembra de las plantas de preferencia debe realizarse en la mañana o por las tarde, cuando la temperatura no es muy elevada lo cual evita su marchitamiento, se deberá seguir el siguiente procedimiento:

1. Al momento de la plantación se debe mezclar con materia orgánica (aproximadamente el 25%) el sustrato extraído del hoyo y comenzar a llenarlo.
2. Se debe colocar la plántula y llenar los espacios laterales con el sustrato, procurando que no queden bolsas de aire y que el sustrato quede bien compacto.
3. La planta no debe permanecer hundida o bajo el nivel de suelo, sino que debe quedar al mismo nivel.
4. Cuando las plantas estén en bolsa, debe retirarse con mucho cuidado para evitar que el sustrato se deshaga.
5. Cuando las plantas están a raíz desnuda, es importante verificar que las raíces no queden dobladas
6. Antes de sembrar es importante verificar que los hoyos no se encuentren saturados de agua

Una vez sembradas todas las plantas en sus respectivas cepas se les proporcionará humedecimiento mediante regado manual (Figura 11).

Proyecto GEF-Invasoras_ Servicio de consultoría para el control del pasto jaragua en cinco hectáreas afectadas por incendios forestales en los márgenes del humedal del Parque Nacional Cañón del Sumidero, e implementar acciones de restauración.



Figura 11. Siembra de plantas de Cedro americano (*Cedrela odorata*) en cepas.
Fotografía: Salvador López Gutiérrez

4.2.6. Construcción de obras de conservación de suelos

Las obras de hidrología destinadas a la protección, conservación y restauración de cuencas son prácticas o tratamientos mecánicos y/o manuales; en las que se hace uso de materiales como el propio suelo, las rocas, la vegetación y sus residuos (troncos, ramas) y algunos otros de carácter comercial. Tienen por objetivo retener suelo y sedimentos, impedir la formación de cárcavas, atenuar las laderas accidentadas, captar e infiltrar agua de lluvia, reducir la velocidad de los escurrimientos, incrementar la humedad del suelo, mejorar la calidad del agua y reducir el impacto del viento (Venegas López, 2016).

4.2.6.1. Cabeceo de cárcavas con piedras

Proceso mediante el cual se realizarán acciones en la parte inicial de una cárcava para evitar su crecimiento en longitud aguas arriba, consistirá en el recubrimiento con material inerte como piedras, que tiene la finalidad de disminuir la inclinación de la entrada de la escorrentía en la cárcava, además de proteger el suelo después del recubrimiento del talud para amortiguar la energía de caída de la corriente.

El diseño del cabeceo de cárcavas se enfoca a disminuir la pendiente de entrada a la cárcava, que comúnmente es de 90 grados, a una pendiente que no cause erosión, la cual se ha estimado en ángulos de inclinación menores a 45 grados (Figura 12).



Figura 12. Evaluación de cárcavas en el sitio restauración.

Fotografía: Salvador López Gutiérrez

4.2.6.1.1. Proceso de construcción:

- 1) Para la realización del cabeceo primero se marcará mediante estacas la parte de la cárcava donde se concentran los escurrimientos, con el fin de realizar los cálculos necesarios para dar la correcta inclinación al talud.
- 2) Se medirá la pendiente o grado de inclinación del talud y dependiendo de la profundidad de la cárcava se definirá el grado de inclinación a que se despalmará el talud, siendo normalmente de 2:1 pero pueden practicarse taludes de 0.5:1, 1:1 o 3:1, entre otros.
- 3) En cuanto a las características del suelo, los suelos estables pueden tener mayor inclinación y los arenosos poco estables deben tener menor inclinación.
- 4) Para conocer la distancia en el nivel del piso hasta donde se realizará un despalme con inclinación 2:1 se debe medir la altura de la cárcava (h) hasta donde inicia el talud (base) hasta el nivel del piso aguas arriba de manera vertical. En este caso se multiplica por dos y así se obtiene la distancia horizontal (d).

- 5) Luego se llevará a cabo el despalme mediante pico, barreta, pala u otro instrumento manual. En caso de que la cárcava sea muy profunda, se construirá un escalón para facilitar los trabajos.
- 6) Después se procederá a la colocación del recubrimiento (piedras o material vegetal muerto) en toda la superficie del talud de la cárcava.
- 7) Es conveniente prolongar el recubrimiento en la parte del fondo de la cárcava hasta un tercio de la longitud del talud despalmado para evitar el golpeteo directo sobre el suelo de la corriente del agua (Figura 13).



