

# Cool title here

Juan Carlos Villaseñor-Derbez<sup>1,\*</sup>, Eréndira Aceves-Bueno<sup>1,\*</sup>, Stuart Fulton<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Bren School of Environmental Science and Management, University of California, Santa Barbara, Santa Barbara, CA, USA

<sup>2</sup> Comunidad y Biodiversidad A.C., Guaymas, Mexico

Correspondence\*:

Juan Carlos Villaseñor-Derbez, Bren Hall, University of California, Santa Barbara, Santa Barbara, CA, 93106

jvillasenor@bren.ucsb.edu

## 2 ABSTRACT

3 Nice abstract here

4 **Keywords:** Marine Reserves, Marine Conservation, Small Scale Fisheries, Citizen Science, Mexico.

## 1 INTRODUCTION

5 Overfishing and unsustainable fishing practices threaten marine ecosystems around the world (Halpern  
6 et al., 2008, 2017). The implementation of marine reserves (*i.e.* areas where all fishing activities are  
7 off-limits; MRs) is a common management approach used to manage the spatial distribution of fishing  
8 effort and recover stocks (Afflerbach et al., 2014; Krueck et al., 2017; Sala and Giakoumi, 2017). Recent  
9 research poses that marine reserves can also help buffer climate change (Roberts et al., 2017), provide  
10 a refuge to environmental variability (Micheli et al., 2012), help reduce by-catch (Hastings et al., 2017)  
11 and, in general, increase biomass, richness and densities of organisms within the protected regions (Lester  
12 et al., 2009; Giakoumi et al., 2017; Sala and Giakoumi, 2017). However, the extent to which MRs yield  
13 benefits to fisheries remains relatively unexplored (Krueck et al., 2017) and the focus is often only in the  
14 social and economic dimensions (Klein et al., 2008; Charles and Wilson, 2008), rarely providing a holistic  
15 evaluation of the social-ecological system (Halpern et al., 2013; López-Angarita et al., 2014; Mascia et al.,  
16 2017). Here, we combine causal inference techniques (De Palma et al., 2018) and the social-ecological  
17 systems framework (Ostrom, 2009; Mascia et al., 2017) to provide a comprehensive evaluation of four  
18 community-based marine reserves in three coastal communities in Mexico.

19 En México, las reservas marinas han sido comúnmente establecidas como zonas núcleo dentro de Reservas  
20 de la Biosfera (RBs), administradas por la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP).  
21 Al día de hoy, 36 RBs protegen una porción del ambiente marino en México. Sin embargo, solamente 26  
22 de estas incluyen (pequeñas) zonas núcleo donde las actividades pesqueras están prohibidas. Aunque la  
23 CONANP ha hecho esfuerzos importantes por involucrar a los actores durante la implementación de las  
24 reservas, esto aún se caracteriza por un proceso descendente, el cual conlleva a la falta de cumplimiento  
25 por parte de los actores. La escasez de recursos monetarios y humanos de la limitan también el monitoreo y  
26 vigilancia de las reservas, y a su vez, el desempeño de la reserva.

27 Buscando promover una alternativa con procesos ascendentes para implementar reservas marinas, las  
28 Organizaciones de la Sociedad Civil (OSCs) comenzaron a trabajar con comunidades pesqueras para

29 establecer reservas comunitarias (Uribe et al., 2010) . Estas son comúnmente establecidas dentro de zonas  
30 de concesión, una forma de derechos de uso territoriales para pesquerías (TURF, en inglés). Al permitir a  
31 los pescadores diseñar sus propias reservas, una mayor proporción de la comunidad está de acuerdo con los  
32 perímetros y reglas establecidas, y por lo tanto los respetan (Gelcich and Donlan, 2015; Espinosa-Romero  
33 et al., 2014; Beger et al., 2004) . Adicionalmente, los pescadores pueden implementar sus reservas por  
34 un periodo acordado (usualmente cinco años), después del cual la reserva puede ser abierta a la pesca.  
35 Esto provee a los pescadores con un sentido de confianza de que, en caso de ser necesario, aún tienen  
36 acceso a pescar esa zona. Las reservas son directamente vigiladas y monitoreadas por la comunidad,  
37 quienes comúnmente utilizan pequeñas embarcaciones (*e.g.* pangas) para patrullar la zona, o realizan  
38 avistamientos desde la costa en búsqueda de pescadores ilegales Aún así, las reservas comunitarias carecen  
39 de reconocimiento legal; por lo tanto, no hay forma de penalizar a los infractores.

