

# Aportes de la ciencia y tecnología para el mejoramiento del medio ambiente en El Salvador

Contributions of science and technology for the improvement of the environment in El Salvador



DOI: <https://doi.org/10.5377/entorno.v0i68.8456>  
URI: <http://hdl.handle.net/11298/1136>

Carlos Felipe Osegueda<sup>1</sup>  
carlos.osegueda@utec.edu.sv

Miguel Ángel Hernández-Vásquez<sup>2</sup>  
miguelangeles79@gmail.com

Heisel Gabriela Cáliz-Saravia<sup>3</sup>

Mélida Carolina Escobar-Hernández<sup>4</sup>

Diana Carolina Flores-Ramírez<sup>5</sup>

Jennifer Lisseth López-Echeverría<sup>6</sup>

Katherine Saraí Molina-Hidalgo<sup>7</sup>

Wendy Arely Palacios-Mejía<sup>8</sup>

Leslie Naomi Rodríguez-Hidalgo<sup>9</sup>

Jocelyn Ivette Sánchez-Menjívar<sup>10</sup>

Ligia Noely Trejo-Martínez<sup>11</sup>

ORCID: 0000-0002-7003-1043

Recibido: 2 de abril 2019

Aprobado: 22 de Junio 2019

## Resumen

Los factores antropogénicos han generado una alteración al medio ambiente provocando el calentamiento global. En ese sentido, la ciencia y tecnología es pieza clave en la preservación del medio ambiente, creando nuevas tecnologías amigables con los diferentes ecosistemas del planeta Tierra.

Como antecedente histórico en el 1997 se crea el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales mejor conocido como MARN, evocando el artículo 30 de la ley del medio

## Abstract

Since the anthropogenic factors have generated an alteration to the environment, hence causing global warming, science and technology—in this sense— are key pieces in the preservation of the environment by creating new and friendly technologies with the different ecosystems of planet Earth.

As part of the historical background, the *Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales*-MARN (Ministry of the Environment and Natural Resources) was

1 Profesor titular de la asignatura de Realidad Nacional, Utec.

2 Estudiante egresado de antropología e instructor Realidad Nacional

3 Estudiante Licenciatura en Comunicaciones

4 Estudiante Licenciatura en Psicología

5 Estudiante Licenciatura en Psicología

6 Estudiante Licenciatura Comunicaciones

7 Licenciatura en Administración de Empresas Turísticas

8 Estudiante Licenciatura en Comunicaciones

9 Estudiante Licenciatura en Comunicaciones con énfasis en idioma inglés

10 Estudiante Licenciatura en Comunicaciones

11 Estudiante Licenciatura en Psicología

ambiente, dicha institución junto a instituciones afines, deben de recopilar, actualizar y publicar la información enfocada a la vulnerabilidad ambiental. Para contrastar los basamentos teóricos, conceptuales, históricos y referenciales, se definió el método cualitativo, retomando la técnica de la entrevista guiada dirigida e expertos en proyectos ambientales en El Salvador.

### **Palabras clave**

Gestión ambiental - El Salvador. Protección del medio ambiente. Desarrollo sostenible - El Salvador. Biotecnología. Ecología - El Salvador. Tecnología ambiental - El Salvador.

created in 1997. Based on Article 30 of the Law for the Environment, said institution—along with similar ones—must collect, update and publish all information that focuses on environmental vulnerability. With the purpose of contrasting the referential, historical, conceptual and theoretical bases, this study used the qualitative method and conducted guided interviews with experts in environmental projects in El Salvador.

### **Keywords**

Environmental management – El Salvador. Protection to the environment. Sustainable development – El Salvador. Biotechnology. Ecology – El Salvador. Environmental technology – El Salvador.

## **Teorías ambientalistas**

Existen diferentes posturas en torno al medio ambiente. Una de ellas es la preservacionista, que se centra en la preservación integral de la biosfera: ningún aspecto constitutivo de la biosfera debe ser tocado por las actividades del hombre. Salvo en caso de emergencia, el hombre no tiene ningún derecho sobre los recursos naturales. Al contrario, los elementos naturales tienen derechos que el hombre debe respetar. “Las consideraciones éticas se extienden así a la naturaleza entera y valen para siempre. Este enfoque corresponde principalmente a la posición llamada *ecología profunda*” (Corona, 2000).

