

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DEL SUELO**



**Evaluación y análisis del proyecto: Control de carrizo gigante
(*Arundo donax* L.) en el Río Grande/Bravo al noroeste de Coahuila.**

POR:

NORA ELIZABETH FUENTES FLORES

TESIS

Presentada como Requisito Parcial para Obtener el Título de:

INGENIERO AGRÍCOLA Y AMBIENTAL

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

Febrero, 2017

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DEL SUELO

Evaluación y análisis del proyecto: Control de carrizo gigante
(*Arundo donax* L.) en el Río Grande/Bravo al noroeste de
Coahuila.

POR:

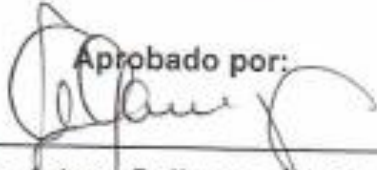
NORA ELIZABETH FUENTES FLORES

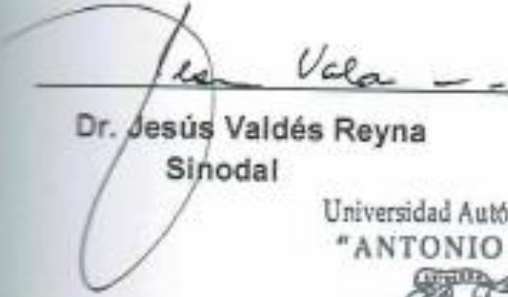
TESIS

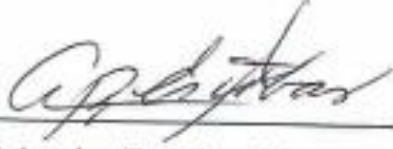
Que someto a la consideración del H. Jurado Examinador como requisito
para obtener el título de:

INGENIERO AGRÍCOLA Y AMBIENTAL

Aprobado por:



Dr. Arturo Gallegos del Tejo
Presidente del Jurado


Dr. Jesús Valdés Reyna
Sinodal


M.C. Alejandra Escobar Sánchez
Sinodal

Universidad Autónoma Agraria
"ANTONIO NARRO"




Dr. Luis Samaniego Moreno
Coordinador de la División de Ingeniería

Coordinación de
Ingeniería

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

Febrero de 2017



Protección de la Fauna Mexicana A.C.

Saltillo, Coahuila a 16 de enero del 2017.
Oficio 003/01/2017.

A QUIEN CORRESPONDA:

Por medio del presente oficio Protección de la Fauna Mexicana, A.C., otorga la autorización al Doctor Arturo Gallegos del Tejo, para que proceda al registro del proyecto "Control de Carrizo Gigante (*Arundo donax*)" ante la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, para la obtención de la titulación de la alumna Nora Elizabeth Fuentes Flores, con matrícula 300061 de la especialidad Ingeniero Agrícola y Ambiental.

El proyecto antes mencionado, está basado en la información obtenida por Protección de la Fauna Mexicana, A.C. del proyecto del mismo nombre, realizado en el Noroeste de Coahuila, en las Áreas APFF Maderas del Carmen y Ocampo, en el que han participado patrocinadores, como World Wildlife Fund, Inc. (W.W.F), Fundación Carlos Slim, A.C. y la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), colaborando como asesor externo el Dr. Jesús Valdés Reyna Maestro Investigador de la UAAAN.

Agradeciendo las atenciones brindadas para la realización del registro, me despido de Usted, como su Seguro Servidor.

ATENTAMENTE


ING. SERGIO CARLOS MARINÉS GÓMEZ
COORDINADOR OFICINA SALTILLO

c.c.p. Archivo.

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por permitirme concluir con esta etapa de mi vida, por las satisfacciones y dificultades encontradas en el camino.

A mí “Alma Terra Mater” por brindarme las herramientas necesarias para poder defenderme en la vida laboral.

A mí querida maestra Alejandra Escobar Sánchez, por sus enseñanzas y apoyo incondicional a lo largo de mi estancia en esta institución como maestra, asesora y amiga.

A mis asesores: el Dr. Jesús Valdés Reyna y el Dr. Arturo Gallegos del Tejo, por su paciencia y asesoramiento en la realización de este trabajo.

A la Asociación Civil, Protección de la Fauna Mexicana, en especial al Ing. Sergio Carlos Marines Gómez, por permitirme realizar este trabajo y por la información brindada, al igual que por su asesoramiento y la oportunidad de laborar con ustedes.

Al Ing. Javier Lombard Romero, por ofrecerme su confianza al incluirme en su equipo de trabajo, enseñándome a confiar en mis capacidades y por el asesoramiento en la realización de este trabajo.

A mis compañeros Técnicos de CONANP, por la amistad y el apoyo brindado en el tiempo que colabore en el proyecto.

A todos mis compañeros brigadistas, sin dejar a nadie fuera, señores de trabajo y de respeto; mi admiración y mi estima.

DEDICATORIA

... A mis padres

CUADRO DE CONTENIDO

ÍNDICE DE FIGURAS	3
ABREVIACIONES	4
RESUMEN	6
ABSTRACT	7
I. INTRODUCCIÓN.....	8
II. ANTECEDENTES.....	10
III. OBJETIVO GENERAL.....	11
IV. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	11
V. LITERATURA CONSULTADA	12
5.1 Especies invasoras	12
5.1.1 Impacto de las especies invasoras	14
5.2 Estrategia Nacional de Combate a Especies Invasoras.....	15
5.3 Descripción biológica de <i>Arundo donax</i>	15
5.3.1 Descripción.....	15
5.3.2 Origen.....	17
5.3.3 Distribución.....	17
5.4 Problemática e impacto de <i>Arundo donax</i> L.....	19
5.5 Métodos de control.....	22
5.5.1 Físico o mecánico.....	22
5.5.2 Químico	23
5.5.3 Biológico	24
5.5.4 Plantación de especies de ribera.....	25
VI. UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO	25
VII. ANTECEDENTES DEL PROYECTO: CONTROL DE CARRIZO GIGANTE (<i>Arundo donax</i> L.) EN EL RÍO GRANDE/BRAVO AL NOROESTE DE COAHUILA. 27	
VIII. MATERIALES Y MÉTODOS	29
8.1 Materiales	29
8.1.1 Materiales para el Control Físico	29

8.1.2 Materiales para el Control Químico.....	30
8.2 Metodología	31
8.2.1 Diagnóstico de la distribución de carrizo Gigante	31
8.2.2 Recorridos de campo.....	31
8.2.3 Trabajo de gabinete	32
8.2.4 Selección de sitios de control	32
8.2.5 Formación y capacitación de brigadas de trabajo.....	36
8.3 Métodos de control.....	37
8.3.1 Control Físico.....	38
8.3.2 Control químico.....	39
8.4 Evaluación de efectividad del control en los sitios tratados	41
8.4.1 Observar en las vegas donde se realizó el control químico la presencia de individuos vivos.....	42
8.4.2 Medición y toma de datos	42
8.4.3 Trabajo de gabinete	45
IX. RESULTADOS	45
9.1 Recopilación de la información	46
9.1.1 Cañón de Boquillas del Carmen	46
9.1.1.1 Evaluaciones Boquillas del Carmen.....	48
9.1.2 Área Solís	55
9.1.2.1 Evaluaciones área Solís	56
9.2 Análisis de Resultados.....	59
9.2.1 Cañón de Boquillas del Carmen	60
9.2.2 Solís.....	62
X. DISCUSIÓN Y RECOMENDACIONES.....	68
XI. CONCLUSIONES.....	71
XII. LITERATURA CITADA	72

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 5.1. Países en los que está presente <i>A. donax</i>	18
Figura 5.2 Distribución de <i>A. donax</i> en México.	19
Figura 8.3 Mapa del área de control 2014-2015, Cañón de Boquillas del Carmen, (PROFAUNA A.C. 2015).	34
Figura 8.4 Mapa del Área de control 2015-2016. Solís-Ojo Caliente, (PROFAUNA A.C., 2016).	35
Figura 8.5 Mapa del Área de control 2015-2016, Salida del Cañón del Mariscal-San Vicente, (PROFAUNA A.C., 2016).	36
Figura 8.6 Quema uniforme de vega.	39
Figuras 8.7 Iniciación de quema (puntos de calor).	39
Figura 8.8 Diagrama de aplicación química.	40
Figura 8.9 Aplicación con motobomba (“(Dead bath”).	41
Figuras 8.10 Aplicación con mochilas de motor y manuales.	41
Figura 8.11 Individuos vivos.	42
Figura 8.12 Individuos muertos.	43
Figura 8.13 Individuos necróticos.	43
Figura 8.14 Individuos de rebrote.	43
Figura 8.15 Diagrama de los sitios de muestreo.	44
Figura 8.16 Diagrama de la técnica utilizada para el muestreo.	44
Figura 9.17 Área de control en el interior del Cañón de Boquillas del Carmen.	47
Figura 9.18 Mapa de la primera sección tratada en el Cañón de Boquillas del Carmen.	50
Figura 9.19 Evaluación de control químico en el Cañón de Boquillas del Carmen.	53
Figura 9.20 Mapa del área de Solís - San Vicente	55
Figura 9.21 Mapa del área de San Vicente- Ojo Caliente	56
Figura 10.22 Gráfica de evaluación Cañón de Boquillas del Carmen.	60
Figura 10.23 Gráfica de efectividad y temporalidad del Cañón de Boquillas del Carmen.	61

Figura 9.24 Gráfica de efectividad del Área de Solís - Ojo Caliente.....	63
Figura 9.25 Gráfica de efectividad del control, Solís-Ojo Caliente.	64
Figura 9.26 Primera quema de carrizales viejos	65
Figura 9.27 Quema uniforme de vega.....	66
Figura 9.28 Dificultades de la aplicación química.....	66

ABREVIACIONES

A.C.	Asociación Civil
AND, and ESRI	Environmental Systems Research Institute
ANP's	Áreas Naturales Protegidas
APFF	Área de Protección de Flora y Fauna
ArcGIS	Software de Sistemas de Información Geográfica
BBRB	Big Bend-Río Bravo
CAB	
Internacional	Centre for Agricultural Bioscience International
CCA	Comisión para la Cooperación Ambiental
CO ₂	Bióxido de Carbón
COBIO	Corredor Biológico
CONABIO	Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad
CONANP	Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas
CSE	Comisión de Supervivencia de Especies
D.A.T.	Densidad Absoluta Total
D.r.	Densidad relativa
E.U.A	Estados Unidos Americanos
etc	Etcétera
FCS	Fundación Carlos Slim
FMCN	Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza A.C.
GEEI	Grupo Especialista de Especies Invasoras
GIPS	Global Invasive Species Programme
GPS	Sistema de Posicionamiento Global
INEGI	Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática
ITRF92	Sistema de Referencia Terrestre Internacional 1992
km	Kilómetros
lts	Litros
m	Metros
m ²	Metros cuadrados
m ³	Metros cúbicos

MNRBN	Monumento Nacional Río Bravo del Norte
mts	Metros
n	Número total de muestras
N°	número
ONG´s	Organizaciones No Gubernamentales
PMEI	Programa Mundial sobre Especies Invasoras
PN	Parque Nacional
PROFAUNA	
A.C.	Protección de la Fauna Mexicana Asociación Civil
PVC	Poli cloruro de vinilo
RB	Reserva de la Biosfera
SCOPE	Comité Científico sobre los Problemas del Medio Ambiente
SEMA	Secretaría del Medio Ambiente del Estado de Coahuila
SIEI	Sistema de Información Sobre Especies Invasoras en México
U.S.	United States
UICN	Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza
USA	United States of America
UTM	Universal Transverse Mercator
WWF	World Wildlife Fund
X	Coordenada horizontal
Y	Coordenada vertical
ZSCE	Zona Sujeta a Conservación Ecológica

RESUMEN

En la presente tesis se realizó el análisis de la efectividad de los controles físico-químico en la especie invasora de carrizo gigante (*Arundo donax*), dicho proyecto se llevó a cabo en el noroeste del estado de Coahuila, en las Áreas de Protección de Flora y Fauna Maderas del Carmen y Ocampo, sobre el caudal del Río Bravo/Grande; ejecutado por personal técnico de Protección de la Fauna Mexicana A.C. y financiado por FMCN, CCA, WWF-USA, Alianza FCS-WWF y CONANP.

Este proyecto contribuye a las metas de la Estrategia Nacional sobre Especies Invasoras y a los Programas Operativos Anuales de la dirección del área perteneciente a la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas.

El objetivo del trabajo es el análisis de la información recabada en el período 2014 a 2016 para así poder evaluar los resultados de efectividad en las diferentes fases de control.

Los resultados obtenidos en las áreas de evaluación fueron favorables; teniendo en el área del Cañón de Boquillas del Carmen, perteneciente al APFF Maderas del Carmen, un total de 33 km tratados donde se obtuvo una efectividad del 90.46%, y para el área de Solís, perteneciente al APFF Ocampo un total de 26.3 km con una efectividad de 77.36%.

Se determinó gracias a los resultados obtenidos, que a pesar de que existen muchos factores que afectan directamente el éxito de los controles, el factor de mayor influencia es el clima.

Palabras claves: Especies invasoras, Carrizo Gigante, Control físico químico, APFF Maderas del Carmen, APFF Ocampo, Río Bravo.

ABSTRACT

This thesis analyzes the effectiveness of physical and chemical controls in the invasive species Giant Reed (*Arundo donax*). This project was carried out in the northwest of the Coahuila state, in the Área de Protección de Flora y Fauna Maderas del Carmen and Ocampo, on the riverside of the Rio Bravo / Grande.

Being executed by Protección de la Fauna Mexicana A.C. and funded by FMCN, CCA, WWF-USA, FCS-WWF Alliance and CONANP.

This project contributes to the goals of the National Strategy on Invasive Species and to the Annual Operational Programs of the management of the area belonging to the National Commission of Natural Protected Areas.

This present work analyses the information collected in the period from 2014 to 2016 in order to evaluate the results in the different phases of control.

The results obtained in the evaluation areas were favorable, recording in the Cañón de Boquillas del Carmen, belonging to the APFF Maderas del Carmen a total of 33 km treated with an effectiveness of 90.46%, and for the area of Solís, APFF Ocampo a total of 26.3 km with an effectiveness of 77.36%.

It was determined by the analysis that although there are many factors that directly affect the success of the controls, the most important is the climate.

Key words: Invasive species, Giant Reed, Physical chemical controls, APFF Maderas del Carmen, APFF Ocampo, Río Bravo

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, después de la pérdida del hábitat, la introducción de especies invasoras constituye la segunda mayor amenaza a la biodiversidad y uno de los principales motores del cambio climático. La globalización y el crecimiento de las actividades comerciales y turísticas, ofrecen grandes oportunidades para que se dispersen especies foráneas (Aguilar, 2005).

La introducción de estas especies pueden darse de manera intencional o accidental, pudiendo causar grandes daños a los ecosistemas al provocar desequilibrios ecológicos como la pérdida irrecuperable de las especies nativas, cambios en la estructura del ecosistema en el que se establecen, reducción de la diversidad genética, transmisión de enfermedades y parásitos; desecación de cuerpos de agua, daño a infraestructura pública y privada; pérdida de fuentes de alimentos, entre otras alteraciones, además de los grandes costos económicos asociados al control o erradicación de una especie (Comité Asesor sobre Especies Invasoras, 2010).

Para apoyar estas acciones fue creada la *Lista Roja* en la cual se enumeran las “100 Especies Exóticas Invasoras más dañinas del Mundo” elaborada por el Grupo Especialista de Especies Invasoras (GEEI) de la Comisión de Supervivencia de Especies (CSE) de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) (Lowe, *et al*, 2004).

Se han tomado además medidas internacionales, teniendo acuerdos entre naciones, creándose así el Programa Mundial sobre Especies Invasoras (PMEI) en 1997, el cual está coordinado por el Comité Científico sobre los Problemas del Medio Ambiente (SCOPE) y CAB Internacional (Centre for Agricultural Bioscience International) (McNeeley, *et al*, 2001).

Por otra parte, como estrategia de conservación de los ecosistemas se inició desde 1876, la creación de la figura de las Áreas Protegidas formalmente en México, logrando hasta 1917 establecer regulaciones y limitaciones para el aprovechamiento de los recursos naturales, dicha figura son sectores dedicados a la conservación en función de sus valores, sus características y de los servicios ambientales que prestan para el bienestar de los seres humanos. Sin embargo, su condición de áreas protegidas no las excluye de la presencia de especies exóticas invasoras ni del riesgo de nuevas introducciones de especies, por lo que representan un tema indispensable para su investigación y gestión (Schüttler y Karez, 2008).

A nivel nacional también se tomaron acciones ante esta problemática; la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), integró el Comité Asesor Nacional sobre Especies Invasoras, donde participa un grupo de expertos en la materia para realizar la “Estrategia Nacional de Combate de Especies Invasoras”, creada en 2010 donde se propone una visión a diez años para este propósito.

Estas acciones se llevan a cabo en las Áreas Naturales Protegidas del país, coordinadas por la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) y cuentan con el apoyo de Organizaciones de la Sociedad Civil para lograr este fin.

