



MINISTERIO  
DE AGRICULTURA  
Y GANADERÍA

DIRECCIÓN GENERAL DE DESARROLLO DE LA PESCA Y LA ACUICULTURA  
DIVISIÓN DE INVESTIGACIÓN PESQUERA Y ACUÍCOLA  
DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIÓN ACUÍCOLA



**EVALUACIÓN DEL IMPACTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LAS  
ACTIVIDADES ACUÍCOLAS EN EL SALVADOR.**

**SANTA TECLA, LA LIBERTAD, SEPTIEMBRE 2019.**

Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG)  
Dirección General de Desarrollo de la Pesca y la Acuicultura (CENDEPESCA)  
Santa Tecla-La Libertad, El Salvador, C.A.

**Dirección**

Final 1ª. Avenida Norte y Av. Manuel Gallardo, Santa Tecla  
Tel. : (503) 2210-1700- Ext. 6103 – 2210-1760 Fax: (503) 2534-9885  
E-mail: cendepesca@mag.gob.sv

**Directorio**

Lic. Pablo Salvador Anlinker Infante  
**Ministro de Agricultura y Ganadería**

Ing. Rigoberto Soto  
**Viceministro Ministro de Agricultura y Ganadería**

Ingra. Norma Idalia Lobo Martel  
**Directora General de la Dirección General de Desarrollo  
de la Pesca y la Acuicultura**

Lic. Ana Marlene Galdámez  
**Jefe División de Investigación Pesquera y Acuícola**

**Equipo Técnico:**

Ing. Agr. Zootecnista Álvaro César Vanegas Matheu

## ÍNDICE

	<b>Página</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>2. OBJETIVOS .....</b>	<b>2</b>
2.1. General .....	2
2.2. Específicos.....	2
<b>3. ANTECEDENTES Y JUSTIFICACION.....</b>	<b>2</b>
<b>4. MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL.....</b>	<b>4</b>
4.1. Variabilidad Climática.....	5
4.2. Efecto Invernadero .....	5
4.3. Los Gases Efecto Invernadero (GEI).....	6
4.4. La Vulnerabilidad.....	7
4.5. Escenarios climáticos.....	7
4.6. Potenciales Amenazas del Cambio Climático .....	8
4.7. Amenazas .....	8
<b>5. MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>10</b>
5.1. Ubicación Geográfica .....	10
5. 2.Trabajo de Gabinete .....	10
5.3. Trabajo de Campo.....	11
5.3.1 Identificación de amenazas del cambio climático y los potenciales impactos .....	11
5.3.2. Análisis de la información.....	11
<b>6. RESULTADOS .....</b>	<b>11</b>
6.1. Potenciales Impactos del Cambio Climático.....	11
6.2. Impactos en la Acuicultura .....	12
6.3. Efectos del Cambio Climático .....	12
6.4. Análisis caso El Salvador .....	13
<b>7. RECOMENDACIONES:.....</b>	<b>15</b>
<b>8. BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>16</b>

## **1. INTRODUCCIÓN**

El fenómeno conocido como Cambio Climático los acuicultores ya están siendo profundamente afectados por el fenómeno del cambio climático. La elevación del nivel del mar, la acidificación de los océanos, las sequías e inundaciones son algunos de los impactos más importantes; el cambio climático está alterando el delicado equilibrio existente entre los océanos y la atmósfera (De Silva, S. y Soto, D. FAO 2009).

La acumulación de dióxido de carbono y otros gases de efecto invernadero en nuestra atmósfera están modificando diversas características del clima, los océanos, el litoral y los ecosistemas de agua dulce que afectan a la pesca y la acuicultura. La temperatura del aire y de la superficie del mar, las precipitaciones, el nivel del mar, la acidez del océano, el comportamiento de los vientos y la intensidad de los ciclones tropicales están cambiando, Sin embargo, el impacto del cambio climático en los ecosistemas acuáticos, pesquerías y acuicultura aun se desconoce (FAO 2009).

Desde 1995, El Salvador es parte de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC). En 1998 ratificó el Protocolo de Kioto, en 2016 firmó el Acuerdo de París y en marzo del 2017, lo ratificó, volviéndose Parte oficial del mismo.

FAO señala que los impactos del cambio climático no se conocen bien, se pretende en este estudio conocer un poco más sobre el impacto del cambio climático en la acuicultura de nuestro país, el cual tendrá un período de trabajo de febrero a septiembre de 2019; analizando información bibliográfica y sus fenómenos climáticos extremos y en algunas granjas acuícolas los históricos de los parámetros físico químicos del agua de los estanques.

