



INECC



BAJA CALIFORNIA SUR ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO: VULNERABILIDAD, ADAPTACIÓN Y MITIGACIÓN

ESTUDIOS PARA LA ELABORACIÓN DEL PLAN
ESTATAL DE ACCIÓN ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO
(PEACC-BCS)

ANTONINA IVANOVA Y ALBA E. GAMEZ
EDITORAS





INECC



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA SUR (UABCS)

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES (SEMARNAT)

CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS DEL NOROESTE (CIBNOR)

CENTRO DE INVESTIGACIONES Y ESTUDIOS SUPERIORES DE ENSENADA (CICESE)

INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGÍA Y CAMBIO CLIMÁTICO (INECC)

INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL-CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE CIENCIAS MARINAS (IPN-CICIMAR)

BAJA CALIFORNIA SUR

ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO: VULNERABILIDAD, ADAPTACIÓN Y MITIGACIÓN

ESTUDIOS PARA LA ELABORACIÓN DEL PLAN
ESTATAL DE ACCIÓN ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO
(PEACC-BCS)

ANTONINA IVANOVA Y ALBA E. GAMEZ
EDITORAS

DATOS DE LAS INSTANCIAS EDITORAS CON DERECHOS

Primera edición 25 de enero 2013

ISBN: 978-607-7777-32-8

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	11
<i>Antonina Ivanova / Alba Gámez</i>	
EL CAMBIO CLIMÁTICO: CONCEPTO, CAUSAS Y EFECTOS	11
CAMBIO CLIMÁTICO Y DESARROLLO	14
LA DIMENSIÓN INTERNACIONAL Y NACIONAL DE LAS ACCIONES ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO	16
BAJA CALIFORNIA SUR, UNA REGIÓN ALTAMENTE VULNERABLE ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO	18
 CAPÍTULO I. ESCENARIOS DE CAMBIO Y VARIABILIDAD CLIMÁTICA REGIONAL PARA BAJA CALIFORNIA SUR	 27
<i>Hugo Herrera Cervantes / Salvador E. Lluch Cota</i>	
INTRODUCCIÓN	27
MODELO DE ESCENARIOS DE CAMBIO CLIMÁTICO REGIONAL	28
DESCRIPCIÓN DE LOS DATOS	30
ESCENARIOS CLIMATOLÓGICOS REGIONALES	32
REFERENCIAS	39
ANEXO	40
PRESENTACIÓN Y VISUALIZACIÓN DE LOS DATOS	40
GRAFICADOR	42
INSTRUCCIONES DEL GRAFICADOR	43
 CAPÍTULO II. ESCENARIOS OCEANOGRÁFICOS PARA EL ESTADO DE BAJA CALIFORNIA SUR	 47
<i>Armando Trasviña Castro / Eduardo González Rodríguez</i>	
MÉTODOS	48
RESULTADOS	53

SERIES DE TIEMPO	58
COMPARACIÓN ENTRE LAS VARIACIONES DE NIVEL DEL MAR EN LA COSTA OCCIDENTAL (BAHÍA MAGDALENA) Y EN LA COSTA ORIENTAL (BAHÍA DE LA PAZ) DE LA PENÍNSULA	66
RECOMENDACIONES Y REFLEXIONES FINALES	67
REFERENCIA	67

CAPÍTULO III. CICLONES TROPICALES: TENDENCIAS Y POTENCIAL DE AFECTACIÓN EN BAJA CALIFORNIA SUR 69

Eleonora Romero Vadillo / Irma Guadalupe Romero Vadillo

VARIABILIDAD CICLÓNICA	70
TENDENCIAS DECADEALES EN LA ACTIVIDAD CICLÓNICA DEL PACÍFICO NORESTE	71
IMPACTO DE LOS CICLONES EN BAJA CALIFORNIA SUR	81
CONCLUSIONES	86
RECOMENDACIONES	87
REFERENCIAS	92

CAPÍTULO IV. INCREMENTO DEL NIVEL MEDIO DEL MAR Y VULNERABILIDAD COSTERA EN BAJA CALIFORNIA SUR 93

*Sara Cecilia Díaz Castro / Eugenio Alberto Aragón Noriega / Alfredo Arreola Lizárraga /
Luis Brito Castillo / María Sara Burrola Sánchez / Silvia Carreón Palau / Patricia González
Zamorano / Mercedes Marlene Manzano Sarabia / Genaro Martínez Gutiérrez / Gustavo
Padilla Arredondo / David Urias Laborín*

INTRODUCCIÓN	93
ASPECTOS METODOLÓGICOS	95
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	96
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	108
REFERENCIAS	108

CAPÍTULO V. RECURSOS HÍDRICOS Y CAMBIO CLIMÁTICO EN BAJA CALIFORNIA SUR 111

Jobst Wurl / Miguel Ángel Imaz Lamadrid / Felipe García

INTRODUCCIÓN	111
PANORAMA DE LA SITUACIÓN ACTUAL DEL SECTOR HÍDRICO E N BAJA CALIFORNIA SUR	111
FUENTES DE AGUA EN EL ESTADO DE BCS	115
LOS ESCENARIOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO PARA BAJA CALIFORNIA SUR	123
PRONÓSTICO DE LAS SEQUÍAS BAJO ESCENARIOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO	125

MODELACIÓN DEL ACUÍFERO DEL VALLE DE SANTO DOMINGO, APLICANDO ESCENARIOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO	129
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.	140
REFERENCIAS.	142
CAPÍTULO VI. ÁREAS SUSCEPTIBLES DE DESERTIFICACIÓN EN BAJA CALIFORNIA SUR	145
<i>Aurora Breceda Solís-Cámara / Rosario Vázquez Miranda</i>	
INTRODUCCIÓN	145
ANTECEDENTES	147
METODOLOGÍA	149
RESULTADOS.	154
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.	161
REFERENCIAS.	163
CAPÍTULO VII. EL SECTOR AGRÍCOLA EN BAJA CALIFORNIA SUR LAS PRESIONES DEL CAMBIO CLIMÁTICO	167
<i>Juan Carlos Graciano</i>	
CONSIDERACIONES FINALES	169
REFERENCIAS.	170
CAPÍTULO VIII. TURISMO Y CAMBIO CLIMÁTICO EN SUDCALIFORNIA	171
<i>Alba Gámez, Antonina Ivanova / Ricardo Borquez</i>	
CAMBIO CLIMÁTICO Y TURISMO	171
LA IMPORTANCIA DEL TURISMO PARA BAJA CALIFORNIA SUR	174
CONSIDERACIONES FINALES	179
REFERENCIAS	182
CAPÍTULO IX. LA BIODIVERSIDAD MARINA ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO EN BAJA CALIFORNIA SUR	185
<i>Héctor Reyes Bonilla / Salvador Lluch Cota / Fernando Aranceta Garza / Saúl Rojero León / Mariana Walther Mendoza</i>	
INTRODUCCIÓN	185
OBJETIVOS.	186
MÉTODOS	187
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	191
PRODUCTOS TERMINALES.	202



CONCLUSIONES GENERALES	202
RECOMENDACIONES CLAVE.....	204
REFERENCIAS.....	205

CAPÍTULO X. LA PESCA EN BAJA CALIFORNIA SUR

ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO	207
--------------------------------	-----

Daniel Lluch Belda / Germán Ponce Díaz / José Luis Castro Ortiz / Víctor Gómez Muñoz / Héctor Villalobos Ortiz / Sofía Ortega García¹ / Pablo del Monte Luna / Rubén Rodríguez Sánchez / Víctor Hernández Trejo / Romeo Saldívar / Christian Salvadeo / José Alberto Zepeda Domínguez / Luis César Almendárez Hernández / Ivonne Dalila Gómez

INTRODUCCIÓN	207
CALENTAMIENTO GLOBAL; LA REFERENCIA DEL INE PARA BAJA CALIFORNIA SUR DENTRO DEL ESQUEMA DEL IPCC.....	208
SERIES DE DATOS Y PATRONES DE CAMBIO CLIMÁTICO	211
VARIABILIDAD DEL CLIMA OCEÁNICO EN EL AMBIENTE MARINO DE BCS	211
PESQUERÍAS DEL PACÍFICO ORIENTAL	219
LA PESCA EN BAJA CALIFORNIA SUR	223
CONDICIONES PROYECTADAS BASADAS EN EL ANÁLISIS DE LAS VARIACIONES HISTÓRICAS.....	225
CASO DE ESTUDIO. PESCA DEPORTIVA	230
INGRESOS PESQUEROS PARA EL ESTADO DE BAJA CALIFORNIA SUR (PRECIO EN PLAYA)	232
APROXIMACIÓN DEL IMPACTO ECONÓMICO EN EL NOROESTE DE MÉXICO DEBIDAS A VARIACIONES DE ALTA FRECUENCIA	238
LÍNEAS DE TRABAJO FUTURAS	241
REFERENCIAS.....	244

CAPÍTULO XI. LA ACUACULTURA EN BAJA CALIFORNIA SUR

ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO	247
--------------------------------	-----

Mario Monteforte

INTRODUCCIÓN	247
CAMBIO CLIMÁTICO, PESCA Y ACUACULTURA: ¿QUÉ SABEMOS?.....	248
PESCA Y ACUACULTURA EN BAJA CALIFORNIA SUR.....	254
PLANES DE ACCIÓN PARA LA ACUACULTURA EN BAJA CALIFORNIA SUR	257
REFERENCIAS.....	262

CAPÍTULO XII. VULNERABILIDAD SOCIAL ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO EN BAJA CALIFORNIA SUR.....	265
<i>Manuel Ángeles Villa / Eduardo Juárez León</i>	
INTRODUCCIÓN	265
ÍNDICES DE VULNERABILIDAD	272
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	286
REFERENCIAS.....	288
ANEXO.....	291
CAPÍTULO XIII. POBLACIÓN VULNERABLE FRENTE A CONSECUENCIAS DEL CAMBIO CLIMÁTICO.....	295
<i>Micheline Cariño / Lorella Castorena, / Mario Monteforte / Aurora Breceda / Rocío Vázquez / Renée Amao</i>	
INTRODUCCIÓN:	295
VULNERABILIDAD DE LOS ASENTAMIENTOS HUMANOS POR EXPOSICIÓN A: INCREMENTO DE LA SEQUÍA, ELEVACIÓN DEL NIVEL DEL MAR, UBICACIÓN EN LA COSTA E INUNDACIÓN POR HURACANES	300
VULNERABILIDAD POR SENSIBILIDAD DE LAS COMUNIDADES RANCHERAS Y PESQUERAS TRADICIONALES.....	311
VULNERABILIDAD ACUMULADA POR GÉNERO	320
CONCLUSIONES Y PROPUESTA PARA FUTURAS INVESTIGACIONES.....	324
REFERENCIAS.....	330
CAPÍTULO XIV. SALUD Y CAMBIO CLIMÁTICO EN BAJA CALIFORNIA SUR	333
<i>Tania Zenteno-Savín1 / Sara C. Díaz-Castro1 / Lía C. Méndez-Rodríguez1 / Ramón Gaxiola-Robles2,3 / Adolfo García-González3 / Norma O. Olguín-Monroy1 / Orlando Lugo-Lugo1 / Baudilio Acosta1</i>	
INTRODUCCIÓN	334
ANTECEDENTES	334
OBJETIVO.....	338
MÉTODOS	338
RESULTADOS.....	341
SALUD DE ORGANISMOS MARINOS DE BAJA CALIFORNIA SUR.....	341
SALUD PÚBLICA EN BAJA CALIFORNIA SUR	351
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	353
REFERENCIAS.....	354

