

Informe final* del Proyecto JE018

Propuesta de diagnóstico, erradicación y monitoreo post-erradicación, de especies exóticas invasoras en oasis de Baja California Sur, centrándose en las dos más relevantes: rana toro *Lithobates catesbeianus* y manto de cristo *Cryptostegia grandiflora**

Responsable:	Dr. Ricardo Rodríguez Estrella
Institución:	Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste S.C.
Dirección:	Mar Bermejo # 195, Playa Palo de Santa Rita, La Paz, BCS, 23090 , México
Correo electrónico:	estrella@cibnor.mx
Teléfono/Fax:	01(612)123 8484 Ext. 3713
Fecha de inicio:	Abril 30, 2013.
Fecha de término:	Febrero 1, 2019.
Principales resultados:	Base de datos, fotografías, informe final.
Forma de citar** el informe final y otros resultados:	Rodríguez-Estrella, R., Pérez-Navarro, J.J., Luja, V., Sánchez A. y C. Morales. 2018. Propuesta de diagnóstico, erradicación y monitoreo post-erradicación, de especies exóticas invasoras en oasis de Baja California Sur, centrándose en las dos más relevantes: rana toro <i>Lithobates catesbeianus</i> y manto de cristo <i>Cryptostegia grandiflora</i> . Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S. C. Informe final SNIB-CONABIO, Proyecto No. JE018 . Ciudad de México.

Resumen:

Se propone realizar un estudio que derive en la erradicación de especies exóticas invasoras de 8 oasis de Baja California Sur, en particular de una especie de planta, el manto de cristo *Cryptostegia grandiflora*, y sobre todo de la rana toro *Lithobates catesbeianus*, aunque también se planeará para algunos oasis la del langostino rojo *Procambarus clarkii*, la tilapia *Tilapia zilli* y peces de ornato como el gupi *Poecilia reticulata* y el pez cola de espada *Xiphoporus helleri*. Se desconocen todos los efectos que tienen las especies exóticas invasoras en los oasis de BCS, sobre la estructura y función en este ecosistema, aunque se sabe que algunas de estas especies exóticas han disminuido tamaños poblacionales de algunas especies nativas y endémicas, así como han contribuido a su desaparición en algunos oasis. La idea es que una vez hecha la eliminación y posterior erradicación de estas especies exóticas invasoras se realice un seguimiento post-erradicación para evaluar la respuesta de la fauna y especies de plantas nativas a la erradicación. Esta información será valiosa sobre todo para determinar la forma en que la fauna reacciona a la eliminación de especies que las desplazaban o depredaban, así como para determinar las formas de colonización de plantas en las zonas donde se elimine el manto de cristo.

-
- * El presente documento no necesariamente contiene los principales resultados del proyecto correspondiente o la descripción de los mismos. Los proyectos apoyados por la CONABIO así como información adicional sobre ellos, pueden consultarse en www.conabio.gob.mx
 - ** El usuario tiene la obligación, de conformidad con el artículo 57 de la LFDA, de citar a los autores de obras individuales, así como a los compiladores. De manera que deberán citarse todos los responsables de los proyectos, que proveyeron datos, así como a la CONABIO como depositaria, compiladora y proveedora de la información. En su caso, el usuario deberá obtener del proveedor la información complementaria sobre la autoría específica de los datos.

**CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS
DEL NOROESTE, S.C.**

**PROPUESTA DE DIAGNÓSTICO, ERRADICACIÓN Y
MONITOREO POST-ERRADICACIÓN, DE ESPECIES
EXÓTICAS INVASORAS EN OASIS DE BAJA
CALIFORNIA SUR, CENTRÁNDOSE EN LAS
DOS MÁS RELEVANTES: RANA TORO
LITHOBATES CATESBEIANUS Y
MANTO DE CRISTO
CRYPTOSTEGIA GRANDIFLORA**

Informe Técnico Final

Responsable: Dr. Ricardo Rodríguez Estrella

27 de febrero, 2018

INDICE

Colaboradores.....	6
Resumen.....	8
Introducción y Antecedentes.....	10
Justificación del proyecto.....	14
Objetivo General.....	15
Objetivos particulares.....	15
Grupos taxonómicos a trabajar	15
Aspectos de la biología de <i>Cryptostegia grandiflora</i>	16
Aspectos de la biología de <i>Lithobates catesbeianus</i>	16
Área de estudio.....	17
Oasis a trabajar.....	18
Métodos.....	19
Para el control y erradicación de la planta <i>Cryptostegia grandiflora</i>	20
Para la erradicación de la rana toro <i>Lithobates catesbeianus</i>	26
Otras especies acuáticas exóticas invasoras.....	28
Educación ambiental y difusión.....	32
Mapas y sus características.....	33
Resultados.....	35
Justificación de cambios en los oasis trabajados y las temáticas abordadas...35	
I. Manto de cristal <i>Cryptostegia grandiflora</i>	38
Esfuerzo de muestreo y trabajo de eliminación y monitoreo.....	38
Eliminación, control y erradicación en oasis de BCS.....	39
Área trabajada en la eliminación, control y erradicación.....	51

Éxito en la erradicación de la planta exótica invasora.....	51
Especies (taxa) de plantas que colonizan posteriormente a la eliminación y erradicación.....	62
Plantas pioneras.....	77
Plantas que pueden ser dispersadas por animales.....	79
Especies nativas para recuperación de la vegetación de oasis.....	80
Vegetación en transectos de muestreo en zonas de los oasis donde no existía <i>Cryptostegia grandiflora</i>	81
Vegetación en transectos de muestreo en zonas de oasis donde existía previamente <i>Cryptostegia grandiflora</i>	85
Plantas afectadas por <i>Cryptostegia grandiflora</i>	88
Animales registrados utilizando zonas con y sin <i>Cryptostegia grandiflora</i>	94
II. Rana toro <i>Lithobates catesbeianus</i>	103
Esfuerzo de muestreo y trabajo de eliminación y monitoreo.....	103
Situación de la rana toro <i>Lithobates catesbeianus</i> en oasis de BCS.....	108
Datos históricos de abundancia en oasis de BCS.....	108
Datos históricos y actuales de presencia en oasis de BCS.....	109
Información sobre ejemplares de <i>Lithobates catesbeianus</i> capturados en oasis de BCS.....	111
Otras especies exóticas invasoras en los oasis, especies acuáticas.....	112
Distribución en oasis de las especies acuáticas exóticas invasoras en oasis.....	116
Seguimiento de las poblaciones de rana toro <i>Lithobates catesbeianus</i> y otras especies exóticas invasoras acuáticas y su efecto en poblaciones nativas de oasis de BCS.....	119
Campaña de Educación Ambiental y Difusión.....	125
Puntos que fueron tratados en las presentaciones formales.....	127

Costos del trabajo de eliminación, control y erradicación de especies exóticas invasoras en oasis de BCS.....	128
Protocolos para la eliminación, control y erradicación de especies exóticas invasoras en oasis de BCS.....	133
Problemáticas y soluciones.....	133
Ventajas y desventajas de la aplicación o no de los métodos propuestos para la eliminación, control y erradicación de especies exóticas en este proyecto.....	137
Discusión.....	139
Evaluación de métodos, ventajas y desventajas.....	140
Conclusiones.....	145
Recomendaciones.....	147
Resumen de actividades realizadas durante el proyecto.....	148
Resultados esperados en el proyecto y declarados en el convenio.....	150
1. Bases de datos de especies exóticas invasoras en los oasis.....	150
2. Fichas de las exóticas invasoras comprometidas.....	153
3. Informe del éxito de eliminación y erradicación de las exóticas.....	153
Mapas geoespaciales.....	155
Productos.....	158
1. Fichas individuales.....	158
2. Base de datos.....	158
3. Videos cortos.....	158
4. Fotografías.....	158
Análisis de indicadores de avance (éxito).....	158
Indicadores de avance en porcentaje.....	159
Literatura citada.....	160

Anexo

Protocolos para la eliminación, control y erradicación de especies exóticas
invasoras en oasis de BCS, *Cryptostegia grandiflora* y *Lithobates catesbeianus*.....166

Con crédito de colaborador en el proyecto:

M. en C. José Juan Pérez Navarro, CIBNOR
Dr. Víctor Hugo Lujá, Universidad Autónoma de Nayarit
Ing. Forestal Alma Alicia Sánchez, CIBNOR
M. en C. Claudia Morales, CIBNOR

Agradecimientos:

Por su apoyo y participación en este proyecto, se agradece a:
Ing. Zootecnista Efren Villavicencio V. y Dr. Romeo Tinajero, CIBNOR, por apoyo en el trabajo de campo.
M. en C. Mabilia Urquidi, por apoyo en la elaboración de la cartografía.

De acuerdo a los términos de referencia del *Anexo 3* del Convenio, en este informe final se presenta un resumen, una breve introducción y antecedentes del proyecto, los objetivos, una descripción detallada de los métodos utilizados, la descripción del área de estudio y un análisis detallado de los datos y resultados obtenidos así como una discusión, conclusiones del trabajo y referencias bibliográficas. Se presenta un análisis de las condiciones que permitieron cumplir o no cumplir con los objetivos planteados al inicio del proyecto.

Créditos por el uso de información resultado del proyecto: La información que se generó se hizo por el grupo de trabajo, por lo que la propiedad intelectual es del Responsable del proyecto, mismo que ha discutido y acordado con los participantes en el mismo la forma en que se presenta la misma en este informe y sobre las publicaciones que podrían derivar de la misma. Sin embargo, las decisiones de lo que se presenta en este informe las tomó el Responsable del proyecto.

Resumen

Se realizó un diagnóstico de especies exóticas invasoras en oasis de Baja California Sur durante 2013-2015, centrándose posteriormente en realizar la eliminación de dos de estas especies exóticas invasoras en 8 oasis, para posteriormente realizar un programa de control tendiente a la erradicación de las dos especies. Se centraron los trabajos en la planta conocida como manto de cristo o clavel alemán *Cryptostegia grandiflora*, y en un anfibio, la rana toro *Lithobates catesbeianus*. Básicamente con métodos manuales se logró la eliminación de *Cryptostegia grandiflora* de acuerdo a lo programado, y sobrepasando con mucho lo comprometido. El análisis de la información indica que es posible considerar que se han eliminado el 100% las plántulas y plantas en el área comprometida de <1 km de los oasis de San Pedro de la Presa, La Soledad, San Hilario, Agua Caliente-El Chorro, Santiago y Mulegé, por lo que se puede decir que se logró la erradicación de esta especie de planta invasora en dichos oasis. En algunos oasis se llegó a hacer la eliminación y control hasta más de 50 kilómetros fuera del oasis, siguiendo el cauce de los arroyos donde se presentaba la planta. En los oasis de Los Comondú y El Pilar aunque inicialmente se eliminaron las plantas dentro de 1 kilómetro alrededor, no se pudo continuar con el control debido a problemas locales diferentes que lo impidieron. El área total estimada donde se trabajó en la eliminación, control y erradicación fue de 1416 hectáreas. La densidad de plantas de manto de cristo osciló entre oasis de 82 a 411 individuos/hectárea. Las plantas y plántulas finalmente extraídas osciló entre oasis entre 2,400 a 75,700, para un total final de 297,000 al final del proyecto. Se identificaron taxa de especies colonizadoras siendo *Washingtonia robusta*, *Prosopis* spp. (pudiendo ser *Prosopis glandulosa* y *P. palmeri*), *Cryptostegia grandiflora*, *Amaranthus* spp., *Datura* spp., y *Phoenix dactylifera* y una Poaceae las más frecuentes. Dos especies exóticas son colonizadoras importantes, una de ellas la exótica invasora *C. grandiflora* y la otra es *Phoenix dactylifera*. Pero la especie colonizadora más importante fue la especie nativa *Washingtonia robusta*. Entre las especies pioneras, *Washingtonia robusta* y *Prosopis* spp. fueron las más importantes entre las especies nativas. Otras especies nativas que aparecen en la mayoría de los oasis como pioneras fueron *Parkinsonia aculeata*, *Nicotiana trygonophylla*, *Vallesia glabra* y *Heliotropium curassavicum*; entre las exóticas aparecieron *Cynodon dactylon* (invasora) y *Nicotiana glauca*. 10 especies de plantas son consumidas por animales, con lo que podrían dispersarlas. Un total de 90 especies nativas más 25 especies exóticas son afectadas por el manto de cristo al crecer sobre ellas. Del total de plantas nativas, 5 son endémicas. Con respecto al seguimiento de plantas colonizadoras que se presentan posteriormente a la eliminación-erradicación de la planta manto de cristo, el número de especies o taxa que colonizaron estas zonas fue mayor para aquellas zonas de oasis y arroyos ubicados en la sierras, mientras que en los oasis y arroyos de las partes bajas fue mucho. Los oasis de las partes bajas eran mucho más pequeños que los de las sierras. Se estimaron los costos para eliminar una hectárea de *Cryptostegia grandiflora* durante el proyecto, y los costos variaron entre \$319 a \$1017 pesos mexicanos.

La rana toro *Lithobates catesbeianus* fue eliminada y aparentemente erradicada de 7 oasis por factores naturales, en particular por la acción de huracanes y lluvias torrenciales que arrastran animales y plantas que se encuentran a su paso, con lo que pudieron coadyuvar a la eliminación de esta rana exótica invasora. En dos de los 3

oasis en que actualmente se encuentra presente, se utilizaron también métodos manuales (captura, redeo, disparos) logrando una disminución de su población en los oasis de San Joaquín y El Sauzal. Aunque el método podría haber llevado a la erradicación de la rana toro, los eventos temporales de huracanes y lluvias torrenciales de 2013, 2014 y 2015 modificaron las condiciones de trabajo y experimentación, con lo que no se pudieron aplicar los métodos de manera eficiente.

Además, se encontraron dos especies exóticas invasoras comunes y tres poco comunes. Para estas especies, las dos más complicadas para su control y erradicación son peces dulceacuícolas, *Tilapia zilli* y *Poecilia reticulata*, las cuales además de ser abundantes están ampliamente distribuidas. Las otras especies, *Cyprinus carpio*, *Xiphophorus hellerii* y *Procambarus clarkii* son especies exóticas invasoras importantes, pero que en los oasis aún tienen bajas abundancias y/o están restringidos a unos cuantos oasis. Estas especies no se pudieron monitorear y manejar adecuadamente debido a los efectos que las lluvias torrenciales tuvieron en los oasis y arroyos, al conectar pozas o cuerpos de agua anteriormente aislados aunque fuera de manera temporal, pero que complicaron las evaluaciones y las estrategias para implementar algún plan para eliminar, controlar y erradicar a estas especies acuáticas.

Se realizó un programa de educación ambiental y difusión que consistió de 3 formas de acción. La primera, de pláticas diarias durante el trabajo de eliminación y control, en que diariamente se les hicieron comentarios de refuerzo. Se les dieron comentarios diarios por 119 días en el oasis de San Pedro de la Presa, 45 días en La Soledad, 33 días en El Pilar, 24 días en San Hilario, 54 días en El Chorro-Agua Caliente, 54 días en Santiago y 10 días en Los Comondú. La segunda, consistió en dar pláticas semanales o reuniones informativas a la gente local que trabajaba en el proyecto; el objetivo de estas pláticas semanales era hacer un recuento y recopilación de los avances del proyecto y de las problemáticas surgidas. Se les dieron reuniones informativas semanales por 42 veces en el oasis de San Pedro de la Presa, 21 veces en La Soledad, 20 veces en El Pilar, 18 veces en San Hilario, 19 veces en El Chorro-Agua Caliente, 19 veces en Santiago y 3 veces en Los Comondú. Finalmente, la tercera consistió en dar presentaciones más espaciadas para ofrecer un resumen de los avances después de varios meses de iniciado el trabajo. Estas presentaciones más formales usaban materiales de apoyo audiovisual y es mostraban los avances con videos, fotos, posters y presentaciones powerpoint. Se invitaba a toda la comunidad, incluidos los familiares y amigos de la gente local que trabajaba en el proyecto. Se hablaba de la relevancia del proyecto y de los logros alcanzados por la participación de la gente local. Se les dieron 3 presentaciones de este tipo en el oasis de San Pedro de la Presa, 1 en La Soledad, 1 en El Pilar, 3 en San Hilario, 2 en El Chorro-Agua Caliente, 2 en Santiago y 1 vez en Los Comondú

Se discuten distintos aspectos del proceso de erradicación de las dos especies exóticas invasoras en los oasis de BCS y se hacen sugerencias para asegurar la erradicación al largo plazo.

Introducción y antecedentes

Los oasis de Baja California Sur (BCS) son cuerpos de agua dulce superficial que están insertos en un paisaje árido y mantienen una asociación vegetal peculiar de tipo méxico-relictual, tales como la palma de hoja *Washingtonia robusta*, el carrizo *Phragmites communis* y el tule *Typha domingensis* (Grismer y McGuire 1993; Arriaga y Rodríguez-Estrella 1997), aunque la vegetación puede ser variable. En BCS existen alrededor 80 oasis típicos (Maya *et al.* 1997; Rodríguez-Estrella *et al.* 2002). La mayoría de los oasis son de pequeño tamaño, de entre 50 a 600 m². Los oasis de mayor extensión son los de San Ignacio (2.7 km²), La Purísima (2.5 km²), San José del Cabo (1.4 km²) y Mulegé (1 km²). Por su distribución y área los oasis representan menos del 1% de la superficie total del estado, pero estos ecosistemas únicos soportan poblaciones de especies raras o endémicas (prácticamente de todos los taxa animales) que no podrían sobrevivir a las condiciones de aridez extrema del desierto circundante, así como son utilizados por fauna nativa del desierto de manera frecuente. Los oasis contienen un número relevante de especies endémicas tanto de vertebrados como de invertebrados (Grismer y McGuire 1993; Rodríguez-Estrella *et al.* 2006; Jiménez *et al.* 2015) y funcionan como sitios de escala (stopovers) durante la migración de las aves dentro de la península (Rodríguez-Estrella *et al.* 2005). Ejemplos de especies endémicas en los oasis pueden encontrarse en los arácnidos (Jiménez *et al.* 2015), escorpiones (Jiménez-Jiménez y Palacios-Cardiel 2010), peces (Ruiz-Campos *et al.* 2006), anfibios (Recuero *et al.* 2006; Luja *et al.* 2015), reptiles (Grismer 2002), y aves (Rodríguez-Estrella *et al.* 1999, 2005). Los oasis son ecosistemas frágiles y vulnerables debido a su pequeño tamaño, su aislamiento y al incremento en las presiones por actividades humanas (Rodríguez-Estrella *et al.* 1999). Los oasis son también importantes para los habitantes locales que viven en los oasis porque viven dentro y usan sus recursos (e.g. agua, plantas).

La abundancia de especies nativas, su presencia y las interacciones ecológicas que suceden en los oasis, han sido afectadas por la introducción de especies exóticas invasoras, efectos que aún no han sido correctamente ni completamente evaluados. Las invasiones biológicas comprenden el proceso de introducción, establecimiento y expansión a lo largo del mundo de especies exóticas, que vienen de otras áreas geográficas (Elton 1958). Por lo general las invasiones son producidas por la introducción accidental, pero en casos también ésta ha sido intencionada, y hay variados factores que las favorecen incluidas las históricas del sitio y del paisaje (Vilá *et al.* 2008, 2011; Vilá y Ibañez 2011). El proceso de invasión inicia entonces cuando una especie es transportada por un medio humano a un área fuera de su rango de distribución natural. Estos son los “vectores” y hay una gran variedad de ellos, los intencionales (p.ej. el comercio de mascotas y plantas de ornato, jardinería, comercio de alimentos, y de especies para la agricultura, para el cultivo de animales (acuicultura, ganadería), y para el control biológico) y los no intencionales (p.ej. el agua de lastre de los barcos, semillas en ruedas de automóviles, camiones de transporte de alimentos, caracoles pegados a las plantas de acuarios). Estas especies transportadas a otra región distinta a su rango de distribución son entonces introducidas. Posteriormente, si las condiciones del ambiente son adecuadas y si un número suficiente de individuos es liberado, se pueden reproducir y establecerse en

pequeñas poblaciones. Si llegan a extender su rango de distribución en esta área, se vuelven invasoras (Duncan *et al.* 2003; Keller *et al.* 2015).

Las especies invasoras que son especialmente preocupantes y relevantes desde el punto de vista ecológico (y económico y de salud humana con frecuencia), son aquellas que tienen efectos muy negativos en los ecosistemas. Estas introducciones pueden variar en tiempo para cada especie y región, pero se ha denotado que en tiempos recientes debido a la facilidad del transporte y a la globalización del comercio y movimientos, las invasiones se han incrementado. Algunas especies se vuelven naturalizadas e invasoras, pero no hay un número ni una regla que indique cuántas y cuáles especies se volverán naturalizadas o invasoras. No todas las especies introducidas se volverán naturalizadas ni todas las naturalizadas se volverán invasoras. En realidad el establecimiento y expansión de estas especies exóticas dependen de que las especies encuentren condiciones favorables que les permitan explosionar, volverse invasoras. Las más bajas tasas de invasividad las tienen las especies de plantas exóticas, mientras que las más altas son para los vertebrados, sobre todo peces dulceacuícolas y mamíferos (Williamson 1996; Richardson *et al.* 2000; García-Berthou *et al.* 2005; Blackburn *et al.* 2009; Keller *et al.* 2009). Proviendo las especies invasoras de un diverso grupo de linajes evolutivos (desde microscópicos como los patógenos, o como los gusanos platihelminos, hasta los vertebrados como los burros, cabras y camellos), los impactos y presiones sobre la fauna y flora nativa son distintos y pueden derivar en distintos efectos a distintos niveles en los ecosistemas (Shine 2015). Un problema importante que se presenta al intentar dilucidar los patrones de invasividad es que la mayoría de las especies invasoras se comportan de forma distinta en distintos ecosistemas y sus impactos varían también (Ehrenfeld 2010). Se requiere definitivamente políticas internacionales para controlar y reducir los impactos de las especies invasoras en un mundo globalizado (Keller y Perrings 2011).

Entre las especies invasoras que han sido reportadas previamente en los oasis de BCS están la rana toro *Lithobates catesbeianus*, el langostino rojo *Procambarus clarkii*, la tilapia *Tilapia zilli* y peces de ornato como el gupi *Poecilia reticulata* y el pez cola de espada *Xiphoporus helleri* (Hernández *et al.* 2008; Luja y Rodríguez-Estrella 2010a; Luja 2011); también se han encontrado en las plantas, como el carrizo gigante *Arundo donax*, *Ricinus communis*, el pasto buffel *Pennisetum ciliare* (Pérez-Navarro y Rodríguez-Estrella 2017) así como el manto de cristo o clavel alemán *Cryptostegia grandiflora* (Rodríguez-Estrella *et al.* 2010). Algunos de los efectos de estas especies invasoras han sido documentados en los oasis de BCS. Por ejemplo, el declive poblacional de la sardinita endémica *Fundulus lima* causado por la introducción de tilapias (Ruiz-Campos *et al.* 2006), o la exclusión y declive poblacional de la rana arborícola de Baja California *Pseudacris hypochondriaca curta* a causa de la introducción de rana toro, carpas y langostino rojo en algunos oasis (Luja 2011; Luja *et al.* 2015). A nivel mundial, los únicos estudios publicados sobre los efectos del manto de cristo en la fauna han sido reportados para Australia en muy pocos trabajos (Valentine 2006, Valentine *et al.* 2007). No se habían realizado estudios de este tipo con la fauna en México hasta que los iniciamos nosotros en los oasis (Rodríguez-Estrella y Sánchez Velasco, datos no publ.).

Se sabe que de 57 oasis muestreados en Baja California Sur, *Cryptostegia grandiflora* se le ha registrado en 22 de ellos, es decir en un 39% (Rodríguez-Estrella *et al.* 2010). Y de 40 oasis muestreados para ver especies de animales exóticas, se encontró la rana toro en 10 de ellos, entre oasis y arroyos afluyentes a ellos, o sea en un 25%. En 15% se confirmó la existencia de poblaciones reproductoras de esta rana (Luja y Rodríguez-Estrella 2010a). Estas proporciones son realmente altas para el número de oasis existentes y para su tamaño, pues son ecosistemas frágiles. En ambos casos la causa más probable de establecimiento y colonización ha sido que la gente local ha transportado a estas especies invasoras a los oasis, bien como especies de ornato (el manto de cristo) o buscando encontrar alguna utilidad como alimento en el caso de las ranas, peces y langostinos; también pudo haber un intento de producir látex en el caso de la planta exótica, que es una idea que no prosperó y fue un fracaso cuando se planteó hace más de 60 años en el mundo (Luja y Rodríguez-Estrella 2010a, Rodríguez-Estrella *et al.* 2010).

Por otro lado, se sabe que las especies exóticas invasoras por su acción pueden tener costos de millones de dólares anuales a un país para controlarlas y erradicarlas de los nuevos sitios que colonizaron (Sakai *et al.* 2001; Pimentel *et al.* 2000, 2005; Pejchar y Mooney 2009; Shine 2015). Las especies exóticas pueden provocar la pérdida de servicios ambientales de los ecosistemas y pueden dañar los sistemas productivos de una región. La erradicación o control de especies invasoras es clave para los programas de restauración y de eliminación de los problemas que estas especies provocan en los sistemas naturales (D'Antonio y Meyerson 2002). En diversos intentos de control y erradicación que se han hecho con especies exóticas, el éxito depende por una parte de la distribución que tenga la especie en los sitios invadidos, de los requerimientos ecológicos que requiera para colonizar y expandirse (Bashkin *et al.* 2003, Abella *et al.* 2012), de su biología, de la competencia con otras especies (Flory y Clay 2010), por otra parte de lo que las normatividades permiten y de las actitudes de la gente (Ward y Mervosh 2012; Keller *et al.* 2015), y también de manera relevante de los métodos y costos que conlleve la erradicación y el control (Flory y Clay 2009) y del éxito de la restauración (Flory 2010), entre otros factores. Distintos métodos pueden tener un éxito diferente dependiendo de la especie, de su ecología y biología, del grado de invasión, de las características del sitio donde se pretende hacer la erradicación, de si la especie cuenta o no con un agente de control biológico efectivo, de los métodos mecánicos y de los métodos químicos que se usan, (e.g. herbicida), y de la normatividad legal y de lo que ecológicamente puede permitirse en un país. Lo que se puede concluir en general, es que se debe utilizar el mejor método para la especie y las características del sitio donde se encuentre la especie invasora, así como cuidando de no impactar los procesos ecológicos ni los servicios ambientales por el método utilizado. En diversos estudios se ha mostrado que una implementación de métodos mecánicos (como extracción y uso de fuego) y químicos de manera integral es la mejor estrategia para la erradicación y control de muchas especies exóticas invasoras. Por otro lado, se requiere un programa de acciones de prevención y restauración ecológica. Asimismo, se requiere un fuerte y creativo programa de educación ambiental. Como se indicó, la erradicación de las especies invasoras depende de la interrelación de factores biológicos, operativos, socio-políticos y económicos (Simberloff *et al.* 2005, Cacho *et al.* 2006, Gardener *et al.* 2010).

No sabemos cuáles puedan ser los efectos que las especies invasoras provoquen en la economía de los pobladores de los oasis, pero deseamos evitar cualquier efecto negativo. Al erradicar las especies invasoras se eliminará este riesgo. Asimismo, se sabe por lo general que los planes de erradicación de invasores establecidos pueden tener poco éxito (en particular por la alta probabilidad de reintroducciones) y muy costosos. Pero bajo ciertas condiciones geográficas, algunos ecosistemas son ideales para implementar programas de erradicación. Se sabe que las erradicaciones exitosas se han logrado solo a escalas relativamente pequeñas (Simberloff 2001). Los ecosistemas naturalmente aislados como las islas y ecosistemas que funcionan como islas, tales como los pequeños oasis rodeados de grandes extensiones de desierto, con una gran relevancia ecológica y evolutiva, son sitios en los que la probabilidad de erradicación se incrementa y con acciones particulares se puede lograr de manera exitosa.

Hemos pensado desde el inicio de este proyecto en 2010 que en los oasis se podía implementar una estrategia integral de métodos mecánicos y con el uso de herbicidas para el control y erradicación exitosa de las especies invasoras. Son sistemas aislados y donde la invasión podemos considerar se encuentra a pequeña escala comparativamente con la extensión del desierto circundante. Contamos además con la ventaja de que las especies que se quieren erradicar (sobre todo las dos en que se centrará este proyecto) no son especies por las que la gente local ni el gobierno tengan un aprecio, no les son atractivas, ni las consideran en sus planes productivos, no las utilizan de ninguna manera. Los pobladores de los oasis han expresado en general que tienen poco interés en el uso de las especies de exóticas invasoras presentes en los mismos; consideran al manto de cristo como una especie dañina, aunque aceptan que se introdujo como especie de ornato por su flor; la rana toro no les es atractiva, aunque aceptan que alguien la introdujo en algunos oasis para intentar hacer comercio y y en otros casos, para verla dentro del cuerpo de agua, de ornato; nadie impidió que la introdujeran ni previó los problemas que actualmente han generado; a las tilapias que fueron inicialmente introducidas en los oasis con el fin de generar opciones de alimento en pobladores rurales, no las consumen prácticamente en ningún oasis; los guppies parecen haber sido introducidos por acuaristas que decidieron liberarlos de sus peceras cuando ya no quisieron darles mantenimiento o por gusto (Rodríguez-Estrella *et al.* datos de 2012 no publ.). Es decir, a la gente local no le impacta positivamente en su economía y antes al contrario consideran a algunas de ellas como especies dañinas y perjudiciales. Esto es definitivamente una ventaja para incrementar el éxito del programa de erradicación y control de estas especies. Finalmente, en nuestro programa en 2012 tuvimos el plan de realizar campañas de educación ambiental y de difusión de nuestros resultados tanto a la gente local de los sitios donde se trabajó como al público en general. Estas campañas han sido importantes y fundamentales para ir generando la conciencia de la necesidad de erradicar a las especies exóticas invasoras de los oasis.

Justificación:

Los oasis son relevantes como ecosistema por contener especies únicas, endémicas, y un número importante de especies que aunque no son endémicas, dependen del ambiente oasis para su permanencia dentro de un medio árido como es el desierto de la península de Baja California. Los oasis son considerados hábitats relictos que sirven como refugio para muchas especies mexicanas u que son parches atractivos para la fauna ya que soportan desproporcionadamente grandes números de animales. Por su pequeño tamaño, por su aislamiento y por la función que tienen para que diversos grupos permanezcan y evolucionen dentro de un ambiente árido y desértico. Determinar la ocurrencia de especies exóticas en un ecosistema frágil y único como los oasis es una prioridad para el país y para la región. Se desconocen todos los efectos que tienen las especies exóticas invasoras en los oasis de BCS, sobre la estructura y función en este ecosistema, aunque se sabe que algunas de estas especies han disminuido tamaños poblacionales de algunas especies nativas y endémicas, así como han contribuido a su desaparición en algunos oasis.

De acuerdo a los efectos que estas especies invasoras han tenido en otros sitios y ecosistemas donde han sido introducidos, se esperarían afectaciones importantes, ya que alteran la abundancia y composición de especies nativas y comunidades (Vitousek *et al.* 1996; D'Antonio y Vitousek 1992; Mack *et al.* 2000; Orrock *et al.* 2008; Pimentel *et al.* 2000, 2005; Blackburn *et al.* 2009). Asimismo, se espera que de continuar la tendencia actual y el no realizar ninguna acción, un mayor número de oasis serán colonizados por las especies exóticas invasoras en el corto tiempo, gran parte debido al transporte que la gente local hace de estas especies entre oasis. Ello conlleva la pérdida de diversidad biológica, la afectación de las interacciones entre especies y de procesos que son importantes para mantener la funcionalidad de este ecosistema. Por ello, la erradicación de las especies exóticas en oasis de BCS es importante ya que evitaría la extinción local de poblaciones de especies nativas y endémicas así como permitiría restaurar condiciones funcionales en los oasis lo que debería beneficiar a las demás especies en el sistema. La idea que planteamos fue que una vez hecho el control y la posterior erradicación, se realizara un seguimiento post-erradicación para evaluar la respuesta de la fauna y especies de plantas nativas a la erradicación. Esta información es valiosa sobre todo para determinar la forma en que la fauna reacciona a la eliminación de especies que las desplazaban o depredaban. Para ello se propuso trabajar finalmente en 8 de los oasis que presentan las condiciones para poder controlar y erradicar a las especies invasoras.

OBJETIVO GENERAL

Hacer un diagnóstico del total de oasis con especies exóticas invasoras, en particular de rana toro y de manto de cristo, y presentar un programa de monitoreo y de manejo que tiene como fin último erradicar las poblaciones de estas especies invasoras de 8 oasis de BCS y evaluar los efectos que tiene la erradicación en las especies nativas y en general en el sistema. La erradicación se planea pueda ocurrir en el mediano plazo, primero debe de existir un control estricto del proceso para que las especies no recolonizen. Nuestro objetivo inicial para este proyecto fue que se pudiera hacer la erradicación completa de 4 de los oasis y que en los restantes 4 oasis la erradicación ocurriera a mediano plazo (5-7 años).

El objetivo de este proyecto se centra entonces en el análisis de las dos especies exóticas invasoras relevantes, el manto de cristo *Cryptostegia grandiflora* y la rana toro *Lithobates catesbeianus*, aunque se realizan diagnósticos y ensayos para la eliminación y posterior control y erradicación de las demás especies de fauna acuática invasora.

Objetivos particulares:

- 1) Conocer la distribución actual de las poblaciones de especies invasoras en los oasis de BCS mediante la obtención de datos de presencia/ausencia, densidad y/o abundancia de las especies en que sea factible estimarla, así como la cobertura de la planta invasora.
- 2) Ejecutar acciones de remoción controlada de las especies invasoras para controlar sus poblaciones disminuyendo la probabilidad de dispersión hacia otros oasis.
- 3) Erradicar las poblaciones de especies invasoras de los oasis de BCS propiciando el repoblamiento de especies endémicas y nativas, en particular centrándose en las dos especies exóticas relevantes.

Los grupos taxonómicos que se comprometieron para trabajar son:

Plantas: Manto de Cristo *Cryptostegia grandiflora* Roxb. ex R. Br. (Apocynaceae)

Vertebrados: Rana toro *Lithobates catesbeianus* (Anura: Ranidae)

Otras especies que se deseaba trabajar pero para la que se presentaron problemas en el control de los trabajos de eliminación:

Vertebrados: Tilapia *Tilapia zillii* (Perciformes: Cichlidae), *Poecilia reticulata* (Cyprinodontiformes: Poeciliidae), pez cola de espada *Xiphoporus helleri* (Cyprinodontiformes: Poeciliidae); Invertebrados: langostino rojo *Procambarus clarkii* (Decapoda: Cambaridae).

Aspectos de la biología y de interés como planta invasora de *Cryptostegia grandiflora*:

Originalmente esta especie se considera endémica de Madagascar, aunque actualmente se distribuye a nivel mundial en distintas regiones continentales e islas. Se ha registrado que plantas de *Cryptostegia* fueron introducidas en las islas del Mar Índico y posteriormente en América, en ambos casos con fines de cultivo por su contenido de látex y por su uso ornamental (Klackenberg 2001). *Cryptostegia grandiflora* (Familia Apocynaceae) se distribuye en la parte sur de Madagascar, principalmente en las áreas más secas de este territorio, creciendo desde el nivel del mar hasta los 600 msnm. De manera natural se le encuentra en bosques secos, sabanas, pastizales perturbados y con mucha frecuencia en el lecho de ríos. La temporada de floración abarca de agosto hasta marzo (Klackenberg 2001).

El manto de cristo o manto de la virgen o clavel alemán o clavel de España *Cryptostegia grandiflora* fue reportada por primera vez por Standley (1924) en Sinaloa, señalando al “clavel de España como una planta naturalizada que se encuentra profusamente”. Los ejemplares más antiguos depositados en los herbarios comprendidos en la REMIB, datan de los años 1930’s (BCS y Sonora en 1935, Sinaloa en 1938; REMIB 2009). Lo anterior da una idea del tiempo en el que esta planta se introdujo en México y la manera en que paulatinamente se ha dispersado en el país, así como de su capacidad de colonización una vez establecida la especie. Esta información se presenta de manera extensa en la ficha de esta especie (producto entregado en el proyecto).

Aspectos de la biología y de interés como especie invasora de *Lithobates catesbeianus*:

La rana toro *Lithobates catesbeianus* ha sido identificada como factor crucial en el declive de algunas especies de otras ranas en los sistemas dulceacuícolas alrededor del mundo. Sus características biológicas tales como su gran tamaño (hasta más de 30 centímetros de longitud hocico-cloaca (LHC) y 500 g de peso), una tasa reproductiva alta, gran adaptabilidad a nuevos ambientes y dieta amplia hacen a las ranas toro competidores dominantes sobre otras especies así como tienen un papel importante como depredadores.

Hasta la fecha se tiene el registro de poblaciones establecidas de rana toro en al menos 10 oasis de BCS (Luja y Rodríguez-Estrella 2010a). Su introducción ha sido citada como la responsable del desplazamiento y declive de poblaciones de especies nativas en los oasis de BCS, tal como la rana arborícola de Baja California *Pseudacris hypochondriaca curta*, y la culebra *Thamnophis hammondi* (Luja 2011). Los oasis de BCS son ecosistemas frágiles por su tamaño pequeño y su aislamiento geográfico por lo que la introducción de especies exóticas como la rana toro puede generar pérdida de biodiversidad y alterar las cadenas tróficas y flujos de energía en estos sistemas tan particulares. Han sido introducidas por la gente en los oasis, primeramente se piensa que fue con la idea de comercializar su venta para comida, y posteriormente por gentes locales que las pasaron entre cuerpos de agua por una cuestión de gusto (Luja y Rodríguez-Estrella 2010a). Información extensa de la especie se presenta en la ficha técnica adjunta (producto entregado en el proyecto).

Aspectos de la biología, ecología y otros temas de las especies exóticas invasoras acuáticas *Tilapia zillii*, *Poecilia reticulata*, *Xiphoporus helleri* y del langostino rojo *Procambarus clarkii* se presentan en las fichas técnicas de cada especie (producto entregado en el proyecto).

Área de estudio

La ubicación de los oasis donde se realizó el proyecto dentro del estado de Baja California Sur se muestra en la siguiente figura (Fig. 1):

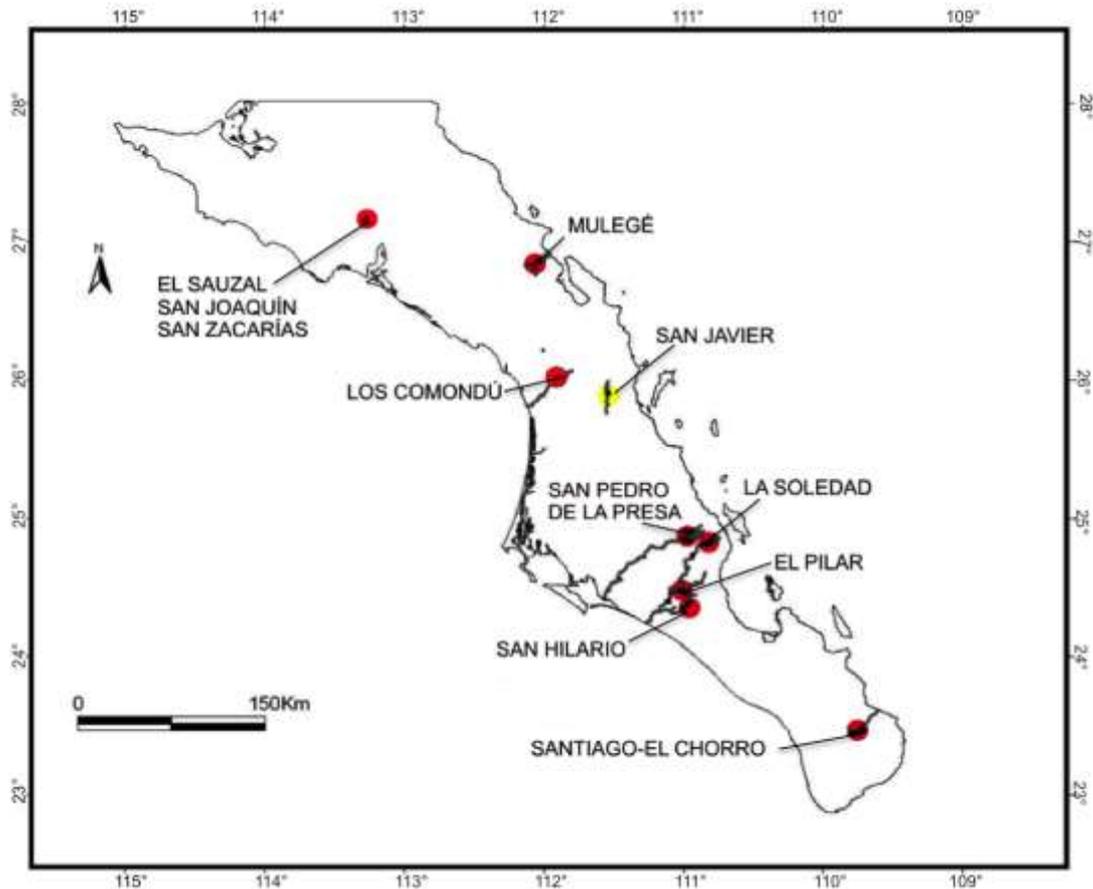


Figura 1. Ubicación aproximada de los oasis que se propusieron trabajar para erradicar a las especies exóticas invasoras. Los oasis de Los Comondú se encuentran muy cercanos entre sí, por eso no se les separa en el mapa. Es un caso similar para los oasis de Santiago y El Chorro, que además incluyen a Agua Caliente en su ubicación.

Se planteó trabajar en 8 oasis distribuidos en los 5 municipios del estado de Baja California Sur (Tabla 1). Las razones de la elección fueron que ya habíamos trabajado con el gobierno del Estado y con los pobladores en dichos oasis en el proceso de eliminación de especies exóticas de los mismos, por lo que había una probabilidad alta de que la gente local se involucrara en las acciones de erradicación y vigilancia posterior al control de las especies exóticas.

Tabla 1. Ubicación de los oasis seleccionados para el desarrollo del proyecto. Se presenta su superficie considerando el cuerpo de agua y vegetación típica asociada (km²).

Localidad	Area (km ²)	Latitud*	Longitud*	Municipio
Mulegé	1.03	26.886409	-111.987212	Mulegé
San José Comondú	0.88	26.060378	-111.819814	Comondú
San Miguel Comondú	0.60	26.037375	-111.832604	Comondú
San Javier	1.10	25.862677	-111.544098	Loreto
San Pedro de la Presa	0.10	24.847290	-110.990423	La Paz
La Soledad	0.40	24.813056	-110.810894	La Paz
San Hilario	0.30	24.374852	-110.975067	La Paz
El Chorro*	1.70	23.443384	-109.798773	Los Cabos

*El oasis El Chorro debe ser considerado como El Chorro-Agua Caliente, pero permanece con el nombre indicado inicialmente en el convenio.

Debido a que el problema para erradicación varía en complejidad dependiendo de los oasis, se añadieron los siguientes cuatro oasis para trabajar sobre todo con la eliminación y erradicación de rana toro, y con aspectos de evaluación de la tilapia y peces pequeños, aunque en uno de los casos se trabajó también con la *Cryptostegia grandiflora* (El Pilar).

Localidad	Area (km ²)	Latitud*	Longitud*	Municipio
San Joaquín	0.1	26.886409	-111.987212	Mulegé
El Sauzal	0.2	26.060378	-111.819814	Mulegé
San Ignacio	2.69	26.037375	-111.832604	Mulegé
El Pilar	0.25	25.862677	-111.544098	La Paz
Santiago	1.47	23.474430	-109.724797	Los Cabos

Asimismo, se añadió el oasis de Santiago para el dado caso que tuviésemos problemas en avanzar en algún otro oasis (para trabajar tanto con la rana toro como con el manto de cristo), además de juntar el oasis de Agua Caliente junto con El Chorro, porque se encuentran muy cercanos entre sí.

Número de oasis finalmente trabajados en el proyecto:

En conclusión, el área de estudio contempló finalmente el trabajo en 12 oasis en lugar de 8, pero se deben considerar las modificaciones correspondientes al trabajo de cada una de las dos especies relevantes del proyecto dentro de los oasis. Para

cada una de las dos especies relevantes se muestran en los Resultados los oasis trabajados con una figura particular.

METODOS

Métodos realizados en el estudio durante el periodo

Para hacer la erradicación, seguimos procedimientos de control exitoso implementados en otros países, adecuándolos a las condiciones de los oasis de BCS. La revisión de los métodos y efectividad se hizo consultando a Vitelli 1995, Grice y Brown 1996, Grice (1997), Tomley (1998), Mackey *et al.* (1996), Bebawi *et al.* 2000, Radford *et al.* (2008) y manuales oficiales que indican la forma en que han erradicado y controlado localmente a *Cryptostegia grandiflora* en Australia (<http://www.weeds.gov.au/publications/guidelines/wons/c-grandiflora.html>; <https://www.environment.gov.au/biodiversity/invasive/weeds/publications/guidelines/wons/pubs/c-grandiflora.pdf>; <http://reefcatchments.com.au/files/2013/02/IPA-Rubber-Vine-PP11.pdf>; https://www.daf.qld.gov.au/_data/assets/pdf_file/0020/52544/IPA-Rubber-Vine-PP11.pdf). Posteriormente, se fue adaptando el método a las condiciones de los oasis de BCS.

Para *Lithobates catesbeianus*, se siguieron los procedimientos descritos y recomendados en Miera (1999), Govindaralajulu *et al.* (2005), Adams y Pearl (2007) y Allen y Rilley (2012).

Por otro lado, cada uno de los oasis mencionados tiene características diferentes en cuanto al uso, extensión y estado de conservación de la cubierta vegetal, así como de su cuerpo de agua, tal como se puede ver y consultar en los mapas que fueron generados por cada oasis. Por ello, primero se hizo una cuantificación y ubicación de las áreas que ocupaban las especies invasoras dentro del oasis. Esto fue adecuado y aplicado particularmente al caso de la planta manto de cristo *C. grandiflora* debido a que sus ubicaciones son fijas. Para el caso de las especies de animales acuáticos, realizar este tipo de ubicación es complicado debido a sus movimientos dentro del cuerpo de agua, y por la presencia continua a lo largo de los arroyos y cuerpos de agua dentro del oasis. Por ello, se optó por mostrar las ubicaciones de las especies exóticas invasoras acuáticas dentro del cuerpo de agua, de manera continua.

Las ubicaciones de las especies (considerando lo explicado en el párrafo anterior) se pasaron posteriormente a mapas en un Sistema de Información Geográfica. Una vez teniendo estas ubicaciones, se hizo un programa y cronograma de actividades para abordar la eliminación para cada oasis, utilizando técnicas específicas para cada una de las especies, tal como se detalla más adelante. Se estableció para cada caso, cada oasis, el que se consideró el mejor programa de control y erradicación. Como se verá en los Resultados, el programa implementado fue similar en todos y con la misma efectividad, solo variando en función de la orografía y de la densidad de plantas, así como variaría para las especies acuáticas invasoras.

Una vez que se iban eliminando los individuos de las especies de las áreas en que se les encontró dentro de cada oasis, se planeó el monitoreo, sobre todo centrándose en las dos especies exóticas invasoras relevantes. Con el monitoreo se fue corroborando que no existieran recolonizaciones por la planta exótica; las plantas que fueran apareciendo (bien plántulas, plantas o rebrotes) iban siendo eliminadas. Es decir, se realizó un control de la especie en las zonas para que no volviera a colonizar. Se hizo el programa de seguimiento de los sitios para ver la manera en que las plantas nativas se establecían y recolonizaban. Después del control, al notar que no aparecían ya plantas ni plántulas después de un tiempo, se consideró entonces que se había erradicado la especie del área seleccionada. Una vez erradicada la especie se debería evaluar si la fauna utilizó dichos sitios. A esto es a lo que se conoce como evaluación y monitoreo post-erradicación. Sin embargo, para que esta evaluación pueda hacerse consideramos que se requiere que haya pasado un tiempo adecuado con el fin de que los animales puedan usar las plantas que se van estableciendo de una manera más estable, que muestre ciertas tendencias.

Debido a que el tiempo en que se logró la erradicación de la planta exótica es aún corto, esta fase del trabajo quedará como parte de monitoreo inicial, considerando que se tendrá información adecuada en el próximo año.

El monitoreo se planificó también para hacerse con la rana toro y otras especies exóticas invasoras acuáticas, pero debido a los problemas que se presentaron y que se explican en los Resultados, este trabajo se realizará posteriormente.

No obstante estos cambios, se presenta el método de control y erradicación que debe ser usado para estas especies, hasta el monitoreo post-erradicación.

I. Para el control y la erradicación de la planta *Cryptostegia grandiflora*

La medición se hizo en el campo, ubicando toda planta de la especie exótica dentro del área de estudio dentro de cada oasis. El área de trabajo comprometida para el proyecto inicialmente, fue considerando un radio de 1 kilómetro (1 km) desde el cuerpo de agua del mismo, que se consideró el centro o núcleo del oasis. Dentro de este círculo de 1 km se buscó realizar la erradicación. Esta distancia de 1 km se ubicó en función de la recomendación que nos hiciera la CONABIO cuando se presentó la propuesta, antes de iniciar los trabajos. Esta recomendación se hizo indicando que sería más fácil lograr el objetivo de erradicación. Pero a medida que avanzó el proyecto y en función de nuestra experiencia, se vio que ni siquiera controlando y manejando el área dentro de 1 km alrededor del oasis se lograría el objetivo. En función de lo que se sabe y se fue aprendiendo de la biología de *Cryptostegia grandiflora* en la región, esta planta tiene una alta capacidad y potencial de colonización debido a la dispersión anemófila de sus semillas, a que sus propágulos pueden desplazarse por el agua también (lo que quiere decir que con las lluvias y corridas de agua en arroyos puede dispersarse hacia el oasis y fuera del mismo), a que las semillas pueden estar en banco de semillas por alrededor de 2 años y a que tiene una elevada germinación de sus semillas con un prolífico establecimiento de plantas (ver la ficha técnica de la especie, este informe). Por lo anterior, esta planta lograría rápidamente volver a invadir el oasis mismo a partir de las plantas aledañas

o fuera del círculo de 1 km. Debido a que las fuentes de propágulos se encontraban inmediatamente fuera de 1 km, se consideró que el objetivo de erradicación no se hubiera logrado ni dentro del área de 1 km señalado por la gran cantidad de plántulas que se generan después de las lluvias. Por lo anterior, se hicieron eliminaciones y control de la planta exótica hacia fuera del círculo de 1 km, siguiendo los cauces de arroyo.

Una vez definida el área de estudio para cada oasis, procedimos a ubicar cada planta y grupo de plántulas y plantas. Los manchones fueron ubicados cada uno, siguiendo el contorno del mismo y definiendo su extensión. Se utilizó un GPS marca Garmin para ubicar y posicionar cada planta, grupo de plantas y manchón en un mapa digital (posición geoespacial en los mapas). En la generación de los mapas entregados mostrando la distribución de las plantas de *Cryptostegia grandiflora* en los oasis y arroyos se explica específicamente cómo se ubicaron los manchones y realizaron los mapas.

La información se guardó en una base de datos, con lo que fue posible ubicar a cada planta y cada manchón de manera espacial. Teniendo esta información en un SIG se pudieron estimar posteriormente las áreas y coberturas de la planta exótica dentro de las extensiones de cada uno de los oasis a trabajar, dentro del área de 1 kilómetro propuesto y comprometido inicialmente. Lo anterior permitió evaluar el grado de invasión de la especie y posteriormente evaluar la efectividad en la eliminación y erradicación de la planta dentro de los límites de esta área. Asimismo, se extendió el área de evaluación, eliminación, control y manejo a más de 1 km (hacia los arroyos) con el objetivo de mediano a largo plazo de erradicar esta planta de estos arroyos y lograr a mayor escala el logro del objetivo. Las áreas cubiertas variaron en función de la ubicación y distribución de la planta invasora en las áreas indicadas.

A. Fase de diagnóstico

Se realizaron visitas durante 2013 dentro de los 8 oasis seleccionados. Durante las visitas se realizaron muestreos para determinar la densidad y cobertura de la planta invasora *Cryptostegia grandiflora*. Se realizaron muestreos previos en 2012 para determinar la densidad, cobertura y dominancia de la planta invasora *C. grandiflora*, pero también de las especies nativas dentro de transectos establecidos. Se midió entonces la vegetación propia de los oasis dentro del muestreo. Se delimitaron dos transectos con un área de entre 700-1000 m², por oasis muestreado en las superficies contiguas a las poblaciones de la planta invasora para comparar la composición florística. Se cuidó que estas áreas contiguas tuvieran el mismo régimen ecológico y de manejo con el fin de reducir al máximo los factores ambientales que pudieran afectar los resultados.

Los resultados del análisis de estos transectos permitirán caracterizar la estructura de la vegetación de los oasis y áreas aledañas. Estos deben considerarse como la línea de base que servirá para identificar y monitorear los cambios en la vegetación una vez realizada la eliminación de *Cryptostegia grandiflora*. Los muestreos se realizaron para tres condiciones de los sitios en los oasis: 1. Sitios de oasis sin la presencia de *C. grandiflora*, 2. Sitios sin la presencia de *C. grandiflora* aunque en el

sistema de oasis existiese la planta, y 3. Sitios de oasis que tienen presencia de *C. grandiflora*.

El muestreo en cada sitio se realizó sobre un transecto de 10 m de ancho, cubriendo el gradiente de vegetación desde el cuerpo de agua del oasis hasta la vegetación de matorral. Consideramos después de ver las tasas de colonización de sitios controlados y del crecimiento de las plantas, que se requerirán entre dos y cinco años después de concluidas las actividades de eliminación del proyecto, para notar cambios en la vegetación que permitan determinar repoblamiento de los sitios por la fauna. A partir de los dos años iniciaremos la réplica de estos muestreos, para comparar los cambios en la vegetación en las 3 condiciones.