Figura 13. Cabeceo de cárcava.

Fuente: tomado de Hidráulica Inca, 2016.

4.2.6.1.2. Presas de morillos:

Las presas de morillos son estructuras conformadas con postes o troncos de diámetros mayores a 10 centímetros, se construye en sentido transversal a la dirección del flujo de corrientes superficiales para el control de azolves (CONAFOR, 2014).

Proceso de construcción:

- 1) La construcción se inicia colocando una hilera de postes o morillos (con un corte en forma de punta en uno de los extremos para que puedan anclarse fácilmente al suelo) separados cada 0.80 metros en sentido transversal a la cárcava y anclados al suelo a una profundidad aproximada de un metro.
- 2) Una vez colocada la hilera de morillos, se procede a construir una zanja en la base y paredes laterales de la cárcava para empotrar la estructura.

- 3) Luego se colocan morillos a lo largo de la zanja excavada, sujetando uno sobre otro con la ayuda de alambre, clavos u otro material resistente para fijar la presa.
- 4) El empotramiento o anclado de morillos en las partes laterales de la cárcava deberá quedar asegurado, de tal manera que se evite que los escurrimientos socaven las partes laterales de la presa y afecten su funcionamiento.
- 5) Es recomendable compactar el suelo circundante a la presa de morillos y colocar el material obtenido de las zanjas aguas arriba, para proporcionar mayor estabilidad a la estructura.
- 6) Es importante también realizar un corte en la parte central del muro para formar un vertedor que controle el flujo del agua (de un tercio de la longitud transversal).
- 7) Con el fin de proteger el fondo de la cárcava de la erosión hídrica provocada por la caída de agua que pasa por el vertedor y para mantener la estabilidad de la presa, se construirá un delantal con piedra acomodada.

4.2.7. Monitoreo

Durante el periodo de ejecución del proyecto, se llevaran a cabo evaluaciones periódicas de los recursos del sitio y su evolución, así como la funcionalidad de las obras, incremento en la cubierta del suelo, retención de sedimentos, apoyado con muestreos con métodos como la Línea Canfield (Cuadro 5). Se evaluará la cubierta vegetal horizontal y vertical, suelo desnudo, regeneración natural y efecto de la obras de conservación de suelos.

Se establecerán:

- Una banderilla indicando el punto. Se tomará la ubicación en coordenadas geográficas con la ayuda del GPS y se harán fotos para conocer la evolución del sitio.
- Se realizará el levantamiento de datos de vegetación a través de la línea de Canfield, tirando una cinta de 100 metros, anotando el rumbo y enlistando lo encontrado a cada metro, tipo de vegetación, especies encontradas, suelo desnudo, rocas, hojarasca, etc.
- Se establecerá una varilla con rondana de acuerdo al método de clavos y rondanas para monitorear los cambios en la profundidad del suelo y la erosión.

4.2.7.1. Evaluación de sitios

Se deberán evaluar los sitios controlados al menos una vez al año, los datos a medir son:

- a) Superficie con presencia de rebrotes de pasto.
- b) Cobertura por metro cuadrado y densidad de plantas.

Proyecto GEF-Invasoras_ Servicio de consultoría para el control del pasto jaragua en cinco hectáreas afectadas por incendios forestales en los márgenes del humedal del Parque Nacional Cañón del Sumidero, e implementar acciones de restauración.

Levantamiento de datos de vegetación Línea de Canfield, con rumbo Norte a sur, para determinar la evolución de la vegetación con las actividades de restauración.

Cuadro 4. Coordenadas geográficas UTM del sitio de muestreo con la Línea Canfield

	Coordenadas UTM (X)	Coordenadas UTM (Y)
Inicial (Norte)	494156	1854077
Final (Sur)	494215	1853999

Los datos deben registrarse en una base de datos por sitio con el fin de comparar la efectividad de la técnica utilizada en el control.

Proyecto GEF-Invasoras_ Servicio de consultoría para el control del pasto jaragua en cinco hectáreas afectadas por incendios forestales en los márgenes del humedal del Parque Nacional Cañón del Sumidero, e implementar acciones de restauración.