El presente estudio nos permitirá conocer los daños del cambio climático en las actividades acuícolas y recomendar medidas para su mitigación y resiliencia.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. General**

Realizar un diagnóstico de potenciales impactos que genera el cambio climático en las producciones acuícolas; a fin de recomendar medidas de adaptación ante el cambio climático.

### **2.2. Específicos**

- Identificar los potenciales impactos del cambio climático en las actividades acuícolas de El Salvador.
- Recomendar medidas de adaptación para reducir la vulnerabilidad ante los potenciales impactos identificados en las actividades acuícolas.

## **3. ANTECEDENTES Y JUSTIFICACION.**

El Sector agropecuario en El Salvador está enfrentando retos sin precedentes, por un lado la base de los Recursos Naturales como son el agua y el suelo están en constante deterioro y limitando los incrementos de producción y por otro, la biodiversidad está amenazada por la deforestación, las malas prácticas agrícolas y los sistemas intensivos que priorizan la alta productividad. A estos problemas se suma el cambio climático como consecuencias de las actividades antropogénicas insostenibles, siendo otra amenaza adicional a la producción.

Según el estudio elaborado por la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), el cambio climático representa una seria amenaza por sus múltiples impactos previstos en la población y en los sectores productivos. En términos fiscales constituye un pasivo público contingente que afectará las finanzas públicas por varias generaciones, dada la vulnerabilidad que exhibe el país ante los embates del cambio climático (MAG, 2015).

Entre los fenómenos climáticos que han afectado al País fuertemente se pueden mencionar las tormentas tropicales Mitch (1998) que provocó daños y pérdidas totales de US\$388.1 millones, de esta cifra US\$158.3 millones (40.8% del total) correspondieron al sector agropecuario; la sequía de 2001 reportó daños y pérdidas por US\$31.4 millones y el 81% de ese valor se registró en el sector agropecuario; la tormenta Stan (2005) representó US\$355.6 millones en daños y pérdidas, de los cuales US\$48.7 millones (13.7% del total) incumbieron al sector agropecuario.

Destacan los tres eventos ocurridos en veinticuatro meses entre noviembre de 2009 y octubre de 2011 (Baja Presión E96/Ida, Tormenta Tropical Agatha y Depresión Tropical 12E) que provocaron daños y pérdidas por unos US\$1,300 millones, que en conjunto, representarían el 6% del PIB de 2011, un porcentaje significativo si se considera el desempeño y evolución que ha tenido la economía nacional para ese mismo período.

De igual manera las sequías del 2012 y 2014 causaron pérdidas en el sector agropecuario de 38.08 y 70.1 millones de dólares respectivamente, especialmente en los cultivos de granos básicos. La Depresión Tropical 12-E ocasionó una afectación de la disponibilidad de la producción pesquera de US\$1.8 millones y en acuicultura de US\$1.1 millones, entre otros. MAG (2015) Adicionalmente, la infraestructura productiva fué seriamente dañada durante la ocurrencia de este fenómeno, contabilizándose pérdidas en los Distritos de Riego por US\$12.5 millones (MAG, 2015).

La acuicultura de agua dulce en nuestro país dio inicio en 1962 con la asistencia de FAO y principalmente el cultivo de Tilapia siendo la especie más utilizada la *Oreochromis niloticus*, (FAO, 2005). La promoción de la piscicultura de agua dulce comenzó en los años 90 y hasta el 2002 su desarrollo era muy limitado, en ese año se instaló una empresa salvadoreña que introdujo tecnología israelí que desarrolla cultivos súper intensivos y exporta sus productos a Estados Unidos (Martínez, A.-Bravo, J., 2015).

El cultivo de camarón marino (*L. vannamei* y *L. stylirostris*) se desarrolló en los años 80, teniendo un acelerado desarrollo a partir del año 1998, estimando un potencial de desarrollo de 4,000 ha (Currie, David 1995, PRADEPESCA). Exportaba semilla a Honduras,

Guatemala y Nicaragua; las larvas del medio natural se utilizaban para sembrarlas en las fincas; sin embargo, en octubre de ese año El Salvador sufrió los efectos del huracán Mitch que afectó gravemente estos cultivos y desaceleró sus posibilidades de expansión (Martínez, A.-Bravo, J., 2015).