40 Sin embargo, en el 2014 una nueva norma (NOM-049-SAG/PESC, 2014) permite a los pescadores  
41 solicitar el establecimiento de reservas marinas bajo el nombre de “Zonas de refugio Pesquero” (ZRP). El  
42 manejo de las ZRP combina procesos ascendentes y descendentes al reconocer legalmente las reservas  
43 propuestas por las comunidades. Posterior a la revisión por parte de la Comisión Nacional de Acuacultura y  
44 Pesca (CONAPESCA) y la opinión técnica del Instituto Nacional de Acuacultura y Pesca (INAPESCA) las  
45 ZRP son establecidas por el periodo solicitado por los pescadores. El monitoreo y la vigilancia de las ZRP  
46 es típicamente llevado a cabo por la comunidad , con ayuda de OSCs locales. Hasta este cambio regulatorio,  
47 las reservas comunitarias no contaban con el soporte legal, y eran solamente reconocidas por la comunidad.  
48 Al día de hoy, existen 39 ZRP establecidas en el Pacífico, Golfo de California y Caribe Mexicano.

49 Aunque existen tres aproximaciones generales para implementar reservas marinas en México (*i.e.* Zonas  
50 núcleo dentro de AMP, reservas comunitarias y Zonas de Refugio Pesquero), aún no comprendemos a  
51 fondo las características sociales que permiten su efectividad. La ciencia de reservas marinas se ha enfocado  
52 ampliamente en los efectos biológicos que estas tienen (Lester et al., 2009; Giakoumi et al., 2017; Sala and  
53 Giakoumi, 2017; Afflerbach et al., 2014; Krueck et al., 2017). Aunque el aspecto ecológico de las reservas  
54 es importante para su éxito, su efectividad también depende del estado socioeconómico y los sistemas de  
55 gobernanza de las comunidades pesqueras.

56 La literatura indica que diferentes características influyen en el éxito de una reserva. En Palau, por ejemplo,  
57 la edad (*i.e.* tiempo transcurrido desde implementación), tamaño y hábitat contenido son características  
58 claves que determinan la efectividad (Friedlander et al., 2017). Por otro lado, en el Mar Mediterráneo,  
59 Di Franco et al. (2016) identifican que la procuración y vigilancia, presencia de un plan de manejo,  
60 participación de pescadores en el manejo, representación de pescadores en la toma de decisiones y  
61 promoción de la pesca sustentable son los cinco factores que incrementan la salud de los stocks y el ingreso  
62 económicos a los pescadores, a la vez que se presenta una mayor aceptación social de las prácticas de  
63 manejo. En una aproximación global, Edgar et al. (2014) encuentran que la procuración, edad, tamaño  
64 y aislamiento son determinantes de la efectividad de las reservas. Por lo tanto, observamos que las  
65 características que habilitan el éxito varían a través de regiones, y poco esfuerzo se ha hecho por comprender  
66 estas interacciones en México.

67 El objetivo de este trabajo este trabajo es realizar una evaluación de la efectividad de reservas marinas en  
68 México, presentando resultados de cinco comunidades costeras como caso de estudio. Con el fin de obtener  
69 una visión holística del sistema, la evaluación se realizará tomando en cuenta indicadores biológicos,  
70 socioeconómicos y de gobernanza. La evaluación de estos cinco casos de estudios nos permitirá identificar  
71 la manera en que las características socioeconómicas y de gobernanza se relacionan con la efectividad  
72 (biológica) de las reservas marinas evaluadas. Los patrones identificados podrán utilizarse para informar la

73 toma de decisiones para la implementación de la red de reservas marinas en la Región de las Grandes Islas  
74 del Golfo de California.

## 2 MATERIALS AND METHODS

### 75 2.1 Study area

76 Las comunidades utilizadas en este reporte se distribuyen a lo largo de la costa Pacífica de Baja California  
77 ( $n = 1$ ) y el Sistema Arrecifal Mesoamericano ( $n = 2$ ; Fig 1).