Las especies invasoras que representan mayor amenaza a los ecosistemas en el noreste del país son entre otras: el chivo berberisco (*Ammotragus lervia* Pallas 1777), el marrano europeo (*Sus scrofa* Linnaeus 1758), el pino salado (*Tamarix ramosissima* Ledeb), el zacate buffel (*Cenchrus ciliaris* Link.) y el carrizo gigante (*Arundo donax* L.), este último en particular tiene gran importancia ya que amenaza a los humedales; es una gramínea que se establece en los cuerpos de agua y puede invadir rápidamente grandes superficies gracias a su reproducción asexual (por rizomas).

Como parte del impacto generado por esta especie, destaca la disminución de agua en los ecosistemas invadidos, pues consume de 3 a 10 veces más agua que las especies nativas (Flores, *et al*, 2008).

Otro efecto adverso importante, es la modificación de los cauces fluviales pues la masa vegetal forma bancos de arena falsos, ocasionando cambios en el paisaje; así como la reducción de sitios de anidación y de refugio para las especies de fauna nativas. La disminución en la disponibilidad de alimento, es otro efecto, pues el alto contenido de químicos nocivos evita que sea consumido por insectos y fauna silvestre.

En las Áreas de Protección de Flora y Fauna Maderas del Carmen y de Ocampo, se llevan a cabo acciones para el combate de esta especie, en las que participan la CONANP, Alianza WWF – FCS y PROFAUNA A.C. en conjunto con el Parque Nacional Big Bend, en Texas E.U.A., especialmente en los márgenes del Río Grande/Bravo.

II. ANTECEDENTES

En el periodo 2009-2012, se llevaron a cabo actividades de Diagnóstico de Especies Invasoras en las APFF Maderas del Carmen, y Cañón de Santa Elena. Como resultado de estas acciones se concluyó, que las especies de mayor amenaza para el ecosistema son el carrizo gigante (*Arundo donax*), el pino salado (*Tamarix ramosissima*) y el marrano europeo (*Sus scrofa*), implementándose acciones de control para dichas especies.

Para ello la CONANP se apoya de ONG's como PROFAUNA para el proyecto "Estrategia de Prevención y Control de Especies Invasoras en el Corredor Biológico Maderas del Carmen-Cañón de Santa Elena", del cual forma parte el proyecto "Control de carrizo gigante (*Arundo donax*) en el Río

Grande/Bravo, en la APFF Ocampo y la APFF Maderas del Carmen en el noroeste de Coahuila”.

En este esfuerzo también participan el Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza A.C. (FMCN), Comisión para la Cooperación Ambiental (CCA), World Wildlife Fund (WWF) México – USA y la Alianza WWF-Fundación Carlos Slim (FCS).

Los métodos de control empleados en este proyecto, han sido replicados en otras ANP’s, como Santa Elena en Chihuahua, Cuatrociénegas y Ocampo en Coahuila, RB Cumbres de Monterrey en Nuevo León y la reserva estatal de Coahuila ZSCE Sierra de Zapalinamé.

III. OBJETIVO GENERAL

Analizar y evaluar la efectividad del método de control físico químico en carrizo gigante (*Arundo donax* L.) en el Área de Protección de Flora y Fauna Maderas del Carmen y el Área de Protección de Flora y Fauna Ocampo, en el estado de Coahuila.

IV. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analizar los resultados de las diferentes fases de control.
- Evaluar la efectividad del método físico-químico en las diferentes fechas de aplicación del control de carrizo gigante (*Arundo donax*).

V. LITERATURA CONSULTADA

5.1 Especies invasoras

Hay cuatro factores principales, que causan la pérdida de la biodiversidad global, los “cuatro jinetes del Apocalipsis”: 1. Fragmentación, destrucción y contaminación del hábitat; 2. Sobre cosecha de los recursos naturales por el hombre; 3. Introducción de especies exóticas y 4. Efectos secundarios de la extinción (Badii y Landeros, 2007).

Una de las mayores amenazas para la biodiversidad es la introducción, intencional o accidental, de especies exóticas (no nativas) que desarrollan un comportamiento invasivo, desplazando a especies nativas y causando graves daños a los ecosistemas (CONABIO, 2014).

Las especies nativas son aquellas que se han desarrollado en un ecosistema determinado y se encuentran dentro de su área de distribución natural u original, acorde con su potencial de dispersión natural. Cuando a un organismo (especie, subespecie o taxón inferior) que ocurre fuera de su área natural (pasada o actual) y de dispersión potencial, se le conoce como especie exótica ya que es un organismo nuevo en el ambiente (CONABIO, 2014).

Dentro del conjunto de especies exóticas, existe un subgrupo conocido como especies invasoras o invasoras exóticas, y son aquellas que sobreviven, se establecen y reproducen de manera descontrolada fuera de su ambiente natural, causando daños serios a la biodiversidad, economía, agricultura o salud pública (CONABIO, 2014).

Durante milenios, los seres humanos han transportado seres vivos (bacterias, virus, hongos, plantas y animales), tanto accidental como deliberadamente (Fuentes, *et al.* 2014). Las montañas y los océanos representaban formidables barreras naturales para casi todas las especies (Lowe,

et al., 2004). Debido al enorme aumento mundial en el transporte y el comercio se ha generado un aumento en el traslado de plantas, animales y microorganismos en los últimos 500 años y en particular en los últimos 200 años (Fuentes, *et al.* 2014). Estas especies también pueden ser transportadas aprovechando medios naturales como: huracanes, tormentas, corrientes marinas o cambios en las barreras naturales que mantienen a las especies confinadas a ciertas áreas (CONABIO, 2014). Las formas o los materiales con los que estas especies son transportadas se llaman *vectores* (GIPS, 2005).

Cuando las especies son introducidas a nuevas áreas, suelen desaparecer en un corto plazo de los lugares donde no cuentan con la ayuda humana para establecerse. En algunos casos, estas especies encuentran condiciones que les permite establecerse permanentemente (naturalización). Algunas pueden llegar a ser altamente abundantes e incluso volverse dominantes en el nuevo ambiente. (Fuentes, *et al.* 2014).

Una especie introducida puede sobrevivir sin tener ningún efecto perjudicial durante un periodo de tiempo desconocido, hasta que es capaz de superar ciertas restricciones ambientales, reproducirse y formar una población, es decir, transformarse en una especie establecida. Con el paso del tiempo esta especie puede avanzar de manera notable a costa de su nuevo entorno natural y convertirse en invasora. Este intervalo de tiempo depende de la especie y de las condiciones concretas de la zona y es impredecible, a este periodo se conoce como *fase de latencia*, y hace referencia al tiempo que una especie necesita para adaptarse, reproducirse y propagarse en determinadas circunstancias (GIPS, 2005).

En ocasiones, dichas especies son introducidas intencionalmente para utilizarlas en diversas industrias, como la agricultura, la acuicultura, la horticultura y el comercio de mascotas, pero también pueden llegar como “polizones” en plantas y ganado importado, equipaje, productos manufacturados, material de

empaque y medios de transporte: aeroplanos y barcos (en las aguas de lastre o los cascos de las embarcaciones) (CCA, 2008).

5.1.1 Impacto de las especies invasoras

Si bien se conocen los principios básicos que dan lugar a la introducción de especies a nuevos ambientes, la magnitud de los daños que su presencia puede causar a los ecosistemas, a sus servicios ambientales y a la salud humana, animal y vegetal todavía no han sido lo suficientemente estudiados. Tampoco las pérdidas económicas asociadas con ellas (Comité Asesor Nacional sobre Especies Invasoras, 2010).

A pesar de que sólo un pequeño porcentaje de las especies trasladadas de un país a otro se convierte en invasor, puede tener un gran impacto. Estas consecuencias pueden ser devastadoras: según estudios realizados en Estados Unidos y en India, el coste económico de las especies invasoras en estos países es aproximadamente de 130,000 millones de dólares al año. (McNeeley, *et al*, 2001).

En el ámbito biológico, la extinción de las especies nativas puede ser consecuencia de una o varias repercusiones de las especies invasoras, entre otras, la competencia por alimento, espacio o sitios de reproducción; una mayor depredación, o la propagación de parásitos y enfermedades frente a los que las especies nativas carecen de defensas. También pueden deteriorar tanto las funciones de los ecosistemas como los servicios que éstos ofrecen, desde la producción de alimentos hasta el valor estético. Ni siquiera las áreas naturales mejor protegidas son inmunes a la invasión biológica. Predecir las repercusiones ecológicas se vuelve aún más difícil porque los efectos pueden hacerse patentes de inmediato u observarse hasta después de muchos años (CCA, 2008).

5.2 Estrategia Nacional de Combate a Especies Invasoras

En México, se han introducido numerosas especies exóticas, su impacto sobre la biodiversidad local había pasado casi inadvertido hasta hace pocos años (Koleff, 2011).

El gobierno mexicano, a través de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), convocó a instituciones académicas y a representantes gubernamentales y de la sociedad civil organizada para integrar el Comité Asesor Nacional sobre Especies Invasoras, y elaborar la *Estrategia Nacional sobre Especies Invasoras en México* (Comité Asesor Nacional sobre Especies Invasoras, 2010).

En ella se propone una visión a diez años, para consolidar sistemas de prevención, control y erradicación (de manera que los impactos negativos de las especies invasoras se reduzcan significativamente) y orientar la participación y el trabajo coordinado de instituciones y sectores claves de la sociedad (Comité Asesor Nacional sobre Especies Invasoras, 2010).

Por otra parte la creación del Sistema de Información Sobre Especies Invasoras en México (SIEI) con el principal objetivo de recopilar la información disponible sobre especies reportadas como invasoras incluyendo aquellas ya establecidas en México y aquellas que representan un alto riesgo para la biota mexicana (CONABIO, 2014).

5.3 Descripción biológica de *Arundo donax*

5.3.1 Descripción

Pertenece a la Familia: *Poaceae*; Subfamilia: *Arundinoideae*; Tribu: *Arundineae* (Sánchez-Ken, *et al*, 2012). Este género contempla tres especies, presentes en las regiones tropicales y templadas del mundo. Solamente una especie ha sido introducida en México. *Arundo* es similar, pero generalmente más grande que *Phragmites*, género presente en el estado de Coahuila (Valdés, 2015).

Arundo donax Linnaeus, 1753 también conocida como “carrizo gigante” es una planta invasora en muchas regiones subtropicales, tropicales y templadas de todo el mundo (Cortés, *et al*, S/F).

El carrizo gigante, caña brava, caña gigante, caña bambú, caña de bambú o vara de río, “Giant reed”, *Arundo donax* L. pertenece a la familia de las gramíneas, la cual se caracteriza por formar grandes masas, con rizomas cortos (Flores, *et al*, 2008).

Culmos de (200-) 300 a 1 000 cm de altura, amacollados o formando grandes colonias; hojas dísticas; vainas por lo general más cortas que los entrenudos; lígula membranácea, de 0.4 a 1 mm, pubescentes; láminas de 30 a 100 cm de largo por 2 a 7 (-9) cm de ancho, planas, lanceolado – acuminadas, los márgenes ásperos, lisos, con excepción del ápice, que es ligeramente áspero. Inflorescencia: una panícula de 30 a 60 cm de largo, oblonga, usualmente de color café claro, copiosamente vellosa, densa como plumero; espiguillas de 10 a 15 mm sobre pedicelos escabrosos, delgados, casi de igual largo que las espiguillas, con dos o cuatro flósculos angostos, lanceolados; glumas de color púrpura de 8 a 10 mm de largo, la segunda ligeramente más larga, aguda, 3 – nervada, aproximadamente del mismo largo que la espiguilla; lemas acuminadas de 8 a 12 mm de largo, con tres a cinco nervaduras delgadas, las aristas algunas veces extendiéndose más allá de las glumas, pilosas, los vellos inferiores por lo general tan largos como la lema, arista con frecuencia de 1 a 2 mm de largo; raquilla con entrenudos glabros; pálea de 3 a 5 mm, pilosa en la base; anteras de 2 a 3 mm; cariopsis de 3 a 4 mm, oblonga, de color café claro (Valdés, 2015).

La floración en los meses de julio a diciembre, su reproducción sexual por medio de semilla, pero donde no es autóctona lo hace solamente de manera mucho más rápida y eficaz, por vía asexual mediante sus rizomas. (Gutiérrez y Vázquez, S/F).

Crece muy rápidamente y es muy competitiva y agresiva cuando el sistema ripario es joven. Es especialmente competitiva cuando las condiciones de luz, agua, etc, son de estrés (Fraúndez y Mondéjar, 2008).

Es una planta hidrófila, termófila, aparece en cualquier tipo de cauce, incluso en aquellos que generalmente no llevan agua (Fraúndez y Mondéjar, 2008). Requiere humedad edáfica, prefiere zonas con insolación adecuada (no tolera la sombra densa) y requiere suelos bien drenados muy húmedos (Gutiérrez y Vázquez, S/F).

Su presencia se asocia a situaciones de elevada irradiación solar asociada a la ausencia total o parcial de la vegetación autóctona de ribera provocada en la mayoría de los casos por la acción antrópica (Fraúndez y Mondéjar, 2008).

Parte de su éxito como competidor se debe a su capacidad para adaptarse a suelos de baja calidad; su tolerancia a valores de pH que van desde lo ácido (5) hasta lo alcalino (8.7); su flexibilidad fisiológica, que le permite desarrollarse en áreas cuyas precipitaciones varían desde los 300 mm hasta los 4000 mm anuales; y su capacidad para sobrevivir en áreas donde se presentan altas salinidades. Se ha registrado que bajo condiciones óptimas crece hasta 5 cm por día generando una biomasa de al menos 3.4 toneladas de peso seco por hectárea (Flores, *et al*, 2008).

5.3.2 Origen

Es originaria del continente asiático en su porción occidental y durante miles de años se ha dispersado a lo largo de Asia, el sureste de Europa y el norte de África (Flores, *et al*, 2008).

5.3.3 Distribución

En la actualidad se encuentra ampliamente distribuida por las áreas templado-cálidas y tropicales de todo el mundo; vive en lugares húmedos y encharcados, en acequias y cursos de agua temporales o permanentes, arroyos y bosques

riberños y se mantiene en los alrededores de viviendas y zonas de cultivo. (Faúnedez y Mondéjar, 2008).

Está presente en el sur de Europa, Sudáfrica, norte de África, Australia, Nueva Zelanda, la mayor parte del centro y sur de Asia, Estados Unidos, México, Antillas, América Central, América del Sur, las islas del Pacífico y Micronesia (Deltoro, *et al*, 2012).



Figura 5.1. Países en los que está presente *A. donax*.

En México se encuentra distribuido en los estados de Chihuahua, Chiapas, Coahuila, Colima, Distrito Federa, Durango, Guanajuato, Hidalgo, Jalisco, Estado de México, Michoacán, Morelos, Nayarit, Nuevo León, Oaxaca, Puebla, Querétaro, Sinaloa, Sonora, Tamaulipas, Veracruz y Zacatecas (Sánchez-Ken, *et al*, 2012).

En el mapa 5.2 se presenta la distribución general del carrizo gigante (círculos verdes), y se agregan registros no formales en Baja California, Campeche, Chiapas, Coahuila, Nuevo León, Sonora y Tamaulipas (círculos rojos) y a lo largo de Río San Juan, Río Rodríguez, Río Salado, entre otros que confluyen en el Río Bravo internacional (líneas azules) (Contreras, 2007).

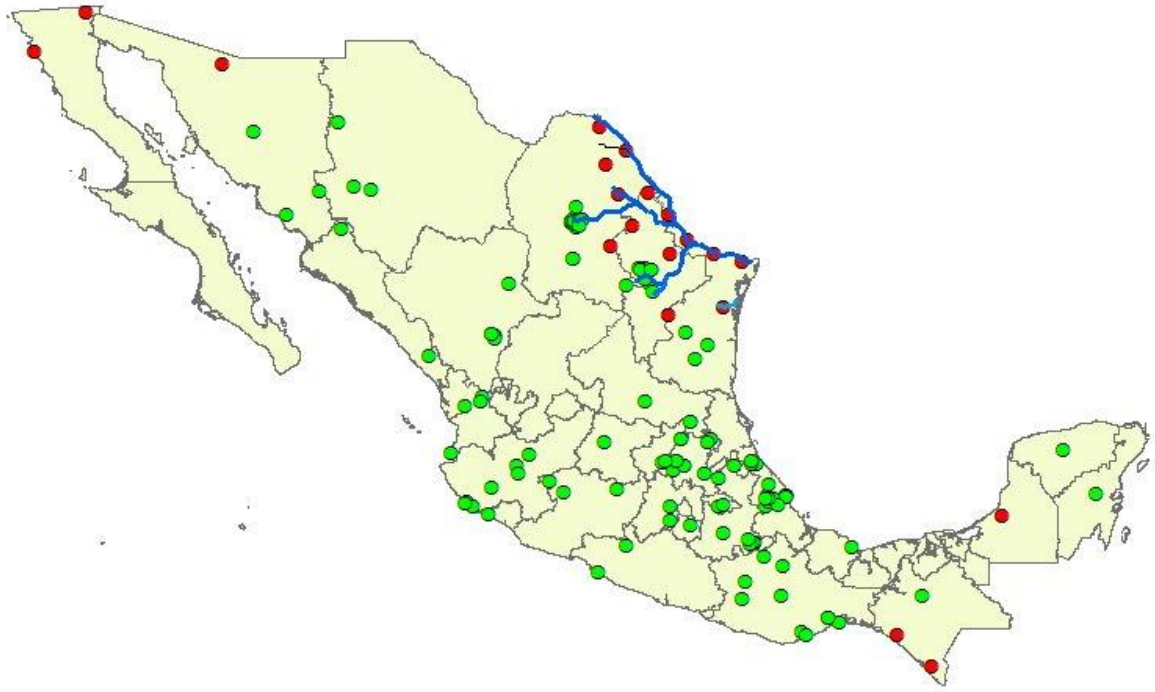


Figura 5.2 Distribución de *A. donax* en México.