Desde el año 2003 se ha disminuido el desarrollo de la camaronicultura; debido a que existe una producción inestable de postlarvas, sólo un 10 por ciento de los productores importa semilla desde Guatemala y los medianos acuicultores dependen del laboratorio de maduración de CENDEPESCA. La industria se ha visto afectada por la enfermedad de la Mancha Blanca y no hay laboratorios de análisis patológico, teniendo una mínima capacidad de respuesta a los virus. Ya no hay exportaciones, esta problemática se inició con el huracán Mitch.

#### ***4. MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL***

La acuicultura agua dulce en El Salvador se inició en 1962 mediante la asistencia de FAO a solicitud del Gobierno en el marco de un programa de diversificación agrícola y fue en 1984 que inició la acuicultura marina con la construcción de tres granjas para cultivo de camarones. La acuicultura marina consiste principalmente en el cultivo de camarón marino (*Penaeus vannamei*) que inició en los años 1982-1984 mediante un Programa auspiciado por la Agencia de Cooperación para el Desarrollo Internacional (USAID) y ejecutado por la Fundación Salvadoreña para el Desarrollo Económico y Social (FUSADES).

En 1980 se creó la Dirección General de Recursos Pesqueros, asumiendo la normatividad de la pesca y la acuicultura mediante la Ley General de Actividades Pesqueras.

Según la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), por cambio climático se entiende un cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables (ONUO 2005).

#### **4.1. Variabilidad Climática**

De acuerdo con el IPCC (2001) la variabilidad climática corresponde a las variaciones en el estado medio del clima en todas las escalas temporales y espaciales, más allá de fenómenos meteorológicos determinados. La variabilidad se puede deber a procesos internos naturales dentro del sistema climático (variabilidad interna), o a variaciones en los forzamientos externos antropogénicos (variabilidad externa). Puede incluir además, las variaciones en la actividad de condiciones extremas, como las variaciones del número de aguaceros de un año a otro.

Esta información es vital para los productores, ya que requieren saber cuáles son las condiciones a las que se enfrentarán los ciclos productivos, para establecer perspectivas, de acuerdo a la próxima estación meteorológica. Las variaciones de las condiciones climáticas de año a año o de un sitio a otro, son por ejemplo, mucho más amplias que las que se establecen a 80 años plazo.

#### **4.2. Efecto Invernadero**

Efecto invernadero, efecto radiativo infrarrojo de todos los componentes de la atmósfera que absorben en el infrarrojo. Los gases de efecto invernadero y las nubes y, en menor medida, los aerosoles absorben la radiación terrestre emitida por la superficie de la Tierra y por cualquier punto de la atmósfera. Esas sustancias emiten radiación infrarroja en todas las direcciones, pero, a igualdad de condiciones, la cantidad neta de energía emitida al espacio es generalmente menor de la que se habría emitido en ausencia de esos absorbedores debido a la disminución de la temperatura con la altitud en la troposfera y el consiguiente debilitamiento de la emisión.

Una mayor concentración de gases de efecto invernadero aumenta la magnitud de este efecto, y la diferencia generalmente se denomina efecto invernadero intensificado. La modificación de la concentración de los gases de efecto invernadero debida a emisiones antropógenas contribuye a un aumento de la temperatura en la superficie y en la troposfera inducido por un forzamiento radiativo instantáneo en respuesta a ese forzamiento, que gradualmente restablece el balance radiativo en la parte superior de la atmósfera.

Sin este efecto invernadero natural del planeta, la temperatura de la tierra sería 33°C más baja que la temperatura promedio actual (temperatura promedio actual 15°C, la temperatura promedio sin efecto invernadero sería de -18°C. Este proceso se representa en la figura 1.(MAG 2015).

El efecto invernadero es el motivo del calentamiento global y el cambio climático, es el aumento de los gases invernadero lo que aumenta la absorción de calor y a su vez genera los cambios. El aumento de los gases es resultado del uso y abuso de los recursos naturales, a través de quema ineficiente de combustibles fósiles, la tala y destrucción de bosques y ambientes naturales, destrucción de ecosistemas marinos y acuáticos a través de la contaminación irracional e irresponsable.