CAPÍTULO XV. LEGISLACIÓN Y ADECUACIONES PARA ENFRENTAR EL CAMBIO CLIMÁTICO EN BAJA CALIFORNIA SUR.....	361
<i>Andrea Marcela Geiger Villalpando / Rodrigo Serrano Castro / Héctor Manuel Aramis Gardea / Gabino Guadalupe Ríos Geraldo / Alejandra López Tirado</i>	
INTRODUCCIÓN	361
EL MARCO INTERNACIONAL DE LA LEGISLACIÓN RELACIONADA CON EL CAMBIO CLIMÁTICO	361
LEGISLACIÓN AMBIENTAL Y CAMBIO CLIMÁTICO EN MÉXICO.....	366
LEGISLACIÓN AMBIENTAL Y MEDIO AMBIENTE EN BAJA CALIFORNIA SUR	374
RECOMENDACIONES DE REFORMA Y CREACIÓN DE LEYES	377
REFERENCIAS.....	385
 CAPÍTULO XVI. ENERGÍAS RENOVABLES PARA GENERACIÓN DE ELECTRICIDAD EN BAJA CALIFORNIA SUR.....	 387
<i>Alfredo Sergio Bermudez Contreras</i>	
INTRODUCCIÓN	387
POR QUÉ APROVECHAR LAS ENERGÍAS RENOVABLES EN BCS	392
FUENTES RENOVABLES EN BCS.....	397
GENERACIÓN ELÉCTRICA CON ENERGÍAS RENOVABLES EN BCS	404
DISCUSIONES FINALES.....	410
REFERENCIAS.....	411

INTRODUCCIÓN

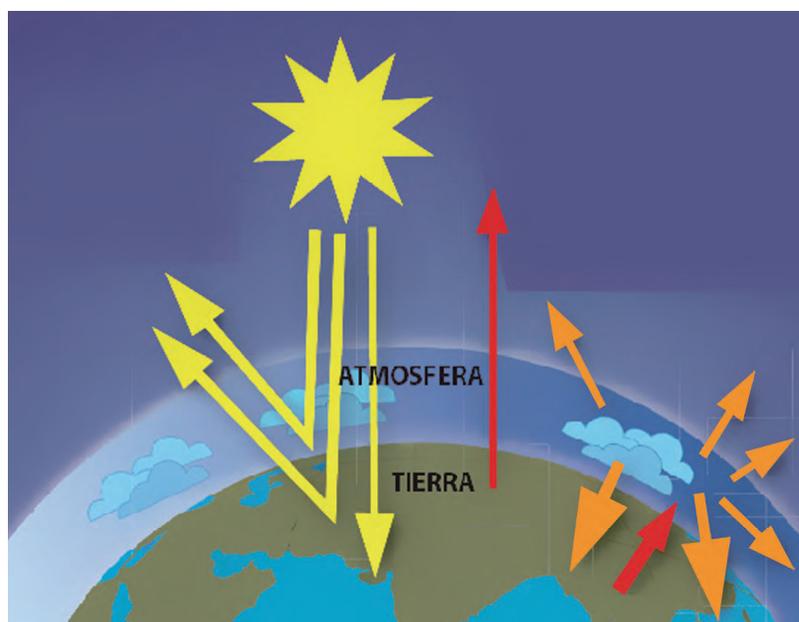
Antonina Ivanova / Alba Gámez

EL CAMBIO CLIMÁTICO: CONCEPTO, CAUSAS Y EFECTOS

El cambio climático se refiere a un aumento de la temperatura promedio en el planeta como resultado de una mayor concentración de gases en la atmósfera.¹ La mayor retención de calor solar intensifica el efecto invernadero y provoca fenómenos climáticos más intensos y extremos. Como resultado de ello se observan veranos más cálidos, modificación de los patrones de las lluvias y variación en la frecuencia de sequías e inundaciones, además de aumento en el nivel del mar y alteración de la línea de costas. Si bien existen componente naturales de las variaciones climáticas, los indicadores de emisiones se han incrementado notablemente en los últimos 150 años, periodo que da cuenta del mayor crecimiento económico en la historia de la humanidad. Esto ha conducido al reconocimiento de que el cambio climático es atribuible directa o indirectamente a la actividad humana.

1 Los principales gases de efecto invernadero son: bióxido de carbono (CO₂) por la quema de combustibles fósiles (petróleo, carbón, gas natural, o sus derivados) en la producción de energía, funcionamiento de los procesos industriales, y uso en el sector transporte, procesos industriales (como la producción de cemento, cal, sosa, amoníaco, carburos de silicio o de calcio, acero, y aluminio), deforestación y quema de la biomasa vegetal; metano (CH₄) por la agricultura, gas natural, emisiones de hatos ganaderos y rellenos sanitarios; óxido nitroso (N₂O) por el uso de fertilizantes, incineración de residuos, y quema de combustibles en el sector transporte; perfluorometano, perfluoroetano e hidrofluorocarbonos (HFC) por producción de aluminio, espumas de poliuretano, solventes de limpieza especializados, aerosoles, y compuestos empleados en extintores, fugas o mal uso de los gases refrigerantes contenidos en refrigeradores, congeladores, equipos de aire acondicionado de casas, comercios y automóviles, y en equipos de refrigeración de empresas, transporte (camiones refrigerados), o de empresas productoras de hielo; hexafluoruro de azufre (SF₆) por la producción de ciertos tipos de aluminio, en fundiciones de aluminio o magnesio, y puede emitirse a la atmósfera por fugas o accidentes con equipo eléctrico de alto voltaje que emplea al SF₆ como aislante; y principalmente por el uso indiscriminado e ineficiente de los combustibles fósiles. INE. *Cambio climático en México. Para comprender el cambio climático*, Instituto Nacional de Ecología, 8 de junio de 2010, http://cambio_climatico.ine.gob.mx/comprendercc/comprendercc.html (julio 31 de 2012).

Figura 1. Efecto invernadero que provoca el calentamiento global



Fuente: IPCC

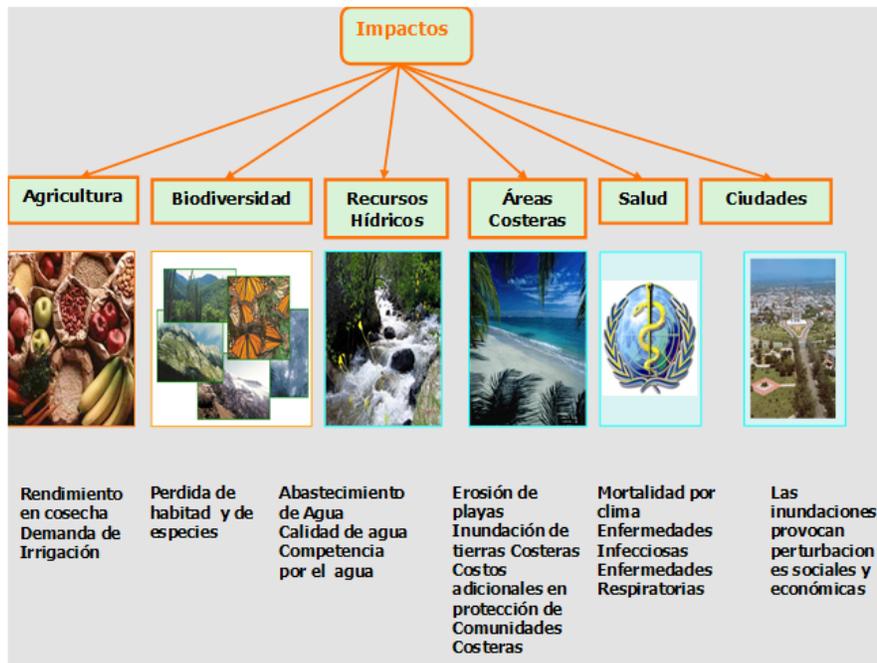
Esa reflexión es importante para atender el origen y efectos del cambio climático, fenómeno que potencia la vulnerabilidad de individuos, grupos sociales, sectores económicos, sistemas, y países para enfrentar sus consecuencias adversas. Pese a que existe un alto grado de heterogeneidad en la aportación y susceptibilidad al cambio climático, y éste promueve áreas de oportunidad para algunos actores, resistir o ser incapaces de resolver esa vulnerabilidad representa pérdidas económicas cuantiosas, a las que en muchos casos se añade un alto costo humano, social y ambiental.

El cambio climático está estrechamente relacionado con patrones de crecimiento económico altamente intensivos y expansivos. En la distribución mundial de gases de efecto invernadero (GEI) destacan los países desarrollados: de los 193 estados-nación reconocidos, 55 países en conjunto habían en 2003 producido 95% de las emisiones mundiales de CO₂ generadas por la quema de combustibles fósiles, la fuente más importante en el esquema de GEI. En ese contexto, Estados Unidos representaba casi una cuarta parte de las emisiones en el mundo. México, por su parte, tenía el puesto 12 o 1.5% de las emisiones globales.² Datos de 2009 señalaron algunos cambios en el panorama mundial, en que destaca la sustitución de Estados

2 *Ibíd.*

Unidos (17.7%) por China (26.18%) a la cabeza de la lista de emisiones por combustibles fósiles como reflejo del enorme proceso de crecimiento económico en ese país. México, por su parte, emitió más GEI que en años anteriores y subió al lugar 11 aunque con 1.4% de las emisiones mundiales por ese concepto.³

Figura 2. Impactos del cambio climático



Llamados a cambiar los patrones de producción y consumo contemporáneos, dada la magnitud de las afectaciones sociales, ambientales y económicas, que datan de tiempo atrás y, considerando los altos costos y riesgo total del cambio climático, éste tuvo mayor atención y un impulso renovado con el *Informe Stern*, que señalaba la pérdida económica de entre 5 y 20% del producto interno bruto global anual por razón del cambio climático, contra un costo de 1% anual que significaría la adopción de medidas para la reducción de las emisiones de gases invernadero.⁴ La lección clara es que el cambio climático tendría serias consecuencias para el crecimiento

3 U.S. Energy Information Administration. *International Energy Statistics. Total Carbon Dioxide Emissions from the Consumption of Energy (Million Metric Tons)*, EIA, julio 10 de 2012, USA, [http://www.eia.gov/cfapps/ipdb-project/IEDIndex3.cfm?tid=90&pid=44&aid=8](http://www.eia.gov/cfapps/ipdbproject/IEDIndex3.cfm?tid=90&pid=44&aid=8) (julio 29 de 2012)

4 Stern Review: *The Economics of Climate Change. Summary of Conclusions*, Stern Review on the economics of climate change, The National Archives, HM Treasury, Londres, 30 de octubre de 2006, http://webarchive.nationalarchives.gov.uk/+/http://www.hm-treasury.gov.uk/independent_reviews/stern_review_economics_climate_change/stern_review_report.cfm (julio 29 de 2012).

económico y el desarrollo humano. Un dinámico proceso de discusión debate en torno a la manera de atender esa afectación la cual sigue rodeando el tratamiento del cambio climático, pero la realidad es que en la medida en que sus manifestaciones se evidencian, también lo hace el reconocimiento de que es necesario promover modelos de crecimiento, y especialmente de desarrollo, compatibles con la idea de sustentabilidad.