#### 78 2.1.1 Isla Natividad

79 La Isla Natividad se encuentra en la costa oeste de la Península de Baja California, donde el hábitat  
80 predominante es el bosque de kelp o sargazo gigante (*Macrocystis pyrifera*) y los arrecifes rocosos. En la  
81 isla, la Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera (SCPP) Buzos y Pescadores de la Baja California SCL  
82 realiza actividades de extracción de los recursos marinos. Aunque la langosta roja (*Panulirus interruptus*)  
83 es la especie más importante en términos económicos, otras especies importantes incluyen la escama  
84 (con un enfoque en Jurel; *Seriola lalandi*), el pepino de mar (*Parastichopus parvimensis*), el erizo rojo  
85 (*Mesocentrotus franciscanus*), el caracol (*Megastraea turbanica* y *M. undosa*) y, hasta el 2010, el abulón  
86 (*Haliotis sp.*). En 2006, por medio de un proceso participativo, la cooperativa decidió establecer dos  
87 reservas marinas de manera voluntaria. Agentes externos a la cooperativa, como personal de Comunidad y  
88 Biodiversidad A.C., académicos de la Universidad de Stanford, y personal de la CONANP (de la oficina de  
89 Reserva de la Biósfera El Vizcaíno), también participaron en el diseño e implementación de las reservas.  
90 Las reservas fueron establecidas como instrumento de manejo pesquero, buscando recuperar las poblaciones  
91 de abulón y otros invertebrados. Al día de hoy, las reservas marinas de Isla Natividad no han recibido  
92 reconocimiento legal, pero la cooperativa ha mostrado interés por reconocerlas como Zonas de Refugio  
93 Pesquero (ZRP). Los pescadores tienen un sistema de turnos para vigilar la reserva día y noche desde  
94 embarcaciones patrulla.

