

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

Desarrollo de la línea base para la planeación del manejo efectivo de las EEI en la Reserva de la Biosfera El Vizcaíno

- Plan de manejo y control de vidrillo (*Mesembryanthemum crystallinum*) –

Octubre 2016

Entidad consultora: Costa Salvaje



Al servicio
de las personas
y las naciones

Objetivo: Disminuir el rango de distribución y la abundancia del vidrillo (*Mesembryanthemum crystallinum*) en la Reserva de la Biosfera el Vizcaíno, a través de acciones de prevención, control y participación social.

Autores:

Francisco de Jesús Martínez Vázquez

Cesar García Gutiérrez

Carlos Alberto Yáñez Arenas

Sara Palma Ordaz

Eduardo Nájera Hillman

Modo de citar el informe: Martínez Vázquez Francisco de Jesús, García Gutiérrez Cesar, Yáñez Arenas Carlos Alberto, Palma Ordaz Sara y Hillman Nájera Eduardo. 2016. Desarrollar la línea base para la planeación del manejo efectivo de las EEI en la Reserva de la Biosfera El Vizcaíno: Plan de Manejo y Control de Especies Exóticas Invasoras en la Reserva de la Biosfera el Vizcaíno: Caso Vidrillo (*Mesembryanthemum crystallinum*) dentro del proyecto GEF 00089333 “Aumentar las capacidades de México para el manejo de las Especies Exóticas Invasoras a través de la implementación de la Estrategia Nacional de Especies Exóticas Invasoras”. COSTASALVAJE, Ensenada, B.C., México.

Área de objeto del informe: Reserva de la Biosfera El Vizcaíno.

Fecha de inicio del informe: agosto de 2015

Fecha de término del informe: octubre de 2016

“SERVICIO DE CONSULTORÍA PARA DESARROLLAR LA LÍNEA BASE PARA LA PLANEACIÓN DEL MANEJO EFECTIVO DE LAS EEI EN LA RESERVA DE LA BIOSFERA EL VIZCAÍNO”

CASO: VIDRILLO (*MESEMBRYANTHEMUM CRYSTALLINUM*).



PRODUCTO 4: INFORME FINAL

PROGRAMA DE MANEJO Y CONTROL DE ESPECIES EXOTICAS INVASORAS EN LA RESERVA DE LA BIOSFERA EL VIZCAINO: CASO VIDRILLO (*MESEMBRYANTHEMUM CRYSTALLINUM*).



1.- Informe

Informe final que corresponde al producto 4 de los términos de referencia del proyecto: “Consultoría para desarrollar la línea base para la planeación del manejo efectivo de las EEI en la Reserva de la Biosfera El Vizcaíno”. Caso, vidrillo (*Mesembryanthemum crystallinum*).

2.- Introducción

El Programa de Manejo de la Reserva de la Biosfera El Vizcaíno resalta la importancia de la flora y fauna en esta Área Natural Protegida estableciendo que la diversidad de los ambientes físicos y climáticos ha permitido el desarrollo de una vida silvestre rica en formas y adaptaciones a esta región árida, típica de lo que se ha llamado Desierto Sonorense, uno de los cuatro desiertos de Norteamérica (CONANP, 2000).

Debido a su posición geográfica, el Desierto de El Vizcaíno presenta un importante centro de diferenciación biológica y aunque existen especies endémicas, su importancia se manifiesta por el número de endemismos a nivel de subespecies, principalmente mamíferos y reptiles. Así mismo, el Programa de Manejo establece como problemáticas que afectan la diversidad y abundancia de especies de flora y fauna nativa a la deforestación de áreas con cobertura natural para la siembra de especies de temporal, la fragmentación de ecosistemas, ramoneo de especies de vegetación endémica por ganadería extensiva, el manejo no adecuado de desechos sólidos, la extracción de madera seca y la introducción de especies exóticas, poniendo en riesgo la integridad de estos ecosistemas frágiles (CONANP, 2000).

En virtud de lo anterior y con base en los términos de referencia del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) para ejecutar el proyecto: “Servicio de consultoría para desarrollar la línea base para la planeación del manejo efectivo de las EEI en la Reserva de la Biosfera El Vizcaíno (ReBiVi)”, se elabora una propuesta para implementar el Plan de Manejo y Control de la especie exótica invasora conocida como vidrillo (*Mesembryanthemum crystallinum*). Este proyecto, se sustenta en la integración de referencias bibliográficas de la especie y su presencia en la península de Baja California, en el trabajo de campo que permitió ubicarla geográficamente y estimar su cobertura, con lo cual se definió una superficie de distribución potencial y de favorabilidad ambiental que proyecta su posible ocurrencia en una superficie de 766,000 hectáreas de la ReBiVi.

3.- Contexto del Plan de Manejo

El proyecto: “Fortalecimiento de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) mediante mecanismos de innovación y mejora continua”, entre el PNUD y la CONANP, 2008-2012, constituye uno de los principales acuerdos en el que, entre otras metas, se espera implementar la “Estrategia de prevención, control y erradicación de especies invasoras aplicada en Áreas Protegidas relevantes del país”. Para su implementación, se propone cumplir con resultados como, el mapeo de riesgo, incidencia

y afectación de especies invasoras en las Áreas Naturales Protegidas (ANP); identificar dinámicas de invasión en algunas ANP especialmente afectadas, identificadas y documentadas; establecer lineamientos para la prevención, control y erradicación diseñados mediante métodos participativos; desarrollar una propuesta de marco regulatorio para protección frente a especies invasoras; desarrollar estudios y planes de mitigación y control; realizar evaluación de la eficacia de mitigación y control; implementar una estrategia de comunicación a la población sobre especies invasoras y riesgos locales; y establecer un programa de capacitación a la población sobre la estrategia de prevención, control y erradicación de especies invasoras.

Posteriormente la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), a través de la CONANP publicó el “programa para la atención y manejo de especies invasoras y ferales en Áreas Naturales Protegidas de competencia federal 2012”, en el que establece como objetivo general ***Diseñar e implementar acciones de conservación y restauración de los ecosistemas de las Áreas Naturales Protegidas de competencia federal a través de acciones de prevención, detección temprana, respuesta rápida, control y erradicación de especies exóticas invasoras y ferales con participación activa de los diferentes sectores de la sociedad.*** Considerando como líneas estratégicas la Protección, Manejo, Restauración, Conocimiento, Cultura y Gestión. Así mismo para cada estrategia establece objetivos específicos e indicadores de éxito, considerando los tres objetivos de la Estrategia Nacional sobre Especies Invasoras (CANEI, 2010), que son:

1. La prevención. - Prevenir, detectar y reducir el riesgo de introducción, establecimiento y dispersión de EEI.
2. Programas de control y/o erradicación. - Establecer programas de control y erradicación de poblaciones de EEI que minimicen o eliminen sus impactos y favorezcan la restauración y conservación de los ecosistemas.
3. Informar oportuna y eficazmente a la sociedad. - Informar oportuna y eficazmente a la sociedad para que asuma responsablemente las acciones a su alcance en la prevención, control y erradicación de las EEI.

Lo anterior tiene su origen en la Estrategia Nacional sobre Biodiversidad de México, la cual resalta que las EEI representan una amenaza crítica para la biodiversidad y propone numerosas acciones con el fin de reducir sus impactos (CONABIO, 2000). En ese contexto, en el 2014 el PNUD crea el programa para aumentar las capacidades nacionales para manejar EEI, el cual busca apoyar en la implementación de la Estrategia Nacional sobre Especies Invasoras y sus objetivos para el fortalecimiento del manejo efectivo a nivel nacional, orientándolo de forma concreta hacia la conservación de la biodiversidad, para lo cual se traza como objetivo general, salvaguardar la biodiversidad de importancia global en ecosistemas vulnerables a través del establecimiento de capacidades para prevenir, detectar, controlar y manejar las especies exóticas invasoras en México. Dentro los resultados esperados, este proyecto financiado por el Global Environmental Facility (GEF), considera en lo que denomina “Componente 2”, lo siguiente:

- ♦ Prevención de nuevas introducciones a través de actividades en sectores productivos clave.

- ◆ Prevención, control y erradicación de EEI en áreas prioritarias de biodiversidad (ANP) y sitios prioritarios de conservación (insulares y continentales) a través de sistemas de manejo integral de EEI y desarrollo de sistema de detección temprana y respuesta rápida.

Es por ello que, en junio de 2015 el PNUD lanzó la convocatoria denominada “Servicio de consultoría para desarrollar la línea base para la planeación del manejo efectivo de las EEI en la Reserva de la Biosfera El Vizcaíno”, considerando que la Dirección del ANP identificó al vidrillo (*Mesembryanthemum crystallinum*), rana toro (*Lithobates catesbeianus*) y tilapia panza roja (*Tilapia zillii*) como especies con prioridad de atención.

El presente documento se elabora atendiendo a la especie *M. crystallinum*. Mismo que, con base en una evaluación de su presencia, se genera una línea base para desarrollar un Plan de Manejo que tiene como propósito fundamental controlar la población invasora de vidrillo en tierras silvestres de la costa Occidental de la ReBiVi. Todo ello, en atención a los impactos ecológicos que esta planta puede provocar en ecosistemas donde ha sido introducida, ya que en la Península de Baja California es considerada una especie de alto potencial invasivo en terrenos desprovistos de vegetación (Meyer et al., 2016), enfocando los esfuerzos en proteger y recuperar las especies nativas.

4.- Antecedentes

4.1.- Biología de la especie

Mesembryanthemum crystallinum es conocida comúnmente como vidrillo, en español, y iceplant, en inglés. En la costa Occidental de la ReBiVi se conoce como panza de sapo.



Figura 1.- Vidrillo y/o panza de sapo (*Mesembryanthemum crystallinum*). Fotografía: Andrea Cuellar Brito.

M. crystallinum, se describe como planta suculenta, verde o rojiza, densamente cubierta de grandes papilas cristalinas, que le confieren un aspecto escarchado (Figuras 1, 2 y 3) (Blanca et al., 2009). Estas papilas están construidas por células epidérmicas transformadas que tienen la función de almacenar agua (Adams et al., 1998). Tallos gruesos, decumbentes, ramificados desde la base. Hojas ausentes o disminuidas en la floración, las basales de hasta 10 x 8 cm, planas, muy carnosas, opuestas, ovadas u obovado-espatuladas, de márgenes \pm ondulados, ligeramente pecioladas; las superiores más pequeñas, alternas, sésiles. Flores 2–3 cm de diámetro, actinomorfas, hermafroditas, pentámeras, solitarias, axilares o en cimas terminales de 3–5 flores, subsésiles. Tépalos 5, desiguales, los externos foliáceos, los 2 internos más pequeños, ovados, con margen rojizo y membranáceo. Estaminodios petaloideos numerosos (estos son estambres transformados con apariencia de pétalos), más largos que los tépalos, blancos o rosados en el ápice. Estambres numerosos. Ovario ínfero; 5 estigmas. Fruto cápsula loculicida, subgloboso–pentagonal. Tiene un número diploide $2n = 18$ (Blanca et al., 2009).



Figura 2.- Vidriillo o panza de sapo (*M. crystallinum*), registrado sobre la ribera de los salitrales del Noreste de la Laguna San Ignacio. Nótese el color verde de una planta joven.

La reproducción es por semilla. Se definen cinco fases de crecimiento para *M. crystallinum*; plántulas en germinación, juveniles, adultos, fructificación-floración y producción de semillas, las cuales responden de diferente manera a las tensiones ambientales (Adams et al., 1998; Abd El-Gawad y Shehata, 2014). La magnitud de la producción de sus semillas depende del Metabolismo Ácido de las Crasuláceas (CAM) y el tamaño que la planta ha alcanzado en su fase de crecimiento juvenil (Adams et al., 1998). En condiciones de laboratorio *M. crystallinum* puede producir alrededor de 15.000

semillas por planta. Estas pueden permanecer viables en el banco de semillas del suelo por hasta dos años (CABI, 2016), alcanzando una persistencia máxima por más de 20 años (FloraBase, 2015). Germinan durante los meses fríos y la dormancia se puede romper por cualquier forma de perturbación, por ejemplo: pastoreo, fuego, sequía, etc. (Vivrette, 1999). Florece desde principios de primavera hasta verano, en un proceso desencadenado por el estrés ambiental, como la alta salinidad, sequía o bajas temperaturas. Sus flores se abren durante el día y se cierran en la noche (Adams et al., 1998).

Dependiendo de las condiciones ambientales, *M. crystallinum* puede ser anual, bienal o perenne (CSIRO, 2004). No obstante, su ciclo de vida se completa usualmente dentro de un margen de meses (Cuadro 1).

Cuadro 1.- Resumen de las características biológicas y ecológicas de *Mesembryanthemum crystallinum*.

Características biológicas y ecológicas de vidrillo (<i>M. crystallinum</i>)
Ciclo de vida Anual-bienal-perenne.
Floración en Primavera-Verano.
Genera banco de semillas.
La semilla alcanza hasta 20 años de viabilidad.
Metabolismo C3-CAM.
Papilas acuosas para el almacenamiento de agua y sales, protección de los rayos UV y de depredadores.
Se establece en forma de parches dispersos o masas muy densas con apariencia de alfombras.
Dispersión y polinización por insectos, por ingesta en conejos y ratones, por viento y agua.
Resistente a suelos salinos.
Resistente a la sequía
No tolera heladas
No tolera la sombra

4.2.- Estrategias de adaptación

M. crystallinum, tiene un interruptor de desarrollo programado, cambiando de fotosíntesis C3 a CAM que se acelera con la salinidad y la sequía (Adams et al., 1998). Las plántulas y juveniles moderadamente tolerantes a la sal presentan tasas relativamente altas de crecimiento vegetativo mediante la participación en la fotosíntesis C3, siempre y cuando la humedad del suelo siga siendo suficiente (Bloom y Troughton, 1979). Con el inicio de la sequía progresiva, la planta en su etapa adulta pasa a la fase CAM, lo que hace que se minimice la pérdida de agua y se asegure el éxito reproductivo en ausencia de lluvia y en suelos salinos (Winter, 1985). La fase CAM prolonga el período de ganancia neta de carbono, lo que resulta en una producción de semillas mejorada (Winter y Ziegler, 1992). Las plantas poseen grandes papilas cristalinas las cuales tienen varias funciones

(Figuras 1, 2 y 3), como dispositivo de almacenamiento de agua, acumulación de sales, protección de los rayos UV y un papel en la defensa de la planta (Barkla et al., 2012). La planta muere desde la raíz, progresivamente transfiere los recursos hacia la cápsula de la semilla (Adams et al., 1998).