5.4 Problemática e impacto de *Arundo donax* L.

Se introdujo de manera intencionada, como especie cultivada con diferentes objetivos, como la formación de barreras, setos o cortavientos vegetales, como material de construcción para la formación de techos y cercas, como soporte o tutor de otros cultivos y más recientemente, para el control de erosión. (Gutiérrez y Vázquez, S/F).

Desde su introducción al continente americano, se han documentado sus impactos. Existen referencias que ilustran su comportamiento invasor en la costa oeste de Estados Unidos, particularmente en el área de la Cuenca de Santa Ana, California. En nuestro país es frecuente observar la proliferación y el desarrollo de *Arundo donax* en los diversos sistemas riparios. Llegando al grado de amenazar la integridad de diversos ecosistemas acuáticos frágiles, como Cuatrociénegas, Coahuila (Flores, *et al*, 2008).

Aparentemente, el *Arundo donax* no genera tanto impacto como el que realmente provoca. En condiciones normales, encontramos un cauce con una gran masa vegetal, márgenes estables, presencia de fauna y sin alteraciones evidentes. Sin embargo, su existencia provoca serios problemas para el ecosistema ripario (Fraúndez y Mondéjar, 2008).

La clave de su potencial dispersor es su particular medio de propagación, los estolones y tocones que son transportados durante las crecientes y las dispersan aguas abajo, desarrollándose así cada segmento como un propágulo capaz de establecer una nueva planta. Durante los primeros años, la diversidad y cobertura de la flora riparia contribuyen a que la infestación de *Arundo donax* se mantenga retardada; sin embargo, una vez establecida, tiende a formar masas de raíces largas y continuas, algunas veces extendiéndose en grandes superficies, usualmente a expensas de la vegetación nativa (Flores, *et al*, 2008).

Esta especie aprovecha eficientemente las alteraciones ambientales producidas por impactos antropogénicos y los ocurridos por causas naturales. De esta manera, tanto los incendios como las crecientes en los ecosistemas riparios han contribuido a su expansión. En el caso de los incendios, la presencia de un sistema radicular estolonífero proporciona a la especie protección, pues aunque la parte aérea resulta afectada, los estolones no sólo no perecen, sino que continúan viables, permitiendo la supervivencia y establecimiento de las plántulas (Flores, *et al*, 2008).

La disminución de agua de los ecosistemas invadidos es uno de los impactos más notables: *Arundo donax* requiere una gran cantidad de agua para su crecimiento y llega a consumir entre 3 y 10 veces más que las especies nativas. En el área de Cuatrociénegas, Coahuila, se estima que por este proceso se pierde cerca de 6,326 litros/m²/año, en promedio 17.3 litros/m²/año. La dispersión generalizada de esta especie sobre sistemas riparios, representa una enorme amenaza para la conservación del recurso hídrico del país. En la Cuenca del Río Santa Ana, California, donde después de la infestación de más de 4 mil hectáreas por el carrizo gigante, se generó la pérdida de 37 096 920 m³ lo que se tradujo en

un gasto de más de 12 millones de dólares para su control por año (Flores, *et al*, 2008).

Se ha observado que la cobertura de *Arundo donax*, no proporciona sombra suficiente, la temperatura del agua aumenta causando cambios en la composición química y biológica de los cuerpos de agua. La fotosíntesis aumenta, provocando el crecimiento de algas que incrementa la concentración de nitrógeno y amonio no ionizado; así como la disminución del oxígeno disuelto, de tal modo que los ecosistemas infestados por *Arundo donax* presentan una baja biodiversidad (Flores, *et al*, 2008).

Por otra parte, las evidencias indican que *Arundo donax* no es aprovechado por la fauna nativa, pues sus hojas contienen químicos nocivos como sílice, esteroides, glicósidos cardiacos, índoles similares al curare, ácidos hidroxámicos y otros numerosos alcaloides que lo protegen de ser consumido por insectos (Flores, *et al*, 2008).

Esta especie puede transformar hasta tal punto el hábitat que coloniza, que imposibilita definitivamente el desarrollo de las comunidades nativas originales (Fraúndez y Mondéjar, 2008).

Otros impactos que puede provocar esta especie son:

- *Pérdida de la capacidad de desagüe por ocupación de la sección del cauce*, debido al gran desarrollo de la parte aérea de la caña, que puede alcanzar hasta 5 m, y provoca una inclinación hacia el interior del cauce, reduciendo la sección útil.
- *Problemas de riesgo de inundación en situación de avenida*, es habitual que se produzcan arrastres de cañas (sobre todo seca), así como la caída en bloque de la caña y rizoma. En ambos casos, actúan como elementos que, al encontrar estructuras de paso en el río, se acumulan actuando como tapones y provocando un efecto represa que aumenta la intensidad de la inundación.

- *Los costos asociados a las medidas de corrección de los daños causados tras las situaciones de avenidas.*

(Fraúndez y Mondéjar, 2008).

5.5 Métodos de control

Existen tres métodos de control primarios: el mecánico, el químico y el biológico (Kaye, 2009).

5.5.1 Físico o mecánico

Dentro de los métodos físicos encontramos:

5.5.1.1 Quemadas controladas en los márgenes de los cauces

Es el método más barato de eliminar la biomasa, su uso puede poner en peligro la vegetación autóctona existente, la liberación de CO₂ a la atmósfera, el peligro de extensión incontrolada del fuego fuera de la zona de actuación y los riesgos de seguridad de los operarios. La quema no impide, que el carrizo vuelva a surgir, sino que la beneficia. (Faúndez y Mondéjar, 2008). Por este motivo la quema prescrita, es recomendada en combinación con tratamientos de herbicidas es factible para el control ya que reduce mayormente la biomasa (Ervin y Madsen, S/F) y se tiene una mejor efectividad.

5.5.1.2 Podas

Consiste en arrancar o cortar las plantas invasoras mediante medios mecánicos o manuales, dependiendo del interés ecológico, la accesibilidad y la topografía de la zona de actuación. El desbroce de forma manual con una motodesbrozadora permite realizarlo de una forma más selectiva, minimizando así los daños ambientales de la actuación (Faúndez y Mondéjar, 2008)

5.5.1.3 Eliminación de rizoma

Solo puede realizarse mediante la extracción de las tierras que lo contienen, se realiza con retroexcavadora que debe extraer al menos, 0.5 m. de profundidad para asegurar la eliminación del rizoma en su totalidad. Esta acción produce un impacto notable sobre la estructura edáfica, que queda alterada, al eliminarse una capa importante de suelo (Faúnedez y Mondéjar, 2008).

5.5.1.4 Eliminación manual de nuevos brotes

Únicamente viable en aquellos casos en los que aparezcan posterior a la aplicación de herbicida. Se efectúa de forma manual utilizando un azadón o herramienta similar (Faúnedez y Mondéjar, 2008).

5.5.1.5 “Trapping” o Recubrimiento

El “trapping o recubrimiento consiste en cortar o doblar al carrizo gigante, lo más superficial posible, para cubrir con algún impermeable como lonas, plásticos y otro laminado, de color oscuro, y que no deje pasar la luz, en 2 o 4 meses muere todo lo que está abajo, se revisa cada 2 meses para ver el avance de la muerte de la planta. Esta técnica sale algo caro, entre 25 y 30 pesos por metro cuadrado, más la mano de obra. Las ventajas es que no es dañino al ambiente, requiere de tiempo (2 a 4 meses); también se puede mezclar con otras técnicas como el fuego y los herbicidas (Contreras, 2007).

5.5.2 Químico

Los herbicidas sistémicos, tales como el glifosato, se pueden aplicar a matas de carrizo, después de la floración. El herbicida actúa sobre el follaje de la maleza, traslocándose a toda la planta, afectando hasta sus raíces profundas. (Contreras, 2007).

- 1) Fumigación directa: Consiste en la aplicación mediante su pulverización en la zona a tratar sin haber actuado previamente sobre la caña.
 - 2) Fumigación posterior a la eliminación de la parte aérea mediante corte
 - 3) Aplicación directa posterior a la eliminación de la parte aérea mediante corte: Consiste en la aplicación localizada del herbicida, mediante esponja o pincel, sobre el carrizo cortada.
- (Faúnedez y Mondéjar, 2008).

5.5.3 Biológico

Entre las diversas estrategias que se conocen de control biológico, se ha centrado el interés en la búsqueda de insectos procedentes del área de origen de *Arundo donax* que actúen como agentes de control biológico (Cortés y García, S/F).

El control biológico actualmente no se lleva a cabo para esta especie en México, sus pruebas son a nivel experimental en Estados Unidos. Una vez finalizadas las pruebas experimentales y analizando los resultados, se verán los pros y contras del uso de insectos, sobre todo que después de eliminar al carrizo gigante, estos insectos no se pasen a alimentarse de otras especies nativas y que hagan otro daño o impacto (Contreras, 2007).

Existen insectos conocidos que se alimentan de *Arundo donax* como *Schizaphis graminum* R., que la consume en el invierno. En Francia se ha observado a la oruga *Phoethedes dulcis* consumiéndola. *Zyginidia guyumi* S. también lo usa como una importante fuente de alimento en el sur de Paquistán. La polilla, *Diatraea saccharalis* F. fue utilizada en Barbados para atacar a esta especie. Los peligros que pueden llevar asociado este método aún son desconocidos, puede alterar el ecosistema, siendo además depredadoras de otras especies (Faúnedez y Mondéjar, 2008).

Rhizaspidiotus donacis L. se postula como un buen agente de control de la planta invasora *Arundo donax*, debido a los niveles de impacto que ejerce sobre la planta (Cortés, *et al*, S/F).

Las ventajas de *Rhizaspidiotus donacis*: Solo se instala en el *Arundo donax*, daña significativamente los rizomas y los brotes laterales de la caña del carrizo, es compatible con el uso de otros agentes, al actuar de forma complementaria, compatible con otros métodos de control y reducción del uso de herbicidas. (Cortés y García, S/F, tríptico USDA S/F).

5.5.4 Plantación de especies de ribera

Se realiza como complemento a un de aplicación de herbicida, eliminación de rizoma, etc. consiste en la instauración de diversas plantas propias del ecosistema ripario, con el fin de que contribuyan a combatir la aparición del carrizo, de forma que ejerzan competencia por ocupación de espacio, ejemplos de estas plantas son los sauces, álamos, fresnos, olmos, y chopos (Faúndez y Mondéjar, 2008).

VI. UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

Los confines del Desierto Chihuahuense en la región Big Bend-Río Bravo (BBRB) poseen uno de los niveles más elevados de diversidad y especies endémicas entre los ecosistemas áridos y semiáridos del mundo. En una extensa zona delimitada por las montañas Davis y María en el norte, la sierra de Hechiceros y las lagunas de Sánchez y de Montoya en el oeste, el río Devils al este, y la sierra de Santa Rosa al sur (CCA, 2014).

El Corredor Biológico (COBIO) Maderas del Carmen – Cañón de Santa Elena, es parte de una gran eco región que comprende en México, al Área de Protección de Flora y Fauna Cañón de Santa Elena, el Área de Protección de Flora y Fauna Ocampo, el Área de Protección de Flora y Fauna Maderas del Carmen y el Monumento Nacional Río Bravo del Norte; en Estados Unidos el

Parque Nacional Big Bend, el Área para el Manejo de Vida Silvestre Black Gap y el Parque Estatal Big Bend Ranch, esto es un corredor binacional con un esquema compartido de protección, cuyo potencial y representatividad ecosistémica son únicos tanto en términos de biodiversidad como de superficie a nivel internacional. (CONANP, 2008, Programa de Manejo APFF Maderas del Carmen).

La zona donde se desarrolló el proyecto de control de carrizo gigante (*Arundo donax*) en el Río Grande/Bravo, es en dos áreas protegidas: el APFF Maderas del Carmen y el APFF Ocampo, dentro de dicho COBIO, a lo largo del Río Bravo en el extremo noroeste del Estado de Coahuila.

El APFF Maderas del Carmen situada dentro de tres municipios del Estado: Múzquiz, Ocampo y Acuña (CONANP, 2008, Programa de Manejo APFF Maderas del Carmen), ubicándose en latitud norte de 29°11'21.11'' y longitud oeste de 102°56'6.19''; cubre una superficie total de 208,381 ha.

El APFF Ocampo se ubica en el municipio del mismo nombre con latitud norte 29°05'52.31'' y longitud oeste de 103°02'56.21''; se extiende en una superficie de 344 mil 238-23-33.19 ha, (CONANP, 2015, Programa de manejo APFF Ocampo).

El Monumento Nacional Río Bravo del Norte (MNRBN) cuenta con una superficie de 2 mil 175-00-00 hectáreas. Tiene su inicio en la coordenada (UTM, ITRF92), X 578,213.95, Y 3,256,597.20, aproximadamente a 30 kilómetros al este de la ciudad de Ojinaga, continúa hacia el este a lo largo de 530.5 kilómetros, por los municipios de Ojinaga y Manuel Benavides, en el estado de Chihuahua y de Ocampo y Acuña, en el estado de Coahuila, hasta la coordenada X= 850,843.47, Y=3,289,676.35, cerca del desemboque del Pecos River y de la presa La Amistad. (CONANP, 2013, Programa de Manejo MNRBN).

VII. ANTECEDENTES DEL PROYECTO: CONTROL DE CARRIZO GIGANTE (*Arundo donax* L.) EN EL RÍO GRANDE/BRAVO AL NOROESTE DE COAHUILA.

Desde el año 2000, se cuenta con un acuerdo de cooperación binacional denominado Parques Hermanos con el Parque Nacional Big Bend en Texas. Gracias a este convenio, se han desarrollado acciones conjuntas para la atención de incendios forestales, control de especies invasoras del Río Bravo, capacitación del personal y protección contra actividades ilícitas (CONANP, 2008, Programa de Manejo APFF Maderas del Carmen).

Se tenía el conocimiento sobre las especies invasoras en el área, siendo una de las principales problemáticas para atender, por lo que nace la inquietud de realizar el diagnóstico para conocer la presencia de estas en la zona, de donde se desprende la “Estrategia de prevención y control de especies invasoras en el COBIO Maderas del Carmen – Cañón de Santa Elena”, esto se realizó en el periodo de 2009 a 2012, por el personal técnico de Protección de la Fauna Mexicana A.C. (PROFAUNA), con el financiamiento por parte del Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza.

Durante este período, fue desarrollada la metodología para el control de carrizo gigante, por parte del personal de Parque Nacional Big Bend, donde Protección de la Fauna Mexicana A.C. (PROFAUNA), al igual que el personal de CONANP fueron partícipes de este proceso.

Se eligió trabajar en el interior del Cañón de Boquillas del Carmen, ya que ésta comunidad contaba con áreas con un alto grado de invasión de carrizo gigante. El primer esfuerzo de control, se llevó a cabo de otoño de 2012 a otoño de 2013, con el patrocinio de la Comisión para la Cooperación Ambiental (CCA).

De otoño de 2013 a verano de 2014, se trabajó en el mismo cañón, para reforzar los controles realizados con recursos de la WWF USA.

Del verano de 2014 al verano de 2015, se trabajó en un sector nuevo dentro del Cañón de Boquillas del Carmen, con la finalidad de completar el control en la totalidad de los 33 km con los que cuenta dicho cañón. Estos esfuerzos fueron realizados con el patrocinio de la Alianza WWF – Fundación Carlos Slim.

De otoño de 2015 a otoño de 2016, se realizó el primer control en un área nueva llamada Solís, ubicada aguas arriba del Cañón de Boquillas del Carmen, con esto se buscó darles continuidad a los trabajos realizados en años anteriores y evitar re infestaciones en el interior del cañón que ya había sido tratado, en esta etapa se continuó trabajando con los recursos de la Alianza WWF – FCS.

Se continuó reforzando los tratamientos en el área de Solís de primavera del 2015 a primavera de 2016 con recursos de WWF USA.

Para alcanzar los objetivos del presente trabajo se analizaron las evaluaciones de las diferentes fases, tanto en el tramo del interior del Cañón de Boquillas del Carmen en 2014 – 2015, teniendo a la fecha una longitud de 33 km tratados, así como en el tramo de Solís en 2015 – 2016, con 26.3 km de longitud efectivos de control.

Cabe mencionar que la metodología desarrollada e implementada en estas áreas, ha servido de base para replicar los trabajos en otras áreas protegidas, tal es el caso del APFF Cuatrociénegas, PN Cumbres de Monterrey, APFF Cañón de Santa Elena y la ZSCE Sierra de Zapalinamé.

VIII. MATERIALES Y MÉTODOS

8.1 Materiales

Canoas: Debido a la dificultad para acceder a las áreas de trabajo por la topografía con la que cuenta el lugar y a las escasas vías de comunicación existentes, es necesario acceder a dichos sitios a través del cauce del Río Bravo mediante canoas las cuales sirven como medio de transporte tanto para materiales como para el traslado del personal.