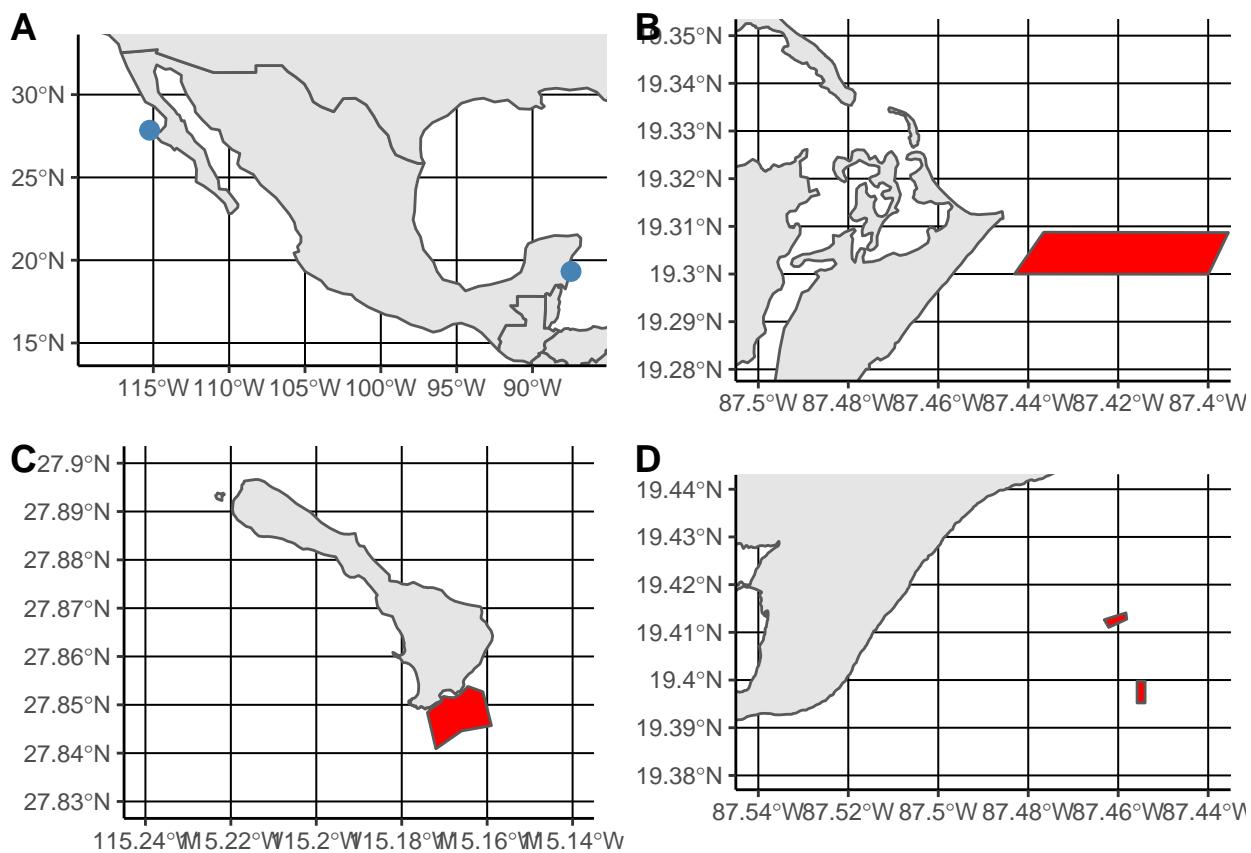
#### 95 2.1.2 María Elena

96 María Elena es una comunidad pesquera en la costa de Quintana Roo. Los arrecifes coralinos y manglares  
97 son los principales ecosistemas representados en la zona. El campo pesquero es utilizado por pescadores  
98 de la SCPP Cozumel scl (de la Isla de Cozumel). La principal especie aprovechada por ésta organización  
99 es la langosta espinosa del caribe (*Panulirus argus*). La cooperativa cuenta con permiso de pesca de  
100 escama y concesión de langosta. En el 2012, la Cooperativa, en conjunto con la Alianza Kanan Kay, COBI,  
101 CONANP, CONAPESCA, Oceanus, Fundación Claudia y Roberto Hernández, Fundación Haciendas del  
102 Mundo Maya, establecieron ocho ZRP con una vigencia de cinco años. La vigilancia de las reservas se  
103 realiza por medio del equipo de vigilancia comunitaria, con apoyo de la CONANP y una embarcación  
104 -donada por COBI- utilizada para realizar recorridos frecuentes.

#### 105 2.1.3 Punta Herrero

106 La comunidad de Punta Herrero se encuentra aproximadamente a 15 km al sur del campo pesquero  
107 de María Elena. De igual manera, los arrecifes coralinos y manglares son los principales ecosistemas  
108 representados en la zona, y la principal especie explotada es la langosta. Sin embargo, la SCPP José María  
109 Azcorra también cuenta con permisos para pesca de escama y tiburón y una concesión de langosta. En una  
110 réplica del ejercicio realizado en María Elena -con presencia de los mismos actores-, cuatro ZRP fueron

111 establecidas en el 2013, con una vigencia de cinco años. El equipo de vigilancia comunitaria, con apoyo de  
 112 la CONANP, se encarga de la vigilancia de las reservas.



**Figure 1.** Mapa de la localización general de las comunidades de estudio. El panel de la derecha es un acercamiento a las comunidades de María Elena y Punta Herrero.

## 113 2.2 Data collection

114 Para evaluar las reservas, utilizamos tres fuentes de información. La información ecológica proviene  
 115 de los monitoreos ecológicos realizados anualmente en las zonas reserva y control. Cada año, se realizan  
 116 censos visuales para evaluar las comunidades de peces e invertebrados, registrando riquezas, abundancias y  
 117 tallas (en peces). Esta información nos permite calcular los indicadores biológicos de manera anual. Al  
 118 tener valores de diferentes indicadores biológicos antes y después de la implementación de las reservas,  
 119 para las zonas de reserva y sitios control, tenemos un diseño muestral de Antes-Después-Control-Impacto.

120 También incluimos información socioeconómica relevante proveniente de los avisos de arribo de CONA-  
 121 PESCA. En este caso, se tienen registros mensuales de los recursos aprovechados por las diferentes  
 122 comunidades, en los que se reportan los arribos (Toneladas) y el valor de los arribos (\$). La información se  
 123 encuentra disponible para el periodo 2001 - 2014. Ya que las categorías registradas por CONAPESCA son  
 124 amplias y existe un nivel de error, utilizamos únicamente los arribos reportados para langosta entera fresca  
 125 a nivel de cooperativa. Los ingresos generados por arribos son ajustados por medio del índice de precio al  
 126 consumidor.

**Table 1.** Lista de indicadores utilizados para evaluar reservas marinas, agrupados por tipo.

Category	Indicador
Biological	Índice de diversidad de shannon
	Riqueza
	Densidad
	Nivel trófico
	Biomasa
	Densidad de especies objetivo
Socioeconomic	Ingresos por especies objetivo
	Arribos de especies objetivo
Governance	Tipo de acceso a la pesquería
	Grado de pesca ilegal
	Procuración de la reserva
	Tipo de organización pesquera
	Edad de la reserva

127 La información de gobernanza fue obtenida a nivel de comunidad, pidiendo a personas familiares con las  
 128 comunidades que proveyeran la información necesaria. La información de gobernanza no es evaluada de  
 129 manera cuantitativa. En su lugar, esta se interpreta de manera tal que podamos comprender qué decisiones,  
 130 reglas y estructuras tienen un impacto en la reserva.

### 131 2.3 Data analysis

132 Dada la similitud de objetivos entre las reservas, la evaluación se realiza con los mismos indicadores.  
 133 En este caso, se utilizan 6 indicadores biológicos, 2 socioeconómicos y 5 de gobernanza (Tabla 1). Según  
 134 la disponibilidad de datos, se calculó la densidad de las especies objetivo presentadas en la sección de  
 135 descripción de las comunidades. El criterio de selección fue que cada especie debía tener, por lo menos,  
 136 dos observaciones anuales para las zonas de reserva y control.

