

REPORTE DE CAMPO DEL ÁREA PROPUESTA COMO “ZONA PROTEGIDA” EN EL ACUÍFERO “ARROYO ALAMAR” EN EL MUNICIPIO DE TIJUANA, BAJA CALIFORNIA.

García Valderrama Cesar (cesargarcia@nativosac.org); Martínez Córdova Mónica Erandi (monimtzc@hotmail.com); Rodríguez León Hernán



AGOSTO 2017



ECO URBE CONSULTORES, S.C.

CONTROL DE CONTAMINACIÓN, RIESGO E IMPACTO AMBIENTAL

INTRODUCCIÓN

El Arroyo Alamar forma parte de la cuenca hidrográfica del río Tijuana, está localizada al noroeste de la ciudad y comparte territorio con Estados Unidos, por lo tanto, es una subcuenca de carácter binacional. Tiene una superficie aproximada de 350 km² y representa el 7.8% del total de la cuenca del río Tijuana (Riemann, 2013; en Sánchez, 2013). Entre los temas principales que tratan al Arroyo Alamar en el lado mexicano están la canalización completa del río Tijuana, los asentamientos humanos localizados en la misma cuenca, así como problemas de seguridad social y ambiental.

Como ya se mencionó, el Arroyo Alamar es un ecosistema que se encuentra delimitado por la barda fronteriza y a pesar de permanecer en estado “natural”, es decir, no canalizado en algunas áreas, la legislación y regulación de su manejo es diferente en ambos países. Mientras que en Estados Unidos el territorio perteneciente al río Tijuana y a la subcuenca Alamar se encuentra como un área de conservación por parte del sistema de parques de California, en México ha sido un tema de debate recurrente en los últimos años sobre el tipo de manejo que debe tener dicho acuífero, sin poder concretar una propuesta de uso y manejo en la zona.

Siendo un tema de polémica, organizaciones civiles, grupos sociales e incluso grupos del sector privado, han decidido retomar este proyecto y encaminarlo a una resolución que atienda principalmente los problemas ambientales que conllevaría la canalización completa del Río Tijuana.

Finalmente, en el 2015 se logró la delimitación de un área del Arroyo Alamar con el propósito de declararlo como un área de protección. Para esto, se requiere una serie de estudios del área delimitada que justifique la importancia del Alamar para que sea clasificado como un Área Natural de protección y conservación.

El presente reporte describe los trabajos de campo realizados en la zona del Alamar, con el objetivo de evaluar los componentes abióticos y bióticos presentes, además de generar información que respalde el proyecto a la hora de tomar decisiones de manejo del área y que sustente la formal declaratoria de conservar la subcuenca Arroyo Alamar.

ÁREA DE ESTUDIO

Geología y edafología

De acuerdo a los datos obtenidos por la Universidad de San Diego (SDSU) en 2005, la geología predominante en la cuenca del arroyo Alamar consta de formaciones rocosas de granito con intrusiones de gabro que datan desde el periodo cretácico. Así mismo, la cuenca tiene alrededor de 14 geoformas (SDSU, 2005), en donde predominan montañas de pendientes moderadas a fuertes, debido a lo anterior, aproximadamente el 80% de la cuenca no es propicia para desarrollo urbano o actividad agrícola.

Por otro lado, de acuerdo con el mapa digital de México proporcionado por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2017), el tipo de suelo predominante en el área de estudio es de tipo Fluvisol, un tipo de suelo que se desarrolla sobre depósitos aluviales, generalmente son áreas periódicamente inundadas, el material original son depósitos aportados por ríos o arroyos, como son arenas, limos gravas o cantos.

Clima

El clima predominante en la zona es de tipo mediterráneo, determinado el efecto de la brisa marina, el viento y el efecto de la surgencia de las aguas frías (Riemann, 2013; en Sánchez, 2013). La temperatura media anual esta entre 13.7 -18.1 °C, sin embargo existe una variación entre los meses de temporada cálida y los meses fríos, en donde las temperaturas pueden estar entre 0°C y 33°C respectivamente. Respecto a la precipitación, el dato promedio en la cuenca Alamar

Desarrollo antropogénico

Una de las cosas más llamativas dentro del área de estudio es la perturbación del sitio por acciones relacionadas con la población cerca del sitio. Entre ellas están el uso del sitio como un tiradero clandestino y la amenaza constante de los asentamientos humanos dentro del cauce, ignorando el peligro y los daños ambientales que causan estas actividades.

METODOLOGIA

Áreas de muestreo

Se definieron 19 sitios de muestreo, a continuación se muestra la tabla de coordenadas de cada sitio, así como el mapa de ubicación de cada cuadrante.

Tabla 1.- Coordenadas de los puntos de muestreo en el Arroyo Alamar.

Núm.	Numero en el mapa	Sitio de muestreo	X	Y
1	91	**Alamar- 2da etapa	511189	3600024
2	127	Alamar- 2da etapa	511289	3600044
3	76	Alamar- 2da etapa	511409	3600004
4	109	Alamar- 2da etapa	511549	3600024
5	145	Alamar- 2da etapa	511649	3600044
6	326	Alamar- 2da etapa	511810	3600121
7	365	Alamar- 2da etapa	511930	3600140

Núm.	Numero en el mapa	Sitio de muestreo	X	Y
8	380	Alamar- 2da etapa	512229	3600144
9	7va	*RO- 1ra etapa	512600	3600069
10	3vb	RO- 1ra etapa	512504	3600053
11	103vb	RO- 1ra etapa	512760	3600197
12	86vb	RO- 1ra etapa	512680	3600181
13	109vb	RO- 1ra etapa	512792	3600213
14	145va	RO- 1ra etapa	513240	3600373
15	161va	RO- 1ra etapa	513335	3600469
16	115va	RO- 1ra etapa	513096	3600245
17	126vb	RO- 1ra etapa	513000	3600245
18	88va	RO- 1ra etapa	512920	3600133
19	77va	RO- 1ra etapa	512823	3600117