Dispositivos del Sistema de Posicionamiento Global (GPS): Aparato para geo referenciar los puntos de trabajo y posteriormente elaborar los mapas correspondientes.

Libreta de Campo: Para realizar las anotaciones pertinentes de los avances que se realizan por día de trabajo.

8.1.1 Materiales para el Control Físico

Gasolina y Diesel: Combustibles utilizados para la ignición del fuego en las áreas donde se realiza el control físico.

Antorchas de goteo: Son herramientas que se utilizan para la ignición ordenada en las áreas de control físico.

Lentes: Para protección personal de los brigadistas y técnicos que realizan los controles.

Pañuelos: Para protección personal de los brigadistas y técnicos que realizan los controles, principalmente en el control físico.

8.1.2 Materiales para el Control Químico

Motobomba: Conocido como “Dead bath” que consiste en una canoa de mayor tamaño equipada con un tambo de 100 lts de capacidad, una motobomba y una manguera de 120 mts de largo con una pistola de aspersión que tiene un alcance de 10 mts de altura aproximadamente. Se utiliza en zonas donde no hay acceso.

Mochilas de aspersión de motor: Con capacidad de 10 lts, utilizadas en donde se tiene mejor acceso a los sitios infestados.

Mochilas de aspersión manual: Con capacidad de 10 lts, utilizada en donde se tiene mejor acceso y en zonas con un grado de infestación menor.

Herbicida a base de Imazapyr: utilizado para el control químico.

Surfactante: empleado para el control químico.

Colorante: Utilizado en el control químico para marcar las áreas tratadas.

Gautes de hule: Para protección personal de los brigadistas y técnicos, al no tener contacto directo con los químicos.

Mascarillas: Para protección personal de los brigadistas y técnicos.

Lentes: Para protección personal de los brigadistas y técnicos.

Overoles: Para protección personal de los brigadistas y técnicos, al no tener contacto directo con los químicos.

Tapones auditivos: Para protección de las personas encargadas de manejar la motobomba y las mochilas de aspersión de motor.

8.1.3 Materiales para la Evaluación de Efectividad

Formato para la toma de datos de evaluación: Se tiene realizado los formatos para tomar los datos según el método de la evaluación.

Parcela de un metro cuadrado de tubos de PVC: Esto para medir el metro cuadrado donde se contabilizan los individuos según el método de evaluación empleado.

Cintas métricas: Para tomar las medidas según el método de evaluación.

Cámara fotográfica: Para llevar registro fotográfico de las diferentes fases del control.

8.2 Metodología

A continuación se describen la metodología que se utilizó para llevar a cabo las diferentes actividades del proyecto, para así cumplir las diferentes etapas del mismo.

8.2.1 Diagnóstico de la distribución de carrizo Gigante

Con el documento de Diagnóstico se buscó tener una visión real de infestación del carrizo gigante en dos tramos: el Cañón de Boquillas del Carmen y de la Salida del Cañón de Mariscal a la comunidad de Ojo Caliente, conocido como Solís, para así tener un aproximado de los químicos que se utilizarían para llevar a cabo el control. Esta información serviría para el monitoreo de las condiciones de la especie a largo plazo.

Para la elaboración del documento de Diagnóstico fueron realizadas las siguientes actividades:

8.2.2 Recorridos de campo

Consistió en recabar la información en campo de distribución y un aproximado del grado de infestación de los sitios a tratar, navegando el Río Grande/Bravo en canoas.

Para los recorridos fue necesaria la coordinación entre PROFAUNA, CONANP y el Parque Nacional Big Bend; quienes fueron los facilitadores de las canoas para llevar a cabo la actividad.

8.2.3 Colecta de datos en campo

Durante los recorridos se recabaron los datos de distribución de carrizo, tomando las coordenadas UTM de los sitios (tanto de vegas como de manchones) que contaban con individuos de carrizo gigante, haciendo una estimación aproximada de longitud y ancho, así como del grado de infestación anotando todo lo observado en las libretas de campo y formatos para su posterior procesamiento en bases de Excel y para la elaboración de los mapas.

8.2.3 Trabajo de gabinete

Para la elaboración de los mapas de distribución y grado de infestación, se elaboraron bases de datos en donde se incluyó el nombre de las vegas, coordenadas, dimensiones y grado de infestación para integrarlos en los documentos de diagnóstico. La información generada sirvió como insumo para realizar los mapas de distribución de carrizo gigante utilizando el programa ArcGIS 10.0.

Se tomaron como base las coordenadas de los sitios registrados con el GPS, y se utilizó como apoyo un mapa topográfico de U.S. Geological Survey, Food and Agriculture Organization of the United Nations, National Park Service, Tele Atlas, AND, and ESRI. Mapa base con resolución 1:1m. Otras capas digitales utilizadas en este proceso fueron la Capa de vegetación de México Serie IV 2010 del INEGI.

8.2.4 Selección de sitios de control

Se eligió trabajar en el Cañón de Boquillas del Carmen desde el año 2012, ya que tiene un atractivo turístico, además de que la dirección del área de Maderas del Carmen (CONANP) cuenta con presencia institucional desde hace varios años.

En 2014 una vez elaborado el mapa de distribución de carrizo gigante, en el Cañón de Boquillas del Carmen, se tomaron en cuenta tres secciones para el tratamiento, en la primera se ubicaron los trabajos de control realizados con

anterioridad, los cuales iban desde el inicio del Cañón de Boquillas del Carmen hasta la Vega del Pilote, en este tramo se aplicaron tanto tratamientos, como retratamientos desde el 2013. La segunda sección va de la Vega del Pilote al arroyo del Venado, donde se aplicaría el retratamiento de las áreas tratadas en primavera del 2014, cuya fuente financiadora fue WWF USA. La tercera sección constaba de la vega del Venado hasta la Salida del Cañón de Boquillas, en esta se aplicaría por primera vez el tratamiento para el control, teniendo como finalidad 33 km aproximadamente.



Figura 8.3 Mapa del área de control 2014-2015, Cañón de Boquillas del Carmen, (PROFAUNA A.C. 2015).

En 2015 se eligió como área prioritaria para control el tramo conocido como Solís hacia la comunidad de Ojo Caliente, con una longitud de 34 kilómetros aproximadamente, dicho tramo se encuentra aguas arriba del Cañón de Boquillas del Carmen, buscando con esto darle continuidad a los trabajos realizados, evitando la reinfestación de los sitios ya tratados aguas abajo. En esta área se seccionaron dos tramos para llevar a cabo el control, el primer tramo va de la salida del Cañón de Mariscal a la comunidad de San Vicente, conocido como Solís, el cual tiene una longitud aproximada de 16 kilómetros. El segundo tramo de la comunidad de San Vicente a Ojo Caliente, aproximadamente 18 kilómetros de longitud. En los siguientes mapas se muestran los tramos comprendidos de la Salida del Cañón de Mariscal a la comunidad de San Vicente y de San Vicente a Ojo Caliente.

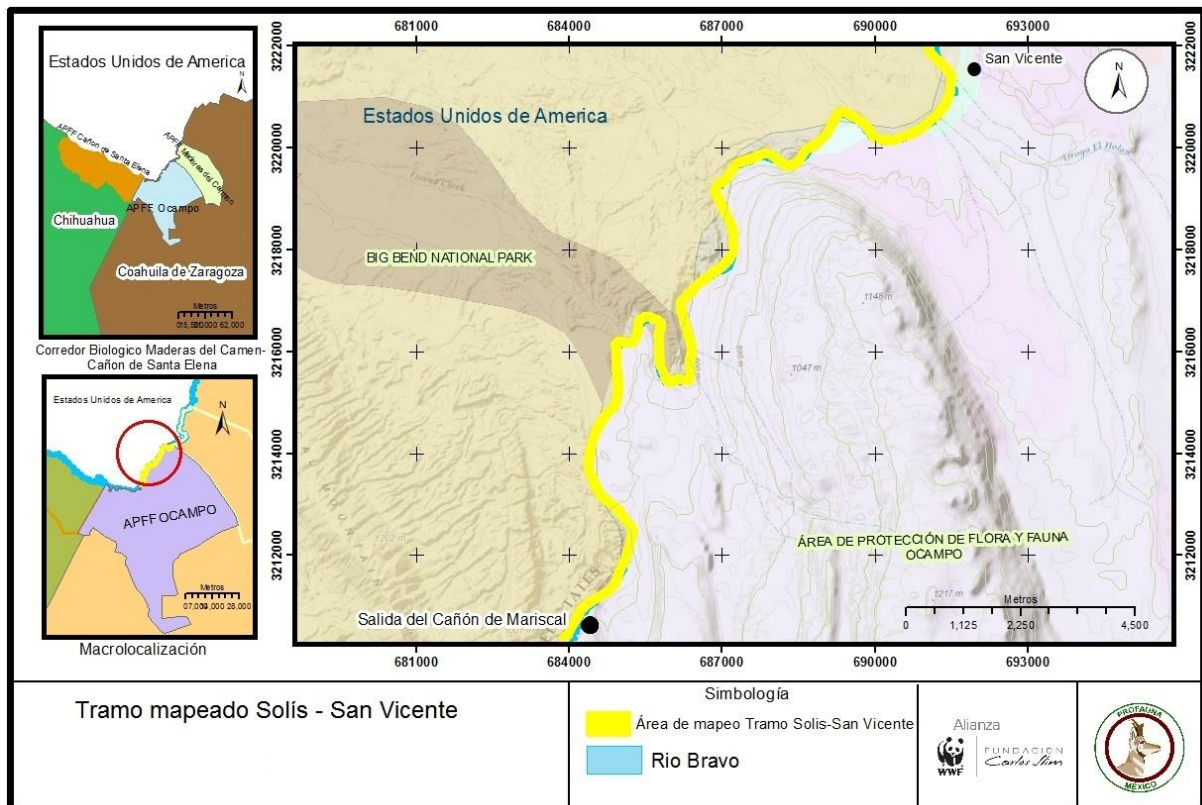


Figura 8.4 Mapa del Área de control 2015-2016. Solís-Ojo Caliente, (PROFAUNA A.C., 2016).

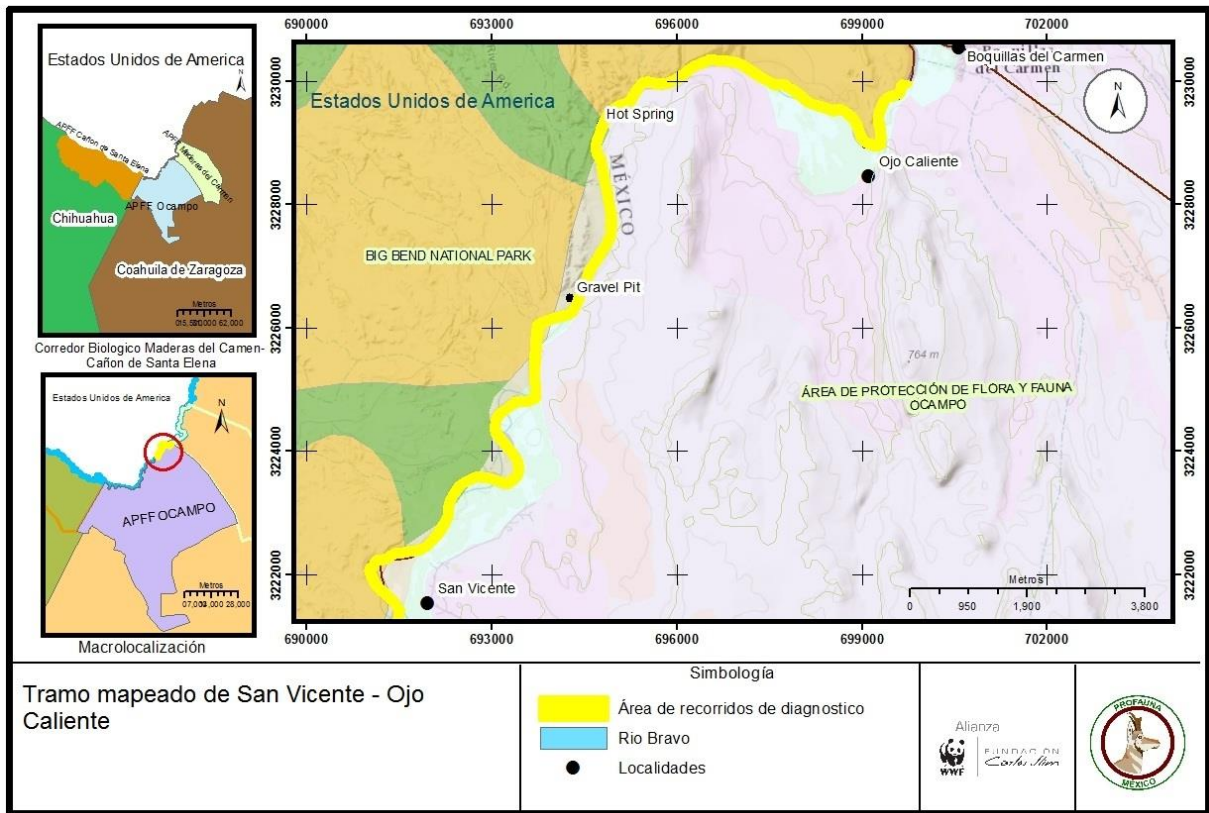


Figura 8.5 Mapa del Área de control 2015-2016, Salida del Cañón del Mariscal-San Vicente, (PROFAUNA A.C., 2016).

8.2.5 Formación y capacitación de brigadas de trabajo

Se determinó conformar brigadas con los mismos habitantes de las comunidades de influencia en el área, buscando integrarlos al proyecto. Se conformaron dos brigadas: una de diez personas de las comunidades de Jaboncillos y Norias de Boquillas, y otra más de ocho habitantes de la comunidad de Boquillas del Carmen.

Dichas brigadas se han capacitado con pláticas informativas para realizar los controles tanto físico como químico, utilizando como materiales didácticos presentaciones en Power Point y trípticos informativos de la especie y su control.

8.3 Métodos de control

Para tener mayor efectividad en el control del carrizo gigante, es conveniente la aplicación de dos métodos combinados: el control físico (quema pre escrita de los sitios infestados) y el control químico (aplicación foliar de un herbicida sistémico), siendo estos elegidos por el grado de infestación presentes en los sitios.

Además se definieron las concentraciones a utilizar de químicos así como la temporalidad de la aplicación del control, siendo estas: en primavera, cuando la planta empieza a tener mayor actividad después de la temporada invernal, y en otoño cuando empieza el periodo de latencia y ahorro de energía.

Debido a la resistencia de la especie es necesario realizar por lo menos tres tratamientos, en el primer tratamiento se reduce la cobertura de ocupación de los sitios infestados de un 70-80% y en los retratamientos se elimina el resto y se evita la reinfestación de los sitios tratados.

Para llevar a cabo los controles, fue necesaria la coordinación con el personal del Parque Nacional Big Bend y con el personal del área de la CONANP.

Dificultades logísticas:

- *Cañón de Boquillas del Carmen*, las dificultades al trasladar al personal se presentan una vez terminando el recorrido del área de control, ya que del punto de salida se encuentra en el paraje conocido como “La Linda” el cual se encuentra a 227 km aproximadamente por camino de terracería de la comunidad de Boquillas del Carmen que es donde se inicia el recorrido de control.
- *Solís*, las brigadas deben ser trasladadas desde la comunidad de Jaboncillos al punto conocido como “La Pantera”, el cual se encuentra a 10 km aproximadamente aguas arriba del punto inicial del control. Para llegar al sitio se tiene que recorrer una distancia de 77 km aproximadamente desde la comunidad de Jaboncillos, por lo que se tuvo

el apoyo por parte de la CONANP para el traslado de la brigada y equipo en ambos controles.

En el caso del control químico, en ambas áreas el personal del Parque Nacional Big Bend trasladó a los puntos de inicio los químicos adquiridos por cuenta de los patrocinadores.

A continuación se menciona la metodología utilizada para ambos controles en carrizo gigante:

8.3.1 Control Físico

Este consiste en la quema pre escrita con la cual se busca reducir la biomasa, propiciando que los carrizos utilicen su reservorio energético al inducir el rebrote de los individuos, para que el control químico sea más efectivo, también con esta actividad se tiene mejor accesibilidad a los lugares infestados, eliminando el material combustible y reducir el volumen de químicos a utilizar.

Fue necesario cumplir con los permisos pertinentes para el uso del fuego, ante la Secretaría del Medio Ambiente del Estado de Coahuila (SEMA). Por tal motivo se elaboró un Plan de Quema Pre escrita para cada área por parte del personal técnico de PROFAUNA. Las solicitudes de los permisos de quema fueron sometidas por parte de la dirección del APFF Maderas del Carmen y Ocampo debido a que los sitios se encuentran dentro de ANP's.

Las quemas se inician teniendo en consideración diferentes factores climatológicos como la temperatura del aire, la humedad relativa y la velocidad del viento. Una vez teniendo las mejores condiciones del clima los trabajos de quema se pueden iniciar generalmente esto ocurre entre las 9 o 10 de la mañana.

Para iniciar la quema se utilizó una mezcla de diesel y gasolina con una concentración de 3:1, respectivamente, la cual es aplicada con ayuda de una antorcha de goteo para la ignición, utilizando lentes y pañuelos para protección del personal.