### **La ecología profunda**

La filosofía, como base fundamental de la construcción del pensamiento humano, está presente en las diferentes etapas de la vida del ser humano. En consonancia con esto, se presenta el siguiente atestado teórico:

La ecología profunda es una corriente filosófica. La complicada cuestión de cómo las sociedades industriales pueden incrementar la producción de energía con consecuencias menos dañinas es generalmente un desperdicio de tiempo si este incremento carece de sentido para las comunidades que habitan los territorios, tanto humanas como no humanas (Rozzi, 2007).

Cuando se argumenta desde premisas ecológicamente profundas, la mayoría de las soluciones tecnológicas que se puedan proponer, como el uso de centrales hidroeléctricas, termoeléctricas, minas a tajo abierto, pesca de arrastre, tala rasa, *fracking* (Rozzi, 2007) y otros medios de extracción de recursos o producción energética, no necesitan ni siquiera ser discutidas.

Por su parte, la postura conservacionista (Corona, 2000), que ve en los recursos y en los problemas del ambiente una restricción para el crecimiento económico (Corona, 2000), sugiere que este deberá detenerse de buen grado o por la fuerza. Se trata de un punto de vista antropocéntrico (Corona, 2000) distinto, por consecuencia, a la primera corriente. Igualmente se diferencia de la segunda posición por su preocupación por mantener una base de recursos naturales. “Las consideraciones éticas intergeneracionales dominan netamente a las preocupaciones intrageneracionales y conducen a sacrificar el crecimiento presente en aras del beneficio de las generaciones futuras” (Corona, 2000).

La cuarta posición ve en los recursos, y en los problemas del medio ambiente, una severa restricción al crecimiento económico, pero al mismo tiempo estima que es posible un compromiso, con el auxilio de una definición adecuada de las restricciones que deberán respetarse y de un uso hábil de los instrumentos económicos de estímulo. Aquí se encuentran los

más fervientes partidarios del desarrollo sustentable. Las consideraciones éticas intrageneracionales e intergeneracionales se toman en cuenta de manera

equilibrada. Propugnan no sacrificar el desarrollo actual sino cambiar sus características para permitir un desarrollo durable (Corona, 2000).

**Figura 1. Tomada del libro *Ecología superficial y profunda: Filosofía ecológica*, escrito por Ricardo Rozzi en el año 2007**

Ecología superficial	Ecología profunda
Procura soluciones puramente técnicas	Explora soluciones técnicas y políticas, procura justicia social y una ética ecológica
Procura soluciones puramente técnicas No cuestiona el statu quo o modelo de vida dominante de la sociedad industrial.	Cuestiona el estilo de vida empobrecido, hacinado, competitivo, con énfasis en el individuo que desvincula a los seres humanos entre sí, y lo desvincula de sus relaciones con otros seres. El problema no es puramente ambiental ("fuera de nosotros"), sino fundamentalmente cultural.
Se inspira en el principio de exclusión y competencia, o "yo", justifica el aniquilamiento de tribus o culturas tanto como el de focas y ballenas, promoviendo en consecuencia una homogeneización biológica y cultural, donde se expanden unas pocas especies biológicas y culturas favorecidas.	Se inspira en el principio de exclusión y colaboración "yo y tú" o "vive y deja vivir", que favorece la diversidad de "modos de vida humana, culturas, ocupaciones, economías" y de especies biológicas.
Enfatiza las nociones de "lucha por la supervivencia" y "supervivencia del más apto"	Enfatiza la capacidad de coexistir y cooperar en interrelaciones complejas.
Promueve relaciones del tipo amo-esclavo que resultan en la sobreexplotación y supresión de otras especies biológicas humanas.	Favorece la conciencia de relaciones de interdependencia con respeto por otras especies biológicas y diversos grupos humanos.
Objetivo central: la salud y la vida opulenta de los habitantes de los países desarrollados	Objetivo central: cambio de percepción, políticas y valores ambientales

Fuente: *Ecología superficial y profunda: Filosofía ecológica* (Ricardo Rozzi, 2007).

En la tabla anterior se compara lo que sería una ecología superficial, basada solo en cambios tecnológicos, con una ecología profunda, que conllevaría cambios políticos y económicos basados en fundamentos filosóficos (Rozzi, 2007).