Cuadro 5. Formato de la toma de datos en campo de la Línea de Canfield

DATOS DE CAMPO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA ESTRUCTURA Y COMPOSICIÓN DE LA VEGETACIÓN					
Línea de Canfield					
Estado:			Municipio:		
Predio:			Paraje:		
Estructura:			Altitud:		
Exposición:			Latitud Norte:		
Pendiente %:			Longitud Oeste:		
Ecosistema:			No. De transecto:		
Responsable:			Tipo de sitio:		
Propietario:			Fecha:		
Lecturas de Dosel		<i>Cielo Abierto</i>		<i>Hoja - Rama</i>	
Claves		C		H	
Lecturas en tierra		<i>Vegetación</i>		<i>Hojarasca</i>	<i>Suelo desnudo</i>
Claves		V		H	S
					R
Número de punto	Lectura de Dosel	Lectura en Tierra	Número de punto	Lectura de Dosel	Lectura en Tierra
1			26		
2			27		
3			28		
4			29		
5			30		
6			31		
7			32		
8			33		
9			34		
10			35		
11			36		
12			37		
13			38		
14			39		
15			40		
16			41		
17			42		
18			43		
19			44		
20			45		
21			46		
22			47		
23			48		
24			49		
25			50		
<i>Las lecturas se realizarán cada metro.</i>					
Lectura	Atributo	Número	%		
De Dosel	Cielo Abierto		0%		
	Hoja - Rama		0%		
En tierra	Vegetación		0%		
	Hojarasca		0%		
	Suelo desnudo		0%		
	Roca		0%		

Proyecto GEF-Invasoras_ Servicio de consultoría para el control del pasto jaragua en cinco hectáreas afectadas por incendios forestales en los márgenes del humedal del Parque Nacional Cañón del Sumidero, e implementar acciones de restauración.

4.2.7.2. Extracción de rebrotes

Si existen rebrotes en los sitios controlados se extraerán manualmente, esta actividad se realizará de forma mensual. Vista previa del sitio a restaurar (Figura 14, 15, 16 y 17).



Figura 14. Orientación Norte



Figura 15. Orientación Sur



Figura 16. Orientación Oeste

Fotografías: Salvador López Gutiérrez



Figura 17. Orientación Este

5. Costo de las acciones por cada actividad

La siguiente tabla muestra las actividades a realizar y costos en la implementación de acciones del control del pasto jaragua (*Hyparrhenia rufa*) en cinco hectáreas de los márgenes del humedal del Parque Nacional Cañón del Sumidero (Cuadro 6).

Proyecto GEF-Invasoras_ Servicio de consultoría para el control del pasto jaragua en cinco hectáreas afectadas por incendios forestales en los márgenes del humedal del Parque Nacional Cañón del Sumidero, e implementar acciones de restauración.