La forma en que se inicia el fuego depende de la infestación del sitio, en áreas donde hay vegas continuas con presencia de carrizo se ponen puntos de calor en la orilla del cauce, buscando que éstos se dispersen y se junten para así tener una quema uniforme. Para el caso de manchones de carrizo se prenden individualmente. Para evitar algún posible incidente se organiza la brigada de tal manera que dos personas son las encargadas de la ignición y los ocho restantes cumplen la función de vigilancia, liquidación y aseguramiento.



Figuras 8.7 Iniciación de quema (puntos de calor).



Figura 8.6 Quema uniforme de vega.

8.3.2 Control químico

Aplicación foliar de una mezcla de productos químicos: herbicida sistémico (Arsenal), surfactante (Sun-Set) y colorante (Elite Sapphire), diluidos en agua, los cuales son aprobados por la USDA (Departamento de Agricultura de los Estados Unidos) y el INECC (Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, en México).

La aplicación se realiza aproximadamente un mes después de haber realizado el control físico.

La forma en que se utiliza el equipo para la aplicación del químico, es de la siguiente manera:

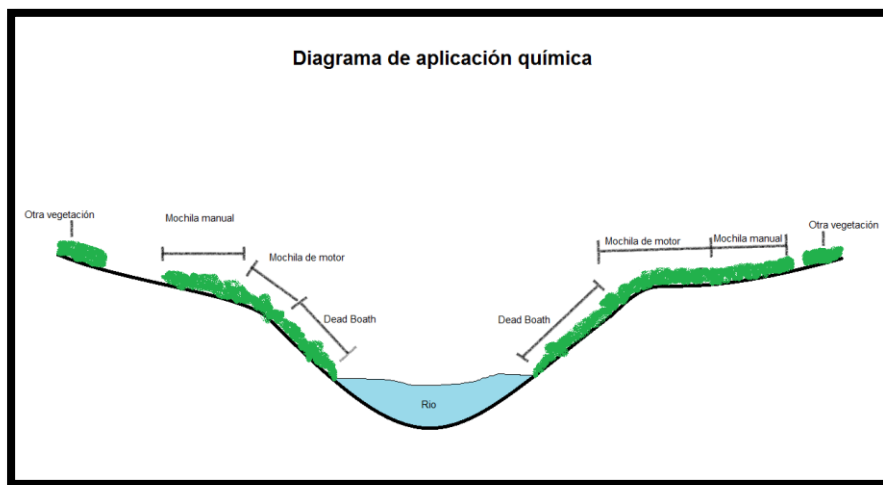


Figura 8.8 Diagrama de aplicación química.

Como se muestra en el diagrama en las orillas donde hay poca accesibilidad y la aplicación se vuelve más difícil, se utiliza la motobomba (“Dead boath”); en la parte central se utiliza las mochilas de motor debido al alcance de las mismas y a que hay poca pendiente en el sitio; por último en las partes más planas y de fácil acceso se utilizan las mochilas manuales.

Para la concentración de 2%, que es la que se utiliza para la motobomba (“Dead boath”), se mezclan 2 litros de Imazapyr, 2 litros de surfactante y 200 gramos de colorante, esto diluido en 100 litros de agua.

Para la concentración de 3.5%, utilizada en las mochilas manuales, se mezclan 350 ml de Imazapyr, 350 ml de surfactante y 3.5 gramos de colorante, diluido en 10 litros de agua.

La diferencia de concentraciones de ambos equipos es debido a que con la motobomba (“Dead boath”) se tiene una cobertura de aplicación mayor donde se alcanza a asperjar a mayor número de individuos, cubriéndolos en su totalidad, utilizando mayor cantidad de mezcla, a diferencia de las mochilas tanto de motor

como manuales, ya que estas tienen menor alcance por lo que se utiliza una concentración mayor de productos para tener una efectividad más alta.



Figura 8.9 Aplicación con motobomba (“(Dead both”).



Figuras 8.10 Aplicación con mochilas de motor y manuales.

8.4 Evaluación de efectividad del control en los sitios tratados

Para medir el porcentaje de mortalidad del carrizo gigante (*Arundo donax*), el personal técnico de PROFAUNA diseñó un método empleando el muestreo aleatorio y la toma de muestras mediante la observación y conteo de individuos en parcelas de un metro cuadrado, según una categoría dada. Dicha evaluación se hace tres meses después de la aplicación química ya que es cuando se observa el efecto del químico en los individuos.

Para las evaluaciones se tomaron en cuenta datos de tamaño de la vega, coordenadas geográficas, número de individuos vivos, número de individuos

mueritos, número de individuos necróticos y número de rebrotes. El procedimiento de muestreo se explica a continuación.

8.4.1 Observar en las vegas donde se realizó el control químico la presencia de individuos vivos.

Durante los recorridos se va observando el efecto causado del químico en los individuos de carrizo gigante donde los sitios de muestreo son según el tamaño de las vegas. Se observa la presencia de carrizo gigante vivo o muerto en las vegas tratadas. En caso de presencia de individuos vivos, individuos con necrosis causadas por el químico e individuos completamente muertos en las vegas observadas, se procedió a medir los parámetros previamente definidos en la metodología del muestreo.

8.4.2 Medición y toma de datos

Se realizaron parcelas de un metro cuadrado donde se contabilizaron el número de individuos vivos, individuos muertos, individuos necróticos y rebrotes, según la siguiente clasificación:

Categorización	Imagen de individuos
<p>Individuos Vivos.</p> <p>Los individuos vivos no presenta ningunos grado de necrosis, las hojas están completamente verdes y los tallos vigorosos.</p>	 <p>Figura 8.11 Individuos vivos.</p>

Individuos Muertos.

Este tipo de individuos tratados las hojas están completamente secas, el ápice completamente muertos y sin ningún signo de crecimiento.



Figura 8.12 Individuos muertos.

Individuos Necróticos.

Los individuos de carrizo necróticos, las hojas presentan un color amarillento, el ápice de la planta no presenta crecimiento alguno, los entrenudos de las plantas presenta debilidad y la base de la planta está seca.



Figura 8.13 Individuos necróticos.

Rebrotos.

Son individuos nuevos que salen después a la aplicación del químico y que están completamente vigorosas, presenta un crecimiento normal.



Figura 8.14 Individuos de rebrote.

Los puntos de muestreo fueron elegidos al azar y se realizaron tres repeticiones (tres parcelas de conteo).

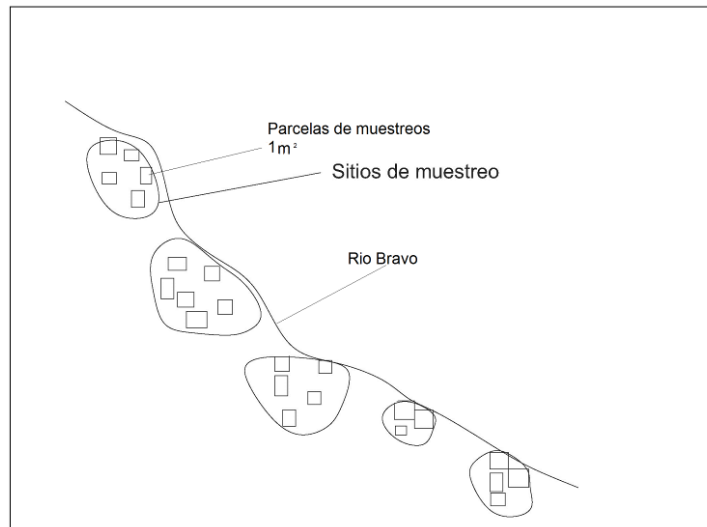


Figura 8.15 Diagrama de los sitios de muestreo.

En las áreas donde se encontraron manchones de carrizo que tuvieran menos de 10 metros de ancho se realizaron muestreos en línea recta, a cada 15 metros por cada muestra. En los manchones que tienen mayor de 10 metros de ancho se realizaron muestreos en zigzag, con un ángulo de 45°. En la siguiente figura se puede observar un diagrama que muestra la forma en que se establecieron los sitios de muestreo.

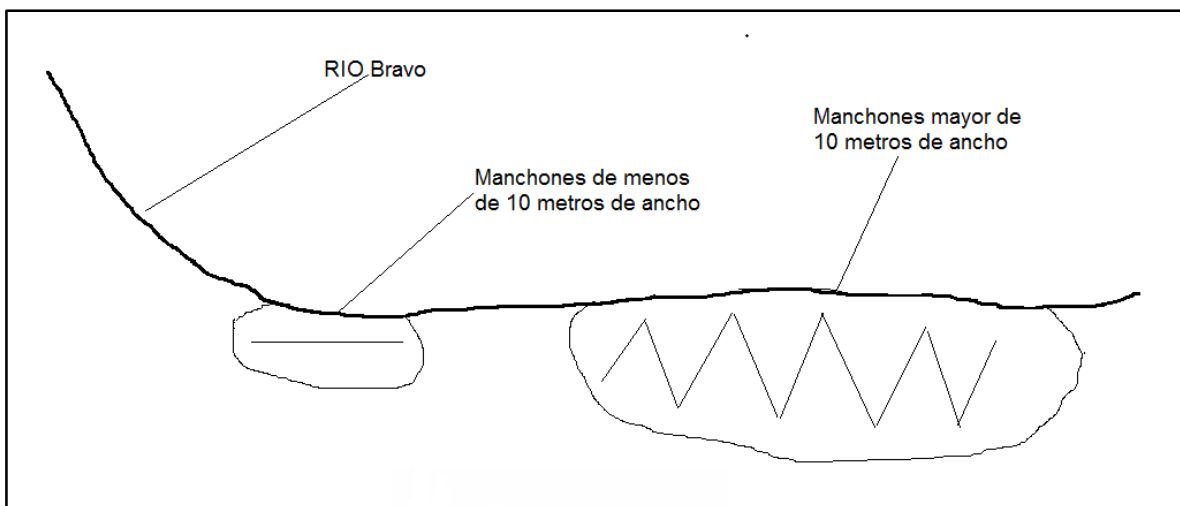


Figura 8.16 Diagrama de la técnica utilizada para el muestreo.

8.4.3 Trabajo de gabinete

- Determinación del porcentaje de Mortalidad y Determinación del porcentaje para el retratamiento

Una vez efectuada la medición y la toma de datos se determinó el porcentaje de mortalidad causado por el control químico la cual se analizó en una base de datos de Excel, utilizando la siguiente formula:

$$\text{Densidad Absoluta Total (D.A.T.)} = \frac{\text{Total de individuos}}{n}$$

$$\text{Densidad relativa (D.r.)} = \frac{\text{Total de individuos de todas las categorías} \times 100}{\text{Total de individuos de una categoría}}$$

n = Número total de muestras.

Con estas bases de datos se obtuvo el porcentaje de efectividad de los controles, aplicando cada formula a la categoría de cada individuo.

IX. RESULTADOS

En las diferentes fases del proyecto del control de carrizo gigante (*Arundo donax*) en el Río Grande/Bravo, en el APFF Maderas del Carmen y el APFF Ocampo, en el noroeste de Coahuila, se obtuvieron diferentes insumos reportados tanto a los patrocinadores como a los colaboradores de las áreas, dichos insumos son:

- Documentos de diagnóstico de las diferentes áreas de control
- Mapas de distribución y grado de infestación
- Brigadas comunitarias capacitadas para llevar a cabo los trabajos

- Kilómetros tratados
- Evaluaciones de efectividad de las áreas de control
- Complementos de educación ambiental como talleres de concientización

9.1 Recopilación de la información

La recopilación de la información consistió en reunir los datos de las evaluaciones realizadas del control de carrizo gigante en una base de datos de Excel, dicha información fue facilitada por PROFAUNA A.C. quienes son los ejecutores del proyecto. Dicha información es de los últimos dos años de trabajo tanto del área del interior del Cañón de Boquillas del Carmen como del área de Solís a la comunidad de Ojo Caliente.

9.1.1 Cañón de Boquillas del Carmen

Para esta área se realizó una sectorización para avanzar conforme a tiempos de ejecución del proyecto, ésta área fue dividida en tres secciones, en el siguiente mapa se muestra el área total del cañón y su sectorización;



Figura 9.17 Área de control en el interior del Cañón de Boquillas del Carmen.

En el mapa se muestran la ubicación de las vegas que se encuentran a lo largo del cañón y la sectorización del área para llevar a cabo el control las cuales se describen a continuación:

- La primera sección va del inicio del cañón al punto conocido como la Vega del Pilote la cual tiene tratamiento desde 2012 y fueron aplicados retratamientos en 2014, ésta área tiene aproximadamente 15 km de longitud.
- La segunda sección que corresponde a la Vega del Pilote a la Vega del arroyo del Venado, donde se aplicó el primer tratamiento en primavera de 2014, siendo aproximadamente 8 km.
- La tercera sección que corresponde de la Vega del arroyo del Venado a la Salida del Cañón de Boquillas del Carmen, área de tratamiento nueva. 10 km aproximadamente.

9.1.1.1 Evaluaciones Boquillas del Carmen

Las fechas de evaluación de los controles, fueron meses después de realizadas las actividades, en cada control varió el número de meses en los que se hicieron las evaluaciones posteriores, ya que se contó con patrocinadores diferentes y con periodos de ejecución de los recursos económicos distintos, por lo que se tenía que reportar resultados de la efectividad del proyecto en tiempo y forma.

Para el caso de Boquillas del Carmen fueron realizadas tres evaluaciones, en las siguientes fechas:

Fechas de Evaluación	Secciones	Longitud (Km)	N° de tratamiento	N° de evaluación
Agosto de 2014	Primera	15	Segundo	Primera
Febrero de 2015	Primera	15	Tercero	Segunda
	Segunda	8	Primero	Primera
Julio de 2015	Primera	15	Cuarto	Tercera
	Segunda	8	Segundo	Segunda
	Tercera	10	Primero	Primera

Teniendo para la primera evaluación un total de 15 km evaluados, para la segunda evaluación un total de 23 km y para la tercera evaluación el total del interior del Cañón de Boquillas del Carmen con una longitud de 33 km evaluados. Los resultados encontrados en cada fecha de evaluación se presentan a continuación:

Agosto de 2014. Primera sección.

En la primera sección del interior del Cañón de Boquillas del Carmen se evaluaron cinco puntos de muestreo, los cuales se ubican en el siguiente mapa.

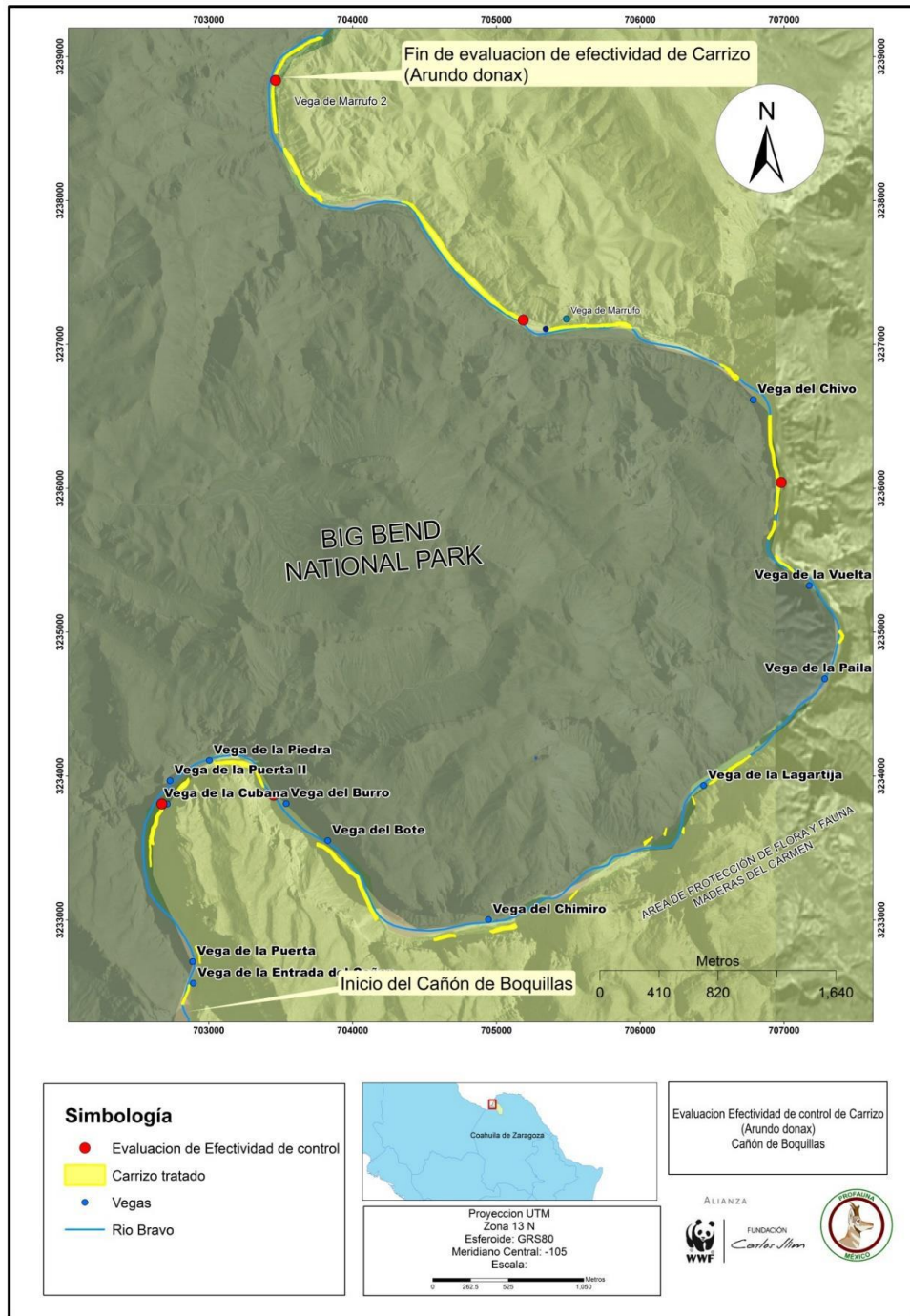


Figura 9.18 Mapa de la primera sección tratada en el Cañón de Boquillas del Carmen.