M. crystallinum acumula sal durante toda su vida, en un gradiente desde las raíces a los brotes, con la mayor concentración almacenada en las papilas cristalinas (Adams et al., 1998). La sal es liberada por lixiviación una vez que la planta muere. Esto resulta en un entorno perjudicial osmótico para otras especies no tolerantes (Vivrette y Muller, 1977), esta habilidad permite que las semillas de *M. crystallinum* germinen, mientras las plantas nativas son reprimidas (Bohnert y Cushman, 2000).



Figura 3.- Vidrillo o panza de sapo (*M. crystallinum*), individuos registrados sobre los salitrales que se localizan al Noreste del estero El Coyote. Nótese el color púrpura de una planta madura.

En algunas zonas de Australia, *M. crystallinum* ocurre en forma de parches dispersos (CSIRO, 2004). No obstante, puede llegar a formar masas muy densas con apariencia de alfombras que cubren el suelo (Figuras 1, 4 y 6), esto es si las condiciones son favorables. Por ejemplo, en Australia, California y Egipto, se han registrado parches monoespecíficos (Abd El-Gawad y Shehata, 2014; CABI, 2016). El crecimiento óptimo de vidrillo se presenta en una salinidad moderada de 0.1 M a 0.2 M de NaCl, tolerando hasta 0.5 M de NaCl, pero este nivel a menudo acelera el desarrollo reproductivo de la planta (Kuznetsov et al., 2000). *M. crystallinum* no es tolerante a las heladas, las plantas mueren cuando estas ocurren (CABI, 2016).

La presencia de *M. crystallinum* reduce la riqueza de especies y la biomasa de los individuos en las áreas en las que crece (West y Nabhan, 2002). Esto se debe a que es una planta con capacidad excepcional para absorber la humedad del suelo, lo cual le permite competir con gran eficiencia con las especies nativas por el agua (Cal-IPC, 2016). Además, es una planta que promueve la acumulación de sal en la capa superior del suelo (Abd El-Gawad y Shehata, 2014), debido a que cuando las plantas mueren, la sal almacenada se lixivia en el suelo, lo que hace que aumente drásticamente la salinidad, provocando una alteración en la química por el incremento de nitrato y los niveles de sal, dificultando así el crecimiento de otras plantas no tolerantes (Vivrette y Muller 1977). *M. crystallinum* junto con otras dos plantas invasoras ha sido reportada como una de las principales amenazas para *Chorizanthe pungens* var. *pungens*, un taxa incluido en el inventario de especies de plantas nativas de California, raras y en peligro de extinción (CAL-IPC, 2016). Así mismo, en Australia, *M. crystallinum* se ha convertido en un problema de maleza en los cultivos de cereales y pastos (Kloot, 1983).



Figura 4.- Características de la ocupación del vidrillo (*M. crystallinum*) sobre las planicies arenosas de la región Sureste de Guerrero Negro, dentro de la ReBiVi. El color ocre, indica la presencia y cobertura del vidrillo.

Se reporta que, *M. crystallinum* está presente en sitios perturbados tales como bordes de caminos, acantilados, áreas de pastoreo y zonas de erosión costera, aunque también se le puede encontrar en sitios no perturbados con vegetación abierta (FNA, 2004). El vidrillo no requiere para establecerse únicamente de sitios perturbados, pero si demanda una superficie despejada para tener una invasión exitosa (Figuras 4 y 6) (Schmalzer y Hinkle, 1987). La principal vía de dispersión de semillas es cuando las flores son polinizadas por

insectos (Adams et al., 1998). Se ha sugerido que la dispersión puede ocurrir por la ingesta de semillas por animales como conejos y ratones, y posiblemente ocurra una dispersión por agua y viento. La semilla contiene niveles potencialmente tóxicos de oxalatos, que pueden causar envenenamiento por acumulación en el organismo (FloraBase, 2015).

4.3.- Distribución

M. crystallinum es nativa del Sur de África, suroeste de África, Oeste de Asia y el Sur de Europa (CABI, 2016). No obstante, existen diferentes opiniones con respecto a si es una planta nativa o no para el Sur de Europa (Kloot, 1983; Weber, 2004). Fue introducida en otros países y se encuentra ahora ampliamente distribuida (Figura 5), se presenta en Australia (Australia Meridional, Tasmania, Victoria, Australia Occidental y Nueva Gales del Sur), Sudamérica (Argentina, Chile y Perú), Norteamérica-Estados Unidos (Arizona, California y Pensilvania) y Norteamérica-México (Baja California) (CABI, 2016). En México, también se reporta ampliamente distribuida en Sonora (Chambers y Hawkins, 2002).

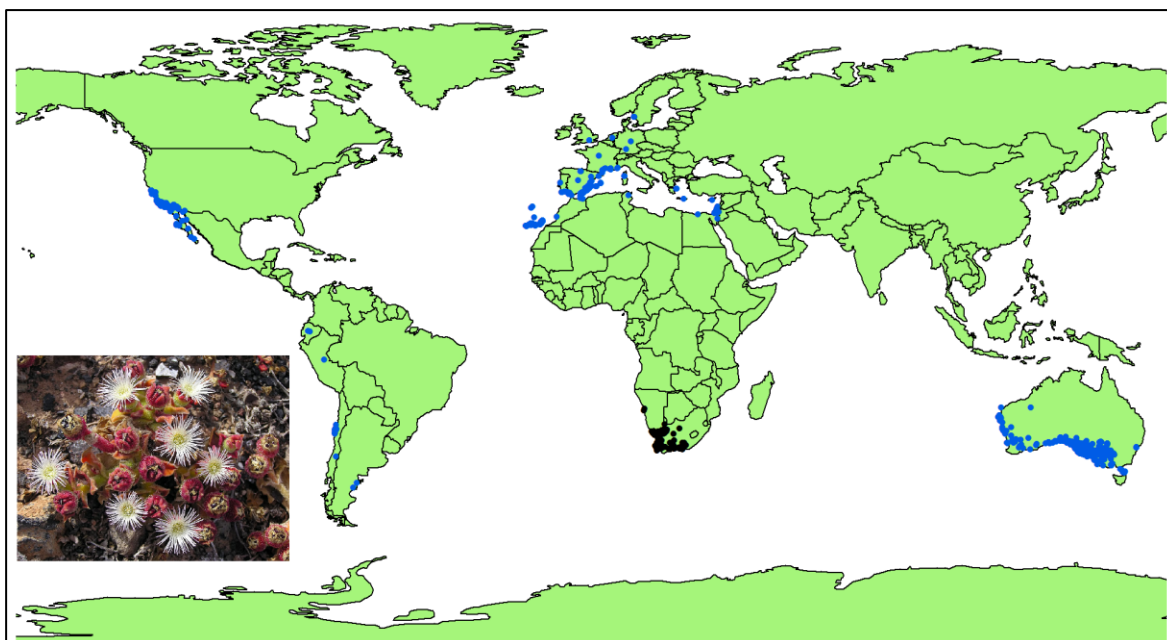


Figura 5.- Distribución mundial de vidrillo (*M. crystallinum*) (tomada de la base de datos de Global Biodiversity Information Facility). Los puntos en color negro indican el área de distribución nativa y los azules, aquellas donde ha sido introducida.

La introducción en Norteamérica, Sudamérica y Australia ha ocurrido de forma accidental, en la arena utilizada en los buques de balastos y de manera intencional, para su uso como planta ornamental (CABI, 2016). En California se cree que fue introducida a principios del año 1500, en la arena utilizada como lastre de los buques. Hace 50 años el Departamento de Transporte de California comenzó a utilizar esta planta en jardinería sobre los bordes de las carreteras y para control de erosión. En 1969 esta práctica fue interrumpida cuando se descubrió que la planta moría con las fuertes heladas y no era eficaz en el control de erosión en las pendientes más pronunciadas. Muchos propietarios de viviendas todavía utilizan esta planta como cubierta vegetal para el control de erosión (CAL-IPC, 2016).

M. crystallinum es una planta exótica de carácter invasor en la península de Baja California (Garcillán et al., 2013). Son muchos los estudios que reportan su presencia (Morzaria-Luna y Barocio-León, 2008; Vanderplank y Mata, 2010; Vanderplank, 2011; Vanderplank et al., 2014). Generalmente, se encuentra asociada a suelos salinos dentro de comunidades vegetales de matorral costero y vegetación de desierto, ocupando tierras planas, acantilados y otras zonas perturbadas por la actividad humana (Figura 6), tolerando suelos salinos, pero no heladas (Cal-IPC, 2016).



Figura 6.- Presencia de vidrillo (*M. crystallinum*) sobre terrenos perturbados por actividades humanas en una zona cercana a El Rosario, Baja California. Fotografía: Andrea Cuellar Brito.

M. crystallinum se presenta en una amplia gama de tipos de suelos, abarcando desde suelos ligeramente arenosos, medianamente arcillosos y con arcilla pesada. Prefiere suelos bien drenados, no obstante, crece en aquellos suelos pobres en nutrientes y puede desarrollarse eficientemente en suelos salinos. Esta planta prospera en suelos con pH: ácido, neutro o alcalino. No puede crecer a la sombra (PFAF, 2016). En el sur de África, se encuentra principalmente en suelos salinos de sitios abiertos; en California y en México, ocurre en sitios salinos abiertos y perturbados, pero es más abundante en las zonas de riego con suelos salinos (Agata et al., 1996; Munz, 1959; Vivrette, 1993).

En la ReBiVi, se reportan registros dispersos en la región de Guerrero Negro, Asunción y Punta Abreojos, al Suroeste de la boca de Laguna Ojo de Liebre e incluso en Isla Natividad (CONABIO, 2016). No obstante, Reynoso y López (2014), reportan que en la ReBiVi esta planta se encuentra principalmente en la región de Guerrero Negro, al Norte de la Laguna Ojo de Liebre y en pequeños parches sobre la costa del Océano Pacífico, incluyendo las riberas Norte y Sur del estero La Bocana y la totalidad del estero El Coyote (Figura 7); se desarrolla sobre suelos salinos con pocos nutrientes, de tipo solonchak y regosol.

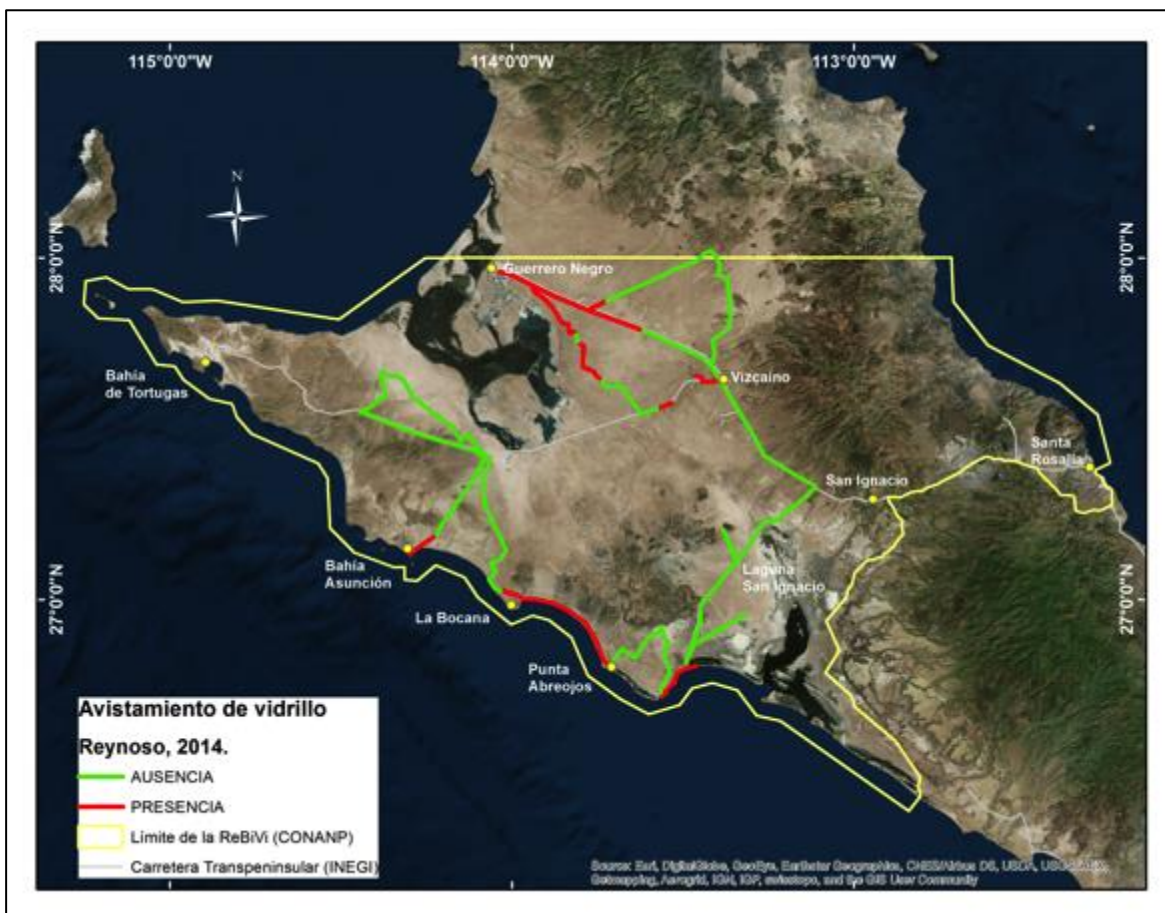


Figura 7.- Distribución de vidrio (*M. crystallinum*) en la ReBiVi en 2014. Tomado de Reynoso y López (2014).

4.4.- Usos y aprovechamiento de vidrio (*Mesembryanthemum crystallinum*)

Se ha reportado que, en sus lugares de origen, *M. crystallinum* es una planta con muchos usos, incluso por su habilidad para acumular sal ha sido utilizada en proyectos de bioremediación en la desalinización de suelos afectados por la sal. Sus hojas y tallos se utilizan crudos o cocidos como sustituto de espinacas y pepinos en escabeche. La extracción de las grasas a través del machacado del follaje, se combinaban con sosa para la fabricación de sustitutos de jabón. El vidrio contiene muchos agentes biológicos con efectos antioxidantes y antimicrobianos. Históricamente, los médicos utilizaron el jugo de las hojas para calmar la inflamación de las membranas mucosas del sistema respiratorio. Sus hojas se utilizan en el tratamiento de la ascitis, disentería, enfermedades del hígado y el riñón. Es usado en preparaciones dermatológicas y cosméticas. En Europa, el jugo fresco se ha utilizado para tratar la retención de agua y para calmar la inflamación pulmonar (Abd El-Gawad y Shehata, 2014). En tanto, los Gauchos argentinos, la implementaban para el tratamiento de enfermedades venéreas; y los marineros antiguos, lo consumían como auxiliar para el tratamiento del escorbuto (Vivrette y Muller, 1977).