Sitios de muestreo y criterios de seguimiento en cuanto a los transectos para determinar la dominancia de especies de plantas nativas, así como de *Cryptostegia grandiflora* en los sitios donde se encuentra establecida:

Oasis sin <i>Cryptostegia grandiflora</i>	Oasis con <i>Cryptostegia grandiflora</i>	
	Sujetos a eliminación de la planta	
*San Javier	Sitio sin presencia de la planta:	Sitio con presencia de la planta:
*Los Crestones	<ul style="list-style-type: none"> • La Soledad • Comondú 	<ul style="list-style-type: none"> • San Hilario • El Pilar

B. Eliminación, control y erradicación

Se consideran posteriormente 3 etapas para realizar el control y la erradicación, así como evaluar los efectos de la erradicación en la fauna y flora de los oasis:

1. La primera etapa se relaciona a la eliminación con fines últimos de erradicación, con el consiguiente control previo.

a. Se trabajó con una cuadrilla de 10 trabajadores para iniciar la eliminación de cada hectárea de terreno. Se estimó que un grupo de trabajo podría cubrir el número de hectáreas en tiempos en meses para el control y la erradicación. Por esta cuadrilla de trabajadores por oasis había 1-2 técnicos que vigilaban que se fuera realizando el trabajo de extracción en la forma que se requería. Asimismo, se iba cuidando que de acuerdo al programa se avanzara el área de extracción estimada, la cual era evaluada en función del esfuerzo que se requiriese para eliminar las plantas de dicha área. Esto se estimaba considerando el número de plantas, la densidad, cobertura y distribución de las plantas. Asimismo, se consideraba el tipo de terreno en que se estuviera trabajando para estimar los tiempos que debían dedicar las cuadrillas por día y semana. Se consideraba si el terreno era arenoso, pedregoso, con pendiente y si

había agua, así como si se encontraba trepando sobre algún tipo de planta en especial.

b. Para realizar la eliminación, control y erradicación, se trabajaba eligiendo áreas particulares de acuerdo al programa que se estableciera. En estas áreas y dependiendo de la densidad de plantas y de su distribución, se decidía si las personas debían trabajar de manera individual o en parejas o grupos mayores los trabajadores para hacer más eficiente la extracción (eliminación de las plantas). Primeramente, se eliminaron plántulas y plantas únicas que fueran fáciles de extraer, inclusive con la mano directamente. En seguida, se empezaban a sacar plantas que requirieran un poco más de esfuerzo (se usaba talacho, pico y pala), puesto que al extraerlas hubiese quedado alguna parte de la raíz bajo tierra. Es decir, se cuidaba que la raíz fuera extraída completamente. Si la raíz se quebraba, se tenía que escarbar hasta sacar el resto de raíz. Si las raíces eran largas, se iba escarbando hasta sacarla completamente. Había ocasiones en que la raíz salía, pero en que seguramente quedaba alguna parte de la misma porque posteriormente aparecían rebrotes en algunos puntos. Pero estos rebrotes eran posteriormente eliminados, en los monitoreos.

Asimismo, para plantas mayores, se podaba con machete cada una de las plantas. Para aquellas plantas que tuvieran un tocón grueso, se fue macheteando y posteriormente se sacaba el tocón con la raíz. Para ello se podía usar talacho, pico y pala, dependiendo del tipo de suelo y qué tan profundas estuvieran las raíces. El follaje se extraía posteriormente y se concentraba en algunos sitios para su posterior incineración. Después de la poda de las plantas, se había planeado que cada tocón de este tipo y grosor se tratara con un herbicida particular. Sin embargo, este procedimiento se hizo solo en aquellos tocones donde fue prácticamente imposible o muy difícil hacer la extracción manual de los mismos. Solo se trataron muy pocas plantas en todo el proyecto (alrededor de 20 plantas con un compuesto químico). Tomar esta decisión de no usar herbicida fue importante, porque la mayoría de las plantas a las que se dejó un tocón estaban ubicadas en los cauces de arroyos y cerca de cuerpos de agua. De haberse aplicado herbicida de manera generalizada, hubiera generado una mala percepción del proyecto aunque el químico hubiese tenido un corto efecto en el sistema y se hubiera buscado usar herbicidas de degradación rápida. Era importante no provocar rechazo en la gente en cuanto a los métodos a utilizarse, y el uso de herbicida era conflictivo. Por otro lado, el uso de herbicidas en sistemas biológicos frágiles debe ser completamente necesario y justificado, debido a que se puede afectar a especies o procesos biológicos presentes solo en los oasis. Ello no debe suceder.

El fuego, que es otro método que podía usarse se aplicó solo en 2 oasis (San Pedro de la Presa, La Soledad), y en áreas muy particulares y restringidas fuera del oasis mismo, lo que puede considerarse insignificante. Aunque se ha probado que el fuego ayuda a eliminar a *C. grandiflora* en otras regiones (como Australia), en realidad solo se usa para controlarla y en zonas donde no hay gente. Para el caso de los oasis, no se puede usar fuego sin un riesgo de generar un incendio porque las hojas de las palmas *Washingtonia robusta* y de la palma datilera y probablemente otras plantas de huertos, son muy flamables y rápidamente expanden un fuego si no se tiene cuidado. Aunque se pudo controlar el uso del fuego, se decidió no aplicar

este método para evitar cualquier error del manejo y se produjera un fuego, o bien evitar la percepción de que podríamos generarlo.

Por lo anterior, se buscó que todas las plantas fueran extraídas manualmente y así se trabajó en todos los oasis durante el tiempo del proyecto.

2. La segunda etapa consistió en evaluar la colonización por plantas nativas en los meses posteriores a la eliminación, y programando, en función de las fechas del monitoreo que los datos indicaran, si se habría logrado la posible erradicación o continuaba en fase de control. Esta etapa ocurrió de manera distinta y con tiempos distintos entre los monitoreos entre diferentes oasis debido a los tiempos particulares en que se realizaban los trabajos en cada uno de ellos. Debido a que se programó ir trabajando en oasis cercanos, uno o dos a la vez, hasta llevar a la eliminación de las zonas que se iban programando en función de los avances, es que las fechas no corresponden entre meses para los oasis. Cada uno de ellos tiene sus controles y monitoreo independientes.

Se hicieron seguimientos de las áreas donde se realizaron las eliminaciones, para controlar y posteriormente determinar si se logró una erradicación, con el fin de cuantificar a las especies de flora nativa que se establecieron posteriormente. Es importante señalar que durante la fase de control se monitoreó y verificó que no se establecieron plantas de *C. grandiflora*, sacando toda nueva plántula y eliminando rebrotes de las plantas que hubiesen surgido. Era muy importante prevenir la recolonización de los sitios. Se dio seguimiento al proceso de regeneración y colonización por especies nativas, así como la de plántulas de la especie exótica que pudieran surgir dado que esta especie se reproduce tanto vegetativamente como por semillas. Se comparó lo observado en esta fase con lo observado en la fase preliminar a la eliminación.

Por otro lado, para dar un seguimiento cuantificable y comparable al proceso de colonización, se establecieron cuadrantes en 4 de los oasis. Por cada oasis se establecieron 10 cuadrantes para 3 de los oasis y 3 cuadrantes en uno de ellos. Solo en este oasis que era el más pequeño en superficie y el menos invadido se establecieron menos cuadrantes. Cada cuadrante tuvo un área de 15 m x 4 m. Los oasis se seleccionaron en función de que representaran las condiciones de los demás oasis en cuanto a la erradicación, y además que la gente permitiera poder hacer las mediciones posteriormente sin destruir los sitios.

Número de cuadrantes: La Soledad= 13; San Pedro de la Presa= 10; El Pilar= 10; San Hilario= 3.

Se midieron todas las plántulas dentro de cada cuadrante, por cada visita de monitoreo que se hizo posterior a la eliminación de áreas donde se encontraba *C. grandiflora*. En los Resultados se presentan las fechas de monitoreo para la cuantificación y medición de plántulas y plantas en cada cuadrante.

3. La tercera etapa consistió en evaluar la efectividad de la eliminación, el control y finalmente la erradicación.

Se estableció un programa de monitoreo y verificación continua que se intentó tuviera una duración de al menos 12 meses posteriores a la eliminación de las plantas de *C. grandiflora*, con el fin de detectar a tiempo posibles recolonizaciones y evitar así el repoblamiento por la especie invasora. Las 2-3 fases continuas en que se obtuvieran 0 plántulas y recolonizaciones podía considerarse para términos de análisis y manejo post-erradicación, en una erradicación. En función de esta premisa, se encontró que la erradicación requirió más tiempo para determinar la dinámica de lo que estaba ocurriendo en el sistema por lo que los tiempos para la evaluación del uso de los sitios post-erradicación por la fauna han tenido que ajustarse en los programas de actividades y seguimiento para cada oasis.

Posterior al proceso de eliminación, considerando un año, se realizó una nueva prospección general de los sitios para determinar si existió recolonización por la planta exótica. Este fue el mejor indicador de la efectividad de la acción de erradicación. Asimismo, se documentó el proceso de colonización por plantas nativas de las zonas donde se eliminaron y aparentemente se erradicaron las plantas invasoras. Las fechas de monitoreo (seguimiento y evaluación) para la eliminación variaron entre oasis, pero tuvieron una frecuencia temporal que impidiera que las plantas nuevas alcanzaran tallas a las que inicia la floración y fructificación en esta especie. La información sobre este proceso puede consultarse en la ficha técnica de la especie anexa a este informe.

Consideraciones en el Método para la Estrategia de eliminación, control, manejo y erradicación de Cryptostegia grandiflora:

Iniciamos la eliminación de las plantas con miras a la posterior erradicación mediante un control que se verificaría con los monitoreos. Comenzamos desde las partes altas y bajas de los arroyos con relación al oasis, desde el borde del límite de su distribución en ambos sentidos. Se fue avanzando dirigiéndonos hacia el oasis mismo, eliminando toda planta, plántula y rebrote que encontráramos en la zona, hasta llegar a la zona de infestación del oasis mismo, donde se encuentra el cuerpo de agua y normalmente una fuerte infestación cuando no se le ha controlado. Asimismo, se buscó hacer la eliminación en los tiempos más cortos posibles dentro del tiempo en que se encuentren las plantas fuera del periodo de fructificación. Se puso especial cuidado en que no se trozaran los frutos para evitar la dispersión de las semillas. Todo fruto que se encontró se retiró de la planta con cuidado y se colectó, quemándolo posteriormente en sitios de concentración. Se evitó hacer la eliminación y posteriormente el control con miras a la erradicación durante la época de lluvias, para evitar que los huracanes dispersaran los propágulos de la planta. Estos dos puntos fueron importantes porque la dispersión de *C. grandiflora* se da principalmente por el viento y por el agua.

El programa de principio consideró que las actividades de eliminación de la planta iniciaran en los meses de febrero, marzo, abril y hasta mediados de mayo, pensando que la etapa de fructificación de las plantas se daba en meses posteriores (de acuerdo a lo indicado en la literatura y en comunicaciones que nos habán dado previamente). Pero durante el desarrollo del proyecto se pudo constatar que las plantas tienen

periodos más largos de fructificación. Con la experiencia que adquirimos durante el desarrollo del proyecto, con el programa calendarizado y con el monitoreo pudimos eliminar los frutos al inicio de su formación y con cuidado evitamos la dispersión de las semillas al no golpear los frutos. De esta manera evitamos liberar las semillas al no permitir que abrieran los frutos, con lo que se evitó su dispersión. Con lo anterior, pudimos trabajar en la eliminación de la planta durante prácticamente todo el año, solo evitando la época de lluvias y huracanes ya que además era prácticamente imposible trabajar en los arroyos.

Para verificar que la eliminación con miras a la erradicación estaba ocurriendo, se realizaron monitoreos en cada oasis (control) para evaluar posibles recolonizaciones y controlarlas. Posteriormente a la eliminación, ya realizando el control, se monitoreó y verificó que no se establecieran plantas, sacando toda nueva plántula y eliminando rebrotes de las plantas que hubiesen surgido (ver Etapa 2, pag. 21). Se evitó que se formaran agrupaciones densas de la planta. La premisa fue prevenir la recolonización de los sitios. Lo importante fue que se controlaran primero las pequeñas infestaciones para evitar su dispersión y que ocuparan áreas más grandes y que volvieran a conformar parches y zonas con alta densidad de la planta. Para evitar esta recolonización, se estimó el tiempo máximo en que rebrotes y plántulas que nacerían posteriormente (por estar en el banco de semillas o por dispersión de sitios aledaños), podrían crecer al tamaño mínimo en que vimos a las plantas que empiezan a reproducirse, produciendo flores y frutos. Basado en estos tiempos, se programó el calendario de visitas a los sitios, en cada uno de los oasis y sus alrededores, de tal manera que las plantas no hubieran alcanzado dichas tallas. Se debe pensar en mínimo 2 años. Para este proyecto y dados los tiempos para desarrollarlo, aseguramos al menos 1 año de seguimientos en los oasis trabajados como podrá verse en los Resultados.

Por otro lado, debido a que no usamos en realidad el herbicida como actividad complementaria al método mecánico evitamos riesgos al sistema y a la diversidad biológica asociada. La eliminación se hizo toda prácticamente por el método manual de extracción y por la quema controlada de algunos tocones y plantas en general, solo cuando se requería. Posteriormente, se presenta un análisis de las ventajas y desventajas de no haber utilizado los herbicidas y haber restringido al mínimo el uso del fuego para la eliminación de plantas en los oasis y arroyos.

II. Para la erradicación de *Lithobates catesbeianus* y para la eliminación de otras especies exóticas acuáticas

Para el programa planeado de erradicación de especies de fauna acuática invasora en cuerpos de agua dulce, se realizó primeramente una verificación de las especies exóticas presentes. Estas fueron la rana toro *Lithobates catesbeianus*, el langostino rojo *Procambarus clarkii*, la tilapia *Tilapia zilli*, la carpa *Cyprinus carpio*. Además de estas especies, se observaron también individuos de dos especies de peces de ornato encontradas en algunos oasis, el gupi *Poecilia reticulata* y el pez cola de espada *Xiphophorus helleri*.

El proceso y fases programados para lograr la erradicación de la rana toro *Lithobates catesbeianus* fueron: Una fase de diagnóstico en el que inicialmente se planeó realizar durante 6 meses visitas a 8 oasis distribuidos a lo largo de BCS. Sin embargo, estas visitas no se pudieron realizar de la manera prevista debido a la problemática que originaron los huracanes que ocurrieron en 2013 (ver comentarios en Resultados). Por otro lado, se habían hecho ya con anterioridad visitas a algunos de los oasis y se había determinado su presencia desde 2006 hasta 2010 (ver Tabla 23). Inclusive en algunos de estos oasis se estimó la abundancia relativa de la rana toro mediante muestreos mensuales. Esta información se presenta como parte de la información previa al inicio del estudio. Posteriormente, en 2012 se visitaron algunos oasis y la información obtenida indicaba que había un proceso de disminución de algunas de sus poblaciones (como en los oasis de Mulegé y San José de Magdalena) y que en otros definitivamente no había rana toro (como en los oasis Los Comondú). Para el oasis San Javier, había reportes contradictorios también.

A partir de julio y hasta noviembre de 2013 se realizaron muestreos para conocer la presencia de las especies acuáticas invasoras y de especies nativas, pero existió una problemática sobre la evaluación cuantitativa de estas especies por el efecto de los huracanes y tormentas tropicales. No obstante, se generó una base de datos que contiene los registros de presencia de cada especie acuática exótica invasora por cada oasis, generada por una parte con información que es histórica y otra con información nuestra. Asimismo, se empezaron a ver los problemas que tendría la eliminación y erradicación de especies de exóticas invasoras acuáticas, debido a la lluvias de los huracanes y tormentas tropicales de ese año 2013, 2014 e inclusive 2015, mismos que se explican en los Resultados. Debido a esta problemática se hicieron algunos cambios en los alcances de los objetivos con relación a esta parte del proyecto.

En la siguiente fase se evaluó la abundancia de manera, y se hizo un seguimiento en cada visita a los oasis. Para realizar la evaluación de la abundancia de la rana toro, se hicieron muestreos iniciales para determinar su presencia y posteriormente, se estimó la abundancia con conteos y seguimientos. Para la eliminación de otras especies acuáticas con miras a su erradicación a un más largo plazo, se hizo primero una fase de diagnóstico. Para realizar la evaluación de la abundancia de las especies, en particular de tilapia, guppies y otros peces, se hicieron muestreos iniciales en los oasis con el fin de determinar su presencia; posteriormente, la abundancia se estimó de manera categórica en función de dos parámetros: a. Frecuencia de veces que se registró una especie con relación al número de visitas totales realizadas a lo largo del tiempo a cada oasis; y b. Categorización del número de individuos de la especie considerando en la estimación 3 clases: 1. Abundante; 2. Común o frecuente; 3. Raro. Estas categorizaciones se han probado ser adecuadas y estadísticamente válidas; se han hecho para fauna en general cuando las condiciones del muestreo se complican para caracterizarlas cuantitativamente y consideran de alguna manera la distribución que ocurre en las comunidades naturales en cuanto a rareza de las especies y su abundancia; además, se pueden realizar análisis estadísticos usando respuestas categóricas a la variación ambiental y aplicar tablas de contingencia en su caso (De'ath y Fabricius 2000, Sutherland 2000, Magurran y Henderson 2003, Agresti y Kateri 2014).

Para considerar a una especie abundante en un oasis, se determinó que hubiera más de 70-80 individuos por punto donde se contabilizó la especie, y que la especie estuviera presente en más del 70% de los registros o visitas al oasis.

Para considerar una especie común o frecuente, debería estimarse entre 30-60 individuos por punto de contabilización, y que la especie estuviera presente entre 40-70% de las visitas al oasis.

Para considerar una especie rara, debería estimarse en números menores de 20 individuos por punto de contabilización, y que la especie no estuviera en menos de 30% de las visitas al oasis.

*Las etapas consideradas para la erradicación de la rana *Lithobates catesbeianus* toro fueron:*

1. La primera etapa se relaciona a la eliminación con fines de erradicación, previo el programa de control:

Antes de iniciar el programa de eliminación y control para la erradicación de *Lithobates catesbeianus* contemplados en el objetivo general del proyecto, se hicieron muestreos para estimar la abundancia y sus variaciones temporales en algunos de los oasis, mismos que posteriormente fueron planteados para esta propuesta.

Entre agosto de 2006 y julio de 2008 se realizaron muestreos mensuales para estimar las abundancias y actividad reproductiva de los anfibios en cuatro oasis (San Joaquín, El Sauzal, San Zacarías, El Álamo), ubicados en el desierto del Vizcaíno, cercano al oasis de San Ignacio. Se realizó un monitoreo auditivo que consistió en escuchar, durante cinco minutos, registrando el canto de las especies. Se utilizó el Índice de Wisconsin para evaluar la intensidad de los cantos en donde 0= ausencia de cantos (no actividad), 1= los individuos pueden contarse y hay espacios entre cantos; 2= se distinguen los cantos pero algunos de ellos se sobrelapan; y 3= los cantos son continuos y se sobrelapan. Posteriormente a la evaluación auditiva, dos personas realizaron recorridos nocturnos (entre las 21:00 y las 02:00 h) usando lámparas de cabeza inspeccionando visualmente las orillas de los cuerpos de agua de los oasis y su vegetación. Estos resultados se consideraron como parte de los datos previos a la eliminación, control y erradicación (fase de pre-eliminación), que es información de base para posteriormente evaluar la efectividad de las acciones de eliminación. Este tipo de metodología se aplicaría posterior a la eliminación y posible erradicación para determinar los valores de abundancia.

Durante el desarrollo del proyecto, hacia febrero y octubre-noviembre de 2013 se capturaron individuos de rana toro *L. catesbeianus* en los oasis donde se localizaron (en los Resultados se indica la problemática que se nos presentó para esta parte del proyecto). Se utilizaron distintos métodos complementarios para lograr una mayor eficiencia en la captura de los animales. Entre los métodos utilizamos simultáneamente redes de mano, redes de bloqueo y chinchorros (Mossman *et al.* 1998). Estos métodos fueron empleados para la captura y una inicial remoción de *L. catesbeianus*, y se usó y programó para las otras especies acuáticas invasoras en un par de oasis de BCS. Pero nuevamente a causa de los resultados inesperados que registramos sobre la ausencia de *L. catesbeianus* en varios oasis donde se programaba

la erradicación, mismos que se detallan en los Resultados, no se pudieron aplicar adecuadamente las técnicas de remoción y eliminación de la rana toro en los oasis. Asimismo, la ocurrencia de huracanes y tormentas tropicales impidió una buena programación y aplicación del plan de eliminación, control y erradicación de las especies exóticas invasoras acuáticas.

Otras especies acuáticas exóticas invasoras:

De inicio, se consideró que se optimizaría bien el esfuerzo de muestreo debido a que todas las especies exóticas acuáticas seleccionadas para trabajarse durante el desarrollo del proyecto compartían los mismos sitios dentro del oasis, los cuerpos de agua.

Por factores fuera de nuestro control que afectaron los muestreos y el plan de trabajo que programamos para las especies acuáticas, no se pudieron aplicar correctamente las técnicas de eliminación, tal como se detalla en los Resultados con relación a la incidencia de huracanes y tormentas tropicales. Un aspecto que afectó la planeación y toma de datos, es que no se pudieron aislar los efectos de las variaciones poblacionales de la fauna exótica acuática debido a la conectividad entre los cuerpos de agua, de sitios que anteriormente estaban aislados y con las lluvias se conectaron con lo que la evaluación de esta fauna acuática se hizo al final cualitativa.

No obstante lo anterior, se presenta el plan y programa planteados para la eliminación, el control y la erradicación de *L. catesbeianus*, que es una de las dos especies sobre las que se centró el proyecto.

Plan y programa de trabajo para eliminación y control

En este programa, en cuanto a las estimaciones de abundancia y aspectos poblacionales de *L. catesbeianus*, se siguió la recomendación de Govindarajulu *et al.* (2005), quienes mediante técnicas demográficas determinaron que para tener mayor éxito en la disminución de las poblaciones de rana toro, los esfuerzos debían dirigirse a los estadios acuáticos. Se hizo donde fue posible la remoción de larvas y ejemplares de rana toro en metamorfosis. Adicionalmente, se realizaron recorridos nocturnos para capturar ejemplares adultos. Se pensó inicialmente en utilizar el método de electrocución local y con carga controlada en algunos sitios, pero al final no se hizo porque no fue necesario para *L. catesbeianus* que fue la especie sobre la que centramos el trabajo de eliminación de especies acuáticas.

Se programó que los seis meses de eliminación iniciales comprendieran el periodo de abril a septiembre. Esto se debe principalmente a que se sabía que las especies exóticas acuáticas se encuentran activas durante el verano (Luja 2011), y que es cuando se tendría mayor posibilidad de capturar a todas las fases en el desarrollo de dichas especies.

Pero como se detallará en los Resultados, uno de los principales problemas con que nos enfrentamos para realizar el trabajo con especies invasoras acuáticas, fue la llegada de huracanes y tormentas tropicales en los años 2013, 2014 y 2015. Estos

eventos catastróficos trajeron una enorme cantidad de lluvias que generaron un fuerte problema por la gran cantidad de agua que corre por los arroyos y en las cuencas. Cada año se intentó el trabajo de eliminación en cada oasis seleccionado, programando las actividades, estableciendo los sitios de trabajo e iniciando los muestreos, pero eventos como los huracanes y tormentas tropicales de estos años (que fueron frecuentes e inesperados después de una sequía prolongada previa a estos años, de hasta 5 años previos), impidieron continuar adecuadamente con el proyecto cada año.

En 2013 y 2014 se intentaron realizar las remociones de peces exóticos invasores iniciando con dos oasis en que se empezó a trabajar visitando los sitios para evaluar y establecer pozas y sitios donde se harían los ensayos para las eliminaciones y el control posterior. Estos oasis fueron El Pilar y San Pedro de la Presa. Debido a que como se mencionó había habido una sequía importante durante los 5 años previos al inicio de este proyecto, antes del inicio de las lluvias se habían localizado cuerpos de agua pequeños aislados y algunas zonas donde había agua que se conectaba ligeramente entre los cuerpos de agua. Lo anterior hacía factible el planteamiento y el proyecto mismo en esta parte. Una vez verificadas las zonas potenciales de trabajo dentro del área del oasis, se iniciaron colectas de las especies para evaluar la factibilidad de los métodos, siendo el redeo (con chinchorro) el método que parecía más efectivo para capturar e ir eliminando las especies de peces exóticos de los sitios.

Se decidió no usar algún método químico por dos motivos: 1. No afectar a otras especies presentes en los oasis, en el agua o que usaran el agua, algunas endémicas inclusive; 2. No generar resquemores y alarma en los pobladores locales que usan esta agua para sus labores diarias y para el ganado.

Por otro lado, es importante señalar que este proyecto inició en abril-mayo de 2013, por lo que el comienzo del trabajo de campo y el establecimiento de la metodología en los sitios adecuados de los oasis para realizar el trabajo con especies de fauna acuática, tuvo que programarse para que los experimentos y eliminación iniciaran hacia el mes de julio, agosto o septiembre. No se contaba con que las lluvias en 2013 iniciarían en el mes de julio.

2. La segunda etapa consistiría en evaluar la colonización por animales acuáticos nativos en los meses posteriores a la eliminación y erradicación que sería establecida que ocurrió a través de un control.

Se hizo el plan y calendario de evaluar las respuestas de la fauna nativa en los cuerpos de agua una vez eliminadas las especies exóticas. Finalmente estas evaluaciones no se hicieron para la fauna acuática por lo que se explicó sobre la problemática producida por las lluvias de los huracanes y tormentas tropicales, y se prefirió centrar el trabajo en la erradicación de la rana toro *L. catesbeianus*.

Una vez ubicados los oasis donde había rana toro, que se conocían previamente por estudios que realizamos con anterioridad (ver Tabla 23; Luja y Rodríguez-Estrella 2010a), se establecieron los sitios en que realizaríamos los muestreos y extracciones o eliminaciones. Para el caso de *L. catesbeianus*, se explica en los Resultados el aspecto de seguimientos posteriores a la eliminación de rana toro donde ocurrió. Debido al

problema que representaría para la interpretación de los datos de colonización por los huracanes y tormentas tropicales, no se consideró que se obtendrían datos adecuados para esta parte del trabajo de colonización y seguimiento.

Uno de los problemas principales que hicieron tomar la decisión de desistir el realizar el programa de eliminación con el objetivo de la erradicación de las especies exóticas acuáticas fue la incidencia de huracanes en 2013, 2014 y 2015. Estos eventos rápidamente dieron claves de que impedirían que los programas de eliminación pudieran tener al menos un éxito relativamente moderado. Debido a que después de las lluvias los arroyos inundaban las áreas y nuevos peces podían entonces llegar a cualquiera de los sitios que se fueran a intentar trabajar, serían infructuosas las actividades. Nosotros observamos claramente que después de las lluvias que producían los huracanes y tormentas tropicales, los sitios se conectaban y la abundancia de peces era mucho mayor en los sitios, con más pozas y cuerpos de agua conectados. Entonces la eliminación de las especies de peces exóticos no era factible. Lo hubiera sido si en 2 años al menos no hubiera llovido. Pero inclusive en 2016 ya se han presentado un par de lluvias torrenciales que han vuelto a llevar agua a varios de los oasis.

En los Resultados se presenta la información de los huracanes y tormentas tropicales que ocurrieron esos años y por lo que se decidió ya no intentar realizar este trabajo, sin posibilidades tampoco de dejar en marcha el proyecto al menos para las especies de peces invasoras en el mediano plazo. En este sentido, si hubiéramos hecho las evaluaciones posteriores de la abundancia de las especies nativas indicadas (como la ranita endémica de los oasis, *Pseudacris hypochondriaca curta*, y del pez endémico *Fundulus lima*), pensamos que se tendría un análisis parcial y con efectos confundidos de las respuestas de la fauna debido no a la eliminación de las especies sino al efecto del repoblamiento de los peces sujeto de la eliminación, por el efecto de las lluvias torrenciales que conectan los cuerpos de agua. Asimismo, las especies exóticas acuáticas permanecerían en los cuerpos de agua posterior a cualquier programa previo de eliminación. El principal problema fue que la frecuencia de estos eventos de lluvia fue alto en 2013 y 2014 con lo que no se pudieron programar las actividades para observar los efectos que se buscaban evaluar. Se podría pensar que se debieron seguir las poblaciones de estas especies posterior a la desaparición de la rana toro en los oasis donde esto ocurrió (ver Resultados), pero las variaciones en las corrientes y en la cantidad de agua pudieron afectar la mortalidad de ambas especies, por lo que tampoco los datos parecerían mostrar una respuesta a la erradicación de la rana toro, al menos no de manera inmediata al año de ocurrir la erradicación.

3. La tercera etapa consiste en evaluar la efectividad de la eliminación y la erradicación.

Se estableció un programa de monitoreo durante el año siguiente a que se detectó la eliminación de la rana toro, con el fin de detectar a tiempo posibles recolonizaciones y evitar así el repoblamiento por las especies invasoras. Se había programado que al término del primer año del proceso de erradicación, se realizaran nuevas prospecciones generales de los sitios para determinar si se dio la recolonización de la

rana toro en los oasis. Este será el mejor indicador de la efectividad de la acción de erradicación.

El primer año, iniciando los huracanes en julio, la experimentación para iniciar los muestreos y posteriores trampeos fracasó. En Resultados y Problemática se explicará con detalle esta situación que llevó a cambiar los objetivos y el trabajo después de 2 años de fallar en la implementación del programa de eliminación y posterior control de las especies acuáticas invasoras.

Educación ambiental y difusión:

Para realizar este trabajo de eliminación y erradicación de las especies exóticas invasoras de los oasis, ha sido muy importante trabajar con los habitantes locales de los oasis. Se hicieron acciones de difusión y reuniones previas al inicio del programa de erradicación e intermedias, para mostrarles los resultados de lo realizado y los beneficios que les acarrea realizar estas erradicaciones. Por lo anterior, se contrató de manera preferencial y prioritaria a personas de las propias localidades para iniciar el programa de erradicación.

Para realizar estos programas de educación ambiental y difusión se aplicaron dos métodos durante el desarrollo del proyecto.

El primero, fue el realizar pláticas continuas, prácticamente diarias, en las comunidades donde se trabajaba en cada oasis. Como se comentó en los Métodos, la forma de trabajo para la verificación de la eliminación de plantas de la especie exótica por la gente local contratada implicaba un seguimiento y control diario de las actividades que hacían dos técnicos de nuestro grupo. Dado que estas dos personas permanecían con la gente durante 6-8 horas diarias e inclusive dormían en las comunidades, se estableció un programa para que se hablara diariamente con ellos sobre la importancia de la eliminación y erradicación de especies exóticas invasoras, en general, y centrado en la especie que se estaba eliminando, *C. grandiflora*. De esta manera, se cubrió un alto número de días de actividades de educación ambiental como se muestra en la tabla correspondiente de tiempos dedicados a esta actividad.

El segundo, consistió en dar pláticas semanales incluidas algunas presentaciones, a la gente local en que se hablaba directamente sobre los avances del proyecto y los logros por la participación de la gente local. Estas pláticas intentaban reforzar y confirmar lo dicho durante la semana de trabajo, además de hacerles ver los resultados de su participación en términos de eliminación de la planta.

El esfuerzo realizado en estas actividades de educación ambiental y difusión en los oasis se presenta en una tabla en Resultados.

Es importante señalar, que para asegurar que el proceso de erradicación ocurra se debe pasar por un proceso donde las instancias de gobierno y los pobladores locales otorguen sus apoyos y se trabaje en colaboración estrecha. Pero es un proceso que se consideró desde un inicio no es menor a los 2 años.

Mapas y sus características

En este informe final se entregará un mapa por oasis trabajado, con la información de la ubicación de la planta *Cryptostegia grandiflora* desde el centro del oasis hasta 1 km hacia fuera del mismo, así como en el que se muestren las áreas donde se eliminó y logró lo que se consideró la erradicación de la misma.

Asimismo, se entregará un mapa general donde se muestren los oasis donde existió la rana toro *Lithobates catesbeianus* al inicio del proyecto y donde ya no existen más las poblaciones de la especie. Los mapas se entregaron en formato Shapefile conteniendo los siguientes archivos: .shp, .shx y .dbf.

Con relación a los Sistemas de Información Geográfica, se hizo la construcción de geodatos a partir de los datos levantados en campo. Estos geodatos se fueron actualizando de manera continua a lo largo del proyecto. También se generó cartografía digital con los metadatos asociados a los mapas y a los geodatos.

Se generaron tres shapefiles o geodatos:

1. Un shapefile en el que se indicaron todos los arroyos y las áreas en las que se trabajó eliminando *Cryptostegia grandiflora*.
2. Un shapefile en el que se indicaron los polígonos específicos de eliminación de manchones, considerando aquellos con un área mínima significativa, que tuviera una alta densidad y cobertura de *Cryptostegia grandiflora*.
3. Un shapefile en el que se indicó la posición de los oasis en cada Arroyo trabajado.

Se generaron 7 mapas finales para los siguientes Sistemas de Oasis-arroyo que se presentaron en JPG:

1. Mulegé (MLG)
2. Comondú (CMD)
3. San Pedro de La Presa (SPP)
4. La Soledad (SLD)
5. El Pilar (PLR)
6. San Hilario (SH)
7. Agua Caliente-Santiago-El Chorro (ACSC)

Características:

Sistema de Proyección Cartográfica.

Sistemas de coordenadas: Geográficas.

Datum: WGS 84

Escala:

Los mapas de los sitios se entregarán a una escala 1:250,000; sin embargo, debido a la escala de trabajo, se estarán presentando a una escala de 1:70,000.

Los mapas se hicieron utilizando un Sistema de Información Geográfica con el software ARCGIS.

Metadatos.

Se incluirán los metadatos, por cada mapa generado, siguiendo los lineamientos que la CONABIO tiene estipulados (http://www.conabio.gob.mx/institucion/proyectos/doctos/pdf/lineamientos_cartograficos_dist_spp.pdf).

Descripción de la metodología de elaboración del dato geoespacial:

Las datos de campo delimitaban las secciones del arroyo trabajado (evaluación, eliminación, control y erradicación de *Cryptostegia grandiflora*), utilizando el software de ArcGis 9.3; estos puntos fueron convertidos a shapefile en polígonos por sección trabajada, fueron verificados y ajustados en Google Earth, y finalmente se construyó un shapefile mosaico con todos los arroyos trabajados.

Descripción del proceso para generar CRYGRAARR.SHP:

Se hizo una descripción detallada de la forma de hacer el dato geoespacial.

Todos los datos geoespaciales fueron creados en Arc GIS 9.3. Se obtuvieron coordenadas de campo levantadas con un GPS en los arroyos donde se evaluó y eliminó para erradicar a *Cryptostegia grandiflora*. Las coordenadas delimitaban el punto inicial y final de un recorrido sobre el arroyo, y otro punto que indicaba los anchos trabajados sobre el arroyo. Estos datos se procesaron y crearon shapefiles de puntos; después éstos se procesaron y convirtieron en polígonos por cada sección de arroyo trabajada. Después los polígonos se exportaron en formato kml al programa GoogleEarth, para verificar que en realidad cayeran en las áreas trabajadas. Se volvieron a convertir de kml a shapefile. Una vez hecho esto, todos los polígonos de áreas trabajadas sobre el arroyo se fueron uniendo con la función "merge" para obtener un solo shapefile con todos los arroyos trabajados en BCS. Se calcularon áreas y distancias recorridas totales.

RESULTADOS

Se presentan los resultados separando lo obtenido para cada una de las dos especies sobre las que se centró el proyecto. Se presentan las problemáticas para el trabajo con ambas especies, así como las soluciones que se dio a dichas problemáticas, con las decisiones tomadas para avanzar y finalizar el proyecto intentando lograr los objetivos planteados.

Justificación de cambios en los oasis trabajados y las temáticas abordadas. Problemáticas y solicitud de cambios a los objetivos del proyecto.

Es importante señalar que inicialmente en el proyecto se tenía el plan y programa de iniciar los monitoreos y la eliminación de la rana toro y de otras especies exóticas acuáticas invasoras aunque en distintos plazos y con diferentes alcances. Sin embargo, a partir de julio de 2013 se presentaron 3 tormentas tropicales y 1 huracán para ese año, y posteriormente ocurrieron 3 huracanes en 2014. En 2015 se presentó un huracán y una depresión tropical.

Las fechas en que los huracanes y tormentas tropicales impactaron y llegaron a BCS son:

Huracán	2013	2014	2015
Huracán Erick, Cat. 1	4-9 julio		
Tormenta tropical Juliette	28-29 agosto		
Tormenta tropical Lorena	5-7 septiembre		
Tormenta tropical Octave	13-15 octubre		
Huracán Norbert, Cat. 3		2-8 septiembre	
Huracán Odile, Cat. 4		10-19 septiembre	
Huracán Simón, Cat. 3		1-8 octubre	
Huracán Blanca, Cat. 4			31 mayo al 9 junio
Depresión tropical Dieciséis-E			20-21 septiembre

Las intensas lluvias modificaron el programa de monitoreo y el plan de eliminación. Asimismo, todos los tiempos del proyecto fueron modificados. Las lluvias en zonas desérticas y sobre todo cuando son huracanes y tormentas tropicales, son abundantes y cambian la dinámica de los sitios y generan cambios en la abundancia de especies. También conectan sitios de pozas o cuerpos de agua aislados, que se encontraban aislados previamente, como era el caso en los oasis seleccionados en el proyecto. Antes de estos eventos climatológicos, se llevaba una época de sequía de alrededor de 5 años, con lo que muchos de los cuerpos de agua en los arroyos y en los oasis mismos, tenían poca cantidad de agua y estaban aislados, eran intermitentes. Con esto era factible y posible lograr la eliminación y erradicación de especies acuáticas invasoras, pues se podrían controlar las condiciones de manejo en pequeños cuerpos de agua aislados, incluidas las aplicaciones de diversos métodos.

Pero con las lluvias, estos cuerpos de agua se conectaron, crecieron y a la vez conectaron a las poblaciones de los cuerpos de agua y los llevaron de un sitio a otro. Se ha visto que especies como la Tilapia son capaces de remontar en arroyos hacia arriba y no solo en la dirección de las montañas hacia abajo, durante sus desplazamientos posteriores a estas lluvias (observaciones personales en oasis El Pilar, La Soledad y Santiago).

Lo anterior provocó que inclusive las determinaciones de abundancia y densidad de fauna acuática se dificultaran y generaran un alto grado de error, pues los animales se movían entre sitios y las mediciones se complicaban. Por ello, se optó a partir de ese momento en hacer evaluaciones cualitativas de las abundancias.

Asimismo, y no menos importante, estos eventos catastróficos modifican la logística de los proyectos pues no se puede acceder con la misma facilidad a los sitios y en algunos casos, impiden el paso por un tiempo, indeterminado también, a sitios de interés. Debido a que una vez que se iniciaba con la delimitación de sitios para realizar el trabajo de evaluación de métodos de eliminación las lluvias modificaban las condiciones, el trabajo se perdía pues había que hacer nuevas delimitaciones y ubicaciones. Siendo 4 eventos en 2013, no se pudo trabajar de manera adecuada y se decidió proseguir el siguiente año. Lo mismo ocurrió en 2014. Por ello, se reportaba en los informes parciales que se estaba trabajando con esta parte en el proyecto, pero el mismo se circunscribía a realizar evaluaciones cualitativas y muy localizadas, esperando además que se dieran las condiciones de aislamiento de las poblaciones (pozas) dentro del área de 1 km en el oasis, para ubicar los sitios de trabajo. Por ello, se hizo tal cantidad de salidas de trabajo para evaluación (como puede verse en la Tabla 22 correspondiente de esfuerzo de muestreo para especies exóticas invasoras acuáticas). Se tenía asimismo la certeza de que en 2014 se podría realizar esta parte del proyecto. Pero no fue así, por la cantidad de huracanes. Finalmente, se esperaba al menos trabajar parcialmente este aspecto en 2015, pero tampoco fue posible por la incidencia de estos eventos como se señaló anteriormente.

Por otro lado, es muy probable que como resultado del efecto de estos huracanes, en los años 2013 y 2014 que inició el trabajo con rana toro, se encontró que sus poblaciones habían desaparecido de 7 de los 10 oasis y cuerpos de agua (arroyos de Sierra de la Laguna) donde esta especie exótica invasora se había reportado y donde la habíamos registrado. En ambos años no se le encontró en los oasis. Tampoco la encontramos en 2015. O sea, al parecer hubo una eliminación y erradicación naturales de esta especie en dichos oasis. Esto al parecer se debería al efecto de los eventos catastróficos de lluvias. De acuerdo a un artículo que publicamos en 2010, las ranas toro en BCS son altamente susceptibles a los efectos de los huracanes pues pueden reducirles sus poblaciones debido a que evolutivamente no tienen respuestas a estos eventos (Luja & Rodríguez-Estrella. 2010b. Are tropical cyclones sources of natural selection? Observations on the abundance and behavior of frogs affected by extreme climatic events in the Baja California Peninsula, Mexico. *Journal of Arid Environments* 74:1345–1347).

La situación explicada hizo imposible hacer una calendarización adecuada del programa de trabajo en los oasis con las especies exóticas invasoras acuáticas durante 2013, 2014 e inclusive 2015. No se podía predecir que esto ocurriría ni que

fuera a seguir provocando efectos que eran difíciles de muestrear, de medir, no se podían establecer los sitios de trabajo ni ajustar las fechas para tener información adecuada, pues los eventos se repitieron con frecuencia.

Fue entonces que a finales de 2014 se consideró que sería más benéfico para el proyecto el dedicar el trabajo a la parte del mismo que estaba teniendo buenos resultados de acuerdo a los datos que se iban generando, es decir al proyecto de erradicación de la planta exótica invasora en los oasis y en arroyos asociados.

Esta situación aunado al problema de las lluvias conllevaron a que se tomara la decisión de trabajar únicamente con la planta exótica invasora (*Cryptostegia grandiflora*) y con la rana toro (*Lithobates catesbeianus*), en este caso condicionado por la situación propia de esta especie. Trabajar con estas dos especies inicialmente permitió optimizar el uso de los recursos económicos y enfocar mejor los esfuerzos y los programas de eliminación, control y erradicación. Anteriormente se explicó la situación de trabajo con *L. catesbeianus* para limitar sus alcances en el proyecto, mismos que se tratan en el apartado de Resultados para la rana toro.

Por otro lado, con relación al trabajo con la planta exótica invasora, después de los seguimientos que se realizaron se considera que la evaluación post-erradicación de la planta sobre el uso de la fauna debe hacerse cuando el sistema se haya recuperado y se encuentre ya estable. Se encontró antes en evaluaciones previas, que hay algunas diferencias entre la fauna de aves y reptiles registrada previamente en sitios donde no se encontraba la planta *C. grandiflora* con relación a los sitios donde se le encontraba, particularmente en la riqueza de especies y en su composición (Sánchez Velasco y Rodríguez-Estrella, datos no publ.). Una vez lograda la eliminación y probable erradicación (denotada hasta la fecha última de muestreo por ausencia de plantas y plántulas) de la planta exótica invasora dentro de la zona de 1 km alrededor del oasis, se tienen establecidos los puntos para el monitoreo, el cual se ha planeado se estará realizando en los próximos dos años, lo que quiere decir que está en marcha.

Lo anterior se debe primeramente a que se ha verificado que la erradicación de los sitios de trabajo (a < 1 km) ha ocurrido hasta recientemente, en el segundo semestre de 2015. Por ello, la información que se tuviera no implicaría un análisis post-erradicación sólido porque se declaró la "erradicación" hasta que los datos lo verificaron (evaluaciones durante el monitoreo en el tiempo). Para lograr una buena evaluación de los efectos de la erradicación y de los usos de los sitios y plantas debería hacerse meses después de que se logró la erradicación, pues las plantas ya habrán crecido y se podrá evaluar su uso por la fauna. A la fecha, solo se han verificado en los cuadrantes las plántulas y su supervivencia. Una gran cantidad de las plántulas no sobreviven (mueren en esta fase o son consumidas por ganadoo liebres), por lo que consideramos que se debe esperar algunos años (entre 2-3) a que se exprese una mejor estructura de la vegetación para tener información correcta para evaluar su uso por la fauna, así como los efectos en la fauna nativa, en particular en especies endémicas post erradicación.

Por otro lado, se trabajó en los oasis de El Sauzal y San Joaquín para incluir la evaluación de *L. catesbeianus* dado que en otros oasis considerados para el estudio inicial ya no apareció esta especie.

En la Discusión de este informe, se presenta la evaluación de la efectividad del programa.

I. Manto de Cristo *Cryptostegia grandiflora*

Esfuerzo de muestreo y trabajo de eliminación y monitoreo

El esfuerzo de trabajo en los oasis para el diagnóstico, eliminación, control y posterior erradicación en los oasis y sitios en que se llegó a cumplir este objetivo, se presentan en la Tabla 2.

Tabla 2. Se presenta el esfuerzo de trabajo en los oasis para la eliminación y seguimiento, considerando el número de meses, semanas, días, horas/hombre y el número de personas involucradas por mes.

Oasis	Etapa	Año	Mes	N semanas	N días	N horas	N personas	
San Pedro de la Presa	Durante eliminación	2013	Enero	4	24	144	14	
			Febrero	4	24	144		
			Marzo	2	12	72		
			Junio	3	18	108		
			Julio	2	12	72		
			Septiembre	2	12	72		
			Octubre	4	24	144		
			Noviembre	4	24	144		
	Seguimiento	2013	Marzo	1	18	108		
			Mayo	1	6	36		
			Junio	1	6	36		
			2015	Marzo	2	12		72
				Abril	3	18		108
				Mayo	1	6		36
Septiembre	1	6		36				
Octubre	3	18	108					
La Soledad	Durante eliminación	2013	Enero	3	18	108	13	
			Febrero	4	24	144		
			Marzo	2	12	72		
			Mayo	1	6	36		
	Seguimiento	2013	Mayo	1	8	48		
			Junio	1	4	36		
			Julio	1	6	36		
			Septiembre	1	6	36		
			2014	Marzo	1	12		72

			Noviembre	1	6	36		
			Marzo	1	6	36		
			Abril	1	6	36		
		2015	Octubre	4	24	144		
El Pilar	Durante eliminación	2013	Enero	2	12	72	11	
			Febrero	4	24	144		
			Marzo	2	12	72		
			Abril	1	6	36		
	Seguimiento		Julio	2	12	72		
			Octubre	1	6	36		
			2015	Enero	1	6		36
			Marzo	1	6	36		
San Hilario	Durante eliminación	2013					12	
			Junio	4	24	144		
	Seguimiento		Septiembre	1	6	36		
			2014	Marzo	2	12		72
			2015	Noviembre	1	6		36
				Marzo	1	6		36
				Abril	2	12		72
				Septiembre	1	6		36
				Octubre	2	12		72
				Diciembre	1	1		6
Agua Caliente-El Chorro	Durante eliminación	2013	Noviembre	4	24	144	11	
		2014	Julio	4	24	144		
			Agosto	2	12	72		
	Seguimiento		Noviembre	1	6	36		
			2015	Mayo	1	6		36
			Junio	1	6	36		
			Noviembre	1	1	6		
Santiago	Durante eliminación	2013	Noviembre	4	24	144	11	
		2014	Julio	4	24	144		
			Agosto	3	18	108		
	Seguimiento		Diciembre	1	6	36		
			2015	Junio	2	12		72
			Julio	1	6	36		
			Noviembre	1	1	6		
Los Comondú	Durante eliminación	2013				23		
			Diciembre	2	12		72	
Total				121	729	4386	95	

Eliminación, control y erradicación en oasis de BCS

Los resultados del proyecto de eliminación, control y erradicación de la planta exótica invasora *Cryptostegia grandiflora* en los oasis trabajados y comprometidos se muestra en cuanto a los números totales de plantas, plántulas y rebrotes que iban surgiendo conforme se eliminaban las plantas (Tabla 3); se muestra también la cobertura que representaron estas plantas en el área trabajada (Tabla 4) y la

densidad que se estimó a partir del número de plantas por la superficie trabajada (Tabla 5) durante el desarrollo del proyecto, entre enero de 2013 (incluyendo información previa al inicio de este proyecto) y noviembre de 2015.

Se consideró a las plántulas, aquellos individuos menores de 0.2 m y a las plantas los mayores de 0.2 m, pues consideramos que después de esta talla la sobrevivencia era superior al 80%.

En cuanto a los rebrotes, se refieren a plantas que fueron aparentemente eliminadas, pero que durante las revisiones posteriores rebrotaron por lo que la eliminación no había alcanzado todo el sistema radicular y hubo que volver a eliminarlas. Asimismo, la cobertura de los rebrotes (Tabla 3) muestra que la mayoría de las plantas encontradas lo fueron en una fase temprana con lo cual no habían generado frutos en todos los oasis donde se encontraron. En cuanto a la densidad de los rebrotes, en la mayoría fue baja (Tabla 4), los máximos valores se dieron en las zonas más rocosas o con mucha arena. Esto da una idea de la magnitud del problema y de la forma en que se fue solucionando con la aplicación de nuestra metodología (monitoreo).

Tabla 3. Número de plántulas y plantas extraídas durante el proceso de erradicación de *Cryptostegia grandiflora* en los oasis de BCS trabajados durante 2013-2015. Se incluyen los valores de los arroyos asociados a cada oasis. Se añaden también datos del año 2012, cuando inició el proyecto para esta especie exótica.

Oasis	Número de plántulas	Número de plantas	Número total de plantas y plántulas extraídas	Número de rebrotes
San Pedro de La Presa	28137	47625	75762	1014
La Soledad	10493	14279	24772	50
El Pilar	5458	1587	7045	138
Los Comondú	16135	50483	66618	0
San Hilario	774	1641	2415	0
Santiago	13415	38651	52066	268
El Chorro-Agua Caliente	28008	40952	68960	651
Totales	102,420	195,218	297,638	2,121

Tabla 4. Cobertura vegetal de las plántulas y plantas extraídas durante el proceso de erradicación de *Cryptostegia grandiflora* en los oasis de BCS trabajados durante 2013-2015. Se incluyen los valores de los arroyos asociados a cada oasis.

Oasis	Cobertura de las plántulas (m ²)	Cobertura de las plantas (m ²)	Cobertura total de plantas y plántulas extraídas (m ²)	Cobertura de los rebrotes (m ²)
San Pedro de La Presa	246.53	22831.91	23078.44	27.6

La Soledad	93.79	28116.82	28210.61	20
El Pilar	41.7	2700.82	2742.52	0
Los Comondú	255.55	4481.15	4736.7	0
San Hilario	7.2	1510.45	1517.65	0
Santiago	625.99	8608.07	9234.06	698.5
El Chorro-Agua Caliente	371.53	11140.12	11511.65	0
Totales	1,642.29	79,389.34	81,031.63	746.1

Tabla 5. Densidad de las plántulas y plantas extraídas durante el proceso de erradicación de *Cryptostegia grandiflora* en los oasis de BCS trabajados durante 2013-2015. Se incluyen los valores de los arroyos asociados a cada oasis.

Oasis	Densidad de plántulas (individuos por hectárea)	Densidad de plantas (individuos por hectárea)	Densidad total de plantas y plántulas extraídas (individuos por hectárea)	Densidad de rebrotes (individuos por hectárea)
San Pedro de La Presa	75.43	127.68	203.11	2.71
La Soledad	37.07	50.45	87.53	0.17
San Hilario-El Pilar*	54.19	28.07	82.26	1.2
Los Comondú	99.59	311.62	411.22	-
Santiago-Agua Caliente-El Chorro*	85.93	165.15	251.09	1.9
Totales	72.38	137.96	210.35	1.49

* Para hacer la estimación de la densidad en estas áreas, se juntaron los valores por la disposición en que se encuentran los arroyos asociados a estos oasis.

En el oasis Mulegé, el total de plantas de *C. grandiflora* extraídas fue de 83, y de plántulas 234. En visitas posteriores, no se encontraron más plántulas. No se incluyen estos valores en las tablas, pero la planta fue rápidamente controlada y eliminada de este oasis.

En San Javier, volvimos a corroborar durante nuestras visitas que no se encuentra la planta *C. grandiflora*.