*Rancho Ontiveros
** Sección Alamar

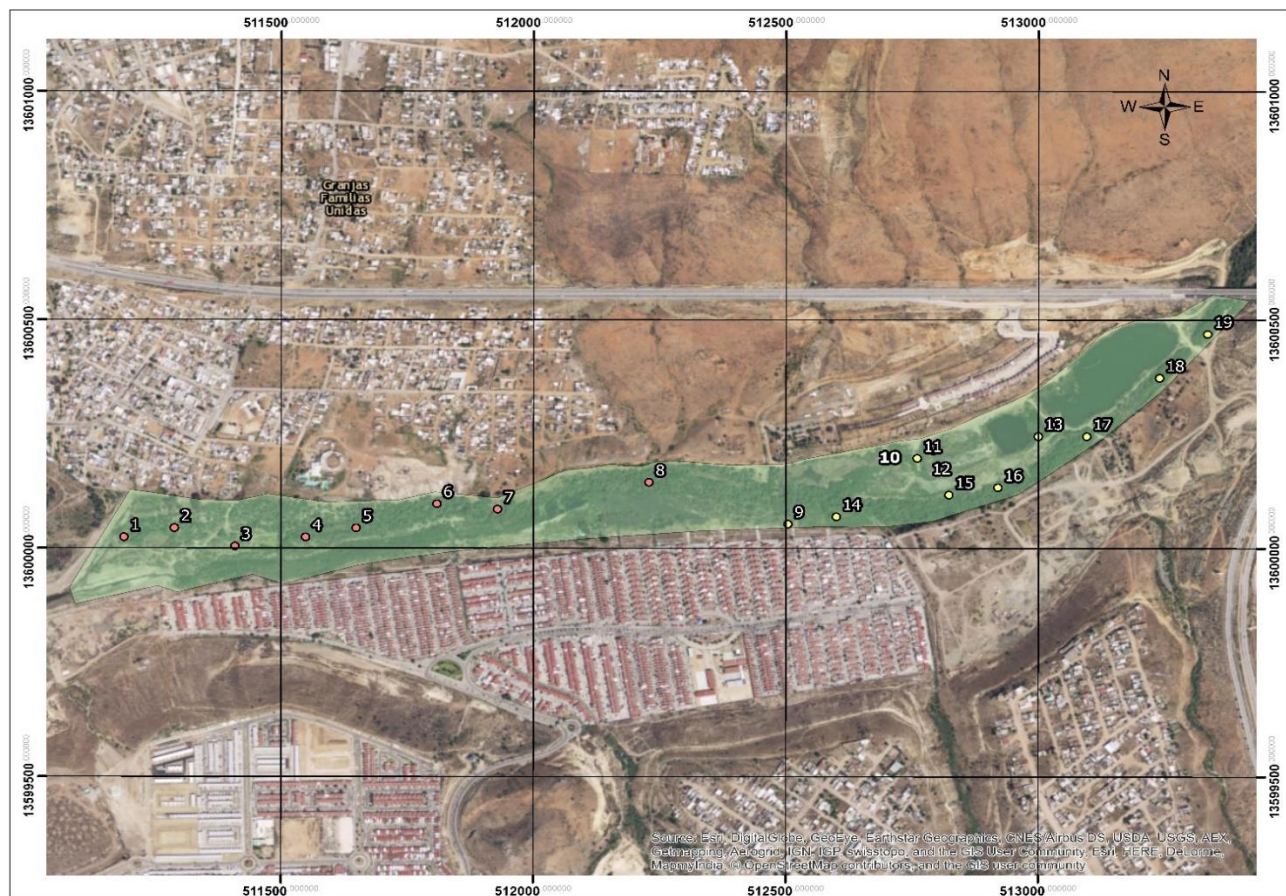


Figura 1.- Mapa del área de estudio y ubicación de los sitios de muestreo.

Trabajo de campo

El trabajo de campo se dividió en dos etapas, la primera corresponde a toda el área de propiedad del Rancho Ontiveros (RO), la segunda etapa se ubica fuera de los límites del Rancho Ontiveros y se extiende hacia el oeste por todo el arroyo Alamar que no está

canalizado. Se realizó un recorrido de campo en el área de estudio para obtener un listado base de la flora y fauna del lugar.

El muestreo de vegetación se hizo mediante la elaboración de cuadrantes de 20x20 metros, teniendo una superficie de 400 m². La duración de muestreo para cada etapa fue de un día. En total se definieron al azar 19 sitios de muestreo (cuadrantes), 11 para la primera etapa y 8 para la segunda. Para cada cuadrante se registró el número de especies, individuos y cobertura. Se tomó fotografías de las especies y el área para elaborar un reporte fotográfico de las etapas de arroyo Alamar.

Para la fauna, se hicieron registros directos e indirectos de la fauna nativa e introducida, además información proporcionada por los pobladores. En el caso de las aves se hicieron transectos y se registraron las especies observadas. Por último, con el propósito de complementar los datos obtenidos en campo, se consultó el reporte de fauna realizado en el sitio por EcoUrbe Consultores (2007) y bibliografía del sitio.

Análisis de datos

Después de los recorridos a campo, se prosiguió a la identificación de las especies de flora que no pudieron reconocerse en campo, este trabajo se realizó con el apoyo del Manual Jepson de plantas de California (Hickman, 1993). Así mismo, la elaboración de los listados de flora y fauna se compararon con otros trabajos realizados en el arroyo Alamar. Se identificaron las especies nativas, introducidas y las que tuvieran alguna categoría dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 para especies amenazadas y en peligro de México, además, debido a los ecosistemas compartidos entre California y Baja California, se utilizó la base de datos de la *California Native Plants Society* (CNPS) y del *California Invasive Plant Council* para estimar la cantidad de especies invasivas y protegidas en el área de estudio.

Para el estudio, se determinaron las variables básicas de estudios de vegetación, utilizando las definiciones descritas en las metodologías de Villareal *et al* (2004) y de Graf y Sayagués (2000).

Densidad

Muestra la abundancia de especies en el sitio de muestreo, en general y se obtiene mediante la siguiente formula:

$$D = N/A$$

Donde:

D = Densidad

N = Número de individuos

A = Área

Frecuencia

Numero de apariciones de cada especie, en los cuadrantes.

Riqueza específica

Es el método más sencillo para determinar la diversidad, consiste en cuantificar el número de especies por cada sitio de muestreo.

Índice de Margalef

Se determinó este índice para comparar la diversidad alfa de las dos secciones que se estudiaron en el arroyo Alamar, de acuerdo con la siguiente formula:

$$D_{Mg} = \frac{S-1}{\ln N}$$

Donde:

S = Número de especies

N = Número total de individuos

Este índice estima la relación entre el número de especies y el número total de individuos (Villareal *et al.* 2004). Así mismo, un valor inferior a 2.0 representa una baja diversidad, mientras que un valor superior de 5.0 determina una zona de alta diversidad (Margalef, 1995; en Lara, 2009).

Índice de Jaccard

Este índice también es conocido como el índice de similitud. Relaciona las especies compartidas de dos sistemas y el número de especies exclusivas.

$$I_j = \frac{c}{a + b - c}$$

Donde:

a = Número de especies en el sitio A

b = Número de especies en el sitio B

c = Número de especies en ambos sitios A y B, es decir que están compartidos.

Los valores de este índice están entre 0, cuando no hay especies compartidas y 1 cuando los dos sistemas comparten las mismas especies (Villareal *et al.* 2004).

Índice de valor de importancia (I.V.I)

El índice de valor de importancia mide el valor de las especies en base a tres variables, dominancia, densidad y frecuencia. Determina la importancia ecológica de cada especie en una comunidad

$$I.V.I = Cr + Fr + Dr$$

Donde:

Dr = Densidad relativa

Cr = Cobertura relativa

Fr = Frecuencia relativa

Caracterización y Perfil de estratos

Permite caracterizar la distribución vertical de la vegetación del sitio de estudio, identificando las especies de pasto, herbáceas, arbustos y arbóreos. Además, se desarrolló un diagrama del perfil de estratos de la zona.

RESULTADOS

Listados de flora

Se registraron un total de 58 especies y 29 familias durante los recorridos en campo (Tabla 2), De los cuales 44 se observaron en la sección Rancho Ontiveros, 28 en la Sección Alamar y una coincidencia de 13 especies.

Tabla 2.- Listado base de flora registrado en el área de estudio.

NO.	FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	1RA ETAPA*	2DA ETAPA**
1	Adoxaceae	<i>Sambucus nigra</i>	x	
2	Agavaceae	<i>Yucca elephantipes</i>		X
3	Aizoaceae	<i>Mesembryanthemum crystallinum</i>		x
4	Amaranthaceae	<i>Amaranthus hybridus</i>		X
5	Anacardaceae	<i>Rhus integrifolia</i>	x	
6		<i>Malosma laurina</i>	x	
7		<i>Schinus molle</i>	x	
8	Apiaceae	<i>Apium graveolens</i>		X
9		<i>Apium sp.</i>	x	
10		<i>Foeniculum vulgare</i>	x	
11	Araceae	<i>Lemna minor</i>		x
12	Asteraceae	<i>Ambrosia monogyra</i>	x	X
13		<i>Artemisia californica</i>		X
14		<i>Baccharis salicifolia</i>	x	
15		<i>Baccharis sarothroides</i>	x	x
16		<i>Bahiopsis laciniata</i>	x	x
17		<i>Cotula coronopifolia</i>		x
18		<i>Glebionis coronaria</i>	x	x
19		<i>Helianthus annuus</i>	x	x
20		<i>Heterotheca grandiflora</i>		x
21		<i>Iva hayesiana</i>		x
22		<i>Lactuca serriola</i>	x	x
23		<i>Pluchea odorata</i>		x
24		<i>Xanthium strumarium</i>	x	X