En general, el vidrio es una planta de usos comunes y tradicionales, como el de una planta ornamental en la jardinería, pero también, ha sido utilizada en otros poco

convencionales, como su utilidad para el desarrollo de investigaciones fisiológicas y la ya mencionada bioremediación, entre otras (CSIRO, 2004).

5.- Método de evaluación de la distribución de vidrillo (*Mesembryanthemum crystallinum*) en la ReBiVi

5.1.- Descripción del Área de Estudio

La Reserva de la Biosfera El Vizcaíno, se localiza en la región central de la Península de Baja California, inmersa en la porción norte de los límites geopolíticos del Estado de Baja California Sur, correspondiente al Municipio de Mulegé. La ReBiVi, ocupa una extensión territorial de 2'546,790.25 ha, de las cuales 2'183,351.37 ha corresponden a zona de amortiguamiento y el resto, como zonas núcleo. Cabe mencionar que la Reserva incluye 5 kilómetros de franja costera del Mar Territorial como zona marina de amortiguamiento (Figura 8) (SEDUE, 1988; CONANP, 2000).



Figura 8.- Macro-localización de la Reserva de la Biosfera El Vizcaíno (ReBiVi). La línea verde, corresponde a la poligonal limítrofe de la Reserva.

Por su gran extensión territorial la ReBiVi abarca dos provincias fisiográficas. Una es la planicie costera Occidental, compuesta por lomeríos, mesetas y cañadas de poca profundidad, la cual es enriquecida con presencia de esteros, lagunas, serranías y llanuras

desérticas (Figura 9). En tanto, la otra, consta de grandes macizos montañosos del Oriente de la península de Baja California, estructurada principalmente por serranías, cerros aislados y volcanes, incluso el Volcán de Azufre se encuentra activo (CONANP, 2000).



Figura 9.- Paisaje típico de la región de los grandes salitrales de la ReBiVi, con sus montañas al fondo (Sierra de Santa Clara). Fotografía: Claudio Contreras Koob.

En la ReBiVi hay una gran variedad de paisajes en los que se observa una estrecha relación entre la topografía, el clima y la vegetación. Los suelos que cubren la mayor parte del área de la región se caracterizan por ser predominantemente de colores claros con poca materia orgánica. En las llanuras del desierto de El Vizcaíno y elevaciones montañosas, se presentan los suelos del tipo de los regosoles que son morfológicamente diferentes en cada una de ellas (CONANP, 2000).

La precipitación anual de la ReBiVi es de 50 a 70 mm con una elevada evapotranspiración potencial que ocasiona un déficit medio anual de agua de entre 700 mm y 1,200 mm. La escasa precipitación genera un escurrimiento medio anual de 0 a 20 mm, provocando que la infiltración global anual y la recarga de los acuíferos sea de magnitud baja. El arroyo de San Ignacio, es el único caudal con agua permanente intermitente, en tanto que, el de San Pablo, Santa Ana y otros son temporales que sólo presentan escurrimientos durante la temporada de lluvias (CONANP, 2000).

El Programa de Manejo de la ReBiVi resalta la importancia de la flora y fauna de una de las ANP más grande de México, establece que la diversidad de los ambientes físicos y climáticos ha permitido el desarrollo de una vida silvestre muy rica en forma y en adaptaciones a esta región árida de la Península de Baja California. Por ejemplo, en la

porción terrestre se han encontrado 463 especies de flora, agrupadas en 256 géneros y 83 familias. Es notable que casi la tercera parte de las especies son arbustivas, mientras que las herbáceas (anuales) y las perennes representan casi la mitad de las mismas. Se conocen 37 especies endémicas para el área geográfica (CONANP, 2000).

En la región de la ReBiVi se encuentran la mayor cantidad de asociaciones vegetales de toda la península, donde aproximadamente un 8.3% de la flora se reconoce como endémica de la región geográfica del Desierto de El Vizcaíno. La Reserva comprende 3 subdivisiones florísticas del Desierto Sonorense, que son: subprovincia “Desierto de Vizcaíno” es la mejor representada, ocupa casi el 95% de la superficie del ANP; subprovincia “Costa del Golfo” se extiende sobre una estrecha franja de las serranías del Oriente; y “Región Magdalena”, cubriendo una pequeña porción del Suroeste (CONANP, 2000).

No obstante, lo antes descrito, en la ReBiVi se reporta la presencia de EEI, entre ellas el vidrillo (*M. crystallinum*). El vidrillo es una especie invasora que como consecuencia de su particular uso ornamental y su gran adaptabilidad, está colonizando la costa Occidental, principalmente sitios cercanos a centros de población. A la fecha, no se ha instaurado un programa específico de medidas de control y prevención (Kobelkowsky & Toledo, 2008), por lo tanto, es necesario contar con un diagnóstico integral de poblaciones vegetales introducidas y un protocolo de prevención de introducción de EEI.

5.2.- Trabajo de campo

Para identificar el rango de distribución del vidrillo (*M. crystallinum*) en la ReBiVi, se realizaron dos salidas de campo los días 21 al 23 de enero y del 20 al 22 de febrero de 2016. Durante este tiempo, se recorrieron un total de 651.34 kilómetros de carreteras, terracerías y brechas, abarcando una amplia superficie que comprendió desde la región de Guerrero Negro ubicada en la costa Nororiental de Laguna Ojo de Liebre hacia Bahía Tortugas, Asunción, San Hipólito, Punta Abreojos, San Ignacio y la costa Oriental de Laguna San Ignacio, localizadas sobre la costa Occidental de la ReBiVi. Además, se cubrió el tramo de San Ignacio a Santa Rosalía, sobre la costa Oriental del ANP (Figura 10).

Para registrar y ubicar la presencia de ejemplares de vidrillo, se realizó una búsqueda intensiva. Para ello, se aplicó una técnica de muestreo que consistió en realizar recorridos en vehículo a baja velocidad, localizando ejemplares a ambos lados de los caminos, brechas y carreteras; en aquellos sitios de escasa o nula presencia, se aplicaron pequeños recorridos pedestres en línea transversal al recorrido principal. Cada parche avistado, fue registrado marcando su localización con la ayuda de un GPS Garmin Montana 650t y una cámara fotográfica Ricoh Caplio 500SE. Adicionalmente, para fortalecer las evidencias de los registros, se tomaron evidencias fotográficas con una cámara Nikon D5000. A partir de estos datos, se construyó el mapa de ubicación y se elaboró un archivo digital del registro de ejemplares de vidrillo presentes en la ReBiVi (Figura 10). Así mismo, durante los recorridos se entrevistó, de manera informal, a personas que habitan en la región; se versó sobre una descripción breve de la especie e indagó el conocimiento que tienen sobre la presencia del vidrillo dentro de su ámbito de actividades cotidianas.

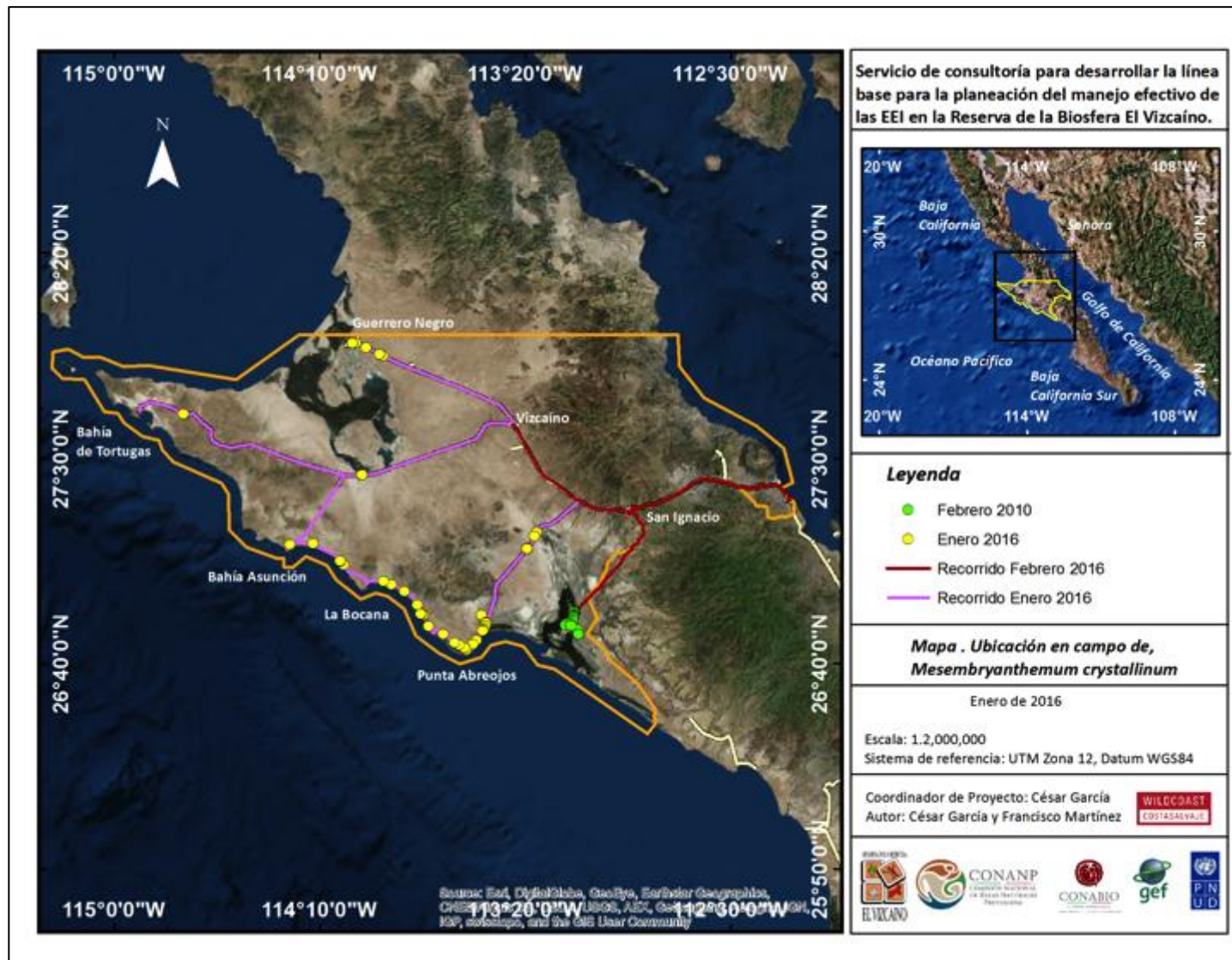


Figura 10.- Ubicación de las rutas de muestreo y sitios de registro o distribución de vidrillo o panza de sapo (*M. crystallinum*) en la ReBiVi.

5.3.- Modelación de la Distribución Potencial y Favorabilidad Ambiental de vidrillo (*Mesembryanthemum crystallinum*) en la ReBiVi.

La modelación para identificar los sitios con Distribución Potencial y/o de mayor o menor Favorabilidad Ambiental del vidrillo en la ReBiVi (Figura 11 y 12), se fundamentó en la información de los registros de ubicación recabados en campo y con base en un análisis utilizando los cinco primeros componentes de un Análisis de Componentes Principales (PCA), que resumen y explicaron más del 95% de la variación ambiental en 19 variables climáticas obtenidas de la base WorldClim (Hijmans et al., 2005), la mediana, máximo, mínimo y rango del valor de un Índice Normalizado de Vegetación (NDVI) calculado a partir de imágenes satelitales mensuales del sensor “MODIS” para el período 2004-2014, dos variables topográficas (elevación y pendiente) derivadas del modelo digital de elevación SRTM (Jarvis et al., 2008) y una variable categórica de tipos de suelo obtenida a partir de un mapa vectorial edafológico desarrollado por el Instituto Nacional de investigaciones Forestales y Agropecuarias (INIFAP) y la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). Todas las variables se trabajaron a una resolución de $\sim 1 \text{ km}^2$.

La región de calibración (hipótesis de M; Soberon & Peterson, 2005) para el modelo se generó creando un buffer desvanecido de 500 km alrededor de todos los registros de presencia. Se modelaron los nichos ecológicos de la EEI utilizando el algoritmo Maxent 3.3.3 (Phillips et al., 2006) probando tres diferentes funciones de respuesta a las variables (features) que permite el programa: 1.- lineal y cuadrática (LC), 2.- bisagra (B) y 3.- lineal, cuadrática, bisagra, umbral y producto (LCBUP). La evaluación de la capacidad predictiva de cada función de respuesta fue medida utilizando un subconjunto de los mismos datos (30%) e iterativamente generando 5 réplicas mediante un procedimiento de bootstrapping. Se utilizó el índice AUC (area under the curve) de la curva ROC (Receiver Operating Characteristics) y la tasa de omisión para determinar esta capacidad predictiva. El primero mide la capacidad de discriminación del algoritmo, independientemente del establecimiento de un umbral de corte para transformar los modelos de favorabilidad climática en mapas binarios de presencia-absencia potencial (mientras más cercano a 1 el AUC mejor capacidad de discriminación). La segunda mide la capacidad de predecir correctamente como presente un registro de evaluación (lo ideal es que los modelos tengan 0 omisión en los registros de evaluación).

De acuerdo con estas pruebas, el mejor modelo para el vidrillo se obtuvo con la función LCBUP (Cuadro 2). Este procedimiento estima que en la ReBiVi se encuentran 766,000 ha como área de distribución potencial para el vidrillo (Figura 11).

Cuadro 2.- Evaluación de la capacidad predictiva de Maxent con diferentes funciones de respuesta a las variables ambientales. Se presenta el índice AUC y la tasa de omisión.

Especie	Función de respuesta	AUC	Tasa de omisión
<i>Mesembryanthemum crystallinum</i>	LC	0.988	0.000
	B	0.990	0.000
	LCBUP	0.997	0.000

6.- Diagnostico y/o Resultados

6.1.- Presencia y distribución de vidrillo (*Mesembryanthemum crystallinum*) en la ReBiVi

En la ReBiVi, *M. crystallinum* es una planta exótica invasora que ha colonizado la costa del Océano Pacífico y bordea las lagunas Ojo de Liebre y San Ignacio, así como los esteros La Bocana y El Coyote. Específicamente, los registros de campo muestran que esta especie se encuentra sobre tierras arenosas y salitrosas que bordean la región Oriental de la Laguna Ojo de Liebre, abarcando el área de Guerrero Negro y los salitrales del Sureste (Figura 10); en la costa del Océano Pacífico, se encuentra en los bordes de los salitrales que se localizan al Sureste de Bahía Tortugas y de manera intermitente bordea la costa desde la comunidad de Asunción hasta Punta Abreojos, donde cubre las riberas de los esteros La Bocana y El Coyote (Figura 10); en tanto que, en laguna San Ignacio, se encuentra bordeando la punta Norte de los extensos salitrales del brazo norte, alcanzando el extremo Sur de la Zona Núcleo Corredor del Berrendo, así como la porción Oriental, desde Campo Pachico's hasta los salitrales del Sur del campo pesquero El Cardón (Figura 10).