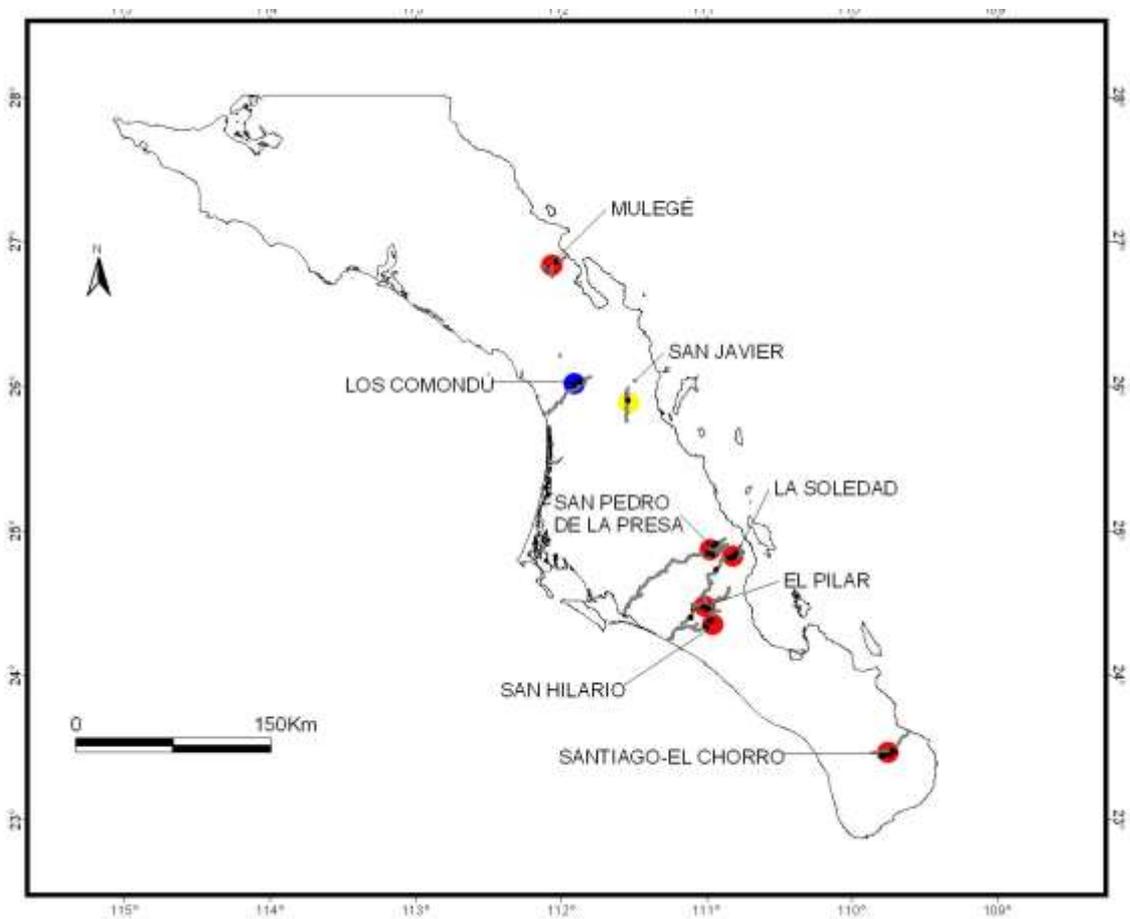


Figura 2. Oasis trabajados en el proyecto para la eliminación, control y erradicación de *Cryptostegia grandiflora*. Como se indicó anteriormente, los oasis de Los Comondú se encuentran muy cercanos entre sí, por eso no se les separa en el mapa. Es un caso similar para los oasis de Santiago y El Chorro, que además incluyen a Agua Caliente en su ubicación.

Como se indicó en los métodos, las áreas trabajadas para cada oasis fueron distintas a las originalmente planeadas y comprometidas. Inicialmente se trabajaría solo hasta 1 km del centro del cuerpo de agua con vegetación asociada típica; pero después de nuestras primeras evaluaciones e intentando asegurar un éxito en el objetivo de la erradicación al mediano plazo se incrementaron estas áreas de trabajo a lo largo de los arroyos. Se pueden comparar las áreas trabajadas (círculos externos al oasis, contemplando los arroyos) con las áreas que se planeó trabajar en cada oasis (hasta 1 km), superando con mucho la distancia de 1 km hacia afuera del oasis (Figs. 3-10; Anexo 1). Se puede observar en perspectiva el área de estudio, las áreas evaluadas y trabajadas cuyo fin último era erradicar la planta exótica invasora en cada uno de los oasis seleccionados.

Oasis La Soledad. Contempla el complejo de La Soledad hasta el área de Purificación. En este oasis se trabajaron alrededor de 56 km alrededor de la zona propia del oasis. Nótese en la figura 3 el complejo de La Soledad a Purificación, en Los Bosques. Se muestra el área comprometida con el círculo alrededor de La Soledad.

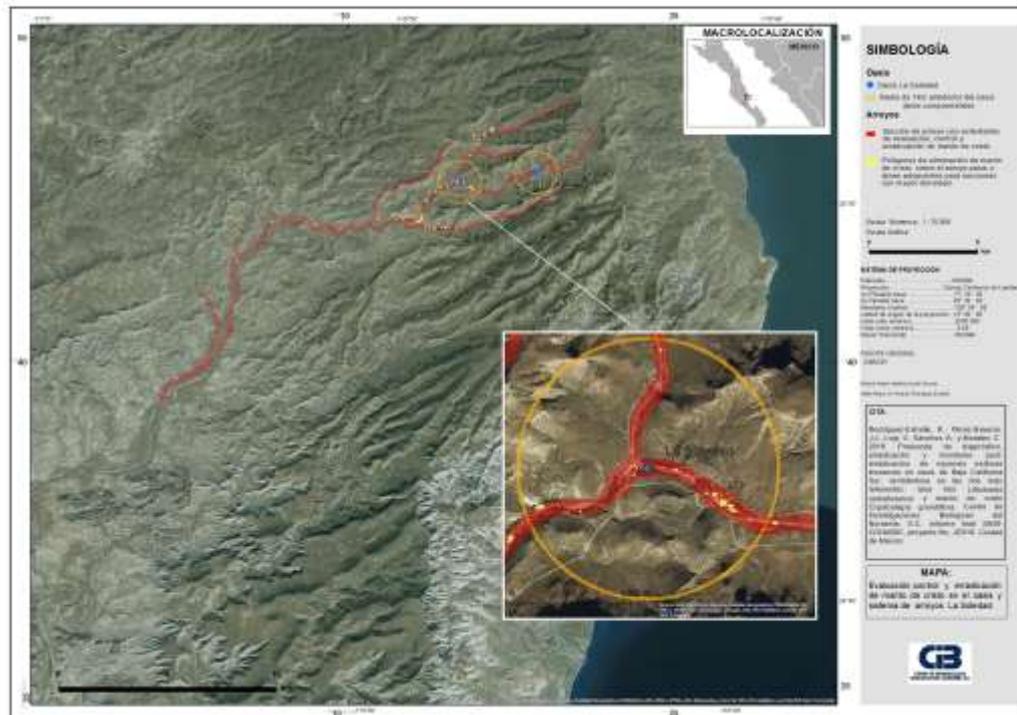


Figura 3. Oasis La Soledad. Se presenta en la figura el área y distancia comprometida para el trabajo de eliminación y erradicación de *Cryptostegia grandiflora* marcada dentro del círculo. El círculo comprometido es el que indica La Soledad. El otro círculo muestra otra zona que tiene vegetación típica de oasis con su cuerpo de agua (Purificación), zona que no fue tampoco comprometida inicialmente. En rojo se muestra la zona evaluada, donde se eliminó, se hizo control y se monitoreó intentando la erradicación de la planta. Nótese toda la extensión trabajada y compárese con el área comprometida. En la figura interna, se representa la ubicación de las zonas más densas, con los parches de la planta exótica marcados en amarillo.

Oasis San Pedro de la Presa. Incluye San Pedro de la Presa, Las Ánimas y Tori, más los arroyos, hasta Ángel de la Guarda. Se trabajaron alrededor de 116 km alrededor de la zona propia del oasis (Fig. 4).

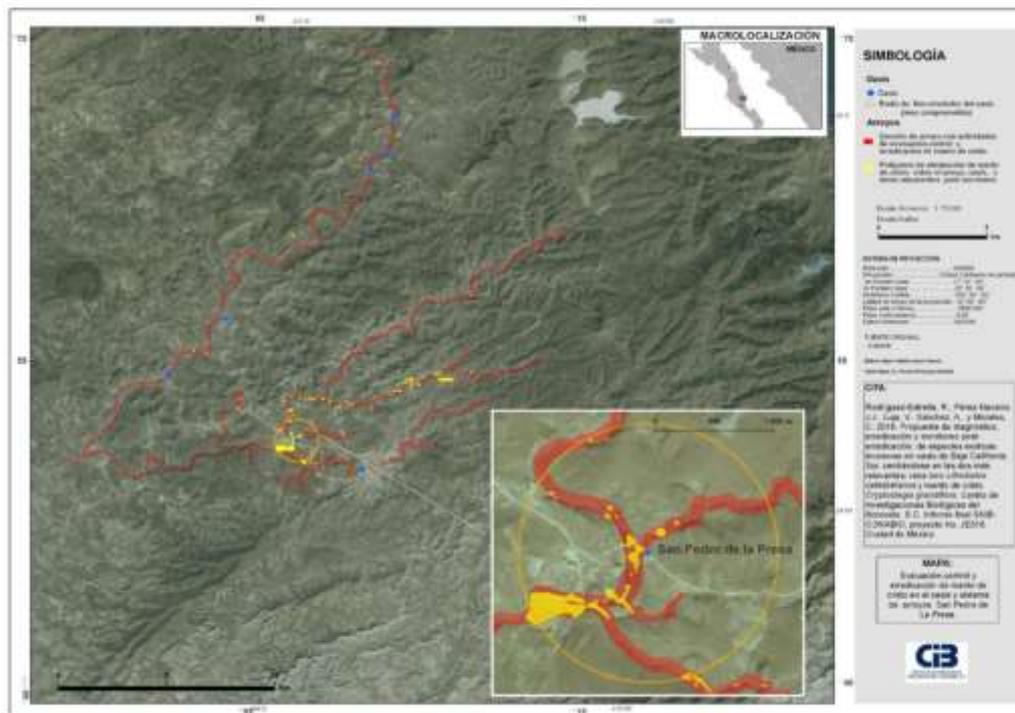


Figura 4. Oasis San Pedro de la Presa. Se presenta en la figura el área y distancia comprometida para el trabajo de eliminación y erradicación marcado dentro del círculo. En rojo se muestra la zona evaluada, donde se eliminó, se hizo control y se monitoreó intentando la erradicación de la planta. Nótese toda la extensión trabajada y compárese con el área comprometida. En la figura interna se representa la ubicación de las zonas más densas, con los parches de la planta exótica *Cryptostegia grandiflora* marcados en amarillo.

Oasis El Pilar y San Hilario. Se trabajaron alrededor de 75 km alrededor de las zonas propias de los dos oasis (Figs. 5 y 6).

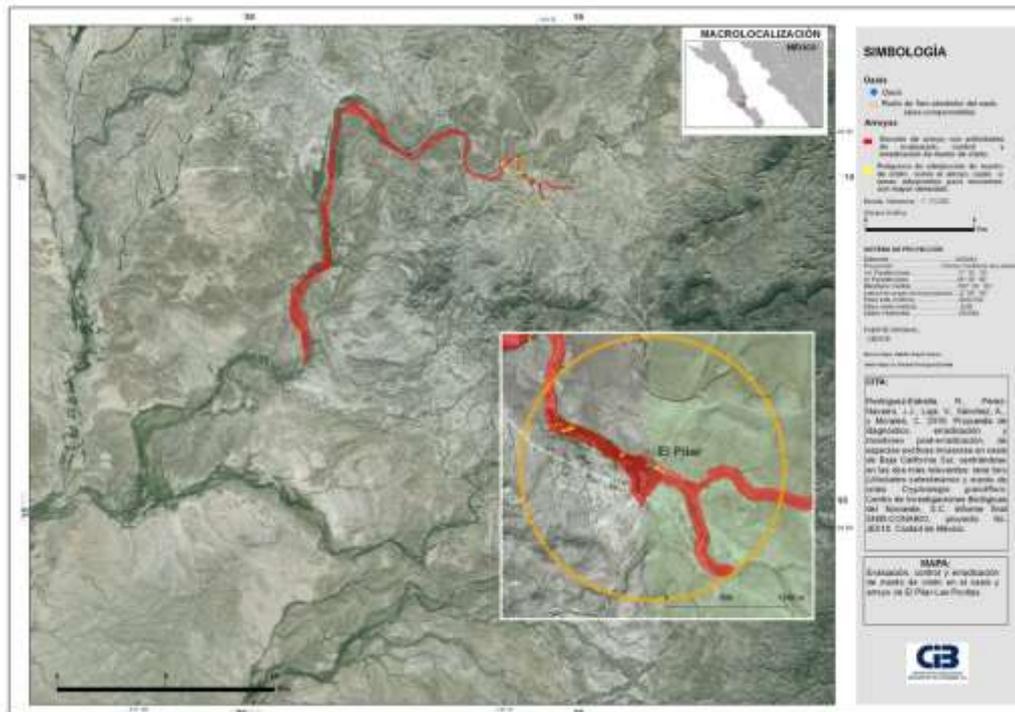


Figura 5. Oasis El Pilar. Se presenta en la figura el área y distancia comprometida para el trabajo de eliminación y erradicación marcado dentro del círculo. En rojo se muestra la zona evaluada, donde se eliminó, se hizo control y se monitoreó intentando la erradicación de la planta. Nótese toda la extensión trabajada y compárese con el área comprometida. En la figura interna se representa la ubicación de las zonas más densas, con los parches de la planta exótica *Cryptostegia grandiflora* marcados en amarillo.

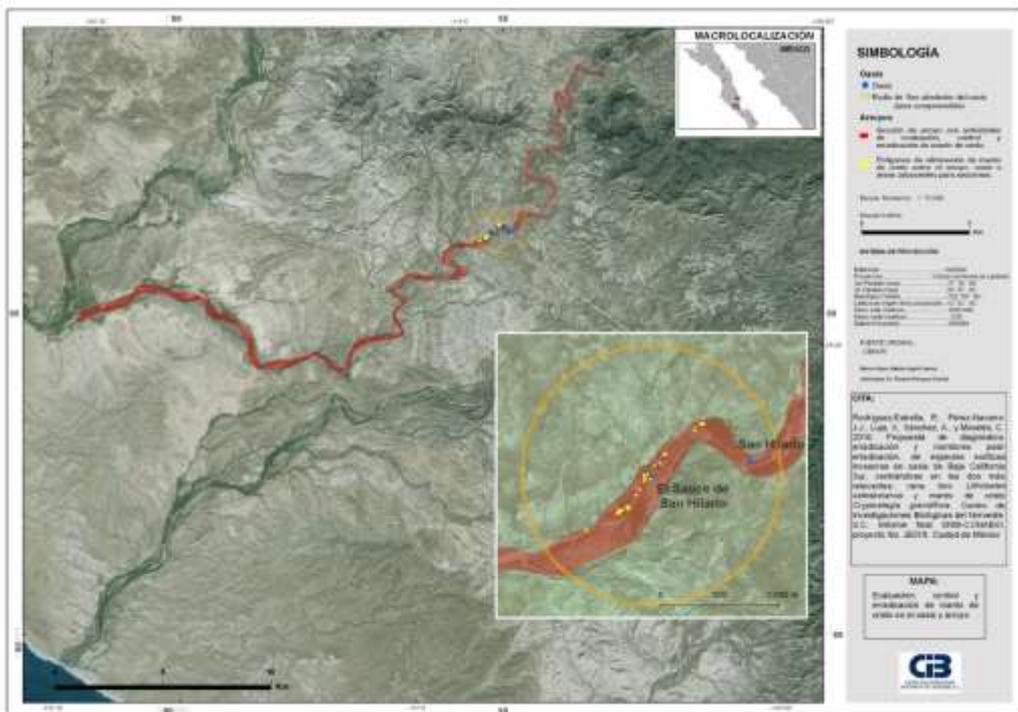


Figura 6. Oasis San Hilario. Se presenta en la figura el área y distancia comprometida para el trabajo de eliminación y erradicación marcado dentro del círculo. En rojo se muestra la zona evaluada, donde se eliminó, se hizo control y se monitoreó intentando la erradicación de la planta. Nótese toda la extensión trabajada y compárese con el área comprometida. En la figura interna se representa la ubicación comprometida con las zonas más densas, con los parches de la planta exótica *Cryptostegia grandiflora* marcados en amarillo.

Oasis Mulegé. Se trabajaron cerca de 58 km dentro y alrededor de la zona propia del oasis buscando la planta *Cryptostegia grandiflora* (Fig. 7). Se erradicó la especie del oasis.

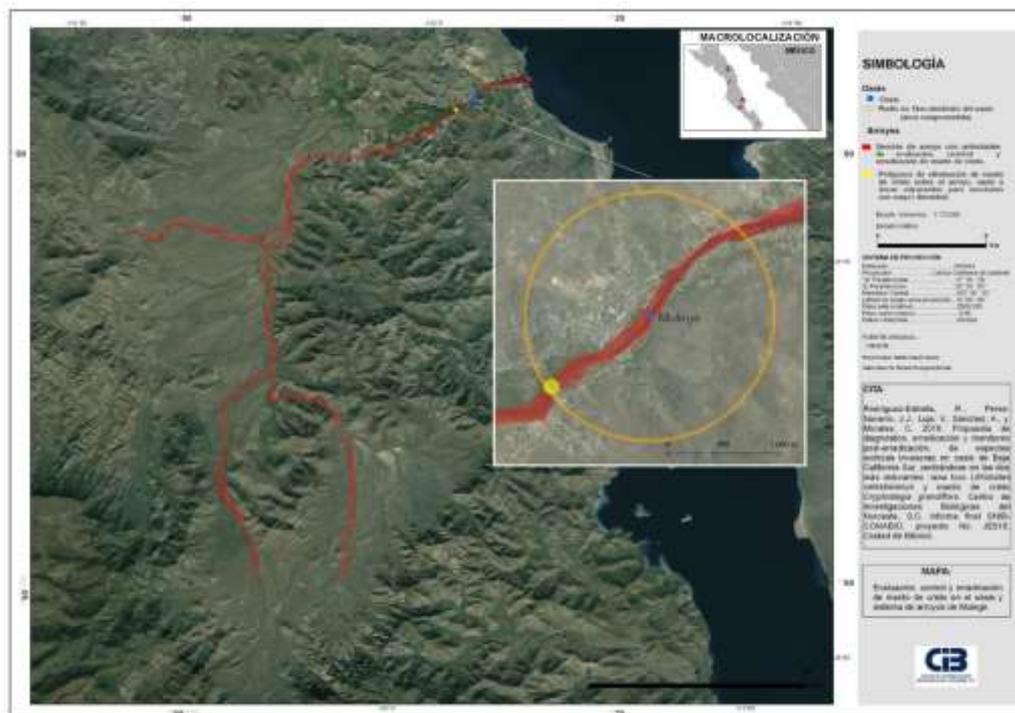


Figura 7. Oasis Mulegé. Se presenta en la figura el área y distancia comprometida para el trabajo de eliminación y erradicación marcado dentro del círculo. En rojo se muestra la zona evaluada, donde se eliminó, se hizo control y se monitoreó intentando la erradicación de la planta. Esta planta se distribuyó solo dentro del oasis. Nótese toda la extensión trabajada y compárese con el área comprometida. En la figura interna se representa la ubicación de la única zona donde ubicamos a la planta exótica *Cryptostegia grandiflora*, marcada en amarillo.

Oasis Los Comondú. Se trabajaron en la evaluación, eliminación y control cerca de 47 km dentro y alrededor de las zonas propias de los oasis buscando la planta *Cryptostegia grandiflora* (Fig. 8). Este trabajo quedó en fase preliminar, dados los problemas logísticos por las lluvias e incendios, así como la disponibilidad de gente local. Por lo anterior, no fue posible trabajar este oasis de manera intensiva como los demás. Se explica a continuación.

En Los Comondú se trabajó por 2 semanas, en el mes de diciembre de 2013. Una de las semanas se trabajó con 20 gentes. Con ello los avances fueron sustanciales sobre todo dentro del kilómetro del oasis, que era comprometido. Ello a pesar de los efectos que se denotaban por los huracanes del año 2013. En la calendarización que se había reprogramado para trabajar en este oasis en 2014 se había considerado iniciar en el mes de julio-agosto; sin embargo se presentaron lluvias en esos meses en esa zona; posteriormente, llegó el huracán Odile categoría 4 (10-19 de septiembre) que al entrar de lleno a la península tuvo consecuencias devastadoras en ella; en varios de los oasis se modificaron cauces y cayeron palmas y otras plantas por la

fuerza del viento y el efecto de las lluvias torrenciales. En las ciudades, se fue la luz y el agua, e inclusive el Cibnor cerró por 1 semana. En octubre se presentó otro huracán en BCS, por lo que ya para 2014 no se trabajó en Los Comondú. Todavía en octubre siguió lloviendo en los oasis Los Comondú (SMN 2014 para la zona, precipitación máxima diaria: Julio: 107.0; Agosto: 170.3, Septiembre: 313.0; Octubre: 96.5). Las lluvias y huracán contuvieron el trabajo todo ese año en Los Comondú. No se pudo programar el resto del año tanto por nosotros como por las actividades de la gente local en los oasis. Se reprogramó el trabajo para abril-mayo de 2015 como última posibilidad para tener viabilidad con los resultados del proyecto. Cuando programábamos para reiniciar el trabajo de eliminación del manto, en ese mes de mayo ocurrió un gran incendio en Los Comondú, aparentemente provocado. Este incendio afectó una porción significativa de los oasis y en uno de los poblados se quemaron casas inclusive y las propiedades fueron afectadas y cerradas por sus propietarios un tiempo. Debido a lo delicado de la situación de los incendios se decidió que no se trabajaría en estos oasis hasta que no se aclararan las circunstancias del incendio. Nosotros no estuvimos en Los Comondú en ese mes de mayo en que ocurrió el desastre. Para no generar resquemores de lo que hacíamos en la eliminación pues en ocasiones se debía quemar el material que se cortaba, se decidió dejar pasar un tiempo antes de evaluar si continuábamos el proyecto en este oasis. En el resto del 2015 reprogramando las actividades, y evaluando los potenciales conflictos, así como por el tiempo que se tenía para entregar el informe final del proyecto a la Conabio, se decidió no trabajar más en este oasis.

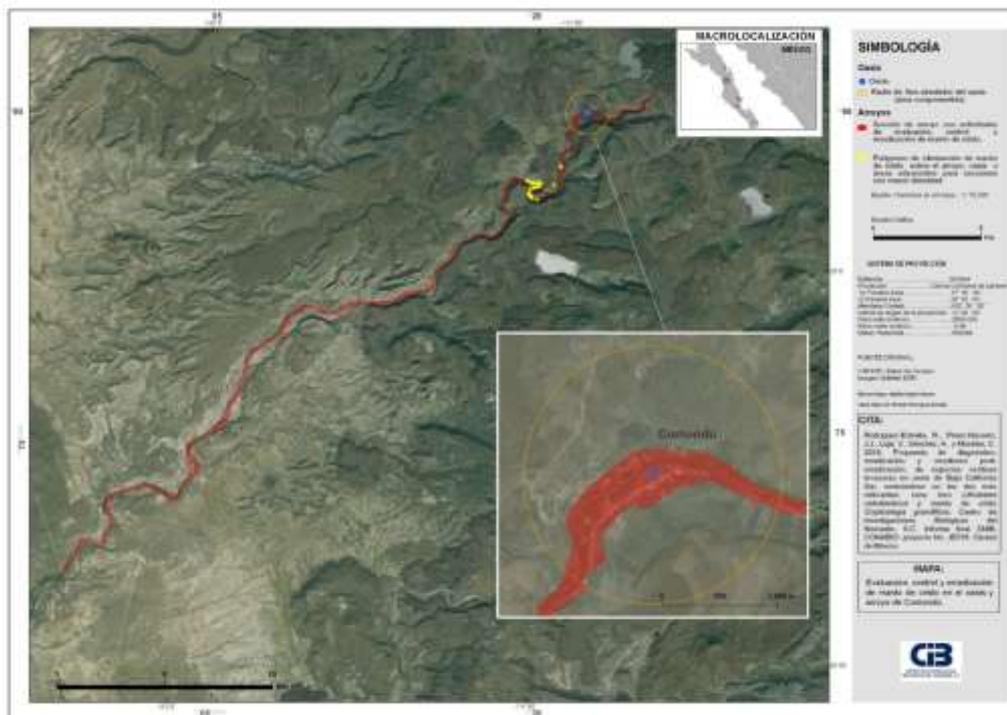


Figura 8. Oasis Los Comondú. Se presenta en la figura el área y distancia comprometida para el trabajo de eliminación y erradicación marcado dentro del círculo. En rojo se muestra la zona evaluada, donde se eliminó y se hizo control preliminar. Nótese que aún siendo preliminar, la extensión trabajada fue mayor al área comprometida. En la figura interna se representa la ubicación comprometido con las zonas relativamente densas de la planta exótica *Cryptostegia grandiflora*. Marcada en amarillo, la ubicación de las zonas más densas.

Oasis San Javier. Para este oasis se recorrieron 49 km evaluando y buscando la planta *Cryptostegia grandiflora* (Fig. 9). En este oasis no encontramos la presencia de esta planta ni dentro del oasis mismo ni en los arroyos muestreados.

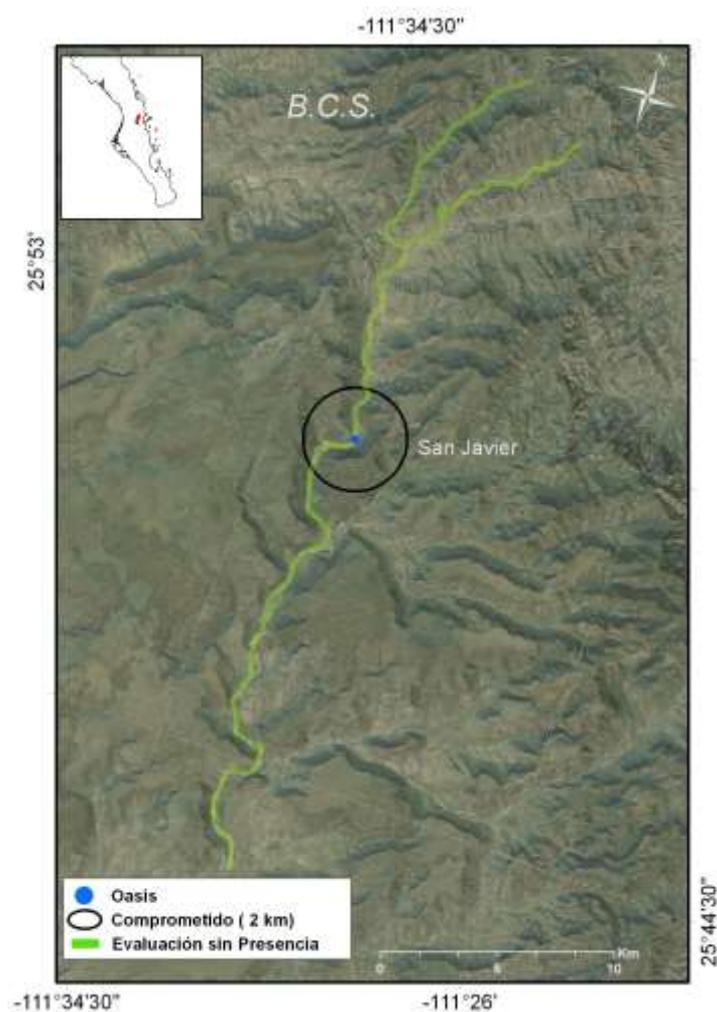


Figura 9. Oasis San Javier. Se presenta en verde la zona evaluada. No se encontró la presencia de la planta *Cryptostegia grandiflora*.

Oasis Santiago-Agua Caliente-El Chorro. Se trabajaron alrededor de 32 km alrededor de las zonas propias del oasis. Este oasis se distribuye en los poblados de Santiago, Agua Caliente y El Chorro (Fig. 10). El problema en este oasis fue que una sola persona de Santiago se negó a que se eliminara la planta de su propiedad, sin dar argumentos. No fue posible convencerlo en este tiempo por lo que quedan aún dentro de este oasis las fuentes de generación de propágulos (frutos, semillas).

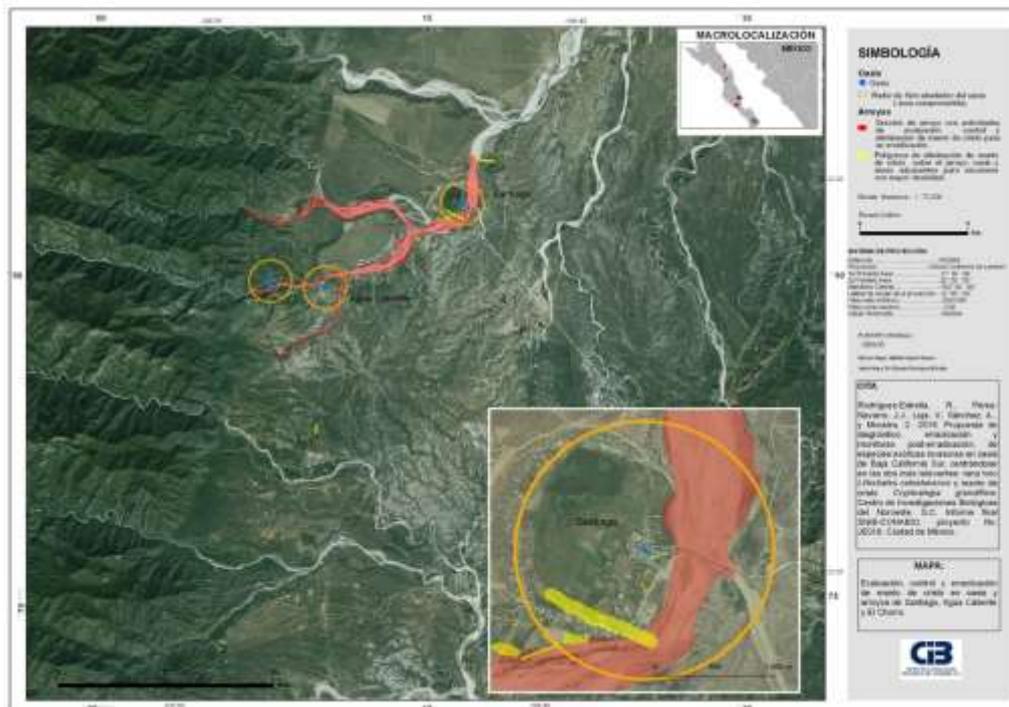


Figura 10. Oasis Santiago y Agua Caliente-El Chorro. Se presenta en la figura el área y distancia comprometida para el trabajo de eliminación y erradicación marcado dentro de cada círculo. En rojo se muestra la zona evaluada, donde se eliminó, se hizo control y se monitoreó intentando la erradicación de la planta. Nótese toda la extensión trabajada y compárese con el área comprometida (superficie de los círculos). En la figura interna de uno de los dos oasis se representa la ubicación de las zonas más densas como ejemplo, con los parches de la planta exótica *Cryptostegia grandiflora* marcados en amarillo.

Se recorrieron para evaluación y eliminación para la erradicación de *C. grandiflora* un total cercano a los 405 kilómetros contemplando todos los oasis seleccionados en BCS durante 2013-2015 (Tabla 6). Un mayor detalle se presenta en shapefiles con metadatos que fueron entregados en los mapas.

Tabla 6. Se presenta la información sobre el área total revisada así como el área donde se eliminaron las plantas individuales de la especie invasora *Cryptostegia grandiflora* dentro de cada oasis trabajado y los arroyos asociados a los mismos. Se presenta también información del número de kilómetros trabajados para cada oasis durante el proceso de eliminación, control y monitoreo con fines de erradicación desde enero de 2013 a noviembre de 2015.

Oasis y arroyos asociados	Área revisada que no presentó presencia de la planta (Ha)	Área de eliminación y erradicación (Ha)	Área total (Ha)	Distancia trabajada (Km)
La Soledad-Purificación-Agua Verde	322	283	605	56
San Pedro de la Presa	757	373	1130	116
San Hilario-Las Pocitas (El Pilar)	790	115	905	46
Mulegé	929	1	930	58
Los Comondú	589	162	751	47
San Javier	472	-	472	49
Santiago-Agua Caliente-El Chorro	343	482	825	32
TOTAL	4202	1416	5618	404

Éxito en la erradicación de la planta exótica invasora *Cryptostegia grandiflora* en los oasis trabajados

Es importante recordar que el compromiso para el proyecto era la erradicación dentro de 1 km alrededor del cuerpo de agua y vegetación asociada (<1 km). Sin embargo, como se explicó, se cubrió una superficie mucho mayor, de hasta 116 km sumados en distintos arroyos en uno de los casos (Tabla 6). Se cumplieron los objetivos en cuanto a lo trabajado, con un elevado grado de cumplimiento.

Se hizo el monitoreo y control post-eliminación de la planta exótica invasora *Cryptostegia grandiflora* en cuanto a plántulas y plantas establecidas en los sitios de eliminación de esta especie exótica, mostrando en la Tabla 7 las fechas de revisiones en el monitoreo por oasis.

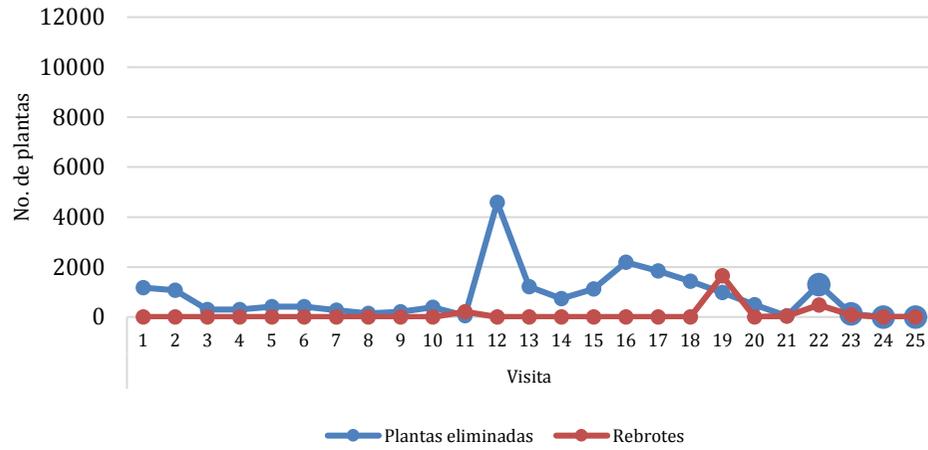
Como se puede observar en los oasis de San Pedro de la Presa, La Soledad, San Hilario, Agua Caliente-El Chorro, Santiago y Mulegé, es posible considerar que aparte de haber eliminado al 100% las plántulas y plantas en el área comprometida de <1 km, se logró la erradicación de esta especie de planta invasoras dados los tiempos transcurridos a partir de la ocurrencia de "0" plántulas y plantas en las visitas (Fig. 11), así como en la curva acumulada de plantas eliminadas durante el total de visitas dentro del área <1 km (Fig. 12). La tendencia en la curva acumulada de plantas erradicadas denota que se estabiliza relativamente bien a <1 km (excepto en El Pilar y Los Comondú). Para el área de >1 km en los oasis, no se estabiliza. En las áreas de <1 km parece que el programa de eliminación, control y erradicación al parecer ha funcionado correctamente. En las áreas de >1 km, no se ha estabilizado básicamente porque las áreas son mucho mayores. Hubo otros problemas como se señala más adelante.

Consideramos por tanto, que para estos oasis el objetivo de la erradicación de *Cryptostegia grandiflora* dentro del área comprometida en los oasis (<1 km) se cumplió hasta la última fecha de la revisión.

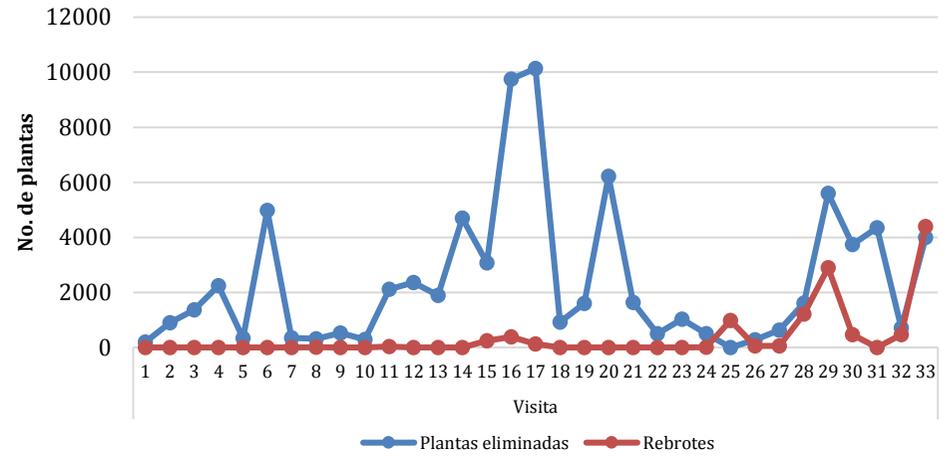
En el caso de Mulegé es importante señalar que se encontraron y eliminaron las plantas en su totalidad, no habiendo encontrado más plantas en posteriores visitas, 1 año después de eliminar las plántulas y plantas. Debido al bajo número de plantas no se hizo necesario realizar una gráfica.

Al analizar el proceso de eliminación y control con el monitoreo de la planta exótica en los sitios de > 1 km en los oasis, se puede observar que en ninguno de los casos se logró la erradicación de *Cryptostegia grandiflora*, pues aunque existe una tendencia decreciente en las revisiones posteriores a la eliminación se siguen eliminando plantas y plántulas en las últimas revisiones del monitoreo (Fig. 11); lo mismo se puede deducir al observar la curva acumulada de especies en esta distancia de >1 km (Fig. 12). Esto se debe definitivamente a la mayor área cubierta en el desarrollo del trabajo en estas zonas y a las grandes distancias a recorrer a partir del centro del oasis. Si se hubiera dedicado más tiempo, esfuerzo y recursos económicos a estas áreas, seguramente se hubiera logrado la erradicación a un mediano plazo.

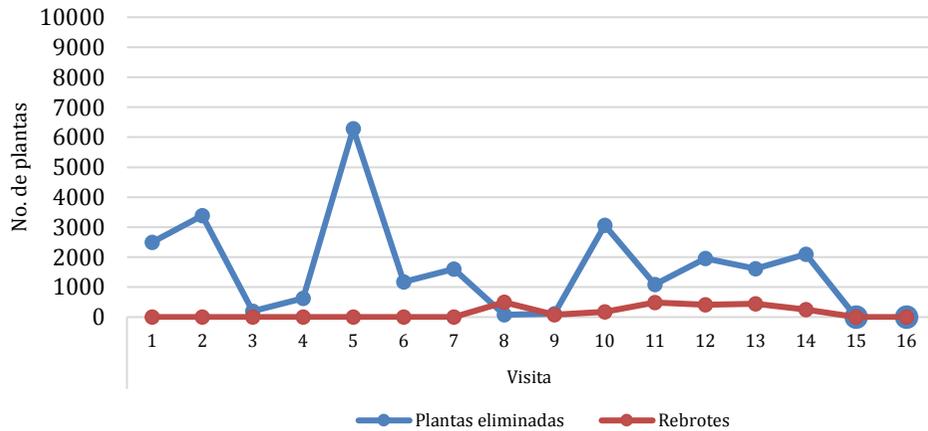
San Pedro de la Presa < 1 Km



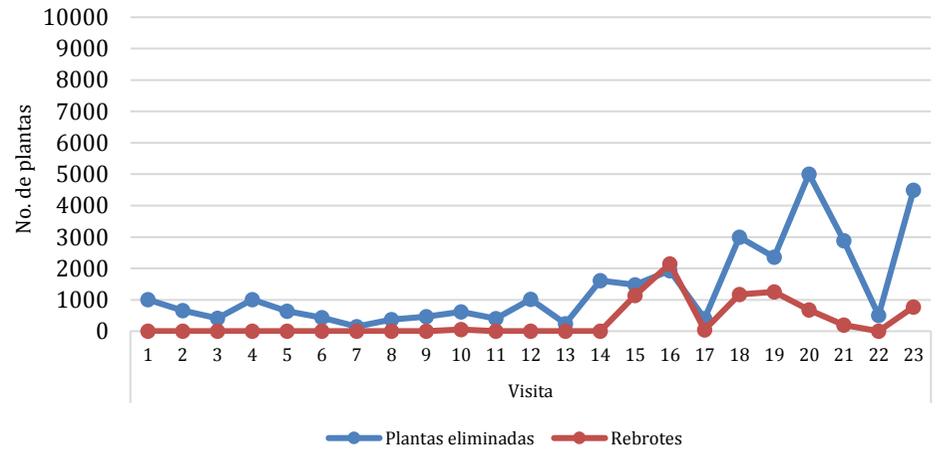
San Pedro de la Presa > 1 Km

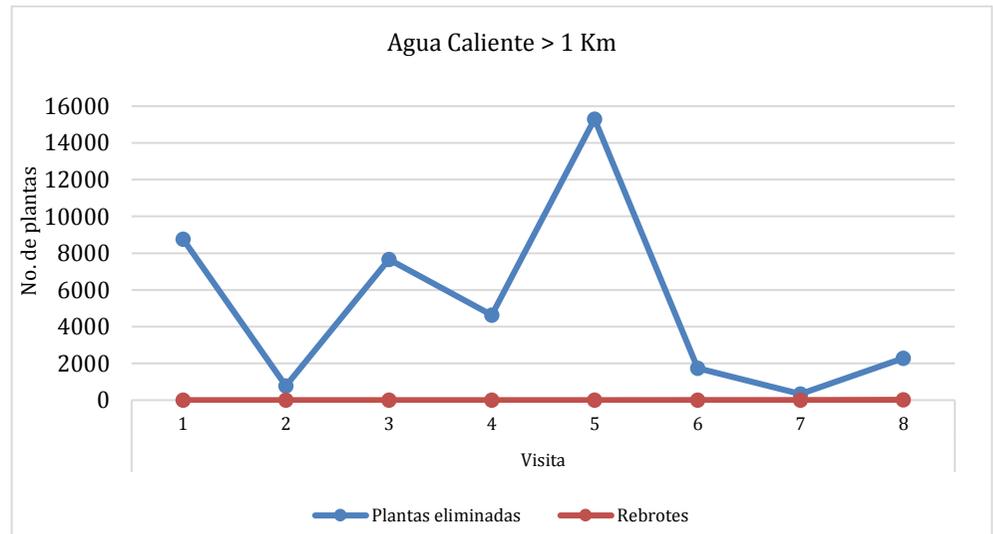
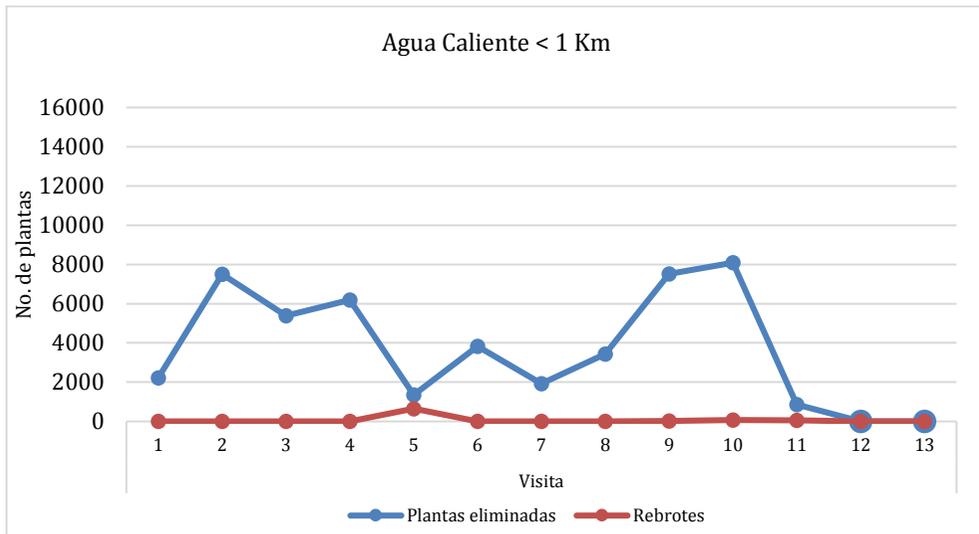
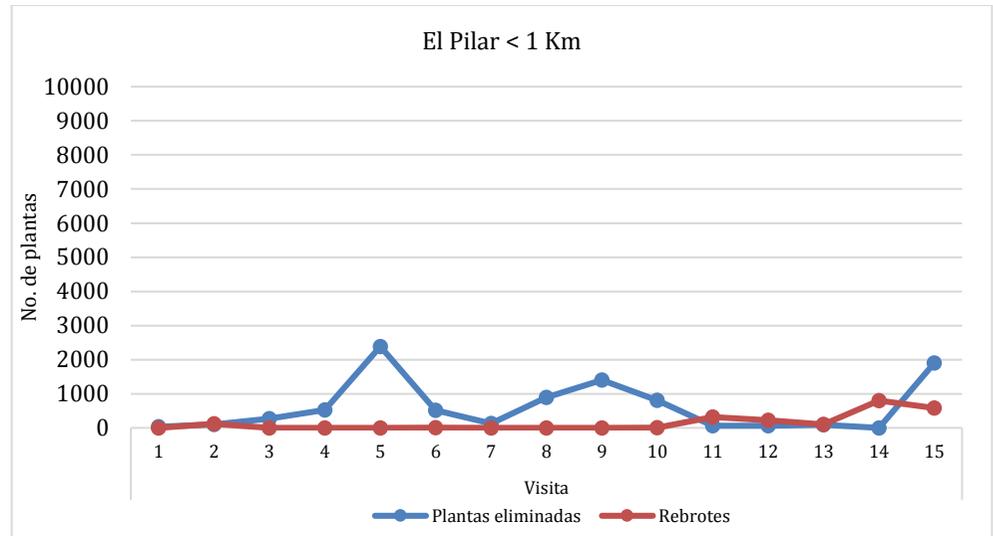
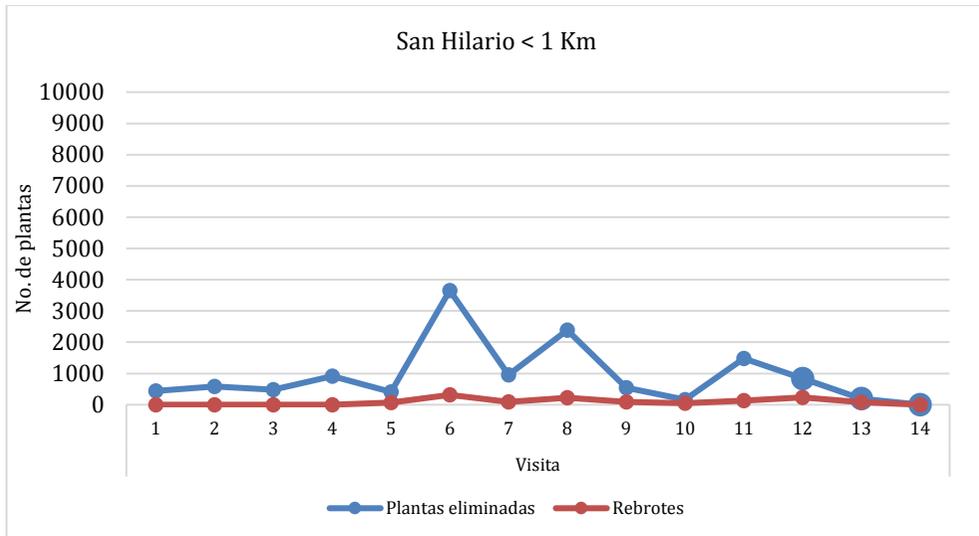


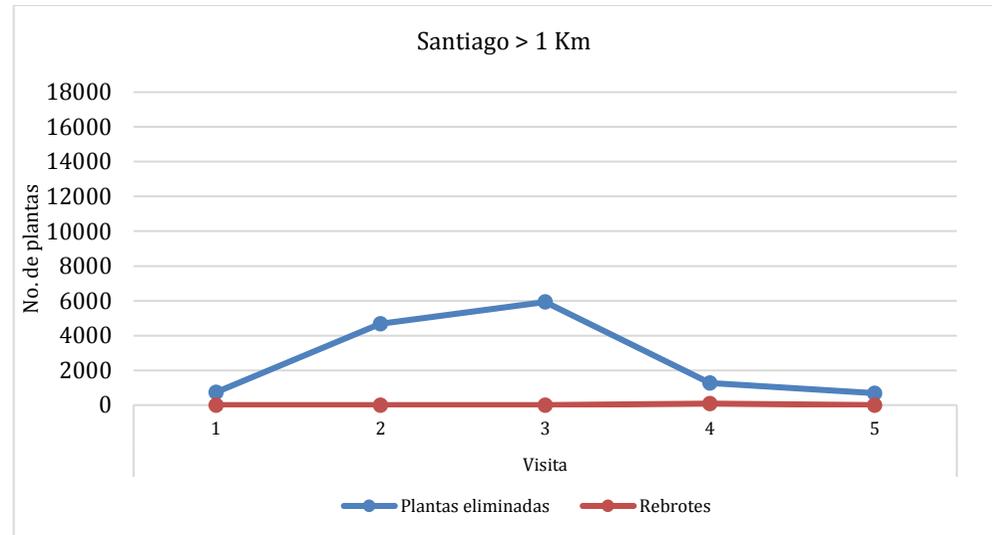
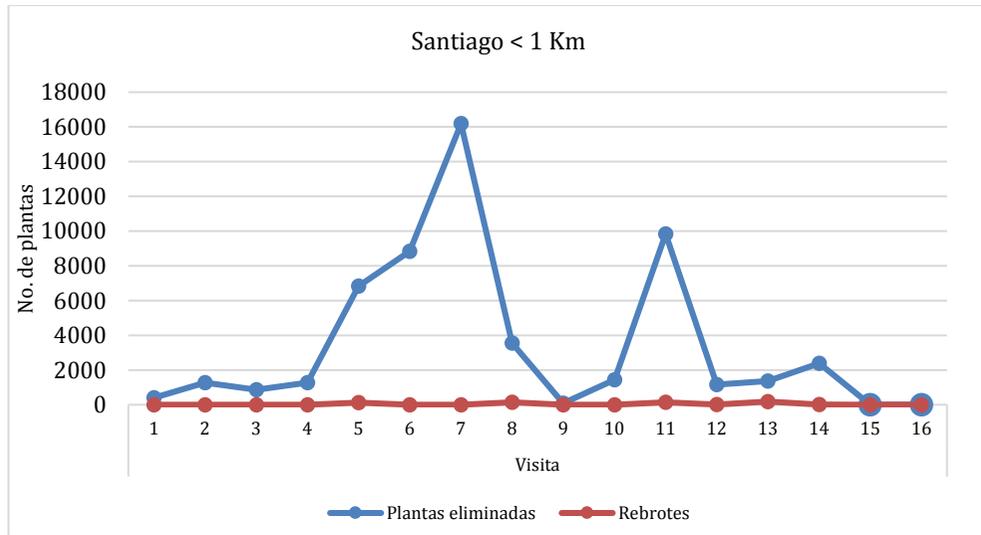
La Soledad < 1 Km