#### 137 2.3.1 Biological

138 Utilizando un análisis de diferencia en diferencias podemos estimar el efecto que la reserva tienen en los  
 139 indicadores biológicos (Moland et al., 2013) con el uso de un modelo de regresión lineal múltiple:

$$I = \beta_0 + \sum \gamma Year + \beta_1 Zona + \sum \lambda Year \times Zona + \Omega + \epsilon$$

140 En este caso, modelamos los años como factores, tomando como referencia el primer año en la serie  
 141 de datos de cada comunidad. Modelar los años como factores reduce la estructura del modelo, y relaja el  
 142 ajuste al no asumir una tendencia lineal entre años; es decir, el cambio observado entre 2006 - 2007 no  
 143 deberá de ser igual al observado entre el 2009 - 2010. Incluimos también un término para la zona, en la que  
 144 la variable toma un valor de 0 si el sitio es una zona control y de 1 si es una zona de reserva. Finalmente,  
 145 incluimos un término de interacción entre la variable de Zona y el Año. En este modelo,  $\lambda_i$  representa el  
 146 efecto que la reservas tuvo sobre un indicador en cada año y con respecto a los sitios control. El término  $\Omega$   
 147 captura efectos fijos por especies y por sitio.

#### 148 2.3.2 Socioeconomic

149 El análisis de datos socioeconómicos se aplicó únicamente a Isla Natividad, María Elena y Punta Herrero,  
 150 siguiendo un modelo con la forma:

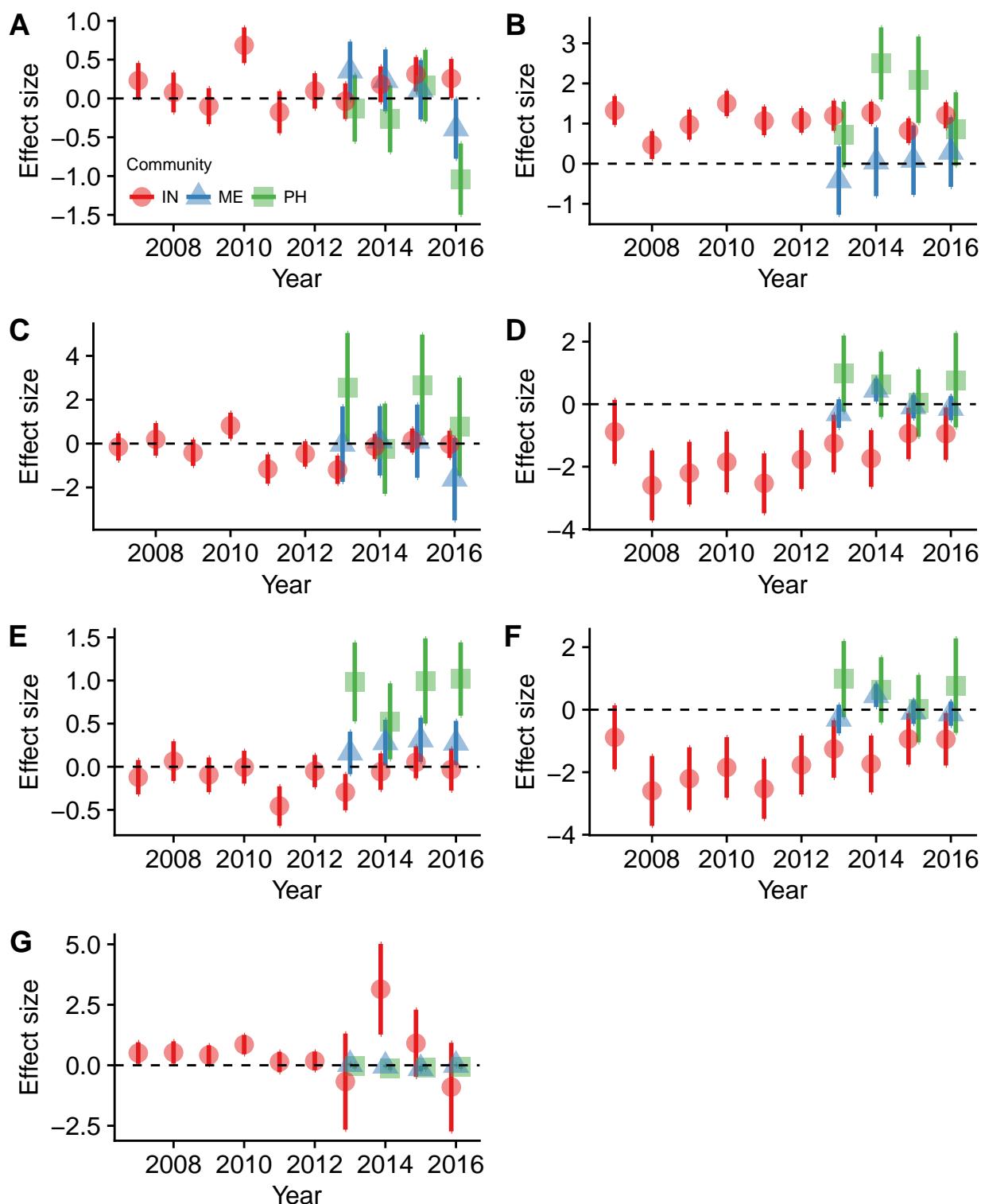
$$I = \beta_0 + \beta_1 Post$$

151 Que nos permite comparar el cambio en el promedio de los indicadores antes (Post = 0) y después (Post  
152 = 1) de la implementación de la reserva. Tanto para los indicadores biológicos como los socioeconómicos,  
153 los coeficientes fueron ajustados con el estimador de muestras heterocedásticas.

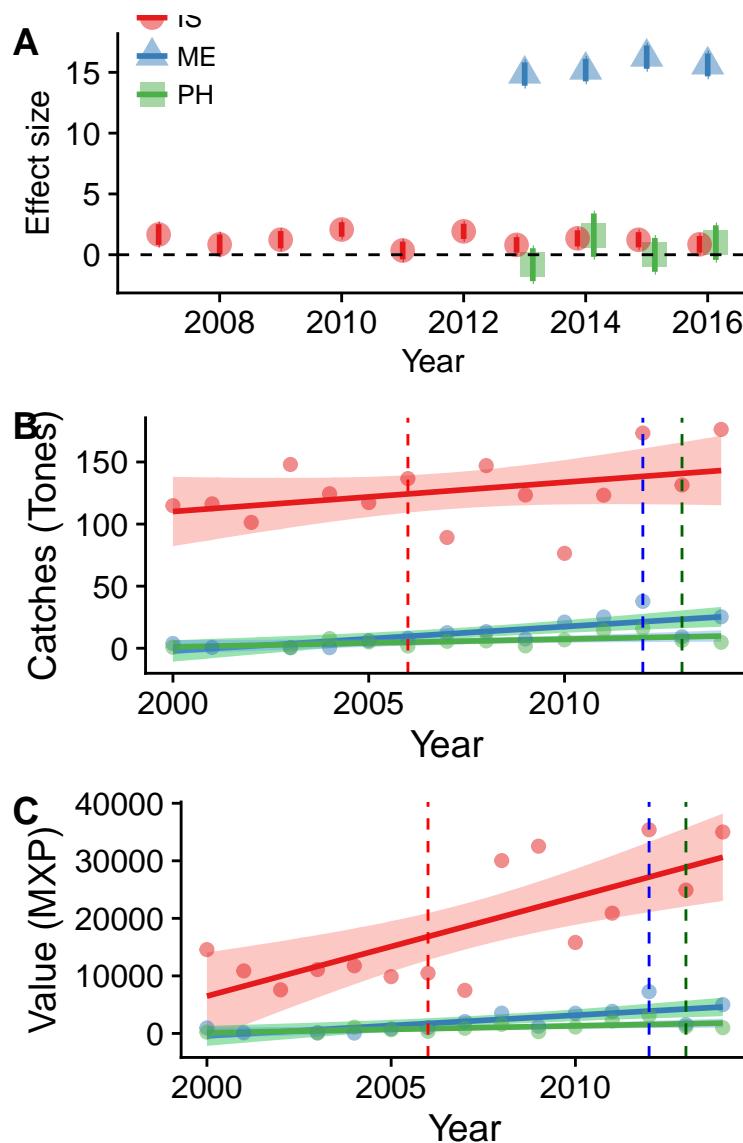
154 2.3.3 Governance

### 3 RESULTS

155 A continuación se presentan los resultados de cada una de las comunidades. Los resultados biológicos se  
156 presentarán para cada comunidad, discutiendo primero los indicadores en común con otras comunidades  
157 (Shannon, Riqueza, Densidad, Nivel Trófico, Biomasa para peces e invertebrados) y, según su caso, las  
158 densidades de las especies objetivo. Habiendo presentado los resultados biológicos, nos enfocaremos  
159 después en los socioeconómicos y de gobernanza. Usaremos esta información para identificar las causas  
160 (sociales) del éxito (biológico) de las reservas.



**Figure 2.** Effect sizes for marine reserves from Isla Natividad (IN; red circles), Maria Elena (ME; blue triangles), and Punta Herrero (PH; green squares) for community-level indicators. Plots are ordered by survey type (left: fish; right: invertebrates) and indicators: Abundance (A, B), Richness (C, D), Shannon's diversity index (E, F), and fish biomass (G).