NO.	FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	1RA ETAPA*	2DA ETAPA**
25	<i>Boraginaceae</i>	<i>Heliotropium curassavicum</i>	x	x
26	<i>Brassicaceae</i>	<i>Nasturtium officinale</i>		x
27		<i>Sisymbrium sp.</i>	x	
28	<i>Cactaceae</i>	<i>Cylindropuntia prolifera</i>	x	
29	<i>Chenopodiaceae</i>	<i>Atriplex semibaccata</i>	x	
30		<i>Chenopodium murale</i>	x	
31		<i>Dysphania ambrosioides</i>	x	x
32		<i>Salsola australis</i>		x
33		<i>Salsola Kali</i>	x	
34	<i>Convolvulaceae</i>	<i>Calystegia macrostegia</i>	x	
35	<i>Cyperaceae</i>	<i>Schoenoplectus acutus</i>		
36	<i>Euphorbiaceae</i>	<i>Ricinus communis</i>	x	x
37	<i>Fabaceae</i>	<i>Acmispon glaber</i>	x	
38		<i>Medicago polymorpha</i>	x	
39	<i>Malvaceae</i>	<i>Malacothamnus fasciculatus</i>	x	
40		<i>Malva parviflora</i>	x	
41	<i>Phytolaccaceae</i>	<i>Phytolacca americana</i>	x	
42	<i>Plantaginaceae</i>	<i>Plantago major</i>	x	x
43	<i>Platanaceae</i>	<i>Platanus racemosa</i>	x	
44	<i>Poaceae</i>	<i>Avena sp.</i>	x	
45		<i>Bromus diandrus</i>	x	
46		<i>Festuca perennis</i>	x	
47	<i>Polygonaceae</i>	<i>Eriogonum fasciculatum</i>	x	
48		<i>Rumex crispus</i>	x	
49	<i>Salicaceae</i>	<i>Populus fremontii</i>	x	
50		<i>Salix laevigata</i>	x	
51		<i>Salix lasiolepis</i>	x	x
52	<i>Sauraceae</i>	<i>Anemopsis californica</i>		x
53	<i>Solanaceae</i>	<i>Datura wrightii</i>	x	x
54		<i>Nicotiana glauca</i>	x	x
55	<i>Tamaricaceae</i>	<i>Tamarix ramosissima</i>	x	x
56	<i>Typhaceae</i>	<i>Typha latifolia</i>	x	
57	<i>Urticaceae</i>	<i>Urtica dioica</i>	x	
58	<i>Verbenaceae</i>	<i>Verbena menthifolia</i>	x	

*Rancho Ontiveros

** Sección Alamar

Especies protegidas, exóticas invasivas

De acuerdo a la base de datos de especies invasoras del *California Invasive Plants Council*, se identificó 12 especies con estatus exótico invasivo dentro del área de muestreo.

Para especies protegidas, no se identificó ninguna especie dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, sin embargo, el inventario de plantas raras y amenazadas de la CNPS registra una especie como amenazada. En la siguiente tabla (Tabla 3) se enlistan las especies con alguna clasificación de protección e invasividad.

Tabla 3.- Listado de especies con categoría de protección o estatus de invasividad.

NO.	NOMBRE CIENTIFICO	FORMA DE VIDA	ORIGEN	CNPS ESTATUS	RANCHO ONTIVEROS	SECCIÓN ALAMAR
1	<i>Ambrosia monogyra</i>	Arbusto	Nativa	2B.2	x	x
2	<i>Atriplex semibaccata</i>	Herbácea	Exótica	Invasiva	x	
3	<i>Cotula coronopifolia</i>	Herbácea	Exótica	Invasiva		x
4	<i>Festuca perennis</i>	Pasto	Exótica	Invasiva	x	
5	<i>Foeniculum vulgare</i>	Herbácea	Exótica	Invasiva	x	
6	<i>Glebionis coronaria</i>	Herbácea	Exótica	Invasiva	x	x
7	<i>Mesembryanthemum crystallinum</i>	Herbácea	Exótica	Invasiva		x
8	<i>Nicotiana glauca</i>	Arbusto	Exótica	Invasiva	x	x
9	<i>Phytolacca americana</i>	Herbácea	Exótica	Invasiva	x	
10	<i>Ricinus communis</i>	Arbusto	Exótica	Invasiva	x	x
11	<i>Salsola Kali</i>	Herbácea	Exótica	Invasiva	x	
12	<i>Schinus molle</i>	Árboreo	Exótica	Invasiva	x	
13	<i>Tamarix ramosissima</i>	Árboreo	Exótica	Invasiva	x	x

Respecto a la proporción de especies nativas y exóticas en el área de estudio se obtuvo que el 52% de las especies registradas son nativas y el porcentaje restante se distribuye entre especies de carácter exótico e invasivo (Figura 2).

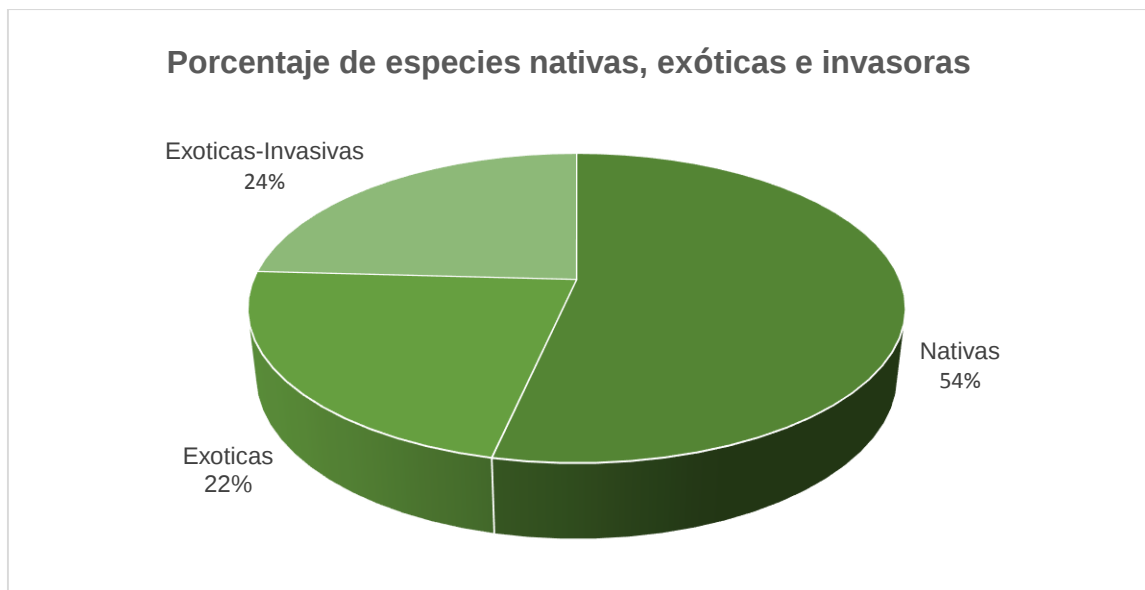


Figura 2.- Porcentaje de especies de acuerdo a su clasificación de origen.

Variables de vegetación e Índices de diversidad

De acuerdo al análisis de variables, se determinaron 5 especies de importancia dentro del área de estudio (Tabla 4). Ver Anexo 1– Resultados de variables en arroyo Alamar

Tabla 4.- Datos de las cinco especies más destacadas en la evaluación de variables.

#	NOMBRE CIENTIFICO	INDIVIDUOS	DENSIDAD (INDV./M ²)	D.R.* (INDV./M ²)	FREC. ABS	FR.R.*	COBERTURA (%)	I.V.I.
1	<i>Typha latifolia</i>	1013	0.1684	0.4429	5	0.042	10.26	0.616
2	<i>Salix lasiolepis</i>	215	0.0357	0.0940	9	0.075	30.84	0.563
3	<i>Ricinus comunis</i>	142	0.0236	0.0621	10	0.083	10.96	0.285
4	<i>Tamarix ramosissima</i>	146	0.0243	0.0638	7	0.058	6.19	0.201
5	<i>Ambrosia monogyra</i>	90	0.0150	0.0394	2	0.017	4.21	0.110

Los índices utilizados determinaron que existe una diferencia significativa entre la diversidad de especies de ambas secciones (Tabla 5).

Tabla 5.- Índices de diversidad y similitud resultantes en el área de estudio.