CAMBIO CLIMÁTICO Y DESARROLLO

La conservación y el desarrollo sustentable son fenómenos que involucran a una gran diversidad de actores y procesos, discursos y políticas, instituciones y organismos y tema de interés para todos los sectores de la población, trátase de la iniciativa privada, de la sociedad civil o del ámbito gubernamental. Tal realidad se refleja en la creciente cantidad de organizaciones no gubernamentales ambientalistas; en la intensa (y a menudo tensa) relación entre las instancias de los tres niveles de gobierno con relación al aprovechamiento y manejo del ambiente y de los recursos naturales; en los programas y planes de estudio de las instituciones de educación superior y de investigación científica; en las iniciativas para declarar especies protegidas o sujetas a regulación; en la extensión de las áreas naturales protegidas; y en los proyectos productivos que tienen por premisa la sustentabilidad.

El cambio climático ha estimulado la reflexión y el debate respecto a los orígenes, cursos de acción posibles y sus resultados. Aun cuando existe controversia, se ha aceptado que los escenarios de emisiones de gases de efecto invernadero (*Special Report on Emissions Scenarios*, SRES) producidos por el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés) dan lugar a hipótesis plausibles con respecto al desarrollo socioeconómico del planeta. Esos escenarios se clasifican en cuatro grupos:

A1B. Emisiones Media-Alta. Rápido crecimiento económico regional con la introducción de tecnologías nuevas y eficientes. Existe un balance entre el uso de fuentes de energía fósil y no fósil

A2. Emisiones Altas. Existe crecimiento constante de la población, el desarrollo económico está regionalmente orientado y el cambio tecnológico es muy fragmentado y más lento que en otros escenarios

B1. Emisiones Media-Baja. Misma población global y cambio en las estructuras económicas. Uso de fuentes de energía eficientes y soluciones globales hacia la economía, la sociedad y el ambiente sustentable

B2. Emisiones bajas. Soluciones locales para la economía, la sociedad y el ambiente sustentable. Está orientado hacia la protección ambiental y la igualdad social que se enfoca en niveles locales y regionales.

Consideramos que a mediano plazo para Baja California Sur se pueden vislumbrar los escenarios A1B y B2, siendo el deseable el B2. Para poder hacer realidad el escenario B2 es muy importante implementar políticas y acciones eficientes para la disminución de las emisiones de GEI. Si estas políticas se hacen realidad y se complementan con las medidas adecuadas de disminución de la vulnerabilidad social y medidas de adaptación a los impactos del cambio climático, consideramos viable alcanzar en 50 años el escenario B2 que beneficiaría a la sociedad, el medio ambiente y, en general, el desarrollo sustentable de Sudcalifornia.

Es relevante destacar que las acciones ante el cambio climático, de mitigación y adaptación, lejos de desviar esfuerzos y recursos de las necesidades básicas –como la creación de empleos, fomento a la educación y los servicios de salud– coadyuvan al éxito de las políticas gubernamentales en esos ámbitos al contribuir a disminuir la vulnerabilidad y a elevar el bienestar de la población. Las medidas de mitigación se orientan a la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y, por lo tanto, afrontan las causas del cambio climático; tienen efectos colaterales positivos como el ahorro y la seguridad energética y el aire limpio; así como la creación de empleos verdes en sectores económicos de nueva creación, entre otros. A su vez, las medidas de adaptación están orientadas a disminuir la vulnerabilidad ante los impactos del calentamiento global futuros y presentes como la sequía, la escasez del agua, la elevación del nivel del mar, inundaciones y ciclones, etc. Asimismo, ayudan a asegurar alimentos y agua para la población, a crear sistemas de alerta temprana en zonas de desastres potenciales, y a crear y conservar empleos en las comunida-

des que pueden ver afectadas sus actividades tradicionales (pescadores, rancheros, agricultores), por mencionar algunas.

De lo anterior, se desprende que las medidas de acción climática deben ser parte integral e indispensable en los planes de desarrollo en todos los niveles de acción gubernamental, ya que se ubican en las áreas de sensibilidad y se promueve una mayor resiliencia.

Aunque se trata de un problema de magnitud mayor y son necesarias medidas más contundentes para atender sus bases, se han realizado avances en la coordinación de esfuerzos en los ámbitos internacional y nacional. Enseguida se presenta un breve panorama de la cooperación internacional y de las acciones realizadas en México para atender el fenómeno del cambio climático.

LA DIMENSIÓN INTERNACIONAL Y NACIONAL DE LAS ACCIONES ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO

El cambio climático global es un tema de preocupación creciente entre los actores gubernamentales tanto internacional como nacionalmente por la afectación a los recursos naturales, base de la economía; y a sus efectos adversos sobre los grupos sociales vulnerables. Así, en 1992 se creó la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC), instrumento al cual se han adherido más de 150 países, para adelantar consideraciones y acciones para hacer frente al calentamiento atmosférico y adoptar medidas a efecto de mitigar las consecuencias de este fenómeno y sus impactos sobre la actividad humana, en un plazo suficiente para permitir que los ecosistemas se adapten naturalmente al cambio climático, asegurando que la producción de alimentos no se vea amenazada y permitiendo que el desarrollo económico prosiga de manera sostenible.

Ante la dificultad de llegar a acuerdos multilaterales, pero por la alta relevancia del tema, a partir de 1995 los gobiernos acordaron compromisos más firmes a los planteados en el texto de la CMNUCC. El 11 de diciembre de 1997, tras dos años de negociaciones, se aprobó el Protocolo de Kioto, que establece compromisos específicos y jurídicamente vinculantes y aplicables de manera

distinta a cada país. El Protocolo entró en vigor para los países firmantes en 2005 con vigencia a 2012. México es signatario tanto de este instrumento como de la Convención. Desde la Convención de las Partes de CMNUCC en Copenhague (2010), han comenzado las negociaciones para establecer un nuevo convenio que remplace el de Kioto; cuyo establecimiento se acordó en el año 2020, según consenso realizado en el año 2011.

Para cumplir con sus compromisos, el gobierno mexicano publicó en el *Diario Oficial de la Federación* del 25 de abril del 2005 el acuerdo por el que se crea, con carácter permanente, la Comisión Intersecretarial de Cambio Climático (CICC). Ésta tiene el propósito de coordinar las acciones de las dependencias y entidades de la administración pública federal relativas a la formulación e instrumentación de las políticas nacionales para la prevención y mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero, la adaptación a los efectos del cambio climático y, en general para promover el desarrollo de programas y estrategias de acción climática relativos al cumplimiento de los compromisos suscritos por México en la CMNUCC.

La CICC elaboró la Estrategia Nacional de Cambio Climático (ENACC) que fue presentada en mayo 2007 por el Presidente de la República. En esa ocasión el mandatario dio instrucciones para que, con base en ella, la Comisión elaborara un Programa Especial de Cambio Climático 2008–2012, en el marco del Plan Nacional de Desarrollo 2007–2012. El tema de Cambio Climático fue por primera vez incluido en dicho Plan en su Eje Rector 4 dedicado a la Sustentabilidad Ambiental, quedando así constancia de que el gobierno de México reconoce que el impacto de las emisiones de GEI es cada vez más evidente. Además la Ley de Cambio Climático especifica las obligaciones de los gobiernos estatales en cuanto la acción climática.

Lo anterior ilustra la necesidad de que las políticas públicas y legislación incluyan las medidas necesarias en el estado de Baja California Sur para prevenir y mitigar el cambio climático en congruencia y coordinación con las disposiciones federales e internacionales.⁵

5 En el Anexo I se ofrece un concentrado de Leyes y normas a nivel internacional, nacional y estatal relacionados con acción climática.

BAJA CALIFORNIA SUR, UNA REGIÓN ALTAMENTE VULNERABLE ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO

La necesidad de conservación del ambiente y de un aprovechamiento inteligente de los recursos naturales es una realidad concreta en el espacio terrestre y marino sudcaliforniano. El uso económico intensivo de los recursos naturales en esta región ha tendido a acelerarse y ampliarse desde hace algunas décadas, lo que se manifiesta en todos los niveles de la realidad social e involucra una gran diversidad de intereses.

En el ambiente terrestre, las actividades de mayor impacto espacial y temporal en los ecosistemas áridos del norte de México han sido el desmonte y la pérdida de vegetación y suelo resultantes de actividades agropecuarias, mineras y urbanísticas. Parte de ese patrón, en la península de Baja California estas actividades están diferenciadas geográficamente y han tenido distintos impactos en los ecosistemas naturales. En este sentido, el desarrollo urbano y turístico, los desmontes agrícolas, la ganadería extensiva y la minería han sido las actividades que más han afectado a la región, incluyendo a sus servicios ecosistémicos. La única fuente confiable de agua dulce son los recursos del agua subterránea, que se recargan después de las inundaciones y escurrimientos ocasionados por las lluvias intensas, provocadas en su mayoría por tormentas tropicales. Pero el estado es muy árido, con escasa disponibilidad hídrica, y la alta extracción para atender el crecimiento de las actividades económicas y poblacionales hace que la mayoría de los acuíferos estén sobreexplotados; además, la intrusión del agua marina en ellos reduce la calidad del agua disponible.