**Figure 3.** Effect sizes for lobster abundances in marine reserves from Isla Natividad (IN; red romboids), Maria Elena (ME; blue triangles), and Punta Herrero (PH; green squares).

## 4 DISCUSSION

### CONFLICT OF INTEREST STATEMENT

161 The authors declare that the research was conducted in the absence of any commercial or financial  
162 relationships that could be construed as a potential conflict of interest.

### AUTHOR CONTRIBUTIONS

163 JC analyzed and interpreted data, discussed the results and wrote the manuscript. SF and JT edited the  
164 manuscript and discussed the results.

## FUNDING

165 Details of all funding sources should be provided, including grant numbers if applicable. Please ensure to  
166 add all necessary funding information, as after publication this is no longer possible.

## ACKNOWLEDGMENTS

167 This is a short text to acknowledge the contributions of specific colleagues, institutions, or agencies that  
168 aided the efforts of the authors.

## SUPPLEMENTAL DATA

169 Supplementary Material should be uploaded separately on submission, if there are Supplementary Figures,  
170 please include the caption in the same file as the figure. LaTeX Supplementary Material templates can be  
171 found in the Frontiers LaTeX folder

172 **S1 Figure**

173 Maps of the marine reserves and corresponding control sites at each community.

174 **S2 Table**

175 Table with a general overview of on the governance characteristics of each community.

## REFERENCES

- 176 Afflerbach, J. C., Lester, S. E., Dougherty, D. T., and Poon, S. E. (2014). A global survey of turf-reserves,  
177 territorial use rights for fisheries coupled with marine reserves. *Global Ecology and Conservation* 2,  
178 97–106. doi:10.1016/j.gecco.2014.08.001
- 179 Beger, M., Harborne, A. R., Dacles, T. P., Solandt, J.-L., and Ledesma, G. L. (2004). A framework of  
180 lessons learned from community-based marine reserves and its effectiveness in guiding a new coastal  
181 management initiative in the philippines. *Environ Manage* 34, 786–801. doi:10.1007/s00267-004-0149-z
- 182 Charles, A. and Wilson, L. (2008). Human dimensions of marine protected areas. *ICES Journal of Marine  
183 Science* 66, 6–15. doi:10.1093/icesjms/fsn182
- 184 De Palma, A., Sanchez Ortiz, K., Martin, P. A., Chadwick, A., Gilbert, G., Bates, A. E., et al. (2018).  
185 Challenges with inferring how land-use affects terrestrial biodiversity: Study design, time, space and  
186 synthesis (Elsevier), Advances in ecological research. doi:10.1016/bs.aecr.2017.12.004
- 187 Di Franco, A., Thiriet, P., Di Carlo, G., Dimitriadis, C., Francour, P., Gutiérrez, N. L., et al. (2016). Five  
188 key attributes can increase marine protected areas performance for small-scale fisheries management.  
189 *Sci Rep* 6, 38135. doi:10.1038/srep38135
- 190 Edgar, G. J., Stuart-Smith, R. D., Willis, T. J., Kininmonth, S., Baker, S. C., Banks, S., et al. (2014). Global  
191 conservation outcomes depend on marine protected areas with five key features. *Nature* 506, 216–220.  
192 doi:10.1038/nature13022
- 193 Espinosa-Romero, M. J., Rodriguez, L. F., Weaver, A. H., Villanueva-Aznar, C., and Torre, J. (2014). The  
194 changing role of ngos in mexican small-scale fisheries: From environmental conservation to multi-scale  
195 governance. *Marine Policy* 50, 290–299. doi:10.1016/j.marpol.2014.07.005
- 196 Friedlander, A. M., Golbuu, Y., Ballesteros, E., Caselle, J. E., Gouezo, M., Olsudong, D., et al. (2017). Size,  
197 age, and habitat determine effectiveness of palau's marine protected areas. *PLoS ONE* 12, e0174787.  
198 doi:10.1371/journal.pone.0174787