	1RA SECCION*	2DA SECCION**
INDICE DE MARGALEF	4.95	2.24
Comparación de ambas secciones		
INDICE DE JACCARD	0.006	

*Rancho Ontiveros

** Sección Alamar

Estratos vegetales

El 59% de las especies registradas tienen una forma de vida herbácea, en segunda proporción sigue la forma arbustiva con un 22% y en menor proporción el tipo arbóreo y pasto con 12% y 7% respectivamente. En Figura 3 se observa la proporción de estratos vegetales.

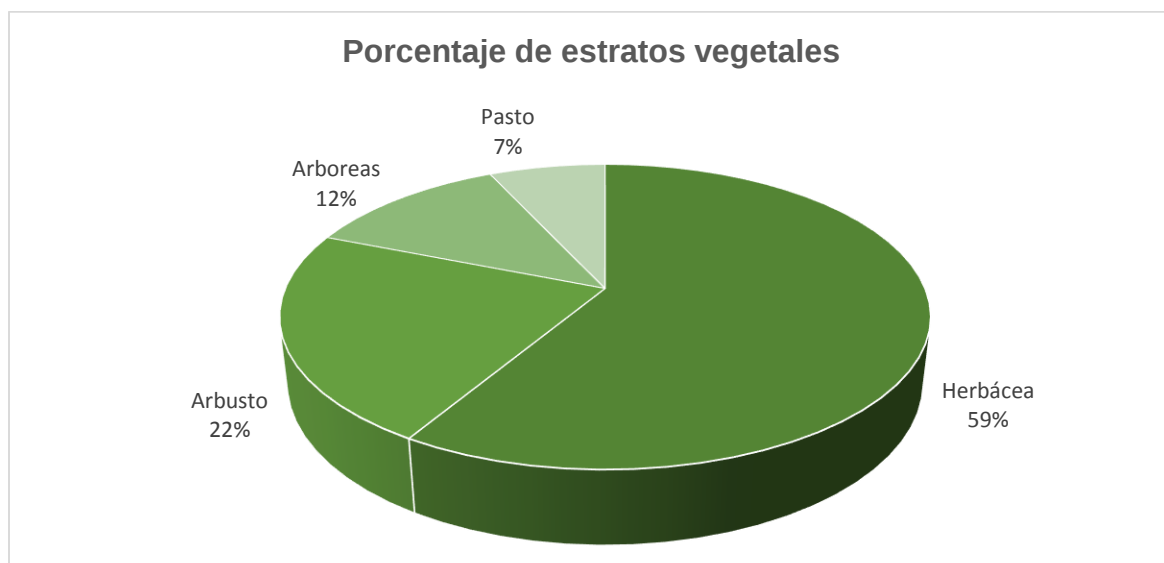


Figura 3.- Porcentaje de estratos vegetales presentes en el área de muestreo Alamar.

Listado de fauna

Reptiles, mamíferos, peces e invertebrados

En este recorrido de campo se registró la presencia de 1 reptil, 6 mamíferos de pequeño a mediano tamaño, 1 pez y 1 invertebrado (Tabla 7).

Tabla 6.- Listado comparado de fauna registrada en el arroyo Alamar realizado en los años 2007 y 2017.

FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	ORIGEN	ESTATUS	Ecourbe 2007	Ecourbe 2017
REPTILES						
Emydidae	<i>Trachemys scripta elegans</i>	Tortuga de orejas rojas	Introducida	Invasora	x	
Crotalidae	<i>Crotalus sp.</i>	Víbora de cascabel	Nativa	Protegida		x
MAMIFEROS						
Sciuridae	<i>Spermophilus beecheyi</i>	Ardilla de roca	Nativa		x	x
Procyonidae	<i>Procyon lotor</i>	Mapache	Nativa			X
Equidae	<i>Equus caballus</i>	Caballo domestico	Introducida	Invasiva		X
Leporidae	<i>Sylvilagus sp.</i>	Conejo	Nativo			X
Canidae	<i>Canis latrans</i>	Coyote	Nativo			X
Felidae	<i>Lynx rufus</i>	Gato montes	Nativo			X
Suidae	<i>Sus scrofa subsp. scrofa</i>	Cerdo feral	Introducido	Invasiva		X
Equidae	<i>Equus asinus</i>	Burro, asno	Introducido	Invasiva		X
PECES E INVERTEBRADOS						
Cichlidae	<i>Cichlasoma istlanum</i>	Mojarra criolla	Introducida		x	
Ictaluridae	<i>Ictalurus sp.</i>	Bagre	Introducida		x	
Poeciliidae	<i>Gambusia sp.</i>	Guayacon mosquito	-			x
Cambaridae	<i>Procambarus clarkii</i>	Acocil rojo (cangrejo de río)	Introducida	Invasora		x

El registro del genero *Crotalus* fue por el personal del sitio, por lo que no se pudo identificar la especie, sin embargo, se localizaron al menos 25 especies del genero *Crotalus* dentro de la norma NOM-059-SEMARNAT-2010 para especies protegidas y amenazadas.

Son 5 las especies que están catalogadas como especies exóticas invasivas por la CONABIO. Sin embargo, la de mayor impacto a nivel mundial es la especie *Procambarus clarkii* (Cangrejo de río) que también es observada por la U.S. Fish and Wildlife Service por las consecuencias que ha tenido su introducción.

Aves

Durante el recorrido de campo, se registró un total de 15 especies de aves. Se comparó la información con el monitoreo hecho en 2007 y se armó un listado que dio un total de 23 especies registradas en el sitio de estudio (Tabla 6).

Tabla 7.- Listado de aves registradas en dos muestreos de fauna en el Arroyo Alamar.

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	ORIGEN	EcoUrbe 2007	EcoUrbe 2017
Anatidae	<i>Anas platyrhynchos</i>	Pato real	Nativa, Pareja	x	x
	<i>Oxyura jamaicensis</i>	Pato tepalcate	Nativa, Pareja		x
Ardeidae	<i>Butorides virescens</i>	Garcita verde	Nativa	x	x
	<i>Nycticorax nycticorax</i>	Perro de agua	Nativa	x	
	<i>Ardea herodias</i>	Garza morena	Nativa	x	x
	<i>Ardea alba</i>	Garzón blanco	Nativa	x	x
	<i>Egretta thula</i>	Garza nívea	Nativa	x	
Corvidae	<i>Corvus corax</i>	Cuervo grande	Nativa	x	x
Columbidae	<i>Zenaida macroura</i>	Paloma huilota	Nativa	x	
Charadriidae	<i>Charadrius vociferus</i>	Killdeer, Chorlito gritón	Nativa, nido	x	x
Hirundinidae	<i>Hirundo rustica</i>	Golondrina	Nativa		x
Passeridae	<i>Passer domesticus</i>	Gorrión	Exótico	x	x
	<i>Haemorhous mexicanus</i>	Pinzon mexicano	Nativo		x
Podicipedidae	<i>Podilymbus podiceps</i>	Zambullidor pico pinto	Nativa	x	
Rallidae	<i>Gallinula chloropus</i>	Gallinula	Pareja, crías	x	x
	<i>Fulica americana</i>	Gallareta gris	Nativa	x	x
Recurvirostridae	<i>Himantopus mexicanus</i>	Monjita	Nativa	x	
Laridae	<i>Sterna elegans</i>	Gallito marino	Nativa	x	x
Strigidae	<i>Athene cunicularia</i>	Lechuza llanera	Nativa	x	
Trochilidae	<i>Calypte anna</i>	Chupaflor de cuello escarlata	Nativa	x	
Troglodytidae	<i>Salpinctes obsoletus</i>	Chivirrin saltaroca	Nativo		x
Tyrannidae	<i>Sayornis saya</i>	Papamoscas	Nativa	x	
	<i>Sayorins nidricans</i>	Papamoscas negro	Nativa		x

Se determina la especie *Sterna elegans* como una especie con clasificación de “Protección especial” (Pr) por la NOM-059-SEMARNAT-2010 para especies protegidas y amenazadas.