Se observa que, el rango de distribución del vidrillo continúa en expansión. Los primeros reportes, señalan una presencia de forma discontinua sobre la costa Occidental de la ReBiVi, sin alcanzar la región Este y Sur de Laguna San Ignacio (Reynoso y López, 2014). Hoy en día, ha invadido nuevas áreas y su presencia es continua sobre la ribera Este de Laguna Ojo de Liebre; bordea la costa del Pacífico, desde Bahía Tortugas hasta las tierras costeras de la ribera Este de la Laguna San Ignacio. En tanto, en la región de la costa Oriental de la ReBiVi, no se ha reportado su presencia y en los recorridos de este estudio, realizados de San Ignacio a Santa Rosalía, el área con mayor presencia humana de la costa del Golfo de California en la Reserva, no se observó ejemplar alguno (Figura 7 y 10).

En la ReBiVi, los ejemplares de vidrillo se localizan sobre suelos salinos y arenosos que se encuentran sujetos a la influencia de la recurrente brisa marina que alcanza su costa occidental en forma de niebla matutina durante gran parte del año. Esta condición ambiental predominante, favorece el establecimiento de vidrillo debido al aporte regular de agua que puede disponer en forma de rocío. Esto sugiere una amplia cobertura territorial del vidrillo, no obstante, si bien en la presente evaluación no se pudo determinar en campo, el análisis de su distribución potencial actual, basada en los insumos cartografiados, los rasgos de suelo y datos climáticos, muestran que el vidrillo cuenta con una superficie de 766,000 hectáreas con potencial de ser ocupadas y/o colonizadas por esta EEI (Figura 11).

Por su parte, el modelo de favorabilidad ambiental indica que el vidrillo encuentra una amplia extensión territorial con condiciones que favorecen su establecimiento. En general, estos territorios se asocian principalmente a la costa y llanuras salitrosas que conforman los extensos salitrales que dominan la región Occidental del ANP, sin embargo, las áreas de mayor favorabilidad ambiental son aquellas que se localizan sobre pequeñas franjas o parches que bordean la costa, y en mayor medida las riberas de las lagunas Guerrero Negro, Ojo de Liebre y San Ignacio; incluyendo la totalidad de los esteros Los Borrachos, La Bocana y El Coyote (Figura 12).

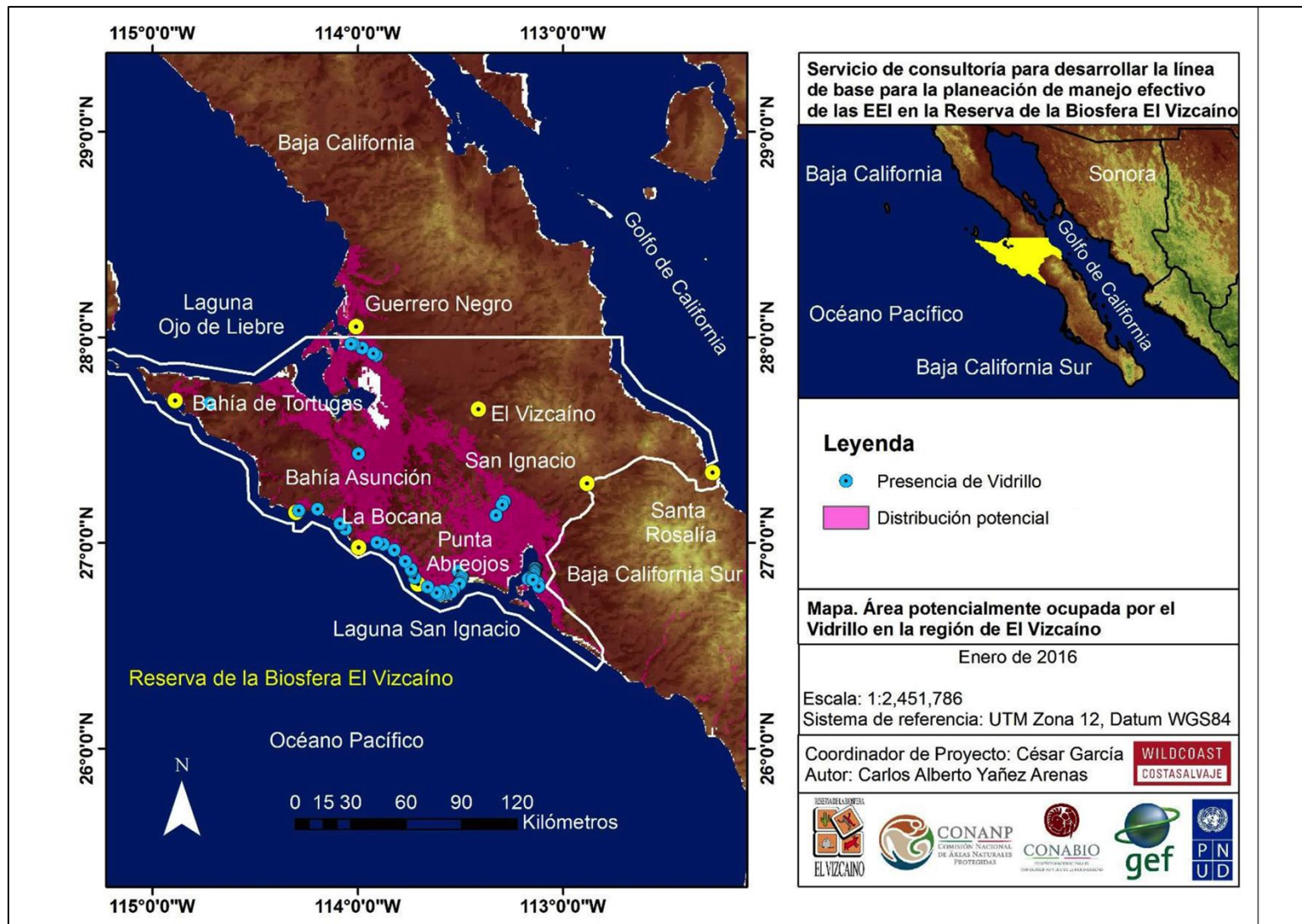


Figura 11.- Área de distribución potencial proyectada para vidrillo (*M. crystallinum*) en la ReBiVi.

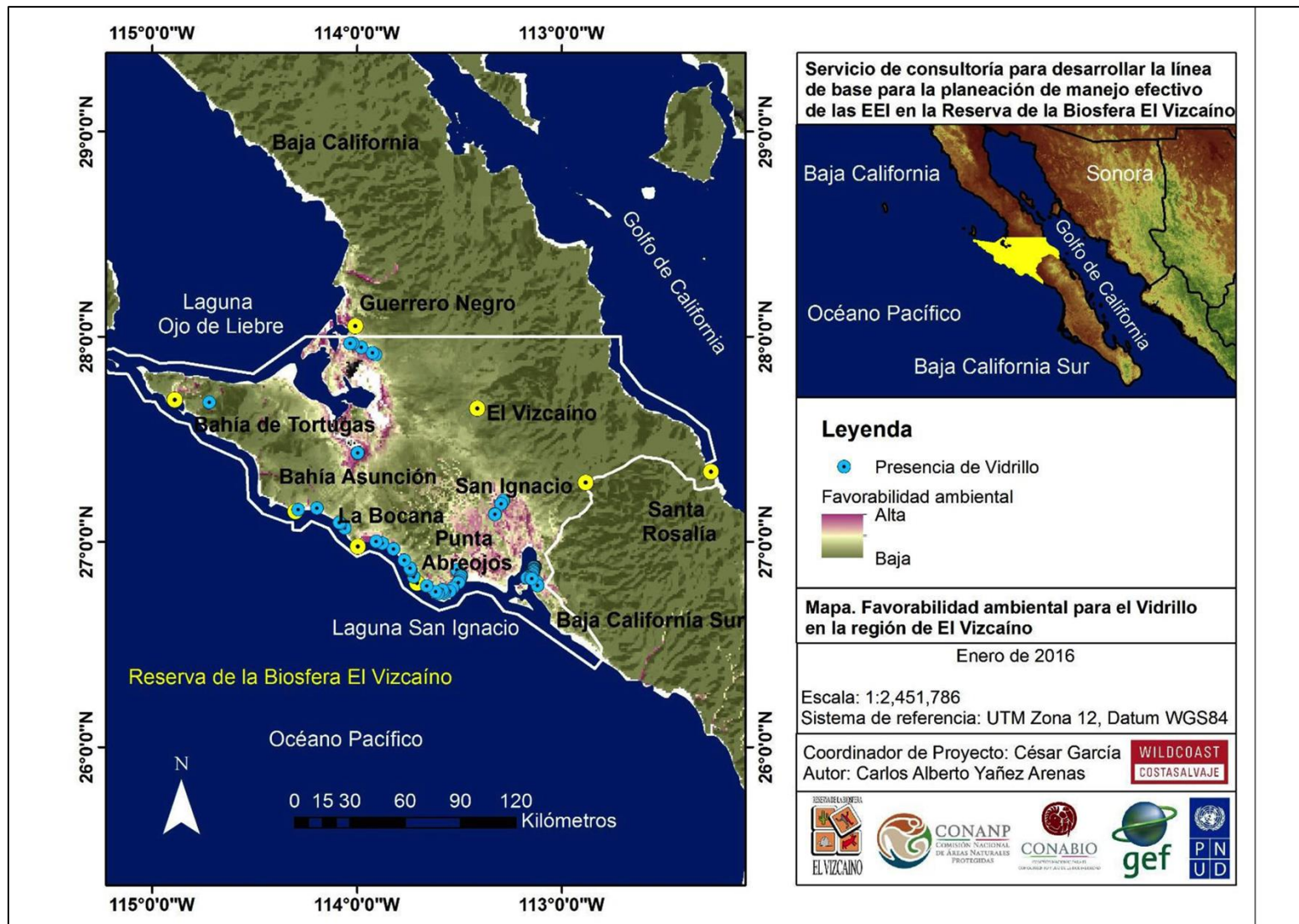


Figura 12.- Zonas de mayor o menor Favorabilidad Ambiental de vidrillo (*M. crystallinum*) en la ReBiVi.

En la ReBiVi, el invierno es la época del año en que el vidrillo se encuentra bajo un mayor estrés debido a la falta de agua de lluvias, manifestando durante esta temporada su menor estado de desarrollo y cobertura. Se observó que, la presencia del vidrillo se manifiesta de manera errática con ejemplares dispersos o pequeños parches como los observados sobre las extensas planicies arenosas que rodean el poblado de Guerrero Negro (Figuras 2, 3 y 4). No obstante, los habitantes de la región, que identifican esta planta con facilidad y certeza bajo el nombre de “*panza de sapo*”, manifestaron que es durante la época posterior a la temporada de lluvias (primavera y verano), cuando esta especie expresa su mayor vigorosidad, argumentando que, en ese lapso la *panza de sapo* se observa como una alfombra roja que cubre amplias extensiones de la costa Occidental de la ReBiVi.

Estos resultados y apreciaciones son de suma importancia para definir la estrategia que permita obtener con mayor precisión el rango de distribución, cobertura y densidad del vidrillo, particularmente cuando esta planta alcanza mayor vigorosidad en los ecosistemas de la costa Occidental de la ReBiVi.



Figura 13.- Ejemplares de vidrillo (*M. crystallinum*) desarrollándose bajo la sombra de las ramas de sangregado o lomboy (*Jatropha cinerea*) localizados sobre la región de la costa Occidental de la ReBiVi.

Se dice que el vidrillo, es una especie que no tolera la sombra. Si bien, gran parte de los registros muestran que en la ReBiVi sus ejemplares crecen sobre suelos abiertos, algunos también lo hacen bajo condiciones de nodrismo. Este fenómeno ocurre, cuando pequeñas plántulas de vidrillo se desarrollan bajo el cobijo de las ramas de arbustos como,

sangrengado o lomboy (*Jatropha cinerea*), palo de Adán (*Fouquieria diguetii*), liga o lechoso (*Euphorbia misera*) e incluso del árbol del elefante o torote (*Pachycormus discolor*) (Figura 13). Posiblemente, esta asociación obedece a que los taxa protectores son organismos caducifolios, es decir, pierden sus hojas durante gran parte del año, lo cual otorga a *M. crystallinum* la posibilidad de colonizar amplias extensiones del territorio del ANP, ya que gran número de especies vegetales de esta región desértica son de carácter caducifolio y escasa cobertura foliar.

6.2.- Impactos de la presencia del vidrillo (*Mesembryanthemum crystallinum*) en los ecosistemas de la ReBiVi

El vidrillo es una especie invasora que altera la estructura y composición de las comunidades biológicas de los ecosistemas costeros que coloniza, al competir con las especies nativas por espacio, nutrientes y disposición de agua, desplazando las especies nativas de sus hábitats naturales e incluso extinguiéndolas, provoca la disminución de la biodiversidad y alteraciones ecosistémicas irreversibles, principalmente reduciendo la riqueza de especies y la biomasa de los individuos (West y Nabhan, 2002).

Resultado de su gran adaptabilidad y éxito de colonización, la presencia de vidrillo conlleva implícitas situaciones de riesgo. Dado que es una planta con excepcional capacidad para absorber humedad del suelo, compite con gran eficiencia con las especies nativas, generando cambios en la riqueza y abundancia y/o biomasa del ecosistema. Además, al acumular sal en sus tejidos a lo largo de toda su vida, al morir promueve la acumulación de sal en la capa superior del suelo de aquellos sitios donde registra gran abundancia (Abd El-Gawad & Shehata, 2014), para el caso de zonas con orientación agrícola esta condición podría generar serios problemas económicos debido a que puede inhibir el desarrollo de algunas especies de plantas con importancia agrícola.

Se ha documentado que en sitios con presencia de vidrillo disminuye significativamente la producción de pastos a lo largo de los años (Kloot, 1983). Se registró que, las plantas de vidrillo absorben y acumulan grandes cantidades de sal en sus partes aéreas, misma que al morir se libera y se concentra en las capas superiores del suelo, la cual con el tiempo por acción de la lluvia se filtra a capas más profundas, concentrando altos niveles de salinidad que inhiben el crecimiento de la mayoría de las especies competidoras, convirtiéndose en la especie dominante del área colonizada. Es así como el vidrillo puede afectar la distribución y dominancia de las especies de aquellos sitios donde se establece (Kloot, 1983; CSIRO, 2004).