La Soledad > 1 Km







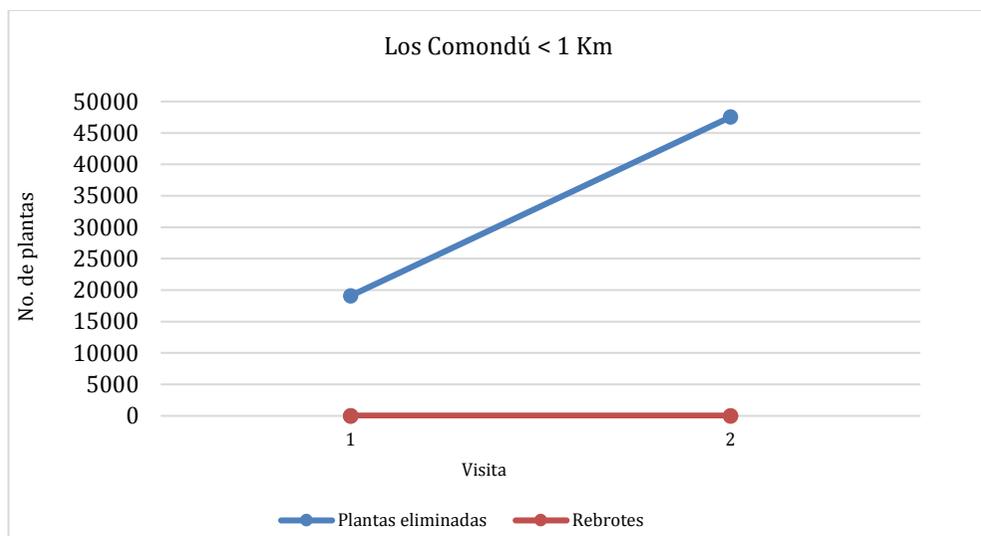
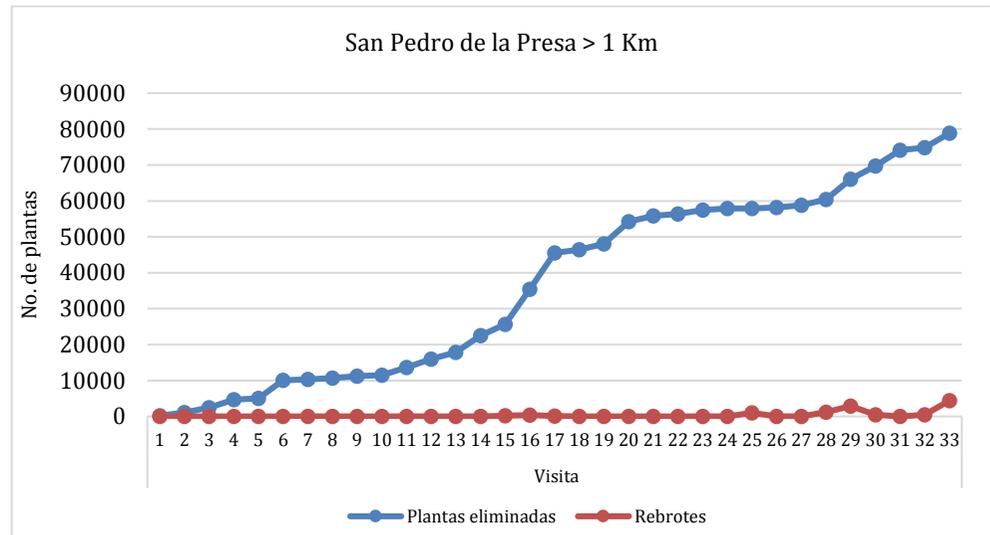
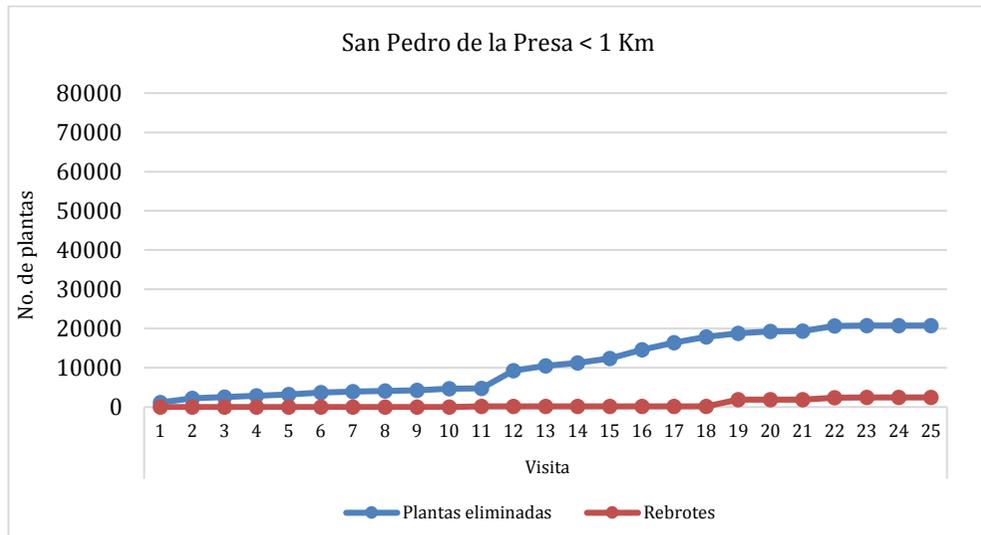
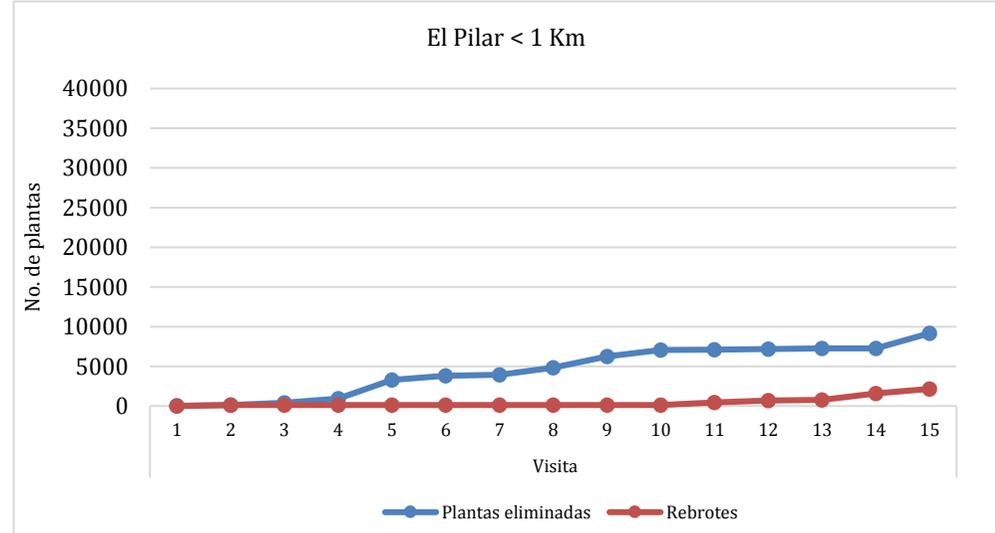
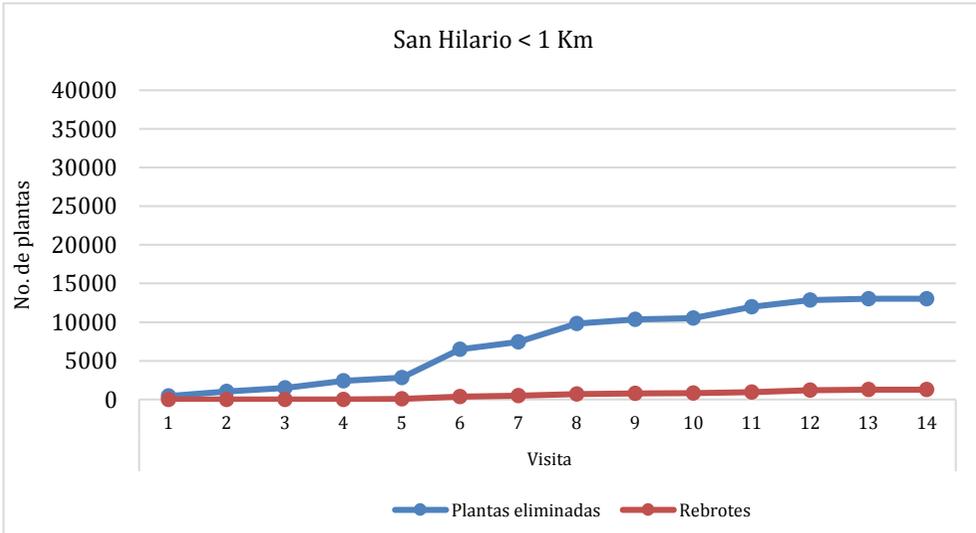
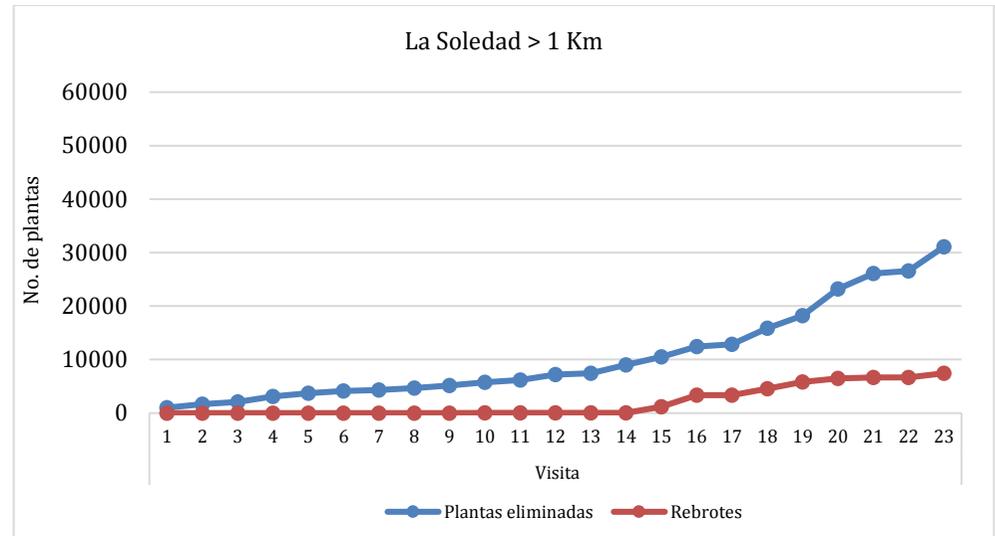
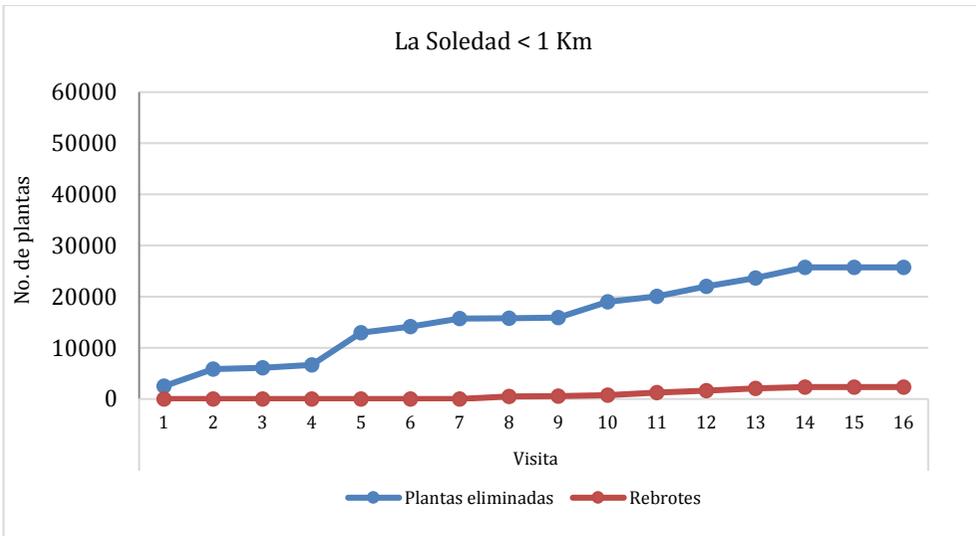
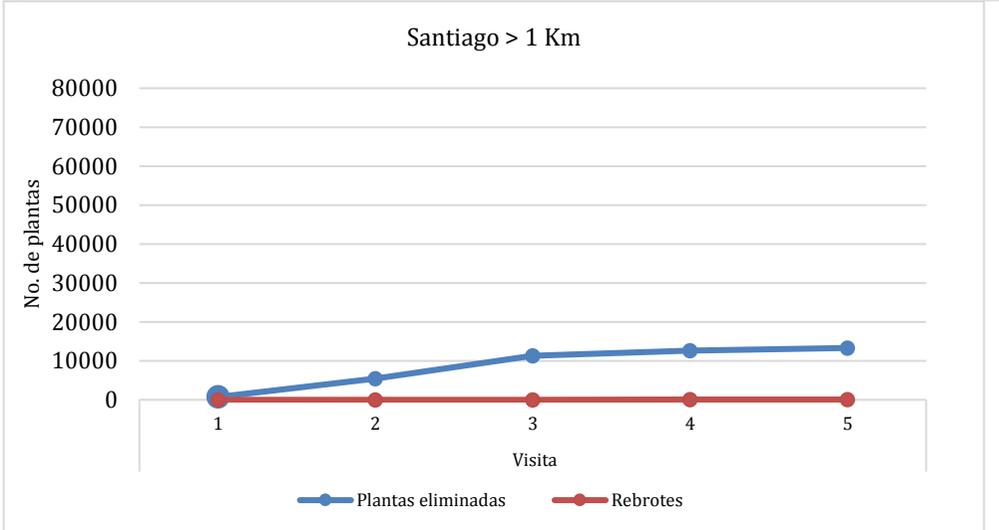
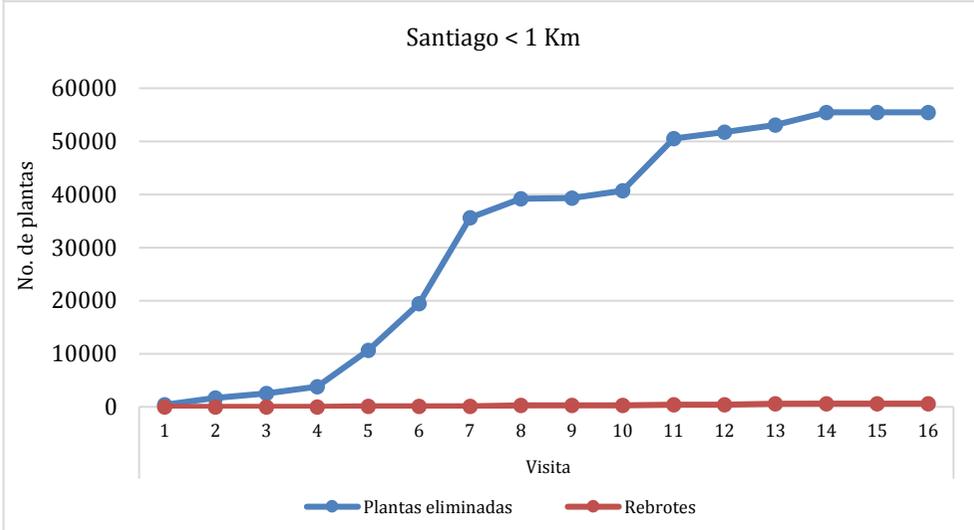
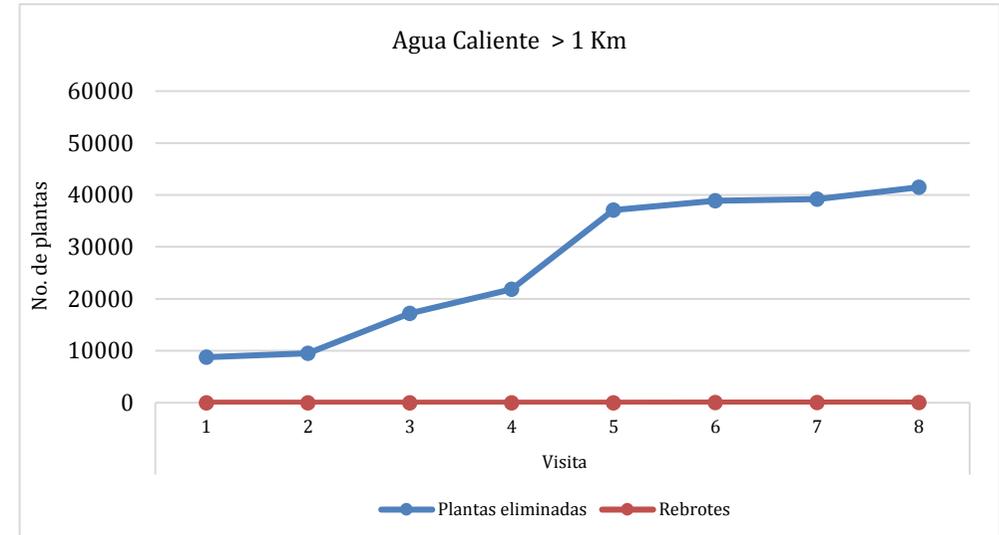
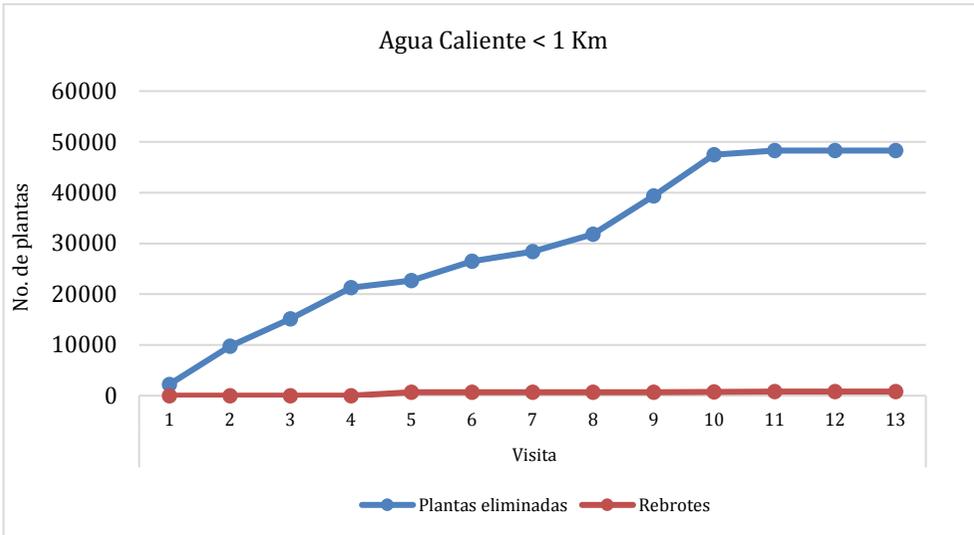


Figura 11. Se presenta el número de plántulas y plantas nuevas de *Cryptostegia grandiflora* durante las visitas de los monitoreos en cada uno de los oasis trabajado. Del lado izquierdo de la figura se muestran estos monitoreos y control post-eliminación dentro del área de <1 km del oasis. Puede verse el número de plantas después de cada revisión, así como los rebotes. La tendencia es que después de un número de revisiones para cada oasis, el número de plántulas y plantas nuevas decrece hasta llegar a desaparecer. Y los rebotes en el tiempo también tienden a desaparecer. Para este proyecto, una vez que no aparecen por al menos 3 meses ni plántulas ni rebotes consideramos que se ha erradicado la especie en esa área. Se recomienda se revise nuevamente una vez pasado 1 año.







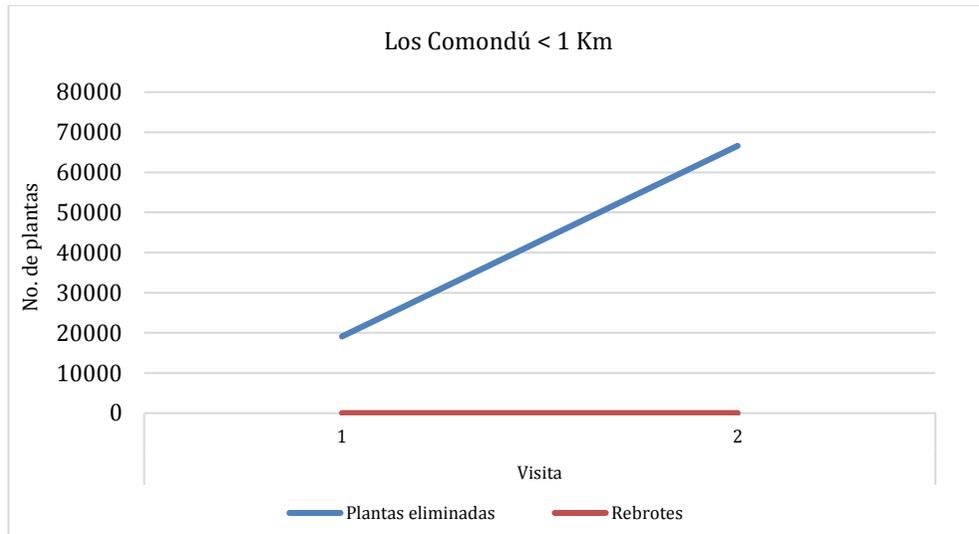


Figura 12. Se presenta el número de plántulas y plantas acumuladas de *Cryptostegia grandiflora* desde que inició su eliminación por el proyecto para el control y erradicación en los oasis. Puede verse el número acumulado de plantas y rebrotes después de cada revisión tanto para el área de <1 km como para aquellas zonas a >1 km.

Tabla 7. Se muestran las fechas de visita posteriores a la última fecha de eliminación en cada zona de los 6 oasis a los que se les hicieron visitas de monitoreo post-eliminación de *Cryptostegia grandiflora*. Se presentan los días transcurridos entre visitas, de acuerdo a las fechas en que se dio la anterior visita. Las visitas se establecieron en función de tiempos programados para el trabajo y para tener revisiones post-eliminación que mostraran una tendencia en la erradicación.

Oasis		Última fecha de eliminación	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
San Pedro de la Presa	Fecha	16/03/2013	17/05/2013	24/05/2013	08/06/2013	16/03/2014	06/04/2015	25/04/2015	30/05/2015	03/10/2015	26/10/2015	
	Días		61	7	15	280	375	18	35	125	22	
La Soledad	Fecha	11/05/2013	06/06/2013	01/07/2013	30/09/2013	03/03/2014	10/11/2014	23/03/2015	06/04/2015	05/10/2015	26/10/2015	
	Días		25	24	90	153	24	132	13	182	20	
El Pilar	Fecha	04/05/2013	03/07/2013	15/07/2013	28/10/2013	20/01/2015	16/03/2015					
	Días		42	13	105	449	56					
San Hilario	Fecha	29/06/2013	30/09/2013	03/03/2014	15/03/2014	03/11/2014	16/03/2015	13/04/2015	25/04/2015	28/09/2015	17/10/2015	18/12/2015
	Días		92	160	7	232	132	27	11	155	16	61
Agua Caliente	Fecha	16/08/2014	10/11/2014	25/05/2015	06/06/2015	07/11/2015						
	Días		85	195	11	153						
Santiago	Fecha	30/08/2014	08/12/2014	15/06/2015	27/06/2015	13/07/2015	07/11/2015					
	Días		99	178	11	15	116					

Especies (taxa) de plantas que colonizan posteriormente a la eliminación y erradicación del manto de cristo en los oasis.

Como se indicó anteriormente, nuestros resultados sobre los efectos de los cambios en la vegetación una vez eliminados los individuos de *Cryptostegia grandiflora*, indican que estos cambios han ocurrido de manera más lenta que lo previsto por lo que no hemos logrado evaluar bien la dinámica del sistema de colonización y sobrevivencia una vez eliminada la planta exótica invasora. Lo anterior, aunado a que se han presentado eventos catastróficos propios de los oasis (paso de huracanes, corridas de agua excepcionales, incendios), pero en una frecuencia o intensidad inusual, ha afectado también el proceso planeado para el proyecto y sus resultados. Hemos estimado que los efectos de la eliminación de individuos y su cobertura de la planta exótica invasora se podrían observar en la composición y cobertura de la vegetación nativa (de especies perennes) a partir del tercer año de concluidos estos trabajos, y cuando podamos evaluar datos de reclutamiento de las plantas perennes. Es decir, esta parte del proyecto está en curso y se presentarán los resultados en los próximos años.

A continuación se presentan los resultados considerando los datos de plantas apareciendo como colonizadoras en los sitios donde se encontraba la planta invasora y fue eliminada (Tabla 8). En estos sitios se colocaron cuadrantes para el monitoreo de la siguiente manera:

Número de cuadrantes muestreados en cuatro oasis, indicando el área de cada cuadrante y la superficie total muestreada en función del número de cuadrantes por oasis.

Oasis	No. de cuadrantes	Medidas de cada cuadrante (m ²)	Cuadrantes dentro de <1 km (área m ²)	Cuadrantes a >1 km (área m ²)	Total superficie muestreada (m ²)
San Pedro de la Presa	10	15 x 4= 60	6 (360)	4 (240)	600
La Soledad	13	15 x 4=60	5 (300)	8 480)	780
El Pilar	10	15 x 4=60	10 (600)	0	600
San Hilario	3	15 x 4=60	3 (180)	0	180
Total	36	60	24(1,440)	12 (720)	2,160

Durante el monitoreo de los cuadrantes, se registraron un total de 207 taxa distintos, de los cuales 38 no pudieron identificarse y quedaron como “plantas desconocidas”, aunque son distintas unas de otras (Tabla 8). Las causas de no poderlas identificar se debieron al tamaño de las plántulas, por ser demasiado pequeñas, y porque la correcta identificación de algunas plantas requiere que se encuentren en floración o fructificación; para algunas otras especies no se logró la identificación, debido a haber sufrido ramoneo por animales, dejando solo pocas hojas y recortadas. Sin embargo, las plantas desconocidas no identificadas solo representaron el 0.7% del total de plantas cuantificadas, y fueron un 18% del total de taxa presentes (Tabla 9).

De los taxa identificados, las plantas que más aparecieron en las colonizaciones, considerando solo aquellas que representaran más del 3% del total de plantas cuantificadas en los cuadrantes (Tabla 9), fueron en orden descendente:

1. *Washingtonia robusta*, 30.18%
2. *Prosopis* spp. (pudiendo ser *Prosopis glandulosa* y *P. palmeri*), 8.31%
3. *Cryptostegia grandiflora*, 8.17%
4. *Amaranthus* spp., 8.07%
5. *Datura* spp., 5.92%
6. *Phoenix dactylifera*, 4.20%
7. Poaceae, 3.11%

Llama la atención que dos especies exóticas son colonizadoras importantes, una de ellas la exótica invasora *C. grandiflora*, sujeto de nuestro proyecto. La otra es *Phoenix dactylifera* que no se considera invasora por su utilidad en las comunidades de oasis, y porque no se escapa de las zonas donde la maneja el hombre. Pero la especie colonizadora más importante fue la especie nativa *Washingtonia robusta* (Tabla 9). Siendo *C. grandiflora* una especie trepadora puede crecer sobre *W. robusta* lo cual ocurre con frecuencia.

Es importante señalar que los datos de colonización y recolonización que se tomaron sobre *Cryptostegia grandiflora* en los cuadrantes, corresponden a visitas con fechas previas al trabajo final de búsqueda de plántulas y rebrotes en dos monitoreos posteriores en las zonas de eliminación general, tanto dentro de <1 km, como a >1 km. El monitoreo final para el oasis de La Soledad correspondió 1 mes y 10 días posteriores a la revisión de los cuadrantes; para el oasis de San Pedro de la Presa, 1 mes y 7 días posteriores a la revisión de los cuadrantes; para el oasis San Hilario, 3 semanas posteriores a la última revisión de los cuadrantes; y para el oasis de El Pilar no se revisó con posterioridad por los problemas para seguir trabajando en este oasis. Lo anterior corresponde a la información que muestra que para el último monitoreo en los oasis de La Soledad y San Pedro de la Presa, los cuadrantes dentro de la zona de <1 km no presentaron plántulas recolonizando, mientras que las que se registraron se encontraron en cuadrantes >1 km fuera del oasis. Para el oasis de San Hilario todos los datos corresponden a <1 km.

Por otro lado, el resto de los 200 taxa tienen cada una menos del 3% de plantas registradas en el proceso de colonización. La mayoría, 189 taxa (91% del total) tienen menos del 1% de las plantas cuantificadas durante el proceso (Tabla 9).

El número de especies o taxa que colonizaron las zonas donde se eliminó a la planta exótica invasora fue mayor para aquellas zonas de oasis y arroyos ubicados en la sierras (San Pedro de la Sierra, La Soledad, con aproximadamente N= 60), mientras que en los oasis y arroyos de las partes bajas fue mucho menor (San Hilario, El Pilar, con N= 23 y 35). Estos dos oasis son mucho más pequeños que los de las sierras (Tabla 8).

Tabla 8. Seguimiento de cuadrantes marcados y plántulas registradas *post-eliminación* de *Cryptostegia grandiflora* en aquellos oasis donde se hizo el seguimiento. Los totales se presentan por especie y para cada sitio el total de plantas de las especies de plantas presentes en cada una de las revisiones de los cuadrantes totales por oasis. Se remarca en oscuras los valores de plántulas de *Cryptostegia grandiflora* que estuvieron en cuadrantes fuera del área de 1 kilómetro oasis.

Nombre científico	San Pedro de la Presa					La Soledad						El Pilar					San Hilario		Total de registros
	1ra	2da	3ra	4ta	5ta	1ra	2da	3ra	4ta	5ta	6ta	1ra	2da	3ra	4ta	5ta	1ra	2da	
Poaceae 1	0	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	1	1	0	578
<i>Phragmites comunis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	5
<i>Bouteloua aristoides</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	49
<i>Bouteloua barbata</i>	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	47
<i>Bromus</i> spp.	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Cynodon dactylon</i> ^{Ei}	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	440
<i>Chloris inflata</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Echinochloa colona</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	17
<i>Heteropogon contortus</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Leptochloa panicea</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
<i>Setaria</i> spp.	0	1	0	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	207
<i>Setaria adhaerens</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	144
<i>Setaria grisebachii</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20
<i>Setaria parviflora</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
<i>Dactyloctenium</i> spp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
<i>Dactyloctenium aegyptium</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	36
<i>Digitaria</i> spp.	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	29
<i>Digitaria bicornis</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Digitaria setigaria</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Paspalum</i> spp.	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

<i>Pennisetum ciliare</i> ^{Ei}	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	42
<i>Cyperus sp. 1</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	76
<i>Cyperus rotundus</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Juncus mexicanus</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Eleocharis</i> spp.	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	42
<i>Phoenix dactylifera</i> ^E	0	0	1	0	1	1	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	779
<i>Washingtonia robusta</i> [^]	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	5596
<i>Brahea brandegeei</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	174
Euphorbiaceae 1	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	37
<i>Ricinus communis</i> ^{Ei}	0	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	366
<i>Jatropha cinerea</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	110
<i>Jatropha vernicosa</i> [*]	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Cnidocolus maculatus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
<i>Ditaxis</i> spp.	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Adelia virgata</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Acalypha</i> spp.	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	8
<i>Tragia amblyodonta</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Euphorbia polycarpa</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	0	1	1	137
<i>Euphorbia abramsiana</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Euphorbia sp. 1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	6
<i>Euphorbia sp. 2</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	17
<i>Euphorbia sp. 3</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	10
<i>Euphorbia sp. 4</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	7
<i>Croton</i> spp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
<i>Callaeum macropterum</i>	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	43
<i>Salix</i> spp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	6
Fabacea 1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Acacia</i> spp. [^]	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	195

<i>Acacia farnesiana</i> ^	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	16
<i>Acacia gregii</i> ^	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	9
<i>Prosopis</i> spp. ^	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1542
<i>Prosopis palmeri</i> ^	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	12
<i>Prosopis glandulosa</i> ^	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	3
<i>Prosopis articulata</i> ^	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
<i>Parkinsonia</i> spp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	4
<i>Parkinsonia aculeata</i>	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	18
<i>Lysiloma candida</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Leucaena</i> spp.	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	106
<i>Marina</i> spp.	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	5
<i>Marina vetula</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
<i>Medicago</i> spp.	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13
<i>Senna coversi</i>	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	59
<i>Senna atomaria</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	22
<i>Pithecellobium dulce</i> ^E	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
<i>Pithecellobium undulatum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Phaseolus</i> spp.	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
<i>Phaseolus filiformis</i>	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	3
<i>Olneya tesota</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
<i>Mimosa</i> spp.	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Melilotus alba</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
<i>Melilotus indicus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
Asteraceae 1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	13
Asteraceae 2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2
<i>Amauria rotundifolia</i>	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15
<i>Ambrosia ambrosioides</i>	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	225
<i>Ambrosia</i> spp.	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4

<i>Ambrosia monogyra</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2
<i>Ambrosia chenopodiifolia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Artemisia</i> spp.	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Baccharis salicifolia</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	1	1	1	0	0	74
<i>Bebbia juncea</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	21
<i>Bebbia atriplicifolia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	7
<i>Bidens bigelovii</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
<i>Chloracantha spinosa</i>	0	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	121
<i>Encelia farinosa</i>	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
<i>Pseudognaphalium luteoalbum</i>	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Pectis papposa</i>	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
<i>Perityle</i> spp.	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Perityle aurea</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2
<i>Perityle emoryi</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	1	0	12
<i>Perityle robusta</i>	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	9
<i>Coreocarpus parthenioides</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
<i>Nicotiana glauca</i> ^E	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	298
<i>Nicotiana trygonophylla</i>	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	123
<i>Palafoxia</i> spp.	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Eclipta prostrata</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Sonchus aleraceus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
Solanaceae 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Physalis crassifolia</i>	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	67
<i>Solanum</i> spp.	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	18
<i>Solanum hinsdianum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0	5
<i>Solanum dauglesii</i>	0	1	0	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	20
<i>Datura</i> spp.	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1098
<i>Lycium</i> spp. ^	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	5

<i>Merremia aurea</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Citrus</i> spp. ^E	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2
<i>Mangifera indica</i> ^E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	8	
<i>Mentzelia adhaerens</i>	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	35	
<i>Eucnide</i> spp.	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	9	
<i>Antigonon leptopus</i>	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	211	
Cactaceae 1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
<i>Cylindropuntia cholla</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	2	
<i>Amaranthus</i> spp. [^]	0	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1489	
<i>Chenopodium</i> spp. [^]	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	46	
<i>Boerhavia coccinea</i> [^]	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	86	
<i>Boerhavia</i> spp. [^]	0	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	0	0	1	1	1	1	288	
<i>Boerhavia erecta</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
<i>Boerhavia coulteri</i>	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	188	
<i>Portulaca</i> spp. [^]	0	1	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	189	
<i>Portulaca oleracea</i> [^]	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	9	
<i>Portulaca pilosa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	
<i>Portulaca umbraticola</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
<i>Trianthema portulacastrum</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	57	
<i>Vallesia glabra</i> [^]	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	73	
<i>Cryptostegia grandiflora</i> ^{Ei}	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1516	
<i>Matelea cordifolia</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
<i>Asclepia curassavica</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
<i>Asclepias subulata</i>	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	
<i>Eustoma</i> spp.	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
Malvaceae 1	0	0	1	1	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	30	
Malvaceae 2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	3	
Malvaceae 3	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	47	

Malvaceae 4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	3
Malvaceae 5	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	4
Malvaceae 6	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14
Malvaceae 7	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Malvaceae 8	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
Malvaceae 9	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Malvaceae 10	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Herissantia crispa</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Horsfordia alata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Melochia tomentosa</i>	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1	0	1	0	0	0	1	0	0	74
<i>Sida</i> spp. ^	0	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	105
<i>Sida</i> spp. 2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	3
<i>Sphaeralcea</i> spp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
Lamiaceae 1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	20
<i>Salvia columbarie</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Salvia</i> spp.	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	16
<i>Antirrhinum cyathiferum</i>	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	65
<i>Plantago ovata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	31
<i>Cordia curassavica</i> ^	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	21
<i>Heliotropium curassavicum</i>	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	252
<i>Heliotropium angiospermum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	6
<i>Heliotropium procumbes</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2
<i>Tecoma stans</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	16
<i>Orobanche cooperi</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Elytraria imbricata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	33
<i>Argemone mexicana</i>	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	61
<i>Aristolochia</i> spp.	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	16
<i>Cucurbita</i> spp.	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	9
<i>Echinopepon minimus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	12

<i>Forchhammeria watsonii</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Zygophyllaceae 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Kallstroemia californica</i>	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	31
<i>Tribulus terrestres</i>	0	1	1	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	37
<i>Colubrina viridis</i>	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Karwinskia</i> spp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	3
<i>Psidium</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
<i>Fouqueiria</i> spp.	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Desconocida 1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Desconocida 2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Desconocida 3	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19
Desconocida 4	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
Desconocida 5 Enredadera	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	3
Desconocida 6 Enredadera	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Desconocida 7 Enredadera	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
Desconocida 8 Enredadera	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Desconocida 9	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Desconocida 10	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Desconocida 11	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
Desconocida 12	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Desconocida 13	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Desconocida 14	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Desconocida 15	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Desconocida 16	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Desconocida 17	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Desconocida 18	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
Desconocida 19	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Desconocida 20	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Desconocida 21	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2

Desconocida 22	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Desconocida 23	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Desconocida 24	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Desconocida 25	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Desconocida 26	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Desconocida 27	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
Desconocida 28	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Desconocida 29	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14
Desconocida 30	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Desconocida 31	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Desconocida 32	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Desconocida 33	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Desconocida 34	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Desconocida 35	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Desconocida 36	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
Desconocida 37	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Desconocida 38	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	38
N total de plantas observadas	256	1269	293	441	778	1858	3437	1526	742	1319	1285	1583	1043	761	1160	277	259	255	18542

^Especies que pueden ser dispersadas por animales, *Especies endémicas, ^EPlantas exóticas, ^{Ei}Plantas exóticas invasoras

Tabla 9. Total de registros de las especies de plantas registradas en los cuadrantes de monitoreo. Se presenta la proporción de cada especie dentro de los 4 oasis donde se establecieron los cuadrantes (San Pedro de la Presa, La Soledad, El Pilar, San Hilario; información de registros tomada de la Tabla 8). En amarillo se muestran las especies que tuvieron más de 3% de registros cada una.

^Especies que pueden ser dispersadas por animales; *Especies endémicas; ^EPlantas exóticas;

^{Ei}Plantas exóticas invasoras

Nombre científico	N	%
Poaceae 1	578	3.12
<i>Phragmites comunis</i>	5	0.03
<i>Bouteloua aristidoides</i>	49	0.26
<i>Bouteloua barbata</i>	47	0.25
<i>Bromus spp.</i>	1	0.01
<i>Cynodon dactylon</i> ^{Ei}	440	2.37
<i>Chloris inflata</i>	1	0.01
<i>Echinochloa colona</i>	17	0.09
<i>Heteropogon contortus</i>	1	0.01
<i>Leptochloa panicea</i>	3	0.02
<i>Setaria spp.</i>	207	1.12
<i>Setaria adhaerens</i>	144	0.78
<i>Setaria grisebachii</i>	20	0.11
<i>Setaria parviflora</i>	3	0.02
<i>Dactyloctenium spp.</i>	1	0.01
<i>Dactyloctenium aegyptium</i>	36	0.19
<i>Digitaria spp.</i>	29	0.16
<i>Digitaria bicornis</i>	2	0.01
<i>Digitaria setigaria</i>	2	0.01
<i>Paspalum spp.</i>	1	0.01
<i>Pennisetum ciliare</i> ^{Ei}	42	0.23
<i>Cyperus sp 1</i>	76	0.41
<i>Cyperus rotundus</i>	1	0.01
<i>Juncus mexicanus</i>	2	0.01
<i>Eleocharis spp.</i>	42	0.23
<i>Phoenix dactylifera</i> ^E	779	4.20
<i>Washingtonia robusta</i> [^]	5596	30.18
<i>Brahea brandegeei</i>	174	0.94
Euphorbiaceae 1	37	0.20
<i>Ricinus communis</i> ^{Ei}	366	1.97
<i>Jatropha cinerea</i>	110	0.59
<i>Jatropha vernicosa</i> [*]	1	0.01
<i>Cnidoscolus maculatus</i>	1	0.01

<i>Ditaxis</i> spp.	2	0.01
<i>Adelia virgata</i>	1	0.01
<i>Acalypha</i> spp.	8	0.04
<i>Tragia amblyodonta</i>	2	0.01
<i>Euphorbia polycarpa</i>	137	0.74
<i>Euphorbia abramsiana</i>	1	0.01
<i>Euphorbia</i> sp. 1	6	0.03
<i>Euphorbia</i> sp. 2	17	0.09
<i>Euphorbia</i> sp. 3	10	0.05
<i>Euphorbia</i> sp. 4	7	0.04
<i>Croton</i> spp.	1	0.01
<i>Callaeum macropterum</i>	43	0.23
<i>Salix</i> spp.	6	0.03
Fabacea 1	2	0.01
<i>Acacia</i> spp. ^	195	1.05
<i>Acacia farnesiana</i> ^	16	0.09
<i>Acacia gregii</i> ^	9	0.05
<i>Prosopis</i> spp. ^	1542	8.32
<i>Prosopis palmeri</i> ^	12	0.06
<i>Prosopis glandulosa</i> ^	3	0.02
<i>Prosopis articulata</i> ^	1	0.01
<i>Parkinsonia</i> spp.	4	0.02
<i>Parkinsonia aculeata</i>	18	0.10
<i>Lysiloma candida</i>	1	0.01
<i>Leucaena</i> spp.	106	0.57
<i>Marina</i> spp.	5	0.03
<i>Marina vetula</i>	4	0.02
<i>Medicago</i> spp.	13	0.07
<i>Senna coversi</i>	59	0.32
<i>Senna atomaria</i>	22	0.12
<i>Pithecellobium dulce</i> ^E	3	0.02
<i>Pithecellobium undulatum</i>	1	0.01
<i>Phaseolus</i> spp.	3	0.02
<i>Phaseolus filiformis</i>	3	0.02
<i>Olneya tesota</i>	1	0.01
<i>Mimosa</i> spp.	2	0.01
<i>Melilotus alba</i>	1	0.01
<i>Melilotus indicus</i>	1	0.01
Asteraceae 1	13	0.07
Asteraceae 2	2	0.01
<i>Amauria rotundifolia</i>	15	0.08
<i>Ambrosia ambrosioides</i>	225	1.21

<i>Ambrosia</i> spp.	4	0.02
<i>Ambrosia monogyra</i>	2	0.01
<i>Ambrosia chenopodiifolia</i>	1	0.01
<i>Artemisia</i> spp.	1	0.01
<i>Baccharis salicifolia</i>	74	0.40
<i>Bebbia juncea</i>	21	0.11
<i>Bebbia atriplicifolia</i>	7	0.04
<i>Bidens bigelovii</i>	1	0.01
<i>Chloracantha spinosa</i>	121	0.65
<i>Encelia farinosa</i>	5	0.03
<i>Pseudognaphalium luteoalbum</i>	2	0.01
<i>Pectis papposa</i>	5	0.03
<i>Perityle</i> spp.	2	0.01
<i>Perityle aurea</i>	2	0.01
<i>Perityle emoryi</i>	12	0.06
<i>Perityle robusta</i>	9	0.05
<i>Coreocarpus parthenioides</i>	1	0.01
<i>Nicotiana glauca</i> ^E	298	1.61
<i>Nicotiana trygonophylla</i>	123	0.66
<i>Palafoxia</i> spp.	1	0.01
<i>Eclipta prostrata</i>	1	0.01
<i>Sonchus aleraceus</i>	7	0.04
Solanaceae 1	2	0.01
<i>Physalis crassifolia</i>	67	0.36
<i>Solanum</i> spp.	18	0.10
<i>Solanum hindsianum</i>	5	0.03
<i>Solanum dauglesii</i>	20	0.11
<i>Datura</i> spp.	1098	5.92
<i>Lycium</i> spp. ^	5	0.03
<i>Merremia aurea</i>	2	0.01
<i>Citrus</i> spp. ^E	2	0.01
<i>Mangifera indica</i>	8	0.04
<i>Mentzelia adhaerens</i>	35	0.19
<i>Eucnide</i> spp.	9	0.05
<i>Antigonon leptopus</i>	211	1.14
Cactaceae 1	1	0.01
<i>Cylindropuntia cholla</i>	2	0.01
<i>Amaranthus</i> spp. ^	1489	8.03
<i>Chenopodium</i> spp. ^	46	0.25
<i>Boerhavia coccinea</i> ^	86	0.46
<i>Boerhavia</i> spp. ^	288	1.55
<i>Boerhavia erecta</i>	1	0.01

<i>Boerhavia coulteri</i>	188	1.01
<i>Portulaca</i> spp. ^	189	1.02
<i>Portulaca oleracea</i> ^	9	0.05
<i>Portulaca pilosa</i>	1	0.01
<i>Portulaca umbraticola</i>	1	0.01
<i>Trianthema portulacastrum</i>	57	0.31
<i>Vallesia glabra</i> ^	73	0.39
<i>Cryptostegia grandiflora</i> ^{Ei}	1516	8.18
<i>Matelea cordifolia</i>	1	0.01
<i>Asclepia curassavica</i>	1	0.01
<i>Asclepias subulata</i>	3	0.02
<i>Eustoma</i> spp.	1	0.01
Malvaceae 1	30	0.16
Malvaceae 2	3	0.02
Malvaceae 3	47	0.25
Malvaceae 4	3	0.02
Malvaceae 5	4	0.02
Malvaceae 6	14	0.08
Malvaceae 7	1	0.01
Malvaceae 8	5	0.03
Malvaceae 9	1	0.01
Malvaceae 10	2	0.01
<i>Herissantia crispa</i>	2	0.01
<i>Horsfordia alata</i>	1	0.01
<i>Melochia tomentosa</i>	74	0.40
<i>Sida</i> spp. ^	105	0.57
<i>Sida</i> spp. 2	3	0.02
<i>Sphaeralcea</i> spp.	1	0.01
Lamiaceae 1	20	0.11
<i>Salvia columbarie</i>	1	0.01
<i>Salvia</i> spp.	16	0.09
<i>Antirrhinum cyathiferum</i>	65	0.35
<i>Plantago ovata</i>	31	0.17
<i>Cordia curassavica</i> ^	21	0.11
<i>Heliotropium curassavicum</i>	252	1.36
<i>Heliotropium angiospermum</i>	6	0.03
<i>Heliotropium procumbens</i>	2	0.01
<i>Tecoma stans</i>	16	0.09
<i>Orobanche cooperi</i>	1	0.01
<i>Elytraria imbricata</i>	33	0.18
<i>Argemone mexicana</i>	61	0.33
<i>Aristolochia</i> spp.	16	0.09

<i>Cucurbita</i> spp.	9	0.05
<i>Echinopepon minimus</i>	12	0.06
<i>Forchhammeria watsonii</i>	1	0.01
Zygophyllaceae 1	1	0.01
<i>Kallstroemia californica</i>	31	0.17
<i>Tribulus terrestris</i>	37	0.20
<i>Colubrina viridis</i>	2	0.01
<i>Karwinskia</i> spp.	3	0.02
<i>Psidium</i> sp.	1	0.01
<i>Fouqueiria</i> spp.	1	0.01
Desconocida 1	2	0.01
Desconocida 2	1	0.01
Desconocida 3	19	0.10
Desconocida 4	3	0.02
Desconocida 5 Enredadera	3	0.02
Desconocida 6 Enredadera	1	0.01
Desconocida 7 Enredadera	4	0.02
Desconocida 8 Enredadera	2	0.01
Desconocida 9	1	0.01
Desconocida 10	2	0.01
Desconocida 11	5	0.03
Desconocida 12	2	0.01
Desconocida 13	2	0.01
Desconocida 14	1	0.01
Desconocida 15	1	0.01
Desconocida 16	2	0.01
Desconocida 17	1	0.01
Desconocida 18	3	0.02
Desconocida 19	1	0.01
Desconocida 20	2	0.01
Desconocida 21	2	0.01
Desconocida 22	2	0.01
Desconocida 23	1	0.01
Desconocida 24	2	0.01
Desconocida 25	2	0.01
Desconocida 26	1	0.01
Desconocida 27	4	0.02
Desconocida 28	1	0.01
Desconocida 29	14	0.08
Desconocida 30	1	0.01
Desconocida 31	1	0.01
Desconocida 32	1	0.01

Desconocida 33	1	0.01
Desconocida 34	1	0.01
Desconocida 35	1	0.01
Desconocida 36	3	0.02
Desconocida 37	1	0.01
Desconocida 38	38	0.20
N total de plantas observadas	18542	100.00

Plantas pioneras:

Si consideramos las plántulas que aparecen en los cuadrantes únicamente en la primer revisión, lo que mostraría aquellas plantas que más rápidamente colonizan un sitio, y las categorizamos como pioneras, las especies de plantas pioneras por oasis serían (Tabla 10):

Tabla 10. Especies que se registraron como pioneras en los cuadrantes de seguimiento de los 4 oasis monitoreados con este fin.

Especie	San Pedro de la Presa	La Soledad	El Pilar	San Hilario
<i>Setaria adhaerens</i>				X
<i>Washingtonia robusta</i>	X	X	X	X
<i>Jatropha cinerea</i>	X	X		
<i>Cnidocolus maculatus</i>			X	
<i>Euphorbia polycarpa</i>				X
<i>Callaeum macropterum</i>	X	X		X
<i>Acacia farnesiana</i> , <i>A. gregii</i>		X		X
<i>Prosopis</i> spp.	X	X	X	X
<i>Parkinsonia aculeata</i>	X	X		X
<i>Leucaena</i> spp.		X	X	
<i>Senna coversi</i>	X			
<i>Senna atomaria</i>		X		
<i>Olneya tesota</i>				X
Asteraceae				X
<i>Ambrosia monogyra</i>		X		
<i>Bebbia juncea</i>		X		
<i>Chloracantha spinosa</i>		X		
<i>Encelia farinosa</i>		X		

<i>Pseudognaphalium luteoalbum</i>	X			
<i>Perityle aurea</i>			X	
<i>Perityle emoryi</i>			X	X
<i>Nicotiana trygonophylla</i>	X	X	X	X
<i>Physalis crassifolia</i>			X	X
<i>Solanum hindsianum</i>			X	X
<i>Solanum dauglesii</i>				X
<i>Datura spp.</i>			X	X
<i>Eucnide spp.</i>	X			
<i>Antigonon leptopus</i>		X		
<i>Cylindropuntia cholla</i>				X
<i>Amaranthus spp.</i>				X
<i>Boerhavia coccinea</i>		X		
<i>Vallesia glabra</i>		X	X	X
<i>Matelea cordifolia</i>	X			
<i>Asclepia curassavica</i>		X		
<i>Eustoma spp.</i>	X	X		
Malvaceae		X	X	
<i>Melochia tomentosa</i>			X	
<i>Sida spp.</i>		X	X	
<i>Sphaeralcea spp.</i>			X	
<i>Salvia columbarie</i>	X			
<i>Salvia spp.</i>		X		
<i>Heliotropium curassavicum</i>	X	X	X	
<i>Heliotropium procumbes</i>				X
<i>Elytraria imbricata</i>				X
<i>Aristolochia spp.</i>		X		
<i>Forchhammeria watsonii</i>	X			
Desconocidas*	X (4)	X (6)	X (1)	
EXÓTICAS				
<i>Cynodon dactylon</i> Ei	X	X	X	X
<i>Pennisetum ciliare</i> Ei				X
<i>Phoenix dactylifera</i> E		X		X
<i>Nicotiana glauca</i> E	X	X	X	X
<i>Cryptostegia grandiflora</i> Ei	X	X	X	

TOTALES	18	28	20	24
---------	----	----	----	----

- Para las desconocidas, se muestra entre paréntesis el número de taxa por cada oasis. El oasis en el que más taxa o especies pioneras colonizadoras se registraron fue el de La Soledad, mientras que en los oasis de San Pedro de la Presa y El Pilar es donde menos especies colonizadoras se encontraron. Si consideramos a estas especies pioneras por su abundancia como colonizadoras (de acuerdo a lo mostrado en la Tabla 9), coincidentemente las plantas pioneras importantes en todos los oasis fueron *Washingtonia robusta* y *Prosopis* spp. entre las especies nativas; y entre las exóticas nuevamente se encuentra *Cryptostegia grandiflora* y *Phoenix dactylifera*. Otras especies nativas que aparecen en todos los oasis (o al menos en 3 de ellos) como pioneras fueron *Parkinsonia aculeata*, *Nicotiana trygonophylla*, *Vallesia glabra* y *Heliotropium curassavicum*; entre las exóticas aparecieron *Cynodon dactylon* (invasora) y *Nicotiana glauca*.

Plantas que pueden ser dispersadas por animales:

En las especies que aparecieron como colonizadoras, las especies que pueden ser dispersadas por animales se señalan en la Tabla 11. Sin embargo, hay que considerar que estas especies pudieron germinar en los sitios a partir de semillas del banco de semillas o bien que hayan caído de un árbol cercano de estas especies.

Tabla 11. Especies de planta registradas en los cuadrantes que pueden ser dispersadas por animales.

Especie	San Pedro de la Presa	La Soledad	El Pilar	San Hilario
<i>Washingtonia robusta</i>	X	X	X	X
<i>Acacia farnesiana</i> , <i>A. gregii</i>	X	X	X	X
<i>Prosopis</i> spp.	X	X	X	X
<i>Lycium</i> spp.	X	X	X	
<i>Amaranthus</i> spp.	X	X	X	X
<i>Boerhavia coccinea</i>	X	X		
<i>Vallesia glabra</i>	X	X	X	X
<i>Sida</i> spp.	X	X	X	
<i>Cordia curassavica</i>		X	X	
EXÓTICAS				
<i>Phoenix dactylifera</i> E	X	X	X	X
TOTALES	9	10	9	6

El oasis con menos especies colonizadoras que pueden ser dispersadas por animales, es San Hilario. Para los otros oasis, el número de plantas que pueden ser dispersadas por animales es similar.

Especies nativas para recuperación de la vegetación de oasis

Entre las especies nativas que pueden utilizarse para implementar programas de recuperación de la vegetación de los oasis, se encuentran aquellas plantas dominantes. El manto de cristo principalmente invade zonas de palmar, mezquital y sauzal-huatamotal en los oasis, por lo que una vez eliminada esta planta, sería ideóneo que se indujera el establecimiento de especies como la palma mexicana (*Washingtonia robusta*), los mezquites (*Prosopis* spp.), la chicura (*Ambrosia ambrosioides*) y el huatamote (*Baccharis salicifolia*), pues con estas especies que son dominantes se podría medir y evaluar el grado de éxito del repoblamiento de la vegetación primaria o nativa de los oasis. Tratándose de la implementación de programas de reforestación, estas especies además tienen la ventaja de ser plantas de fácil propagación por semillas, y representan recursos forestales útiles para los pobladores de los oasis, como especies forrajeras y maderables.

Vegetación en transectos de muestreo en zonas de los oasis donde no existía *Cryptostegia grandiflora*

Oasis de Los Comondú. En San José de Comondú no se detectó la presencia de manto de Cristo en la zona muestreada. Es en San Miguel de Comondú donde la planta era muy abundante.

En la siguiente tabla 12 se muestra el valor de importancia IVI de las plantas que aparecían en el transecto de muestreo. En este oasis existe una especie exótica invasora, *Arundo donax*.

Tabla 12. Plantas apareciendo en el muestreo específico de plantas en el Oasis San José de Comondú, muestreo en el palmar cerca del primer ojo de agua (26.060276° N, -111.80823° W). Se denotan con ** las especies exóticas.

Número de especies: 18		Cobertura de la vegetación: 82.7%		
Número de individuos: 814		Área de muestreo: 1000 m ²		
Especie	Abundancia	Abundancia relativa (Ar)	Cobertura relativa (Cr)	IVI= Ar + Cr
<i>Arundo donax</i> **	633	77.76	10.96	88.72
<i>Washingtonia robusta</i>	95	11.67	34.09	45.76
<i>Phoenix dactylifera</i> **	11	1.35	30.45	31.80
<i>Prosopis glandulosa</i>	2	0.24	12.91	13.15
<i>Colubrina viridis</i>	26	3.19	2.43	5.62
<i>Colocasia esculenta</i> **	9	1.10	2.56	3.67
<i>Melochia tomentosa</i>	15	1.84	0.95	2.79
<i>Forchameria watsonii</i>	2	0.24	1.20	1.45
<i>Bursera microphylla</i>	1	0.12	1.29	1.41
<i>Jatropha cinerea</i>	2	0.24	0.57	0.81
<i>Vallesia glabra</i>	5	0.61	0.15	0.77
<i>Penisetum purpureum</i> **	2	0.24	0.50	0.75
<i>Stenocereus thurberii</i>	3	0.36	0.29	0.66
<i>Pachycereus pringlei</i>	2	0.24	0.37	0.622
<i>Mimosa brandegeei</i>	2	0.24	0.29	0.53
<i>Lophocereus schotii</i>	1	0.12	0.37	0.50
<i>Adelia virgata</i>	1	0.12	0.29	0.41
<i>Condalia brandegeei</i>	1	0.12	0.24	0.36
<i>Cochemiea poselgeri</i>	1	0.12	0.0004	0.12
	814	100	100	200

En la siguiente figura se muestra la abundancia relativa de las especies nativas con relación a las exóticas al alejarse del cuerpo de agua hacia el desierto (Fig. 13). La

relación de abundancia de las especies exóticas es evidente que es mayor hacia dentro del oasis.