Los puntos mostrados en el mapa son los puntos donde se realizaron los muestreos de evaluación, en el siguiente cuadro se muestran el nombre de las vegas y las coordenadas de dichos sitios:

Vega	Coordenadas
Vega de la Vuelta	X 702674 Y 3233806
Vega de Martín	X 703452 Y 3233867
Vega de la Travesía	X 706981 Y 3236040
Vega de Marrufo 1	X 705188 Y 3237170
Vega de Marrufo 2	X 703465 Y 3238835

En este tramo de la primera sección se realizó esta evaluación tomando en cuenta que ya se contaba con el segundo tratamiento de este segmento y un año después de la última aplicación se realizó dicha evaluación, por lo que se obtuvo un porcentaje alto de efectividad al encontrar un 93.39 % de individuos muertos, un 0.25% de individuos muertos y un 6.36% de rebrotes.

Febrero de 2015. En la evaluación realizada en febrero del 2015 se evaluaron las dos primeras secciones, teniendo un total de 23 km.

Vegas evaluadas de la primera sección

Dentro de este primer tramo se seleccionaron tres vegas para realizar los muestreos. El siguiente cuadro se muestra el nombre de las vegas evaluadas así como su ubicación geográfica.

Vegas	Coordenadas
Vega de La Entrada del Cañón	X 702881 Y 3232554
Vega del Chimiro	X 704824 Y 3233115
Vega del Chivo	X 706607 Y 3234083

Como resultado general de la evaluación en dichas vegas se encontró un alto porcentaje de mortalidad, ya que del total de individuos evaluados el 99.19% se encontraron en la categoría de individuos muertos, el 0.81% en categoría de rebrotes y no se encontraron individuos vivos o individuos necróticos.

Vegas evaluadas de la segunda sección

En esta sección se evaluó una vega la cual es conocida como la Vega del Peregrino. Se decidió únicamente realizar un sitio de muestreo debido a que la mayoría de los individuos presentaban un estado de necrosis ya que el químico aún estaba actuando como parte del control. Obteniendo como resultado un porcentaje de efectividad de 87.23 % de individuos muertos, 0.0 % individuos vivos y 12.76 % categorizados como necróticos.

Julio de 2015. Se evaluó todo el interior del Cañón de Boquillas del Carmen, ya que para estas fechas se alcanzó el tratamiento de su totalidad.

En el siguiente mapa se muestra las áreas de evaluación, contemplando ambas secciones, la que contaba con retratamientos y la que era área nueva de control que son en total 33 kilómetros aproximadamente de tratamiento.

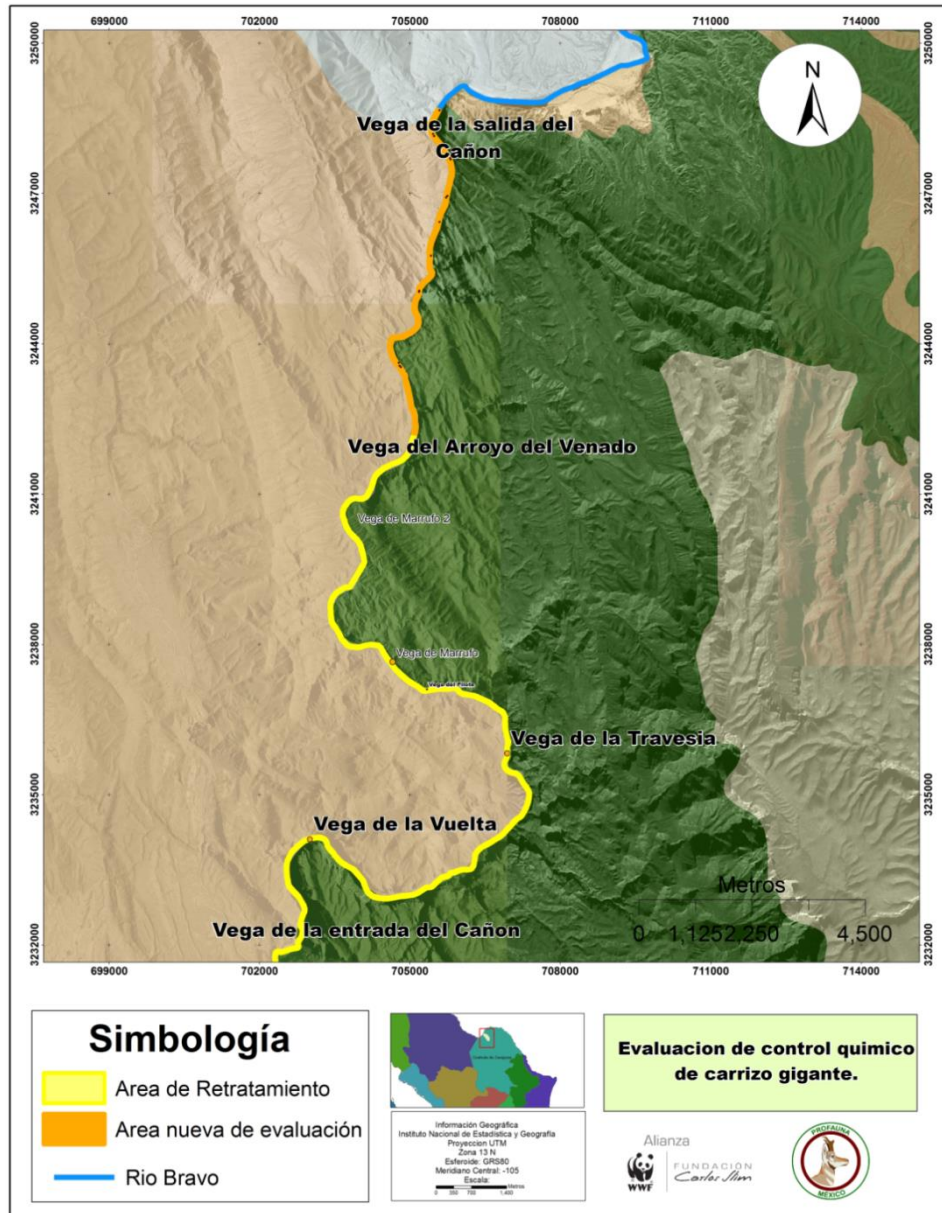


Figura 9.19 Evaluación de control químico en el Cañón de Boquillas del Carmen.

En el mapa anterior se muestra todo el interior del Cañón de Boquillas del Carmen, el cual fue evaluado en su totalidad, enseguida se muestran los resultados obtenidos de las evaluaciones según las dos secciones de retratamiento y la sección de área nueva de control.

Vegas evaluadas de la primera sección

Para esta evaluación se unificó las secciones que tenían retratamientos de años anteriores, aquí se evaluaron 7 sitios de muestreo en 3 vegas, en el siguiente cuadro se muestra las vegas donde se realizaron los puntos de muestreo así como su ubicación geográfica.

Vegas	Coordenadas
Vega de la Vuelta Punto 1	X 702631 Y 3233389
Vega de la Vuelta Punto 2	X 702586 Y 3233557
Vega de la Travesía	X 706978 Y 3235956
Vega de Marrufo 1 Punto 1	X 705502 Y 3237131
Vega de Marrufo 1 Punto 2	X 705106 Y 3237215
Vega de Marrufo 2 Punto 1	X 703455 Y 3238554
Vega de Marrufo 2 Punto 2	X 703453 Y 3238707

Obteniendo de manera general un 93.87% de efectividad del control, donde se encontró un 3.89% de individuos que presentan necrosis y un 2.24% de rebrotes.

Vegas evaluadas en la segunda sección

La segunda sección de evaluación correspondió al área nueva de control, que se empezó a tratar en 2014, en el cual se han aplicado dos controles se tomaron 3 puntos de evaluación, las coordenadas de los sitios evaluados y los nombres de las vegas se mencionan en el siguiente cuadro:

Vega	Coordenadas
Vega del Arroyo del Venado	X 705058 Y 3242784
Vega sin nombre	X 704910 Y 3244463
Vega de la Salida	X 705447 Y 3248406

En esta evaluación se obtuvo en general un promedio de 87.05% de efectividad (individuos muertos), un 3.25% de necróticos, un 5.56% de individuos vivos y el 4.16% de rebrotes.

9.1.2 Área Solís

En el caso del área conocida como Solís, también se sectorizó el total del área para avanzar conforme a tiempo, en esta ocasión se dividió en dos secciones las cuales se ilustran en los siguientes mapas:

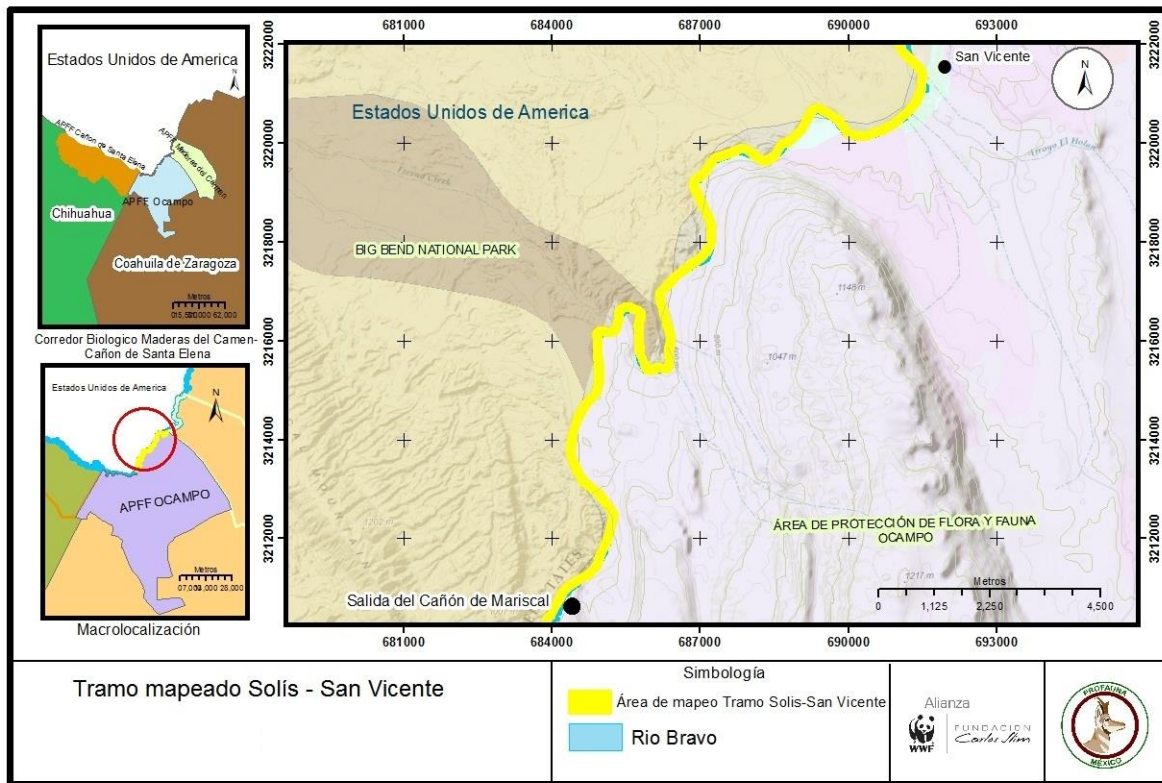


Figura 9.20 Mapa del área de Solís - San Vicente

La primera sección que se muestra en el mapa anterior va de la salida del Cañón del Mariscal a la comunidad de San Vicente, la cual cuenta con una longitud de 16 km aproximadamente.

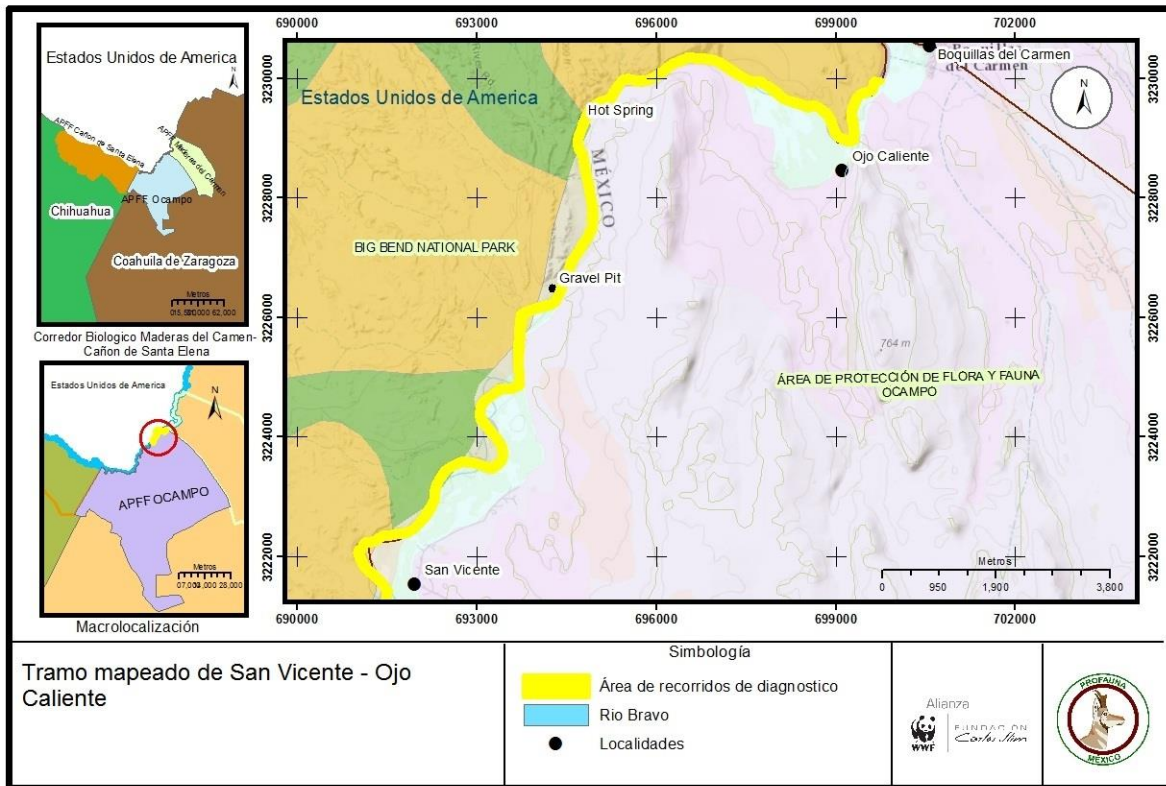


Figura 9.21 Mapa del área de San Vicente- Ojo Caliente

La segunda sección mostrada en el mapa anterior, va de la comunidad de San Vicente a la comunidad de Ojo Caliente, la cual cuenta con una longitud aproximada de 18 km.

9.1.2.1 Evaluaciones área Solís

A continuación se describen las vegas donde se realizaron las evaluaciones en el área de Solís a la comunidad de Ojo Caliente, en el siguiente cuadro se muestran las fechas de evaluación y los tramos:

Fecha de evaluación	Sección	Longitud (Km)	N° de tratamiento	N° de evaluación
Agosto 2015	1° sección	16	Primero	Primera
Febrero 2016	1° sección	16	Primero	Segunda
	2° sección	18	Segundo	Primera

Evaluaciones Solís – Ojo Caliente

Agosto de 2015. Se evaluó el área conocida como Solís, que abarca de la salida del Cañón de Mariscal a la comunidad de San Vicente, la cual era un área nueva de control, siendo su primer tratamiento en primavera de 2015.

Se evaluaron cinco puntos para conocer la efectividad de los controles. En el siguiente cuadro se muestran las coordenadas de los puntos de evaluación.

Vega	Coordenadas
Punto 1	X 684738 Y 3213127
Punto 2	X 684403 Y 3213764
Punto 3	X 684473 Y 3214228
Punto 4	X 685584 Y 3216648
Punto 5	X 686170 Y 3215409

El promedio del porcentaje encontrado en los puntos evaluados fue de 56.60% de individuos muertos el 9.17% de individuos vivos, el 34.23% de individuos necróticos lo que indica que el químico seguía trabajando.

Los resultados mostraron que el químico seguía actuando en los individuos tratados ya que se encontraron un gran número de individuos en etapa de necrosis.

Febrero 2016. En esta fecha fueron evaluadas las dos secciones de control, con un total de 34 km de longitud.

Vegas evaluadas de la primera sección

A continuación se describen las vegas evaluadas el primer tramo de Solís, se realizó el primer control en mayo de 2015 y el retratamiento en octubre del mismo año, en esta área se evaluó 10 sitios, en el siguiente cuadro se muestran las coordenadas de los puntos donde se realizaron las evaluaciones.