Aun cuando en otros sitios fuera de México se han documentado algunos impactos que tiene la presencia de vidrillo en sitios invadidos, en la Península de Baja California, existen carencias sobre el conocimiento de la ecología de la especie, se desconoce la dirección y ritmo de propagación, interacción con los organismos de taxa nativos, edad de madurez y/o reproductiva, fecundidad, cobertura durante la época de mayor vigorosidad, incluso la precisión de su rango de distribución, entre otras. En el pasado no se había tomado en cuenta el significado y con la seriedad que representa el avance de la invasión del vidrillo en la costa Oeste de la Península de Baja California, aún cuando su rango de distribución continuaba en expansión invadiendo suelos desnudos perturbados por obras de

infraestructura urbana o actividades productivas (Meyer y Jensen, 2016). En la actualidad, regiones agrícolas de importancia en Baja California como, San Quintín y El Rosario, están siendo fuertemente invadidas por esta especie exótica donde sus suelos desprovistos de vegetación se encuentran cubiertos por extensas alfombras de plantas de vidrillo, mismas que no están siendo monitoreadas para evaluar los impactos de su presencia.

En un intento por atacar el avances del vidrillo y sus impactos en los ecosistemas silvestres de la Península de Baja California, en el presente estudio se busca establecer una estrategia que promueva una comunicación rápida y eficiente con las comunidades costeras de la ReBiVi para informar sobre la amenaza ambiental que representa esta especie invasora y para dar seguimiento a la evolución de su dispersión y presencia en la región de la costa Occidental, detonando en un Plan de Manejo que siembra las bases y busca diseñar estrategias efectivas que controlen la abundancia y dispersión del vidrillo, incluyendo la reducción de sus impactos en sitios colonizados en la costa Occidental de la ReBiVi con una visión de conservación de los taxa nativos.

7.- Plan de manejo y control y/o erradicación de vidrillo (*Mesembryanthemum crystallinum*) en la ReBiVi

En congruencia con la Estrategia Nacional sobre Especies Invasoras, la cual estipula que la prevención, control y erradicación de las especies invasoras debe considerarse en la gestión de las ANP, como lugares de conservación, de desarrollo sustentable y de investigación, es de gran importancia que cada ANP cuente con un plan adecuado de prevención. Este debe incluir acciones de vigilancia y monitoreo continuo, con el objetivo de reducir el número de introducciones de especies exóticas y detectar de forma temprana a las especies potencialmente invasoras (CANEI, 2010).

No obstante, el control y/o erradicación de las especies invasoras no representan un objetivo de conservación en sí mismo, sino un instrumento para alcanzar la conservación de la riqueza biológica y mantener el funcionamiento de los procesos ecológicos que son el sustento de bienes y servicios para nuestra sociedad. Ante ello, es absolutamente necesario que la ReBiVi haga frente a esta amenaza conjuntando esfuerzos y estableciendo una estrategia que integre la prevención, la detección, la respuesta rápida, el control y la erradicación de especies invasoras, en función de las prioridades determinadas tanto por las amenazas como por la biodiversidad en riesgo, para mantener la salud de los ecosistemas y, en consecuencia, el bienestar social y económico del ANP (CANEI, 2010). Considerando las capacidades de adaptación y respuesta para la colonización de nuevos sitios, sin olvidar el alcance y la complejidad de controlar una especie invasora con las características del vidrillo, se convoque a las distintas instituciones, organizaciones privadas y actores de la sociedad civil.

La implementación de cualquier estrategia de manejo y control de una especie invasora, requiere de personal capacitado. Es evidente la necesidad de contar con recursos humanos con la preparación y conocimientos necesarios para implementar el programa de control de la invasión del vidrillo. Este debe ser orientado desde todos los campos de

acción como la investigación de la biología de la especie, planificación de las posibles medidas del control y de las relacionadas a la bioseguridad, incluyendo aquellas que tienen que ver con la gestión para la prevención de nuevas invasiones, la restauración de hábitats y la educación de las comunidades y el público directamente relacionados con los ecosistemas costeros afectados. Así mismo, deberá contener las herramientas de seguimiento y la evaluación de la implementación de las estrategias, acciones y/o actividades previstas, lo cual permitirá ajustar, de ser necesario, las medidas para alcanzar los objetivos y obtener mayor y mejor información de los ajustes al plan de manejo y control implementado.

En virtud de la anterior y considerando todos los riesgos ambientales, económicos y de bioseguridad que representa la invasión del vidrillo en tierras silvestres costeras de la ReBiVi, a continuación se presentan las medidas a emprender para hacer frente a la expansión del rango de distribución de esta planta exótica invasora, a través de la puesta en marcha de un Plan de Manejo y control de su población. Mismo que se desarrolla bajo los siguientes principios:

- La introducción del vidrillo puede ser causada por las actividades humanas, de manera intencional o no, o por medios naturales como el viento y corrientes marinas, entre otros.
- El vidrillo, tiene efectos adversos sobre la riqueza biológica, los servicios ambientales y las actividades económicas productivas.
- Las fronteras o límites políticos no impiden la entrada y dispersión del vidrillo.
- La presencia del vidrillo tiene como consecuencia el desplazamiento de especies nativas por competencia directa o modificación del hábitat.
- Las alteraciones en la estructura y composición de las poblaciones silvestres y la degradación de la integridad de los ecosistemas terrestres y acuáticos generan condiciones propicias para las invasiones biológicas.
- Ante la amenaza que representa la sinergia entre el cambio climático y las especies invasoras, con efectos hasta ahora poco estudiados, debe prevalecer el principio precautorio y la visión a largo plazo.
- Las acciones de prevención, control y/o erradicación del vidrillo que funcionen de manera correcta en la ReBiVi, no solo deberán llevarse a cabo en áreas aledañas, sino en todas las regiones de la Península de Baja California.
- La erradicación exitosa del vidrillo requiere la planeación de acciones de monitoreo y restauración de la integridad ecológica para evitar reintroducciones.
- El control y manejo del vidrillo se deberá realizar de manera integral, tomando en cuenta que afectan a los ecosistemas y no sólo a unos elementos de los mismos.
- Considerando que el vidrillo tienen la capacidad de adaptarse rápidamente a nuevos ambientes, las estrategias para su manejo deben revisarse y adecuarse de manera periódica.
- Debido a que la problemática inherente al vidrillo afecta a la población en general y no sólo a los sectores directamente vinculados a su introducción, todas las autoridades, organizaciones civiles y la población en general tienen la

responsabilidad compartida de evitar la entrada y dispersión de esta especie en el territorio del ANP, así como de participar en su manejo y control.

- Para enfrentar el problema de la invasión del vidrillo es imprescindible que quienes toman las decisiones cuenten con información accesible, basada en el conocimiento científico más actualizado.
- Una sociedad bien informada y concientizada tendrá más y mejores capacidades para participar en la solución del problema.

Objetivo general del plan de manejo

Disminuir el rango de distribución y la abundancia del vidrillo (*Mesembryanthemum crystallinum*) en la Reserva de la Biosfera el Vizcaíno, a través de acciones de prevención, control y participación social.

Con base en los fundamentos de la Estrategia Nacional sobre Especies Invasoras en México y en atención a la problemática a atender dentro de la Reserva de la Biosfera El Vizcaíno, el presente Plan de Manejo, se estructura siguiendo tres líneas de acción, que son:

Líneas de acción	Objetivos	Coordinador
De la investigación, monitoreo y análisis de la información referente a la introducción, establecimiento, dispersión y control del vidrillo (<i>Mesembryanthemum crystallinum</i>).	Generar conocimiento puntual sobre la adaptación biológica y ecológica del vidrillo(<i>Mesembryanthemum crystallinum</i>) en la ReBiVi, accesible a los sectores involucrados con la participación del personal de la CONANP, academia, sociedad civil y otros sectores gubernamentales competentes.	ReBiVi
Del manejo y control del vidrillo (<i>Mesembryanthemum crystallinum</i>).	Implementar actividades para el manejo y control de la población invasora de vidrillo (<i>Mesembryanthemum crystallinum</i>) y mitigar sus impactos en la costa Occidental de la ReBiVi.	ReBiVi
De Informar y divulgar oportuna y eficazmente a la sociedad de la ReBiVi de la implementación del Plan de Manejo del vidrillo (<i>Mesembryanthemum crystallinum</i>).	Difundir entre la sociedad de la ReBiVi, información sobre las acciones realizadas para el manejo y control de la población de vidrillo (<i>Mesembryanthemum crystallinum</i>), la mitigación de sus impactos causados en los ecosistemas de la costa occidental de la ReBiVi.	ReBiVi

7.1.- Línea de acción de la investigación, monitoreo y análisis de la información referente a la introducción, establecimiento, dispersión y control del vidrillo (*Mesembryanthemum crystallinum*) en la ReBiVi.

Para la implementación de esta línea de acción, se deberán sumar los esfuerzos de las diferentes entidades dedicadas a la investigación, fundaciones o instituciones de financiamiento y organizaciones de la sociedad civil, con el fin de generar el conocimiento básico sobre el cual se plantea una urgente necesidad de conocer lo relacionado con la abundancia y/o cobertura, distribución, usos y procesos reproductivos, características del hábitat de establecimiento, tipos y formas de introducción, banco de semillas, entre otros necesarios para el adecuado manejo y control del vidrillo.

Para desarrollar un plan de manejo efectivo y funcional para *M. crystallinum*, se sugiere realizar estudios previos sobre la biología y ecología de esta planta exótica en la ReBiVi, ya

que a menudo el manejo o control de plantas exóticas se centra en la pura eliminación de éstas, sin considerar los procesos y mecanismos que promueven la invasión. Los estudios principales podrían ser: analizar la influencia del tipo de suelo en la germinación y establecimiento de *M. crystallinum*, registrar la respuesta que tiene el vidrillo a la variabilidad del clima anual y evaluar el potencial de la producción de semilla de vidrillo en la ReBiVi. Estos estudios y la adición de otros más, permitirán articular mejor los impactos actuales y potenciales de *M. crystallinum* y conducirán a la elaboración de una o más técnicas de manejo eficaces para controlar a esta planta exótica en la zona de la costa Occidental de la ReBiVi.

Se recomienda que se revisen las zonas que muestran mayor favorabilidad para la presencia de *M. crystallinum* en la Reserva, de acuerdo con el mapa de distribución potencial (Figuras 11 y 12) y se realicen muestreos para corroborar su distribución actual, es decir, estos mapas orientarán sobre los lugares prioritarios a evaluar para poder establecer tempranamente un método de control antes de que *M. crystallinum* logre extenderse en las áreas proyectadas. Con base en lo observado en campo, estas áreas pueden ser las que circundan a las comunidades a lo largo de la costa Occidental, ya que son las áreas con el mayor impacto por deforestación y es donde se observa una mayor dispersión del vidrillo como en las comunidades costeras Bahía de Tortugas, Asunción, La Bocana, Punta Abreojos y la porción Sureste de Laguna San Ignacio hacia el área conocida como La Escuelita en terrenos del ejido Luís Echeverría Álvarez. Estas nuevas evaluaciones, deberán realizarse posteriores a las temporadas de lluvias (de verano e invierno), ya que estas plantas son más abundantes en periodos de precipitación pluvial (Cunningham et al., 1981), con lo cual se podría conocer con mayor precisión la distribución y abundancia del vidrillo en la ReBiVi.

De acuerdo con la problemática observada y las necesidades de investigación, para esta línea de acción se plantea el siguiente esquema de trabajo:

Línea de acción de la investigación, monitoreo y análisis de la información de la población de vidrillo (<i>Mesembryanthemum crystallinum</i>) en la ReBiVi							
Objetivo	Objetivos específicos	Actividades	Tiempo	Meta (producto)	Indicador	Coordinador	Actores clave
Generar conocimiento puntual sobre la adaptación biológica y ecológica del vidrillo (<i>Mesembryanthemum crystallinum</i>) en la ReBiVi, accesible a los sectores involucrados con la participación del personal de la CONANP, academia, sociedad civil y otros sectores gubernamentales competentes.	Fortalecer el desarrollo de proyectos de investigación sobre la biología y ecología del vidrillo en la ReBiVi.	Identificar los mecanismos del proceso de introducción, vías y rutas de acceso del vidrillo en la ReBiVi.	1 año	Generar información científica y técnica, relevante, oportuna y accesible, que genere capacidades en diversos sectores para atender como prioridades el manejo de vidrillo en la ReBiVi.	La ReBiVi cuenta con un sistema desarrollado e implementado para el monitoreo permanente de rutas de acceso y región Occidental de la Reserva para el control de vidrillo.	Dirección de la ReBiVi.	SAGARPA, PROFEPA, Asociación Forestal Mulegé.
		Definir técnicas más efectivas para el monitoreo del proceso de control de la población de vidrillo en la costa Occidental de la ReBiVi.	1 año			Dirección de la ReBiVi.	CIBNOR, CICESE, UABCS, UABC, Pronatura Noroeste, Costasalvaje.
		Ingresar registros de vidrillo al portal web Naturalista (www.naturalista.mx), para dar seguimiento de su presencia y distribución en la ReBiVi.	Permanente			Dirección de la ReBiVi.	Sociedad en genera, sectores interesados e involucrados.
		Generar un mapa de riesgo de zonas de la ReBiVi vulnerables a ser afectadas por vidrillo, considerando también áreas de invasión que prevean, en lo posible, las condiciones climáticas futuras.	1 año		Incremento en el número de proyectos de investigación sobre el vidrillo en la ReBiVi.	Dirección de la ReBiVi.	CIBNOR, CICESE, Cicimar, UABCS, UABC, Pronatura Noroeste, Costasalvaje.
		Dar seguimiento de la distribución y abundancia de vidrillo en la costa Occidental de la ReBiVi.	Permanente			Dirección de la ReBiVi.	
		Identificar las fluctuaciones espacio-temporales en la dinámica poblacional del vidrillo, para conocer los impactos de su invasión en las comunidades de especies nativas de la costa Occidental de la ReBiVi.	2 años			Dirección de la ReBiVi.	CIBNOR, CICESE, Cicimar, UABCS, UABC.
		Identificar los factores ecológicos relevantes que permiten el establecimiento de vidrillo en las diferentes condiciones ambientales de la costa Occidental de la ReBiVi.	1 año			Dirección de la ReBiVi.	
		Identificar especies nativas vulnerables a los impactos de la introducción,	2 años			Dirección de la ReBiVi.	