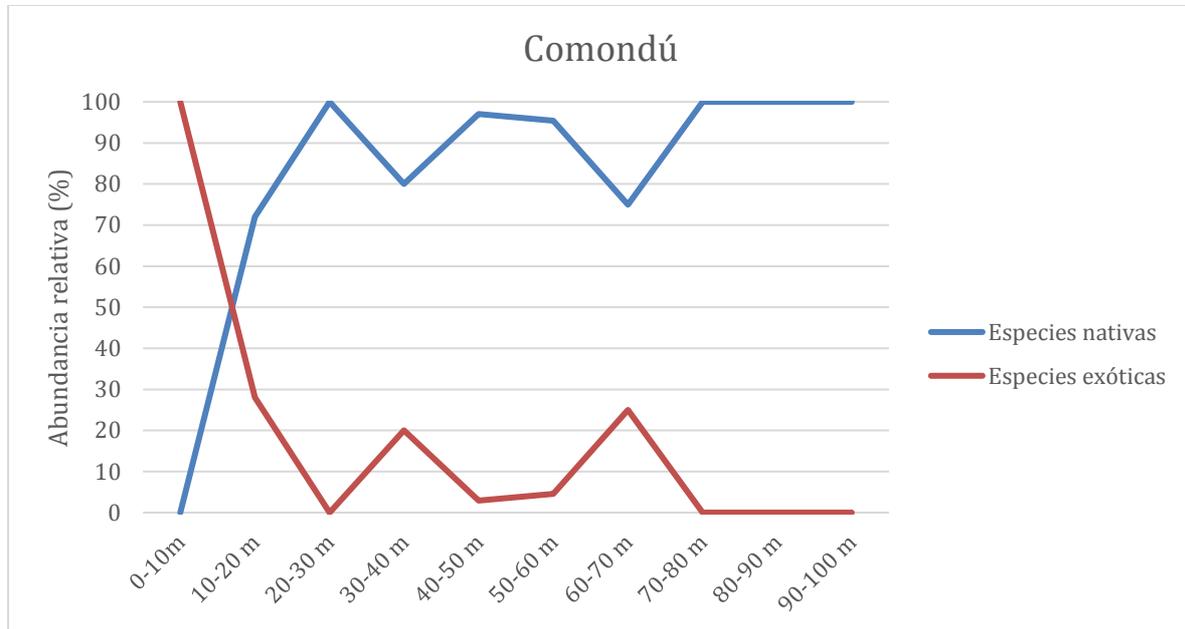


Figura 13. Relación de abundancia de especies nativas y exóticas con respecto a la distancia al cuerpo de agua del oasis, en Los Comondú.

Oasis La Soledad. El sitio muestreado corresponde a un punto en donde no se encontró la planta exótica *C. grandiflora*, pero la especie se encuentra en todo el sistema del oasis. En este oasis las especies nativas son dominantes, aunque se encontraron dos especies exóticas con baja abundancia (Tabla 13).

Tabla 13. Muestreo de plantas por método de transecto, en el oasis La Soledad, Rancho La Trinidad (24.813644° N, -110.8057° W). Se denotan con ** las especies exóticas.

Número de especies: 13	Cobertura de la vegetación: 163.32%
Número de individuos: 792	Área de muestreo: 300 m ²

Especie	Abundancia	Abundancia relativa (Ar)	Cobertura relativa (Cr)	IVI= Ar+Cr
<i>Washingtonia robusta</i>	79	9.97	77.62	87.59
<i>Schoenoplectus americanus</i>	630	79.54	5.83	85.38
<i>Eupatorium sagittatum</i>	15	1.89	4.19	6.08
<i>Brahea brandegeei</i>	3	0.37	5.67	6.05
<i>Cyperus ligulatus</i>	37	4.67	0.70	5.37
<i>Psidium guajava</i> **	3	0.37	3.25	3.63
<i>Fiurena simplex</i>	15	1.89	0.17	2.07

<i>Ricinus comunis**</i>	4	0.50	1.14	1.64
<i>Hibiscus denudatus</i>	1	0.12	0.57	0.69
<i>Cardiospermum corindum</i>	1	0.12	0.46	0.58
<i>Ambrosia monogyra</i>	2	0.25	0.25	0.50
<i>Tournefortia volubilis</i>	1	0.12	0.10	0.23
<i>Eleocharis montevidensis</i>	1	0.12	0.007	0.13
	792	100	100	200

En la siguiente figura se puede observar la relación de las especies exóticas al alejarse del cuerpo de agua hacia el desierto. Es evidente que es mayor hacia dentro del oasis (Fig. 14).

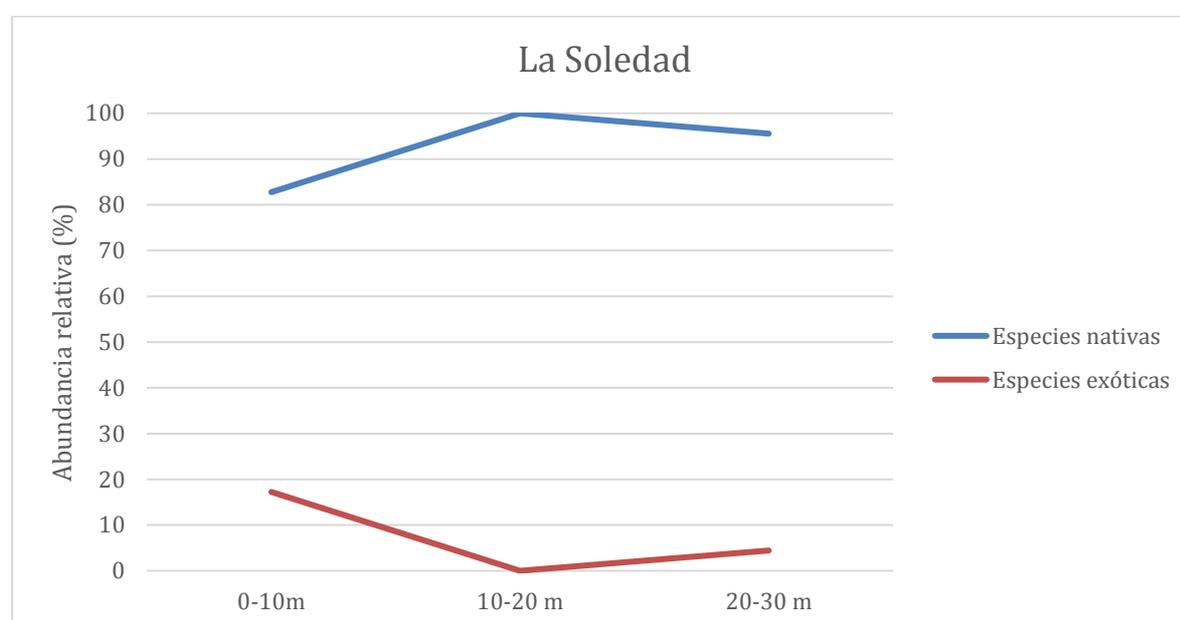


Figura 14. Relación de abundancia de especies nativas y exóticas con respecto a la distancia al cuerpo de agua del oasis, en La Soledad.

Oasis de San Javier. En este oasis no se detectó la presencia de manto de Cristo. En el sitio de muestreo tampoco registramos otras especies exóticas (Tabla 14).

Tabla 14. Muestreo de vegetación por método de transectos, en el oasis San Javier, paso del arroyo (25.871843° N, -111.546112° W).

Número de especies: 13	Cobertura de la vegetación: 95.01%
Número de individuos: 22	Área de muestreo: 500 m ²

Especie	Abundancia		Cobertura	
	Abundancia	relativa (Ar)	relativa(Cr)	IVI=Ar+Cr
<i>Prosopis glandulosa</i>	2	9.09	60.38	69.48
<i>Jatropha cinerea</i>	4	18.18	13.58	31.76
<i>Celtis reticulata</i>	2	9.09	6.55	15.65
<i>Mascagnia macroptera</i>	3	13.63	1.90	15.54
<i>Ambrosia ambrosioides</i>	2	9.09	4.48	13.57
<i>Vachellia farnesiana</i>	1	4.54	7.76	12.31
<i>Mimosa xantii</i>	2	9.09	0.13	9.22
<i>Vallesia glabra</i>	1	4.54	3.30	7.85
<i>Cordia curassavica</i>	1	4.54	1.29	5.83
<i>Stenocereus thurberii</i>	1	4.54	0.37	4.91
<i>Pleradenophora bilocularis</i>	1	4.54	0.14	4.69
<i>Justicia californica</i>	1	4.54	0.04	4.59
<i>Argemone ochroleuca</i>	1	4.54	0.008	4.55
	22	100	100	200

Oasis Los Crestones. En este oasis no se encontró *Cryptostegia grandiflora*. Es un oasis aislado dentro de la sierra de La Giganta (Tabla 15).

Tabla 15. Muestreo de vegetación por método de transectos, en el oasis Los Crestones, en las cercanías del ojo de agua (23.33738° N, -110.1171° W). Se denota con ** la especie exótica.

Número de especies: 15	Cobertura de la vegetación: 144.3%
Número de individuos: 57	Área de muestreo: 400 m ²

Especie	Abundancia		Cobertura	
	Abundancia	relativa (Ar)	relativa(Cr)	IVI=Ar+Cr
<i>Washingtonia robusta</i>	15	26.31	29.2529681	55.5687576
<i>Quercus brandegeei</i>	5	8.77	39.3915491	48.1634789
<i>Amyris cf. carterae</i>	5	8.77	7.7681522	16.540082
<i>Condaliopsis sp</i>	3	5.26	10.8063266	16.0694845
<i>Maytenus phillanthoides</i>	4	7.01	4.50694265	11.5244865
<i>Anemopsis californica</i>	6	10.52	0.06391862	10.5902344
<i>Jatropha cinerea</i>	4	7.01	1.59388557	8.61142943
<i>Pleradenophora bilocularis</i>	3	5.26	2.76618025	8.02933814
<i>Vachellia farnesiana</i>	3	5.26	0.78198311	6.045141
<i>Prosopis articulata</i>	1	1.75	2.26435109	4.01873705
<i>Euphorbia hindsiana</i>	2	3.50	0.19991568	3.70868761
<i>Aloe vera**</i>	2	3.50	0.14687683	3.65564876
<i>Cordia curassavica</i>	2	3.50	0.02447947	3.5332514
<i>Pahulothamnus spinescens</i>	1	1.75	0.36719207	2.12157803
<i>Pluchea parvifolia</i>	1	1.75	0.06527859	1.81966455
	57	100	100	200

En la siguiente figura se puede observar la relación de las especies exóticas al alejarse del cuerpo de agua hacia el desierto. Es mayor hacia dentro del oasis (Fig. 15).

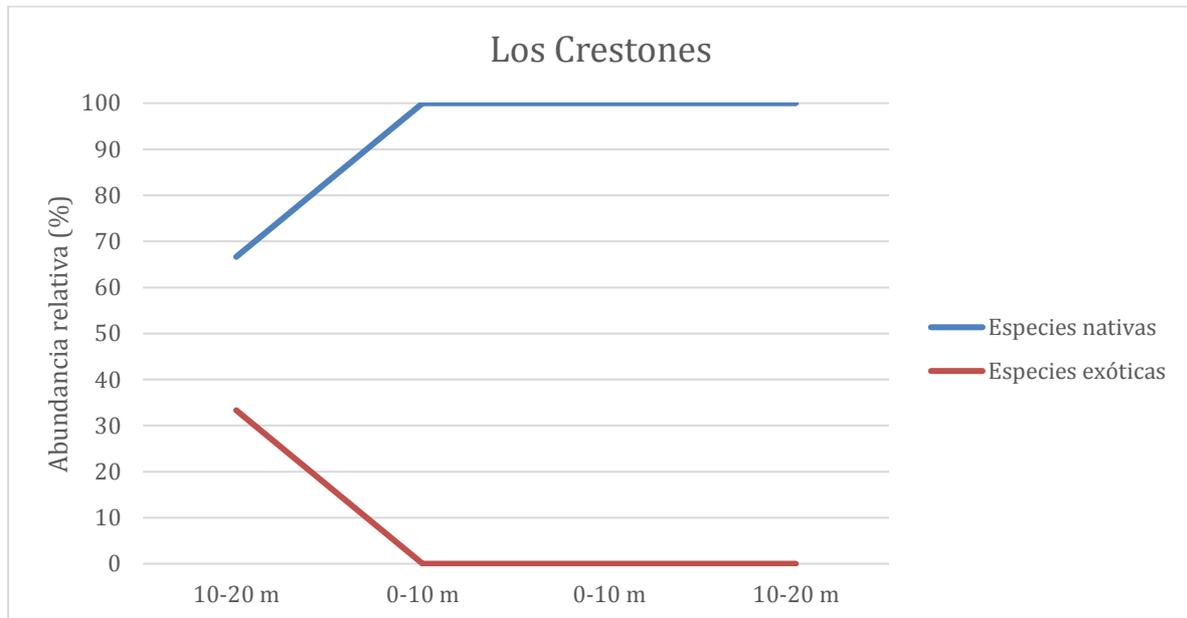


Figura 15. Relación de abundancia de especies nativas y exóticas con respecto a la distancia al cuerpo de agua del oasis, en Los Crestones.

Vegetación en transectos de muestreo en zonas de oasis donde existía previamente *Cryptostegia grandiflora*.

Oasis El Pilar. En la siguiente tabla se muestra el valor de importancia IVI de cada especie de planta en los transectos en el oasis El Pilar (Tabla 16). *C. grandiflora* mostró un valor de importancia significativo, alto.

Tabla 16. Muestreo de vegetación por transectos en el oasis El Pilar, Palmar adyacente al rancho, con poza de agua adyacente (24.47177° N, -111.00102° W). Se denotan con ** las especies exóticas.

Número de especies de plantas: 14		Cobertura de la vegetación: 169.6%		
Número de individuos: 71		Área de muestreo: 800 m ²		
Especie	Abundancia	Abundancia	Cobertura	IVI = Ar + Cr
		(%)(Ar)	relativa (%)(Cr)	
<i>Washingtonia robusta</i>	38	53.52	86.86	140.38
<i>Prosopis articulata</i>	7	9.85	3.28	13.13
<i>Crypstostegia grandiflora</i> **	7	9.85	2.09	11.95
<i>Ambrosia ambrosioides</i>	4	5.63	0.15	5.79
<i>Vallesia glabra</i>	2	2.81	1.85	4.66
<i>Larrea tridentata</i>	3	4.22	0.33	4.56
<i>Phoenix dactylifera</i> **	1	1.40	2.83	4.24
<i>Lycium brevipes</i>	2	2.81	1.09	3.91
<i>Leucaena leucocephala</i>	2	2.81	0.002	2.81
<i>Nerium oleander</i> **	1	1.40	0.81	2.22
<i>Baccharis salicifolia</i>	1	1.40	0.38	1.79
<i>Parkinsonia aculeata</i>	1	1.40	0.26	1.66
<i>Vachellia farnesiana</i>	1	1.40	0.013	1.42
<i>Nicotiana glauca</i> **	1	1.40	0.002	1.41
	71	100	100	200

En la siguiente figura se muestra la abundancia relativa de las especies nativas con relación a la exótica invasora al alejarse del cuerpo de agua hacia el desierto. La relación de abundancia es evidente que es mayor hacia dentro del oasis (Fig. 16).

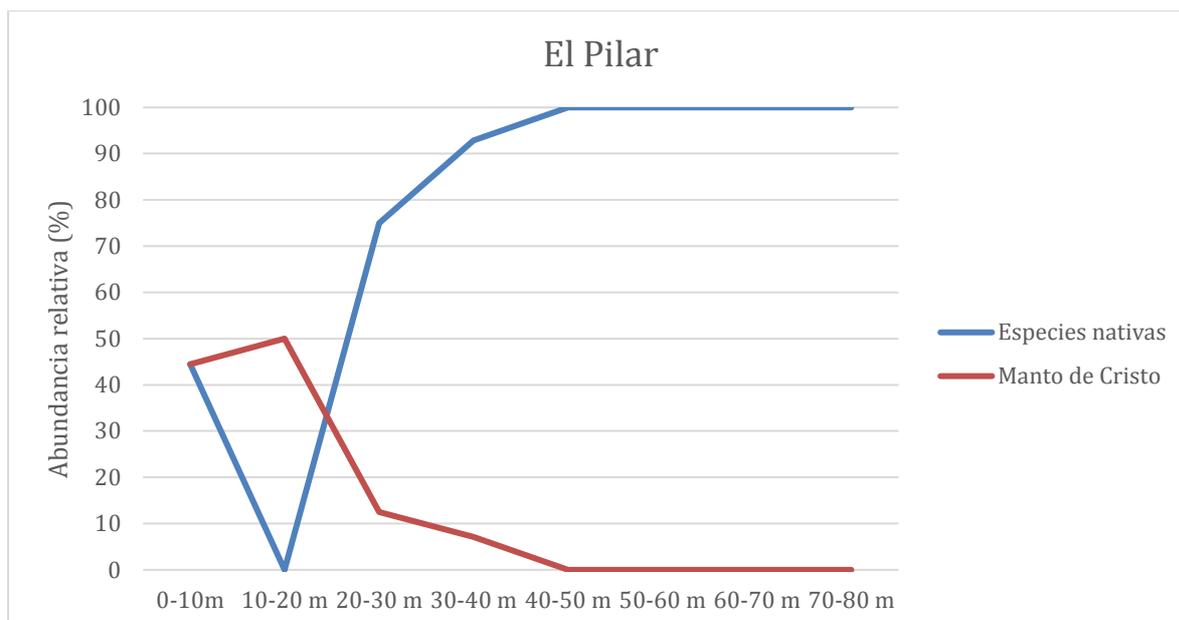


Figura 16. Relación de abundancia de especies nativas y exóticas con respecto a la distancia al cuerpo de agua del oasis, en El Pilar.

Oasis San Hilario. En la siguiente tabla se muestra el valor de importancia IVI de cada especie de planta en los transectos en el oasis San Hilario. *C. grandiflora* mostró un valor de importancia bajo (Tabla 17).

Tabla 17. Muestreo de vegetación en el oasis San Hilario, arroyo con agua, probablemente devastado durante el huracán Jimena (24.370411° N, -110.98105° W). Se denotan con ** las especies exóticas.

Número de especies: 14	Cobertura de la vegetación: 65.3%
Número de individuos: 130	Área de muestreo: 500 m ²

Especie	Abundancia	Abundancia relativa (%) (Ar)	Cobertura relativa (Cr)	IVI= Ar+Cr
<i>Baccharis salicifolia</i>	70	53.84	14.96	68.81
<i>Ambrosia ambrosioides</i>	21	16.15	26.24	42.40
<i>Washingtonia robusta</i>	7	5.38	21.91	27.30
<i>Ambrosia salsola</i>	6	4.61	9.32	13.94
<i>Vachellia farnesiana</i>	3	2.30	7.57	9.88
<i>Prosopis glandulosa</i>	3	2.30	7.00	9.31
<i>Vallesia glabra</i>	5	3.846	3.86	7.71
<i>Salix humboldtiana</i>	2	1.53	4.74	6.28
<i>Cryptostegia grandiflora</i> **	4	3.07	1.33	4.41

<i>Ricinus communis</i> **	4	3.07	0.69	3.76
<i>Sporobolus sp</i>	2	1.53	1.46	3.00
<i>Bebbia atriplicifolia</i>	1	0.76	0.62	1.39
<i>Leucaena leucocephala</i>	1	0.76	0.21	0.98
<i>Jatropha cinerea</i>	1	0.76	0.009	0.77
	130	100	100	200

En la siguiente figura se muestra la abundancia relativa de las especies nativas con relación a la exótica invasora al alejarse del cuerpo de agua hacia el desierto. La relación de abundancia de esta especie exótica invasora es mayor hacia dentro del oasis (Fig. 17).

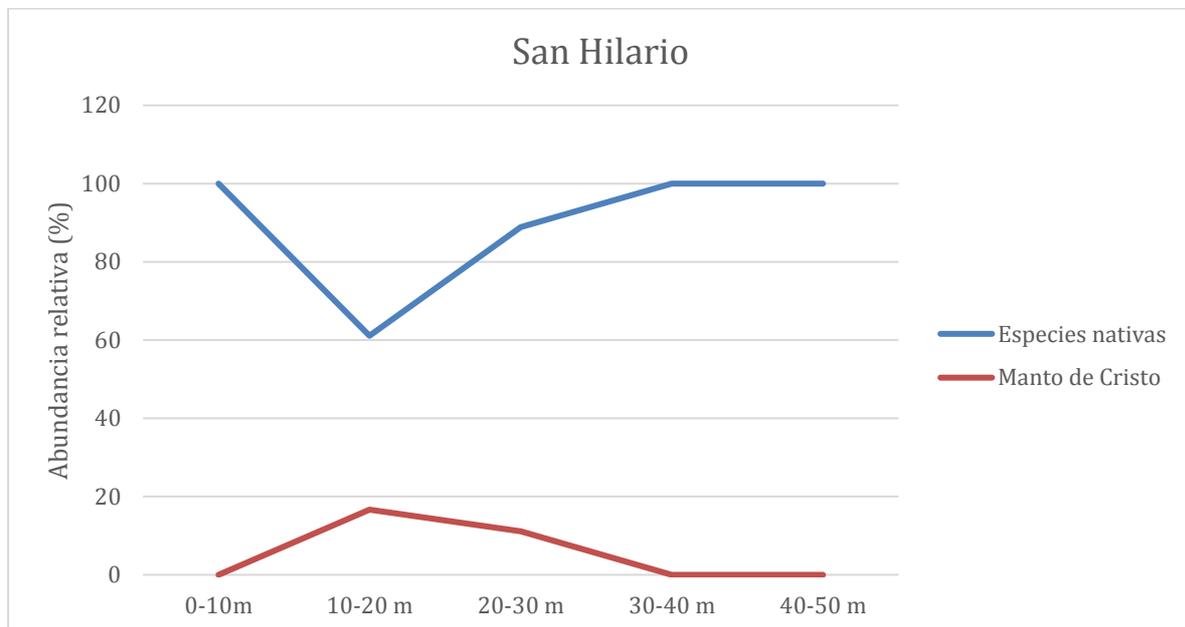


Figura 17. Relación de abundancia de especies nativas y exóticas con respecto a la distancia al cuerpo de agua del oasis, en San Hilario.

Plantas afectadas por *Cryptostegia grandiflora* dentro de los oasis

Se presentan las plantas que se registraron durante el trabajo de eliminación y control que eran afectadas por la planta exótica invasora *Cryptostegia grandiflora* (Tabla 18). Los números en las casillas son la cantidad de plantas de esa especie afectadas por *C. grandiflora*. Un total de 90 especies nativas más 25 especies exóticas son afectadas por el manto de cristo al crecer sobre ellas. Del total de plantas nativas, 5 son endémicas. No se pudieron identificar 14 especies de plantas afectadas, aunque se conoce el nombre común que la gente de los oasis les ha dado.

Las especies nativas más afectadas considerando todos los oasis fueron las palmas *Washingtonia robusta* y *Phoenix dactylifera*, las varias especies de mezquite *Prosopis*, la vinorama *Acacia farnesiana*, el palo fierro *Olneya tesota*, el palo blanco *Lysiloma candida*, palo chino *Havardia mexicana*, el huatamote *Baccharis salicifolia*, la chicura *Ambrosia ambrosioides* y el otatave *Vallesia glabra*. El carrizo *Phragmites communis* también se ve afectado en algunos oasis (Tabla 18).

Tabla 18. Especies de plantas afectadas por *Crypstostegia grandiflora* en los oasis trabajados durante el proyecto (2013-2015).

Familia	Nombre científico	Nombre común	San Pedro de la Presa	La Soledad	El Pilar	San Hilario	Santiago	Agua Caliente	Los Comondú
Poaceae	<i>Cynodon dactylon</i> ^E	Pasto	0	16	8	0	0	7	8
	<i>Phragmites communis</i>	Carrizo	10	12	41	9	4	0	13
Typhaceae	<i>Typha domingensis</i>	Tule	2	1	1	0	0	0	17
Arecaceae	<i>Phoenix dactylifera</i> ^E	Palma datilera	36	76	49	1	0	6	10
	<i>Washingtonia robusta</i>	Palma de taco	100	70	16	9	28	79	49
	<i>Brahea brandegeei</i>	Palmilla	3	49	3	0	0	1	16
Agavaceae	<i>Agave</i> spp.	Mezcal	2	0	0	0	0	0	0
Asfodeláceas	<i>Aloe</i> spp. ^E	Sábila	0	1	0	0	1	0	0
Myrtaceae	<i>Psidium</i> spp. ^E	Guayabo	5	13	0	0	4	1	2
	<i>Eucalyptus</i> spp. ^E	Eucalipto	0	0	0	0	14	0	0
Lythraceae	<i>Punica granatum</i> ^E	Granada	0	10	1	0	1	0	0
Euphorbiaceae	<i>Ricinus communis</i> ^E	Higuerilla	4	7	29	13	5	1	1
	<i>Jatropha cinerea</i>	Lomboy	122	92	0	0	25	43	0
	<i>Jatropha cuneata</i>	Matacora	2	1	0	0	0	1	0
	<i>Jatropha vernicosa</i> *	Lomboy colorado	0	0	0	0	0	1	0
	<i>Adelia virgata</i>	Pimientilla	9	2	0	0	2	0	0
	<i>Cnidoscolus angustidens</i>	Caribe	0	1	0	0	4	4	0
	<i>Euphorbia</i> spp.	Euphorbia sp	0	0	0	0	1	0	0
	<i>Euphorbia californica</i>	Liga	0	0	0	0	0	1	0
	<i>Tragia amblyodonta</i>	Ortiguilla	0	1	0	0	1	0	0
	<i>Chamaesyce polycarpa</i>	Golondrina	1	0	1	0	0	0	1
Salicaceae	<i>Salix</i> spp.	Sauce	2	1	3	5	0	0	1
Malpighiaceae	<i>Callaeum macropterum</i>	Gallineta	1	2	0	0	0	0	0

Fabaceae	<i>Acacia sp 1</i>	Huizache	68	72	30	14	6	7	52
	<i>Acacia farnesiana</i>	Vinorama	211	60	2	7	37	102	24
	<i>Acacia californica</i>	Guamuchilillo	0	0	0	0	3	0	0
	<i>Prosopis spp.</i> ¹	Mezquite	124	131	56	47	32	108	114
	<i>Parkinsonia microphyllum</i>	Palo verde	7	6	1	3	6	13	12
	<i>Parkinsonia praecox</i>	Palo brea	0	0	0	0	1	5	0
	<i>Parkinsonia aculeata</i>	Junco, Palo verde	1	1	2	1	0	3	26
	<i>Mimosa sp. 1</i>	Garabatico	18	1	0	0	0	1	0
	<i>Mimosa sp. 2</i>	Celosa, uña de gato	16	13	2	0	0	5	0
	<i>Haevardia mexicana</i>	Palo chino	33	3	0	0	65	63	0
	<i>Olneya tesota</i>	Palo fierro	127	40	1	1	1	6	0
	<i>Lysiloma candida</i>	Palo blanco	123	20	0	0	0	24	0
	<i>Lysiloma microphyllum</i>	Mauto	0	0	0	0	1	3	0
	<i>Pithecellobium dulce</i> ^E	Guamúchil	0	3	12	0	53	17	0
	<i>Haematoxylon brasiletto</i>	Palo brasil	0	0	0	0	2	7	0
	<i>Albizia occidentalis</i>	Palo escopeta	0	0	0	0	1	1	0
	<i>Senna atomaria</i>	Palo zorrillo	0	0	1	0	11	37	0
	<i>Senna obtusifolia</i>	Cafecillo	0	0	0	0	0	6	0
	<i>Coursetia glandulosa</i>	Sambo	0	0	0	0	9	0	0
	<i>Delonix regia</i> ^E	Tabachín	0	0	0	0	2	0	0
	<i>Leucaena leucocephala</i>	Guaje	1	11	10	0	38	5	8
	<i>Chloroleucon mangense</i>	Palo ébano, Palo eva	0	0	0	0	0	2	0
	<i>Tamarindus indica</i> ^E	Tamarindo	0	1	0	0	0	0	0
Asteraceae	<i>Perytyle emoryi</i>	Manzanilla	0	1	1	0	0	0	1
		Girasol ^E	0	0	2	0	0	0	0
	<i>Chloracantha spinosus</i>	Buena mujer	63	53	0	0	0	0	0
	<i>Baccharis salicifolia</i>	Huatamate	42	103	93	58	17	0	0

	<i>Baccharis sathroides</i>	Pino salado	1	0	0	0	0	1	0
	<i>Ambrosia ambrosioides</i>	Chicura	8	3	67	52	9	29	4
	<i>Ambrosia monogyra</i>	Hierba del venado, romerillo	0	1	4	16	18	85	0
	<i>Sebastiania bilocularis</i>	Hierba de la flecha	5	23	5	0	0	0	0
	<i>Bebbia</i> spp.	Apan	0	6	0	0	0	0	0
	<i>Bahiopsis</i> spp.	Tacote	0	0	0	0	0	1	0
	<i>Encelia</i> spp.	Inciense	0	1	0	0	0	0	0
Solanaceae	<i>Nicotiana glauca</i> ^E	Lavantate Juan	19	19	6	2	0	2	12
	<i>Nicotiana obtusifolia</i>	Tabaco de perro	0	0	0	0	0	0	4
	<i>Datura</i> spp.	Toloache	30	24	3	0	2	0	0
	<i>Physalis</i> spp.	Tomatillo	4	0	0	0	0	0	1
	<i>Solanum hindsianum</i>	Trompillo, mariola	0	1	4	0	0	1	0
	<i>Solanum nodiflorum</i> ^E	Hierba mora	0	0	1	0	0	0	0
	<i>Lycium</i> spp.	Frutilla	0	0	0	0	0	0	10
Convolvulaceae		Barba de rey	0	0	0	1	0	0	0
	<i>Merremia aurea</i>	Yuca	3	1	0	0	0	0	0
	<i>Ipomoea purpurea</i> ^E	Campana azul	0	2	0	0	0	0	0
Anacardiaceae	<i>Mangifera indica</i> ^E	Mango	1	3	1	0	17	1	0
	<i>Cyrtocarpa edulis</i> *	Ciruelo	29	3	1	0	1	1	0
Rutaceae	<i>Citrus</i> sp 1 ^E	Naranja	9	12	0	0	4	1	0
	<i>Citrus</i> sp 2 ^E	Limón	0	0	0	0	2	0	0
	<i>Citrus</i> sp 3 ^E	Lima	0	8	1	0	0	1	0
	<i>Citrus</i> sp 4 ^E	Naranja o limoncillo	0	0	0	0	0	1	0
	<i>Citrus</i> sp 5 ^E	Pomelo	0	1	0	0	0	1	0
	<i>Casimiroa edulis</i> ^E	Zapote blanco	1	0	0	0	2	2	0

	<i>Esenbeckia flava</i> *	Palo amarillo	0	1	0	0	0	0	0
Burseraceae	<i>Bursera hindsiana</i>	Copal	3	6	0	0	15	2	0
	<i>Bursera microphylla</i>	Torote	1	0	0	0	1	2	0
Meliaceae	<i>Azadirachta indica</i> ^E	Nim	0	0	0	0	0	1	0
Loasaceae	<i>Mentzelia adhaerens</i>	Pega-pega	1	1	0	0	0	0	2
Polygonaceae	<i>Antigonon leptopus</i>	San Miguelito	3	13	3	0	1	3	0
Cactaceae	<i>Pachycereus pringlei</i>	Cardon	1	1	1	0	0	5	0
	<i>Opuntia</i> sp. 1	Nopal rojo	1	0	0	0	0	0	0
	<i>Opuntia</i> sp. 2	Nopal	0	0	0	0	1	0	1
	<i>Stenocereus gummosus</i>	Pitaya agria	1	0	0	0	1	3	0
	<i>Stenocereus thurberi</i>	Pitaya dulce	2	0	0	0	0	3	0
	<i>Cylindropuntia cholla</i>	Cholla	0	1	0	0	1	2	0
	<i>Ferocactus</i> spp.	Biznaga	0	1	0	0	0	0	0
Amaranthaceae	<i>Celosia floribunda</i>	Bledo	0	0	1	0	20	12	0
	<i>Amaranthus</i> spp.	Quelite	0	3	0	0	2	4	0
Moraceae	<i>Ficus palmeri</i>	Higuera cimarron, Zalate	6	1	1	0	0	0	0
Rhamnaceae	<i>Karwinskia</i> spp.	Cacachila	2	17	1	0	1	4	0
	<i>Condalia globosa</i>	Casacochi	5	6	0	0	1	1	0
	<i>Colubrina</i> spp.	Palo colorado	6	8	1	0	0	0	0
Cannabaceae	<i>Celtis reticulata</i>	Vainoro	0	0	0	0	0	1	6
Cleomaceae	<i>Wislizenia refracta</i>	Guaco	2	0	0	0	0	0	0
Capparaceae	<i>Forchammeria watsonii</i>	Palo San Juan	7	13	0	0	1	0	1
Brassicaceae	<i>Nasturtium</i> spp.	Berro	0	0	0	0	0	0	1
Caricaceae	<i>Carica papaya</i> ^E	Papaya	0	0	0	0	1	0	0
Apocynaceae	<i>Nerium</i> spp. ^E	Laurel	1	8	1	0	1	0	1
	<i>Vallesia glabra</i>	Otatave	1	19	12	38	17	23	29
Malvaceae		Malva	0	0	0	0	6	5	2
	<i>Melochia tomentosa</i>	Malvarosa	1	0	0	0	0	0	0

	<i>Gossypium</i> spp.	Algodoncillo	0	0	0	0	1	0	0
Fouquieriaceae	<i>Fouquieria diguetii</i>	Palo adán	1	0	0	0	0	1	0
Lamiaceae	<i>Salvia similis*</i>	Salvia de arroyo	1	0	0	0	0	0	0
	<i>Hyptis emoryi</i>	Salvia	4	3	0	0	0	0	0
Acanthaceae	<i>Ruellia californica</i>	Rama Parda, Rama colorada	1	0	0	0	0	0	0
Bignoniaceae	<i>Parmentiera aculeata</i>		0	0	0	0	3	0	0
	<i>Cordia curassavica</i>	Frutilla, manzanita	0	0	2	1	0	0	0
	<i>Tecoma stans</i>	Palo de arco	0	20	0	0	40	8	3
Papaveracea	<i>Argemone</i> sp.	Cardo	0	0	1	1	0	0	0
Fagaceae	<i>Quercus brandegeei*</i>	Encino arroyero	0	0	0	0	0	12	0
Vitaceae	<i>Vitis</i> spp. ^E	Vid, parra	0	5	0	0	0	0	0
Aristolochiaceae	<i>Aristolochia watsoni</i>	Zarcillo	0	0	1	0	0	0	0
Lauraceae	<i>Persea</i> spp. ^E	Aguacate	0	0	0	0	0	0	1
		Apone	1	0	0	0	0	0	0
		Buliquilla	0	0	0	0	0	1	0
		Contacuave	0	0	0	0	1	2	0
		Hierva lisa	0	0	0	0	3	0	0
		Jolillo	1	0	0	0	0	0	0
		Lambatilla	1	0	0	0	0	0	0
		Parota Lar.	0	0	0	0	1	0	0
		Paujina	0	0	0	0	1	0	0
		Pinguica	0	0	0	0	1	1	0
		Polo sondum	1	0	0	0	0	0	0
		Temalaba	0	0	0	0	6	0	0
		Wajeta	1	0	0	0	0	0	0
		Árbol de la fortuna	0	13	0	0	0	0	1

		Sarampión	24	22	3	1	2	0	10
--	--	-----------	----	----	---	---	---	---	----

*Plantas endémicas, ^EPlantas exóticas, ¹Podrían ser *Prosopis glandulosa*, *P. articulata* o *P. palmeri*.

Animales registrados utilizando zonas con y sin *Cryptostegia grandiflora*

Durante los años previos al inicio de este proyecto con la CONABIO se registró la fauna de vertebrados utilizando las áreas donde se encontraban plantas o manchones de la planta exótica invasora *Cryptostegia grandiflora*. Esta información se presenta en la Tabla 19 y fue generada durante 2011-2013..

En general, en los oasis de San Pedro de la Presa y La Soledad el número de especies totales son similares entre los sitios con y sin *C. grandiflora*. Ambos oasis se encuentran ubicados en la sierra de La Giganta y su clima es árido templado. En el oasis de San José del Cabo, que no se incluyó en esta propuesta, la riqueza de especies es mayor en los sitios sin la planta exótica que en los que la contienen. Este oasis se encuentra en el sur de BCS, y tiene un clima tropical.

Si comparamos por grupo, un mayor número de especies de reptiles mostraron una tendencia a usar más sitios con *C. grandiflora* (excepto en San José del Cabo donde fue similar) en tanto un mayor número de especies de aves a usar sitios sin la planta exótica (Tabla 20).

En los años 2013-2015 se registró un número importante de especies de vertebrados en los oasis (reptiles, aves, mamíferos), utilizando la planta *C. grandiflora* para realizar alguna de sus actividades (forrajeo, refugio, descanso) (Tabla 21). Esta información fue tomada conforme aparecían las especies durante la eliminación por lo que no fue obtenida con algún muestreo sistemático diseñado para el fin de obtener datos de los registros. Por ello, la información debe tomarse con precaución sobre los número totales de especies por grupo, debido entre varios factores a que el esfuerzo por oasis no fue el mismo, el área trabajada tampoco ni se usaron métodos específicos para detectar cada grupo de especies.

Tabla 19. Presencia de especies de reptiles y aves registrados mediante métodos de censado en 3 oasis de BCS, en sitios con y sin *Cryptostegia grandiflora*. Los registros fueron tomados en las zonas con la especie de planta invasora solo cuando realizaban alguna actividad en la planta (refugio, forrajeo, descanso). Los datos fueron tomados entre 2011-2013. *Colibrí no identificado

Clase	Orden	Familia	Especie	La Soledad		San Pedro de la Presa		San José del Cabo	
				Con	Sin	Con	Sin	Con	Sin
Reptilia	Squamata	Teiidae	<i>Aspidoscelis tigris</i>	1	0	1	1	1	0
			<i>Aspidoscelis hyperythra</i>	1	1	1	0	1	1
		Eublepharidae	<i>Coleonyx variegatus</i>	1	0	1	0	0	0
		Gekkonidae	<i>Phyllodactylus xanti</i>	1	0	1	0	0	0
			<i>Phyllodactylus unctus</i>	0	0	1	0	0	0
		Bipedidae	<i>Bipes biporus</i>	1	0	0	0	0	0
		Phrynosomatidae	<i>Urosaurus nigricaudus</i>	1	1	1	1	1	1
			<i>Sceloporus zosteromus</i>	0	0	1	0	1	1
			<i>Sceloporus orcutti</i>	1	0	1	0	0	0
			<i>Petrosaurus repens</i>	0	0	1	1	0	0
			<i>Uta stansburiana</i>	1	0	1	0	1	1
			<i>Callisaurus draconoides</i>	0	1	0	1	1	1
		Iguanidae	<i>Dipsosaurus dorsalis</i>	1	0	1	0	0	0
			<i>Ctenosaura hemilopha</i>	1	0	1	0	0	0
		Anguidae	<i>Elgaria spp.</i>	1	0	1	0	0	0
		Colubridae	<i>Chilomeniscus cinctus</i>	1	0	1	0	0	0
			<i>Chilomeniscus stramineus</i>	0	0	1	0	0	0
			<i>Masticophis flagellum</i>	0	0	1	0	0	0
			<i>Eridiphas slevini</i>	1	0	1	0	0	0
			<i>Hypsiglena torquata</i>	1	0	1	0	0	0
			<i>Bogertophis rosaliae</i>	0	0	1	0	0	0
<i>Tantilla planiceps</i>	0		0	1	0	0	0		

			<i>Thamnophis hammondi</i>	1	0	1	0	0	0
			<i>Lampropeltis getula</i>	1	0	0	0	0	0
			<i>Nerodia valid</i>	0	0	1	0	0	0
		Viperidae	<i>Crotalus ruber</i>	1	0	1	0	0	0
			<i>Crotalus mitchelli</i>	1	0	1	0	0	0
		Leptotyphlopidae	<i>Leptotyphlops humilis</i>	1	0	1	0	0	0
Aves	Passeriformes	Tyrannidae	<i>Sayornis nigricans</i>	1	1	1	1	0	0
			<i>Tyrannus vociferans</i>	0	1	0	1	0	1
			<i>Empidonax wrightii</i>	0	1	0	1	1	1
			<i>Empidonax difficilis</i>	0	0	0	0	1	1
			<i>Pyrocephalus rubinus</i>	0	0	0	1	0	0
			<i>Myiarchus cinerascens</i>	0	1	0	1	0	1
		Cardinalidae	<i>Cardinalis cardinalis</i>	1	1	1	1	1	1
			<i>Cardinalis sinuatus</i>	0	1	0	0	0	1
			<i>Piranga ludoviciana</i>	0	1	0	1	0	1
			<i>Pheucticus melanocephalus</i>	0	1	0	1	0	0
		Ictaridae	<i>Icterus cucullatus</i>	1	1	1	1	1	1
			<i>Icterus parisorum</i>	0	1	1	0	0	1
		Remizidae	<i>Auriparus flaviceps</i>	0	1	0	1	1	1
		Corvidae	<i>Aphelocoma californica</i>	1	1	0	1	0	0
		Sturnidae	<i>Sturnus vulgaris</i>	1	0	0	0	0	0
		Passeridae	<i>Passer domesticus</i>	1	0	0	1	0	0
		Polioptilidae	<i>Polioptila caerulea</i>	0	1	0	1	0	0
		Emberizidae	<i>Melospiza melodia</i>	1	0	0	0	0	0
			<i>Melospiza lincolni</i>	0	0	0	0	1	1
			<i>Pipilo chlorurus</i>	0	1	0	0	0	1
			<i>Spizella spp.</i>	0	0	0	1	0	0
			<i>Zonotrichia leucophrys</i>	0	0	0	1	1	1
			<i>Chondestes grammacus</i>	0	1	0	0	0	0

	Ptiligonatidae	<i>Phainopepla nitens</i>	1	1	0	1	0	1
	Mimidae	<i>Toxostoma cinereum</i>	1	1	0	1	1	1
		<i>Mimus polyglottos</i>	0	1	0	1	1	1
	Turdidadae	<i>Catharus guttatus</i>	0	1	0	0	0	1
	Fringillidae	<i>Carpodacus mexicanus</i>	0	1	0	0	0	1
		<i>Carduelis psaltria</i>	0	0	0	1	0	0
	Parulidae	<i>Dendroica coronata</i>	0	1	0	1	1	1
		<i>Dendroica petechia</i>	0	0	0	0	1	1
		<i>Icteria virens</i>	0	0	0	0	1	1
		<i>Wilsonia pusilla</i>	0	1	0	1	1	1
		<i>Oreothlypis (Vermivora) celata</i>	0	1	0	1	1	0
		<i>Geothlypis trichas</i>	0	0	0	0	1	1
	Vireonidae	<i>Vireo spp.</i>	0	1	0	0	0	0
	Troglodytidae	<i>Campylorhynchus brunneicapillus</i>	1	1	1	1	1	1
Apodiformes	Trochilidae		1*	0	1*	0	0	0
		<i>Calypte costae</i>	0	1	0	0	0	1
		<i>Hylocharis xantusii</i>	0	1	0	1	1	1
Gruiformes	Rallidae	<i>Fulica americana</i>	1	0	1	0	0	0
Columbiformes	Columbidae	<i>Columbina passerina</i>	1	1	1	1	1	1
		<i>Zenaida asiatica</i>	1	1	0	1	1	1
Charadriiformes	Charadriidae	<i>Charadrius vociferus</i>	1	0	0	0	0	0
Galliformes	Odontophoridae	<i>Callipepla californica</i>	1	0	0	0	0	0
Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Butorides virescens</i>	0	0	1	0	0	0
		<i>Ardea cinerea</i>	1	0	0	0	0	0
Piciformes	Picidae	<i>Colaptes chrysoides</i>	0	0	0	1	0	0
		<i>Picoides scalaris</i>	0	1	0	1	0	1
		<i>Melanerpes uropygialis</i>	0	1	0	1	0	1
		TOTALES	36	34	33	33	25	35

Tabla 20. Especies de reptiles y aves utilizando los sitios con la planta *Cryptostegia grandiflora* en oasis de BCS. 2011-2013.

	La Soledad		San Pedro de la Presa		San José del Cabo	
	Con	Sin	Con	Sin	Con	Sin
Reptiles	19	3	25	4	6	5
Aves	17	31	8	29	19	30

Las principales plantas que usaron las especies de reptiles y aves en los oasis fueron *Washingtonia robusta*, *Acacia farnesiana*, *Jatropha cinerea*, *Prosopis glandulosa*, *P. palmeri*, *Parkinsonia aculeata*, *Bacharis glutinosa*, *Vallesia glabra*, *Aster spinosus*, *Fouquieria diguettii*, *Asclepia curassavica*, *Ambrosia ambrosioides*; las especies exóticas usadas fueron *Phoenix dactylifera* y *Nicotiana glauca*.

Tabla 21. Presencia/ ausencia (1/0) de especies de vertebrados registrados en cada oasis, utilizando las zonas con *Cryptostegia grandiflora*.

Familia	Nombre científico	San Pedro de la Presa	La Soledad	El Pilar	San Hilario	Santiago	Agua Caliente	Los Comodú
Bufonidae	<i>Anaxyrus punctatus</i>	1	1	1	1	1	1	0
Hylidae	<i>Pseudacris hypochondriaca curta</i>	1	1	1	1	0	1	1
Ranidae	<i>Lithobates forreri</i>	1	1	1	0	0	0	0
Scaphiopodidae	<i>Scaphiopus couchii</i>	1	1	1	1	0	1	0
Teiidae	<i>Aspidoscelis tigris</i>	1	1	1	1	1	1	0
	<i>Aspidoscelis hyperythra</i>	1	1	1	1	1	1	0
Eublepharidae	<i>Coleonyx variegatus</i>	1	1	1	0	0	1	0
Gekkonidae	<i>Phyllodactylus xanti</i>	1	1	1	0	0	1	0
	<i>Phyllodactylus unctus</i>	1	0	0	1	1	1	0
Bipedidae	<i>Bipes biporus</i>	0	1	0	0	0	0	0
Phrynosomatidae	<i>Urosaurus nigricaudus</i>	1	1	1	1	1	1	0
	<i>Sceloporus zosteromus</i>	1	0	1	0	1	1	1
	<i>Sceloporus orcutti</i>	1	1	1	0	0	1	1
	<i>Sceloporus hunsakeri</i>	0	0	0	0	0	1	0
	<i>Sceloporus magister</i>	0	0	0	0	0	1	0
	<i>Petrosaurus repens</i>	1	0	0	0	0	1	0
	<i>Uta stansburiana</i>	1	1	1	1	1	1	0
	<i>Callisaurus draconoides</i>	0	1	1	1	0	1	0
Iguanidae	<i>Dipsosaurus dorsalis</i>	1	1	1	0	1	1	0
	<i>Ctenosaura hemilopha</i>	1	1	1	0	1	1	0
Anguidae	<i>Elgaria spp.</i>	1	1	0	0	1	1	0
Colubridae	<i>Chilomeniscus cinctus</i>	1	1	1	1	1	1	1
	<i>Chilomeniscus stramineus</i>	1	0	1	1	1	0	0

	<i>Masticophis flagellum</i>	1	0	1	1	1	1	0
	<i>Eridiphas slevini</i>	1	1	1	0	0	1	0
	<i>Hypsiglena torquata</i>	1	1	0	0	1	0	0
	<i>Bogertophis rosaliae</i>	1	0	1	0	0	0	0
	<i>Tantilla planiceps</i>	1	0	1	0	1	1	0
	<i>Pituophis catenifer</i>	0	0	1	0	0	0	0
	<i>Thamnophis hammondi</i>	1	1	1	0	0	1	1
	<i>Lampropeltis getula</i>	0	1	0	0	1	1	1
	<i>Nerodia valida</i>	1	0	0	0	0	0	0
Viperidae	<i>Crotalus ruber</i>	1	1	1	1	1	1	1
	<i>Crotalus mitchelli</i>	1	1	1	0	0	0	0
Leptotyphlopidae	<i>Leptotyphlops humilis</i>	1	1	0	0	0	0	0
Tyrannidae	<i>Sayornis nigricans</i>	1	1	1	0	0	1	1
	<i>Tyrannus crassirostris</i>	0	0	0	0	0	1	0
	<i>Myiarchus cinerascens</i>	0	0	0	0	1	1	0
Cardinalidae	<i>Cardinalis cardinalis</i>	1	1	1	1	1	1	1
Ictaridae	<i>Icterus cucullatus</i>	1	1	1	1	1	1	1
	<i>Icterus parisorum</i>	1	0	1	0	0	0	0
Remizidae	<i>Auriparus flaviceps</i>	0	0	0	0	1	1	0
Corvidae	<i>Aphelocoma californica</i>	0	1	0	0	1	1	0
Sturnidae	<i>Sturnus vulgaris</i>	0	1	0	0	0	0	0
Passeridae	<i>Passer domesticus</i>	0	1	0	0	0	1	0
Polioptilidae	<i>Polioptila spp.</i>	0	0	0	0	1	1	0
Emberizidae	<i>Melospiza melodia</i>	0	1	0	0	0	1	0
Ptilonotidae	<i>Phainopepla nitens</i>	0	1	0	0	1	0	0
Mimidae	<i>Toxostoma cinereum</i>	0	1	0	1	1	1	0
	<i>Mimus polyglottos</i>	0	0	0	1	0	1	0
Troglodytidae	<i>Campylorhynchus brunneicapillus</i>	1	1	0	1	1	1	0

Rallidae	<i>Fulica americana</i>	1	1	1	0	0	1	0
Columbidae	<i>Columbina passerina</i>	1	1	1	0	0	1	1
	<i>Zenaida asiatica</i>	0	1	1	1	1	1	1
Trochilidae		1	1	1	1	1	1	1
Charadriidae	<i>Charadrius vociferus</i>	0	1	1	0	0	1	0
Odontophoridae	<i>Callipepla californica</i>	0	1	0	1	1	0	0
Ardeidae	<i>Butorides virescens</i>	1	0	0	0	0	0	0
	<i>Ardea cinerea</i>	0	1	0	0	0	0	0
	<i>Egretta thula</i>	0	0	1	0	0	0	0
Strigidae	<i>Megascops kennicottii</i>	0	0	0	0	1	1	0
Picidae	<i>Colaptes auratus</i>	0	0	0	0	0	1	0
	<i>Picoides scalaris</i>	0	0	0	0	0	1	0
	<i>Melanerpes uropygialis</i>	0	0	0	1	1	0	0
Sciuridae	<i>Ammospermophilus leucurus</i>	0	1	0	0	0	0	0
	<i>Otospermophilus atricapillus</i>	1	1	0	0	0	1	0
Heteromyidae	<i>Dipodomys merriami</i>	1	1	1	1	0	1	0
	<i>Chaetodipus spinatus</i>	1	1	1	1	1	1	1
Cricetidae	<i>Neotoma lepida</i>	1	1	1	1	1	1	1
	<i>Peromyscus maniculatus</i>	1	1	0	1	0	0	0
Geomyidae	<i>Thomomys bottae</i>	1	1	1	0	0	1	0
Procyonidae	<i>Procyon lotor</i>	1	1	1	1	0	0	1
	<i>Bassariscus astutus</i>	0	1	0	0	0	0	0
Mephitidae	<i>Spilogale putorius</i>	0	1	1	1	1	0	0
Leporidae	<i>Lepus californicus</i>	0	1	0	0	0	0	0
Soricidae	<i>Sorex crawfordi</i>	1	0	1	1	1	0	0
Leporidae	<i>Sylvilagus audubonii</i>	0	0	0	0	0	1	0

	TOTALES	46	52	42	29	35	53	16
--	----------------	----	----	----	----	----	----	----

II. Rana Toro *Lithobates catesbeianus*

Esfuerzo de muestreo y trabajo de eliminación y monitoreo

El esfuerzo de trabajo en los oasis para el diagnóstico, eliminación, control y posterior erradicación en los oasis y sitios en que se llegó a cumplir este objetivo, se presenta en la Tabla 22. En cada visita de muestreo participaban al menos 2 personas. Se realizaron los muestreos y evaluaciones en un total de 189 días.

Tabla 22. Se presenta la tabla de esfuerzos (por número de días) para realizar las evaluaciones de la fauna acuática exótica invasora durante el desarrollo del proyecto, registrando en cada ocasión la presencia/ausencia de cada una de las 6 especies exóticas de fauna acuática en 13 oasis de BCS. Se evaluó también su abundancia considerando los siguientes valores en la escala: 0 = ausente, 1 = abundancia baja, 2 = abundancia moderada, 3 = abundancia alta. En las casillas donde no hay valores entre 0 y 3, el símbolo -- indica que la especie no se encontraba en el sitio o no se muestreó en el momento.