DESCRIPCIÓN

Listado, caracterización y estratos de la vegetación

De acuerdo a los resultados obtenidos (Tabla 2 y 4), el arroyo Alamar tiene dos componentes principales derivados del tipo de vegetación riparia y acuática. El primer componente es *Salix lasiolepis* (Sauce), que está presente como especie dominante en el estudio, este componente está a lo largo del arroyo Alamar y de acuerdo a Sawyer et al. (2009) la vegetación riparia requiere de suficiente agua y humedad para albergar especies arbóreas y arbustivas en menor proporción que complementan la comunidad, entre ellas están *Baccharis pilularis* (chamizo), *B. salicifolia*, *Platanus rasemosa* (aliso), *Populus fremontii* (alamo) y *Sambucus nigra* (Sauco).

A pesar de lo anterior, el estrato herbáceo del componente *S. lasiolepis* del arroyo Alamar, tiene aproximadamente el 55% de especies de tipo exótico invasivo, entre ellas están las especies *Mesembryanthemum crystallinum* (hielito), *Glebionis coronaria* (margarita coronada), *Foeniculum vulgare* (hinojo) y *Salsola kali* (Chamizo rodador), y como especie nativa, propia de la vegetación riparia, está la especie *Anemopsis californica* (hierba del manzo). Delgadillo (1998) menciona que el estrato arbustivo presente en la vegetación riparia por lo regular pertenece a vegetación dominante vecina, que se manifiesta en especies de chaparral como: *Heteromeles arbutifolia* (toyon), *Rhus ovata* (mangle o fusique), *Baccharis sarothroides* (Chamizo) y *B. glutinosa*, sin embargo, de acuerdo a los resultados del estudio, la especie que predomina en el estrato arbustivo de este componente es *Ricinus communis* (Higuerilla) que se posiciona como la segunda especie con mayor cobertura en el área de estudio, aproximadamente el 10% de cobertura, la higuerilla está catalogada como una especie exótica-invasiva y nociva para la salud por su contenido de ricina, un químico extremadamente toxico (Cal-IPC, 2017), por lo que es recomendable tomar medidas de control hacia esta especie.

El segundo componente es propio de la vegetación acuática y lo conforma el género *Typha* (tule), ubicado principalmente en el margen del lago dentro área de estudio, donde el agua está disponible todo el año y diversas aves migratorias llegan para pasar el invierno. Los estratos principales de este componente son herbáceas con menos de 1.5 metros de altura, entre las especies que se pueden encontrar son *Lemna minuta*, *Lepidium latifolium*, *Schoenoplectus americanus*, *S. Californicus*, *Xanthium strumarium*, etc. En el estrato arbóreo se pueden encontrar individuos de baja cobertura, como el *Salix spp.* (Sauce) (Sawyer et al. 2009). Ver- Anexo 2- Diagrama de estratos vegetales

Dentro de las especies registradas no se encontraron especies sensibles ni particularmente llamativas, sin embargo debemos de hacer hincapié que debido a que es el último reducto de bosque ripario de gran calado dentro de la mancha urbana de Tijuana, se encuentran especímenes de *Platanus racemosa* (Alisos), *Populus fremontii* (Álamos) y *Salix spp.* (Sauces de varias especies) por lo que representan fuentes de germoplasma cuya cepa genética ya no se encuentran en Tijuana y por lo tanto podrían ser de gran utilidad para la reforestación de corredores riparios dentro de la ciudad de Tijuana, cuya tendencia se irá haciendo más progresiva conforme los tomadores de decisiones reconozcan la necesidad de restaurar los corredores riparios actualmente deforestados o recubiertos en concreto.

Así como estos especímenes carismáticos, el espacio alberga un cantidad importante de especies vegetales con usos etnobotánicos o con valor paisajístico, por lo que también representan un banco vivo de germoplasma importante para propagación de especies riparias que pueden tener diferentes usos significativos cultural y económicamente para las comunidades que rodean este espacio.

Amenazas

Especies invasivas

De las especies registradas en el área de estudio, son 12 las que tienen una clasificación de carácter invasivo y conforman el 24% de especies registradas (Tabla 3 y Figura 2). La principal característica de estas especies es que limitan el crecimiento de las especies nativas, es decir, desplazan y minimizan el crecimiento de las especies que son originarias de una determinada zona, algunas de ellas utilizan mecanismos fisiológicos como la “alelopatía” para llevar a cabo estos fines. Además, desarrollan características fisiológicas que las hace resistentes a factores como: temperatura, alta salinidad, sequías, falta de nutrientes, tolerancia a diferentes niveles de pH, plagas, entre otras.

Se ha aceptado que las áreas con vegetación y suelo que han sido perturbados por los humanos o animales domésticos son más susceptibles a sufrir una invasión. Incendios frecuentes, desarrollo de edificaciones y otras actividades humanas impiden la sobrevivencia de las especies nativas y promueven las no nativas (Brooks et al. 2000). La permanencia del arroyo Alamar se ha visto afectada por el rápido crecimiento urbano de Tijuana y la interacción del humano con este hábitat, durante los recorridos se observó los efectos y causas que permiten la expansión de plantas invasivas, por ejemplo: acumulación de desechos orgánicos e inorgánicos procedentes de las colonias cercanas, descarga de aguas no tratadas directo al arroyo, quema clandestina de basura, asentamientos humanos irregulares, entre otras.

La proliferación de estas plantas con facultad invasiva trae consecuencias considerables al ecosistema, en este caso el arroyo Alamar, el primero de ellos es la pérdida de biodiversidad y la estabilidad del ecosistema (Davis, 2003; Lorenzo y González, 2010).

Para este estudio, la especie invasiva con mayor influencia es *Ricinus comunis* (higuerilla), siendo la tercera especie con mayor importancia en el área por su alta cobertura en la segunda sección de muestreo, la higuerilla contiene una de las toxinas más peligrosas conocida como ricina y puede ser letal para los humanos, un mecanismo que comparte con la especie *Phytolacca americana* y *Nicotiana glauca* (tabaquillo), también presentes en el arroyo. Sin embargo, existe otra especie de importancia ecológica que es recomendable controlar o erradicar del sitio, la especie *Mesembryanthemum crystallinum* (hielito) es un arbusto de bajo-crecimiento que llega a cubrir suelos rápidamente, esta especie puede alterar la química del suelo acumulando grandes cantidades de sal que libera cuando la planta muere, la alta concentración de sal evita que las plantas nativas puedan restablecerse (Vivrette y Muller 1977; Kloot, 1983; Brooks et al. 2000), por lo tanto, el programa de control y erradicación de especies invasivas, debe incluir métodos para mejorar el suelo.

Por otro lado, el agua disponible en el sitio también puede verse modificada por la presencia de plantas invasivas, la especie *Tamarix ramosissima*, según los resultados del estudio, es la cuarta especie con mayor I.V.I. por su alta cobertura y densidad en la 1ra sección del muestreo (Tabla 4). Brooks et al. (2017) explica que se cree que esta especie es responsable de la disminución del agua disponible en algunos sitios. Esto podría traer consecuencias a las especies que requieren una cantidad mínima de agua para sobrevivir, como algunos anfibios, briofitas, plantas acuáticas, etc. reduciendo fácilmente parte de su hábitat. La Cal-IPC (2017) clasifica esta especie con un grado de invasividad alto, y en muchas regiones es considerada como una de las especies más destructivas del sur de Estados Unidos (Lambert et al. 2010).

Por otra parte, la sección del Alamar registró la mayor cantidad de individuos de la especie *Ricinus communis*, una especie invasiva, presentándose en 7 de los 8 muestreos realizados en esta sección. Cabe destacar que una de las consecuencias de las especies invasivas es la pérdida de biodiversidad, pues pueden ocupar grandes superficies contribuyendo así al desplazamiento de especies nativas.

En años recientes se ha descubierto la presencia en el sur de California y áreas aledañas en Baja California, de un escarabajo ambrosial descrito como Kuroshio Shot Hole Borer (Barrenador Kuroshio de Escopetazo) o KSHB por sus siglas en inglés (*Euwallacea sp.*). Este escarabajo es portador de un tres hongos *Fusarium euwallaceae*, *Graphium euwallaceae* y *Acremonium pembeum* que a su vez inoculan a los árboles huésped del escarabajo y que eventualmente terminan con la muerte del árbol infectado.