Respecto al ambiente marino existe también un acelerado uso de la zona costera, alterando el hábitat de diversas especies y comunidades biológicas. La explotación pesquera representa la mayor (y en muchos casos única) fuente de ingresos para una proporción importante de las comunidades del estado, y una de las opciones más viables de desarrollo social. Sin embargo, la explotación irracional y desordenada y, en particular, la falta de planeación y sobreexplotación de recursos podrían tener impactos negativos severos sobre las actividades económicas y los ecosistemas de que ellas dependen. Otras amenazas, tanto a los ambientes marinos como terrestres son la disminución de la biodiversidad por las alteraciones de los hábitat

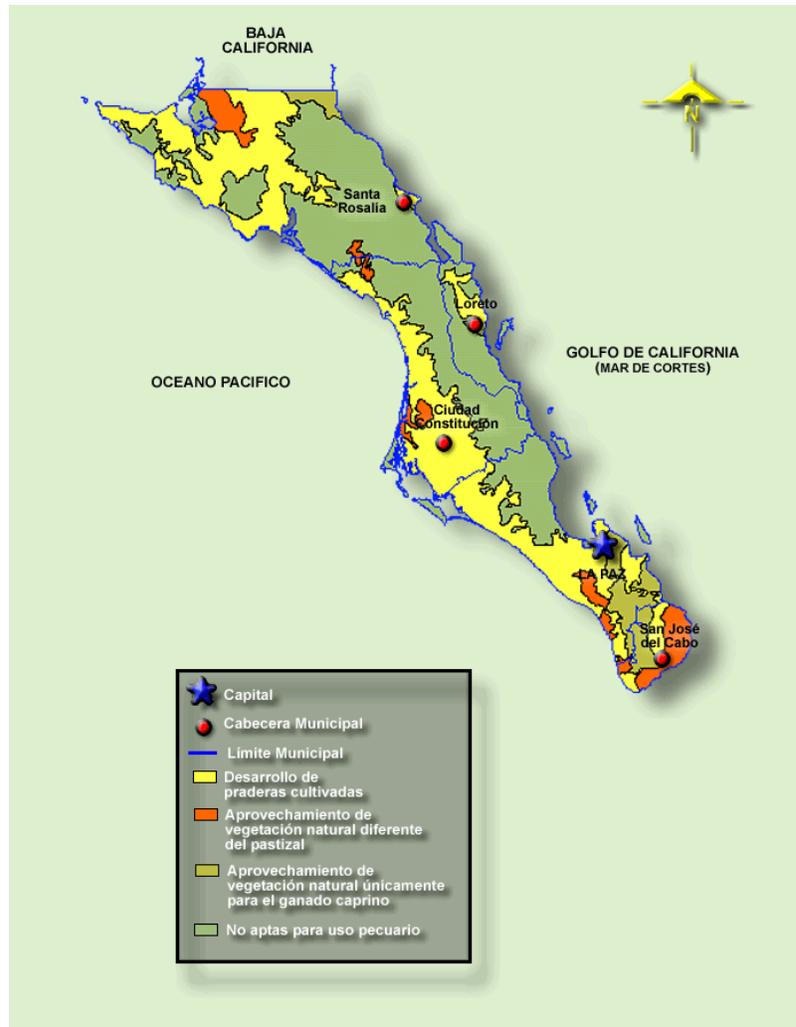
y el uso de recursos, la proliferación de especies invasoras y la presencia de eventos climáticos extremos como los ciclones tropicales.

Por otro lado, se ha identificado que existen fuentes de forzamiento climático, particularmente respecto del cambio climático global, con potenciales impactos en este aprovechamiento de recursos naturales y la actividad productiva. A lo anterior se añade la afectación de la dinámica social y económica de la región, que complica aún más la adopción de estrategias de desarrollo sustentable. En este contexto, se ha identificado a nivel nacional la necesidad de establecer programas ante el cambio climático que proporcionen a las autoridades y a los diferentes actores de la sociedad de herramientas de planeación y toma de decisiones.

Como se indicó anteriormente, existe ya el Programa Especial de Cambio Climático (2008-2012), elaborado por la Comisión Intersecretarial de Cambio Climático, que ataca problemáticas generales del país; sin embargo, el reconocimiento de particularidades regionales en un país altamente diverso, obliga a establecer programas de resolución estatal y municipal.

Conformada por cinco municipios, Baja California Sur está ubicada al norte $28^{\circ}00'$, al sur $22^{\circ}52'$ de latitud norte, al este $109^{\circ}25'$, $115^{\circ}05'$ de latitud oeste. Colinda al norte con Baja California y el Golfo de California, al este con el Golfo de California. La amplitud de sus litorales (2,131 kilómetros) significa casi una quinta parte de las costas nacionales.

Figura 3. Mapa de Baja California Sur



Fuente: INEGI, 2010

Clima. Aunque es un semidesierto, debido a las características geográficas de la entidad, el clima varía a lo largo de su extensión. Hay cuatro tipos climáticos en el estado: Seco desértico semicálido SDSE, Seco estepario SE, Cálido seco CS y Templado seco TS; el SDSE ocupa la porción central del estado; el SE abarca la región montañosa del Golfo de California; el CS se observa en las sierras del sur de La Paz y norte de San José del Cabo; y el TS abarca las partes altas de la Sierra de La Laguna y Sierra de San Lázaro. Las temperaturas varían en los máximos de verano entre los 40 y 44 °C y los mínimos en invierno entre los 14 y 16 °C. Debido a que se observa baja precipitación pluvial alrededor de los 180 mm/año, en general se considera un típico clima desértico, con precipitaciones que van desde menos de 180 mm hasta los 250 mm al año.

Geografía. Sudcalifornia parte del cuerpo geográfico península de Baja California, conformado por los estados de Baja California (BC) al norte y de Baja California Sur al sur. Las temperaturas se ven determinadas por el Golfo de California en la costa Este de la península y por la Corriente de California en la costa occidental, con temperaturas altas en la primera y bajas en la segunda. En la costa este la temperatura superficial del mar (TSM) varía alrededor de los 24 °C; en cambio, la TSM en la costa occidental cambia a alrededor de los 18 °C. La costa Este recibe aproximadamente la mitad de la precipitación que la costa occidental.

Precipitación Pluvial. El estado presenta uno de los promedios más bajos en precipitación pluvial del país, teniendo sus máximos en la porción sur en la zona de Los Cabos. Varía entre 400 mm anuales y precipitaciones mínimas de alrededor de 55 mm en las costas; el promedio anual es de aproximadamente 200 mm. Sin embargo, para fines de manejo por la influencia de la precipitación pluvial en los ciclos biológicos se considera un sistema estacional en forma un tanto artificial: invierno de diciembre a febrero, primavera de marzo a mayo, verano de junio a agosto y otoño de septiembre a noviembre.

La influencia de los procesos climáticos regionales es de gran importancia en Baja California Sur y son analizados con mayor detalle en los módulos de *Escenarios Atmosféricos* y *Ciclones tropicales e inundaciones*. Se puede decir que por la influencia de los procesos climáticos regionales se presentan periodos en donde los ciclones de invierno se extienden al sur del estado, mientras que los ciclones de verano llegan al oeste. Por su ubicación geográfica la entidad está influida la mayor parte del año por vientos del noroeste o influencia anticiclónica, y en el verano por los vientos del Este y Sur-Este. Cuando se presentan los ciclones tropicales se observa la influencia marginal anticiclónica de Bermudas-Azores.

Relieve, Superficie y Cuencas. La superficie total de Baja California Sur es de 73,909 kilómetros cuadrados, que representa 3.8% del territorio nacional. Su relieve, al igual que el del estado norte de la península, debe sus formas a procesos geológicos internos y externos e influye en gran medida en el clima, en la flora, en la fauna y en la distribución del agua superficial, infiltrada y almacenada en los mantos acuíferos subterráneos. Baja California Sur se caracteriza por una alargada cordillera hacia el lado del Golfo de California (GC) del Noroeste al Sureste abarcando gran parte

del estado. Al norte forma la Sierra de San Francisco, el Volcán de la Vírgenes y la Sierra de Santa Lucia que se ensancha hacia el sur y se eleva para formar la Sierra de Guadalupe. Se angosta nuevamente hacia el sur y desciende su elevación hasta formar el Istmo de La Paz.

En el lado del Océano Pacífico de la entidad aparecen grandes planicies: el Desierto del Vizcaíno al noroeste; el llano Purísima-Iray en la parte central del estado y en el Istmo de La Paz, el Valle de La Paz y el Valle del Carrizal. Al sur existen planicies más reducidas: el Valle de Los Planes al norte de la Sierra de La Laguna; el Valle de Santiago entre la Sierra de La Laguna y la Sierra de la Trinidad; y al sur de ésta el Valle de San José. Al Lado del Golfo de California se encuentra un gran número de pequeñas cuencas o valles en donde se asientan poblados o comunidades que dependen de la escasa recarga de agua y del agua almacenada subterránea. Una descripción detallada de la cuencas del estado, las recargas y el estado de los acuíferos se presenta en el apartado *Recursos hídricos* de este Plan.

Vegetación. El estado pertenece al tipo Desierto Sonorense, dividido en regiones biogeográficas.

Población. En el año 2010 la población de Sudcalifornia fue de 637 mil habitantes o 0.6% del país, lo que la convierte en la entidad con la menor densidad población de México; es decir, 9 habitantes por kilómetro cuadrado. Sin embargo, en el concierto nacional el estado presenta el mayor índice de crecimiento poblacional sólo después del estado de Baja California (que es donde se ubica la frontera más transitada del mundo) al pasar de 3.4% en 2000-2005 a 4.5 % en 2005-2010. La relevancia de esto destaca si se considera que la tasa de crecimiento a nivel nacional fue de 1.8%. La longitud y aridez de la media península han estimulado la concentración poblacional en la parte sur de la entidad, de manera que 86% de los habitantes radica en zonas urbanas y 14% en rurales (para el conjunto mexicano el dato es de 78% y 22% respectivamente). La mayor proporción de la población se ubica en localidades de más de 2,500 personas (que conforman más de 85% del total de localidades), con mayor énfasis en los municipios de La Paz y especialmente de Los Cabos. Esta concentración se ha dado por la presencia de un fenómeno de inmigración muy dinámico. En 2005 el porcentaje de inmigrantes era de 9.8%, ya considerable, pero que pasó a 14% cinco años después y fue el más alto del país. La tasa neta migra-

toria, que se refiere al resultado neto de inmigrantes y emigrantes del estado en un periodo de 5 años, en Baja California Sur fue de 11.2% en 2010, mientras que el año base (2005) era de 6.9%.

Sectores económicos. En la historia reciente, Baja California Sur tuvo al sector terciario como base fundamental de su economía por la presencia del sector gobierno y el comercio. Sin embargo, ya en la década de los noventa se observó una transformación relevante en la composición del sector servicios. Las políticas de liberalización comercial y financiera y el estímulo al turismo hicieron que ese sector, y asociado a él el de bienes raíces, se convirtieran en los más destacados no sólo por su participación individual en la estructura productiva, sino por sus efectos sobre sectores como el comercio y la construcción. Sin embargo, la segunda mitad de la década de los 2000 mostró un panorama en el que, pese a que el sector terciario sigue dando cuenta de la mayor parte del producto interno bruto (PIB) en el estado, su participación se ha reducido (pasó de 78.63% en 2005 a 70.98% en 2009).