Cuadro 6. Costos de la implementación del proceso de restauración

Desglose de actividades y costos							
ACTIVIDAD BRECHA CORTAFUEGO	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	COSTO/KM	SUPERFICIE (HA)	CANTIDAD DE OBRA	TOTAL	TOTAL
Brecha cortafuego	km	0.7	\$5,487.00	5	0.7	\$3,840.90	\$3,840.90
SUBTOTAL						\$3,840.90	
PRESAS DE MORILLOS							
Recolecta y distribución del material	Jornal	5	\$150.00	N/A	25	\$3,750.00	\$9,900.00
Limpia y excavación para empotamiento	Jornal	4	\$150.00	N/A	20	\$3,000.00	
conformación de la presa	Jornal	4	\$150.00	N/A	15	\$2,250.00	
estacado y amarrado	Jornal	2	\$150.00	N/A	5	\$750.00	
alambre galvanizado calibre 14	kg	3	\$50.00	N/A	3	\$150.00	
SUBTOTAL	m²			N/A		\$9,900.00	
CABECEO DE CÁRCAVAS							
Limpieza y excavación para colocación del zampeado	Jornal	0.25	\$150.00	N/A	11	\$1,650.00	\$9,900.00
Recolecta del material	Jornal	0.5	\$150.00	N/A	15	\$2,250.00	
Acarreo	Jornal	0.5	\$150.00	N/A	15	\$2,250.00	
Acomodo de la piedra	Jornal	0.75	\$150.00	N/A	25	\$3,750.00	
Cabeceo de carcava	m²	33	\$300.00	N/A	33	\$9,900.00	
Desmote con machete (retiro de la vegetación)	Jornal	100	\$150.00	5	1	\$15,000.00	\$15,000.00
SUBTOTAL		100	\$150.00		1	\$15,000.00	
ACTIVIDAD							
Extracción de tocones con talachos	Piezas	30618	\$0.20	5	153090	\$30,618.00	\$30,618.00
SUBTOTAL						\$30,618.00	
REFORESTACION							
<i>Cedrela odorata</i> (Cedro)	Planta	222	\$4.00	5	1110	\$4,440.00	\$22,220.00
<i>Enterolobium ciclocarpum</i> (Guanacastle)	Planta	211	\$4.00	5	1055	\$4,220.00	
<i>Ceiba pentandra</i> (Ceiba)	Planta	211	\$4.00	5	1055	\$4,220.00	
<i>Cordia alliodora</i> (bojon)	Planta	211	\$4.00	5	1055	\$4,220.00	
<i>Tabebuia rosea</i> (Matilishuate)	Planta	156	\$4.00	5	780	\$3,120.00	
<i>Taxodium mucronatum</i> (Sabino)	Planta	100	\$4.00	5	500	\$2,000.00	
SUBTOTAL		1111			5555	\$22,220.00	
ACTIVIDAD							
Reforestación con pala plantadora	Pieza	1111	2.06	5	5555	\$11,443.30	\$11,443.30
SUBTOTAL						\$11,443.30	
ACTIVIDAD							
Transporte de planta	Piezas	5555	\$0.34	5	5555	\$1,888.70	\$21,141.70
Transporte de personal (Gasolina)	Litros	1300	\$14.81	5	1300	\$19,253.00	
SUBTOTAL						\$21,141.70	
ACTIVIDADES DE ASISTENCIA TÉCNICA							
Elaboracion del Plan de Trabajo, capacitación al personal en las diferentes actividades	Entregable 1	1	30.00%	5	NA	\$16,800.00	\$56,000.00
Informe de actividades en las acciones para la erradicación del pasto Jaragua (<i>hyparrhenia rufa</i>) en 5 hectareas	Entregable 2	1	35.00%	5	NA	\$19,600.00	
Replantación con especies nativas en 5 hectareas donde se ha erradicado el pasto	Entregable 3	1	35.00%	5	NA	\$19,600.00	
SUBTOTAL		3	100.00%	5	NA	\$56,000.00	
GASTOS ADMINISTRATIVOS							
Papelería y útiles	NA	1	\$1,500.00	5	NA	\$1,500.00	\$6,419.90
Asesoría contable	NA	1	\$1,000.00	5	NA	\$1,000.00	
Telefono (Promedio)	NA	1	\$500.00	5	NA	\$500.00	
Servicios de agua, luz, internet y cable	NA	1	\$1,250.00	5	NA	\$3,419.90	
SUBTOTAL			\$4,250.00	5	NA	\$6,419.90	
EQUIPO Y HERRAMIENTA							
Azadón, barretón, pala espadon, talacho pico,	Lote	5	\$ 1,014.00	5	5	\$ 5,070.00	\$ 12,057.00
Rastrillos	Pieza	3	\$ 319.00	5	3	\$ 957.00	
Machete y limas triangulares	Lote	10	\$ 132.00	5	10	\$ 1,320.00	
Marro octagonal (12 lbs), carretilla	Lote	2	\$ 1,385.00	5	2	\$ 2,770.00	
Guantes de carnaza	Pieza	5	\$ 388.00	5	5	\$ 1,940.00	
SUBTOTAL	Lote	1				\$ 12,057.00	
TOTAL							\$198,540.80

Cuadro 7. Planeación temporal de la implementación

		CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES															
No	Actividad	Noviembre 2016			Diciembre 2016			Enero 2017		Febrero 2017		Marzo 2017		Abril 2017		Mayo 2017	
	Apertura de Brecha Contrafuego																
1	Capacitación al personal																
2	Desmote para Apertura de Brecha																
3	Retiro de Vegetación del desmote																
4	Excavación de la Brecha (de 5 a 10 cm de profundidad)																
5	Apertura de zanjas de desviación de escurrimientos																
6	Rehabilitación de brecha cortafuego																
	Erradicación del pasto Jaragua (<i>Hyparrhenia rufa</i>)																
1	Capacitación al personal																
2	Poda (deshierbe manual)																
3	Quema del deshierbe																
4	Eliminación de tocones																
	Obras para la rehabilitación, restauración o mejoramiento de suelos.																
	Cabeceo de cárcavas y presas de morillos																
1	Capacitación al personal																
2	Trazo y limpieza del área																
3	Desvanecimiento del talud																
4	Acarreo del material (piedras)																
5	Construcción del Zampeado y presas de morillos																
6	Rehabilitación de cabeza de las cárcavas																

6. Literatura consultada

Arriaga, L., Castellanos, A.E., Moreno, E. & Alarcón, J. 2004. Potential ecological distribution of alien invasive species and risk assessment: A case study of buffel grass in arid regions of Mexico. *Conservation Biology* 18: 1504-1514.