Línea de acción de la investigación, monitoreo y análisis de la información de la población de vidrillo (*Mesembryanthemum crystallinum*) en la ReBiVi

Objetivo	Objetivos específicos	Actividades	Tiempo	Meta (producto)	Indicador	Coordinador	Actores clave
		establecimiento y desarrollo del vidrillo en la ReBiVi.					
		Implementar un plan de investigación y monitoreo y de la remoción manual como técnica de control en un área testigo de 20 ha para definir un protocolo de extracción y disposición de ejemplares de vidrillo.	2 años				
	Contar en la ReBiVi con personal capacitado para dar seguimiento y realizar investigación sobre la adaptación biológica y ecológica del vidrillo.	Establecer un programa de capacitación de recursos humanos para dar seguimiento al desarrollo de investigaciones sobre la adaptación biológica y ecológica de vidrillo en la ReBiVi.	Permanente		Contar con personal capacitado para el análisis de la información y riesgos de la presencia de vidrillo en la ReBiVi.	Dirección de la ReBiVi.	CONABIO, SAGARPA, CONAFOR, CIBNOR, CICESE, Cicimar, UABCS, UABC, Pronatura Noroeste, Costasalvaje, Asociación Forestal Mulegé.
		Promover reuniones de intercambio de experiencias entre el personal de la ReBiVi y sectores involucrados con la finalidad de documentar logros, compartir información y metodologías, evaluar avances y ejecutar acciones de manejo dentro de la ReBiVi.	Permanente			Dirección de la ReBiVi.	
		Establecer alianzas interinstitucionales a nivel nacional e internacional para ejecutar proyectos de investigación y establecer redes de información.	Permanente		Autoridades locales, estatales y federales, así como otros actores sociales involucrados en la elaboración, implementación y seguimiento de las acciones para la prevención y control de vidrillo en la ReBiVi.	Dirección de la ReBiVi.	

7.2.- Línea de acción del manejo y control del vidrillo (*Mesembryanthemum crystallinum*)

La información sobre el control de vidrillo (*M. crystallinum*) es muy limitada y no hay un plan de manejo específico que haya sido implementado. Generalmente, el manejo de esta especie se ha realizado a ensayo y error, ya sea aplicando solo el método de extracción manual o en combinación con uno químico o de re-vegetación con plantas nativas. Un ejemplo, es el trabajo desarrollado como parte del proyecto de monitoreo poblacional de la alcuela oscura (*Ptychoramphus aleuticus*) en Roca Escorpión e Isla Príncipe en el Parque Nacional Islas del Canal de California, realizaron control y erradicación de *M. crystallinum* en zonas donde ocupaba hasta el 63% del terreno de Roca Escorpión. Diseñaron un experimento que, a través de un análisis de varianza de bloques al azar (ANOVA), evaluaba la eficacia del control aplicando 2 tipos de tratamiento: a) remoción manual + re-vegetación con plantas nativas y b) aerosol desecante (Burnout™) + re-vegetación con plantas nativas, considerando un grupo control. Para su ejecución, se implementó el método de plantación, utilizando un grupo de plantas nativas que se seleccionaron a partir de información de referencia en el área, de especies que pudieran funcionar o competir con las plantas exóticas y que además podrían beneficiar el hábitat de la alcuela oscura; fue necesaria la construcción de un vivero cercano al área experimental para controlar las condiciones ambientales adecuadas, la presencia de plagas y facilitar el transporte de plantas al área experimental; se incorporó un sistema de almacenamiento de agua, con el fin de abastecer la irrigación de las plantas; así mismo, se tomaron muestras del suelo para comparar los cambios en la química antes y después de la restauración. Debido a que las tasas de crecimiento de las especies utilizadas para la restauración son lentas, requiriendo más de 3 años para presentar datos confiables, no se presentan resultados concluyentes según las técnicas empleadas, no obstante, se comenta que, la eliminación de las plantas exóticas y la re-vegetación con especies nativas, incrementaron la riqueza biológica, mejoraron la estructura del suelo, crearon condiciones propicias para la anidación del ave y ofrecieron una cubierta de protección para otras aves que utilizaban el área (Adams et al., 2014).

De acuerdo con el experimento realizado en California, en la ReBiVi se podría diseñar una combinación de métodos para el control de *M. crystallinum*, o bien, inicialmente se puede aplicar el método manual por sí solo y dar seguimiento para evaluar la respuesta de su eficacia en un área testigo de 20 ha. Este tratamiento se deberá realizar después de las temporadas de lluvias (de verano e invierno) según su ocurrencia, ya que estas plantas se presentan en mayor abundancia en periodos posteriores a las precipitaciones (Cunningham et al., 1981). Esta nueva información arrojará de forma más precisa la cobertura y la densidad de individuos, lo cual ayudará a determinar la carga de trabajo que sería necesario aplicar si el método manual fuera implementado como una medida de control en todo el rango de distribución de esta especie invasora dentro del ANP.

Considerando lo anterior, a continuación, se presenta la propuesta de Plan de Manejo para el control de la población invasora de *M. crystallinum* en la ReBiVi:

Línea de acción del manejo y control del vidrillo (<i>Mesembryanthemum crystallinum</i>) en la ReBiVi.							
Objetivo	Objetivos específicos	Actividades	Tiempo	Meta (producto)	Indicador	Coordinador	Actores clave
Implementar actividades para el manejo y control de la población invasora de vidrillo (<i>Mesembryanthemum crystallinum</i>) y mitigar sus impactos en la costa Occidental de la ReBiVi.	Establecer iniciativas con enfoque preventivo para la detección y el diagnóstico de vidrillo en la ReBiVi, mismas que permitan disminuir el riesgo de introducción y dispersión; todo ello en coordinación con dependencias gubernamentales nacionales e internacionales, la academia, la sociedad civil organizada y el público en general.	Identificar, regular y vigilar las rutas de introducción de vidrillo en la ReBiVi.	Permanente	Vías y rutas de introducción y dispersión de vidrillo identificadas y vigiladas.	Personal capacitado y con equipo adecuado para la vigilancia de las vías de introducción y dispersión de vidrillo.	Dirección de la ReBiVi	PROFEPA, SAGARPA, CONASA, Asociación Forestal Mulegé, Pronatura, Costasalvaje.
		Promover y coordinar con la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA) las actividades de inspección y vigilancia para encontrar posibles introducciones intencionales de especies exóticas dentro de la ReBiVi.	Permanente		Incremento en el número de acciones de prevención y control para mitigar los impactos ocasionados por vidrillo en la ReBiVi.	Dirección de la ReBiVi	PROFEPA.
		Establecer acciones coordinadas entre las Áreas Naturales Protegidas colindantes a la ReBiVi para prevenir la introducción de vidrillo y facilitar su detección, así como implementar acciones de monitoreo que eviten su dispersión.	Permanente			Dirección de la ReBiVi	APFF Valle de los Cirios, APFF Islas del Golfo de California, RB Bahía de los Ángeles.
		Considerar en los programas de prevención y detección temprana de vidrillo acciones de monitoreo, especialmente en sitios cercanos a localidades, ranchos y/o parajes de la costa occidental de la ReBiVi.	Permanente	Mecanismos y protocolos estandarizados de prevención en operación, para reducir el riesgo de establecimiento y dispersión de vidrillo.	La ReBiVi cuenta con sistemas desarrollados e implementados como monitoreo permanente de la costa Occidental.	Dirección de la ReBiVi	CICESE, CIBNOR, UABC, UABCS, Cicimar, Pronatura, Costasalvaje.
		Proveer a los lugareños de la ReBiVi de la infraestructura básica y la capacitación necesarias para la detección e identificación de vidrillo y para la aplicación de acciones de extracción.	Permanente	Mecanismos de financiamiento mixto para el manejo y control de vidrillo.	Incremento en el número de personal que monitorea al vidrillo en la ReBiVi.	Dirección de la ReBiVi	CICESE, CIBNOR, Cicimar, UABC, UABCS, Pronatura, Costasalvaje.
		Incorporar acciones de manejo de vidrillo en los programas anuales de trabajo de la ReBiVi, además de considerar programas como el de Empleo Temporal (PET) y PROCODES para estos fines.	Permanente		Incremento en el número de programas que destinan recursos al manejo y control de la población de vidrillo	Dirección de la ReBiVi	Oficinas Centrales de CONANP, Dirección de la región Península y Pacífico Norte, Consejo Asesor.

Línea de acción del manejo y control del vidrillo (<i>Mesembryanthemum crystallinum</i>) en la ReBiVi.							
Objetivo	Objetivos específicos	Actividades	Tiempo	Meta (producto)	Indicador	Coordinador	Actores clave
					en la ReBiVi.		
	Diseñar, elaborar e implementar protocolos y programas específicos para el control y prevención de la entrada y dispersión de ejemplares de vidrillo en la ReBiVi.	Implementar protocolos de prevención de riesgo (HACCP) para prevenir la introducción y dispersión del vidrillo alrededor y dentro de la ReBiVi.	Permanente	Programas y planes de acción en operación para el manejo y control de vidrillo para reducir el riesgo de dispersión y mitigación de sus impactos.	Incremento en el número de acciones de prevención y control para mitigar los impactos ocasionados por vidrillo en la ReBiVi.	Dirección de la ReBiVi	UABCS, UABC, CIBNOR, CICESE, Cicimar, Pronatura, Costasalvaje.
		Definir un protocolo de extracción y disposición de ejemplares de vidrillo a partir de los resultados del plan de investigación y monitoreo y de la remoción manual en el área testigo de 20 ha	2 años			Dirección de la ReBiVi	Asociación Forestal Mulegé, Costasalvaje, Pronatura.
		Realizar extracciones de ejemplares de vidrillo después de la ocurrencia de lluvias (de verano o invierno según se presenten) durante los días previos a su floración, a fin de definir las mejores técnicas para su control y reducir el banco de semillas y reclutamiento de nuevos individuos a la población.	2 años			Dirección de la ReBiVi	
		Establecer un vivero de plantas nativas para que las acciones de remoción del vidrillo vayan seguidas de la reforestación con especies nativas, estableciendo sinergia con grupos comunitarios productores y con experiencia en propagación de plantas nativas.	1 año			Dirección de la ReBiVi	
		Contratar una plantilla de 6 personas que habiten en poblados de la costa Occidental de la ReBiVi cercanos al área piloto para que realicen las extracciones de ejemplares de vidrillo.	3 meses	Mecanismos e iniciativas para que la sociedad civil se integre de forma organizada a los esfuerzos de control.	Incremento en el número de personal que monitorea vidrillo en la ReBiVi.	Dirección de la ReBiVi	Asociación Forestal Mulegé, Kuyima, brigada forestal de San Ignacio, habitantes de San Ignacio.

Línea de acción del manejo y control del vidrillo (<i>Mesembryanthemum crystallinum</i>) en la ReBiVi.							
Objetivo	Objetivos específicos	Actividades	Tiempo	Meta (producto)	Indicador	Coordinador	Actores clave
	Implementar acciones de restauración de los ecosistemas mediante acciones de control o erradicación de vidrillo en la ReBiVi fomentando el uso de especies nativas.	Vincular a propietarios de predios, cercanos a los sitios bajo manejo, con acciones de restauración que lleve a cabo el personal de la CONANP, con énfasis en el uso y aprovechamiento de especies nativas, contemplando el uso de ejemplares provenientes de poblaciones de la misma área.	Permanente	Programas y planes de acción en operación para el control y manejo de vidrillo y mitigación de sus impactos para reducir el riesgo de dispersión.		Dirección de la ReBiVi	ReBiVi, Asociación Forestal Mulegé, Consejo Asesor.
		Establecer programas de restauración de los ecosistemas posteriores a las acciones aplicadas para el control de la población de vidrillo en la ReBiVi.	1 año		Incremento en el número de acciones de prevención y control para mitigar los impactos ocasionados por vidrillo en la ReBiVi.	Dirección de la ReBiVi	CICESE, CIBNOR, Cicimar, UABCS, UABC, Asociación Forestal Mulegé, Costasalvaje, Pronatura.
		Establecer un programa permanente de reproducción y propagación de especies nativas de la ReBiVi, proveniente de ejemplares de poblaciones locales.	Permanente		Creación de programas de restauración de ecosistemas utilizando especies nativas de la ReBiVi.	Dirección de la ReBiVi	
		Vincular las acciones de conservación de especies prioritarias en riesgo como el grupo de las cactáceas, con las de prevención, control y erradicación de vidrillo.	Permanente		Recuperación y/o restauración de hábitats degradados.	Dirección de la ReBiVi	
		Evitar el uso de especies exóticas de alto potencial invasor en actividades productivas, bioremediación y/o de ornato dentro de la ReBiVi y su zona de influencia.	Permanente	Marco jurídico implementado para regular la introducción de vidrillo en la ReBiVi.	Autoridades locales, estatales y federales, así como otros actores sociales involucrados en la elaboración, implementación y seguimiento de las acciones para la prevención y control de vidrillo en la ReBiVi.	Dirección de la ReBiVi	PROFEPA, SEMARNAT, CONASA, SAGARPA, Dirección de la Región Península Pacífico Norte.
		Realizar propuestas técnicas y jurídicas para la regulación del uso de especies exóticas de alto potencial invasor en territorio nacional.	Permanente				CONABIO, DGVS, CONANP, Oficinas Centrales, Dirección de la Región Península Pacífico Norte.

Línea de acción del manejo y control del vidrillo (*Mesembryanthemum crystallinum*) en la ReBiVi.

Objetivo	Objetivos específicos	Actividades	Tiempo	Meta (producto)	Indicador	Coordinador	Actores clave
	Involucrar a las autoridades de los niveles Federal, Estatal y Municipal, así como a la sociedad civil en acciones enfocadas a la prevención, atención y manejo de vidrillo en la ReBiVi.	Proveer a las diferentes autoridades de la información obtenida de los análisis de riesgo para dar sustento científico a la toma de decisiones.	Permanente			Dirección de la ReBiVi	CONABIO, CONANP Oficinas Centrales, Dirección de la Región Península Pacífico Norte.
		Establecer programas de apoyo y fomento como PET y PROCODES para involucrar a las comunidades establecidas dentro de la ReBiVi en los programas de prevención y control de la presencia de vidrillo en la ReBiVi.	Permanente	Mecanismos e iniciativas para que la sociedad civil se integre de forma organizada a los esfuerzos de manejo y control de vidrillo.	Incremento en el número de comunidades de la ReBiVi que participan en las actividades de prevención y control de vidrillo.	Dirección de la ReBiVi	Dirección de la región Península y Pacífico Norte.
		Aumentar el número de socios y colaboradores para que participen en la operación de un sistema de detección temprana y respuesta rápida para el control de vidrillo en la ReBiVi	1 año		Mayor número de integrantes del sector productivo participando en acciones preventivas y del control de vidrillo en la ReBiVi.	Dirección de la ReBiVi	PROFEPA, SAGARPA, CONAZA, SEPADA, Pronatura, Costasalvaje.
		Asignar presupuestos específicos acordes con los costos que conlleva el manejo de vidrillo, para poder garantizar la continuidad de los esfuerzos de prevención y control.	Permanente	Mecanismos de financiamiento mixto para el manejo y control de vidrillo.	Dentro de los Planes Operativos Anuales existen presupuestos anuales y otras formas de financiamiento con otras instancias gubernamentales y privadas nacionales y extranjeras para llevar a cabo acciones de atención de vidrillo.	Dirección de la ReBiVi	Dirección de la región Península y Pacífico Norte, Consejo Asesor.