El escarabajo KSHB originario del sudeste asiático, no tiene controles naturales en nuestra región y no se conoce hasta la fecha un tratamiento químico adecuado para su erradicación. Puede reproducirse en una cantidad importante de árboles entre los cuales los más carismáticos del arroyo Alamar como Álamos, Sauces y Alisos están dentro de la lista. Por lo que este espacio deberá ser meticulosamente monitoreado y se debe trabajar con las instancias correspondientes tales como CONAFOR y el Comité Estatal de Sanidad Vegetal de Baja California, ya que la infestación y posterior infección del escarabajo y sus fungi huéspedes podrían significar una mortandad considerable o incluso devastadora como ha sucedido en otras partes de California como lo es el Estuario del Río Tijuana o el Área de Conservación Municipal de los Sauces en Playas de Tijuana.

Así también la infestación del Alamar representaría un paso para que el escarabajo KSHB siga avanzando por el corredor alcanzando mayores altitudes e infectando otros corredores riparios lo cual pondría en peligro a esta particular vegetación.

Índices de diversidad

La comparación de diversidad de especies vegetales con el índice de Margalef (Tabla 5) determinó que existe mayor diversidad en la 1ra sección (Rancho Ontiveros) con un valor de 4.95, a diferencia de la 2da sección que obtuvo un valor de 2.24. De acuerdo con la interpretación de Margalef, un valor inferior a 2.0 representa una baja diversidad, mientras que un valor superior de 5.0 determina una zona de alta diversidad (Margalef, 1995; en Lara,

2009). A pesar de que ambos están dentro del intervalo 2-5, se puede observar la lejanía de los resultados.

Así mismo, el índice de Jaccard que obtuvo un valor de 0.006 parece respaldar los resultados obtenidos en el índice de Margalef. Tomando en cuenta la descripción, Jaccard mide la similitud de las especies compartidas en dos muestras y da 0 cuando no hay especies compartidas y 1 cuando los dos sistemas comparten las mismas especies.

Una de las causas de que el rancho Ontiveros conservara mayor diversidad que la sección Alamar puede ser la restricción de entrada a personas ajenas al predio y a actividades de alto impacto, sin embargo no queda exento de los efectos de urbanización que ocurren cerca del área. A diferencia del rancho Ontiveros, una de la problemática de la sección Alamar es la interacción del humano con este hábitat. De acuerdo con Ehrlich (1988), la principal causa de la disminución de la diversidad no es la explotación por parte del humano, pero la destrucción del hábitat inevitablemente resulta de la expansión de la población humana y sus actividades.

Un ejemplo de esto son los asentamientos humanos observados durante el recorrido de campo, siendo el más sobresaliente un área delimitada para animales domésticos de granja como puercos, caballos, burros y gallinas. El desarrollo de este espacio en el arroyo Alamar requirió de un despalme sin permiso para establecer los corrales sobre el arroyo.

Como parte de las actividades humanas vienen los generadores de desechos, la cantidad de basura observada en ambas secciones es un problema en el que se deben tomar cartas en el asunto, sin embargo, en la sección Alamar, al no contar con un programa de restricción, es preocupante la cantidad de desechos urbanos observado en el sitio, tanto que es posible que se creara un basurero clandestino por las colonias contiguas al arroyo. Entre estos desechos encontrados están: plásticos, metales, materiales de construcción, muebles domésticos, colchones, latas de aluminio, cartón, ropa, etc. Bajo esta premisa es indispensable crear campañas de limpieza y educación ambiental que concienticen a la población sobre la importancia que tiene cuidar estos ecosistemas.

Otro punto importante es el problema de descargas de aguas residuales al arroyo, esto crea un problema en la composición del agua, ya que además de aumentar la materia orgánica en el agua, a veces esta agua viene acompañada de aceites y productos químicos que son necesarios pasarlos por una estación de tratamiento para depurarlas. Sin este tratamiento, el agua mezclada llega a ser perjudicial especialmente para los animales y plantas que utilizan este recurso como el único disponible en el área.

Fauna

La comparación de la fauna observada en los dos muestreos de campo en 2007 y 2017 dio un total de 14 especies registradas en el área de estudio, sin embargo, fueron 11 las que se registraron en el último muestreo (Tabla 6). Del total de especies, son 5 las que están clasificadas como exóticas invasoras por la CONABIO en Enciclovida (2017).

A pesar de no poder observar algunos ejemplares de reptiles, los custodios de la sección Rancho Ontiveros dio la información de haber observado ejemplares de cascabel dentro del predio, por lo que se hizo el registro como *Crotalus sp.* Cabe destacar que la NOM-059-SEMARNAT-2010 clasifica las víboras de cascabel como Protección especial (Pr) debido a la reducción de su hábitat por urbanización, sobre explotación por rituales o supersticiones, etc. por tal motivo su cacería y manejo está prohibida sin el debido permiso.

Población de aves

A pesar de las alteraciones del ecosistema en la 2da sección de muestreo, en los recorridos de la 1ra sección se observó alrededor de 23 especies diferentes de aves (Tabla 7), tanto de costumbres arborícolas como acuáticas. La alta riqueza de aves se basa en el cuerpo de agua permanente presente en esta sección del Alamar, el espejo de agua permite desarrollar un estrato arbóreo más robusto y diverso, por lo que provee un hábitat adecuado y un aumento de la diversidad biológica beta (Wiends, 1989; Ruiz-Campos et al. 2005). De acuerdo con la investigación de especies, la mayoría de las aves observadas son residentes, es decir, están presentes todo el año.

Si bien el arroyo Alamar ha recibido una presión urbana en los últimos años, la sección del rancho Ontiveros donde se encuentra el espejo de agua permanente ha podido iniciar su recuperación desde que se limitó la entrada a maquinaria de construcción y a personas ajenas al predio. Un signo de esto es el registro de anidación de la especie *Charadrius vociferus* (Chorlito gritón), avistamiento de crías de *Oxyura jamaicensis*, así como la presencia de la especie *Sterna elegans* (Gallito marino) clasificada dentro de la NOM-059 como una especie en protección especial, ya que su población comenzó a disminuir principalmente por la colecta de sus huevos por parte del hombre (Walter 1951, Velarde y Anderson 1993; Velarde-González, 2008). El gallito marino es una especie migratoria y ahora gran parte de su zona de anidación está limitada a la Isla Rasa, en el golfo de California declarada como zona de refugio (Diario oficial, 1964), donde aproximadamente el 95% de la población total anida en esa zona. Debido a lo anterior, es posible que el cuerpo de agua en el rancho Ontiveros tenga la función de ser una zona de descanso durante el recorrido migratorio de *S. elegans* proporcionando un hábitat agradable para la especie, bajo esta idea, se requiere realizar un seguimiento a las poblaciones de aves de esta zona que cubra todas las estaciones del año, con el fin de determinar el uso que se le da a este hábitat.

Especie *Procambarus clarkii*

En la 1ra etapa del muestreo, se registró la presencia del crustáceo identificado como *Procambarus clarkii* (Acocil rojo) (Tabla 6). Esta especie es nativa del Suroeste de Estados Unidos, y la alta demanda de este crustáceo lo ha convertido en una de las principales especies de cultivo en América (Rodríguez-Almaraz y García-Madrigal, 2014). Por este motivo, *P. clarkii* ha desarrollado un potencial invasivo hacia otras áreas del continente americano, europeo, asiático y africano. La incidencia de este acocil en diversas áreas del

mundo ha traído consecuencias a los ecosistemas que llegan, debido a su rápido establecimiento en los hábitats acuáticos. En México, particularmente en Nuevo León, esta especie ha provocado el desplazamiento de la especie nativa *P. regiomontanus*, disminuyendo su población, al grado de considerarse una especie en peligro de extinción (Campos y Rodríguez-Almaraz, 1992; Rodríguez-Almaraz et al., 1993; Rodríguez-Almaraz y Campos, 1994; Rodríguez-Almaraz y García-Madrigal, 2014).