Localidad	Fecha	<i>Lithobates catesbeianus</i>	<i>Tilapia zilli</i>	<i>Poecilia reticulata</i>	<i>Xiphophorus helleri</i>	<i>Cyprinus carpio</i>	<i>Procambarus clarkii</i>
El Sauzal	18/10/2013	3	0	1	0	0	3
El Sauzal	15/12/2013	0	0	1	0	0	1
El Sauzal	10/07/2015	1	0	1	0	0	0
San Joaquín	18/10/2013	3	2	2	1	0	0
San Joaquín	15/12/2013	0	1	1	2	0	0
Mulegé	08/06/2012	1	1	2	--	--	--
Mulegé	17/02/2013	0	1	--	--	--	--
Mulegé	23/01/2014	--	--	2	--	--	--
San Javier	99/11/2013	0	0	0	--	--	--
San Javier	08/11/2014	0	0	0	--	--	--
San Pedro de la Presa	26/10/2011	0	3	3	--	--	--
San Pedro de la Presa	04/06/2012	0	3	3	--	--	--
San Pedro de la Presa	09/10/2012	0	1	1	--	--	--
San Pedro de la Presa	15/10/2012	0	1	0	--	--	--
San Pedro de la Presa	22/10/2012	0	1	0	--	--	--
San Pedro de la Presa	29/10/2012	0	1	0	--	--	--
San Pedro de la Presa	05/11/2012	0	0	0	--	--	--
San Pedro de la Presa	14/11/2012	0	1	3	0	--	--
San Pedro de la Presa	21/11/2012	0	3	0	--	--	--
San Pedro de la Presa	27/11/2012	0	3	0	--	--	--
San Pedro de la Presa	10/12/2012	0	1	--	--	--	--
San Pedro de la Presa	07/01/2013	0	1	1	--	--	--
San Pedro de la Presa	14/01/2013	0	3	0	--	--	--
San Pedro de la Presa	21/01/2013	0	1	0	--	--	--
San Pedro de la Presa	28/01/2013	0	1	1	--	--	--
San Pedro de la Presa	04/02/2013	0	0	0	--	--	--

San Pedro de la Presa	11/02/2013	0	1	--	--	--	--
San Pedro de la Presa	18/02/2013	0	3	0	--	--	--
San Pedro de la Presa	25/02/2013	0	1	--	--	--	--
San Pedro de la Presa	04/03/2013	0	1	--	--	--	--
San Pedro de la Presa	11/03/2013	0	1	--	--	--	--
San Pedro de la Presa	06/05/2013	0	1	1	--	--	--
San Pedro de la Presa	10/06/2013	0	1	1	--	--	--
San Pedro de la Presa	17/06/2013	0	1	1	--	--	--
San Pedro de la Presa	24/06/2013	0	3	--	--	--	--
San Pedro de la Presa	01/07/2013	0	3	--	--	--	--
San Pedro de la Presa	08/07/2013	0	3	--	--	--	--
San Pedro de la Presa	14/07/2013	0	3	--	--	--	--
San Pedro de la Presa	21/07/2013	0	1	--	--	--	--
San Pedro de la Presa	23/09/2013	0	1	1	--	--	--
San Pedro de la Presa	30/09/2013	0	2	--	--	--	--
San Pedro de la Presa	07/10/2013	0	3	1	--	--	--
San Pedro de la Presa	14/10/2013	0	3	1	--	--	--
San Pedro de la Presa	21/10/2013	0	1	1	--	--	--
San Pedro de la Presa	22/10/2013	0	2	1	--	--	--
San Pedro de la Presa	28/10/2013	0	1	--	--	--	--
San Pedro de la Presa	03/03/2013	0	1	--	--	--	--
San Pedro de la Presa	04/11/2013	0	1	1	--	--	--
San Pedro de la Presa	11/11/2013	0	1	1	--	--	--
San Pedro de la Presa	18/11/2013	0	1	1	--	--	--
San Pedro de la Presa	25/11/2013	0	1	1	--	--	--
San Pedro de la Presa	10/03/2014	0	0	--	--	--	--
San Pedro de la Presa	24/03/2014	0	1	--	--	--	--
San Pedro de la Presa	13/10/2014	0	1	1	--	--	--
San Pedro de la Presa	27/10/2014	0	1	1	--	--	--
San Pedro de la Presa	10/11/2014	0	1	1	--	--	--
San Pedro de la Presa	06/04/2015	0	0	0	0	--	--
San Pedro de la Presa	27/04/2015	0	3	3	0	--	--
San Pedro de la Presa	13/07/2015	0	1	--	--	--	--
San Pedro de la Presa	14/09/2015	0	1	--	--	--	--
San Pedro de la Presa	09/11/2015	0	1	--	--	--	--
San Pedro de la Presa	14/12/2015	0	1	0	0	--	--
La Soledad	09/10/2012	0	0	3	0	--	--
La Soledad	15/10/2012	0	2	1	0	--	--
La Soledad	22/10/2012	0	3	--	--	--	--
La Soledad	29/10/2012	0	3	--	--	--	--
La Soledad	05/11/2012	0	1	--	--	--	--
La Soledad	14/11/2012	0	0	--	--	--	--
La Soledad	21/11/2012	0	2	--	--	--	--
La Soledad	27/11/2012	0	0	--	--	--	--
La Soledad	04/12/2012	0	2	--	--	--	--
La Soledad	10/12/2012	0	0	--	--	--	--

La Soledad	14/01/2013	0	3	0	--	--	--
La Soledad	21/01/2013	0	3	2	--	--	--
La Soledad	28/01/2013	0	0	0	--	--	--
La Soledad	04/02/2013	0	3	0	--	--	--
La Soledad	11/02/2013	0	0	0	--	--	--
La Soledad	18/02/2013	0	3	0	--	--	--
La Soledad	25/02/2013	0	1	-	--	--	--
La Soledad	04/03/2013	0	0	-	--	--	--
La Soledad	11/03/2013	0	1	1	--	--	--
La Soledad	06/05/2013	0	3	3	--	--	--
La Soledad	13/05/2013	0	0	1	--	--	--
La Soledad	20/05/2013	0	3	-	--	--	--
La Soledad	23/05/2013	0	1	1	--	--	--
La Soledad	08/07/2013	0	3	-	--	--	--
La Soledad	14/10/2013	0	3	-	--	--	--
La Soledad	22/10/2013	0	3	-	--	--	--
La Soledad	28/10/2013	0	3	-	--	--	--
La Soledad	03/03/2014	0	3	0	0	--	--
La Soledad	10/03/2014	0	3	0	0	--	--
La Soledad	04/08/2014	0	1	1	0	--	--
La Soledad	10/11/2014	0	1	1	0	--	--
La Soledad	08/12/2014	0	3	3	0	--	--
La Soledad	09/02/2015	0	--	1	--	--	--
La Soledad	09/03/2015	0	3	0	0	--	--
La Soledad	23/03/2015	0	1	--	--	--	--
La Soledad	06/04/2015	0	1	0	--	--	--
La Soledad	27/04/2015	0	2	--	--	--	--
La Soledad	13/07/2015	0	1	1	--	--	--
La Soledad	28/09/2015	0	0	0	0	--	--
La Soledad	26/10/2015	0	1	--	--	--	--
El Pilar	15/10/2012	0	1	0	0	--	--
El Pilar	22/10/2012	0	1	1	0	--	--
El Pilar	14/01/2013	0	3	1	--	--	--
El Pilar	21/01/2013	0	3	2	--	--	--
El Pilar	28/01/2013	0	0	--	--	--	--
El Pilar	04/02/2013	0	1	--	--	--	--
El Pilar	11/02/2013	0	1	--	--	--	--
El Pilar	25/02/2013	0	3	--	--	--	--
El Pilar	04/03/2013	0	3	--	--	--	--
El Pilar	11/03/2013	0	3	--	--	--	--
El Pilar	25/03/2013	0	3	1	0	--	--
El Pilar	01/04/2013	0	3	1	0	--	--
El Pilar	06/05/2013	0	1	0	--	--	--
El Pilar	17/06/2013	0	3	1	--	--	--
El Pilar	24/06/2013	0	3	1	--	--	--
El Pilar	08/07/2013	0	3	0	--	--	--

El Pilar	07/10/2013	0	3	1	--	--	--
El Pilar	28/10/2013	0	3	3	--	--	--
El Pilar	03/03/2014	0	3	--	--	--	--
El Pilar	07/04/2014	0	1	--	--	--	--
El Pilar	23/06/2014	0	3	--	--	--	--
El Pilar	30/06/2014	0	3	--	--	--	--
El Pilar	20/10/2014	0	3	1	0	--	--
El Pilar	10/11/2014	0	1	1	0	--	--
El Pilar	15/12/2014	0	3	1	0	--	--
El Pilar	09/03/2015	0	0	0	0	--	--
El Pilar	06/04/2015	0	3	0	0	--	--
Todos Santos	16/10/2013	0	1	1	0	--	0
Todos Santos	23/01/1014	0	0	0	0	--	0
Todos Santos	25/06/2014	0	--	--	--	--	--
Todos Santos	05/12/2014	0	0	0	0	--	0
El Chorro-Agua Caliente	15/10/2013	0	1	0	0	0	0
El Chorro-Agua Caliente	28/10/2013	0	3	3	--	--	--
El Chorro-Agua Caliente	04/11/2013	0	1	--	--	--	--
El Chorro-Agua Caliente	05/11/2013	0	--	--	--	--	--
El Chorro-Agua Caliente	11/11/2013	0	--	--	--	--	--
El Chorro-Agua Caliente	18/11/2013	0	--	--	--	--	--
El Chorro-Agua Caliente	19/11/2013	0	1	--	--	--	--
El Chorro-Agua Caliente	25/11/2013	0	3	0	--	--	--
El Chorro-Agua Caliente	07/07/2014	0	0	--	--	--	--
El Chorro-Agua Caliente	14/07/2014	0	0	--	--	--	--
El Chorro-Agua Caliente	21/07/2014	0	0	--	--	--	--
El Chorro-Agua Caliente	28/07/2014	0	3	0	0	--	--
El Chorro-Agua Caliente	04/08/2014	0	1	0	0	--	--
El Chorro-Agua Caliente	11/08/2014	0	1	1	0	--	--
El Chorro-Agua Caliente	25/08/2014	0	0	--	--	--	--
El Chorro-Agua Caliente	17/11/2014	0	3	0	--	--	--
El Chorro-Agua Caliente	24/11/2014	0	3	0	--	--	--
El Chorro-Agua Caliente	23/03/2015	0	3	0	0	--	--

Santiago	15/10/2013	0	0	0	0	--	--
Santiago	28/10/2013	0	0	0	--	--	--
Santiago	05/11/2013	0	--	--	--	--	--
Santiago	12/11/2013	0	--	--	--	--	--
Santiago	18/11/2013	0	--	--	--	--	--
Santiago	25/11/2013	0	--	--	--	--	--
Santiago	24/06/2014	0	--	--	--	--	--
Santiago	07/07/2014	0	--	--	--	--	--
Santiago	14/07/2014	0	--	--	--	--	--
Santiago	21/07/2014	0	--	--	--	--	--
Santiago	28/07/2014	0	--	--	--	--	--
Santiago	04/08/2014	0	--	--	--	--	--
Santiago	11/08/2014	0	--	--	--	--	--
Santiago	25/08/2014	0	--	--	--	--	--
Santiago	17/11/2014	0	0	0	0	--	--
Santiago	24/11/2014	0	0	0	0	--	--
Santiago	23/03/2015	0	1	0	--	--	--
Los Comondú	10/06/2012	--	3	3	--	--	--
Los Comondú	07/10/2013	--	1	1	--	--	--
Los Comondú	14/10/2013	--	1	--	--	--	--
Los Comondú	02/12/2013	--	1	1	--	--	--
Los Comondú	09/12/2013	--	1	1	--	--	--
Los Comondú	20/01/2014	--	3	2	0	--	--
Los Comondú	01/12/2014	--	1	1	0	--	--
Los Comondú	09/02/2015	--	1	1	0	--	--
Los Comondú	06/07/2015	--	1	1	0	--	--
San Hilario	13/05/2013	--	1	1	0	--	--
San Hilario	20/05/2013	--	3	1	0	--	--
San Hilario	03/06/2013	--	1	1	0	--	--
San Hilario	10/06/2013	--	3	3	0	--	--
San Hilario	17/06/2013	--	3	1	0	--	--
San Hilario	24/06/2013	--	1	1	0	--	--
San Hilario	10/11/2014	--	1	0	0	--	--
San Hilario	09/02/2015	--	1	1	0	--	--
San Hilario	16/03/2015	--	1	0	0	--	--
San Hilario	23/03/2015	--	1	0	0	--	--
San Hilario	13/04/2015	--	1	0	0	--	--
San Hilario	20/04/2015	--	1	1	0	--	--
San José del Cabo	23/06/2014	0	--	--	--	--	--

Situación de la rana toro *Lithobates catesbeianus* en oasis de BCS:

Datos históricos de abundancia en oasis de BCS

Durante nuestros muestreos previos realizados entre 2006 y 2008, se encontraron ranas toro en los oasis de San Joaquín y El Sauzal, pero no en San Zacarías ni en El Álamo. Como se explicó anteriormente (ver Ficha técnica de *Lithobates catesbeianus*), las ranas toro están activas entre enero y octubre. Su reproducción inicia en mayo y disminuye hacia septiembre. Los machos empezaron a vocalizar en marzo y concluyeron en octubre (Fig. 18).

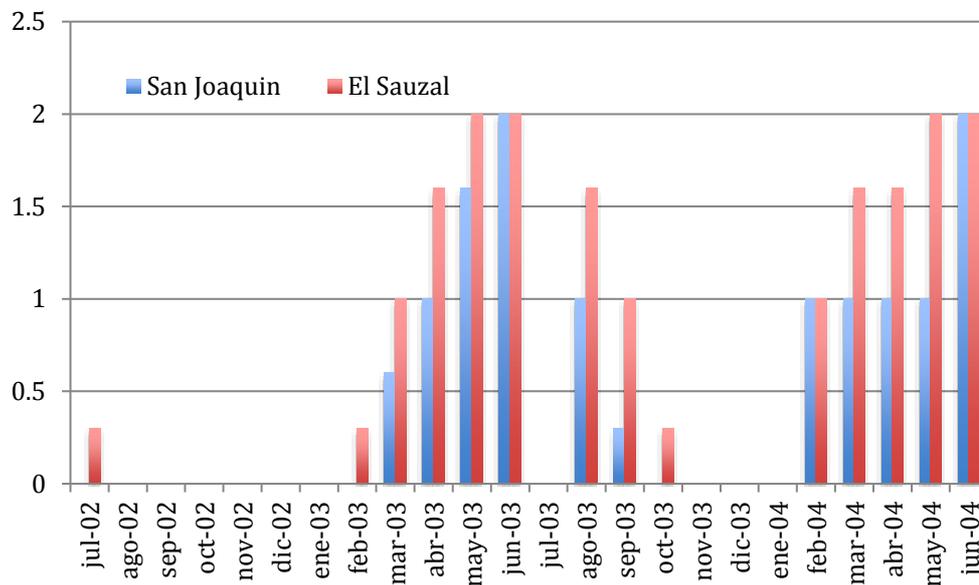


Figura 18. Monitoreo auditivo de rana toro en dos oasis de BCS. Los valores en el eje de las Y indican la intensidad de cantos de acuerdo al Índice de Wisconsin (ver Métodos).

Por otro lado, aunque la abundancia de rana toro fue distinta en cada oasis, en ambos sitios la rana toro estuvo activa entre enero y octubre, estando prácticamente ausente en los meses fríos del año (Fig. 19).

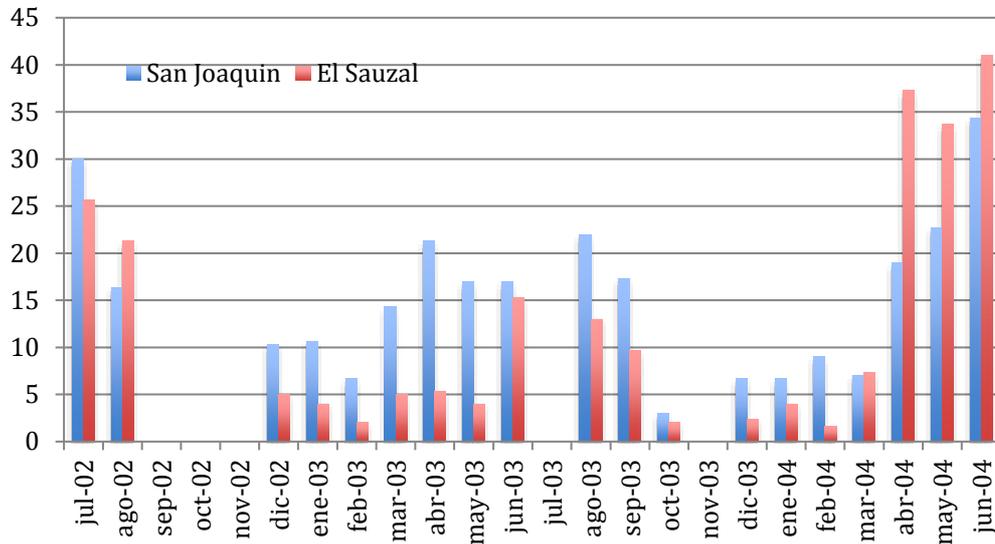


Figura 19. Abundancia de rana toro (*Lithobates catesbeianus*) derivada del promedio de tres noches de monitoreo por mes en dos oasis de BCS.

Datos históricos y actuales de presencia en oasis de BCS

Después de los muestreos y búsquedas intensivas en los oasis en que *Lithobates catesbeianus* había sido reportado y estaba presente según nuestras verificaciones, se determinó después de este trabajo en 2013-2015, que la rana toro está presente actualmente únicamente en tres oasis, San Ignacio, San Joaquín y El Sauzal, todos ubicados al norte de BCS (Tabla 23). Ha desaparecido esta especie de los oasis de Todos Santos, Santiago, El Chorro, San José de Magdalena y Mulegé, así como de los arroyos con agua continua en Sierra de La Laguna, Santa Rita y Sol de Mayo (Tabla 23, Figura 20).

Tabla 23. Presencia de rana toro *Lithobates catesbeianus* en oasis de Baja California Sur reportada según estudios históricos y muestreos recientes desde 2013-2015. Se marca la presencia de la especie con una X.

Oasis	Primer registro, 1975*	Grismer & McGuire, 1993	Grismer, 2002	Luja & Rodríguez-Estrella, 2010a	2013-2015**
San Ignacio	X	X	X	X	X
San Joaquín				X	X
El Sauzal				X	X
San José de Magdalena		X	X	X	
Mulegé		X	X	X	
Todos Santos				X	
Santiago			X	X	
El Chorro			X	X	
Santa Rita				X	
Sol de Mayo				X	

* Primer registro: Oasis San Ignacio, Mayo 1975 (IBH-1092, Colección Nacional de Anfibios y Reptiles (CNAR, UNAM).

** Datos nuestros generados en el proyecto JE018.

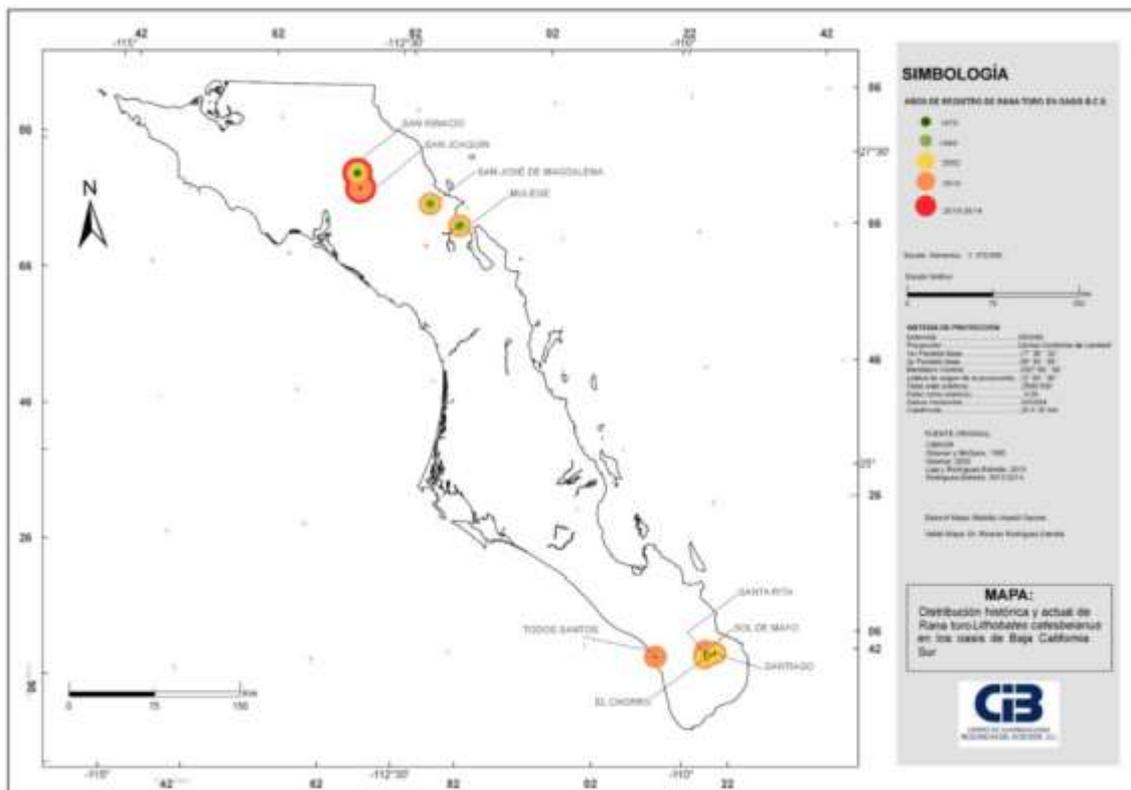


Figura 20. Ubicación de registros de rana toro *Lithobates catesbeianus* en oasis de Baja California Sur según registros desde 1975 a 2015. Con el borde de color rojo se presenta la ubicación de los registros actuales de rana toro. Los demás registros muestran los sitios en que la rana toro ha desaparecido, considerándose erradicada (mapa en Anexo 2).

Información sobre ejemplares de Lithobates catesbeianus capturados en oasis de BCS.

Se presentan los registros de ranas toro capturados y sitios de ubicación final:

Localidad	Adultos	Sexo	Juveniles	Larvas	Destino
San Joaquín	3	3 Macho -- Hembra 7 Indeterm.		2	5 Colección científica
El Sauzal	--	35		--	35 Destruídos*

*Debido a que los ejemplares se usarían para realizar experimentos sobre supervivencia, no fueron fijados en formol; sin embargo, los ejemplares no sobrevivieron desde el oasis hasta la llegada al laboratorio por lo complicado de su manejo, y al final tuvieron que ser destruidos.

En las visitas posteriores a El Sauzal, el cuerpo de agua se encontró azolvado por el efecto de ciclones por lo que no se pudieron realizar capturas ni control. En otras localidades visitadas como San Javier, Santiago y Todos Santos no se encontraron individuos de la especie como puede verse en las fechas de visita (Tabla 22).

En resumen, es muy probable que como resultado del efecto de estos huracanes, en los años 2013 y 2014 que iniciaría el trabajo de eliminación con rana toro, se encontró que sus poblaciones habían desaparecido de 7 de los 10 oasis y cuerpos de agua (arroyos de Sierra de la Laguna) donde esta especie exótica invasora se había reportado y donde la habíamos registrado. En ambos años no se le encontró en los oasis. Tampoco la encontramos en 2015. O sea, al parecer hubo una eliminación y erradicación naturales de esta especie en dichos oasis. Esto al parecer se debería al efecto de los eventos catastróficos de lluvias. De acuerdo a un artículo que publicamos en 2010, las ranas toro en BCS son altamente susceptibles a los efectos de los huracanes pues pueden reducirles sus poblaciones debido a que evolutivamente no tienen respuestas a estos eventos (Luja & Rodríguez-Estrella. 2010b. Are tropical cyclones sources of natural selection? Observations on the abundance and behavior of frogs affected by extreme climatic events in the Baja California Peninsula, Mexico. *Journal of Arid Environments* 74:1345–1347).

Otras especies exóticas invasoras en los oasis, especies acuáticas.

Se presenta el resumen de información sobre las especies exóticas invasoras en cada uno de los oasis considerados en el estudio de acuerdo a lo comprometido (Tabla 24).

Tabla 24. Presencia de especies exóticas invasoras en oasis de BCS. *Cryptostegia grandiflora* se incluye en esta tabla como referencia a una especie de planta invasora en el conjunto de oasis. El primer número en los totales indica el número de sitios que la literatura reportaba para las especies en los oasis antes del estudio. Entre paréntesis se presenta el número actual de sitios en que están presentes con datos de este estudio.

Localidades	<i>Cyprinus carpio</i>	<i>Poecilia reticulata</i>	<i>Tilapia zilli</i>	<i>Xiphophorus hellerii</i>	<i>Procambarus clarkii</i>	<i>Cryptostegia grandiflora</i>	<i>Lithobates catesbeianus</i>	TOTAL
El Pilar	0	0	X ¹	0	0	X ⁴	0 ¹	2
La Purísima	0	X ^{5,6}	X ^{5,6}	0	0	X ⁴	0 ¹	3
La Soledad	0	X ¹	X ^{5,6}	0	0	X ⁴	0 ¹	3
Mulegé	0	X ^{5,6}	0	0	0	X ⁴	X; actual 0 ¹	2
San Hilario	0	0	X ¹	0	0	X ¹	0 ¹	2
San Ignacio	X ^{5,6}	X ^{5,6}	X ^{5,6}	X ^{5,6}	X ²	X ⁴	X ^{3,1}	7
San Javier	0	X ^{5,6}	X ^{5,6}	0	0	0 ¹	0 ¹	2
San Joaquín	0	X ^{5,6}	X ^{5,6}	X ^{5,6}	X ²	0 ¹	X ^{3,1}	5
San Pedro de la Presa	0	X ^{5,6}	X ^{5,6}	X ^{5,6}	0	X ⁴	0 ¹	4
El Chorro	0	0	X ¹	0	0	X ⁴	X ³ ; actual 0 ¹	2
Santiago	0	0	X ¹	0	0	X ⁴	X ³ ; actual 0 ¹	2
Todos Santos	0	X ^{5,6}	0	0	0	X ¹	X ³ ; actual 0 ¹	3*
San José de Comondú	0	X ^{5,6}	0	0	0	X ⁴	0 ¹	2
San Miguel de Comondú	0	X ^{5,6}	X ^{5,6}	0	0	X ⁴	0 ¹	3
Oasis San José del Cabo	0	X ^{5,6}	X ^{5,6}	0	0	X ⁴	0 ¹	3
La Candelaria	0	0	0	0	0	X ⁴	0 ¹	1
Palmar de Balbino	0	0	0	0	0	X ⁴	0 ¹	1
San Bartolo	0	0	X ⁷	0	0	X ⁴	0 ¹	2

El Triunfo	0	0	0	0	0	X ⁴	0 ¹	1
San Antonio	0	0	0	0	0	X ⁴	0 ¹	1
Las Calabazas (Los Encinitos)	0	0	0	0	0	X ⁴	0 ¹	1
Primer Agua (Loreto)	0	0	0	0	0	X ⁴	0 ¹	1
Cadejé	0	0	X ^{5,6}	0	0	X ⁴	0 ¹	2
San Bartolo (Sierra de Guadalupe)	0	0	0	0	0	X ⁴	0 ¹	1
San José de Magdalena	0	X ^{5,6}	X ^{5,6}	0	0	X ⁴	X ³ ; actual 0 ¹	3
San Zacarías	0	X ^{5,6}	0	0	0	X ^{4,1}	0 ¹	2
El Sauzal	0	X ^{5,6}	0	X ^{5,6}	X ²	0 ¹	X ^{3,1}	4
TOTAL	1 (1)	13 (14)	10 (15)	4 (4)	3 (3)	24 (24)	8 (3)	

* Incluye *Smilisca baudini*, *Litobhates catesbeianus* ya no se encontró.

Referencias:

[1] Observaciones personales.

[2] Hernández, L., A.M. Maeda-Martínez, G. Ruiz-Campos, G. Rodríguez-Almaraz, F. Alonzo-Rojo & J. C. Sainz. 2008. Geographic expansion of the invasive red crayfish *Procambarus clarkii* (Crustacea: Decapoda) in Mexico. *Biological Invasions* 10:977-984.

[3] Luja, V.H. & R. Rodríguez-Estrella. 2010a. The invasive bullfrog *Lithobates catesbeianus* in oases of Baja California Sur, Mexico: potential effects in a fragile ecosystem. *Biological Invasions* 12: 2979-2983.

[4] Rodríguez-Estrella, R., J.J. Pérez-Navarro, B. Granados & L. Rivera. 2010. The distribution of an invasive plant in fragile ecosystem: the rubber vine (*Cryptostegia grandiflora*) in oases of the Baja California peninsula. *Biological Invasions* 12:3389-3393.

[5] Ruiz-Campos, G. 2010. Catálogo de peces dulceacuícolas de Baja California Sur. Instituto Nacional de Ecología, SEMARNAT, México, D.F. 169 p.

[6] Ruiz-Campos, G., S. Contreras-Balderas, A. Andreu-Soler, A. Varela-Romero, A. & E. Campos. 2012. An annotated distributional checklist of exotic freshwater fishes from Baja California Peninsula, Mexico. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 83:216-234.

[7] Cooperativa San Bartolo, com. pers. 2016.

Para *Lithobates catesbeianus* no se incluyen las localidades de Sol de Mayo ni Santa Rita, ya que son cuerpos de agua corriendo en arroyos de Sierra de la Laguna, no son propiamente un oasis típico. Esta es la razón para que en esta tabla no sumen 10 sitios oasis con la presencia de rana toro.

Lo que muestra esta tabla es que de las 7 especies de exóticas invasoras (1 planta, 1 crustáceo, 4 peces, 1 anfibio), las especies que se presentan en más oasis, de mayor ocurrencia, son *Cryptostegia grandiflora* (presente en 61% de los oasis), *Poecilia reticulata* (en 53%) y *Tilapia zillii* (en 50%). Con relación a las especies acuáticas invasoras, *Tilapia zillii* es un pez muy agresivo en su ambiente y muy invasivo. La siguiente especie en importancia era *Lithobates catesbeianus* cuando estaba presente en 29% de los oasis (8 de 27; Tabla 24). Sin embargo, ahora solo se encuentra en 3 de estos oasis (11%).

Por otro lado, los oasis con más especies invasoras fueron San Ignacio, El Sauzal, San Joaquín, San Pedro de La Presa y San José de Magdalena. El resto de oasis tienen entre 1 y 3 especies invasoras.

A partir de la Tabla 22, se hizo un análisis de la abundancia y extensión en un número de oasis, que cubrían dos de las especies exóticas invasoras acuáticas, *Tilapia zillii* y *Poecilia reticulata*. Este análisis no se hizo para *Cyprinus carpio*, *Xiphophorus hellerii* y *Procambarus clarkii* debido a su ocurrencia más limitada en número de oasis y a que su abundancia es relativamente baja.

De acuerdo a las categorías de abundancia y extensión indicadas en el Método, *Tilapia zillii* es común a abundante donde ocurre y tiene una amplia distribución dentro del oasis donde se presenta, aunque en algunos oasis aún se encuentra limitada su distribución (Tabla 25).

Por otro lado, *Poecilia reticulata* es una especie de rara a abundante, pero siendo más frecuentemente abundante. Su extensión parece estar más restringida en una proporción importante de los oasis quizás por requerir ciertas condiciones óptimas en los cuerpos de agua (Tabla 25).

Tabla 25. Análisis de la abundancia y extensión a partir de datos categóricos para *Tilapia zillii* y *Poecilia reticulata* en oasis de Baja California Sur. 2013-2015. La extensión se refiere a la amplitud de distribución dentro del oasis.

Oasis	<i>Tilapia zillii</i>		<i>Poecilia reticulata</i>	
	Abundancia	Extensión	Abundancia	Extensión
El Pilar	3	2	2	1
La Purísima	3	2	1.66	1.66
La Soledad	3	1	3	1.33
Mulegé	--	--	3	1
San Hilario	2.75	2	1	1
San Ignacio	3	2	2	1
San Javier	2	1	2	1
San Joaquín	3	2	3	2
San Pedro de la Presa	3	2	3	2

Santiago	1	1	?	?
El Chorro-Agua Caliente	2.25	2	--	--
Todos Santos	--	--	2	1
San José Comondú	--	--	2	1
San Miguel Comondú	2.66	2	2.66	2
San José del Cabo	2	1	1	1
Cadejé	3	2	--	--
San José de Magdalena	3	1	1	1
San Zacarías	--	--	1	2
El Sauzal	--	--	1.66	2

Abundancia:

3- Abundante

2- Frecuente, común

1- Raro

Extensión:

2- Amplia

1- Restringida

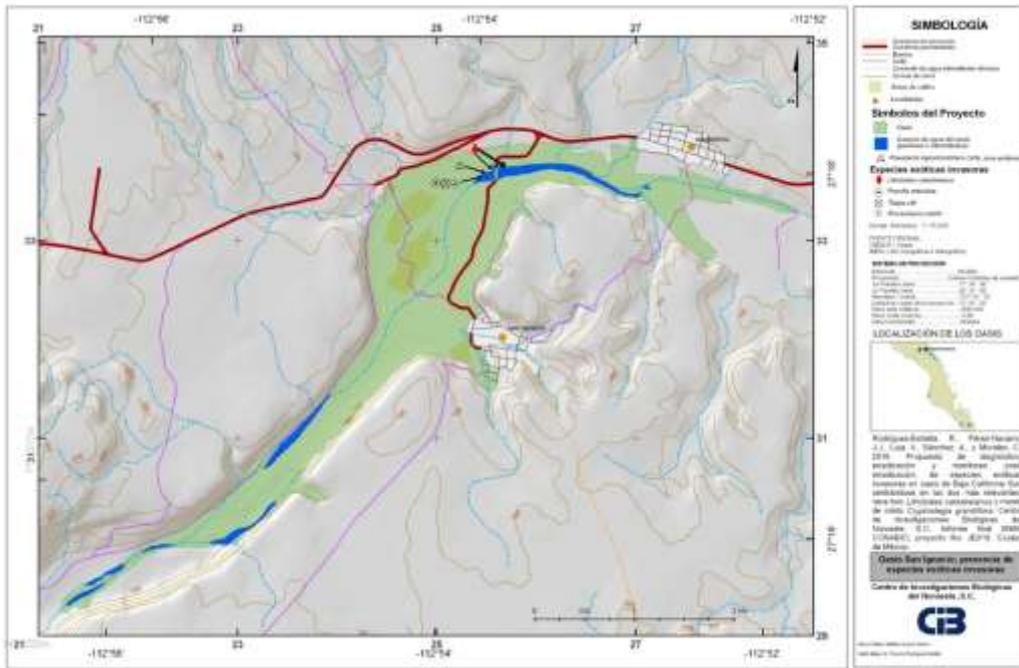


Figura 22. Ubicación geoespacial de registros de rana toro *Lithobates catesbeianus* en el oasis de San Ignacio en Baja California Sur. Se muestran también ubicaciones para *Tilapia zillii*, *Procambarus clarkii* y *Poecilia reticulata*. Asimismo, se presenta la ubicación de la rana endémica *Pseudacris hypochondriaca curta*.

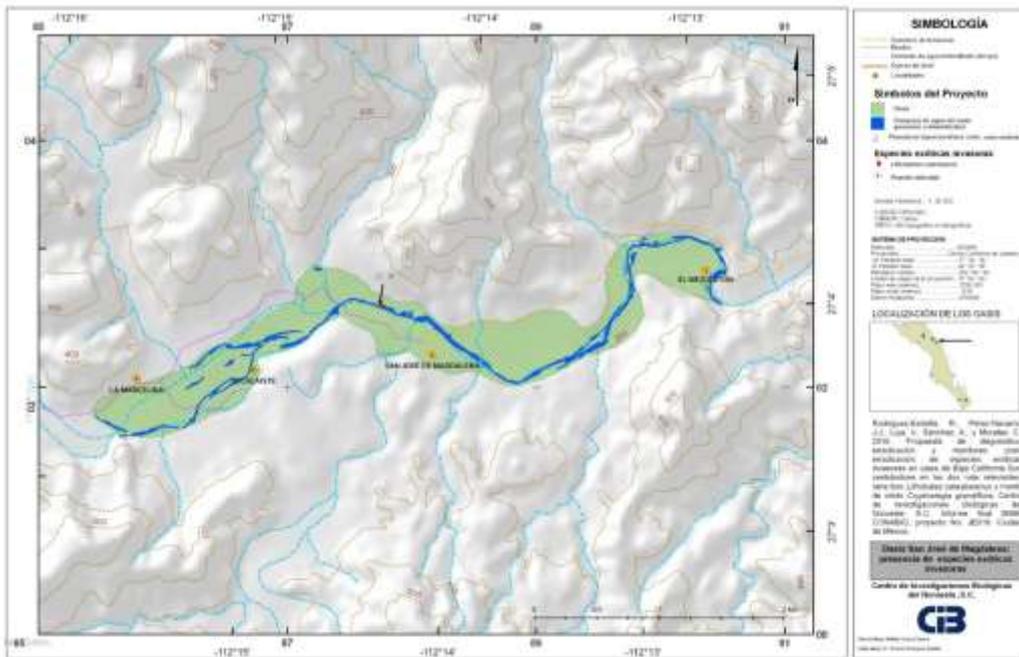


Figura 23. Ubicación geoespacial de registros de rana toro *Lithobates catesbeianus* en el oasis de San José de Magdalena, en Baja California Sur. Se muestran también ubicaciones de *Poecilia reticulata* y de la rana endémica *Pseudacris hypochondriaca curta*.

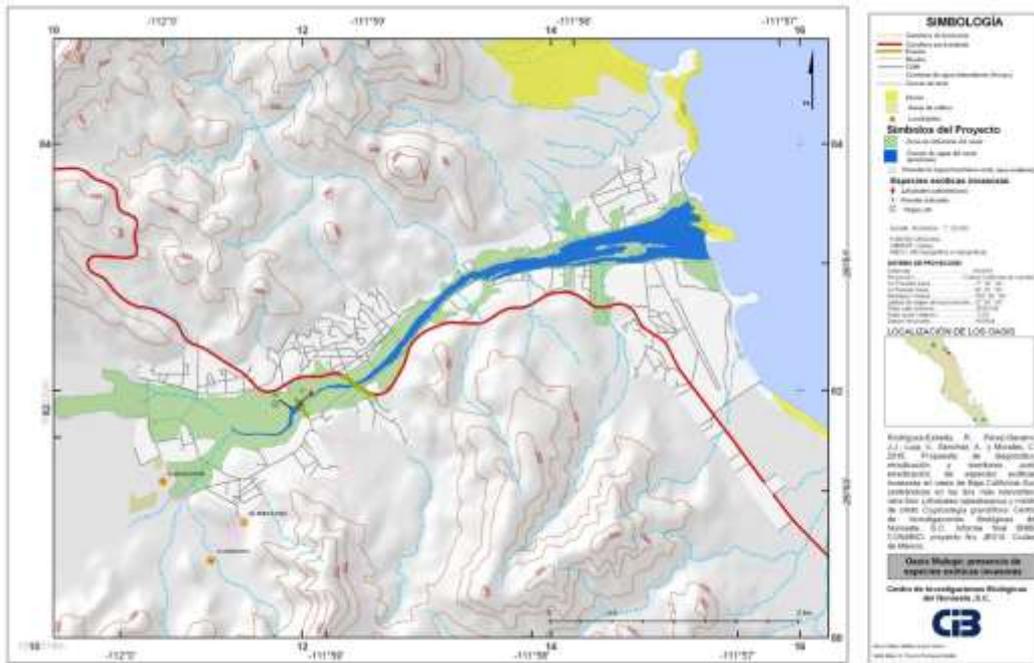


Figura 24. Ubicación geoespacial de registros de rana toro *Lithobates catesbeianus* en el oasis de Mulegé en Baja California Sur. Se muestran también ubicaciones para *Tilapia zillii* y *Poecilia reticulata*.

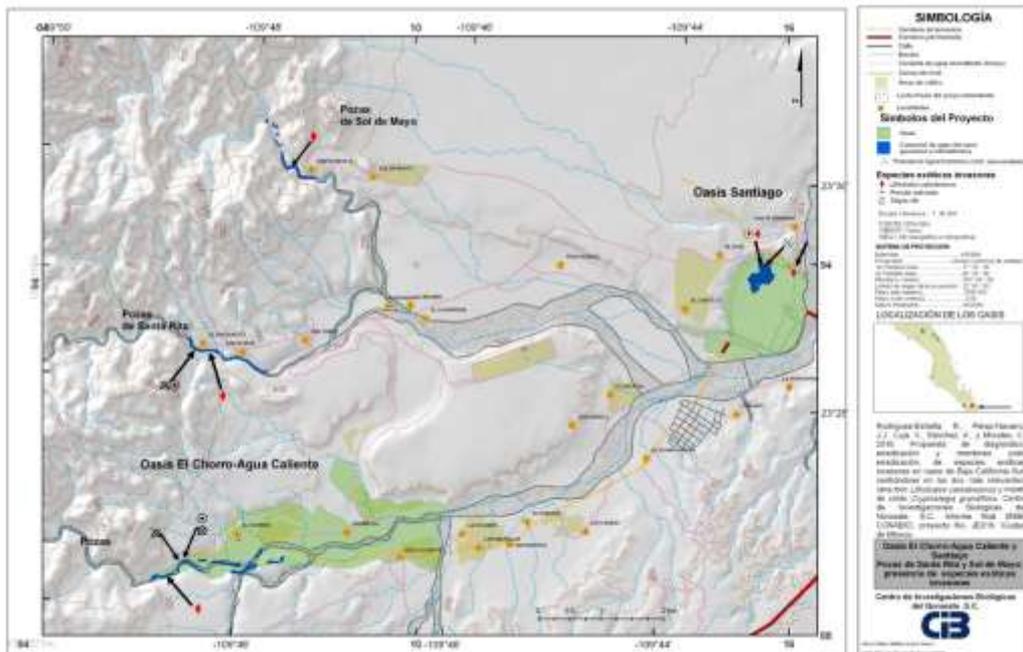


Figura 25. Ubicación geoespacial de registros de rana toro *Lithobates catesbeianus* en el oasis de Santiago y el Chorro-Agua Caliente, Baja California Sur. Se muestran también ubicaciones para *Tilapia zillii* y *Poecilia reticulata*. Asimismo, se presenta la ubicación de la rana endémica *Pseudacris hypochondriaca curta*.

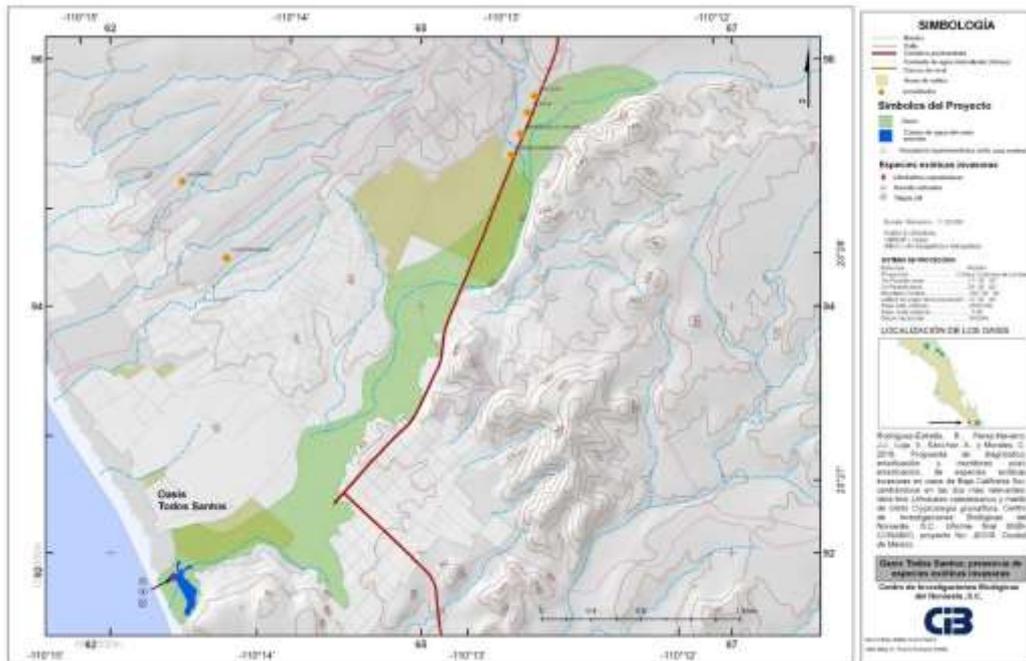


Figura 26. Ubicación geoespacial de registros de rana toro *Lithobates catesbeianus* en el oasis de Todos Santos, Baja California Sur. Se muestran también ubicaciones para *Tilapia zillii* y *Poecilia reticulata*. Asimismo, se presenta la ubicación de la rana endémica *Pseudacris hypochondriaca curta*.

Seguimiento de las poblaciones de rana toro *Lithobates catesbeianus* y otras especies exóticas invasoras acuáticas y su efecto en poblaciones nativas de oasis de BCS.

Debido a la incidencia y efecto de los huracanes en 2013, 2014 y 2015, se hizo imposible hacer una calendarización adecuada del programa de trabajo en los oasis con las especies exóticas invasoras acuáticas durante 2013, 2014 e inclusive 2015. No se podía predecir que esto ocurriría ni que fuera a seguir provocando efectos que eran difíciles de muestrear, de medir, no se podían establecer los sitios de trabajo ni ajustar las fechas para tener información adecuada, pues los eventos se repitieron con frecuencia.

Por lo anterior, no se incluirán entre otros el análisis de los efectos post-eliminación y post-erradicación de *Lithobates catesbeianus* y de las demás especies exóticas invasoras acuáticas en especies relevantes como las endémicas ranita arborícola *Pseudacris hypochondriaca curta* y sardinita peninsular *Fundulus lima*.

No obstante lo anterior, se presenta información sobre la abundancia y variaciones poblacionales de la ranita arborícola endémica de los años 2007-2009, con lo que se cuenta con información previa cuando la rana toro se encontraba presente en los oasis El Sauzal, San Joaquín y San Zacarías (Tablas 26-29; Figs. 21-24). Nótese los

tamaños poblacionales reducidos (datos y gráficas modificadas de Luja *et al.* 2014, 2015).

Tabla 26. Conteos de machos, hembras y juveniles de *Pseudacris hypochondriaca curta* en el oasis de San Joaquín, BCS, en muestreos mensuales 2007-2009.

		San Joaquín			
		Machos	Hembras	Juveniles	Totales
2007	Mar	2	0	0	2
	Abr	2	0	0	2
	May	2	0	0	2
	Jun	0	0	0	0
	Jul	0	0	0	0
	Sep	0	0	0	0
	Oct	0	0	0	0
	Nov	0	0	0	0
2008	Ene	1	0	0	1
	Feb	3	0	0	3
	Mar	0	0	0	0
	Abr	0	0	0	0
	May	0	0	0	0
	Jun	0	0	0	0
	Jul	0	0	0	0
	Sep	0	0	0	0
	Oct	0	0	0	0
	Nov	0	0	0	0
2009	Ene	10	0	0	10
	Feb	6	1	0	7
	Mar	0	0	0	0
		26	1	0	

Figura 21. Tendencias poblacionales en gráfico, oasis San Joaquín, BCS, 2007-2009. Se presentan las variaciones de machos, hembras y juveniles, así como de la población total.

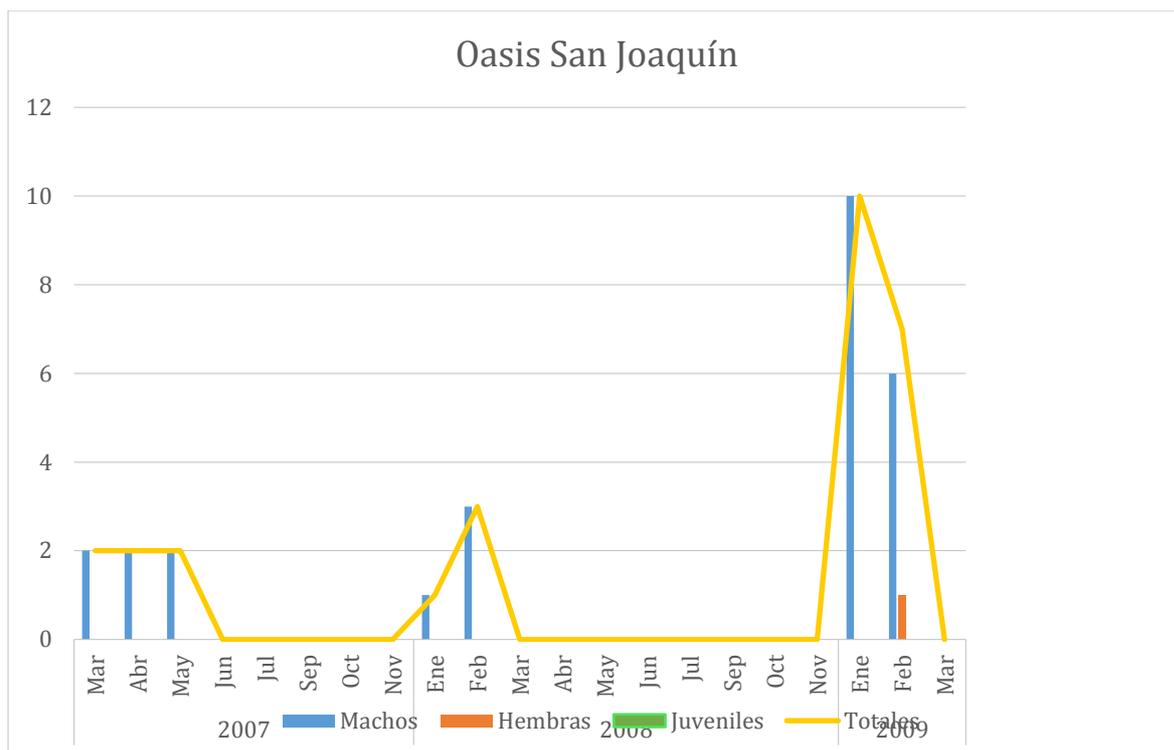


Tabla 27. Conteos de machos, hembras y juveniles de *Pseudacris hypochondriaca curta* en el oasis de El Sauzal, BCS, en muestreos mensuales 2007-2009.

		El Sauzal			
		Males	Females	Juveniles	Totales
2007	Mar	5	1	0	6
	Abr	5	2	0	7
	May	2	0	2	4
	Jun	1	0	2	3
	Jul	0	0	0	0
	Sep	0	0	0	0
	Oct	11	0	0	11
	Nov	13	0	0	13
2008	Ene	11	1	0	12
	Feb	10	1	0	11
	Mar	2	0	0	2
	Abr	1	0	0	1
	May	1	0	4	5
	Jun	0	0	0	0
	Jul	0	0	7	7
	Sep	0	0	1	1
	Oct	0	0	0	0
	Nov	3	1	0	4
2009	Ene	6	3	0	9
	Feb	2	1	0	3
	Mar	1	1	0	2
		74	11	16	

Figura 22. Tendencias poblacionales en gráfico, oasis El Sauzal, BCS, 2007-2009. Se presentan las variaciones de machos, hembras y juveniles, así como de la población total.

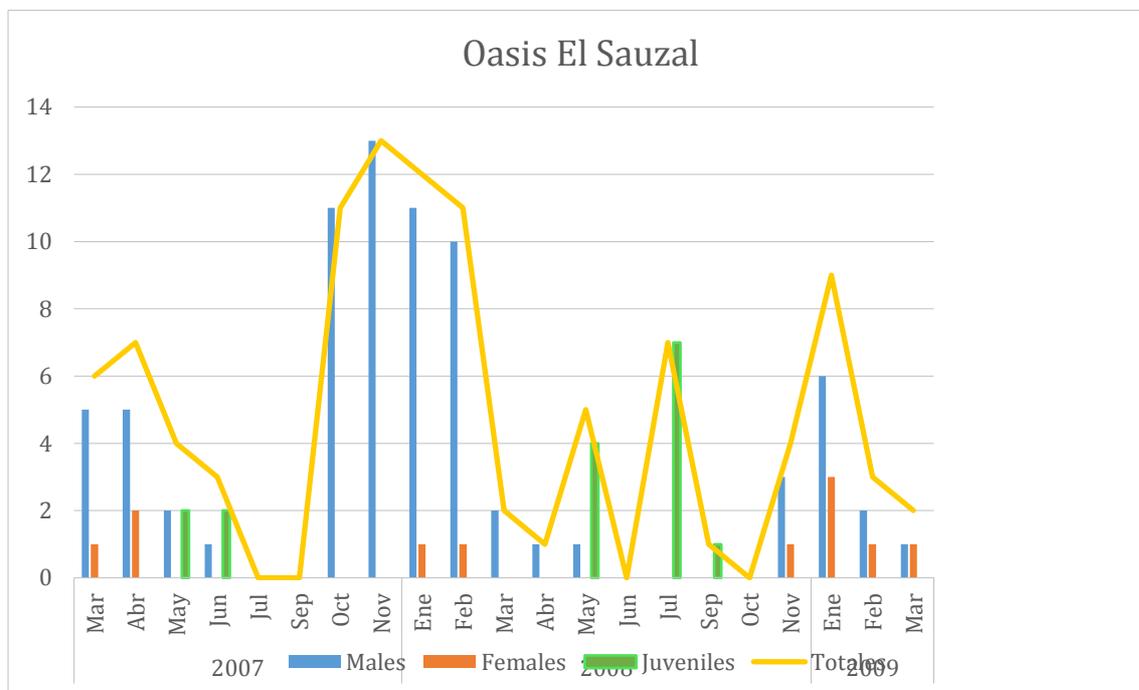


Tabla 28. Conteos de machos, hembras y juveniles de *Pseudacris hypochondriaca curta* en el oasis de San Zacarías, BCS, en muestreos mensuales 2007-2009.