Si es preciso ensayar técnicas de manejo para el control del *M. crystallinum* en la ReBiVi, se sugiere que al igual que en California, se utilice el método de remoción manual (Adams et al., 2014). Este método previene la producción de semillas, reduce el banco de semillas en el suelo y evita la lixiviación de sal en el suelo. De acuerdo con Tunison (1992), lo principal para desarrollar una propuesta sobre el manejo de plantas exóticas es saber qué carga de trabajo se espera. La carga de trabajo para la remoción manual se puede estimar a través de la obtención de datos como: cobertura individual de la planta en cada área que ocupa en la zona total de estudio, densidad estimada del número de individuos en cada área, tasa de crecimiento y el comienzo de la floración de la planta exótica. Estos datos recabados al inicio permitirán generar una tabla que muestre la carga de trabajo esperada del método a aplicar en el área de estudio, es decir, se podrá estimar el número de tratamientos sugeridos al año, la cantidad de días de trabajo/tratamiento, días de trabajo al año y los meses en los que se ejecutarán estos tratamientos. Estos datos recabados, aportarán la información para evaluar que tan efectivo resulta ser el método de extracción, particularmente en la época de lluvia y floración de la planta, además permitirá hacer ajustes a la carga de trabajo del plan de manejo. El número de años que se recomiende ejecutar esta técnica, dependerá de lo eficaz que resulte.

Para el caso de la ReBiVi, para el área testigo considerada de 20 ha, la extracción manual debe realizarse antes de que la semilla sea liberada, la cual puede ocurrir durante la primavera y principios de verano o después de lluvias intensas, cuando la planta tiene raíces poco profundas y es relativamente fácil de remover con la mano. No obstante, debido a la naturaleza irritable de la estructura vegetativa, se recomienda la utilización de guantes. Se debe tener cuidado de arrancar toda la parte vegetativa desde la raíz, para prevenir la liberación de sal en el suelo. Debido al alto grado aislamiento de los sitios de remoción, las plantas se deberán guardar y/o almacenar en bolsas de plástico o papel, para ser trasladadas a la zona donde posteriormente serán incineradas o quemadas. La eliminación manual deja los suelos desprotegidos contra lluvia y el viento, por lo que normalmente este método suele combinarse con la técnica de re-vegetación de especies nativas, aunque puede ser usado un material de control de erosión. El método de remoción manual puede resultar tedioso si se tienen masas densas de vidrillo, pero podría implementarse un diseño como en el caso de California, donde solo se aplique en un área experimental y de ahí valorar si es funcional para replicarlo en toda el área que se quiere controlar. Para dar inicio a este proceso, según las observaciones de campo se sugiere trabajar en una zona al sur de la comunidad de La Bocana, un sitio con alta presencia y dispersión de la planta, muy cercana al mar y con predominancia de fuertes vientos y niebla, inmersa dentro de la Zona Núcleo “Corredor del Berrendo”.

El método de re-vegetación con especies nativas puede ser implementado desde el inicio en combinación con el método de extracción manual o bien puede incorporarse después, pero la combinación puede ayudar para que a largo plazo se reduzca al mínimo la dispersión del vidrillo en la Reserva. Esto se puede lograr mediante la creación de una comunidad de plantas que sea resistente a la invasión por las plantas exóticas y de rápido crecimiento. Cabe destacar que esto puede ser muy difícil y muy costoso para hacerlo, y sería más complicado en lugares donde el clima es altamente variable. De acuerdo a Renz

(s.f) hay información importante que se tiene que considerar para incrementar el éxito de los programas de re-vegetación, a continuación, se muestran alguno de ellos:

- Evaluación del sitio, debido a que cada sitio tiende a ser único y puede variar ampliamente en el tipo de suelo, fertilidad, especies de plantas presentes, profundidad de aguas subterráneas, cantidad de precipitación histórica y época de predominancia de precipitación, entre otras, deberán ser previamente documentadas.
- Selección del material vegetal, durante este proceso es importante seleccionar aquellas especies presentes en el entorno inmediato a los sitios de remoción que son aquellas que están adaptadas a las condiciones ambientales del sitio de la plantación, como pueden ser palo Adán (*Fouquieria diguetii*), sangrengado o lomboy (*Jatropha cinerea*), liga o lechoso (*Euphorbia misera*), incluyendo choyas (del género *Cylindropuntia*), biznagas de barril (*Ferocactus*), entre otras, ya que tendrán una mayor oportunidad de sobrevivencia. Las plantas deberán ser germinadas en viveros (invernaderos) y trasladadas hasta la zona de plantación, sugiriendo para su siembra la técnica de perforación de cajetes. Al mismo tiempo, utilizando la técnica de difusión y/o perforación se deberán incorporar semillas en el suelo, considerando principalmente especies de crecimiento rápido como el del grupo de las compuestas. Sembrar la semilla, la protegerá de la depredación, ser removida por el viento y de la desecación. La densidad de la siembra de semillas varía entre sitios y especies, pero suelen oscilar entre 1,120-2,240 gr/ha. Se recomienda utilizar una mezcla de semillas con variedad de especies, debido a que las disponibilidades de microclimas ambientales específicos pueden beneficiar una especie sobre otra y esto podrá permitir el establecimiento de plantas en toda la zona.
- Irrigación, el agua es esencial en el establecimiento de las plantas y más en una zona árida como la ReBiVi. La sincronización de las plantaciones con los patrones de lluvia tradicionales reducirá el potencial requerimiento de agua, pero si la precipitación no es la adecuada, el agua adicional será requerida para el establecimiento de las plantas. Los cajetes, que contienen las plantas deben ser regados un día antes y al momento de la instalación. El establecimiento exitoso de estas plantas requerirá varios riegos dependiendo del tamaño, las condiciones de humedad del suelo, y el método de riego. En los lugares áridos una gran cantidad de agua debe ser utilizada para humedecer el suelo profundo, esto promoverá el desarrollo de raíces profundas, lo que permitirá a las plantas sobrevivir durante los meses del largo estiaje. El riego también promoverá el crecimiento de malezas y estas malezas tendrán que ser removidas para permitirle a las plantas deseables su establecimiento y crecimiento. Las áreas pueden ser regadas por goteo, rociado o incluso inundación de riego.

Es importante mencionar que, para la aplicación de las dos últimas herramientas será de suma importancia la ejecución del estudio piloto (propuesto en una superficie de 20 ha), el cual permitirá evaluar el éxito de las técnicas de remoción aplicadas y aquellas enfocadas a la restauración del sitio, así como las condiciones bajo las que se aplicaran y

los costos de implementación, incluyendo la respuesta de las especies que conforman el banco de semilla del sitio bajo tratamiento. Esto se sugiere en consideración del grado de aislamiento en que se encuentran muchas áreas invadidas por vidrillo, así como por la escasa o nula disponibilidad de recursos hídricos en la zona. Por tanto, es recomendable sincronizar las actividades de replantación con la presencia de las escasas lluvias que alcanzan la costa occidental de la ReBiVi, tanto en temporada invernal como de verano.

Finalmente, para el control del vidrillo también se ha ensayado con algunos herbicidas, los cuales se recomiendan usar antes de la formación del banco de semillas (Weber, 2004). Hoy en día, no existen recomendaciones específicas para el uso de algún compuesto. En Australia, se utilizó para controlar parches densos el Logran® en 12.5 g/100 L + Pulse® Penetrante, siendo muy efectivo con poco daño fuera del margen de la vegetación costera (FloraBase, 2015). Se conoce que el vidrillo es tolerante a los herbicidas fenoxi (Kloot, 1983). Para la aplicación de esta técnica de control, se podría realizar un ensayo en alguna superficie pequeña, considerando para su aplicación herbicidas de baja acumulación en los tejidos y de poco tiempo de persistencia en el ambiente.

7.3.- Línea de acción de Informar y divulgar oportuna y eficazmente a la sociedad de la ReBiVi de la implementación del Plan de Manejo del vidrillo (*Mesembryanthemum crystallinum*).

Esta estrategia, busca concientizar a las comunidades locales y visitantes de la ReBiVi sobre las problemáticas generadas por la especie exótica invasora conocida como vidrillo o panza de sapo (*M. crystallinum*). Así mismo, proporcionará herramientas para la interacción entre diferentes actores y niveles de público, para motivar procesos, crear espacios de participación, opinión y expresión, para lo cual se establecen tres principios fundamentales: Conocimiento, sobre lo que necesita saber la comunidad sobre la especie y su problemática; Actitud, como deben enfrentar las personas la presencia del vidrillo y Proceder, como debe participar la comunidad en el manejo de la especie.

Lo anterior, se desarrollará y fundamentará en el principio de la comunicación comunitaria, la cual considera que la participación y el trabajo de las comunidades son prioritarios para consolidar acciones y proyectos relacionados con la conservación y el uso sostenible de los recursos naturales. Por ello, se recomienda implementar a nivel local, programas de comunicación comunitaria a través de la socialización del Plan de Manejo mediante el uso de herramientas que les permitan conocer, actuar y mitigar impactos generados por la presencia del vidrillo en su localidad.

Así mismo, se promoverá la coparticipación con los medios de comunicación, para hacerlos aliados en la difusión de los resultados y sensibles a las implicaciones del proyecto. Por ejemplo, se sugiere que, a través de los locutores y periodistas, se de a conocer la especie invasora y resaltar la importancia de su efecto en el medio ambiente, la ganancia para el comunicador será en términos de compromiso social ante la comunidad al cubrir temas ambientales. Con estos aliados, se puede informar rápida y eficazmente a todo el territorio de la ReBiVi.

La comunicación y participación interinstitucional entre las entidades nacionales, regionales y locales, permitirá reducir los procesos de toma de decisiones, hacer eficiente el uso de recursos y maximizar las oportunidades de éxito del plan. Por ejemplo, para fortalecer el programa de educación, se puede involucrar al sector educativo a través de las escuelas públicas y privadas de diferentes niveles educativos, como replicadores de la información, con quienes se trabajará para realizar talleres, pláticas o clases bajo un diseño pedagógico estructurado dirigido a los diferentes grados educativos, incluso puede quedar inmerso en el programa anual escolar de la SEP. Otras instituciones, como: SAGARPA y PROFEPA, pueden ayudar en la vigilancia de las posibles rutas de introducción de especies exóticas; CONAFOR, podría establecer dentro de las actividades de las Guías de Mejores Prácticas para beneficiarios del Programa de Pago por Servicios Ambientales (PSA), la remoción de vegetación de plantas exóticas y medidas de restauración de hábitats perturbados aplicando las técnicas y procedimientos descritas en el apartado anterior de la línea de acción del plan de manejo y control del vidrillo. Trabajando en conjunto, las instituciones gubernamentales, de la sociedad civil y la comunidad en general, pueden garantizar un mayor éxito del presente plan.

Bajo los fundamentos antes descritos, en el siguiente cuadro se describe la propuesta de ejecución de la línea de acción de informar y divulgar oportuna y eficazmente a la sociedad de la ReBiVi:

Línea de acción de informar y divulgar oportuna y eficazmente a la población de la ReBiVi de la implementación del Plan de Manejo del vidrillo (<i>Mesembryanthemum crystallinum</i>)							
Objetivo	Objetivos específicos	Actividades	Tiempo	Meta (producto)	Indicador	Coordinador	Actores clave
Difundir entre la sociedad de la ReBiVi, información sobre las acciones realizadas para el manejo y control de la población de vidrillo (<i>Mesembryanthemum crystallinum</i>), la mitigación de sus impactos causados en los ecosistemas de la costa occidental de la ReBiVi.	Aplicar un programa de cultura para la conservación enfocado a comunicar e informar a la sociedad de la ReBiVi las actividades de manejo y control de vidrillo, así como las medidas aplicadas para mitigar los impactos de esta Especie Exótica Invasora en la ReBiVi.	Promover la participación del personal de la dirección de la ReBiVi en talleres informativos, educativos y campañas para crear conciencia referente al impacto de la introducción de vidrillo sobre la biodiversidad nativa de la ReBiVi.	Permanente	Mecanismos y protocolos estandarizados de prevención en operación, para reducir el riesgo de establecimiento y dispersión de vidrillo.	La sociedad vinculada a la ReBiVi (personal, visitantes, pobladores, autoridades) cuenta con información sobre impactos ecológicos y sociales del vidrillo generados en la ReBiVi y la importancia de las especies nativas, medible a través de acciones de educación y difusión.	Dirección de la ReBiVi.	Dirección de la ReBiVi y Dirección Regional Península de Baja California y Pacífico Norte.
		Implementar talleres de difusión para los pobladores locales de la ReBiVi y sectores productivos en acciones preventivas dentro de la ReBiVi en coordinación con instituciones gubernamentales (CONAFOR, SAGARPA) sobre fomento de la producción de especies nativas de valor biológico, económico y cultural para disminuir el uso de Especies Exóticas.	Permanente		La población, grupos clave y autoridades conocen las amenazas e impactos que el vidrillo ocasiona a la biodiversidad, los servicios ecosistémicos, la economía y salud; así como las medidas para su control	Dirección de la ReBiVi.	Dirección de la ReBiVi, Dirección de Ecología Municipal de Mulegé, SEPADA, SAGARPA, CONAFOR, Pronatura, Costasalvaje, Niparaja.
		Diseñar e implementar estrategias permanentes de educación ambiental y difusión dirigidas a habitantes de la ReBiVi, visitantes, sector productivo, incluidos los operadores de empresas turísticas que destaquen la importancia de la conservación de la biodiversidad nativa y los riesgos asociados a la introducción y al establecimiento de Especies Exóticas Invasoras y ferales.	Permanente			Dirección de la ReBiVi.	UABCS, UABC, CIBNOR, CICESE, Cicimar, Pronatura, Costasalvaje, Niparaja.
		Diseñar y aplicar en colaboración con la SEP clases de educación ambiental para	Permanente			Dirección de la ReBiVi.	SEP, SEP del Gobierno de

Línea de acción de informar y divulgar oportuna y eficazmente a la población de la ReBiVi de la implementación del Plan de Manejo del vidrillo (<i>Mesembryanthemum crystallinum</i>)							
Objetivo	Objetivos específicos	Actividades	Tiempo	Meta (producto)	Indicador	Coordinador	Actores clave
	de vidrillo en la ReBiVi.	Proveer a las diferentes autoridades de la información obtenida de los análisis de distribución y abundancia de las poblaciones de vidrillo para dar sustento científico a la toma de decisiones.	Permanente	de programas de educación y divulgación sobre vidrillo y su impacto en la ReBiVi	involucrados en la elaboración, implementación y seguimiento de las acciones para la prevención y control de la población de vidrillo en la ReBiVi	Dirección de la ReBiVi.	Dirección de la ReBiVi, Costasalvaje, Niparaja, Pronatura. Asociación Forestal Mulegé.
		Incidir en las Normas Mexicanas, acuerdos y otros instrumentos normativos para prohibir el uso de Especies Exóticas Invasoras en las actividades productivas para evitar los riesgos de introducción e invasión de áreas silvestres.	Permanente			Dirección Regional Península y Pacífico Norte.	SEMARNAT, CONANP, CONABIO, DGVS.