Considerando lo anterior, la presencia de esta especie en el arroyo Alamar es un foco de alerta que puede cambiar la biodiversidad y ecología del ecosistema. *P. clarkii* prácticamente es una especie omnívora y entre su dieta están los huevos y larvas de anfibios, invertebrados, peces, etc. Incluso llega a influir en las poblaciones de aves fitófagas por la presión que los cangrejos ejercen sobre la vegetación subacuática [*Procambarus Clarkii* (Girard, 1852), 2017], además, puede alterar el orden trófico del ecosistema, ya que algunas aves han comenzado a incluirlo como alimento principal en su dieta. Entre los depredadores de esta especie están algunos peces y mamíferos como mapaches.

Sin embargo, la presencia de *P. clarkii* solo se registró en uno de los cuadrantes del muestreo, por lo que es necesario realizar un estudio que estime la población presente en el sitio para determinar la gravedad del problema y aplicar las medidas de control/erradicación.

.

CONCLUSIONES

- En general, el arroyo Alamar es un ecosistema que ha ido alterándose y requiere de medidas de restauración y conservación que puedan retornar una parte representativa del ecosistema a su condición natural.
- En el Arroyo Alamar alberga un arbolado generoso de altura considerable que genera una sombra significativa y reduce las temperaturas dentro del ecosistema.
- El área de estudio se ve afectado principalmente por dos factores:
 - Actividades humanas: Basureros clandestinos, despalde de zonas, quema de basura y vegetación, introducción de animales granja, descargas de aguas residuales sin tratar, etc.
 - En flora, poblaciones considerables de especies invasivas.
- El Arroyo Alamar contiene dos componentes principales de vegetación: componente sauces (*Salix sp.*) propio de la vegetación riparia, y componente Tule (*Thypa sp*) de vegetación acuática.
- Las 3 especies vegetales nativas con mayor I.V.I en el área de estudio son: *Typha latifolia* (Tule), *Salix lasiolepis* (Sauce) y *Ambrosia monogyra*.
- Las especies invasivas *Ricinus comunis* (Higuerilla), *Tamarix ramosissima* (Pino salado) y *Mesembryanthemum crystallinum* (Hielito) son consideradas las especies de mayor importancia a erradicar en toda el área de estudio.
- La sección 1 conserva una mayor diversidad de especies en comparación de la sección 2 (Alamar).
- La sección 2 del área de estudio es la zona que ha sufrido más alteración por parte de las actividades humanas.
- El cuerpo de agua (1ra sección) proporciona los elementos necesarios que crean un hábitat adecuado para algunas especies de aves acuáticas.
- El ecosistema acuático de la sección 1 puede funcionar como "Isla de descanso" en la trayectoria de especies como *Sterna elegans* y otras aves migratorias.
- Se considera la especie *Procambarus clarkii* como una amenaza para el ecosistema si no se desarrollan los programas de control/erradicación correspondiente.
- La amenaza del Escarabajo *Euwallacea sp.* representa un problema grave para la sobrevivencia de las poblaciones de sauces del área de estudio.

RECOMENDACIONES

- Desarrollar programas de limpieza extensiva en toda el área del Arroyo Alamar.
- Generar programas de educación ambiental a la población cercana y enfatizar la importancia de conservar este espacio ripario.
- Involucrar a la sociedad en el cuidado del arroyo Alamar.
- Desarrollar proyectos de monitoreo para la creación un programa de erradicación/control de la especie invasiva *Procambarus clarkii* (Cangrejo de río).
- Elaborar proyectos de remoción de especies vegetales invasivas, haciendo énfasis en las especies *Ricinus communis*, *Mesembryantum crystallinum* y *Tamarix ramosissima*.
- Elaborar un monitoreo extensivo de aves para identificar especies migratorias, residentes e invasivas que hagan uso del hábitat Arroyo Alamar.
- Monitorear la presencia de la especie protegida *Sterna elegans* en el sitio de estudio.
- Realizar muestreos para registro de reptiles (serpientes, lagartijas) con el fin de complementar la información de este estudio.
- Gestionar los permisos necesarios para realizar la colecta de semilla y esqueje de especies vegetales nativas, con el fin de crear un banco de germoplasma que pueda ser usado para la reforestación del arroyo Alamar.
- Elaborar una brigada vigilancia para monitorear las condiciones del arbolado respecto al escarabajo barrenador *Euwallacea sp.*
- Colocar trampas para plagas recomendados por el Comité Estatal de Sanidad Vegetal de Baja California en puntos específicos del área de estudio.
- Retirar del área de estudio las construcciones recientes que estén sobre el lecho del arroyo, así como las que causen alteraciones al ecosistema
- Delimitar las áreas donde las especies domesticas pueden permanecer, evitando el lecho del arroyo y las áreas donde se encuentren especies en protección o sensibles.
- Determinar el tipo de actividades humanas dentro del área de estudio, tomando en cuenta aquellas que sean de bajo, medio y alto impacto para el Arroyo.
- Realizar un análisis calidad de agua que determine la composición actual del arroyo, así como para identificar microorganismos que sean un problema de salud para las colonias aledañas, la flora y fauna del arroyo.

BIBLIOGRAFIA

- Audubon (2017). National Audubon Society. Recuperado de: <http://www.audubon.org/es>
- Brooks, M. L. (2000). Invasive plants of California's wildlands. In C. C. Bossard, J. M. Randall, & M. C. Hoshovsky (Eds.), *Invasive plants of California's wildlands* (pp. 279–291). Berkeley, University of California Press.
- Calflora (2017). Information on Wild California plants for conservation, education, and appreciation. Recuperado de: <http://www.calflora.org/>
- California Native Plant Society (CNPS), (2017). Recuperado de: <http://www.cnps.org/>
- Cal-IPC (2017). California Invasive Plant Council. Recuperado de: <http://cal-ipc.org/>
- CNPS (2017). Inventory of Rare and Endangered Plants. Recuperado de: <http://www.rareplants.cnps.org/>
- Delgadillo, J. (1998). Florística y ecología del norte de Baja California. Ensenada, B.C. Universidad Autónoma de Baja California.
- Diario Oficial. 1964. Decreto que declara Zona de Reserva Natural y Refugio de Aves a la Isla Rasa, Estado de Baja California. Diario Oficial 30 de mayo, México D.F.
- Diario Oficial, (2010). Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. Diario oficial 30 Diciembre del 2010.
- Ehrlich, P. R. (1988). The Loss of Diversity: Causes and Consequences. In Harvard University (Ed.), *Biodiversity* (pp. 21–28). National Academies Press.
- Enciclovida (2017). Especies exóticas invasoras. Recuperado de: <http://www.enciclovida.mx/exoticas-invasoras>
- Hickman, J. C. (1993). *The Jepson Manual: Higher Plants of California*. University of California.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), (2017). Mapa Digital de Mexico: Edafología, Geología, Uso de suelo. Recuperado de: <http://gaia.inegi.org.mx/mdm6/>
- Lambert A. M., D' Antonio C. M. y Dudley T. L. (2010). Invasive species and fire in California ecosystems. *Fremontia* 38(2): 29-36
- Lara O. J. (2009). Determinacion de Indices de diversidad florística arbórea en las parcelas permanentes de muestreo del valle de sacta. Cochabamba. Bolivia. Universidad Mayor de San Simón.
- Lorenzo, P. y González, L. 2010. Alelopatía: una característica ecofisiológica que favorece la capacidad invasora de las especies vegetales. *Ecosistemas* 19(1):79-91.
- Mostacedo B. y Fredericksen T. S. (2000). *Manual de Métodos Básicos de Muestreo y Análisis en Ecología Vegetal*. Santa Cruz, Bolivia.