		San Zacarías			
		Males	Females	Juveniles	Totales
2007	Mar	18	11	1	30
	Abr	7	3	13	23
	May	3	0	11	14
	Jun	2	1	21	24
	Jul	0	0	8	8
	Sep	1	1	5	7
	Oct	3	1	2	6
	Nov	5	0	1	6
2008	Ene	7	0	0	7
	Feb	5	3	0	8
	Mar	3	1	19	23
	Abr	2	2	101	105
	May	0	0	132	132
	Jun	1	0	223	224
	Jul	1	2	167	170

	Sep	0	0	3	3
	Oct	9	0	10	19
	Nov	9	4	11	24
2009	Ene	15	0	2	17
	Feb	15	0	2	17
	Mar	5	0	22	27
		111	29	754	

Figura 23. Tendencias poblacionales en gráfico, oasis San Zacarías, BCS, 2007-2009. Se presentan las variaciones de machos, hembras y juveniles, así como de la población total.

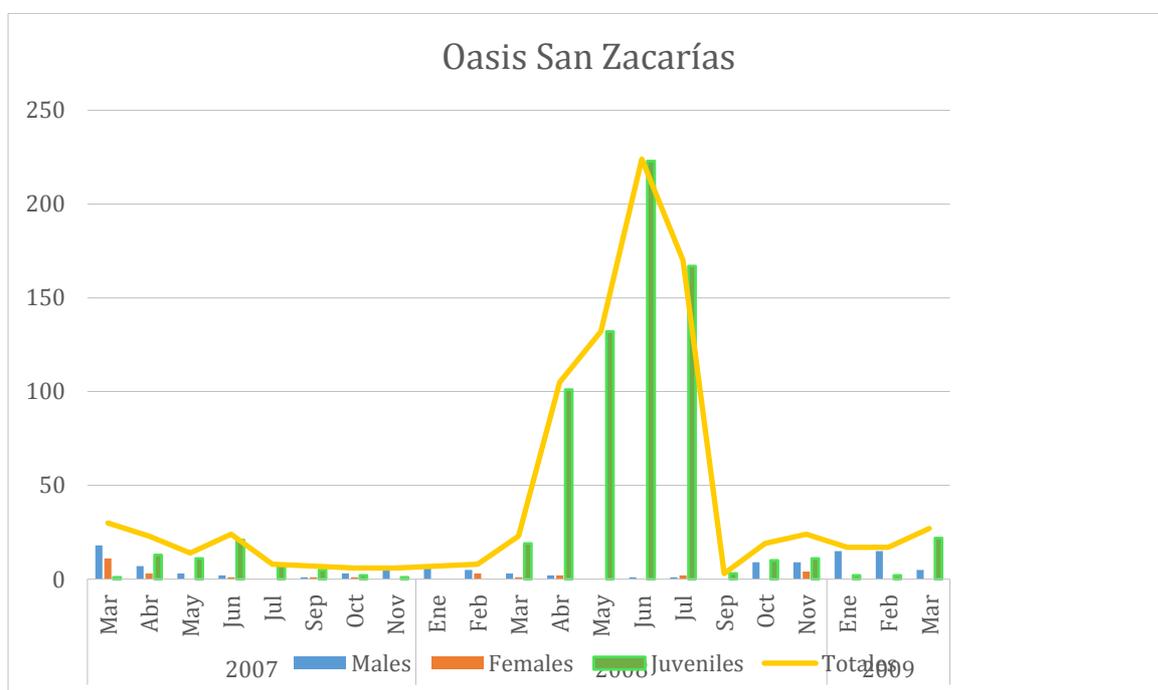
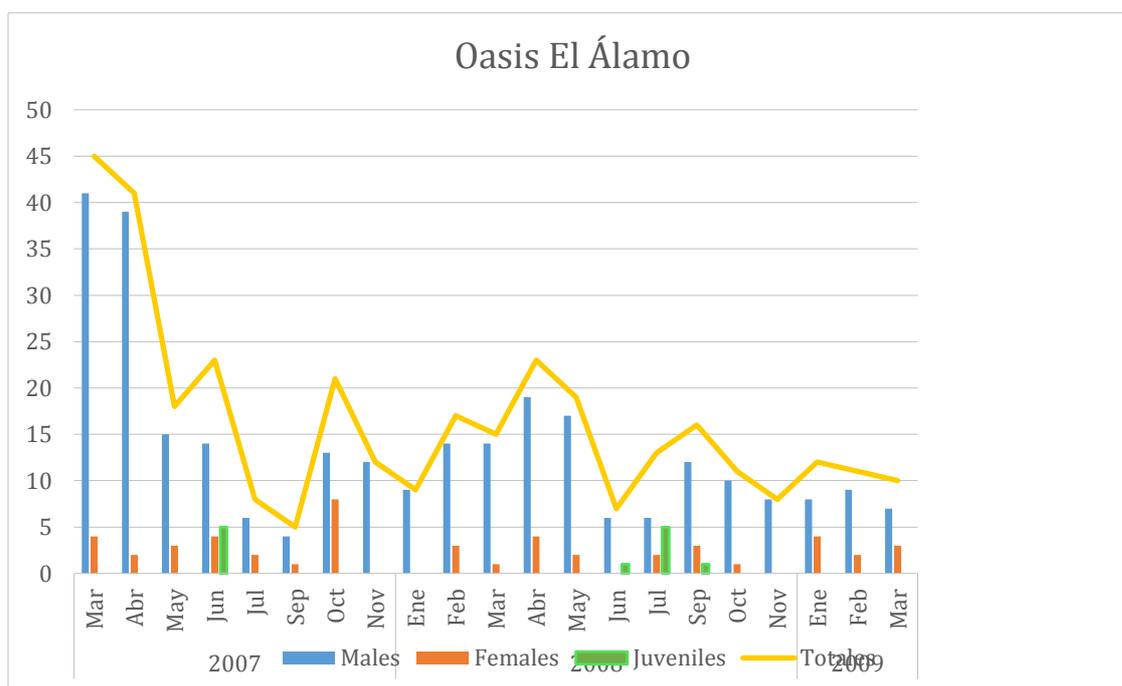


Tabla 29. Conteos de machos, hembras y juveniles de *Pseudacris hypochondriaca curta* en el oasis de El Álamo, BCS, en muestreos mensuales 2007-2009.

		El Álamo			
		Males	Females	Juveniles	Totales
2007	Mar	41	4	0	45
	Abr	39	2	0	41
	May	15	3	0	18
	Jun	14	4	5	23
	Jul	6	2	0	8
	Sep	4	1	0	5
	Oct	13	8	0	21

	Nov	12	0	0	12
2008	Ene	9	0	0	9
	Feb	14	3	0	17
	Mar	14	1	0	15
	Abr	19	4	0	23
	May	17	2	0	19
	Jun	6	0	1	7
	Jul	6	2	5	13
	Sep	12	3	1	16
	Oct	10	1	0	11
	Nov	8	0	0	8
	2009	Ene	8	4	0
Feb		9	2	0	11
Mar		7	3	0	10
		283	49	12	

Figura 24. Tendencias poblacionales en gráfico, oasis El Álamo, BCS, 2007-2009. Se presentan las variaciones de machos, hembras y juveniles, así como de la población total.



Campaña de Educación Ambiental y Difusión.

De acuerdo a la metodología seguida, se hicieron una serie de actividades al inicio del proyecto, siempre tratando de involucrar a la gente local de los oasis y de las zonas aledañas. Se hicieron acciones de difusión y reuniones previas al inicio del programa de erradicación e intermedias, para mostrarles los resultados de lo realizado y los beneficios que les acarrea realizar estas erradicaciones. Por lo anterior, se contrató de manera preferencial y prioritaria a personas de las propias localidades para iniciar el programa de erradicación.

En cuanto a los métodos utilizados, el primero fue realizar pláticas continuas, prácticamente diarias, en las comunidades donde se trabajaba en cada oasis. Como se comentó en los Métodos, la forma de trabajo para la verificación de la eliminación de plantas de la especie exótica por la gente local contratada implicaba un seguimiento y control diario de las actividades que hacían dos técnicos de nuestro grupo. Dado que estas dos personas permanecían con la gente durante 6-8 horas diarias e inclusive dormían en las comunidades, se estableció un programa para que se hablara diariamente con ellos sobre la importancia de la eliminación y erradicación de especies exóticas invasoras, en general, y centrado en la especie que se estaba eliminando, *C. grandiflora*.

La tabla 30 muestra el número de días en que diariamente se les hicieron comentarios de refuerzo. La idea era reforzar la relevancia del trabajo diariamente, con comentarios breves, intentando no cansar ni molestar a la gente. Se les hablaba de los problemas de estas especies y de otras exóticas invasoras, señalando la relevancia de los oasis y la importancia de mantenerlos como sistemas sanos. De esta manera, se les dieron comentarios diarios por 119 días en el oasis de San Pedro de la Presa, 45 días en La Soledad, 33 días en El Pilar, 24 días en San Hilario, 54 días en El Chorro-Agua Caliente, 54 días en Santiago y 10 días en Los Comondú (Tabla 28).

Tabla 30. Número de días en que se realizaron campañas de concientización en las comunidades durante el trabajo diario en cada uno de los oasis. Estos comentarios de refuerzo diario los hizo el personal técnico contratado por el CIBNOR. Las fechas específicas en que ocurrieron cada una de estas actividades se da en el Apéndice 1.

Actividades	San Pedro de la Presa			La Soledad			El Pilar			El Chorro - Agua Caliente			Santiago			Los Comondú			San Hilario		
	2013	2014	2015	2013	2014	2015	2013	2014	2015	2013	2014	2015	2013	2014	2015	2013	2014	2015	2013	2014	2015
Presentación	1	-	2	1	-	-	1	-	-	1	1	-	1	1	-	1	-	-	1	-	2
Reuniones informativas	27	5	10	10	4	7	11	5	4	6	8	5	6	8	5	3	-	-	9	3	6
Reforzamiento -supervisión	119	-	-	45	-	-	33	-	-	18	35	-	18	35	-	10	-	-	24	-	-

Se puede observar el número de días dedicados a dar pláticas semanales o reuniones informativas eran dadas a la gente local que trabajaba en el proyecto, pláticas que

eran dadas por el coordinador del proyecto; el objetivo de estas pláticas semanales era hacer un recuento y recopilación de los avances del proyecto y de las problemáticas surgidas. Estas pláticas intentaban entonces reforzar y confirmar lo dicho durante la semana de trabajo, además de hacerles ver los resultados de su participación en términos de eliminación de la planta. Se les dieron reuniones informativas semanales por 42 veces en el oasis de San Pedro de la Presa, 21 veces en La Soledad, 20 veces en El Pilar, 18 veces en San Hilario, 19 veces en El Chorro-Agua Caliente, 19 veces en Santiago y 3 veces en Los Comondú (Tabla 30).

Finalmente, se dieron presentaciones más espaciadas para ofrecer un resumen de los avances después de varios meses de iniciado el trabajo. Estas presentaciones eran más formales ya que se usaban materiales de apoyo audiovisual y es mostraban los avances con videos, fotos, posters y presentaciones powerpoint. Se invitaba a toda la comunidad, incluidos los familiares y amigos de la gente local que trabajaba en el proyecto. Se hablaba de la relevancia del proyecto y de los logros alcanzados por la participación de la gente local. En la Tabla 30 se denota el número de presentaciones de este tipo que eran dadas por el coordinador del proyecto (RRE). Se les dieron 3 presentaciones de este tipo en el oasis de San Pedro de la Presa, 1 en La Soledad, 1 en El Pilar, 3 en San Hilario, 2 en El Chorro-Agua Caliente, 2 en Santiago y 1 vez en Los Comondú (Tabla 30).

En la Tabla 31 se muestra el número de gentes a las que iba dirigida cada una de las acciones de estas actividades consideradas de educación ambiental y difusión en los oasis trabajados. Con esta tabla se puede visualizar la cantidad de gente que estuvo siendo influenciada durante 2012-2015 por este proyecto.

Tabla 31. Número de personas asistentes durante las actividades de concientización en las comunidades de los oasis considerando cada evento.

Oasis	Presentaciones formales	Reuniones informativas semanales	Reforzamiento durante supervisión, diario
San Pedro de la Presa	35	10	10
La Soledad	50	10	10
El Pilar	15	10	10
San Hilario	15	10	10
Los Comondú	20	20	20
El Chorro-Agua Caliente	15	10	10
Santiago	16	10	10

Puntos que fueron tratados en las presentaciones formales:

1. Definición de especie exótica
2. Definición de especie exótica invasora
3. Especies exóticas invasoras en los oasis, en particular centrándose en *Cryptostegia grandiflora* y *Lithobates catesbeianus*
4. Efectos de las especies exóticas invasoras en general
5. Efectos potenciales de las EEI en los oasis de BCS
6. Efectos de las EEI en los intereses de la gente de cada oasis, economía, servicios ambientales
7. Formas de manejo de las EEI
8. Formas de manejo de las EEI planeadas para los oasis de BCS
9. Relevancia de eliminar, controlar y erradicar a las EEI en los oasis
10. Tiempos estimados para trabajar en los oasis, escala de trabajo (<1 km, > 1km)
11. Técnicas que utilizaríamos para eliminar, controlar e intentar la erradicación de las EEI *Cryptostegia grandiflora* y *Lithobates catesbeianus*
12. Contratos a la gente, involucramiento
13. Plan de trabajo. Alcances, objetivos

Los puntos eran tratados eventualmente en las reuniones semanales y en los comentarios diarios que tenían hacia la gente durante la supervisión del trabajo.

Costos del trabajo de eliminación, control y erradicación de especies exóticas invasoras en oasis de BCS

Se presenta un análisis de los costos y esfuerzo para la erradicación de dos especies exóticas invasoras, pero en particular para la planta exótica invasora en los oasis de Baja California Sur (Tabla 32).

Este costeo se hizo en función de los gastos de transportación al sitio, los gastos de contratación y viáticos (para 2 técnicos de campo por oasis en promedio), durante el seguimiento del trabajo de las cuadrillas de gente local; así como el pago por trabajo de las cuadrillas considerando las semanas trabajadas por año por cada oasis, y relacionado al número de hectáreas eliminadas, e incluyendo los costos de la evaluación de los sitios o áreas totales (información tomada de la Tabla 6). La contratación de los técnicos académicos fue importante porque daban seguimiento a las acciones de eliminación y control de las especies exóticas invasoras, y registraban la información de acuerdo a los programas de trabajo. Asimismo, hacían una labor de reforzamiento diario de la importancia de hacer este tipo de trabajo con la gente local contratada, en la estrategia de educación ambiental.

Tabla 32. Gastos generales realizados por oasis en relación al tiempo trabajado en cada uno de ellos. Se separan por rubros de honorarios, pago de trabajadores, gastos de gasolina y viáticos. Notar que los gastos superan lo que se recibió por parte de la CONABIO para realizar este proyecto; la diferencia salió de otro proyecto apoyado por el gobierno del estado de BCS.

Oasis	Concepto	2013	2014	2015
San Pedro de la Presa	Honorarios	39470.623	0	5220
	Pago a trabajadores	181300 ¹	0	51000 ¹
	Gastos por comprobar (gasolina)	6368.612 ²	0	9972.909
	Viáticos	7242.987	0	6524.054
La Soledad	Honorarios	31512.482	15080	5220
	Pago a trabajadores	75600 ¹	14000	25500 ¹
	Gastos por comprobar (gasolina)	2274.504 ²	3091.602	5983.745
	Viáticos	2586.781	2022.457	3914.4329
El Pilar	Honorarios	7878.12	0	5220
	Pago a trabajadores	65800 ¹	0	1600 ¹
	Gastos por comprobar (gasolina)	2729.405 ²	0	1994.581
	Viáticos	3104.137	0	1304.81
San Hilario	Honorarios	15716.241	15080	5220
	Pago a trabajadores	29400 ¹	4200	25500 ¹
	Gastos por comprobar (gasolina)	1137.252 ²	4637.403	6981.036

	Viáticos	1293.39	3033.6855	4566.838
Agua Caliente	Honorarios	7878.12	15080	5220
	Pago a trabajadores	39600 ¹	61200	9000 ¹
	Gastos por comprobar (gasolina)	909.801 ²	10820.607	1994.581
	Viáticos	1034.712	7078.5995	1304.81
Santiago	Honorarios	7878.12	15080	5220
	Pago a trabajadores	36000 ¹	64800	13500 ¹
	Gastos por comprobar (gasolina)	909.801 ²	12366.408	3989.163
	Viáticos	1034.712	8089.828	2609.621
Los Comondú	Honorarios	15716.241	0	0
	Pago a trabajadores	21000 ¹	0	0
	Gastos por comprobar (gasolina)	2309.356 ²	0	0
	Viáticos	1552.068	0	0
Total		611250.474	218684	257674.59

¹Parte de pagos a trabajadores se pagó de otro proyecto.

²Parte de gastos por comprobar se pagó de otro proyecto.

En la siguiente tabla se presenta la información de las hectáreas trabajadas donde se eliminó *Cryptostegia grandiflora* y el área total trabajada por oasis, incluyendo las áreas evaluadas donde no se encontró a la planta en manchones durante el diagnóstico (tomada de la Tabla 6). Esta información servirá posteriormente para estimar los costos de erradicación de 1 hectárea de plantas de *Cryptostegia grandiflora*.

Oasis y arroyos asociados	Área de eliminación y erradicación (Ha)	Área total (Ha)
La Soledad-Purificación-Agua Verde	283	605
San Pedro de la Presa	373	1130
San Hilario-Las Pocitas (El Pilar)	115	905
Mulegé	1	930
Los Comondú	162	751
San Javier	-	472
Santiago-Agua Caliente-El Chorro	482	825
TOTAL	1416	5618

El costo de la erradicación se estimó en función de los gastos por rubro para pago de personas por semana y por día (dependiendo de si son pagos por honorarios de

técnicos y de trabajadores; o viáticos). Se indica el costo por la eliminación y control (hasta erradicación en donde fue posible) y para el total de hectáreas, tanto para el área considerada en que se eliminaron las plantas como para el total del área recorrida en las evaluaciones para ubicar los manchones y plantas individuales (Tabla 33). En la tabla 34 se indican los costos considerando 1 hectárea eliminada y controlada a lo largo de los tiempos que se indican como trabajados (en semanas). En la tabla 34 se muestran los costos para eliminar 1 hectárea considerando el área total muestreada, en la que se hizo el diagnóstico para ubicar toda planta y manchón existente en las zonas donde se trabajó en los oasis.

Tabla 33. Costos por hectáreas totales evaluadas y donde se realizó la eliminación de *Cryptostegia grandiflora* por oasis, BCS.

Oasis	Categoría	Pago por	Costos por área donde se hizo eliminación y erradicación directa (Ha)	Costos por área total (Ha) evaluada y trabajada
San Pedro de la Presa	Honorarios	893.812*	14751.86	44690.623
	Pago a trabajadores	766.667*	76679.557	232300
	Gastos por comprobar ^a	68.089**	5394.148	16341.521
	Viáticos	57.362**	4544.342	13767.042
La Soledad	Honorarios	1177.556*	24236.252	51812.482
	Pago a trabajadores	772.483*	53840.165	115100
	Gastos por comprobar ^a	82.245**	5309.104	11349.852
	Viáticos	61.765**	3987.105	8523.671
San Hilario-Las Pocitas (El Pilar)	Honorarios	1002.334*	6241.051	49114.361
	Pago a trabajadores	832.236*	16074.585	126500
	Gastos por comprobar ^a	103.43**	2221.174	17479.679
	Viáticos	65.202**	1690.419	13302.862
Los Comondú	Honorarios	2619.373*	3390.188	15716.241
	Pago a trabajadores	700*	4529.96	21000
	Gastos por comprobar ^a	192.446**	498.157	2309.356
	Viáticos	129.339**	334.8004377	1552.068
Santiago	Honorarios	1174.088*	13429.572	28178.12
	Pago a trabajadores	900*	52330.212	109800
	Gastos por comprobar ^a	189.729**	8228.603	17265.373
	Viáticos	128.946**	5592.451867	11734.1624
Agua Caliente-El Chorro	Honorarios	1565.451*	20478.747	28178.12
	Pago a trabajadores	900*	83068.732	114300
	Gastos por comprobar ^a	173.734**	9974.782	13724.99
	Viáticos	119.216**	6844.72	9418.122
Total		14675.503	423670.6873	1073458.645

^aCorresponde a gastos de gasolina

*Corresponde a pago por persona/semana

**Corresponde pago por día/persona

Tabla 34. Costos por 1 hectárea por rubro donde se hizo la eliminación y donde se hizo la evaluación total de *Cryptostegia grandiflora* por oasis, BCS.

Oasis	Semanas trabajadas	Categoría	Costo por hectárea de plantas eliminadas directamente	Costo por hectárea del área total (evaluación y eliminación)
San Pedro de la Presa	38	Honorarios	119.814	39.549
		Pago a trabajadores	622.788	205.575
		Gastos por comprobar ^a	43.811	14.461
		Viáticos	36.908	12.183
		Total	823.32	271.76
La Soledad	22	Honorarios	183.0829	85.64
		Pago a trabajadores	406.713	190.247
		Gastos por comprobar ^a	40.105	18.76
		Viáticos	30.118	14.089
		Total	660.01	308.73
San Hilario- Las Pocitas (El Pilar)	29	Honorarios	427.081	54.27
		Pago a trabajadores	1100	139.779
		Gastos por comprobar ^a	151.997	19.314
		Viáticos	115.677	12.175
		Total	1794.755	225.538
Los Comondú	2	Honorarios	97.013	20.927
		Pago a trabajadores	129.629	27.962
		Gastos por comprobar ^a	55.35	3.075
		Viáticos	37.2	2.066
		Total	319.19	54.03
Santiago	16	Honorarios	125.795	59.953
		Pago a trabajadores	490.178	233.617
		Gastos por comprobar ^a	77.077	36.734
		Viáticos	52.384	24.966
		Total	745.43	355.27
Agua Caliente- El Chorro	14	Honorarios	109.217	79.374
		Pago a trabajadores	443.023	321.971
		Gastos por comprobar ^a	53.197	38.662
		Viáticos	36.504	26.529
		Total	641.94	466.53
Total			4984.672	1681.878

^aCorresponde a gastos de gasolina

Los costos variaron entre \$319 a \$1017 pesos mexicanos por hectárea eliminada, considerando solo las hectáreas donde existía la planta. En tanto, si incluimos los costos por evaluación de toda el área trabajada, considerando los recorridos de zonas donde no había presencia de la planta o manchones, los costos se reducen, oscilando entre \$54 y \$466 pesos. Pero debido a que el área trabajada se incrementa en este segundo caso (ver Tabla 6), con lo que cambian los tiempos dedicados al trabajo, los costos para trabajar esas áreas se incrementan de manera proporcional, con lo cual los costos por eliminación de hectárea resultan ser prácticamente los mismos.

Por ejemplo, para San Pedro de la Presa, el costo por 1 hectárea donde se encuentran los manchones de *Cryptostegia grandiflora* fue de \$823.32. Lo cual quiere decir que para eliminar las 373 hectáreas que al final del proyecto se eliminaron, el costo sería de aproximadamente \$307,000.00. De la misma manera, para los costos considerando toda el área global, sería de \$271.76. Habiendo trabajado en 1130 hectáreas, el costo final para trabajar esas hectáreas para la eliminación sería del mismo monto.

Es importante considerar para los costeos que se hagan a futuro, que el Centro proporcionó los vehículos por lo que en estos gastos no se incluye renta de vehículo alguno.

Protocolos para la eliminación, control y erradicación de especies exóticas invasoras en oasis de BCS, *Cryptostegia grandiflora* y *Lithobates catesbeianus*

Se presentan los protocolos las dos especies exóticas invasoras principales del proyecto. En particular, se desarrolla con un mayor detalle el protocolo para *Cryptostegia grandiflora*. Se presenta también una propuesta de protocolo para la eliminación de la rana toro *Lithobates catesbeianus* en función de lo trabajado, de la problemática para el seguimiento de acciones (ver en Problemáticas) y de lo que indica la literatura. Estos protocolos se adjuntan como Anexo 3.

Problemáticas y soluciones

Problemáticas que surgieron durante el desarrollo del proyecto y la forma de solucionarlas, para las acciones de eliminación y control

Con relación al trabajo en los oasis, se especifica lo realizado en algunos de ellos y lo que finalmente no se hizo en otros por algunas situaciones o problemáticas que se presentaron (aparte del problema generado por los huracanes y tormentas tropicales con las lluvias torrenciales).

1. Oasis San Ignacio: Aunque se había hablado con la gente, desde el inicio había cierta probabilidad de tener problemas para trabajar en este oasis de San Ignacio para eliminar a la rana toro debido a dos factores: 1. una situación poco clara de los propietarios en algunas áreas del oasis, y 2. porque en 2013 una empresa inició trámites antes el gobierno para una posible explotación comercial de la rana toro. Por estas situaciones se tuvo que abandonar el trabajo en este oasis.

2. Oasis Mulegé: aunque sí se consideró realizar el trabajo de eliminación y control con la probable erradicación del manto de Cristo (lo que sí se logró), pero no se aseguró que en el tiempo de duración del proyecto se pudiera proceder a una eliminación total de las especies de peces y fauna acuática con miras a su erradicación. Este es un oasis grande y requiere primeramente de la participación de más gente local involucrada así como mayores esfuerzos para el trabajo con fauna acuática exótica, lo cual hubiera incrementado considerablemente los costos. Y como se verá posteriormente en Resultados, la rana toro no se volvió a detectar en este oasis con lo que al no tener a esta especie relevante para el proyecto, dejó de considerarse el oasis de Mulegé para el trabajo de eliminación de la fauna acuática exótica invasora.

3. Oasis San Javier: inicialmente incluimos este oasis dentro de los que se iban a trabajar en el proyecto debido a que tuvimos un reporte sobre la posible presencia de *Lithobates catesbeianus* en este oasis. Ya sabíamos por nuestros registros históricos que

no estaba presente la planta *C. grandiflora* en el oasis, pero quisimos verificar si hubiera llegado en años recientes esta planta, así como verificar si había presencia de la rana toro dentro del oasis. No vimos indicios de la rana toro durante nuestras visitas en el proyecto por lo que probablemente fue un reporte erróneo previo o bien la especie estuvo y se extinguió, porque algunos pobladores conocían el grito de esta especie. Por lo anterior, eliminamos el oasis de San Javier de los análisis porque no presentaron ninguna de las dos especies invasoras. Sin embargo, sí incluimos información sobre las especies de plantas presentes y su composición y dominancia en un transecto de oasis donde *Cryptostegia grandiflora* estaba ausente. Asimismo, en la base de datos presentamos información sobre algunas otras especies invasoras que sí están en el oasis.

4. Por otro lado, es importante mencionar entre las problemáticas, que se presentó cierta reticencia de un par de personas de dos oasis a la potencial erradicación de especies exóticas invasoras acuáticas, como peces e invertebrados acuáticos. Estas dos personas locales de los oasis San Pedro de la Presa y La Soledad, indicaron que no estaban convencidas ya que comentaron que hacían consumo de algunas de estas especies de peces (p.ej. *Tilapia*); no obstante, durante nuestro trabajo no se vio ni consumo ni que las personas pudieran hacer comercio con las especies. Se preguntó a varias gentes de estos oasis si existía consumo de peces o comercio, y la respuesta fue negativa. Entonces, puede ser que sea una situación personal de uso de estas especies por alguien en particular o bien que solo sea una respuesta de desconfianza a lo que planeábamos realizar en los oasis, por estas dos personas con lo que intentaban frenar el proyecto.

5. Con respecto al oasis El Pilar, a pesar de haber tenido inicialmente un éxito en la eliminación y que durante el control se denotaba que podría lograrse un éxito bueno de erradicación, esto no se logró debido a que se presentaron problemas repentinos con uno de los pobladores locales; esta persona inicialmente aceptó se eliminara la planta del oasis, pero posteriormente se negó a que se continuara trabajando en su predio dentro del oasis, y generó problemas y tensiones dentro de la comunidad, por lo que decidimos retirarnos en la fase de monitoreo y control (Figs. 11 y 12). Los demás pobladores locales del oasis se molestaron porque la idea era trabajar dentro del área de <1 km en el oasis para erradicar la planta, y este terreno estaba dentro de esta área del oasis. Lo anterior frenó el trabajo en el oasis, porque no quisimos generar un conflicto entre los pobladores donde quedáramos involucrados. Aunque el Gobierno del Estado de BCS habló con este dueño, no se lograron arreglar las cosas y se detuvo el trabajo en este oasis.

6. También se dieron otras situaciones particulares como en el caso de Santiago, en que se presentó un conflicto con una persona, que simplemente se negó a que se eliminara la planta que había cuidado para que le diera una sombra para su porche. Posteriormente, se logró convencerla aparentemente. En San Pedro de la Presa también se presentó un solo conflicto con una persona que se negó a colaborar para que en su predio se eliminara la planta. En este último caso se pudo solucionar después de pláticas y de involucrar más activamente a esta persona y su familia, con

lo que participaron en el programa y recibieron su paga como trabajadores de la cuadrilla.

7. En Los Comondú, como se explicó anteriormente, no fue posible programar más que unas semanas de trabajo en los oasis debido a problemas logísticos generados por las lluvias de los huracanes, por un incendio importante dentro del oasis y por la falta de disponibilidad de gente local en un tiempo particular. Posteriormente, debido a estos problemas se decidió no continuar el trabajo en este oasis.

Resumiendo, los problemas principales que surgieron y tuvimos que darles una solución fueron los siguientes:

1. Huracanes y tormentas tropicales. Este fue un fuerte problema real, que no fue posible predecir por la frecuencia e intensidad de cada uno de los huracanes en cada uno de los años (2013, 2014, 2015) como se indicó anteriormente. Estos eventos afectaron fuertemente la logística y programación de la investigación y acciones de eliminación y control que debían hacerse. El principal problema generado fue que la frecuencia de estos eventos de lluvia fue alto en 2013, 2014 y 2015, con lo que no se pudieron programar las actividades para observar los efectos que se buscaba evaluar. Se podría pensar que se debieron seguir las poblaciones de las especies nativas y endémicas posterior a la desaparición de la rana toro en los oasis donde esto ocurrió (ver Resultados) con tal de ver el efecto de las demás variables pero ya sin el de la rana toro, pero las variaciones en las corrientes y en la cantidad de agua podrían afectar la mortalidad de las especies endémicas, por lo que tampoco los datos parecerían mostrar una respuesta a la erradicación de la rana toro, al menos no de manera inmediata al año de ocurrir la erradicación. Las lluvias en zonas desérticas y sobre todo cuando son huracanes y tormentas tropicales, son abundantes y cambian la dinámica de los sitios y generan cambios en la abundancia de especies. También conectan sitios de pozas o cuerpos de agua aislados, que se encontraban aislados previamente, como era el caso en los oasis seleccionados en el proyecto. Antes de estos eventos climatológicos, se llevaba una época de sequía de alrededor de 5 años, con lo que muchos de los cuerpos de agua en los arroyos y en los oasis mismos, tenían poca cantidad de agua y estaban aislados, eran intermitentes. Con esto era factible y posible lograr la eliminación y erradicación de especies acuáticas invasoras, pues se podrían controlar las condiciones de manejo en pequeños cuerpos de agua aislados, incluidas las aplicaciones de diversos métodos. Pero con las lluvias, estos cuerpos de agua se conectaron, crecieron y a la vez conectaron a las poblaciones de los cuerpos de agua y los llevaron de un sitio a otro. Esto provocó que inclusive las determinaciones de abundancia y densidad de fauna acuática se dificultaran y generaran un alto grado de error, pues los animales se movían entre sitios y las mediciones se complicaron; por ello se optó en ese momento por hacer evaluaciones cualitativas de las abundancias. Asimismo, y no menos importante, estos eventos catastróficos modifican la logística de los proyectos pues no se puede acceder con la misma facilidad a los sitios y en algunos casos, impiden el paso por un tiempo, indeterminado también, a sitios de interés. Debido a que una vez que se iniciaba con la delimitación de sitios para realizar el trabajo de

evaluación de métodos de eliminación, las lluvias modificaban las condiciones, el trabajo se perdía pues había que hacer nuevas delimitaciones y ubicaciones. Siendo 4 eventos en 2013, no se pudo trabajar de manera adecuada y se decidió proseguir el siguiente año. Lo mismo ocurrió en 2014. Nuestro trabajo se circunscribía a realizar evaluaciones cualitativas y muy localizadas, esperando además que se dieran las condiciones de aislamiento de las poblaciones (pozas) dentro del área de 1 km en el oasis, para ubicar los sitios de trabajo. La situación explicada hizo imposible hacer una calendarización adecuada del programa de trabajo en los oasis con las especies exóticas invasoras acuáticas durante 2013, 2014 e inclusive 2015. No se podía predecir que esto ocurriría ni que fuera a seguir provocando efectos que eran difíciles de muestrear, de medir, no se podían establecer los sitios de trabajo ni ajustar las fechas para tener información adecuada, pues los eventos se repitieron con frecuencia.

Se pudo determinar con lo anterior que el programa de eliminación y erradicación de especies de exóticas invasoras acuáticas debido a la lluvias de los huracanes y tormentas tropicales de 2013, 2014 e inclusive 2015 no tendría éxito ni se podrían implementar las evaluaciones de una manera adecuada. Por lo anterior, se canceló esta parte del proyecto.

2. Fuego. El evento de incendios se dio únicamente en dos de oasis en uno de los años para cada uno, en Los Comondú en 2015 y en Mulegé en 2013, ambos provocados por gente, aparentemente. Lo conveniente ante estos eventos fue reprogramar el trabajo una vez pasados los efectos y limpieza por lo ocasionado en el incendio.

3. Personas individuales, problemáticas. Ante los cambios en las decisiones de gente particular, se optó por platicar con ellos invitándolos a acercarse a trabajar e involucrarse en el proyecto. Se evitó completamente tomar partidos entre los problemas que pudieran ser de índole personal, tal como en realidad fueron en las ocasiones que se describen en la problemática de los oasis señalada arriba. Debido a que en uno de los oasis el predio se encontraba dentro de la zona de <1 km, no se pudo avanzar en este oasis (El Pilar) y no se logró el objetivo de la eliminación total y erradicación. El oasis de San Ignacio se eliminó como posible sitio de trabajo por una situación de incertidumbre en los permisos para trabajar.

4. Se tiene un mejor diagnóstico de la presencia de especies en oasis como San Javier y Mulegé después del trabajo realizado allí.

Ventajas y desventajas de la aplicación o no de los métodos propuestos para la eliminación, control y erradicación de especies exóticas en este proyecto

En particular, nos referiremos a los métodos utilizados para la eliminación y control con fines de erradicación de la especie de planta exótica invasora, *Cryptostegia grandiflora*, ya que fue la especie para la que se pudo desarrollar mejor el programa de erradicación en los oasis de BCS.

Desde un inicio habíamos planteado utilizar el método manual de extracción de plantas y raíces, así como el uso de herbicidas específicos para este tipo de plantas, porque se ha demostrado en otras regiones que es útil para la eliminación y control de esta planta. Asimismo, se había contemplado el uso de fuego para controlar y bajar el vigor de las plantas de *Cryptostegia grandiflora* (pues el fuego puede matar las semillas de la superficie, plántulas y adultos con un éxito elevado), de manera integral tal como han hecho en grandes extensiones en Australia (Mackey *et al.* 1996; Moor y CRC 2003; NRW 2006).

En los oasis de BCS se decidió al final no utilizar los herbicidas debido a que aunque podrían ayudar a controlar el desarrollo de la planta e inclusive matarla, consideramos que tomar la decisión de no usar herbicida fue importante básicamente porque la mayoría de las plantas a las que se dejó un tocón (porque era difícil sacarlas manualmente), estaban ubicadas en los cauces de arroyos y cerca de cuerpos de agua. De haberse aplicado herbicida de manera generalizada, hubiera generado una mala percepción del proyecto en la gente local, aunque el químico hubiese tenido un corto efecto en el sistema y se hubiera buscado usar herbicidas de degradación rápida. Era importante no provocar rechazo en la gente en cuanto a los métodos a utilizarse, y el uso de herbicida era conflictivo. Por otro lado, el uso de herbicidas en sistemas biológicos frágiles debe ser completamente necesario y justificado, debido a que se puede afectar a especies o procesos biológicos presentes solo en los oasis. Ello no debe suceder.

El fuego, que es otro método que podía usarse se aplicó solo en 2 oasis (San Pedro de la Presa, La Soledad), y en áreas muy localizadas, particulares y restringidas fuera del oasis mismo, por lo que puede considerarse como insignificante su uso. Aunque se ha probado que el fuego ayuda a eliminar a *C. grandiflora* en otras regiones (como Australia), en realidad solo se usa para controlarla y en zonas donde no hay gente. Para el caso de los oasis, no se puede usar fuego sin un riesgo de generar un incendio porque las hojas de las palmas *Washingtonia robusta* y de la palma datilera *Phoenix dactylifera* y probablemente otras plantas de huertos, son muy flamables y rápidamente expanden un fuego si no se tiene cuidado. Aunque se pudo controlar el uso del fuego, se decidió no aplicar este método para evitar cualquier error del manejo y se produjera un fuego, o bien evitar la percepción de que podríamos generarlo.

Asimismo, debido a que no usamos en realidad el herbicida como actividad complementaria al método mecánico evitamos riesgos al sistema y a la diversidad biológica asociada. La eliminación se hizo toda prácticamente por el método manual de extracción. La quema controlada se hizo como se comentó para algunos pocos tocones y plantas en general, solo cuando no había otra opción y se requería.

Por lo anterior, se buscó que todas las plantas fueran extraídas manualmente y así se trabajó en todos los oasis durante el tiempo del proyecto. El método y diseño de las actividades de este proyecto consideraron las condiciones ambientales de los oasis, el cual se caracteriza por ser un ecosistema frágil, por lo que los métodos de control como el fuego y el uso de químicos se restringieron con el fin de disminuir el riesgo de incendios o la contaminación del suelo y agua de estos sitios. Asimismo, se consideró la situación del entorno social de estas poblaciones, por lo que parte del mismo proyecto incluye la participación sustantiva de los habitantes en cada localidad. Fue una ventaja mostrarles a los pobladores que era importante no meter herbicidas en los oasis donde ellos tienen sus huertos y usan el agua directamente de los pozos.

Una desventaja de no usar los herbicidas es que el control parece ser más costoso porque se requiere más tiempo para sacar las plantas y sus raíces y hay riesgos de que algunas raíces y tocones queden vivos y rebroten posteriormente cuando se den condiciones del ambiente para ello. Pero por otro lado, una vez logrado el eliminar las plantas manualmente, en un plazo de 2-3 años se pueden eliminar y erradicar grandes extensiones de terreno en los oasis y arroyos asociados, pudiendo hacer una erradicación a grandes escalas.

DISCUSION

Los programas de erradicación de especies son siempre costosos y complicados por distintas razones. Los costos pueden ser millonarios para un país con el fin de controlarlas y erradicarlas de los nuevos sitios que colonizaron (Mackey *et al.* 1996; Tomley y Evans 2004; Pimentel *et al.* 2000, 2005; Shine 2015). Como se comentó, las especies exóticas pueden provocar la pérdida de servicios ambientales de los ecosistemas y pueden dañar los sistemas productivos de una región. ¿Cuáles podrían ser servicios ambientales que se han perdido o podrían perder con las dos especies exóticas invasoras en los oasis de BCS? Según nuestras entrevistas previas en 2012 con la gente local (datos que no son parte de este proyecto pero que ayudaron a entender la visión de la gente con respecto al problema), los más importantes tienen que ver con la calidad del agua, con el acceso a la misma y con el uso que podrían darle a la tierra en sitios donde anteriormente realizaban cultivos y que fueron invadidos por las especies exóticas invasoras. En cuanto a la calidad del agua, se refiere a la rana toro *Lithobates catesbeianus* y la tilapia *Tilapia zillii*, especies que tienden a enturbiar el agua y que podrían incluso llevar algunas enfermedades, y que para la gente no parecen ser importantes pues no las consumen ni las usan (Faeh *et al.* 1998). El acceso al agua y a los sitios que han sido muy invadidos se refieren más al manto de cristal *Cryptostegia grandiflora*, especie que además es tóxica para el ganado que cuando llega a comerla, muere (Agrawal y Konno 2009; Sangle *et al.* 2015). Pero uno de los servicios ambientales que es el de la biodiversidad por sí misma, por lo que contiene y sus potencialidades de uso así como para mantener sistemas biológicos sanos, se ve afectada. La rana toro reduce las poblaciones de fauna por depredación y por transmisión de enfermedades (Garner *et al.* 2006; Luja y Rodríguez-Estrella 2010a), mientras que *Cryptostegia grandiflora* desplaza a distintas especies de plantas de los sitios donde coloniza e invade, y es aparentemente menos usada por especies distintas de vertebrados e invertebrados en los oasis.

En diversos intentos de control y erradicación que se han hecho con especies exóticas, el éxito depende por una parte de la distribución que tenga la especie en los sitios invadidos, de los requerimientos ecológicos que requiera para colonizar y expandirse (Bashkin *et al.* 2003; Abella *et al.* 2012), de su biología, de la competencia con otras especies (Flory y Clay 2010), por otra parte de lo que las normatividades permiten y de las actitudes de la gente (Ward y Mervosh 2012; Keller *et al.* 2015), y también de manera relevante de los métodos y costos que conlleve la erradicación y el control (Flory y Clay 2009) y del éxito de la restauración (Flory 2010), entre otros factores. Para el caso de *Cryptostegia grandiflora*, con el método de extracción manual tuvimos resultados que consideramos excelentes. Prácticamente no utilizamos el fuego ni tampoco químicos para el control y eliminación. Consideramos que el manual es el mejor método de extracción de plantas y plántulas, pero que debe mantenerse un programa continuo en el tiempo por más de 3 años por cada sitio. Según el análisis mostrado en las siguientes tablas, el método que menos problemas de contaminación, menos efectos negativos en la biodiversidad, menos costoso y mejor percepción por la gente local y el público en general, para los oasis de BCS, es el manual.

Evaluación de métodos, ventajas y desventajas:

Método	Ventajas	Desventajas
Manual	Control directo de las acciones en la eliminación	Pueden quedar raíces que no pudieran sacarse en las primeras ocasiones
	No contamina	No se ataca el banco de semillas
	No afecta la biodiversidad	Se pueden obviar o no detectar las plántulas
	Hay una percepción positiva de los pobladores, de la gente local y del público en general	No abarca grandes extensiones en cortos tiempos
		Se incrementan los costos del programa, porque se incrementan los tiempos de control (las visitas)

Método	Ventajas	Desventajas
Fuego	Quema que produce mortalidad de semillas y plántulas	Afecta a la biodiversidad, no es selectivo; los oasis tienen una biodiversidad muy característica con fauna nativa propia, así como un alto número de endemismos. Es un sistema biológico frágil
	Afecta el establecimiento de las plántulas	El fuego puede escaparse y producir incendios, sobre todo en los oasis
	Destruye los frutos, donde van los propágulos, semillas	El suelo y sitios que se quemaron no pueden ser utilizados por varios meses después del incendio
	Puede matar alrededor del 30-70% de las plantas donde se aplica	Se incrementan los costos del programa por el gasto en combustible
	Puede abarcar grandes extensiones en cortos tiempos	Hay una percepción negativa de los pobladores, de la gente local y del público en general
	Disminuye los costos del programa, al reducir los tiempos de control	

Método	Ventajas	Desventajas
Herbicidas (químicos)	Incrementa la mortalidad de plantas y plántulas hasta un 90-95%	Puede contaminar el agua y el suelo
	Elimina rebrotes	Puede eliminar otras plantas que no se deseaba eliminar, pues siempre en las aplicaciones de aspersión, y sobre todo si es aérea, no es selectivo
	Podría afectar viabilidad de semillas	Afecta a la biodiversidad; en oasis esto es particularmente negativo por lo reducido en extensión de estos ambientes, por sus endemismos, y por el funcionamiento que tienen. Son sistemas frágiles
	Se puede aplicar en grandes extensiones de terreno	Requiere en varios casos de agua o lluvia para ser efectivo
	Disminuye los tiempos del proyecto al disminuir los tiempos del control	Los costos por hectárea se incrementan por los elevados costos de los herbicidas y su aplicación
		Hay una percepción negativa de los pobladores, de la gente local y del público en general, en particular en oasis porque la gente depende de estos sitios para sus actividades diarias, y requieren agua y sitios no contaminados.

Surgieron algunos problemas que influyeron en el programa de erradicación de esta especie, que no estaban previstos por lo que la literatura indicaba sobre ella. Pero los mismos fueron resueltos durante el desarrollo del proyecto. El primero es que se tenía un tiempo de sobrevivencia de las semillas reportado como de máximo 6-8 meses en el banco de semillas (Grice 1996; Grice *et al.* 2000). Según nuestros registros, aparentemente las semillas pueden sobrevivir en los arroyos y oasis de BCS hasta por 18 meses, germinando si tienen las condiciones de humedad y suelo. En sitios donde fueron eliminadas las plantas durante 2 años (sitios fuera del oasis, sobre los arroyos) repentinamente germinaban plántulas en gran cantidad. Según mostraron

los resultados, después del análisis detallado de las plántulas y plantas nuevas que se eliminaban durante cada una de las revisiones post-eliminación por cada oasis, se vio un patrón distinto en función a la distancia del centro del oasis. En el área de <1 km, el número decreció hasta que en varios monitoreos del control no se registraron ni plántulas ni rebrotes. En el área >1 km por el contrario aunque el número presenta una tendencia decreciente, todavía no se llega a la eliminación y erradicación total de *Cryptostegia grandiflora* en estas zonas. Lo que supusimos en el campo ante el hecho de que esto estaba sucediendo después del tiempo que se había reportado para sobrevivencia de las semillas es 1. que el tiempo de sobrevivencia de las semillas es mayor al que se tenía registrado; 2. las semillas podían viajar por el viento decenas de kilómetros; esto último no parece factible porque aunque su dispersión es anemófila, el peso de la semilla (10 mg) no le permitiría viajar distancias tan grandes a partir de que el fruto se abre; y 3. las semillas podrían ser dispersadas por el agua durante los eventos ciclónicos, en que los arroyos transportan grandes volúmenes de agua. Estas suposiciones deberían probarse adecuadamente en algún momento.

Lo importante independientemente de lo comentado, es que el método mecánico que hemos utilizado ha sido efectivo. Uno de los aspectos importantes que influyeron en el éxito de este proyecto fue que se decidió hacer el trabajo de control y eliminación a lo largo de arroyos asociados al oasis, trabajando hacia fuera de éste hasta 30 kilómetros. Ello permitió que no hubiera más permanencia de fuentes generadoras de semillas (frutos) a grandes distancias alrededor del oasis, con lo que el proceso de erradicación se facilita.

Consideramos también que el método que usamos involucrando a la gente local ha sido exitoso, contrastando con lo reportado en otros sistemas, sobre todo en Australia, donde los métodos manuales, de uso de fuego y químicos han tenido un éxito relativo, sobre todo para el control (Grice 1997; Tomley y Evans 2004; Radford *et al.* 2008; Pratt *et al.* 2013). No se vislumbra para Australia que pueda erradicarse este problema con la especie invasora en el mediano plazo (Mackey *et al.* 1996). En los oasis y arroyos de Baja California Sur, esto sí es factible.

Por otro lado, el número de taxa colonizadoras parece ser alto para el conjunto de oasis trabajados (hasta 200), pero el número de especies relevantes por representar cierta abundancia relativa (más del 3% de los registros), es bajo, de 8 especies. De éstas, 2 son especies exóticas, una invasora (*Cryptostegia grandiflora*). Asimismo, las especies pioneras exitosas no son muchas y su sobrevivencia parece ser corta. Esto es típico de zonas desérticas, donde la mortalidad de plántulas y semillas es baja por las condiciones ambientales. También indica que *C. grandiflora* es pionera y además colonizadora, con lo que se confirma su éxito en estas zonas de oasis y arroyos. De aquí lo complicado de su erradicación. Por otro lado, encontramos que más especies de fauna de vertebrados utilizan para distintas actividades las plantas de *C. grandiflora* por lo que parece tener más aceptación que en otros sistemas de otros países (Valentine *et al.* 2007).

Comparativamente con otros países donde se han aplicado métodos de eliminación y control o se han hecho los análisis de costo de dichos programas para *Cryptostegia grandiflora*, como en Australia y las islas Galápagos, los costos en estos países son mucho más elevados que lo que nosotros gastamos por hectárea eliminada, controlada y hasta erradicada en los oasis (dentro del área de <1 km). Para Australia los costos por hectárea son estimados en \$300-400 dls. (Vitelli 1995), mientras que para las Galápagos se estima en \$370-650 US dls. (Gardener *et al.* 2010; Buddenhagen y Tye 2015). En ambos casos, solo se trató de realizar un control de las plantas, y se señala en las Galápagos que el control fue fallido. En términos comparativos, los costos hechos hasta la fecha en los oasis de BCS son muy inferiores, pues se estimaron entre \$21 a 68 US dls. dependiendo del oasis (al momento de las estimaciones se consideró que 1 US dólar en promedio eran \$15.00 pesos). Por lo anterior, consideramos que el proyecto ha tenido un buen éxito y desempeño en su objetivo de erradicar a *Cryptostegia grandiflora* de los oasis de BCS.

Con relación a la rana toro *Lithobates catesbeianus*, las acciones de erradicación fueron exitosas pero básicamente porque los huracanes o una maladaptación de la especie invasora a estos ambientes, han provocado que las poblaciones de la mayor parte de los oasis haya desaparecido, que se hayan erradicado. Las poblaciones conocidas de esta especie con anterioridad han desaparecido aparentemente por eventos estocásticos ambientales (como huracanes, tormentas tropicales, lluvias torrenciales), y por el manejo de la gente a los oasis. En los oasis El Sauzal y San Joaquín continuamos eliminando renacuajos y adultos, pero no se pudo realizar hasta eliminación total por falta de tiempo después de que los huracanes modificaron la agenda de trabajo. La ausencia recurrente (2010 a 2014) de rana toro en los oasis monitoreados donde se pensaba trabajar para eliminar, controlar y erradicar, sugiere que es muy posible que la especie no haya sido capaz de subsistir a las condiciones estocásticas de oasis y arroyos en donde había sido introducida. En 2010 se registró que en el arroyo Santa Rita, algunos ejemplares de la rana toro murieron producto de lluvias torrenciales asociadas a tormentas tropicales (Luja y Rodríguez-Estrella 2010b). Estas ranas, al no contar con la respuesta adaptativa a estos pulsos de agua, no cuentan con estrategias conductuales o fisiológicas y mueren al exponerse a las grandes avenidas de agua. Esto es lo que pudo haber sucedido con los individuos de El Chorro, Santa Rita, Sol de Mayo, Mulegé y San José de Magdalena. Consideramos que estos sitios se encuentran libres de la especie aunque se sugiere seguir monitoreando. En el Oasis Santiago, la situación actual es que no hay agua en los sitios en donde se registraba rana toro en el pasado *Lithobates catesbeianus*, y no se ha escuchado a esta especie cantar durante las visitas para muestreo en el oasis. La causa principal es que se han destinado las tierras del oasis para agricultura y el agua ha sido canalizada dejando a las ranas toro sin hábitat adecuado.

Consideremos que nuestro método de eliminar juveniles y adultos mediante técnicas manuales ha sido adecuado y exitoso, habiendo sido igual exitoso en otros sitios donde se ha establecido como EEI y donde la han intentado erradicar (Govindarajulu *et al.* 2005; Dejean 2008; Tanadini y Schmidt 2011). Se requiere un programa de mediano plazo para erradicar las poblaciones de los oasis restantes,

sobre todo para los pequeños (San Joaquín, El Sauzal). El oasis San Ignacio requerirá seguramente de mayor tiempo y esfuerzo por ser un oasis grande.

Consideramos que por la cantidad de gente que recibió la información sobre el problema de las especies exóticas invasoras en los oasis y la urgencia de eliminarlas y erradicarlas de los oasis de BCS, sitios donde ellos viven, y en función de su involucramiento y por el trabajo que han realizado directamente en el campo (con costos por hectárea entre 6 y 15 veces más bajos que en otros países), el programa de educación ambiental y difusión fue un éxito. No se ha medido a través de otras acciones o entrevistas, por lo que no se tiene otro indicador del éxito del programa, pero si lo medimos en términos de los resultados directos de la eliminación, control y erradicación y los costos, lo consideramos un proyecto exitoso. Falta más tiempo de trabajo en los oasis y pasar a eliminar, controlar y erradicar a especies exóticas invasoras acuáticas de los oasis, para determinar que se ha logrado tener un proyecto con logros que beneficien a la biodiversidad, a la gente y a los oasis mismos.

Finalmente, se requiere un programa de acciones de prevención y restauración ecológica. Asimismo, se requiere de otro fuerte y creativo programa de educación ambiental para que más público diverso participe y apoye para que a largo plazo se mantenga una erradicación. Como se indicó, la erradicación de las especies invasoras depende de la interrelación de factores biológicos, operativos, socio-políticos y económicos (Simberloff *et al.* 2005; Cacho *et al.* 2006; Gardener *et al.* 2010).