Figura 1. Diagrama comparativo del efecto invernadero, National Park Service, (2018)

#### 4.3. Los Gases Efecto Invernadero (GEI)

Son “aquellos componentes gaseosos de la atmósfera, naturales y antropogénicos, que absorben y reemiten radiación infrarroja” ONU (2005). Estos GEI son principalmente óxido de nitrógeno ( $\text{N}_2\text{O}$ ), óxidos de nitrógeno ( $\text{NO}_x$ ), dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), metano

(CH<sub>4</sub>), monóxido de carbono (CO), clorofluorocarburos (CFC), perfluorocarbonos (PFC), hidrofluorocarburos (HFC) y hexafluoruro de azufre (SF<sub>6</sub>) (MAG 2015).

En el sector agropecuario se tienen emisiones principalmente de metano, óxido de nitrógeno, dióxido de carbono y óxidos de nitrógeno. Es importante mencionar que dentro del total de emisiones el 92% corresponden al dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), el cual no se genera en la agricultura. Para el caso del metano, señalan que las principales fuentes de emisión de este GEI en la agricultura son la fermentación entérica, cultivo de arroz y las quemadas de sabanas y residuos agrícolas. De igual forma, el óxido nítrico en el sector proviene de actividades como el pastoreo, cultivo de campos, quemadas de residuos agrícolas, desechos humanos, lixiviados y la deposición atmosférica (MAG 2015).

#### **4.4. La Vulnerabilidad**

La literatura define vulnerabilidad como una combinación de la exposición extrínseca de los individuos o los sistemas ecológicos a un peligro, como el cambio climático, su sensibilidad intrínseca a la amenaza, y su falta de capacidad de modificar la exposición a absorber y recuperarse de las pérdidas derivadas de los peligros y aprovechar las nuevas oportunidades que surgen en el proceso de adaptación (González, et al, 2013).

Los procesos de degradación que causan pérdida de la calidad del hábitat han sido acelerados en los años noventa por actividades humanas no ejecutadas apropiadamente, provocando deterioro en los bosques salado y dulce, disminución de la calidad del agua y el aire, y el agotamiento de los suelos, amenazando la diversidad biológica. Adicionalmente a esta problemática, el cambio climático y la variabilidad asociada representan un desafío para el sector acuícola. Ante la alta vulnerabilidad a fenómenos naturales y los efectos del cambio climático relacionados principalmente con la frecuencia e intensidad de eventos hidrometeorológicos (lluvias, inundaciones, entre otros) y en la elevación de los niveles del mar, la acuicultura se ve afectada en su distribución y productividad, generando mayor vulnerabilidad también a las comunidades (Martínez, A. y Bravo, J. 2015).

#### **4.5. Escenarios climáticos**

El estudio del clima actual y futuro se sustenta en el comportamiento histórico de las variables climáticas de precipitación y temperatura. El análisis de la evolución del clima ha

sido un tema de investigación desde el siglo diecisiete cuando surgían hipótesis que relacionaban las emisiones de dióxido de carbono con el aumento de la temperatura. Los escenarios futuros proyectan que para las próximas dos décadas el calentamiento puede ser de aproximadamente 0,2°C por década. Se proyecta un aumento del nivel del mar entre 0,18 y 0,59 m, y es muy probable que los extremos de calor y las precipitaciones torrenciales continúen siendo más frecuentes. Es probable que en el futuro los ciclones tropicales sean más intensos, con mayores vientos máximos y precipitaciones más intensas (Martínez, A. y Bravo, J., 2015)

#### **4.6. Potenciales Amenazas del Cambio Climático**

Existen diferentes fenómenos naturales, tanto de origen meteorológico (Fenómeno El Niño, Corrientes, Huracanes, Oleajes) como geológico, y otros asociados a estos dos fenómenos que son conocidos como deslizamientos de tierra. Los de origen meteorológico están relacionados con las inundaciones cuando se producen altas precipitaciones, el impacto directo e indirecto de los huracanes y la sequía.

De igual forma se menciona que existen amenazas de origen antrópico, que generan contaminación y degradación del medio ambiente debido a los desechos contaminantes de las poblaciones asentadas en el área, más las derivadas de las actividades agrícolas y actividades industriales que producen pérdida del hábitat y cambios en el uso del suelo. Pese a que el presente estudio está más orientado a desarrollar las amenazas de origen hidrometeorológico producto de la variabilidad climática o variabilidad natural del clima, se hablará un poco de otros tipos de amenazas que son relevantes para la zona. A continuación se detalla los tipos de amenazas identificadas.