- 199 Gelcich, S. and Donlan, C. J. (2015). Incentivizing biodiversity conservation in artisanal fishing com-  
200 munities through territorial user rights and business model innovation. *Conserv Biol* 29, 1076–1085.  
201 doi:10.1111/cobi.12477
- 202 Giakoumi, S., Scianna, C., Plass-Johnson, J., Micheli, F., Grorud-Colvert, K., Thiriet, P., et al. (2017).  
203 Ecological effects of full and partial protection in the crowded mediterranean sea: a regional meta-  
204 analysis. *Sci Rep* 7, 8940. doi:10.1038/s41598-017-08850-w
- 205 Halpern, B. S., Frazier, M., Afflerbach, J., OHara, C., Katona, S., Stewart Lowndes, J. S., et al. (2017).  
206 Drivers and implications of change in global ocean health over the past five years. *PLoS ONE* 12,  
207 e0178267. doi:10.1371/journal.pone.0178267
- 208 Halpern, B. S., Klein, C. J., Brown, C. J., Beger, M., Grantham, H. S., Mangubhai, S., et al. (2013).  
209 Achieving the triple bottom line in the face of inherent trade-offs among social equity, economic return,  
210 and conservation. *Proc Natl Acad Sci USA* 110, 6229–6234. doi:10.1073/pnas.1217689110
- 211 Halpern, B. S., Walbridge, S., Selkoe, K. A., Kappel, C. V., Micheli, F., D'Agrosa, C., et al. (2008). A global  
212 map of human impact on marine ecosystems. *Science* 319, 948–952. doi:10.1126/science.1149345
- 213 Hastings, A., Gaines, S. D., and Costello, C. (2017). Marine reserves solve an important bycatch problem  
214 in fisheries. *Proc Natl Acad Sci USA* 114, 8927–8934. doi:10.1073/pnas.1705169114
- 215 Klein, C. J., Chan, A., Kircher, L., Cundiff, A. J., Gardner, N., Hrovat, Y., et al. (2008). Striking a balance  
216 between biodiversity conservation and socioeconomic viability in the design of marine protected areas.  
217 *Conserv Biol* 22, 691–700. doi:10.1111/j.1523-1739.2008.00896.x
- 218 Krueck, N. C., Ahmadi, G. N., Possingham, H. P., Riginos, C., Treml, E. A., and Mumby, P. J. (2017).  
219 Marine reserve targets to sustain and rebuild unregulated fisheries. *PLoS Biol* 15, e2000537. doi:10.  
220 1371/journal.pbio.2000537
- 221 Lester, S., Halpern, B., Grorud-Colvert, K., Lubchenco, J., Ruttenberg, B., Gaines, S., et al. (2009).  
222 Biological effects within no-take marine reserves: a global synthesis. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 384, 33–46.  
223 doi:10.3354/meps08029
- 224 López-Angarita, J., Moreno-Sánchez, R., Maldonado, J. H., and Sánchez, J. A. (2014). Evaluating linked  
225 social-ecological systems in marine protected areas. *Conserv Lett* 7, 241–252. doi:10.1111/conl.12063
- 226 Mascia, M. B., Fox, H. E., Glew, L., Ahmadi, G. N., Agrawal, A., Barnes, M., et al. (2017). A novel  
227 framework for analyzing conservation impacts: evaluation, theory, and marine protected areas. *Ann NY  
228 Acad Sci* 1399, 93–115. doi:10.1111/nyas.13428
- 229 Micheli, F., Saenz-Arroyo, A., Greenley, A., Vazquez, L., Espinoza Montes, J. A., Rossetto, M., et al.  
230 (2012). Evidence that marine reserves enhance resilience to climatic impacts. *PLoS ONE* 7, e40832.  
231 doi:10.1371/journal.pone.0040832
- 232 Moland, E., Olsen, E. M., Knutsen, H., Garrigou, P., Espeland, S. H., Kleiven, A. R., et al. (2013). Lobster  
233 and cod benefit from small-scale northern marine protected areas: inference from an empirical before-  
234 after control-impact study. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 280, 20122679–  
235 20122679. doi:10.1098/rspb.2012.2679
- 236 NOM-049-SAG/PESC (2014). Norma oficial mexicana nom-049-sag/pesc-2014, que determina el procedi-  
237 miento para establecer zonas de refugio para los recursos pesqueros en aguas de jurisdicción federal de  
238 los estados unidos mexicanos. *DOF*
- 239 Ostrom, E. (2009). A general framework for analyzing sustainability of social-ecological systems. *Science*  
240 325, 419–422. doi:10.1126/science.1172133
- 241 Roberts, C. M., OLeary, B. C., McCauley, D. J., Cury, P. M., Duarte, C. M., Lubchenco, J., et al. (2017).  
242 Marine reserves can mitigate and promote adaptation to climate change. *Proc Natl Acad Sci USA* 114,  
243 6167–6175. doi:10.1073/pnas.1701262114

- 244 Sala, E. and Giakoumi, S. (2017). No-take marine reserves are the most effective protected areas in the  
245 ocean. *ICES Journal of Marine Science* doi:10.1093/icesjms/fsx059
- 246 Uribe, P., Moguel, S., Torre, J., Bourillon, L., and Saenz, A. (2010). *Implementación de Reservas Marinas*  
247 en México (Mexico), 1st edn.

## FIGURE CAPTIONS