Para la implementación de esta línea de acción se buscará involucrar el uso de diversas herramientas de difusión e información, desde festivales, talleres, reuniones, pláticas, programas de radio, notas y/o boletines periodísticos, videos, portal web, infogramas, reportes de investigaciones, manuales, trípticos, calcomanías, carteles, letreros espectaculares, playeras, entre otras, los cuales estarán dirigidos al universo del público que habita o visita la ReBiVi, dando prioridad a aquellos que concurren en la región de la costa Occidental del ANP.

Así mismo, durante la aplicación del Plan de Manejo, se buscará trabajar directamente con actores estratégicos, quienes se convertirán en referentes, sin olvidar integrar a los actores internos de cada comunidad, instituciones, gobiernos, sociedades y grupos de trabajo comunitarios. Por ejemplo, es indispensable trabajar en estrecha comunicación con periodistas, locutores, investigadores, funcionarios de instituciones públicas y privadas; autoridades de gobiernos municipales, estatales y federales; sociedades cooperativas; prestadores de servicios turísticos y productores pesqueros, ganaderos y agricultores, entre otros (ver cuadro anterior). A través de estos vectores, se pretende llegar a transmitir el mensaje a toda aquella sociedad involucrada en el uso, disfrute, manejo y conservación de la ReBiVi.

Sin duda, la difusión, seguimiento y análisis de la implementación del Plan de Manejo del vidrillo en sitios Web como, Naturalista, sistema de información de CONABIO y los medios electrónicos de la ReBiVi (facebook: Reserva Vizcaíno), serán vitales para el proceso de información y divulgación oportuna y eficaz de tan ambicioso plan. Estas son herramientas dirigidas a informar a la comunidad académica, científica y demás interesados en el tema, ofrecen un instrumento de trabajo cooperativo que recopilará y divulgará información relacionada con esta especie, su comportamiento y distribución espacio-temporal en la región de la costa Occidental de la ReBiVi.

8.- Referencias bibliográficas

Abd El-Gawad, A. M. & Shehata, H. S. 2014. Ecology and development of *Mesembryanthemum crystallinum* L. in the deltaic Mediterranean coast of Egypt. Egyptian Journal of basic and applied science. 1(1):29-37.

Adams, P., Nelson, D. E., Yamada, S., Chmara, W., Jensen, R. G., Bohnert, H. J. & Griffiths, H. 1998. Growth and development of *Mesembryanthemum crystallinum* (Aizoaceae). New Phytologist. 138, 171-190.

Adams, J., Mazurkiewicz, D. & Harvey, A. L. 2014. Population monitoring and habitat restoration for Cassin's Auklets at Scorpion Rock and Prince Island, Channel Islands National Park, California: 2009–2011. Interim Data Summary Report. U.S. Geological Survey, Western Ecological Research Center, Santa Cruz Field Station, Pacific Coastal Marine Science Center, Santa Cruz, California and Channel Islands National Park, Ventura, California. Unpublished interim data summary report to the Montrose Settlement Restoration Project Trustee Council. 29 pp.

Agata, W., Takeuchi, Y., Fukumoto, Y., Toyama, M. & Rarinaga, M. 1996. Vegetation of Vizcaino desert: II. Changes of vegetation by distance from seashore to inland. Science Bulletin of the Faculty of Agriculture Kyushu University. 50: 153-162.

Barkla, B. J., Vera-Estrella, R. & Pantoja, O. 2012. Protein profiling of epidermal bladder cells from the halophyte *Mesembryanthemum crystallinum*. Proteomics. 12: 2862-2865.

Blanca, G., Cabezudo, B., Cueto, M., Fernández-López, C. & Morales-Torres, C. 2009. Flora Vascular de Andalucía Oriental, 4 vols. Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía, Sevilla.

Bloom, A. J. & Troughton, J. H. 1979. High productivity and photosynthetic flexibility in a CAM plant. Oecología. 38: 35-43.

Bohnert, H. J. & Cushman, J. C. 2000. The Ice Plant Cometh: Lessons in Abiotic Stress Tolerance. Journal of Plant Growth Regulation. 19: 334-346.

CABI. 2016. *Mesembryanthemum crystallinum* (Crystalline Iceplant). Fecha de actualización: 23 de septiembre de 2015.

<http://www.cabi.org/isc/datasheet/115578>

Cal-IPC. 2016. Invasive Plants of California's Wildland: *Mesembryanthemum crystallinum*.

<http://www.cal-ipc.org/ip/management/ipcw/pages/detailreport.cfm@usernumber=13&surveynumber=182.php>

Chambers, N. & Hawkins, T. O. 2002. Invasive Plants of the Sonoran Desert: A Field Guide. Sonoran Institute, Environmental Education Exchange, National Fish and Wildlife Foundation. Tucson, AZ.

CANEI. 2010. Estrategia nacional sobre especies invasoras en México, prevención, control y erradicación. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Comisión Nacional de Áreas Protegidas, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México. 91 pp.

CONABIO. 2000. Estrategia Nacional sobre Biodiversidad de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, D.F. 103 pp.

CONABIO. 2016. Escarcha (*Mesembryanthemum crystallinum*). Fecha de actualización: 24 de mayo de 2016.

<http://bios.conabio.gob.mx/especies/6074617>

CONANP. 2000 Programa de Manejo: Reserva de la Biosfera El Vizcaíno. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, Instituto Nacional de Ecología. México D. F. 233 p.

CONANP. 2009. Diagnóstico de especies invasoras (EI) y sus efectos en las ANPs de competencia federal. CONANP-Dirección de Especies Prioritarias para la Conservación. 35 pp. Consultado, en:

<http://procer.conanp.gob.mx/pdf/invasoras/Diagnostico%202009.pdf>

CSIRO. 2004. *Mesembryanthemum crystallinum*. Fecha de actualización: 2 de julio de 2004.

<http://www.cpbr.gov.au/cpbr/WfHC/Mesembryanthemum/index.html>

Cunningham, G. M., Mulham, W. E., Milthorpe, P. E. & Leigh, J. H. 1981. Plants of Western New South Wales. Soil Conservation Service of New South Wales, Sydney.

FloraBase, the Western Australian Flora. 2015. *Mesembryanthemum crystallinum*. Fecha de actualización: 23 de septiembre de 2014.

<https://florabase.dpaw.wa.gov.au/browse/profile/2813>. Consultado 2 febrero de 2016.

FNA. 2004. *Mesembryanthemum crystallinum*. Fecha de actualización: 19 de marzo de 2004.

http://www.efloras.org/florataxon.aspx?flora_id=1&taxon_id=220014687.

Garcillán, P. P., León de la Luz, J. L., Rebman, J. P. y Delgadillo, J. 2013. Plantas no nativas naturalizadas de la península de Baja California, México. Botanical Sciences. 91(4):461-475.

Hijmans, R. J., Cameron, S. E., Parra, J. L., Jones, P. G. & Jarvis, A. 2005. Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. Int. J. Climatol.. 25: 1965-1978.

ITIS. 2016. *Mesembryanthemum crystallinum* L. Fecha de actualización: 31 de octubre de 2016.

http://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search_topic=TSN&search_value=503818

Jarvis, A., Lane, A. & Hijmans, R. 2008. The effect of climate change on crop wild relatives. Agr. Ecosyst. Environ. 126:13–23.

Kholodova, V. P., Volkov, K. S. & Kuznetsov, V. V. 2005. Adaptation of the Common Ice Plant to High Copper and Zinc Concentrations and Their Potential Using for Phytoremediation. Russ. J. Plant. Physiol. 52 (6): 748-757.

Kloot, P. M. 1983. The role of common iceplant (*Mesembryanthemum crystallinum*) in the deterioration of medic pastures. Australian Journal of Ecology. 8(3):301-306.

Kobelkowsky, R. & Toledo, H. 2008. Reserva de la Biosfera El Vizcaíno. En: Schüttler, E. & Karez, C. S. (eds.). Especies exóticas invasoras en las Reservas de Biosfera de América Latina y el Caribe. Un informe técnico para fomentar el intercambio de experiencias entre las Reservas de la Biosfera y promover el manejo efectivo de las invasiones biológicas. UNESCO, Montevideo.

Kuznetsov, V. V., Neto, D. S., Borisova, N. N., Dam, Z. B., Rakitin, V. Y., Alexandrova, S. N. & Kholodova, V. P. 2000. Stress-induced CAM development and the limit of adaptation

potential in *Mesembryanthemum crystallinum* plants under extreme conditions. Russian Journal of Plant Physiology. 47:168-175.

Meyer, E., Simancas, J. & Jensen, N. 2016. Conservation at California's edge. *Fremontia*. 44 (1): 8-15.

Morzaria-Luna, H. N. & Barocio-León, S. A. 2008. Vegetación terrestre. En: Danemann, G. D. y Ezcurra, E. (eds.). Bahía de los Ángeles: Recursos naturales y comunidad. Línea base 2007. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Instituto Nacional de Ecología, Pronatura Noroeste y Sandiego Natural History Museum. México. 740 pp.

Munz, P. 1959. A flora of California. University of California Press, Berkeley. 1681 pp.

PFAF. 2016. *Mesembryanthemum crystallinum* L. Consultado, en:

<http://www.pfaf.org/user/Plant.aspx?LatinName=Mesembryanthemum+crystallinum>

Phillips, S. J., Anderson, R. P. & Schapire, R. E. 2006. Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecol. Model.* 190:231-259.

PNUD. 2014. Proyecto para Aumentar las capacidades nacionales para manejar Especies Exóticas Invasoras (EEI). Consultado, en:

http://www.mx.undp.org/content/mexico/es/home/operations/projects/environment_and_energy/aumentar-las-capacidades-nacionales-para-manejar-especies-exotic.html

PNUD. 2008. Proyecto de Fortalecimiento de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas mediante mecanismos de innovación y mejora continua 2008-2012.

http://www.undp.org/content/dam/undp/documents/projects/MEX/00050130_documento%20de%20Proyecto%2061777.pdf

Reynoso, M. L. F. & López, P. N. 2014. Avistamiento de vidrillo (*Mesembryanthemum crystallinum*) en la región centro-oeste de la Reserva de la Biosfera El Vizcaíno. Proyecto de Servicio Social, Reporte Interno, Dirección de la ReBiVi. Mulegé, Baja California. 7 pp.

Renz, M. J. Sin fecha. Management and restoration of areas infested with Russian thistle and Kochia in southern New Mexico. Extension Weed Specialist. New Mexico State University. Consultado, en:

http://weeds.nmsu.edu/pdfs/Russian_thistle_and_kochia_homeowner.pdf.

Schmalzer, P. A. & Hinkle, C. R. 1987. Species biology and potential for controlling four exotic plants (*Ammophila arenaria*, *Carpobrotus edulis*, *Cortaderia jubata* and *Gasoul crystallinum*). NASA Technical Memorandum 100980. John F. Kennedy Space Center, Florida.

SEDUE. 1988. Decreto de creación de la Reserva de la Biosfera El Vizcaíno, ubicada en el Municipio de Mulegé, Baja California Sur. Diario Oficial de La Federación. Tomo CDXXII No. 22. México D. F.

- Soberon, J. & Peterson, A. T.** 2005. Interpretation of models of fundamental ecological niches and species' distributional areas. *Biodiversity informatics*. 2: 1-10.
- Tunison, J. T.** 1992. Fountain grass control in Hawaii Volcanoes National Park: Management considerations and strategies. Pp. 367-393. En C. P. Stone, C. W. Smith, y J. T. Tunison (eds.), *Alien Plant Invasions in Native Ecosystems of Hawaii: Management and Research*. University of Hawaii.
- Vanderplank, S. & Mata, S.** 2010. The succulent scrub of San Martin Island, Baja California, México. *Cactus and Succulent Journal*. 82(2):2-8.
- Vanderplank, S. E.** 2011. The flora of Greater San Quintin, Baja California, Mexico (2005-2010). *Aliso: A Journal of Systematic and Evolutionary Botany*. 29(2):65-103.
- Vanderplank, S. E., Delgadillo, J., Ezcurra, E. & McDade, L. A.** 2014. Vegetation patterns in the Mediterranean-Desert ecotone. *Journal of the Botanical Research of Texas*. 8(2):565-581.
- Vivrette, N. J. & Muller, C. H.** 1977. Mechanism of invasion and dominance of coastal grassland by *Mesembryanthemum crystallinum*. *Ecological Monographs*. 47(3):301-318.
- Vivrette, N.** 1993. *Mesembryanthemum*. p. 129. In Hickman, J. (ed.). *The Jepson manual: Vascular plants of California*. University of California Press, Berkeley. 1400 pp.
- Vivrette, N. J.** 1999. 5th California Islands Symposium (1999). USA. 141-142 pp.
- Weber, E.** 2004. *Invasive plant species of the world: a reference guide to environmental weeds*. Wallingford, UK: CABI Publishing. 560 pp.
- West, P. & Nabhan, G. P.** 2002. Invasive plants. Their occurrence and possible impact on the Central Gulf Coast of Sonora and the Midriff Islands in the Sea of Cortés. In: B Tellman (ed.). *Invasive exotic species in the Sonora region*. Arizona-Sonora Desert Museum, Tucson, Arizona. 92-111 pp.
- Winter, K.** 1985. Crassulacean acid metabolism. In: Baker, J. & Baker, N. R. (eds) *Photosynthetic mechanisms and the environment*. Elsevier, Amsterdam. 332-334 pp.
- Winter, K., & Ziegler, H.** 1992. Induction of Crassulacean acid metabolism in *Mesembryanthemum crystallinum* increases reproductive success under conditions of drought and salinity stress. *Oecologia*. 92:475-479.