#### **4.7. Amenazas**

Amenazas por huracanes

El huracán es el más severo de los fenómenos meteorológicos, afectan el territorio mediante sistemas de baja presión con actividad lluviosa y eléctrica con vientos que rotan anti horariamente, la temporada de huracanes está comprendida del 1 de junio al 30 de noviembre. Sean tormentas tropicales, depresiones tropicales o huracanes han impactado fuertemente, todos con diferentes características pero desarrollando el mismo efecto, pérdidas en infraestructura, pérdidas de vidas, daños a la salud y a la economía. Las inundaciones son

producidas por intensas precipitaciones de origen climatológico durante el período de invierno o ante la presencia de un evento extremo (La Niña) pueden ser esporádicas o aisladas y se encuentran en función de la frecuencia y magnitud del evento que las origina, (el clima, la geología, la morfometría fluvial y la influencia humana). Las inundaciones constituyen los desastres naturales más frecuentes, de los aproximadamente 850 eventos desastrosos registrados entre 1960 y 1995 en Centroamérica, el 68 por ciento fueron causados por inundaciones.

Podemos ver que las inundaciones más grandes han sido causa de los huracanes más significativos en la región, como es el caso del huracán Mitch (1998). Las zonas susceptibles a inundaciones son las zonas aledañas entre las curvas de nivel de 1 y 10 metros sobre el nivel del mar ( Martínez, A. y Bravo, J., 2015).

#### Amenaza por Sequía

En El Salvador durante la época lluviosa (21 de mayo-16 de octubre) se presenta una disminución de la precipitación de hasta 30 días, denominada canícula. Este fenómeno ocurre en la zona oriental del país, casi todos los años, generando una sequía severa, ocasionando impactos negativos sobre la economía regional. La recurrencia del fenómeno ENOS (El Niño Oscilación del Sur) ha afectado significativamente a la región en los últimos 20 años con sequías de hasta 8 meses como ha ocurrido con la aparición del fenómeno El Niño en el período 97-98 y la iniciación de La Niña en noviembre de 1998. Martínez, A. y Bravo, J. (2015).

#### Amenazas Antropogénicas

Existen las amenazas de origen antrópico, que generan contaminación y degradación del medio ambiente debido a los desechos contaminantes de las poblaciones asentadas en el área, más la derivada de las actividades agrícolas y actividades industriales que producen pérdida del hábitat y cambios en el uso de suelo. La expansión agropecuaria, la eliminación del bosque de manglar para su conversión a camaroneras y salineras y causas subyacentes ligadas a las condiciones socioeconómicas y sistemas productivos están contribuyendo a la marginalización y paupérrima situación económica de los pobladores. Martínez, A. y Bravo, J. (2015).

## Investigación y transferencia de tecnología

Es necesario llevar a cabo investigaciones específicas para adaptar las actividades acuícolas al cambio climático. Los países y regiones deberán racionalizar sus trabajos sobre temas como las nuevas enfermedades y tratamientos preventivos, la fisiología acuática animal, la búsqueda de especies nuevas o mejor adaptadas, mejores piensos y prácticas de alimentación animal más acordes con el ecosistema ( De Silva- Soto, 2009).

## Zonificación y seguimiento en la acuicultura

Finalmente una adecuada selección de sitios y zonificación en la acuicultura pueden ser medidas importantes de adaptación al cambio climático. Al seleccionar los sitios es esencial determinar las amenazas posibles llevando a cabo una evaluación analítica de riesgos, en particular en las zonas costeras y en las zonas más expuestas, es preciso tomar en consideración los riesgos relacionados con el clima (De Silva- Soto. 2009).

## **5. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **5.1. Ubicación Geográfica**

El estudio en Santa Tecla, con análisis bibliográficos y en campo visitando tres sitios: la zona camaronera del departamento de Usulután, en los cantones de Sisiguayo, La Canoa y Tierra Blanca; y en el distrito de riego Atiocoyo Sur, cantón Atiocoyo, municipio de San Pablo Tacachico, departamento de La Libertad y en el Lago de Ilopango en los municipios de Ilopango, departamento de San Salvador, San Pedro Perulapán y Candelaria, ambos del departamento de Cuscatlán (Figura 2).

### **5. 2.Trabajo de Gabinete**

Se realizó búsqueda y colecta de información bibliográfica, a través de información de sitios web y de libros o documentos impresos de estudios similares, metodologías de evaluación ya realizadas, que guíen la realización de la evaluación. Para enriquecer la

investigación con respecto al tema “Evaluación del Impacto del Cambio Climático en las Actividades Acuícolas en El Salvador”, y analizar la información que nos conduzca a la búsqueda de una evaluación actualizada.