- Nonindigenous Aquatic Species (NAS), (2017). *Gambusia affinis* (Baird and Girard, 1853). Recuperado de: <https://nas.er.usgs.gov/queries/factsheet.aspx?SpeciesID=846>
- Nonindigenous Aquatic Species (NAS), (2017). *Procambarus clarkii* (Girard, 1857). Recuperado de: <https://nas.er.usgs.gov/queries/factsheet.aspx?SpeciesID=217>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), (2017). Departamento de Pesca y Acuicultura: *Procambarus clarkii* (Girard, 1852). Recuperado de: [http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Procambarus clarkii/es](http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Procambarus_clarkii/es)
- Procambarus Clarkii* (Girard, 1857), (2017). Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente: Catalogo español de especies exóticas invasoras. Gobierno de España. Recuperado de: [http://www.mapama.gob.es/es/biodiversidad/temas/conservacion-de-especies/procambarus clarkii 2013 tcm7-307124.pdf](http://www.mapama.gob.es/es/biodiversidad/temas/conservacion-de-especies/procambarus_clarkii_2013_tcm7-307124.pdf)
- Riemman, H. (2013). La cuenca del arroyo Alamar. En Sánchez M. V. (2013). El arroyo Alamar de Tijuana: Un río urbano amenazado (pp 162.). Puebla, México: Editorial de la Red Nacional de Investigación Urbana (RNIU)
- Rodríguez-Almaraz, G. A. y García-Madrigal, M. S. (2014). Crustáceos exóticos invasores. En Mendoza, R y Koleff, P. Especies acuáticas invasoras en México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México. pp. 347-371.
- Sawyer, J., Keeler-Wolf T. y Evens J. (2009). A Manual of California Vegetation Online. Recuperado de: <http://vegetation.cnps.org/>
- SDSU, (2005). Tijuana River Watershed Atlas, San Diego. San Diego State University.
- Velarde-González, M. E. (2008). Ficha técnica de *Sterna elegans*. En: Escalante-Pliego, P. (compilador). "Fichas sobre las especies de Aves incluidas en el Proyecto de Norma Oficial Mexicana PROY-NOMECOL-2000. Parte 2". Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. Bases de datos SNIB-CONABIO. Proyecto No. W042. México. D. F.
- Villarreal H., M. Álvarez, S. Cordoba, F. Escobar, G. Fagua, F. Gast, H. Mendoza, M. Ospina y A.M. Umaña. (2004). Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Programa de Inventarios de Biodiversidad. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia. pp 236.

ANEXOS

Anexo 1- Resultados de variables en arroyo Alamar.

#	NOMBRE CIENTIFICO	TOTAL (IND.)	DENSIDAD (INDV./M ²)	D.R. (INDV./M ²)	FREC. ABS	FR.R.	COBERTURA (%)	I.V.I.
1	<i>Amaranthus hybridus</i>	4	0.0007	0.0017	1	0.008	0.04	0.011
2	<i>Ambrosia monogyra</i>	90	0.0150	0.0394	2	0.017	4.21	0.110 ⁵
3	<i>Anemopsis californica</i>	40	0.0066	0.0175	1	0.008	0.24	0.029
4	<i>Apium sp.</i>	3	0.0005	0.0013	2	0.017	0.13	0.020
5	<i>Apium graveolens</i>	6	0.0010	0.0026	2	0.017	0.26	0.023
6	<i>Atriplex invasivo</i>	3	0.0005	0.0013	1	0.008	0.16	0.012
7	<i>Avena sp.</i>	1	0.0002	0.0004	1	0.008	0.03	0.009
8	<i>Baccharis salicifolia</i>	21	0.0035	0.0092	4	0.033	0.84	0.053
9	<i>Baccharis sarothroides</i>	26	0.0043	0.0114	5	0.042	1.08	0.067
10	<i>Bromus sp.</i>	21	0.0035	0.0092	3	0.025	0.42	0.040
11	<i>Chenopodium sp.</i>	15	0.0025	0.0066	1	0.008	0.53	0.022
12	<i>Chenopodium/Epazote</i>	8	0.0013	0.0035	2	0.017	0.11	0.022
13	<i>Cylindropuntia prolifera</i>	1	0.0002	0.0004	1	0.008	0.05	0.009
14	<i>Datura wrightii</i>	3	0.0005	0.0013	3	0.025	0.15	0.028
15	<i>Festuca perennis</i>	1	0.0002	0.0004	1	0.008	0.03	0.009
16	<i>Foeniculum vulgare</i>	14	0.0023	0.0061	1	0.008	0.26	0.018
17	<i>Glebionis coronaria</i>	3	0.0005	0.0013	1	0.008	0.26	0.013
18	<i>Helianthus annuus</i>	95	0.0158	0.0415	6	0.050	1.19	0.107
19	<i>Heliotropium curassavicum</i>	5	0.0008	0.0022	1	0.008	0.05	0.011
20	<i>Lactuca serriola</i>	38	0.0063	0.0166	3	0.025	0.16	0.044
21	<i>Malosma laurina</i>	2	0.0003	0.0009	2	0.017	0.37	0.022
22	<i>Malva sylvestris</i>	10	0.0017	0.0044	1	0.008	0.26	0.016
23	<i>Medicago arabica</i>	1	0.0002	0.0004	1	0.008	0.03	0.009
24	<i>Mesembryanthemum crystallinum</i>	60	0.0100	0.0262	3	0.025	0.36	0.056
25	<i>Nicotiana glauca</i>	92	0.0153	0.0402	5	0.042	1.63	0.103
26	<i>Phytolacca americana</i>	3	0.0005	0.0013	1	0.008	0.05	0.010
27	<i>Plantago major</i>	18	0.0030	0.0079	2	0.017	0.11	0.026
28	<i>Platanus racemosa</i>	1	0.0002	0.0004	1	0.008	0.26	0.012
29	<i>Pluchea odorata</i>	18	0.0030	0.0079	2	0.017	1.58	0.045
30	<i>Rhus integrifolia</i>	2	0.0003	0.0009	1	0.008	0.05	0.010
31	<i>Ricinus comunis</i>	142	0.0236	0.0621	10	0.083	10.96	0.285 ³
32	<i>Rumex sp.</i>	5	0.0008	0.0022	3	0.025	0.11	0.029
33	<i>Salix gooddingii</i>	8	0.0013	0.0035	2	0.017	0.37	0.025
34	<i>Salix lasiolepis</i>	215	0.0357	0.0940	9	0.075	30.84	0.563 ²
35	<i>Salsola Kali</i>	10	0.0017	0.0044	2	0.017	0.32	0.025
36	<i>Schinus molle</i>	1	0.0002	0.0004	1	0.008	0.05	0.009
37	<i>Sambucus nigra</i>	2	0.0003	0.0009	1	0.008	0.16	0.011
38	<i>Sisymbrium sp.</i>	38	0.0063	0.0166	4	0.033	1.13	0.064
39	<i>Tamarix ramosissima</i>	146	0.0243	0.0638	7	0.058	6.19	0.201 ⁴

#	NOMBRE CIENTIFICO	TOTAL (IND.)	DENSIDAD (INDV./M ²)	D.R. (INDV./M ²)	FREC. ABS	FR.R.	COBERTURA (%)	I.V.I.
40	<i>Typha latifolia</i>	1013	0.1684	0.4429	5	0.042	10.26	0.616 ¹
41	<i>Urtica dioica</i>	6	0.0010	0.0026	2	0.017	0.53	0.026
42	<i>Verbena sp.</i>	5	0.0008	0.0022	1	0.008	0.16	0.013
43	<i>Xanthium strumarium</i>	27	0.0045	0.0118	6	0.050	1.18	0.077
44	<i>Yucca elephantines</i>	64	0.0106	0.0280	6	0.050	1.13	0.092
TOTAL		2283	0.380	1.000	120	1.000	78.28	3.000

Anexo 2- El perfil de estratos vegetales para la sección 1 (Rancho Ontiveros), resalta la presencia de *Salix lasiolepis* y *Platanus rasemosa* como las especies con mayor altura en área de muestreo. En el estrato arbustivo se muestra la especie *Ambrosia monogyra* como especie representante, mientras que en el estrato herbáceo y de pasto, se encuentra *Sisymbrium sp.* y *Typha latifolia* respectivamente.