Esa misma tendencia ha seguido el sector primario al bajar su aportación de 5.78% a 3.89% en ese periodo. Por el contrario, en virtud del dinamismo del sector construcción, el sector secundario elevó su presencia en el PIB estatal de 17.72% a 26.61% en esos mismos años. En 2009, con un PIB de 72,808'675,000 pesos o casi 72 mil millones de pesos a precios corrientes, la economía sudcaliforniana representaba 0.6% del total nacional. Esto significó 33% más que en 2005; pero, a precios de 2003, el crecimiento del año 2005 al 2009 fue solamente de 17.5%.⁶

6 INEGI. *Sistema de Cuentas Nacionales de México. Baja California Sur: PIB en valores básicos por actividad económica, Serie anual de 2005 a 2009, Sistema de Cuentas Nacionales de México. Producto Interno Bruto por entidad federativa 2005-2009. Año base 2003, segunda versión*, México, INEGI, 2010, p. 214.

Tabla 1. Principales sectores económicos en Baja California Sur⁷

Sector	Aportación al PIB estatal (%)
Actividades primarias	3.89
Agricultura, ganadería, aprovechamiento forestal, pesca y caza	3.89
Actividades secundarias	26.61
Minería	2.96
Construcción y Electricidad, agua y gas	20.61
Industrias Manufactureras	3.04
Actividades terciarias	70.98
Comercio, restaurantes y hoteles (Comercio, Servicios de alojamiento temporal y de Preparación de alimentos y bebidas)	28.15
Transportes e Información en medios masivos (Transportes, correos y almacenamiento)	10.62
Servicios financieros e inmobiliarios (Servicios financieros y de seguros, Servicios inmobiliarios y de alquiler de bienes muebles e intangibles)	11.94
Servicios educativos y médicos (Servicios educativos, Servicios de salud y de asistencia social)	7.26
Actividades del Gobierno	
Resto de los servicios* (Servicios profesionales, científicos y técnicos, Dirección de corporativos y empresas, Servicios de apoyo a los negocios y manejo de desechos y servicios de remediación, Servicios de esparcimiento culturales y deportivos, y otros servicios recreativos, y Otros servicios excepto actividades del Gobierno)	5.41
	6.12
Total	100

7 *Ibídem*

La crisis económica mundial de 2008 tuvo un reflejo adverso en el turismo y comercio y, por lo tanto, en la economía estatal. Si bien actualmente se aprecia cierta recuperación en la zona de Los Cabos y del sector construcción en ese municipio y en el de La Paz, la tasa de desocupación sigue siendo preocupante: en junio de 2012 fue de 5.03%, por encima de la media nacional de 4.81%,⁸ lo que deja un margen amplio de recuperación para la población en busca de trabajo. En este sentido, el crecimiento económico de Sudcalifornia el primer trimestre de 2012 fue reducido: de 2.5% en junio de 2012 con relación al año anterior, por debajo del indicador nacional de 4.6%.⁹

En este *Plan* se reconoce la extrema vulnerabilidad de la entidad derivada de su ubicación geográfica y condiciones específicas, con principales impactos reales y potenciales del cambio climático. Al amenazar los recursos hídricos, provocar ciclones más fuertes e inundaciones, acelerar la desertificación, e impactar negativamente la biodiversidad y poblaciones naturales marinas y terrestres, el calentamiento encarece los costos para mantener niveles de confort y seguridad suficientes que permitan realizar las actividades productivas y la vida cotidiana de la población. Estos impactos tienen consecuencias adversas en la sociedad y economía del estado: actividades productivas como el turismo, las demás ramas de servicios, la pesca y la agricultura han de dedicar una parte mayor de su presupuesto, por ejemplo, a contrarrestar el calor; mientras que la ganadería enfrenta el aumento de costos de producción por la falta de forrajes ante el estrés hídrico. Por su parte, la población es afectada por la escasez de agua, encarecimiento de la electricidad, mayores riesgos de salud pública y ante eventos extremos; y los gobiernos afrontan presiones mayores en sus funciones de atención a los habitantes y sectores económicos.

Baja California Sur tiene la mayor extensión costera de México, distribuida entre el Océano Pacífico y el Golfo de California. Es una región geográfica privilegiada por su gran potencial económico y riqueza patrimonial, posee un valor natural, histórico y cultural que convierten a éste estado en una zona de gran atractivo

8 INEGI. *Indicadores oportunos de ocupación y empleo. Cifras preliminares durante junio de 2012*, Boletín de prensa núm. 238/12, 20 de julio de 2012, Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, Aguascalientes, Ags. <http://www.inegi.org.mx/inegi/contenidos/espanol/prensa/comunicados/sica.pdf> (29 de julio de 2012).

9 INEGI. *Indicador trimestral de la actividad económica estatal durante el primer trimestre de 2012*, Boletín de prensa núm. 243/12, 27 de julio de 2012, Aguascalientes, Ags., <http://www.inegi.org.mx/inegi/contenidos/espanol/prensa/comunicados/actividadee.pdf> (29 de julio de 2012).

turístico y de relevancia tanto nacional como internacional. Su alto valor natural se refleja en el establecimiento de un gran número de Áreas Naturales Protegidas (ANP): más de 40% de su territorio está comprendido en alguna modalidad de ANP, incluyendo áreas consideradas por la UNESCO en la categoría de Patrimonio de la Humanidad. Sin embargo, el incremento poblacional y productivo acelerado en el estado ha traído consigo un cambio en el ambiente regional debido a la necesidad de satisfacción de necesidades básicas, generación de desechos, crecimiento del parque vehicular, creciente extensión de zonas deforestadas, favorecimiento de actividades y modelos productivos que presionan sobre recursos escasos como el agua, contaminación y emisión de gases de efecto invernadero, y generación de la energía eléctrica, por mencionar algunos factores. Salidas a esta situación son posibles a partir de una mejor y más comprensiva planificación y seguimiento de políticas en materia de crecimiento y ordenamiento urbano y productivo del cual el sector público, social y privado se beneficiarán.

CAPÍTULO XI. LA ACUACULTURA EN BAJA CALIFORNIA SUR ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO

*Mario Monteforte*¹

INTRODUCCIÓN

Es importante anotar algunas aclaraciones sobre aspectos de terminología en idioma español con relación al tema que nos ocupa, pues existe polémica en utilizar los prefijos *acua-* o *acui-*cultura para definir la actividad en cualquier modalidad o ambiente donde ésta se pone en obra. La discrepancia pertenece al campo de la etimología, en cuanto al conocimiento de cómo fueron naciendo las derivaciones del lenguaje científico moderno a partir del mestizaje greco-latino, castellano y otros. Establecemos que aquí se utilizará el término más tradicional, *acuacultura*, definiéndose como el conjunto de técnicas y estrategias para la cría de especies acuáticas, ya sea en condiciones cerradas (laboratorio o instalaciones en tierra: estanques, represas, tinas, *raceways*, etc.), o con algún grado de apertura al medio (artes de cultivo en aguas interiores o en mar, estanquería costera con intercambio de agua). Se distinguen la maricultura o *acuacultura marina*, ésta con especies de agua dulce (*cf.* *acuacultura dulceacuícola*), y aquella con especies halófilas o anadrómicas (*cf.* *acuacultura salobre*).

Este trabajo incide en Baja California Sur. Teóricamente, un análisis de las relaciones entre el cambio climático y la *acuacultura* tendría aquí más sentido en el ámbito marino. Tal vez no sea así, pues el desarrollo de conocimiento científico y tecnológico ya está introduciendo otras maneras de producir plantas y animales para alimento y conservación activa (re poblamiento), incluso en condiciones completamente controladas. La *acuacultura* no es excepción. En este sentido, los escenarios

1 Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste

de ciencia futurista pudieran convertirse en realidad ante un eventual cambio extremo y a gran escala en los ecosistemas del planeta. Guardando toda dimensión, el territorio donde se desarrollan las sociedades de Baja California Sur reúne una serie de propensiones hacia alta vulnerabilidad ante impactos directos e indirectos del cambio climático, por lo que este capítulo se enfoca en analizar planes de acción, observando un diagnóstico actual de la acuicultura como opción en la búsqueda de futuros alternativos más sustentables para las comunidades costeras del Estado.

CAMBIO CLIMÁTICO, PESCA Y ACUACULTURA: ¿QUÉ SABEMOS?

La acumulación de CO₂ y de otros gases de invernadero en la atmósfera está modificando la sincronía del planeta en el clima, los océanos, y los ecosistemas costeros y de agua dulce, con cambios en parámetros ambientales clave, regímenes de lluvia, nivel del mar, acidificación, patrones de viento e intensidad y frecuencia de ciclones tropicales, etc. (Walther *et al.*, 2002; Meehl y Stocker, 2007; Parry *et al.*, 2007). La acuicultura –y la pesca en corolario– frente al cambio climático han sido sujeto de estudio a partir de diferentes puntos de vista. Cabe destacar que desde hace casi 40 años las perspectivas ya eran motivo de preocupación (Cline, 1992). Posteriormente se desarrollarían modelos meteorológicos y oceanográficos globales (Gallegos, 2004; Lluch-Cota, 2004; Handisyde *et al.*, 2006; Harley *et al.*, 2006; Meehl y Stocker, 2007; Parry *et al.*, 2007, Yazdi y Shakouri 2010, entre otros).

Los modelos de predicción sobre variables asociadas al cambio climático se han enriquecido con elementos cada vez más sólidos, por ejemplo, la incorporación de la Circulación General (“global conveyor belt”) que correlaciona componentes atmosféricos y oceánicos, introdujo criterios de mitigación y/o adaptación más allá del efecto invernadero por emisiones, donde los impactos a gran escala cobran especial importancia (Meehl y Stocker 2007) (p.ej. captura oceánica de CO₂; efecto del deshielo en las grandes corrientes oceánicas; anomalías en ciclos globales como Niño-Niña, Monsoon, NAO, regímenes de precipitación; crecimiento de la Zona Muerta; desertificación y extensión de sequías; intrusión salina, etc.). Se podría decir que actualmente existe información detallada sobre los principales parámetros ambientales que se verían afectados en dimensión y sincronía por causas, efectos e

impactos del cambio climático. Sin embargo, la precisión de los modelos globales se dirige a explicar escenarios a largo plazo y en grandes áreas en parámetros como la temperatura, nivel del mar, o precipitación, pero tienen baja resolución en fenómenos variables a menor escala geográfica como tormentas, tornados, ciclones, etc. (Yazdi y Shakouri, 2010).