Figura 2. Mapa de ubicación de la producción camaronera en Sisiguayo, La Canoa y Tierra Blanca y la producción de tilapia en del Distrito de riego Atiococho Sur. Fuente: SNET (2016).

El análisis de la información recabada de los productores para contrarrestar los efectos del cambio climático.

## 6. RESULTADOS

### 6.1. Potenciales Impactos del Cambio Climático

Los impactos que se podrían manifestar asociados al cambio climático se pueden valorar para los sistemas biofísicos a partir de los cambios que se puedan producir en la productividad, en la calidad, en los números o rangos poblacionales de ecosistemas, o especies, etc., mientras, en los sistemas sociales el impacto se puede medir como un cambio

en los valores (por ejemplo, ganancia o pérdida de ingresos), en el estado de salud, en la mortalidad o muchas otras variables que permiten medir la calidad de vida del ser humano.

La descripción de los impactos del cambio climático se delimita al sector de estudio (acuicultura) el cual incluye el entorno que sustenta los ecosistemas marino y terrestre. A continuación podemos ver los posibles impactos para la acuicultura, bosque de salado y dulce, y la vida silvestre. Los ecosistemas están amenazados por una combinación de perturbaciones sin precedentes asociadas al cambio climático, como el calentamiento del lecho marino, la acidificación de las aguas de las superficies, la subida del nivel del mar, y el aumento de manifestaciones meteorológicas extremas.

## **6.2. Impactos en la Acuicultura**

El crecimiento acuícola ha sido superior a otros sectores de producción de alimentos de origen animal, cuya importancia radica en la provisión de proteína en las raciones alimenticias, incluso ha superado el ritmo de crecimiento poblacional y se espera que supere a la pesca de captura en cuanto a volumen, como fuente de pescado y mariscos para la alimentación.

Sin embargo, en el crecimiento del sector en los últimos años, se observa una disminución en sus tasas, en relación a aquellas experimentadas en las décadas de 1980 y 1990 (mientras que la tasa media de crecimiento anual había sido del 11,8 por ciento en el período 1985-1994, en el decenio siguiente fue del 7,1 por ciento), debido a la creciente preocupación pública respecto a las prácticas acuícolas y la calidad del pescado de origen acuícola, temas que vienen siendo analizados en diversos ámbitos especializados a nivel internacional.

## **6.3. Efectos del Cambio Climático**

Los efectos del cambio climático son las repercusiones del cambio climático sobre los sistemas físicos y ecológicos, la salud humana y los sectores socioeconómicos.

La adaptación al cambio climático se refiere a los ajustes o medidas en sistemas naturales o humanos como respuesta a estímulos climáticos reales o proyectados, o a sus efectos, que atenúa el daño o aprovecha sus aspectos beneficiosos. Se pueden distinguir diversos tipos de

adaptación, como la preventiva y la reactiva, la pública y la privada, o la autónoma y la planificada.

Los tipos de Medidas de Adaptación deben ser:

Medidas institucionales, normativas y de planificación.

En lo que respecta a las medidas institucionales y normativas, las siguientes son áreas prioritarias para el desarrollo del sector:

- Adoptar un Enfoque Ecosistémico de la Acuicultura (EEA) como estrategia mundial;
- Brindar prioridad y potenciar la maricultura y en especial la acuicultura sin piensos (organismos filtradores, algas);
- Potenciar el uso de cuerpos de agua continentales apropiados mediante el cultivo y prácticas idóneas de desarrollo de poblaciones.

#### **6.4. Análisis caso El Salvador**

De la información recolectada en la bibliografía y por medio de entrevistas en las granjas acuícolas camaroneras del bajo Lempa y con los productores de tilapia de Atiocoyo se describe lo siguiente:

Las principales variaciones climáticas observadas durante la investigación son: la temperatura, precipitación y fenómenos naturales extremos.

- Las variaciones de la temperatura han afectado la acuicultura, ya que se ha observado incrementos en temperaturas ambientales y del agua, esto ha ocasionado que los animales se estresen y sean más propensos a enfermedades. Se ha registrado aumento en enfermedades del camarón y de la tilapia, por factores asociados a las temperaturas.
- La variabilidad en las precipitaciones, se ha registrado tanto en aumento de precipitaciones en tiempos cortos, como disminución de precipitación en su ciclo normal. Esto ha ocasionado erosión de suelos y estas escorrentías afectan

directamente los cultivos, así como el cultivo de camarón las altas temperaturas y la falta de lluvias afecta la salinidad y por ende los cultivos.