CABI. 2016. *Hyparrhenia rufa*. In: *Invasive Species Compendium* Wallingford. UK CAB International. Consultado el 20 de febrero de 2016.

<http://www.cabi.org/isc/datasheet/27716>

Clayton, W.D., Vorontsova, M.S., Harman, K.T. & Williamson, H. 2006. GrassBase - The Online World Grass Flora. Consultado el 20 de febrero de 2017.

<http://www.kew.org/data/grasses-db/www/imp05516.htm>

CONAFOR. 2014. Protección, restauración y conservación de suelos forestales, Manual de obras y prácticas. Edit. Equilátero. Zapopan, Jalisco, México. pp 1-258.

CONANP. 2008. Programa de Conservación y Manejo del Parque Nacional Cañón del Sumidero (Preliminar).

CONANP & FMCN. 2015. Protocolo para el control y erradicación del Carrizo Gigante (*Arundo donax*). Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. México.

D'Antonio, C. M. & Vitousek, P. M. 1992. Biological Invasions by exotic grasses the grass/fire cycle and global change *Annu. Rev Ecol. Syst.*, 23:63-87.

FAO. 2014. Grassland species profiles. Consultado el 20 de febrero de 2017.

<http://www.fao.org/ag/AGp/agpc/doc/gbase/data/Pf000259.HTM>

Hernández, P. J. 2016. Programa de restauración Ecológica Holística en el Parque Nacional Cañón del Sumidero 2016. CONANP. 8 p.

Hidraulica Inca. 2016. Consultado el 23 de febrero de 2017.

<https://hidraulicainca.com/lima/sistema-hidraulico-amunas/las-amunas-de-tupicocha-ejemplo-de-gestion-de-las-intervenciones-en-cuencas/09-amuna-5/>

Ibarnegaray, V. & Pinto C. 2013. ¿Cómo realizamos una quema controlada? Serie didáctica "Aprendamos a manejar el fuego" Fundación Amigos de la Naturaleza. Santa Cruz de la Sierra. 1-28 p.

Miranda, F. G. & HERNÁNDEZ, X. 1963. Los tipos de vegetación de México y su clasificación. *Bol. Soc. Bot. Mex.* 29–179.

Queensland Department of Primary Industries and Fisheries. 2011. Special edition of Environmental Weeds of Australia for Biosecurity Queensland., Australia: The University of Queensland and Department of Primary Industries and Fisheries. Consultado el 20 de febrero de 2017.

<http://keyserver.lucidcentral.org/weeds/data/03030800-0b07-490a-8d04-0605030c0f01/media/Html/Index.htm>

Proyecto GEF-Invasoras_ Servicio de consultoría para el control del pasto jaragua en cinco hectáreas afectadas por incendios forestales en los márgenes del humedal del Parque Nacional Cañón del Sumidero, e implementar acciones de restauración.

Starr, F., Starr, K. & Loope, LL. 2003. *Hyparrhenia rufa*: Thatching grass. Plants of Hawaii. Haleakala Field Station, Hawaii, Hawaii: US Geological Survey, Biological Resources Division. Consultado el 20 de febrero de 2017.

http://www.hear.org/starr/hiplants/reports/pdf/hyparrhenia_rufa.pdf

Vanegas López, M. 2016. Manual de mejores prácticas de restauración de ecosistemas degradados, utilizando para reforestación solo especies nativas en zonas prioritarias. Informe final dentro del proyecto GEF 00089333 “Aumentar las capacidades de México para manejar especies exóticas invasoras a través de la implementación de la Estrategia Nacional de Especies Invasoras”. CONAFOR, CONABIO, GEF-PNUD. México. 158 p.

Williams, D.G. & Baruch, Z. 2000. African grass invasion in the Americas: ecosystem consequences and the role of ecophysiology. *Biological Invasions*, 2:123-140.