La percepción general converge a priorizar los factores de cambio climático más importantes que afectan a los océanos, en tanto que principal regulador del ambiente global (Gallegos, 2004; Lluch-Cota, 2004; Harley *et al.*, 2006; Cochrane, 2009). Así, se coincide en que las anomalías a gran escala son presión adicional a las muchas que ya afectan a los recursos acuáticos (sobrepesca, pérdida de hábitat, contaminación, perturbaciones, introducción de especies convertidas en nocivas, plagas y enfermedades, etc.). El cambio climático está alterando procesos biológicos y cadenas tróficas, modificando la distribución y la productividad de las especies marinas y dulceacuícolas (Winder y Schindler, 2004; Lluch-Cota, 2004; Harley *et al.*, 2006; Meehl y Stocker, 2007; SPC, 2007; FAO, 2008; Cochrane, 2009; Yazdi y Shakouri, 2010). Las consecuencias son inciertas para la sustentabilidad de los ecosistemas acuáticos, pesca y acuicultura, y la gente que depende de ellos. Las comunidades costeras presentan alta sensibilidad a estos impactos al perder estabilidad en su modo de vida, cambios en la accesibilidad y calidad de los productos de pesca, pérdida de rentabilidad, incremento de riesgos en salud, seguridad y hogar. Los pescadores ribereños por lo general sobreviven en condiciones precarias y vulnerables a causa de fenómenos socioeconómicos, políticos y culturales asociados al aislamiento en sentido amplio (Monteforte y Cariño 2011). La fragilidad de estas comunidades es exacerbada por la sobrexplotación de los recursos, la degradación de los ecosistemas, y la pérdida de territorio ante el avance de modelos desarrollistas excluyentes.

Sin embargo, las perspectivas de la acuicultura en relación a las predicciones del cambio climático pareciera que se consideran someramente en comparación a otras problemáticas más sensibles. Esto se puede entender porque algunos de estos cambios pudieran tener bajo impacto y/o ser favorables a la producción acuícola, sea de pesca o de acuicultura (Walther *et al.*, 2002; Handisyde *et al.*, 2006), de tal manera que existe tendencia en valorar a la acuicultura –al igual que a otras

biotecnologías—como una herramienta de adaptación. No obstante, la mayoría de las variables de cambio climático que hasta ahora se conocen sin duda ejercen una proyección decisiva en la estructura técnica de las granjas, en las estrategias y costos de producción, en la accesibilidad a usuarios, en las características del mercado, etc. Considerando además que los ecosistemas acuáticos de mar y tierra se comportan diferente, y que prácticamente cada especie y/o modalidad de acuicultura presenta características propias con respecto a los parámetros afectados por el cambio climático.

El IPCC han abordado diversos estudios ambientales, sociales, económicos y culturales para definir estrategias de mitigación y adaptación con énfasis en pesca y acuicultura, coincidiendo en que los cambios en ambos casos pueden ser drásticos y que será necesario acelerar y mejorar el desarrollo tecnológico (Handisyde *et al.*, 2006; SPC, 2007; FAO, 2008; Bostock *et al.*, 2010). A pesar de que la acuicultura es extraordinariamente diversa, casi toda depende total o parcialmente de los ecosistemas naturales. Incluso, la elaboración de alimento para ciertos cultivos industriales (p.ej. peletizados para camarones, peces, aves de corral) ocupa un volumen nada despreciable de productos pesqueros, así como en la engorda de peces carnívoros como atún, jurel, pangasio, lucio, etc. Por otro lado, la mayoría de las modalidades de producción utilizan tecnología más bien de tipo rústico y bajo costo, y en general ejercen baja demanda de productos y servicios ambientales. Es por lo tanto de esperar que, ante el cambio climático, será necesario desarrollar modificaciones, adaptaciones e innovaciones para continuar la producción acuícola global y que la acuicultura sea en efecto una herramienta alternativa en un eventual proceso de adaptación de las comunidades costeras.

Para fortalecer la información de este trabajo es útil incluir la tabla 1 que consiste en una síntesis de los factores de cambio climático que tienen incidencia directa o indirecta en las condiciones y manejo de los recursos acuáticos por pesca y acuicultura. A partir de esta tabla se puede deducir que cada actividad reúne criterios especiales para evaluar el efecto de las anomalías ambientales atribuidas al cambio climático, pero muchas de estas variables afectan en los mismos componentes y/o comparten vínculos estrechos (SPC, 2007; FAO, 2008; Cochrane *et al.*, 2009; Bostock *et al.*, 2010). Por ejemplo, el aumento de la temperatura en el agua —con todo lo que esto conlleva respecto al pH, oxígeno disuelto, productividad primaria, captura e

incorporación de carbono, etc.— puede afectar la composición y volumen de las capturas pesqueras a un alto grado de insustentabilidad; al mismo tiempo, habría cambios en la disponibilidad de semilla y juveniles de especies clave para la acuicultura, en las modalidades de cultivo y en la distribución geográfica de las granjas. Axioma contrario es que si el aumento de temperatura supuestamente favorece las condiciones de cultivo para muchas especies comercialmente valiosas que son sensibles al frío (abulón, escalopa europea, salmón, trucha, atún, lubina mediterránea, rodaballo europeo, etc.), también aumenta la propensión a forzar rangos de tolerancia, infestación por plagas y enfermedades, y mortalidades masivas.

Prevalecen dudas e incertidumbre en la predicción de los efectos del cambio climático en los ecosistemas, que reside en comprender cómo afectan la naturaleza de las relaciones interespecíficas y la estructura de las redes tróficas (Walther *et al.*, 2002, Winder y Schindler, 2004; Harley *et al.*, 2006; SPC, 2007; Yazdi y Shakouri, 2010). El estado de las poblaciones salvajes se mantienen en delicado equilibrio gracias a la estabilidad de parámetros ambientales clave, hoy largamente identificados. Es evidente que toda actividad de producción de alimento mediante cultivos tradicionales (terrestres o acuáticos) se vería afectada por cambios tanto locales como globales, a corto plazo desde los simples rangos de tolerancia propios a cada especie, hasta modificaciones biogeográficas en casos extremos de largo plazo.

La acuicultura no ha dejado de crecer en perfeccionamiento técnico, variedad y volumen. En los últimos años la producción ha alcanzado casi 45% en el aporte global de productos acuáticos alimentarios (FAO, 2010). De igual manera, el sector suntuario de nácar y perlas que hasta finales de los 1990s se apoyaba solamente en granjas de mejillones perleros de agua dulce y de ostras perleras, se ha enriquecido con nuevas especies productoras de “nácar” (c.f. cobertura biomineral de color brillante o comercialmente atractivo en la concha de algunos moluscos conquíferos), como el abulón, caracol reina, trocas y turbos nacarados, almeja mano de león, ostión gigante, etc. (Monteforte, 2010; Monteforte y Bervera, 2011).

Aprovechamos el párrafo anterior para señalar que los efectos del cambio climático también tienen incidencia en la calidad de la concha, y por ende del nácar y las perlas, puesto que ésta se forma por la absorción de gases disueltos, principalmente carbono, y una larga lista de minerales, entre otros elementos, a cual más o

menos en agua dulce, salobre o salada. Los moluscos transforman estos elementos en el único compuesto biomineral que se conoce en la naturaleza. Si bien cada especie de molusco tiene su propia morfología, la formación de concha depende de un delicado equilibrio en el contenido mineral disuelto y en la capacidad fisiológica del molusco para transformar esto en una estructura dura. El “nácar” es resultado específico con colores y tonos, brillo, tersura, oriente, que dependen de la especie y de condiciones ambientales adecuadas en el agua. Es evidente que los cambios anormales en algunos parámetros del agua (pH, temperatura, salinidad o dureza, oxígeno, turbidez, productividad primaria, etc.) al final de la línea actúan también en este sector del mercado acuícola.

Es claro hasta aquí que todo cambio en el medio acuático (del oceánico a los humedales costeros, y en todo cuerpo de agua interior) va a incidir de diferente manera y a diferente magnitud en los recursos sobre los dependen un gran número de comunidades pesqueras y acuicultores. La acumulación de impactos en estos recursos (p.ej. sobrepesca, industria, urbanización, turismo) ha disminuido su capacidad de resiliencia (p.ej. sub-densidad de reproductores), introduciendo mayor sensibilidad a anomalías ambientales asociadas o no al cambio climático. El número de especies en estado alarmante de sobrexplotación ha aumentado en los últimos años. Aunado a declinaciones agudas en la pesca, se notan evidencias de hambruna, mortalidades masivas, infestación de plagas y enfermedades, y daños por proliferación de especies oportunistas o exóticas convertidas en nocivas. Estos fenómenos de deterioro aumentan en frecuencia y extensión en las poblaciones salvajes comerciales.

Ciertamente la capacidad de criar vegetales y animales para alimento se encuentra en proceso de transformación, y la visión a largo plazo tiende a ser la granja en condiciones totalmente controladas. Además de asegurar comida de alta calidad nutritiva –y proveer algunos fetiches ornamentales—las granjas acuícolas deben ocupar un compartimento especial. El avance tecnológico representaría uno de los principales pilares en la definición de estrategias globales de adaptación (SPC, 2007; FAO, 2008; Bostock *et al.*, 2010; Monteforte y Cariño, 2011). Adicionalmente, la continuación de programas de repoblamiento que existen en muchos sitios en el mundo y con centenares de especies, tienen un papel nada

despreciable en los canales de mitigación. Esta tarea debiera incrementarse en extensión, variedad y perfeccionamiento.

Los modelos de cambio climático han puesto en evidencia variables que afectan de forma directa e indirecta los cuerpos de agua naturales. Por su dimensión como ambiente y por las características de impactos globales, las variables que inciden a escala oceánica tienen alta prioridad en estos modelos (Gallegos-García, 2004). Hay coincidencia entre los expertos en señalar que los ecosistemas marinos están manifestando alteraciones en parámetros oceanográficos clave y en sus sincronías estacionales incluso a nivel local. El estado de muchas pesquerías comerciales se ha deteriorado hasta el cese. En los últimos años se observa que nuevas especies gradualmente se incorporan a la explotación, varias de ellas mostrando signos de agotamiento en poco tiempo por sobrepesca mecanizada.

No hay duda que en la zona costera de todo cuerpo de agua, las sociedades dependientes deben aprender otra manera de usar los recursos. La acuicultura, tal y como la conocemos actualmente, pudiera ser una apuesta adaptativa a plazo desconocido si se considera el entorno fatalista del CC. La tendencia parece apuntar a los monocultivos intensivos en sistemas cerrados (Bostock, 2010). Probablemente el concepto de especie exótica en algún momento dejaría de existir con el desarrollo de biotecnología e ingeniería genética.

La conclusión más lógica para cerrar este apartado revierte a poner en balanza un futuro alternativo de base tecnológica, como la acuicultura, que sostenga al menos en parte el modo de vida de las comunidades vulnerables. La interpretación de pronósticos relativos al cambio climático se ha discutido y se discute en todo foro pero, contrariamente a lo que se podría suponer, al gran flujo de información no contrarresta la profusión de errores por falsos expertos, el exceso de mediatización, y la politización en la toma de malas decisiones.

Por lo tanto, la posición que se asume en este capítulo es que se debe empezar a buscar soluciones a problemas en situación de aquí y ahora. La propuesta que ofrece la acuicultura, oportunidades y fortalezas, seguramente no es la última ni la única opción. Si evaluamos imparcialmente los modelos de CC, la medida preventiva sugiere que se proceda a desarrollar más tecnología, a niveles de urgencia cuya calificación es difícil anotar en términos de tiempo.