- Los fenómenos extremos han afectado las infraestructuras en los cultivos, ocasionando pérdidas por daños en bordas o infraestructuras de cultivo, ocasionando impacto social fuerte durante estos fenómenos naturales.

En general los productores acuícolas tienen poco conocimiento del tema de cambio climático y de las medidas de adaptación.

Los productores han identificado que durante los últimos años debido a las altas temperaturas han registrado mayores temperaturas en sus cultivos, lo que ha ocasionado mayores mortalidades.

Como resultado de la investigación realizada de forma bibliográfica y a través de las entrevistas a los usuarios acuícolas objetivos de este estudio, se observó que los productores están empleando medidas para disminuir las mortalidades que se han presentado durante los últimos años en sus cultivos.

Estas medidas de adaptación (prácticas sostenibles) más frecuentes que deben ser implementadas para sustituir prácticas tradicionales con el fin de adaptarse a las condiciones actuales del clima y reducir sus riesgos, según las condiciones climáticas de cada granja y sus condiciones de recursos económicos o financieros, según sea el caso, son las siguientes:

- a. Uso de cal como desinfectante y regulador de pH.
- b. Uso de aireadores.
- c. Recirculación de agua.
- d. Densidad de siembra controlada según las condiciones de manejo.
- e. Sedimentador de entrada.
- f. Incremento de la profundidad de estanques.
- g. Implementación de la técnica del Bío-floc (no recambio de agua).

- h. Uso de probióticos.
- i. Uso de geomembranas.
- j. Tratamiento de agua de entrada.
- k. Período sanitario completo.
- l. Filtros mecánicos y biológicos.
- m. Disminución de densidad de siembra bajo condiciones de manejo son adversas
- n. Manejo de desechos solidos y liquidos adecuados.

## **7. RECOMENDACIONES:**

1. Crear un programa de asistencia técnica a los productores acuícolas, para disminuir el impacto del cambio climático en sus producciones.
2. Fomentar el ordenamiento acuícola para los cultivos de tilapia y camaron, ya que a la fecha algunos productores emplean malas practicas acuícolas, sin que se le de ningún control.
3. Gestionar la facilitación de créditos en la banca para financiar la aplicación de las medidas de adaptación al cambio climático.
4. Desarrollar nuevas tecnologías que permitan mejores producciones y resistentes al cambio climático.
5. Fomentar el trabajo interinstitucional para desarrollar mejores practicas acuícolas resilentes al cambio climático.
6. Desarrollar capacitaciones a los productores acuícolas para el desarrollo de mejores practicas de acuicultura que permita adaptarse a las nuevas condiciones climaticas.

## 8. BIBLIOGRAFÍA

- Centro Agronómico de Investigación y Enseñanza (CATIE) . 2018. Programa Regional de Cambio Climático de USAID & CATIE. Soluciones adaptativas que reducen la vulnerabilidad de los ecosistemas pesqueros y acuícolas ante el cambio climático en los países que conforman la región del SICA. Documento Técnico. Turrialba, CR. 84 p.
- Department of the Interior, U.S. 2018. National Park Service. Fuente: <https://www.nps.gov/goga/learn/nature/climate-change-causes.htm>. Consultado: 31 enero 2019
- De Silva, S.S. y Soto, D. 2009. El cambio y la acuicultura: repercusiones potenciales, adaptación y mitigación. En K. Cochrane, C. De Young, D. Soto y T. Bahri (eds). Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/015/i0994s/i0994s03.pdf> Consultado: 09 de enero de 2019
- FAO. 2012 Consecuencias del cambio climático para la pesca y la acuicultura: visión de conjunto del estado actual de los conocimientos científicos. FAO Documento Técnico de Pesca y Acuicultura, No 530. Roma, FAO. pp. 169-236.
- FAO 2005. Visión general del sector acuícola nacional El Salvador. Disponible en: Disponible en: [http://www.fao.org/fishery/countrysector/naso\\_elsalvador/es](http://www.fao.org/fishery/countrysector/naso_elsalvador/es) Consultado el 14 de enero 2019.
- FAO 2009. La pesca y la acuicultura frente al cambio climático, boletín informativo. Disponible en: <http://www.fao.org/3/a-i1072s.pdf> Consultado: 09 de febrero de 2019
- FIS 2017. Imagen de camarón de cultivo (Foto: BioMar); Disponible en: <https://fis.com/fis/worldnews/worldnews.asp?l=s&id=92027&ndb=1> Consultado: 01 de febrero 2019