Vegas	Coordenadas
Punto 1	X 684686 Y 3211214
Punto 2	X 685180 Y 3212154
Punto 3	X 685080 Y 3212779
Punto 4	X 684745 Y 3213117
Punto 5	X 684444 Y 3214048
Punto 6	X 685490 Y 3216675
Punto 7	X 685737 Y 3215969
Punto 8	X 686142 Y 3215407
Punto 9	X 686320 Y 3216410
Punto 10	X 686270 Y 3216610

En los resultados de la evaluación se encontró una efectividad del control del 81.58%, con un 11.66% de individuos necróticos, 1.74% de individuos vivos y 5.02% de rebrotes.

Vegas evaluadas de la segunda sección

En esta sección fueron evaluados 7 puntos, los cuales se describen a continuación, mostrándose las coordenadas de los puntos evaluados en el siguiente cuadro:

Vega	Coordenadas
Punto 1	X 693154 Y 3223624

Punto 2	X 693220 Y 3223981
Punto 3	X 693732 Y 3225755
Punto 4	X 693885 Y 3226089
Punto 5	X 694520 Y 3226719
Punto 6	X 694666 Y 3227008
Punto 7	X 694973 Y 3227792

Esta sección tuvo su primer tratamiento en octubre de 2015, encontrando el 73.13% de individuos muertos, un 25.19% de necrosis, 0.29% de individuos vivos y el 1.05% de rebrotes.

9.2 Análisis de Resultados

Fechas de control	Fecha de evaluación	Sección	Porcentaje de individuos muertos	Porcentaje de Necrosis	Porcentaje de individuos vivos	Porcentaje de rebrotes
Otoño 2012	Ago 2014	1° sección	93.39%	0.00%	0.25%	6.36%
Nov 2014	Feb 2015	2° evaluación 1° sección	99.16%	0.00%	0.00%	0.81%
		1° evaluación área nueva	87.23%	12.76%	0.00%	0.00%
May 2015	Jul 2015	3° evaluación 1° sección	93.87%	3.89%	0.00%	2.24%
		2° evaluación área nueva	87.05%	3.25%	5.56%	4.16%

9.2.1 Cañón de Boquillas del Carmen

Para el área del interior del Cañón de Boquillas del Carmen, fueron realizadas tres evaluaciones posteriores a cada control, dos de ellas después de los controles de primavera y una después del control en otoño.

En el siguiente concentrado se muestran las fechas de control, las fechas de evaluación, los tramos tratados y los porcentajes de cada categoría evaluada.

En la siguiente gráfica se muestra un concentrado de los porcentajes de cada categoría evaluada y las fechas en las que se realizó la evaluación.

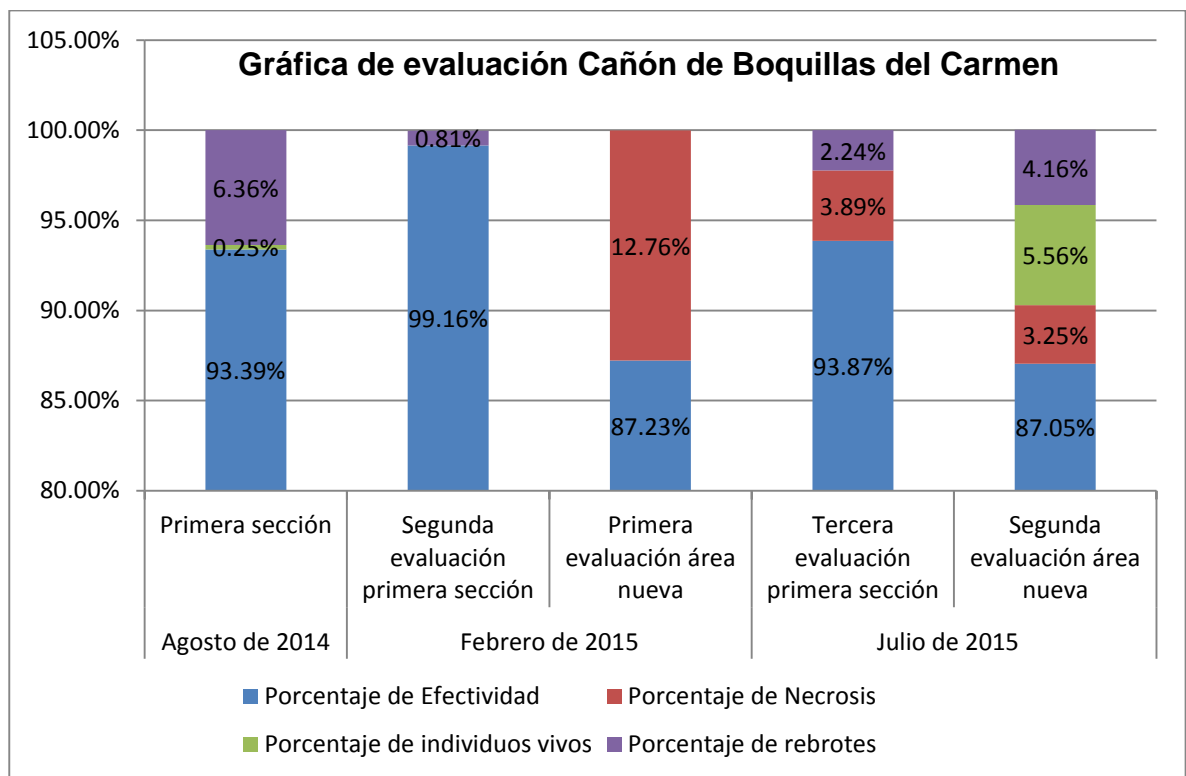


Figura 10.22 Gráfica de evaluación Cañón de Boquillas del Carmen.

En la gráfica anterior se muestra que para el primer tramo donde se contaba con tratamientos previos, se obtuvo el mayor porcentaje de efectividad en la temporada de aplicación de otoño, mostrando para la siguiente evaluación un

porcentaje más bajo, esto debido a diferentes factores. Para el caso de las evaluaciones del área nueva de control, se obtuvieron resultados muy similares en las dos evaluaciones realizadas, volviendo a obtener un mayor porcentaje en la temporada de aplicación de otoño. Los factores que influyeron en el porcentaje de efectividad, como lo son el clima, los meses después en que se realizó la evaluación, los errores humanos, entre otras cosas, los cuales se describen con mayor amplitud más adelante.

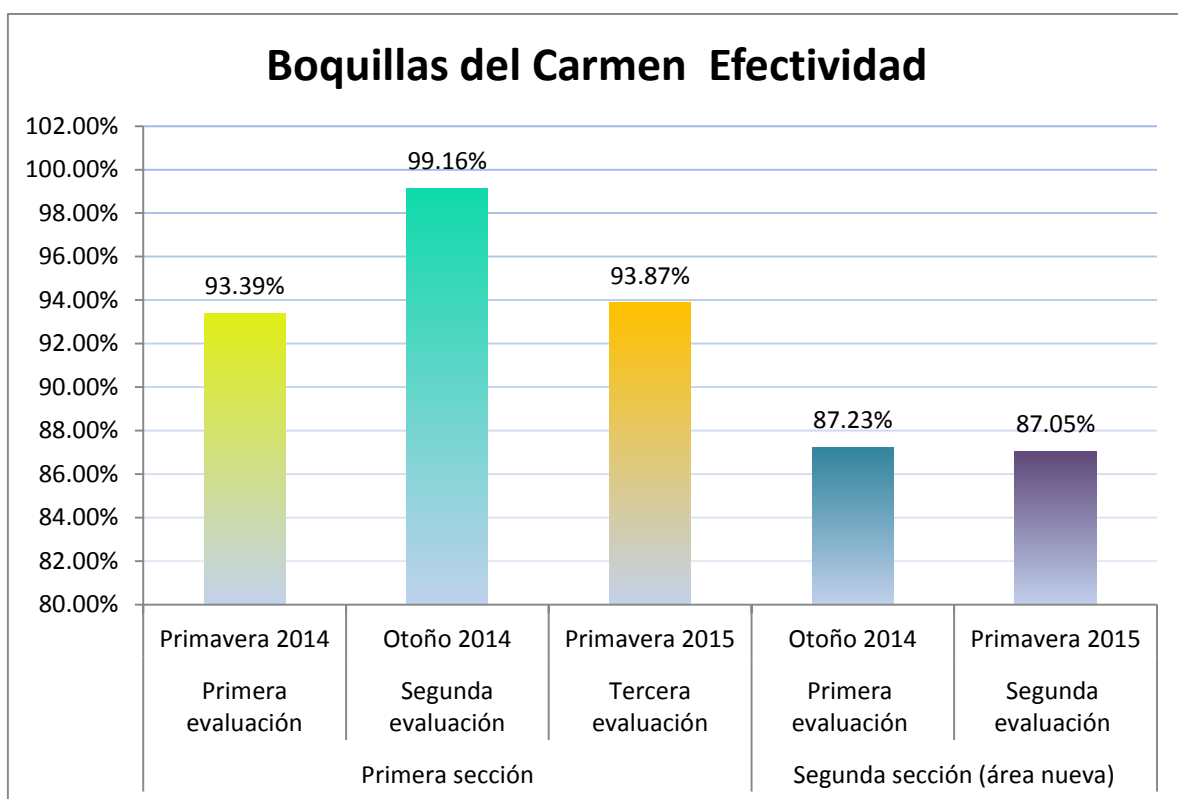


Figura 10.23 Gráfica de efectividad y temporalidad del Cañón de Boquillas del Carmen.

En la gráfica se encuentran los porcentajes de efectividad de los tramos que a continuación se analizarán:

En el primer tramo del interior del Cañón de Boquillas del Carmen, se tuvieron diversos factores por los que se obtuvieron una alta efectividad, cuando

se realizó la primera evaluación en primavera de 2014, en esta sección ya se tenía tratamiento dos años atrás, realizando la evaluación un año después de su último control, por lo que el químico ya había actuado totalmente en los individuos.

Para la segunda evaluación, se obtuvo el porcentaje más alto de todas, esto se debió a la temporada en la que se realizó el control, siendo en otoño cuando la plata entra en letargo y el químico actúa mejor ya que es sistémico y es mejor absorbido ya que en esta temporada la sábila es translocada a los rizomas, para mantener a la planta en la temporada invernal; también es importante mencionar que la evaluación se realizó tres meses después del control, por lo que el químico tuvo un buen tiempo para actuar en los individuos y así obtener mayor efectividad.

En la tercera evaluación se obtuvo un porcentaje menor a la evaluación pasada, apareciendo en ésta individuos necróticos y de rebrote, los individuos necróticos se presentan ya que el químico aún continua actuando en ellos, para esta evaluación sólo pasaron dos meses de que se aplicó el control, por lo que su efecto aún no era del todo notorio.

Para el área nueva del interior del Cañón de Boquillas del Carmen se encontró una efectividad mayor en la época de aplicación de otoño, y un notable porcentaje de necrosis, por lo que indicaba que el químico continuaba trabajando, esta evaluación se llevó a cabo tres meses después de la aplicación del control.

Para la segunda evaluación de este tramo, se obtuvo un porcentaje menor que el de la primera evaluación, pero a diferencia de éste, se encontraron porcentajes de individuos vivos, rebrotes y necróticos, lo cual indica que el químico no fue aplicado de forma uniforme en toda el área, dejando algunos individuos sin aplicar por error humano, propiciando a que hubiera rebrotes e individuos vivos, lo cual se explicará en el apartado de discusión.

9.2.2 Solís

Para esta área que era totalmente nueva fueron realizadas dos evaluaciones después de las diferentes etapas de aplicación. En el siguiente

cuadro, se muestran las fechas de aplicación, fechas de evaluación, tramos evaluados y porcentaje de las categorías encontradas.

Fecha de aplicación	Fecha de evaluación	Tramos	Porcentaje de Efectividad	Porcentaje de Necrosis	Porcentaje de individuos vivos	Porcentaje de rebrotes
Mayo 2015	Agosto de 2015	Solís - San Vicente	56.60%	34.24%	9.17%	0%
Octubre 2015	Febrero de 2016	Solís - San Vicente	81.58%	11.66%	1.74%	5.02%
		San Vicente - Ojo Caliente	73.13%	25.19%	0.29%	1.05%

A continuación se presenta una gráfica del concentrado de los porcentajes y las fechas de evaluación para esta área.

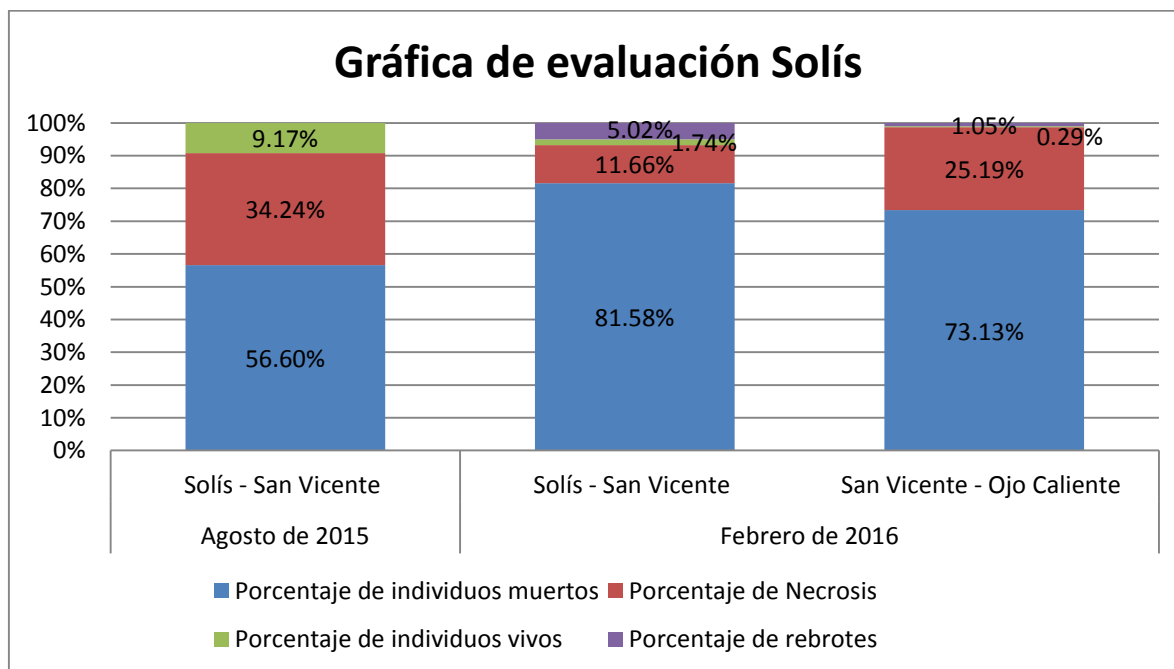


Figura 9.24 Gráfica de efectividad del Área de Solís - Ojo Caliente.

En la gráfica se muestra un bajo porcentaje de efectividad en la primera evaluación del primer tramo de Solís, debido a que se tuvieron diferentes factores que no se contemplan y no se pueden prever con facilidad y que influyeron para que el resultado fuera afectado. Uno de estos factores y el principal fue la calidad del agua empleada en esta aplicación, ya que días antes a los trabajos de control se presentaron lluvias en la zona de influencia, por lo tanto un aumento en el caudal del río lo cual repercutió al momento de entrar a la aplicación del control químico, pues la calidad del agua se vio afectada ya que se encontraba muy revuelta y con muchas partículas sólidas suspendidas, por lo que la efectividad se vio afectada.

Para la segunda evaluación de efectividad del primer tramo, se obtuvo un mayor porcentaje aunque no el esperado, en esta ocasión se presentaron lluvias en los días de aplicación, lo que propició el lavado del químico aplicado a los individuos de carrizo gigante antes de poder ser absorbido, afectando el porcentaje de individuos muertos. Además de otros factores que se explican en el siguiente apartado.

En la gráfica siguiente se hace una comparativa de la efectividad encontrada en las dos áreas de Solís, en las diferentes fechas de aplicación.

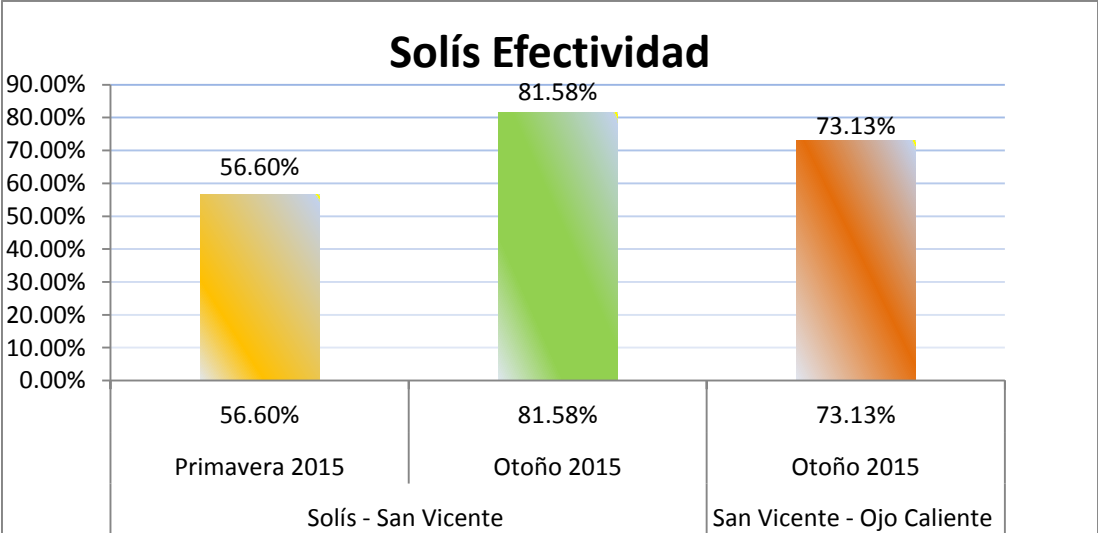


Figura 9.25 Gráfica de efectividad del control, Solís-Ojo Caliente.