Mucho se ha reiterado acerca del potencial acuícola de Baja California Sur, de la extensión de su costa, de la mirada de sitios que son propicios al desarrollo de granjas marinas, de la variedad de especies con alto valor comercial, etc. La búsqueda de pesquerías sustentables ha sido preocupación y ocupación en los planes de ordenamiento, y en todos los casos se evidencia el interés por desarrollar más la acuicultura en el estado aprovechando las ventajas y oportunidades que ofrecen los adelantos científicos y tecnológicos disponibles.

Sin embargo, poco se ha logrado en ambos contextos. Por un lado, la mayoría de los recursos pesqueros tradicionales se encuentran en estado de sobreexplotación y/o en aguda declinación, comprometiendo el bienestar de más de 800 comunidades dependientes (SCPPs). Ante la pérdida de productividad, se han hecho diversos esfuerzos por mantener y fortalecer las regulaciones, estableciendo cuotas, talla/edad y épocas estrictas. Estos no siempre han tenido éxito, a veces debido a variables fuera de control, como las descritas antes, atribuidas o no a fenómenos de cambio climático. Estas variables inciden en dos aspectos fundamentales en el sostenimiento (no quiere decir sustentable) de cualquier pesquería:

- Sub-densidad de reproductores, caída de resiliencia por cuasi-extinción. En este apartado encontramos especies comerciales con historial de sobrepesca, muchas de las cuales han acusado una aguda declinación en los últimos años. El estado de alarma es diferente entre regiones y especies, aunque el deterioro es ya visible en varios casos. En esta lista se incluyen especies de la pesca tradicional en Baja California Sur cuya productividad y rentabilidad ha ido a la baja: camarón, langosta, jaiba, abulón, caracol, almeja catarina, mano de león, hacha, etc., y 8 o 10 especies de peces, incluyendo los de pesca deportiva.
- Enfermedades, infestaciones y eventos de mortalidad masiva, como los que se observan desde 2005 a lo largo de la Corriente de California y la Zona de Transición (p.ej. *Haliotis* spp., *Stroglyocentrotus* spp., *Argopecten* cf. *ventricosus*, *Nodipecten subnudosus*, etc.). Fenómenos de este tipo se han ma-

nifestado también en especies icono de Australia (corales, abulón), Japón (madreperla), Polinesia Francesa (corales, madreperla), Canadá (salmón), Chile (salmón, abulón), etc.

En los últimos años el carácter de la pesca en Sudcalifornia denota modificaciones sensibles resultado de cambios acumulados, y esto no es excepción a nivel global (Lluch-Cota, 2004). Prácticamente no existe flota de altura (p.ej. arrastreros de fondo, artes de redes de cerco y/o líneas cebadas, tramperos de impacto, equipo altamente mecanizado como aspiradoras o macro-dragas, etc.). Al parecer, el derecho a ese canal de pesca se negocia con privados, transaccionales y con otros estados más pesqueros, como Sinaloa y Sonora. Desafortunadamente, algunas de estas concesiones están comprometiendo el equilibrio de especies particularmente sensibles a una pesquería mal planificada, y de las cuales por lo general se conoce poco o nada de su dinámica poblacional. Tal es el caso de especies longevas como la almeja chiluda y la apretura comercial a especies deportivas.

Por el contrario, la principal producción pesquera del estado se encuentra zonificada a poca distancia de la costa y a baja profundidad, y en ellas juegan otro tipo de actores. La representatividad en la producción pesquera del país está por debajo de la media en el volumen nacional, pero sí se eleva en valor económico debido a la presencia de numerosas especies de peces, moluscos y crustáceos altamente cotizadas en el canal gourmet de lujo, algunas de ellas incidiendo en mercados internacionales (abulón, langosta, camarón café, erizo rojo, caracol panocha, mano de león, hacha, ostión gigante, calamar) (Lluch-Cota, 2004; CNP, 2010).

Sin embargo, a pesar de los esfuerzos, los efectos de sobreexplotación se han dejado sentir en casi todos los recursos objeto de pesca ribereña. La apertura de pesca a nuevas especies es una práctica común en el mundo y esto igual a sucedido en Baja California Sur: en el mercado desaparecen las más tradicionales y otras nuevas ocupan los aparadores. No obstante, la producción gradualmente pierde en rentabilidad y en biodiversidad, y las comunidades dependientes de estos recursos están recibiendo el impacto más directo. Aunado esto a anomalías oceanográficas que alteran la naturaleza de las poblaciones salvajes y a planes de desarrollo costero

incompatibles, el futuro del sector de pesca ribereña en esta entidad enfrenta tantas o más incertitudes que otros en el mundo (Monteforte y Cariño, 2011).

La acuacultura presenta un desarrollo particular en el estado. Esta región tiene primordial influencia en la historia mundial de la acuacultura con la Compañía Criadora de Concha y Perla que operó en La Paz entre 1902 y 1914. Mediante el desarrollo e innovación de tecnología de cultivo extensivo con la madreperla, *Pinctada mazatlanica*, Gastón Vives fundó el primero y más grande emporio perlero jamás conocido. Tras un vacío de casi 70 años, tecnologías de cultivo con especies nativas empiezan a definirse a mediados de los 1980s (Singh-Cabanillas *et al.*, 1982; Mazón-Suástegui, 1987).

En los últimos años, investigadores, técnicos y estudiantes han conformado un sustancial avance científico y tecnológico en la cría de algunas especies nativas con interés comercial, con diferentes grados de dominio en condiciones de cultivo. La proyección de estos estudios constituye una presencia importante reconocida en foros internacionales (p.ej. publicaciones, congresos, etc.), coincidente con el hecho de que Baja California Sur es uno de los estados donde se concentra el mayor número de instituciones hacedoras de ciencia y tecnología de alta calidad en este ramo del conocimiento.

Sin embargo, los proyectos tecnológicos de cultivo demostrados en condiciones reales son escasos y puntuales, y/o han tenido corta duración (p.ej. abulón, ostras perleras, ostiones, hacha china, escalopas, camarón blanco, cabrilla, pargo). Actualmente la producción de camarón blanco es la principal actividad en manos de 3 o 4 laboratorios y una macro-granja, seguida por unas cuantas granjas de pequeña escala con ostión, mano de león, almeja catarina, concha nácar y perlicultura, y jurel. Las experiencias de maricultura industrial con ranchos atuneros y especies exóticas (lobina híbrida del Atlántico norteamericano y dorada del Mediterráneo) fallaron lamentablemente (Monteforte y Cariño, 2005; Monteforte, 2008). En el caso de los ranchos atuneros el aviso de que la captura de efectivos y de su alimento representaba un riesgo mayor de lo esperado (Monteforte y Cariño 2005), resultó cierto. La granja de lobina no prosperó debido a la alta mortalidad de los alevines importados; el caso *Sparus auratus* en BCS cerró con el escape de miles de ejemplares fértiles, y una demanda legal por daño ambiental que ha quedado archivada, a la

par de la remoción forzada del entonces delegado estatal de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente.

Por su parte, los oasis de Baja California Sur no han escapado de manejos erróneos de acuicultura al introducir tilapia, rana, carpa, bagre, camaros, etc. (Hernández *et al.*, 2007; Ruiz-Campos y Varela-Romero, 2009). Actualmente se nota invasión de tilapia en muchos de ellos con poblaciones enanas y de maduración rápida (Dr. Alejandro Maeda Martínez, com. pers.). Los especialistas ven con aprensión los planes con langosta australiana, tilapia, y otras especies foráneas de agua dulce (Mendoza *et al.*, 2011).

Las acciones de extensionismo hacia los pescadores ribereños son escasas. Los programas de apoyo al desarrollo regional, sean del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, mixtos, sectoriales o empresariales, o programas gubernamentales de fomento, por lo general no dan muchas opciones al sector para incorporarse a la dinámica productiva. Objetivamente, se han desaprovechado fortalezas y oportunidades para desarrollar de manera más útil los valores geográficos y vocaciones naturales de la entidad. En efecto, el sector académico, salvo raras excepciones, ha preferido vincularse con empresarios y transnacionales, mientras que los programas de gobierno sólo ofrecen paliativos temporales más bien encaminados a la promoción de imagen de los funcionarios en turno. Por su parte, algunas organizaciones de la sociedad civil han realizado acciones de conservación activa pero ninguna de estas se ha dirigido a la capacitación y entrenamiento en técnicas de cultivo.

PLANES DE ACCIÓN PARA LA ACUACULTURA EN BAJA CALIFORNIA SUR

Es un hecho indiscutible que Sudcalifornia cuenta con significativa fortaleza científica y técnica en cuanto al conocimiento de los recursos y su ambiente. La recomendación lógica es encomendar a las instituciones que inviertan esfuerzos en desarrollar investigación aplicada al manejo eficiente de sistemas de cría y repoblamiento en el mayor número posible de especies, y convertirse al servicio social de los grupos vulnerables (SPC, 2007). Esto implica una transformación en las políticas de financiamiento y en los procesos de apropiación para proyectos tecnológicos que se fundamentan en el entrenamiento y capacitación de estos grupos. De igual manera,

los conceptos de conservación y protección (áreas naturales protegidas, parques, reservas, etc.) deben ser retomados con criterio productivo como en Tailandia, Indonesia, Australia, China, Malasia, etc. En el caso de los pescadores ribereños, hay ejemplos en el mundo donde la conversión hacia la acuicultura local-regionalmente integrada (marina en varios de ellos), ha resultado en valores agregados con nuevas oportunidades y competitividad (Monteforte y Cariño, 2011).

Es un acuerdo general el considerar que las tecnologías de producción alimentaria son una de las adaptaciones factibles ante consecuencias del cambio climático, pero las condiciones en las que se desarrolle una actividad sin duda serán más estrictas en cuanto a su grado de dependencia con parámetros ambientales impredeciblemente cambiantes. El camino que está siguiendo la ciencia y la tecnología en la producción comercial de plantas y animales, se dirige hacia los sistemas intensivos cerrados. Con o sin cambio climático, es el destino normal que se esperaría ver en los próximos años considerando la tendencia que se puede apreciar en las obras de numerosos profesionales, y en las propuestas de planes de acción ante el cambio climático.

Hemos examinado algunos de estos planes con una simple búsqueda en Google (climate change action plan aquaculture). Destacan California, Australia, Francia, Inglaterra y la Comunidad del Pacífico (SPC, 2007), donde la maricultura ha sido sujeto primario. Es interesante notar que estos planes comparten una gran cantidad de comunes denominadores, aunque el carácter local generalmente introduce indicadores completamente diferentes (p.ej. modalidades de cultivo, especies, tecnología, actores, políticas de manejo, etc.). Probablemente la mayor similitud de perfil con Baja California Sur, sea la comunidad CP (comunidades isleñas con fenómenos de aislamiento acentuados).