- González, E., Norambuena, R., Molina, R. y Thomas, F. (2013) Evaluación de potenciales impactos y reducción de la vulnerabilidad de la acuicultura al cambio climático en Chile – Estudio de caso acuicultura Chile 275. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/274897742>. Consultado: 10 de enero de 2019.
- IPCC, 2013: Glosario [Planton, S. (ed.)]. En: Cambio Climático 2013. Bases físicas. Contribución del Grupo de trabajo I, al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex y P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido y Nueva York, NY, Estados Unidos de América.
- MAG 2015. Estrategia Ambiental de Adaptación y Mitigación al Cambio Climático del Sector Agropecuario, Forestal, pesquero y Acuicola. Ministerio de Agricultura y Ganadería, Dirección General de Ordenamiento Forestal Cuencas y Riego. Disponible en: <http://www.mag.gob.sv/download/estrategia-ambiental-de-adaptacion-y-mitigacion-al-cambio-climatico-del-sector-agropecuario-forestal-pesquero-y-Acuicola/> Consultado el 14 de enero 2019.
- MARN. 2015. El-Salvador-mapa-Division-Politica-Administrativa. Disponible en : <https://elsalvadoreshermoso.com/wp-content/uploads/2012/06/El-Salvador-mapa-Division-Politica-Administrativa.jpg>, Consultado:18 enero 2019.
- Martínez, A. y Bravo, J. 2015. Evaluación de potenciales impactos y reducción de la vulnerabilidad de la pesca y la acuicultura al cambio climático en el Golfo de Fonseca El Salvador, Honduras y Nicaragua, Universidad Centro Americana, Managua, Nicaragua. Disponible en: [repositorio.uca.edu.ni/1108/](http://repositorio.uca.edu.ni/1108/) Consultado: 11 de enero de 2019

- Organización de las Naciones Unidas. 2005. CONVENCIÓN MARCO DE LAS NACIONES UNIDAS SOBRE EL CAMBIO CLIMÁTICO.
- PNUD. 2007. Proyecto Integración de riesgos y oportunidades del cambio climático. Disponible en: [www.pnud.org/sv/2007/component?option=com\\_docman/task.../Itemid,99999999/](http://www.pnud.org/sv/2007/component?option=com_docman/task.../Itemid,99999999/) Consultado: 14 de enero 2018.
- PNUD. 2010. Evaluación del Riesgo Climático del Programa Intersectorial de Seguridad Alimentaria y Nutricional para El Salvador (ISAN) Proyecto Integrar los riesgos y oportunidades del cambio climático en los procesos de desarrollo nacional y programación del SNU María Elena Gutiérrez Febrero de 2010 file:///C:/Users/alvaro.vanegas/Downloads/Evaluacion\_Climatica\_ISAN\_El\_Salvador\_.pdf Consultado: 14 de enero 2018
- PNUD (2009) Evaluación de Riesgo Climático del Marco de Asistencia de las Naciones Unidas para el Desarrollo El Salvador 2007 - 2011 Proyecto Integrar los riesgos y oportunidades del cambio climático en los procesos de desarrollo nacional y programación del SNU María Elena Gutierrez y Maria Paz Cigarán \* Septiembre 2009 file:///C:/Users/alvaro.vanegas/Downloads/Evaluaci%C3%B3n\_Climatica\_UNDAF\_El\_Salvador\_.pdf. Consultado: 14 de enero 2018
- PNUD. 2009. Evaluación climática del Marco de Asistencia de las Naciones Unidas para el Desarrollo El Salvador 2007 – 2011 Resumen Ejecutivo Maria Paz Cigarán, María Elena Gutierrez1 y Melibea Gallo. file:///C:/Users/alvaro.vanegas/Downloads/Resumen\_evaluaci%C3%B3n\_climatica\_UNDAF\_El\_Salvador\_.pdf. Consultado: 14 de enero 2018.
- PORTAL TERMINOLÓGICO DE LA FAO. 2009. Organización de la Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Disponible en: <http://www.fao.org/faoterm/es/?defaultCollId=4>. Consultado: 12 de enero de 2019

- TANGEMEX (2014) Imagen de estanque de geomembrana en la portada.  
<http://www.tangemex.com.mx/pdf/2014/PRECIOS%20TANQUES%20SIN%20INSTALACION%20JUNIO-2014%20PESOS.pdf>. Consultado:01 febrero 2019