El porcentaje encontrado en la primera evaluación está muy por debajo de las expectativas que se tenían, esto se debió a distintos factores, el principal fue la calidad del agua que se tuvo en la aplicación, ya que días antes a la fecha de control se presentaron lluvias en el área de influencia por lo que el nivel del río aumentó y con ello las partículas suspendidas, lo que propició que el agua estuviera muy revuelta y que ni el mismo colorante se notara en los individuos ya tratados.

De aquí se obtuvo el siguiente factor que determinó la baja efectividad, cuando el colorante no se nota en los individuos de carrizo, es más difícil llevar el corte de aplicación, ya que se pueden quedar individuos sin aplicar sin que las personas que hacen el control se den cuenta, dejando así la probabilidad de rebrotes o individuos vivos que pueden proliferar.

Otro de los factores que influye directamente en el control químico, es el éxito del control físico. Al realizar la quema por primera vez en esta sección, se tuvieron dificultades, ya que había poco combustible como hojarasca y ramas, esto se debió a las avenidas grandes que tuvo el río semanas antes de la quema, por lo que se quemó sólo en manchones quedando muchos individuos vivos. Al ser un carrizal de más de cuatro metros de altura, cuando se empieza a quemar por la base de estos, muchas de las veces sólo se doblan los individuos dejando todas las ramas verdes horizontalmente sin que el fuego las consuma, esto a la hora de la aplicación química, dificulta los trabajos de maniobra, ya que no se puede pasar por encima debido a la fragilidad.



Figura 9.26 Primera quema de carrizales viejos



Figura 9.27 Quema uniforme de vega.



Figura 9.28 Dificultades de la aplicación química.

Como se muestra en la figura anterior, el carrizo gigante, vuelve a brotar después de la quema, por lo que se tienen individuos de rebrote de metro y medio hasta dos metros de altura, estos individuos de rebrote, son los que, en teoría, se les debe hacer la aplicación pues en el caso idóneo todos los individuos grandes de carrizo se eliminan con la quema, como se muestra en la figura, no siempre

sucede esto, cuando en la quema se tuvo dificultades y el carrizo viejo no se elimina del todo, tiende a sólo ser doblado y su peso cae hacia el caudal, dificultando enormemente las labores de aplicación del químico, ya que no se tiene acceso a los sitios de rebrote, y se aplica el químico con la motobomba que tiene mayor alcance y potencia, tratando de asperjar en la mayoría de los individuos, siendo algo difícil, por lo que es donde se van quedando carrizos vivos que propician al rebrote, afectando la efectividad del control.

Para la segunda evaluación, el porcentaje obtenido fue de un 81.58%, este aumento de efectividad se debió a que la temporada de aplicación fue en octubre, reafirmando que esta es la mejor para el control, además de ser el retratamiento de esta área, aun así no se obtuvo el porcentaje esperado en comparación al área del interior del Cañón de Boquillas del Carmen, esto se debió a que en los días de aplicación se presentaron lluvias en el sitio, lo cual no permitió la mejor absorción del químico por los individuos, también se debió a que el área de Solís es un área abierta, donde los vientos y la exposición del sol cambian totalmente que en el interior de un cañón.

Para el caso de la primera evaluación de la segunda área de Solís, donde se realizó el control en otoño, también se presentaron las condiciones de una zona abierta, pero ya no hubo presencias de lluvias ni de crecidas del caudal. Por lo que su porcentaje fue mayor que el de la primera evaluación de la primera área de Solís. Esta sección se seguirá tratando con retratamientos, en fases posteriores con fuentes de financiamiento distintas, hasta alcanzar resultados de alta efectividad.

Una característica diferentes de las dos áreas, son que una se encuentra encañonada y la otra es un área abierta, la temperatura, la exposición solar y los vientos, son diferentes en cada situación, por lo que en este trabajo se obtuvieron mejores resultados en el área encañonada, pudiéndose deber a que en estos sitios las temperaturas descienden a tempranas horas y el sol tarda más en cubrir el área, por lo que los individuos de carrizo se mantienen en un área más fría, logrando estar más vulnerables a estos cambios de temperatura.

X. DISCUSIÓN Y RECOMENDACIONES

Aunque en el control de carrizo gigante existen muchos factores que afectan directamente su éxito, el factor de mayor importancia y que no puede ser modificado es el clima.

Este factor influye tanto en el control físico como en el químico alterando la efectividad. En el caso del control físico la lluvia influye enormemente ya que, si se presenta en fechas anteriores a las quemas, los sitios se encuentran muy húmedos y si se tiene un aumento del caudal lo más probable es que se arrastre el material combustible (hojarasca ramas secas) por lo que su ignición se complica.

La alta humedad en los sitios de quema también afecta el control químico, ya que, si no se tiene una quema uniforme como es esperado, al prender únicamente la base de los individuos, propicia que se caigan evitando que la parte aérea sea consumida por el fuego, lo que posteriormente dificultará las maniobras de aplicación del químico y aumentará la cantidad requerida para que todos los individuos mueran, aumentando los gastos en el control.

Además, si se presentan lluvias en los días de aplicación, se corre el riesgo de que el químico sea lavado antes de que actúe en los individuos. También se ve afectada por la calidad del agua, ya que si hay crecida en el caudal la cantidad de partículas suspendidas es mayor, por lo tanto, la acción del químico disminuye, además de afectar la visibilidad del colorante, por lo que hay individuos que se pueden quedar sin aplicación.

Para poder disminuir los efectos negativos de tiempos atmosféricos adversos y así prevenir sus posibles consecuencias; se propone, además del monitoreo de los niveles de flujo del río, poner especial atención en los pronósticos del tiempo en las fechas que se contempla el control.

Por ello se recomienda que con el apoyo del personal técnico que opera el área (CONANP) monitorear el flujo del río al menos un mes antes de la aplicación y los pronósticos de lluvia (15 días antes), ya que debido a todo lo que implica la logística tanto con el personal de CONANP como con el personal del Parque Nacional Big Bend, no se puede suspender una aplicación programada días antes, pero si reajustar las fechas de aplicación con tiempo.

Esto implica un reto mayor, ya que la logística se planea meses antes de las aplicaciones, debido a que el equipo es proporcionado por el Parque Nacional Big Bend, y estos no tienen a disposición dicho equipo en cualquier fecha del año, ya que lo ocupan para realizar las mismas labores de control del lado estadounidense, además de prestar las canoas a excursiones con fines turísticos, por lo que se tiene que depender de las fechas disponibles. También se tiene que coordinar con el personal técnico del área de CONANP, ya que son los que operan el área y en la mayoría de las veces acompañan a la aplicación de los controles. Por lo que la logística se vuelve una labor de suma importancia para asegurar resultados satisfactorios en el control.

Otro factor que influye en los resultados, es el periodo de tiempo entre la aplicación y la evaluación, el cual debería ser en todos los casos de un año, con un lapso mínimo de cinco meses, ya que, con lapsos menores, no se da oportunidad a que el químico termine de actuar.

En la práctica, estos periodos de tiempo varían dependiendo de los patrocinadores, ya que hay proyectos que abarcan un año de operación y otros que sólo son de seis meses, por lo tanto, se tienen que entregar resultados de efectividad por lo que se realizan las evaluaciones antes de que concluya cada contrato. Por lo que se recomienda, que se proponga a los patrocinadores que acepten, en los casos en que no sea posible respetar los tiempos mínimos, aceptar evaluar sitios tratados en fases anteriores, aunque es aunque no sean parte del mismo patrocinio.

El factor humano en este tipo de trabajo, también es determinante para tener el éxito deseado, en el caso de las brigadas con las que se trabajó, se les dio una capacitación a principios del proyecto; lamentablemente en el transcurso de su operación se incorporó personal, que si bien fue capacitado en la metodología de trabajo, no se les explicó con el mismo detalle la finalidad del proyecto, ni su magnitud, por lo que en algunos casos no hubo apropiación del proyecto por parte de las personas incorporadas, por lo que se recomendaría tener un programa continuo de capacitación de las brigadas, buscando una mayor apropiación por parte de los integrantes, especialmente los más nuevos.

Otra circunstancia que ocurre con el personal, es que, cuando se tiene un área con un grado de infestación muy alta, y no se tuvo un buen control físico, como fue el caso del área de Solís y algunos puntos del Cañón de Boquillas del Carmen, las personas tienden a perder donde va el corte del control, y al tener algo de distracción, o simplemente ir a recargar las bombas de aplicación y regresar al punto en el que se encontraban trabajando, se van dejando individuos sin tratar que quedan totalmente vivos y con una gran oportunidad de rebrotar, lo que se ve proyectado en las evaluaciones.

Para asegurar la efectividad en el control, se recomienda un recorrido en el interior del Cañón de Boquillas del Carmen, para ver el estado en el que se encuentra ya que los últimos controles se llevaron a cabo en 2015, y aún se encontraron individuos vivos y rebrotes en la última evaluación realizada. De ser necesario realizar una aplicación en el Cañón de Boquillas a los individuos que aún existan, para evitar la propagación de la especie.

Para el caso del área conocida como Solís, recomienda continuar trabajando en el sector, realizando esfuerzos de control en esta área.

Es de suma importancia analizar y evaluar las medidas de prevención y educación ambiental que se han llevado a cabo para la concientización de la población ante la problemática de especies invasoras.

Es importante reforzar la concientización en las comunidades, como lo son San Vicente y Ojo Caliente, ya que se presentó inconformidad por parte de los habitantes, al no querer que se aplicara el control en algunos sitios cercanos a dichas comunidades.

Si no se trabaja en lo antes mencionado, se podría tener un retroceso de lo logrado actualmente con la ejecución de este proyecto, y los esfuerzos realizados con anterioridad.

XI. CONCLUSIONES

- Se obtuvo un porcentaje de efectividad para el interior del Cañón de Boquillas del Carmen de 90.46% en una longitud de 33 km, y para el área de Solís un promedio de 77.36% en los dos tramos tratados de esta área con un total de 26.3 km.
- Para el Cañón de Boquillas del Carmen se obtuvo un promedio de 3.57% de necrosis, 5.56% de individuos vivos y un 3.2% de rebrotes.
- Para el área de Solís, se tuvo un promedio de 18.43% de necrosis, por lo que el químico continuaba trabajando cuando se realizaron las evaluaciones, el 2.03% de individuos vivos y el 6.07% de rebrotes.
- Según los resultados analizados, se concluye que la mejor época de aplicación es en otoño, ya que se encontraron mayores porcentajes de efectividad que en primavera, tanto en los tramos que ya se tenían tratamientos, como en los tramos completamente nuevos.
- Existen factores que no se pueden modificar y que son determinantes para la efectividad de los controles como lo es el clima.
- Así como otros que pueden ser mejorados, como es el factor humano, siendo determinante en la efectividad de los controles el compromiso hacia el proyecto y la capacitación continua.

- El tiempo en el que se hacen las evaluaciones posteriores a los controles, es importante, ya que se tiene que tener un mínimo de cinco meses de la aplicación para notar los efectos del químico en los individuos tratados.
- La reacción de los individuos al control resulta distinta según las características de las áreas, tanto en el área abierta como lo es en Solís como en área encañonada, Cañón de Boquillas del Carmen.

XII. LITERATURA CITADA

Aguilar, V. 2005. Especies invasoras: una amenaza para la biodiversidad y el hombre. CONABIO, Biodiversitas. México.

Badii, M.H. & Landeros, J. 2007. Invasión de especies o el tercer jinete del apocalipsis ambiental, una amenaza a la sustentabilidad. International Journal of Good Conscience.

Comisión para la Cooperación Ambiental (CCA). 2008. El mosaico de América del Norte: panorama de los problemas ambientales más relevantes, Montreal, Canadá.

Comisión para la Cooperación Ambiental (CCA). 2014. Evaluación de la conservación para la región Big Bend-Río Bravo: un enfoque de cooperación binacional para la conservación, Comisión para la Cooperación Ambiental, Montreal.

Comité Asesor Nacional sobre Especies Invasoras. 2010. Estrategia nacional sobre especies invasoras en México, prevención, control y erradicación. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. México.

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 2014. Sistema de información sobre especies invasoras en México. Fecha de acceso. URL: <http://www.biodiversidad.gob.mx/invasoras>

Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP). 2008. Programa de Manejo Área de Protección de Flora y Fauna Maderas del Carmen. México.

- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP).** 2013. Programa de Manejo Monumento Natural Río Bravo del Norte, México.
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP).** 2015. Programa de Manejo Área de Protección de Flora y Fauna Ocampo.
- Contreras** Arquieta A. 2007. Investigación sobre la distribución de la planta invasora Arundo donax (carrizo gigante) en la cuenca del Río Bravo. Pronatura Noreste A.C. – USDA – PNE. Proyecto No. 6204 – 22000 – 019 – 10S. Monterrey N.L., México.
- Cortés** E. & Marcos-García, S/F, El control biológico: una solución para el manejo de la planta. España.
- Cortés** E. & Marcos-García, tríptico USDA, S/F, Control biológico de *Arundo donax*, Carrizo invasor de los humedales, España.
- Cortés** E, M.A. Marcos y J. Goolbys. S/F. Buscando el antídoto natural en la lucha contra el "Carrizo Gigante", Centro Iberoamericano de la Biodiversidad (CIBIO), Unidad Asociada al CSIC, IPAB, Universidad de Alicante, España.
- Deltoro** Torro, V., Jiménez Ruiz, J. & Vilan Fragueiro X.M. 2012. Bases para el manejo y control de *Arundo donax* L. (Caña común). Colección Manuales Tecnicos de Biodiversidad, 4. Conselleria d'Infraestructures, Territori i Medi Ambient. Generalitat Valenciana. Valencia.
- Ervin** G,N & Madsen J,D. S/F, "Gigant Reed (*Arundo donax* L.)", Wildland, Departament of Biological Sciences, Mississippi State University, USA.
- Flores** Maldonado, J.J., A. Prado Navarro, A.L. Domínguez Orozco, R. Mendoza, A.I. González Martínez. 2008. El carrizo gigante, especie invasora de ecosistemas riparios. CONABIO. Biodiversitas. México.
- Fraúndez** Macho A.B & Mondéjar Martín N. 2008. Estudio de la especie vegetal invasora "*Arundo donax*" (Caña común) en el ámbito de la confederación hidrográfica del Júcar. Área de distribución, factores limitantes y procedimientos para su control. España.
- Fuentes** N, P Sánchez, A Pauchard, J Urrutia, L Cavieres & A Marticorena. 2014. Plantas Invasoras del Centro-Sur de Chile: Una Guía de Campo. Laboratorio de Invasiones Biológicas (LIB), Concepción, Chile.
- GIPS.** 2005. El programa mundial sobre especies invasoras. Ciudad del Cabo, Sudáfrica.

- Gutiérrez** López L. & Vázquez de Castro Nogales A. S/F. Catálogo de flora invasora del municipio de Piélago. Ayuntamiento de Piélago. España.
- Kaye** Seawright E. 2009. Select economic implications for the biological control of *Arundo donax* along the Rio Grande. Texas A&M University. USA.
- Koleff**, P. 2011. Diplomado Fundamentos para la prevención y manejo de especies exóticas invasoras en México. México.
- Lowe** S., Browne M., Boudjelas S., De Poorter M. 2004. 100 de las Especies Exóticas Invasoras más dañinas del mundo. Una selección del Global Invasive Species Database. Publicado por el Grupo Especialista de Especies Invasoras (GEEI), un grupo especialista de la Comisión de Supervivencia de Especies (CSE) de la Unión Mundial para la Naturaleza (UICN). USA.
- McNeely**, J.A., H.A. Mooney, L.E. Neville, P. Schei, y J.K.Waage (editores.) 2001 Estrategia mundial sobre especies exóticas invasoras, UICN Gland, Suiza y Cambridge, Reino Unido.
- Sánchez-Ken**, J.G., Zita Padilla G. y Mendoza Cruz M. 2012. Catálogo de las gramíneas malezas nativas e introducidas de México. Instituto de Biología, UNAM, Asociación Mexicana de la Ciencia de la Maleza A.C. México.
- Schüttler**, E. & Karez, C.S. (eds) 2008. Especies exóticas invasoras en las Reservas de Biosfera de América Latina y el Caribe. Un informe técnico para fomentar el intercambio de experiencias entre las Reservas de Biosfera y promover el manejo efectivo de las invasiones biológicas. UNESCO, Montevideo. USA.
- Valdés**, Reyna J. 2015. Gramíneas de Coahuila. CONABIO. Coahuila, México.