Lo que se puede deducir en primera instancia sobre planes de acción con base en proyectos tecnológicos de producción es que se deben apuntalar cuatro aspectos principales:

1. Desarrollo, adaptación y/o innovación de variables técnicas en el proceso de producción (p.ej. reducir dependencia de productos pesqueros en la elaboración de alimento; mejorar sistemas de cultivo cerrados; avanzar en

- el desarrollo de biotecnologías –reproducción, genética, etc.; optimizar el uso de energía –solar, eólica; reducir uso de maquinaria, reciclar, etc.)
2. Instrumentar esquemas adecuados para la integración regional de las comunidades en desventaja a través de programas de conversión productiva (capacitación, entrenamiento, apropiación) en proyectos factibles y congruentes.
 3. Retomar criterios de desarrollo socioeconómico especialmente en el sector turismo, urbano e industrias.
 4. Empoderar el Plan de Acción mediante sinergias entre academia, gobierno, inversionistas, empresas de comercio, servicios y turismo.

Un Plan de Acción en Baja California Sur en principio debiera apuntar hacia la zona costera, donde se ubica la principal dinámica de la entidad. Sin embargo, los puntos anteriores son aplicables al área rural (rancheros, oasis). En el marco de la acuicultura, estos van en el mismo sentido. Considerando el potencial que posee el estado (instituciones, sitios, especies, vocación, etc.) las acciones que se puedan tomar para un futuro acuícola sustentable debieran orientarse hacia una adaptación integrada, flexible y consciente, en la que se privilegie la apertura de oportunidades para comunidades en desventaja.

Los modelos de cambio climático y otros fenómenos globales (p.ej. economía, modos de desarrollo), sugieren que debemos estar preparados en cambiar la forma de hacer algunas cosas. En Baja California Sur, las estrategias que se apliquen en este momento pueden ser decisivas a corto plazo. La acuicultura no es la solución única, pero sí parte de ella, a condición de que se haga de manera inteligente.

Tabla 1. Cambio climático y posible influencia en pesca y acuicultura

Factores de cambio climático	Condiciones biofísicas	Pesca y acuicultura
Cambios en la temperatura del agua	Mayor frecuencia de florecimiento de algas nocivas; menor oxígeno disuelto; incremento en la incidencia de enfermedades y parásitos; alteración de los ecosistemas con cambios en competidores, depredadores y especies invasivas; cambios en la composición del plancton	Pesca: impactos en la abundancia y composición de los stocks. Acuicultura: cambios en la infraestructura y costos de operación por aumento de infestación, fouling, plagas, especies nocivas y/o depredadores
	Temporadas de crecimiento más largas; menor mortalidad natural en invierno; mejora en tasas de metabolismo y crecimiento	Potencial de producción y rentabilidad, especialmente en acuicultura
	Mayor productividad primaria; mejor respuesta de las poblaciones; alimento y energía disponibles, fortalece cadenas tróficas	Potenciales beneficios para pesca y acuicultura, aunque difícil predecir impacto de cambios en la composición de las especies y de qué tipo (p.ej podría favorecer a especies oportunistas nocivas)
	Cambios en la estaciones y en el éxito de las migraciones; alteraciones de las épocas de desove (fecundidad, fertilidad y picos de abundancia); cambios en la proporción de sexos	Pesca: pérdida de especies o transformaciones en la composición las capturas; rentabilidad a la baja (tiempo y distancia contra captura). Acuicultura: impactos en la disponibilidad y reclutamiento de semilla
	Cambios en la biogeografía y/o rangos de distribución de las especies	Puede ser o no favorable a acuicultura y/o pesca. Difícilmente predecibles son: pérdida de especies tradicionales, cambios en la composición de las poblaciones, incorporación o no de nuevas especies

Alteraciones meteorológicas y oceanográficas	El Niño, La Niña, huracanes, tormentas, oleaje, inundaciones, erosión, corrientadas y arrastre de materiales; anomalías en los regímenes de corrientes, vientos, estaciones, efectos del deshielo en masas de agua, etc.	Pesca: cambios en las áreas, temporadas, composición y abundancia. Casos de pérdida aguda costo/beneficio Acuicultura: incremento en costos de tecnología y operación; menor disponibilidad de sitios adecuados para modalidad abierta (p.ej. en zona costera)
Nivel del mar	Pérdida de tierra	Maricultura y pesca marina vs agua dulce/salobre Pesca de especies marinas vs dulceacuícolas
	Alteración de los ecosistemas humedales (esteros, estuarios, lagunas costeras, con o sin vegetación halófila	Acuicultura y pesca: cambios en biología, ecología y biodiversidad. Pesca: cambios en características de las capturas y la actividad. Acuicultura: cambios en la disponibilidad de semilla, sitios, costos de operación, instalaciones y tecnología
	Invasión salina en mantos freáticos	Pesca: daños a las poblaciones dulceacuícolas Acuicultura: baja disponibilidad de agua dulce; cambio a especies de agua salobre
Frecuencia e intensidad de tormentas	Oleaje, inundaciones, cambios en la salinidad, introducción de enfermedades o especies nocivas en instalaciones acuícolas	Pérdida de producto en granjas por daños a instalaciones. Impacto en el reclutamiento natural. Incremento de costos (p.ej. construcción de barreras de protección, reparaciones)

REFERENCIAS

- Bostock, J., McAndrew, B., Richards, R., Jauncey, K., Telfer, T., Lorenzen, K., Little, D., Ross, L., Handisyde, N., Garward, I., Corner, R. (2010). "Aquaculture: global status and trends", *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 365: 2897-2912.
- Cline, W.R. (1992). *The Economics of Global Warming*. Washington, DC.: Institute for National Economics (Ed.). ISBN-088132-150-8.
- Cochrane, K., De Young, C., Soto, D. Bahri, T. (2009). *Climatic change implications for fisheries and aquaculture: overview of current scientific knowledge*, FAO, Fisheries and Aquaculture Technical paper Núm. 530
- FAO (2010). *State of World Fisheries and Aquaculture*.
- FAO (2008). "Climate change for fisheries and aquaculture: Technical Background Document from the Expert Consultation", High-level conferences on food security: the challenges of climate change and bioenergy, 2008, *Fisheries Report No 870*, FAO, Roma, Junio
- Gallegos-García, A. (2004). "Clima oceanic: los mares mexicanos ante el cambio climático global", Martínez, J., Fernández-Breemauntz, Osnaya, P. (2008). *Cambio Climático: una visión desde México*. INE-SEMARNAT, pp 41-52
- Handisyde, N.T., L.G. Ross, M-C. Badjeck & E.H. Allison (2006). *The effects of climate change on world aquaculture: a global perspective*. Final Technical Report produced by the Institute of Aquaculture, Stirling, U.K. and sponsored by the Department for International Development, DFID.
- Harley, C.D.G., Hughes, A.R., Hultgren, K.M, Miner, B.G., Cascade-Sorte, J.B., Thornber, C. S., Rodriguez, L., Tomanek, L., Williams, S. L. (2006). "The impacts of climate change in coastal marine systems", *Ecology Letters*, 9 (2): 228-241.
- Hernández, L., A. M. Maeda-Martínez, G. Ruiz-Campos, G. Rodríguez-Almaraz, F. Alonzo-Rojo, y J.C. Sainz (2007). "Geographic expansion of the invasive red crayfish *Procambarus clarkii* (Girard, 1852) (Crustacea: Decapoda) in Mexico", *Biological Invasions*, D.O.I. 10.1007/s10530-007-9175-0.
- Lluch-Cota, D. (2004). "El sector pesquero", Martínez, J., Fernández-Breemauntz, Osnaya, P. *Cambio Climático: una visión desde México*, INE-SEMARNAT, 327-336
- Mazón-Suástegui, J.M. (1987). "Evaluación de 5 dietas microalgales en el crecimiento larval de *Modiolus capax* (Conrad 1837) y *Pinctada mazatlanica* (Hanley 1845), Mollusca, Bivalvia", Tesis de Maestría, CICIMAR-IPN, La Paz, 70 pp.
- Meehl, G. A., Stocker, T. F. (2007). "Global Climate Projections". Chap. 10, *4th Assessment Report Climate Change 2007*, Working Group I: The Physical Science Basis, IPCC.

- Mendoza-Alfaro, R.E., Rodríguez-Almaraz, G.A., Castillo-Alvarado, S.A. (2011). *Riesgo de dispersión y posibles impactos de los acociles australianos del género Cherax en México*, CONABIO. 140pp.
- Monteforte, M. (2008). "Modelos de desarrollo acuícola en Baja California Sur: ¿Saqueo o alternativa sustentable?", Cariño, M. y M. Monteforte (coords.). *Del Saqueo a la Conservación. Historia Ambiental Contemporánea de Baja California Sur (1940-2003)*, UABCS, SEMARNAT, INE, CONACYT (México, D.F., 778pp. ISBN: 978-968817854-6): 337-364
- Monteforte, M. (2010). "Granjas perleras y perlicultura", *Biodiversitas* (CONABIO), 89: 12-15.
- Monteforte, M., Bervera, H. (2011). "Estado del arte, innovaciones y perspectivas de la perlicultura en abulón", *Memorias del Congreso Internacional de Malacología*.
- Monteforte, M.; Cariño, M. (2005). "Perspectivas de la piscicultura marina en el Golfo de California", *Biodiversitas*, CONABIO, 60, Julio: 2-7.
- Monteforte, M., Cariño, M. (2011). "Maricultura: oportunidad de conversión sustentable para la pesca ribereña", *Revista PCTI*.
- Parry, M.L., Canziani, O.F., Palutikof, J.P., van der Linden, P. J., Hanson, C.E. (2007, eds.). *Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, IPCC.
- Ruiz-Campos, G., Varela-Romero, A. (2009). *Estatus actual de distribución de peces exóticos en el Noroeste de México: Península de Baja California y Sonora*. In: *Simposio: Estado del Conocimiento de las Especies Invasoras en México y Análisis para la Evaluación de Riesgo*, Monterrey diciembre (/www.conabio.gob.mx/invasoras/index.php/Reuniones_y_talleres).
- Singh-Cabanillas, J., G. Bojórquez-Verastica, J.M. Meza-Domínguez (1982). *Resultados finales de las actividades de estudios de ostras perleras en la Bahía de La Paz (1981-1982)*. Inf. Téc. Sría. de Pesca, Del. Fed. Pesca B.C.S. (México), Oficina de Desarrollo Acuacultural. 44 pp.
- SPC- Secretariat of the Pacific Community (2007). *Aquaculture Action Plan 2007*. ISBN: 978-98200-0237-1
- Walther, G.R., Post, E., Convey, P., Menzel, A., Parmesan, C., Beebee, T.J.C., Fromentin J.M., Hoegh-Guldberg, O., Bairlein, F. (2002). "Ecological responses to recent climate change", *Nature*, 416: 389-395
- Winder, M., Schindler, D.E. (2004). "Climate change uncouples trophic interactions in an aquatic system", *Ecology*, 85(8): 2100-2106
- Yazdi, S.K., Shakouri, B. (2010). "The effects of climate change on aquaculture", *International Journal of Environmental Science and Development (IJESD)*, 1 (5): 378-382.