CONCLUSIONES

1. Se ha cumplido satisfactoriamente con la eliminación de *Cryptostegia grandiflora* de acuerdo a lo programado, y sobrepasando con mucho lo comprometido. Es posible considerar a partir de los resultados que se han eliminado el 100% las plántulas y plantas en el área comprometida de <1 km de los oasis de San Pedro de la Presa, La Soledad, San Hilario, Agua Caliente-El Chorro, Santiago y Mulegé, por lo que se puede decir que se logró la erradicación de esta especie de planta invasora dados los tiempos transcurridos a partir de la ocurrencia de "0" plántulas y plantas en las visitas, así como en la curva acumulada de plantas eliminadas durante el total de visitas dentro del área <1 km.
2. Los oasis de El Pilar y Los Comondú tuvieron un menor éxito en el programa. En El Pilar básicamente se debió a la negativa de una persona que impidió que siguiéramos con el trabajo en el oasis. En Los Comondú se debió a problemas logísticos y de problemas en la disponibilidad de gente en las fechas en que se había programado el trabajo en el campo. Tenían que atender sus trabajos en sus propiedades o bien tenían que atender otros programas de apoyos que les dieron.
3. El área total estimada donde se trabajó en la eliminación, control y erradicación fue de 1416 hectáreas. La densidad de plantas de manto de cristo osciló entre oasis de 82 a 411 individuos/hectárea. Las plantas y plántulas finalmente extraídas osciló entre oasis entre 2,400 a 75,700, para un total final de 297,000 al final del proyecto.
4. De los taxa identificados, las plantas que más aparecieron en las colonizaciones fueron *Washingtonia robusta*, *Prosopis* spp. (pudiendo ser *Prosopis glandulosa* y *P. palmeri*), *Cryptostegia grandiflora*, *Amaranthus* spp., *Datura* spp., y *Phoenix dactylifera* y una Poaceae.
5. Dos especies exóticas son colonizadoras importantes, una de ellas la exótica invasora *C. grandiflora* y la otra es *Phoenix dactylifera*. Pero la especie colonizadora más importante fue la especie nativa *Washingtonia robusta*.
6. La mayoría, 189 taxa (91% del total) tienen menos del 1% de las plantas cuantificadas durante el proceso.
7. El número de especies o taxa que colonizaron las zonas donde se eliminó a la planta exótica invasora fue mayor para aquellas zonas de oasis y arroyos ubicados en la sierras (San Pedro de la Sierra, La Soledad), mientras que en los oasis y arroyos de las partes bajas fue mucho menor (San Hilario, El Pilar). Estos dos oasis son mucho más pequeños que los de las sierras.
8. Entre las especies pioneras, *Washingtonia robusta* y *Prosopis* spp. fueron las más importantes entre las especies nativas. Entre las exóticas *Cryptostegia grandiflora* y *Phoenix dactylifera*. Otras especies nativas que aparecen en la mayoría de los oasis como pioneras fueron *Parkinsonia aculeata*, *Nicotiana trygonophylla*, *Vallesia glabra* y *Heliotropium curassavicum*; entre las exóticas aparecieron *Cynodon dactylon* (invasora) y *Nicotiana glauca*.
9. Especies que servirían como plantas para restauración ecológica de los sitios serían la palma de hoja *Washingtonia robusta*, varias especies de *Prosopis* spp., la chicura *Ambrosia ambrosioides*, y el huatamote *Baccharis salicifolia*.

10. En los oasis de San Pedro de la Presa y La Soledad el número de especies totales fueron similares entre los sitios con y sin *C. grandiflora*. Ambos oasis se encuentran ubicados en la sierra de La Giganta y su clima es árido templado. En el oasis de San José del Cabo (que no se incluyó en esta propuesta), la riqueza de especies es mayor en los sitios sin la planta exótica que en los que la contienen. Este oasis se encuentra en el sur de BCS, y tiene un clima tropical.
11. Un total de 90 especies nativas más 25 especies exóticas son afectadas por el manto de cristal al crecer sobre ellas. Del total de plantas nativas, 5 son endémicas. Las especies nativas más afectadas considerando todos los oasis fueron las palmas *Washingtonia robusta* y *Phoenix dactylifera*, las varias especies de mezquite *Prosopis*, la vinorana *Acacia farnesiana*, el palo fierro *Olneya tesota*, el palo blanco *Lysiloma candida*, palo chino *Havardia mexicana*, el huatamote *Baccharis salicifolia*, la chicura *Ambrosia ambrosioides*, el otatave *Vallesia glabra* y el carrizo *Phragmites communis*.
12. En los años 2013-2015 se registró un número importante de especies de vertebrados en los oasis (reptiles, aves, mamíferos), utilizando la planta *C. grandiflora* para realizar alguna de sus actividades (forrajeo, refugio, descanso).
13. La rana toro *Lithobates catesbeianus* fue eliminada de manera natural de 7 oasis, aparentemente por el efecto de los huracanes y lluvias torrenciales. Solo registramos a la rana toro actualmente en 3 oasis. Se debe de dar seguimiento y erradicar a esta especie de los 3 oasis restantes, San Ignacio, El Sauzal y San Joaquín, todos en el norte del estado de BCS, cuando las condiciones climatológicas y de logística lo permitan.
14. Se encontraron además de *Cryptostegia grandiflora* y *Lithobates catesbeianus*, dos especies exóticas invasoras comunes y tres poco comunes. Para estas especies, las dos más complicadas para su control y erradicación son peces dulceacuícolas, *Tilapia zilli* y *Poecilia reticulata*, las cuales además de ser abundantes están ampliamente distribuidas. Las otras especies, *Cyprinus carpio*, *Xiphophorus hellerii* y *Procambarus clarkii* son especies exóticas invasoras importantes, pero que en los oasis aún tienen bajas abundancias y/o están restringidos a unos cuantos oasis.
15. Los costos para eliminar una hectárea de *Cryptostegia grandiflora* durante el proyecto variaron entre \$319 a \$1017 pesos mexicanos (\$21 a 68 US dls.) dependiendo del oasis. En Australia los costos para el control se han estimado en 300-400 dls., mientras que en las islas Galápagos ha sido de 370-650 US dls.
16. Nuestro programa de educación ambiental y difusión sobre la erradicación de las especies exóticas invasoras se considera que tuvo un buen éxito. Se diseñaron y aplicaron 3 estrategias: a) proveer información continua, reforzando las ideas de la importancia de eliminar y erradicar a las EEI; b) dar pláticas semanales, recopilando las acciones y avances de la semana, con un análisis crítico de los errores pero también de los logros alcanzados en cada oasis; y c) dar una plática formal después de tiempos más largos, donde se mostraron los avances globales del proyecto y lo que faltaba para lograr los objetivos.
17. Aunque consideramos exitosa la estrategia, se requiere más inversión de tiempo y esfuerzos en este programa, para lograr mantener la erradicación de EEI a un corto, mediano y largo plazo.

RECOMENDACIONES

1. Continuar los monitoreos post-erradicación de *Cryptostegia grandiflora* para asegurar que no se vuelva a presentar ni establecer ninguna plántula de la especie dentro del área de <1 km de cada oasis donde se ha logrado eliminar a esta especie de EI a la fecha, con lo que se consideraría erradicada de estas zonas.
2. Continuar los monitoreos y eliminación de plántulas y plantas en las zonas >1 km de los oasis hacia las regiones donde se avanzó en la eliminación de *Cryptostegia grandiflora* de cada oasis. Eliminar hasta erradicación de la EI de estas zonas aseguraría que no volvieran a entrar propágulos de las zonas naturales hacia el área de <1 km del oasis.
3. Pasado 1-2 años evaluar las áreas donde se eliminó y dar un seguimiento post-erradicación para determinar la dinámica del proceso de establecimiento y dominancia de plantas nativas (y exóticas) una vez ya no existe la planta EI que se eliminó de los sitios en el oasis.
4. Después de este tiempo 1-2 años y determinando que la comunidad vegetal está estabilizándose, con su estructura vegetal de plantas adultas, se deberá dar un seguimiento post-erradicación de la respuesta de la fauna a la erradicación de la EI *Cryptostegia grandiflora*.
5. Verificar que la rana toro de *Lithobates catesbeianus* no ha regresado a los sitios (oasis y arroyos) de donde se piensa fue erradicada, probablemente por los efectos de huracanes y lluvias torrenciales.
5. Dar continuidad al proceso de eliminación de *Lithobates catesbeianus* de los oasis donde aún permanece. Posterior a esta eliminación hasta erradicación, proseguir con la evaluación de efectos en la fauna nativa acuática, en particular sobre las especies endémicas *Pseudacris hypochondriaca curta* y *Fundulus lima*.
6. Implementar el proceso de eliminación y erradicación de EI acuáticas *Tilapia zilli*, *Poecilia reticulata*, *Cyprinus carpio*, *Xiphophorus hellerii* y *Procambarus clarkii*, con las evaluaciones de su estado poblacional de manera cuantitativa esta vez, en los oasis que se seleccionen en función de la información que presentamos sobre la presencia y abundancia de las EI en los oasis.
7. Una vez se logre la erradicación de estas especies, evaluar los efectos post-erradicación en la fauna nativa de los oasis.
8. Continuar con el programa de educación ambiental y difusión, tanto en las localidades donde se realizaron las acciones de eliminación y erradicación para lograr que permanezca esta situación en los oasis, como en localidades retiradas dentro del estado de BCS y en el noroeste del país.

Resumen de actividades realizadas durante el proyecto:

Las actividades realizadas durante el desarrollo del proyecto fueron:

1. Se realizaron visitas de trabajo a todos los oasis comprometidos, primero para hacer una valoración del problema, de las especies para las que se tenía el objetivo de lograr su erradicación, y para planificar el trabajo en cada uno de ellos.
2. Se contrató para cada oasis entre 8 y 10 trabajadores locales para hacer la extracción manual de la planta exótica *Cryptostegia grandiflora*. Los tiempos de trabajo para cada oasis variaron en función del grado de infestación que tuvieran y del área a trabajar. Aunque se había planeado que en algunos oasis participaran los mismos trabajadores para capturar y eliminar a *Lithobates catesbeianus*, dada la situación de la especie de que desapareció de varios oasis y debido a los persistentes huracanes y tormentas tropicales en 2013, 2014 y 2015, ya no se incluyó esta parte en el trabajo de los oasis. Asimismo, dada la problemática surgida por la ocurrencia de los huracanes, tormentas tropicales y lluvias torrenciales los resultados referentes a las especies exóticas invasoras acuáticas, *Tilapia zilli*, *Poecilia reticulata*, *Cyprinus carpio*, *Xiphophorus hellerii* y *Procambarus clarkii*, quedaron en fase de diagnóstico junto con sus fichas respectivas en el formato de la CONABIO, y asociadas todas a la base de datos.
3. Se hizo la extracción y eliminación de individuos de la planta manto de cristo *C. grandiflora*. La erradicación se logró en el área comprometida de <1 km de los oasis de San Pedro de la Presa, La Soledad, San Hilario, Agua Caliente-El Chorro, Santiago y Mulegé, donde se eliminó el 100% de las plántulas y plantas por lo que se puede decir que se logró la erradicación de esta especie de planta invasora dados los tiempos transcurridos.
4. Se hizo la eliminación de cristo *C. grandiflora* en todos los oasis trabajados hasta una distancia superior a 1 km. En alguno de los oasis esta eliminación se hizo hasta 110 km hacia fuera del oasis propiamente. Es importante señalar que con un control más frecuente se podría lograr, en el mediano plazo (3-5 años), la erradicación de esta planta EI de los oasis y los arroyos donde se conectan con el oasis. Esto cumpliría con el objetivo del proyecto de lograr en el mediano plazo una erradicación de una EI a una gran escala, dentro de la península de Baja California.

Aunque inicialmente se había considerado trabajar hasta 1 kilómetro afuera del oasis de acuerdo al compromiso en el proyecto, al hacer las valoraciones del problema en función de la densidad y de las posibilidades de recolonización de la planta exótica, las distancias hacia fuera de los oasis rebasaron sustancialmente en todos los casos el radio de 1 kilómetro, es decir, el par de kilómetros previamente considerado. Si consideramos que se había pensado en eliminar las plantas que se encontraran hasta 1 km hacia cada lado del oasis donde hubiera un arroyo (en algunos casos solo era un arroyo el que alimentaba al oasis, en otros había varios arroyos que confluían en el oasis). Por lo tanto, el éxito de la eliminación y posterior erradicación en el área

establecida en <1 km estuvo condicionado en gran medida por las acciones de abarcar una mayor área alrededor de cada oasis. Rebasamos sustancialmente las áreas trabajadas en el oasis y sus alrededores, con lo que las posibilidades de recolonización por la planta exótica de manera natural en el área de <1 km se han reducido de manera muy contundente e importante. Sin embargo, esto conlleva a la necesidad de un mayor tiempo para verificar que se haya logrado el objetivo de erradicación, para lo que se requiere darle continuidad al trabajo de monitoreo y eliminación de plántulas y cualquier planta que se llegara a desarrollar.

5. Las condiciones que provocaron los huracanes impidieron planificar y evaluar correctamente las variaciones poblacionales y las posibilidades de determinar si el proyecto sería exitoso en cuanto a la eliminación y control de la rana toro *Lithobates catesbeianus* en oasis donde se había registrado anteriormente, así como para las especies exóticas invasoras acuáticas. Algo que modificó lo planificado fue la desaparición de la rana toro de oasis en los que estuvo anteriormente. Es posible que lo anterior se deba a un efecto de los huracanes y lluvias torrenciales que mataron a los individuos de estas poblaciones, que tenían tamaños poblacionales pequeños, lo que pudo contribuir a su desaparición. Asimismo, estas lluvias conectaron a los sitios que estaban anteriormente aislados y cuyo manejo era más sencillo, con lo que se complicaron las acciones programadas, considerando que trabajar sobre la erradicación en estas condiciones no era adecuado.

6. Se estableció un programa de educación ambiental y difusión continuo durante estos años, desde 2012-2015. Parece haber tenido un buen éxito, aunque faltan indicadores que así lo muestren, aparte del hecho mismo del avance de la eliminación, control y erradicación.

Con relación a los Resultados esperados en el proyecto y declarados:

1. Base de datos de registros históricos y actuales de *Cryptostegia grandiflora* y *Lithobates catesbeianus* en los oasis trabajados. Diagnóstico para 26 oasis; 2. Base de datos de registros del langostino rojo *Procambarus clarkii*, la tilapia *Tilapia zilli*, la carpa *Cyprinus carpio*, *Poecilia reticulata* y *Xiphophorus helleri* en 26 oasis

Se presenta de manera general la base de datos con los registros de *Cryptostegia grandiflora* y *Lithobates catesbeiauns*. En la tabla 35 se presenta el resumen de la presencia de estas dos especies exóticas invasoras. De acuerdo a este diagnóstico, *Cryptostegia grandiflora* estuvo presente en 88% de los 26 oasis muestreados y *Lithobates catesbeianus* en 27% de los oasis, aunque ha variado para esta especie (Tablas 24 y 35). Se presentaron otras especies comúnmente como *Tilapia zillii* y los gupies *Poecilia reticulata*. Otras 3 especies fueron poco frecuentes (Tabla 35).

Tabla 35. Registros de presencia y ausencia de especies exóticas invasoras en oasis de BCS. En esta tabla se muestran los oasis que tuvieron un seguimiento adecuado y sobre los que tenemos seguridad que se presenten o estén ausentes las especies invasoras.

Especie	Número de oasis		% presencia
	Presente	Ausente	
<i>Cryptostegia grandiflora</i>	23	3	88
<i>Lithobates catesbeianus</i>	7 (3)	19	29 (11%)*
<i>Tilapia s. zilli</i>	13	13	50
<i>Procambarus clarkii</i>	3	11	21
<i>Poecilia reticulata</i>	12	1	92
<i>Xiphophorus helleri</i>	1	12	16
<i>Lithobates (Rana) forreri**</i>	1	12	4

* Esta especie está actualmente solo en 11% de los oasis de su distribución de hace menos de 10 años. Se han eliminado naturalmente las poblaciones de 4 oasis.

** Se le considera exótica. Nuestros resultados por análisis genéticos no publicados indican claramente que *Lithobates forreri* es una especie exótica que fue introducida a la península.

Por otro lado, la información sobre la base de datos comprometida es la siguiente (Anexo 4):

Se entregan 445 registros totales. El comprometido fue de 318, se concluye con más de 100% (en realidad, 139%):

- 104 registros de fauna: 82 registros de peces (76 observaciones y 6 colectados), 21 de anfibios (14 colectados y 7 registros de colectas de distribución histórica) y 1 de crustáceos (1 colectado)
- 341 registros de plantas (154 observados, 175 colectados y 12 registros de colectas de distribución histórica)

El total de ejemplares colectados para depósito en alguna colección es de 196 registros y el comprometido en el convenio es de 118 (166%). El total de ejemplares observados es de 230, lo comprometido son 200 (114%). Asimismo, se incluyen 19 registros de distribución histórica en base de datos.

Procedencia		Registros comprometidos	Registros entregados
No. de registros colectados ¹	durante el desarrollo del proyecto	118	196
	depositados en colecciones biológicas científicas (distribución histórica)	0	19
No. de registros observados ²		200	230
No. de registros reportados ³		0	0
Total		318	445

Información taxonómica:

123 especies totales: 6 especies de animales y 117 de plantas.

Animales: 4 familias, 6 géneros y 6 especies (el estimado comprometido es de 4 familias, 5 géneros y 5 especies). Se cumple el 100% de lo comprometido.

Plantas: 51 familias, 100 géneros y 117 especies (el estimado comprometido es de 50 familias, 50 géneros y 100 especies). Se cumple en los tres casos con más de 100%.

Información Geográfica:

Los registros corresponden a 233 sitios (coordenadas únicas) pertenecientes a 18 sistemas de oasis visitados, distribuidos en los 5 municipios de Baja California Sur:

- Estero de San José del Cabo: 2 sitios: 19 registros: 19 plantas colectadas
- Los Crestones: 1 sitio: 15 registros: 15 plantas colectadas
- San Pedrito: 1 sitio: 6 registros: 6 plantas colectadas
- Todos Santos: 1 sitio: 14 registros: 10 plantas colectadas y 4 colectas de *Smilisca baudini*, otra especie de anfibio exótica que no se había comprometido en el proyecto.
- Santiago: 12 sitios: 12 registros: 10 observaciones de *Cryptostegia grandiflora*, 2 observaciones de *Tilapia zilli*
- San Hilario: 26 sitios: 46 registros: 10 plantas colectadas y 36 observaciones (15 de *C. grandiflora*, 13 de *T. zilli* y 8 de *Poecilia reticulata*)
- El Pilar: 24 sitios: 31 registros: 4 observaciones de *P. reticulata*, 7 de *T. zilli* y 20 de *C. grandiflora*
- La Soledad: 58 sitios: 98 registros: 32 plantas colectadas y 66 observaciones (50 de *C. grandiflora*, 1 de *P. reticulata* y 15 de *T. zilli*)

¹ Datos de uno o varios ejemplares (sin contar duplicados) colectados, determinados y resguardados en una colección biológica científica.

² Datos de uno o varios ejemplares observados cuya información fue obtenida en el campo (*in situ*).

³ Datos de uno o varios ejemplares colectados u observados citados en alguna publicación formal.

- San Pedro de la Presa: 50 sitios: 70 registros: 17 colectas (15 plantas colectadas y 2 colectas de *T. zilli*) y 53 observaciones (40 de *C. grandiflora*, 1 de *P. reticulata* y 12 de *Tilapia* sp.)
- Comondú: 28 sitios: 72 registros: 50 plantas colectadas y 22 observaciones (14 de *C. grandiflora*, 2 de *P. reticulata* y 6 de *Tilapia* sp.)
- San Javier: 1 sitio: 5 registros: 3 plantas observadas y 2 ejemplares observados de distribución histórica (1 de *P. reticulata* y 1 de *T. zilli*)
- La Purísima: 2 sitios: 17 registros: 16 plantas colectadas y 1 observación (de *T. zilli*).
- San Gregorio: 1 sitio: 1 registro: 1 planta colectada.
- Cadejé: 1 sitio: 1 registro: 1 planta colectada
- Mulegé: 3 sitios: 3 registros: 1 observación de *C. grandiflora* y 2 observaciones de *T. zilli*
- El Sauzal: 1 sitio: 2 registros: 1 colecta de *P. reticulata* y 1 colecta de *Procambarus clarkii* (el cual previamente se había determinado como *Macrobrachium americanum*).
- San Joaquín: 1 sitio: 13 registros: 10 colectas de *Litobathes catesbeianus*, 1 colecta de *P. reticulata*, 1 colecta de *Tilapia zilli* y 1 colecta de *Xiphophorus hellerii*
- San Ignacio: 1 sitio: 1 observación de *C. grandiflora*
- Diferentes localidades de Distribución histórica: 19 sitios: 12 registros colectados de *C. grandiflora* y 7 de *L. catesbeianus*

Registros de la base de datos

Oasis	Sitios	Registros totales	Registros colectados*	Registros observados**	Registros colectados históricos***
Estero de San José del Cabo	2	19	19	--	--
Los Crestones	1	15	15	--	--
San Pedrito	1	6	6	--	--
Todos Santos	1	14	14	--	--
Santiago-Agua Caliente	12	12	--	12	--
San Hilario	26	46	10	36	--
El Pilar	24	31	--	31	--
La Soledad	58	98	32	66	--
San Pedro de la Presa	50	70	17	53	--
San Javier	1	5	--	5	--
Comondú	28	72	50	22	--
La Purísima	2	17	16	1	--
San Gregorio	1	1	1	--	--
Cadejé	1	1	1	--	--
Mulegé	3	3	--	3	--
El Sauzal	1	2	2	--	--
San Joaquín	1	13	13	--	--
San Ignacio	1	1	--	1	--
Otras localidades	19	19	--	--	19
Total	233	445	196	230	19

* Se refiere a ejemplares colectados que serán depositados en alguna colección científica

**Puede incluir individuos colectados para extracción de ADN

***Consultados de bases de datos en línea

Se pidió autorización a la CONABIO para el depósito de los ejemplares colectados de la siguiente manera:

Siglas Colección	Nombre Colección	Siglas Institución	Nombre Institución	País	Propuesta de depósito de Ejemplares	Ejemplares colectados para envío a colección científica
SD**	San Diego	SDNHM	San Diego Natural History Museum	ESTADOS UNIDOS	100	175
UABC	Facultad de Ciencias de la Universidad Autónoma de Baja California	UABC	Facultad de Ciencias de la Universidad Autónoma de Baja California	MÉXICO	18	21
MZFC***	Museo de Zoología de la Facultad de Ciencias, UNAM	UNAM	Facultad de Ciencias, UNAM	MÉXICO	18*	--

*Duplicados

**Se solicitó cambio de colección de destino

***Las afectaciones ambientales en las localidades de colecta no permitieron tener duplicados

¹ Datos de uno o varios ejemplares (sin contar duplicados) colectados, determinados y resguardados en una colección biológica científica.

² Datos de uno o varios ejemplares observados cuya información fue obtenida en el campo (*in situ*).

³ Datos de uno o varios ejemplares colectados u observados citados en alguna publicación formal.

2. Fichas de especies exóticas invasoras comprometidas, las dos principales *Cryptostegia grandiflora* y *Lithobates catesbeianus*, así como fichas individuales de las especies exóticas invasoras acuáticas *Tilapia zilli*, *Cyprinus carpio*, *Procambarus clarkii* y *Poecilia reticulata*.

Se presentan en el Anexo 5 las fichas de acuerdo al catálogo de EI de la CONABIO. Todas las fichas fueron asociadas a la base de datos.

3. Informe del éxito de eliminación y erradicación de las especies exóticas en los 8 oasis señalados

En todos los oasis trabajados (La Soledad, San Pedro de la Presa, San Hilario, Mulegé, Los Comondú, El Chorro-Santiago-Agua Caliente, y El Pilar se avanzó con el 100% de la eliminación por lo que se considera se logró la erradicación en lo que corresponde al área del oasis dentro de un círculo de <1 kilómetro. Como se explicó se cubrió una superficie mucho mayor (ver figuras 3 a 10; tabla 6). Un análisis detallado de las plántulas y plantas nuevas que se eliminaban durante cada una de las revisiones post-eliminación (o sea, el control) por cada oasis muestran que aunque el número presenta una tendencia decreciente y sobre todo dentro del área de <1 km (que era el área comprometida). Sin embargo, para las zonas de >1 km, no se ha llegado a la eliminación total, mostrando los controles que la erradicación de *Cryptostegia grandiflora* en estas zonas >1 km no se ha logrado. Las gráficas con el acumulado de plantas en función del monitoreo muestran estas tendencias para los casos de <1 km y >1 km.

Se presentó el análisis de las plantas colonizadoras, pioneras, dispersadas por los animales y plantas afectadas por la planta exótica invasora *Cryptostegia grandiflora*.

Se presentó la información de la fauna registrada utilizando las zonas donde se encontraba *C. grandiflora*.

Mapas geoespaciales

Los mapas entregados se hicieron con las siguientes consideraciones, explicando el contenido de los shapefiles en los mapas:

Nombre de los productos y datos geoespaciales generados.

Nombre del producto	Nombre del dato geoespacial (Shapefile o Grid)	Nombre del dato geoespacial en los metadatos	Presencia de la especie invasiva	Año de última actualización de los datos	Proyección	Fuente del dato Geoespacial
Diagnóstico, control y erradicación de manto de cristo, <i>Cryptostegia grandiflora</i> , en oasis y sistemas de arroyos de Baja California Sur.	CRYGRAARRO A.SHP (polígono)	Geodato.Diagnóstico, control y erradicación de manto de cristo, <i>Cryptostegia grandiflora</i> , en oasis y sistemas de arroyos de Baja California Sur.	Manto de Cristo <i>Cryptostegia grandiflora</i>	2016	1*	Levantamiento en campo, GPS
Actividades de eliminación, control y erradicación de Manto de Cristo <i>Cryptostegia grandiflora</i> en todas las zonas, con mayor esfuerzo en aquellas de mayor densidad en los oasis y arroyos de Baja California Sur	CRYGRAPOL.SHP (Polígono)	Geodato.Actividades de eliminación, control y erradicación de Manto de Cristo <i>Cryptostegia grandiflora</i> en todas las zonas, con mayor esfuerzo en aquellas de mayor densidad en los oasis y arroyos de Baja California Sur	Manto de Cristo <i>Cryptostegia grandiflora</i>	2016	1	Levantamiento en campo, GPS
Distribución histórica y actual de Rana toro <i>Lithobates catesbeianus</i> en oasis de Baja California Sur.	LITHOCATESB.SHP (Punto)	Geodato.Distribución histórica y actual de Rana toro <i>Lithobates catesbeianus</i> en oasis de Baja California Sur	Rana toro <i>Lithobates catesbeianus</i>	2016	1	Levantamiento en campo, GPS, fuentes bibliográficas, registros en Colecciones
Geodatos Nuevos						
Presencia y localización de especies exóticas invasoras de los oasis de Baja California Sur.	SPINVOASIS.SHP (Punto)	Geodato. Presencia de especies invasoras en	<i>Poecilia reticulata</i> , <i>Tilapia zilli</i> , <i>Procambarus clarkii</i> ,	2016	1	Levantamiento en campo, GPS

		oasis de BCS.	<i>Lithobates catesbeianus</i>			
Delimitación de los oasis y sus cuerpos de agua efímeros y perennes, Baja California Sur	OASISAREA.shp (polígono)	Geodato. Delimitación de los oasis y sus cuerpos de agua efímeros y perennes, Baja California Sur.		2016	1	Levantamiento en campo, GPS e imágenes satelitales.

*Mex_INEGI_Lambert_Conformal_Conic

Relación de mapas generados y entregados

	Nombre del Mapa	Clave oasis	Dato geoespacial utilizado (Shapefile)	Escala del mapa	Nombre del archivo	Formato
1	Evaluación, control y erradicación de manto de cristo en oasis y arroyos de Santiago, Agua Caliente y El Chorro.	ACSC	CRYGRAARR OA.SHP(polígono), CRYGRAPOL .SHP (Polígono)	1:70,000 Tamaño de 70X50 cm Dpi de 150	M1_CRYGRA_ACSC_BCS*	jpg
2	Evaluación, control y erradicación de manto de cristo en el oasis y arroyo de Comondú.	CMD			M2_CRYGRA_CMD_BCS	Jpg
3	Evaluación, control y erradicación de manto de cristo en el oasis y arroyo de El Pilar-Las Pocitas.	PLR			M3_CRYGRA_PLR_BCS	Jpg
4	Evaluación, control y erradicación de manto de cristo en el oasis y sistema de arroyos de Mulegé.	MLG			M4_CRYGRA_MLG_BCS	Jpg
5	Evaluación, control y erradicación de manto de cristo en el oasis y arroyo San Hilario.	SH			M5_CRYGRA_SH_BCS	Jpg
6	Evaluación, control y erradicación de manto de cristo en el oasis y sistema de arroyos La Soledad.	SLD			M6_CRYGRA_SLD_BCS	Jpg
7	Evaluación, control y erradicación de manto de cristo en el oasis y sistema de arroyos San Pedro de la Presa.	SPP			M7_CRYGRA_SPP_BCS	Jpg
<i>Rana toro , Lithobates catesbeianus</i>						
8	Distribución histórica y actual de Rana toro <i>Lithobates catesbeianus</i> en oasis de Baja California Sur		LITHOCATE SB.SHP (Punto)	1:370,000, 10X50, Dpi 150	M8_LITHOCATES_BCS	jpg
Mapas nuevos; Oasis presencia y localización de especies exóticas invasoras						
9	Oasis El Sauzal y San Joaquín; presencia de especies exóticas invasoras.	SJQ SZL	SPINVOASIS.SHP OASISAREA.	1:20,000 43X27 cm,DPI 300	M9_OASSPINV_SJQS ZL	Jpg
10	Oasis Mulegé; presencia de especies exóticas invasoras.	MLG		1:20,000 43X27 cm,DPI 300	M10_OASSPINV_ML G	Jpg
11	Oasis San Ignacio; presencia de especies	SNI		1:25 000	M11_OASSPINV_SNI	Jpg

	exóticas invasoras.		shp	43X27 cm,DPI 300		
12	Oasis San José de Magdalena; presencia de especies exóticas invasoras.	SJM		1:20 000 43X27 cm,DPI 300	M12_ OASSPINV_SJM	jpg jpg
13	Oasis El Chorro-Agua Caliente y Santiago; presencia de especies exóticas invasoras.	ACSC		1;40,000 43X27 cm,DPI 300	M13_ OASSPINV_ACSC	Jpg
14	Oasis Todos Santos; presencia de especies exóticas invasoras.	TS		1:20 000 43X27 cm,DPI 300	M14_ OASSPINV_TS	Jpg

*Nombre del mapa: Mapa_siglas para abreviar especie_siglas para abreviar sistema oasis-arroyo_Entidad federativa de los datos

PRODUCTOS

1. Fichas individuales de *Cryptostegia grandiflora* y *Lithobates catesbeianus* conforme al catálogo de Especies Invasoras de la Conabio.

Se entregan en archivos dentro del Anexo 5 las dos fichas individuales de las especies exóticas invasoras sobre las que se centró el proyecto, de acuerdo al catálogo de EI de la CONABIO y asociada a la Base de datos (Anexo 4). Asimismo, se presentan las fichas individuales de las especies exóticas invasoras acuáticas *Tilapia zilli*, *Cyprinus carpio*, *Procambarus clarkii* y *Poecilia reticulata* de acuerdo al catálogo de EI de la CONABIO. Todas las fichas fueron asociadas a la base de datos.

2. Diseño de la base de datos con datos preliminares del monitoreo previo y posterior a la erradicación de las especies exóticas.

Se presenta en este informe como Anexo 6, tomada de la base de datos.

3. Videos cortos mostrando el proceso de erradicación y las respuestas de especies de plantas y animales a la erradicación.

Los videos cortos fueron entregados con el informe final, entregándolos con más de 3 minutos de duración cada uno.

4. Fotografías de los ejemplares de especies exóticas

Se cumplió con el número de fotografías comprometidas, entregando un total de 55 fotos.

Indicadores de avance cuantificados (éxito):

1. Se realizaron las salidas de campo a los oasis programadas en todos los años, para la evaluación del trabajo de eliminación, control y erradicación, así como algunas de evaluación en el para el seguimiento *post-erradicación*.

2. Finalizó el diagnóstico sobre la presencia y abundancia de especies exóticas invasoras en los oasis.

3. Se determinaron las áreas de ocurrencia de *Cryptostegia grandiflora* en cada oasis trabajado y se cuantificó el número de plantas en cada zona.

4. Se eliminó manualmente de manera correcta la especie exótica comprometida *Cryptostegia grandiflora* en los oasis. Los métodos utilizados fueron los correctos según nuestra validación. Se estimó el costo de erradicación por 1 hectárea en cada oasis trabajado.

5. Se determinaron las especies de plantas colonizadoras y pioneras en cada uno de los oasis estudiados.
6. La eliminación manual de *Lithobates catesbeianus* ocurrió de manera adecuada en las primeras acciones que se emprendieron.
7. El análisis de la efectividad de la eliminación y sus efectos sobre otras especies se indica en el informe que debe realizarse a más mediano plazo, aunque ya se encuentra en desarrollo dicho programa de monitoreo post-erradicación de *Cryptostegia grandiflora*, y se ha diseñado con relación a la post-erradicación de *Lithobates catesbeianus* de los oasis donde se eliminó de manera natural.
8. Se han presentado los resultados a los pobladores locales de manera continua durante el desarrollo del proyecto.

Indicadores de avance cuantificados en porcentaje:

	Informe Final
1) Diagnóstico de presencia y abundancia de especies exóticas invasoras en los oasis	100 %
2) Determinación de áreas de ocurrencia de <i>Cryptostegia grandiflora</i> en cada oasis y cuantificación por oasis	100 %
3) Determinación de áreas de ocurrencia de la fauna exótica invasora en cada oasis, en particular la rana toro <i>Lithobates catesbeianus</i> y cuantificación de poblaciones por oasis	100 %
4) Eliminación manual de la especie EI <i>Cryptostegia grandiflora</i> de los oasis comprometidos	100 %
5) Evaluación de efectividad de eliminación para erradicación de la EI <i>Cryptostegia grandiflora</i> en cada oasis, en cuanto a la colonización por especies nativas de los oasis donde se hizo la acción	100 %
6) Evaluación de la erradicación, se cumplió el objetivo general para <i>Cryptostegia grandiflora</i>	100 %
7) Elaboración de informes	100 %
8) Presentación de proyecto y de resultados con pobladores locales	100 %

Literatura citada

- Abella, S.R., T.M. Embrey, S.M. Schmid & K.A. Pregaman. 2012. Biophysical correlates with the distribution of the invasive annual red brome (*Bromus rubens*) on a Mojave desert landscape. *Invasive Plant Science and Management* 5:47-56.
- Adams, M.J. & C.A. Pearl. 2007. Problems and opportunities managing invasive bullfrogs: Is there any hope? Pp. 679-693 (Ch. 38) En: F. Gherardi (Ed.), *Biological Invaders in Inland Waters: Profiles, Distribution, and Threats*. Springer, Dordrecht, The Netherlands.
- Agrawal, A.A. & K. Konno. 2009. Latex: a model for understanding mechanisms, ecology, and evolution of plant defense against herbivory. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics* 40:311-331.
- Agresti, A. & M. Kateri. 2014. *Categorical Data Analysis*. En: Miodrag Lovric (ed.), *International Encyclopedia of Statistical Science*, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg.
- Allen, M. & S. Riley. 2012. *Effects of Electrofishing on Adult Frogs*. Normandeau Associates, INC. 890 L Street Arcata, CA.
- Arriaga, L. & R. Rodríguez-Estrella. 1997. *Los Oasis de la Península de Baja California*. Publ 13. CIBNOR. La Paz, Baja California Sur, México.
- Bashkin, M., T.J. Stohlgren, Y. Otsuki, M. Lee, P. Evangelista & J. Belnap. 2003. Soil characteristics and plant exotic species invasions in the Grand Staircase-Escalante National Monument, Utha, USA. *Applied Soil Ecology* 22:67-77.
- Bebawi, F.F., S.D. Campbell, A.M. Lindsay & A.G. Grice. 2000. Impact of fire on rubber vine (*Cryptostegia grandiflora* R.Br.) and associated pasture and germinable seed bank in a sub-riparian habitat of north Queensland. *Plant Prot. Q.* 15:62-66.
- Blackburn, T.M., J.L. Lockwood & P. Cassey. 2009. *Avian Invasions. The ecology and evolution of exotic birds*. Oxford University Press. NY.
- Buddenhagen, C.E. & A. Tye. 2015. Lessons from successful plant eradications in Galapagos: commitment is crucial. *Biological Invasions* 17: 2893-2912.
- Cacho, O.J., D. Spring, P.C. Pheloung & S. Hester. 2006. Evaluating the feasibility of eradicating an invasion. *Biological Invasions* 8:903-913.
- D'Antonio, C.M. & P.M. Vitousek. 1992. Biological invasions by exotic grasses, the grass/fire cycle, and global change. *Annu. Rev. Ecol. Syst.* 23:703-713.
- D'Antonio, C.A. & L.A. Meyerson. 2002. Exotic plant species as problems and Solutions in ecological restoration: a shynthesis. *Restoration Ecology* 10:703-713.
- De'ath G. & K.E. Fabricius. 2000. Classification and regression trees: a powerful yet simple technique for ecological data analysis. *Ecology* 81: 3178-3192.
- Dejean, T. 2008. *Opération pilote d'éradication de la Grenouille taureau. Rapport final, Parc naturel régional Périgord-Limousin, Abjat-sur-Bandiat*.
- Duncan, R.P., T.M. Blackburn & D. Sol. 2003. The ecology of bird introductions. *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics* 34:71-98.
- Ehrenfeld, J. 2010. Ecosystem consequences of biological invasions. *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics* 41:59-80.
- Elton, C.S. 1958. *The ecology of invasions by animals and plants*. Methuen, London.

- Flory, S.L. 2010. Management of *Microstegium vimineum* invasions and recovery of resident plant communities. *Restoration Ecology* 18:103-112.
- Flory, S.L. & K. Clay. 2009. Invasive plant removal method determines native plant community responses. *Journal of Applied Ecology* 46:434-442.
- Flory, S.L. & K. Clay. 2010. Non-native grass invasion alters native plant composition in experimental communities. *Biological Invasions* 12:1285-1294.
- García-Berthou, E., C. Alcaraz, Q. Pou-Rovira, *et al.* 2005. Introduction pathways and establishment rates of invasive aquatic species in Europe. *Canadian Journal Fish & Aquatic Science* 62:453-463.
- Gardener, M.R., R. Atkinson & J.L. Renteria. 2010. Eradications and people: lessons from the plant eradication program in Galapagos. *Restoration Ecology* 18:20-29.
- Garner, T.W.J, M.W. Perkins, P. Govindarajulu, D. Seglie, S. Walker, A.A Cunningham & M.C. Fisher. 2006. The emerging amphibian pathogen *Batrachochytrium dendrobatidis* globally infects introduced populations of the North American bullfrog, *Rana catesbeiana*. *Biology Letters* 2:454-459.
- Govindarajulu, P., R. Altwegg, & B.R. Anholt. 2005. Matrix model investigation of invasive species control: Bullfrogs on Vancouver Island. *Ecological Applications* 15:2161–2170.
- Grice, A. C. 1996. Seed production, dispersal and germination in *Cryptostegia grandiflora* and *Ziziphus mauritiana*, two invasive shrubs in tropical woodlands of northern Australia. *Australian Journal of Ecology* 21:324-331
- Grice A.C. 1997. Post-fire regrowth and survival of the invasive tropical shrubs *Cryptostegia grandiflora* and *Ziziphus mauritiana*. *Australian Journal of Ecology* 22:49–55.
- Grice A.C. & J.R. Brown. 1996. The population ecology of the invasive tropical shrubs *Cryptostegia grandiflora* and *Ziziphus mauritiana* in relation to fire. In: *Frontiers of Population Ecology* (eds R. B. Floyd, A.W. Sheppard & P. J. De Barro) pp. 589–97. CSIRO, Melbourne.
- Grice, A.C., I. J., Radford, & B.N. Abbott. 2000. Regional and landscape-scale patterns of shrub invasion in tropical savannas. *Biological Invasions*, 2:187-205.
- Grismer, L.L. 2002. *Amphibians and Reptiles of Baja California. Including its Pacific Islands and the Islands of the Sea of Cortes.* University of California Press, Berkeley.
- Grismer, L.L. & J.A. McGuire. 1993. The oases of central Baja California, Mexico. Part 1. A preliminary account of the relict mesophilic herpetofauna and the status of oases. *Bulletin of South California Academy of Science* 92:2–24.
- Jiménez-Jiménez, M.L. & C. Palacios-Cardiel. 2009. Scorpions of desert oases in the southern Baja California Peninsula. *Journal of Arid Environments* 74:70–74.
- Jiménez, M.L., I.G. Nieto-Castañeda, M.M. Correa-Ramírez & C. Palacios-Cardiel. 2015. Las arañas de los oasis de la región meridional de la península de Baja California, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 86:319-331.
- Keller, R.P. & C. Perrings. 2011. International policy options for reducing the environmental impacts of invasive species. *BioScience* 61:1005-1012.
- Keller, R.P., P.E.S. zu Ermgassen & D.A. Aldridge. 2009. Vectors and timing of freshwater invasion in Great Britain. *Conservation Biology* 6:1526-1534.
- Keller, R.P., M.W. Cadotte & G. Sandiford (Eds.). 2015. *Invasive species in a globalized world. Ecological, social & legal perspectives on policy.* The University of Chicago Press, Chicago.

- Klackenberg, J. 2001. Revision of the genus *Cryptostegia* R. Br. (Apocynaceae, Periplocoideae). *Adansonia* sér. 3, 23:205-218.
- Luja, V.H. 2011. Ecología, demografía y estado de conservación de poblaciones pequeñas y aisladas en oasis de Baja California Sur, México: El caso de la rana arborícola *Pseudacris hypochondriaca curta*. Tesis de Doctorado. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S. C. 141 p.
- Luja, V.H. & R. Rodríguez-Estrella. 2010a. The invasive bullfrog *Lithobates catesbeianus* in oases of Baja California Sur, Mexico: potential effects in a fragile ecosystem. *Biological Invasions* 12:2979–2983. DOI 10.1007/s10530-010-9713-z.
- Luja, V.H. & R. Rodríguez-Estrella. 2010b. Are tropical cyclones sources of natural selection? Observations on the abundance and behavior of frogs affected by extreme climatic events in the Baja California Peninsula, Mexico. *Journal of Arid Environments* 74:1345–1347.
- Luja, V.H., R. Rodríguez-Estrella & R.I. Rojas-González. 2014. Reproducción y abundancia de la rana arborícola de Baja California *Pseudacris hypochondriaca curta* (Anura: Hylidae) en oasis de Baja California Sur. En: A. Ramírez Bautista (ed.), *Contribuciones al conocimiento de la ecología y conservación de anfibios y reptiles de México*. Pub. Esp. 4, Sociedad Herpetológica Mexicana.
- Luja, V.H., R. Rodríguez-Estrella, M. Schaub & B.R. Schmidt. 2015. Among-population in monthly and annual survival of the Baja California treefrog, *Pseudacris hypochondriaca curta*, in desert oases of Baja California Sur, Mexico. *Herpetological Conservation and Biology* 10:112-122.
- Mack, R.N., D. Simberloff, W.M. Lonsdale, H. Evans, M. Clout & F.A. Bazzaz. 2000. Biotic invasions: causes, epidemiology, global consequences and control. *Ecological Applications* 10:689-710.
- Mackey, A.P., K. Carsten, P. James, N. March, K. Noble, B. Palmer, J. Vitelli & M. Vitelli. 1996. Rubber Vine in Queensland. *Pest Status Review Series*. Department of Natural Resources and Mines Queensland. 29 p.
- Magurran, A.E. & P.A. Henderson. 2003. Explaining the excess of rare species in natural species abundance distributions. *Nature* 422:714-716.
- Maya, Y., R. Coria & R. Domínguez. 1997. Caracterización de los oasis. In: Arriaga L & Rodríguez-Estrella R (eds.). *Los oasis de la península de Baja California*. Publicación 13, Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. La Paz, B.C.S., pp. 5-25
- Moor, D. & CRC. 2003. Rubber wine – *Cryptostegia grandiflora*. *Weed Management Guide*, CRC Australian Weed Management.
- Mossman, M.J., L.M. Hartman, R.H. Hay, J.R. Sauer, & B.J. Dhuey. 1998. Monitoring long-term trends in Wisconsin frog and toad populations. In M. J. Lannoo (ed.), *Status and Conservation of Midwestern Amphibians*, pp. 169-198. University of Iowa Press, Iowa City, IA.
- Natural Resources and Water (NRW). 2006. Rubber vine *Cryptostegia grandiflora*. *Pest series, facts*. Land Protection. Queensland, Australia.
- Orrock, J.L., M.S. Witter y O.J. Reichman. 2008. Apparent competition with an exotic plant reduces native plant establishment. *Ecology* 89:1168-1174.
- Pejchar, L. & H. Mooney. 2009. Invasive species, ecosystem services and human well-being. *Trends in Ecology and Evolution* 24:497-504.
- Pérez-Navarro, J.J. & R. Rodríguez-Estrella. 2017. Latitude and altitude do not influence vegetation and plant richness in oases of Baja California peninsula but their size and human activity do. *Conservation implications for a vanishing ecosystem*. *J. Arid Environments*.
- Pimentel, D., L. Lach, R. Zuniga & D. Morrison. 2000. Environmental and economic costs of nonindigenous species in the United States. *Bioscience* 50:53-65.

- Pimentel, D., R. Zuniga & D. Morrison. 2005. Update on the environmental and economic costs associated with alien invasive species in the United States. *Ecological Economics* 52:273–288.
- Pratt, C. F., R. H. Shaw, R.A. Tanner, D.H. Djeddour & J.G. Vos. 2013. Biological control of invasive non-native weeds: an opportunity not to be ignored. *Entomologische Berichten* 73:144-154.
- Radford, I.J., A.C. Grice, B.N. Abbot, D.M. Nicholas & L. Whiteman. 2008. Impacts of changed fire regimes on tropical riparian vegetation invaded by an exotic vine. *Austral Ecology* 33:151–167.
- REMIB. 2009. Red Mundial de Información sobre Biodiversidad- Data base, Nodes: XAL, IEB, USON, HCIB, BCMEX, ARIZ, CICY, IZTA (http://www.conabio.gob.mx/remib/cgibin/clave_remib.cgi?lengua=EN).
- Richardson, D.M., P. Pysek, M. Rejmánek, M.G. Barbour, F.D. Panetta & C.J. West. 2000. Naturalization and invasion of alien plants: concepts and definitions. *Diversity and Distributions* 6:93-107.
- Rodríguez-Estrella R, Cariño M & Aceves CF (Compiladores). 2002. Reunión de análisis de los oasis de Baja California Sur: importancia y conservación. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, Universidad Autónoma de Baja California Sur, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. La Paz, BCS, México.
- Rodríguez-Estrella, R., L. Rubio, E. Pineda & G. Blanco. 1999. The Belding's Yellowthroat: current status, habitat preferences, and threats in oases of Baja California, Mexico. *Animal Conservation* 2:77-84.
- Rodríguez-Estrella, R., M.C. Blázquez & J.M. Lobato. 2005. Avian Communities of Arroyos and Desert Oases in Baja California Sur: Implications for conservation. In: Cartron J-LE, Ceballos G, Felger RS (eds) *Biodiversity and conservation North Mexico Book*. Oxford University Press, pp. 334-353.
- Rodríguez-Estrella R, R-Fernández RC, *et al.* 2006. Estudio previo justificativo para el establecimiento del área natural protegida con la categoría de Área de Protección de Flora y Fauna Oasis de Baja California Sur conformada en Archipiélago. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas—SEMARNAT. México.
- Rodríguez-Estrella, R., J.J. Pérez-Navarro, B. Granados & L.B.R Rivera. 2010. The distribution of an invasive plant in a fragile ecosystem: the rubber vine (*Cryptostegia grandiflora*) in oases of Baja California península. *Biological Invasions* 12:3389–3393. DOI: 10.1007/s10530-010-9758-z.
- Ruiz-Campos, G., F. Camarena-Rosales, S- Contreras-Balderas *et al.* 2006. Distribution and abundance of the endangered killifish *Fundulus lima*, and its interaction with exotic fishes in oases of central Baja California, Mexico. *Southwestern Naturalist* 51:502–509.
- Sakai, A.K., F.W. Allendorf, J.S. Holt *et al.* 2001. The population biology of invasive species. *Annual Review of Ecology and Systematics* 32:305–332.
- Sangle, S.A., S. Inamdar & V. Deshmukh. 2015. *Cryptostegia grandiflora* toxicity manifesting as hyperkalemia, complete heart block and thrombocytopenia. *Journal of The Association of Physicians of India* 63:79-81.
- Shine, R. 2015. The ecological, evolutionary and social impact of invasive cane toads in Australia. Pp. 23-43, *In: Keller, R.P., M.W. Cadotte & G. Sandiford (Eds.). 2015. Invasive species in a globalized world. Ecological, social & legal perspectives on policy. The University of Chicago Press, Chicago.*
- Simberloff, D. 2001. Eradication of island invasives: practical actions and results achieved. *Trends in Ecology and Evolution* 16:273-274.
- Simberloff, D., I.M. Parker & P.N. Windle. 2005. Introduced species policy, management, and future research needs. *Frontiers in Ecology and the Environment* 3:12-20.
- Standley, P. 1924. Trees and shrubs of Mexico. *Contributions from the United States National Herbarium* 23: 849-1312.
- Sutherland, W.J. 2000. *The conservation handbook: Research, management and policy*. Blackwell Science, U.K.

Tanadini, L.G. & B.R. Schmidt. 2011. Population size influences amphibian detection probability: implications for biodiversity monitoring programs. *PLoS One*, 6,e28244.

Tomley, A. J. 1998. *Cryptostegia grandiflora* Roxb. ex R. Br. The biology of Australian weeds 2:63-76.

Tomley, A.J. & H.C. Evans. 2004. Establishment of, and preliminary impact studies on the rust, *Maravalia cryptostegiae*, of the invasive alien weed, *Cryptostegia grandiflora* in Queensland, Australia. *Plant Pathology* 53:475-484.

Valentine, L.E. 2006. Habitat avoidance of an introduced weed by native lizards. *Austral Ecology* 31:732-735.

Valentine, L.E., B. Roberts & L. Schwarzkopf. 2007. Mechanisms driving avoidance of non-native plants by lizards. *Journal of Applied Ecology* 44:228-237.

Vilá, M. & L. Ibañez. 2011. Plant invasions in the landscape. *Landscape Ecology* 26:461-472.

Vilá, M., F. Valladares, A. Traveset, L. Santamaría & P. Castro (Coordinadores). 2008. *Invasiones Biológicas*. Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Madrid, España.

Vilá, M., J.L. Espinar, M. Hejda, P.E. Hulme, V. Jarosik, J.L. Maron, J. Pergl, U. Schaffner, Y. Sun & P. Pysek. 2011. Ecological impacts of invasive alien plants: a metaanalysis of their effects on species, communities and ecosystems. *Ecology Letters* 14:702-70.

Vitelli, J.S. 1995. Rubber vine. In: *Exotic Woody Weeds and Their Control in North West Queensland* (ed. N. March) pp. 10, 14-17. Isa Printing Service, Mount Isa.

Vitousek, P.M., C.M. D'Antonio, L.L. Loope & R. Westbrooks. 1996. Biological invasions as global environmental change. *American Scientist* 84:468-478.

Ward, J.S. & T.L. Mervosh. 2012. Nonchemical and herbicide treatments for management of Japanese stiltgrass (*Microstegium vimineum*). *Invasive Plant Science and Management* 5:9-19.

Williamson, M. 1996. *Biological Invasions*. Chapman & Hall, London.

Otra literatura consultada y de utilidad:

Caro, T. & P.W. Sherman. 2011. Endangered species and a threatened discipline: behavioural ecology. *Trends in Ecology and Evolution* 26:111-118.

Kupferberg, S.J. 1997. Bullfrog (*Rana catesbeiana*) invasion of a California river: the role of larval competition. *Ecology* 78: 1736-1751.

Lawler, S.P., D. Dritz, T. Strange & M. Holyoak. 1999. Effects of introduced mosquitofish and bullfrogs on the threatened California red-legged frog. *Conservation Biology* 13:613-622.

Qian, H., & R. E. Ricklefs. 2006. The role of exotic species in homogenizing the North American flora. *Ecology Letters* 9: 1293-1298.

Simberloff, D. & M. Rejmánek. 2011. *Encyclopedia of Biological Invasions*. University of California Press, Berkeley.

Strauss, S., J. A. Lau, & S. P. Carroll. 2006. Evolutionary responses of natives to introduced species: what do introductions tell us about natural communities? *Ecology Letters* 9:357-374.

Wilcove, D.S., D. Rothstein, J. Dubow, A. Phillips & E. Losos. 1998. Quantifying threats to imperiled species in the United States. *Bio-Science* 48: 607-615.

ANEXOS

Anexo 1. Mapa de distribución de manto de cristo en las zonas donde fue eliminado, controlado y erradicado en los oasis trabajados. Metadatos y shapefiles.

Anexo 2. Mapa de distribución histórica de rana toro y otras especies exóticas invasoras acuáticas. Shapefiles.

Anexo 3. Protocolos para la eliminación, control y erradicación de especies exóticas invasoras en oasis de BCS, *Cryptostegia grandiflora* y *Lithobates catesbeianus*

Anexo 4. Base de datos en Biotica comprometida con registros totales de especies animales exóticas y de plantas exóticas y nativas.

Anexo 5. Fichas de especies *Cryptostegia grandiflora* y *Lithobates catesbeianus* como especies más relevantes, así como fichas individuales de las especies exóticas invasoras acuáticas *Tilapia zilli*, *Cyprinus carpio*, *Procambarus clarkii* y *Poecilia reticulata*.

Anexo 6. Diseño de la base de datos con datos preliminares del monitoreo previo y posterior a la erradicación de las especies exóticas

Apéndice 1. Fechas en las que se realizaron acciones de concientización, incluyendo los días con comentarios de reforzamiento del programa y de reuniones informativas.