Sin embargo, al analizar la tabla de Rozzi, se observa que la ecología superficial se caracteriza por un exagerado optimismo tecnológico; no plantea soluciones sociales; mantiene las relaciones de dominio entre los países europeos, norteamericanos y el resto del mundo, así como entre el humano y otras especies. Además, la ecología superficial sustenta el principio de competencia que impera en el capitalismo. Por su parte, el movimiento de ecología profunda cuestiona el despilfarro y la competencia, haciendo énfasis en el valor de la colaboración; busca un

cambio político y económico, donde el progreso no se mida en cifras económicas, sino en bienestar humano y ecosistémico (Rozzi, 2007).

### La tecnología ambiental

En la actualidad, la tecnología permite diseñar dispositivos para prevenir, controlar y restaurar el daño ambiental generado por el crecimiento del quehacer humano, permitiendo disminuir las emisiones contaminantes y lograr que lo que no es sustentable lo sea, para tener un mundo que heredar a las futuras generaciones (Smith & Enger, 2006). "Las tecnologías ambientales son un grupo de técnicas empleadas de forma continua para la disminución de la contaminación de los ecosistemas, disminuyéndolas

repercusiones sobre las personas y los ecosistemas en general” (Castañeda, 2018).

### La biotecnología en El Salvador

La biotecnología tiene como objetivo promover el bienestar de la humanidad y satisfacer las necesidades críticas de alimentación, agricultura y combate a los efectos negativos del cambio climático. Asimismo, busca proteger la salud y el medio ambiente (MARN, 2013). Siendo un acuerdo internacional, tiene como objetivo garantizar que el movimiento transfronterizo de organismos vivos, modificados gracias a la biotecnología moderna, se haga en condiciones seguras, para la conservación del medio ambiente. Por ello, en El Salvador se busca fortalecer las capacidades para que dicho movimiento se realice de la mejor manera.

El Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN) desarrolló el proyecto “Contribución al uso seguro de la biotecnología en El Salvador”, el cual inició en el año 2010 y finalizó en diciembre del 2014; y cuenta con la participación de instituciones relevantes en el tema de la biotecnología, como los ministerios de Agricultura y Ganadería y de Salud Pública y Asistencia Social (MARN, 2013).

### Biocombustible en El Salvador

Son sustancias energéticas de origen biológico obtenidas de manera renovable a partir de material vegetativo y restos orgánicos, los cuales son utilizados como combustible. Algunos de los campos en que se aplica el biocombustible son: producción de electricidad, transporte y motores móviles, gas de cocina y calefacción, siendo los más comunes el etanol, biodiesel y el biogás (CNE, 2014).

En El Salvador, una de las formas en los que se produce el biocombustible es a partir de la caña de azúcar, para la generación de bioetanol, y de tempate e higuerrillo, para la generación de biodiesel (MARN, 2013).

### Biomasa en El Salvador

La caña de azúcar es el mejor recurso agrícola al que se le puede sacar provecho y generar energía a partir del bagazo. También se aprovecha el biogás proveniente de un relleno sanitario ubicado en Nejapa, una planta generadora de electricidad, el cual recibe los desechos sólidos municipal del área metropolitana de San Salvador (CNE, 2017).

**Figura 2. Datos de biomasa proveniente del bagazo de caña de azúcar**

Capacidad instalada de la biomasa proveniente del bagazo de caña de azúcar				
Año	CASSA (MW)	El Ángel (MW)	La Cabaña (MW)	TOTAL (MW)
2003	20	n. d.	n. d.	20
2004	20	n. d.	n. d.	20
2005	25	n. d.	n. d.	25
2006	29	n. d.	n. d.	29
2007	60	n. d.	n. d.	60
2008	60	22.5	21	103.5
2009	60	22.5	21	103.5
2010	50	22.5	21	93.5
2011	50.0 Central Izalco	22.5	21	109.5

Fuente: tomada de <https://www.cne.gob.sv>

**Figura 3. Recorrido de la vicepresidencia de la República en Planta de Biomasa de Hanesbrand, ubicada en San Juan Opico**



Fuente: imagen tomada de <http://www.vicepresidencia.gob.sv/recorrido-en-planta-de-biomasa-de-hanesbrand/>

### Metodología de la investigación

El primer paso en todo proceso de investigación inicia con la consulta de fondos documentales, entre ellos libros, artículos e informes, tanto digitales como impresos. Así comenzó el estudio de este tema, de tal manera que los resultados obtenidos fueran relevantes para la obtención de conclusiones y recomendaciones.

La investigación se ha realizado con el método cualitativo, usando la técnica documental para obtener una recolección de información mediante la observación. Con eso se logró definir los instrumentos y así contrastar los postulados de varios autores a través de documentos escritos, que permiten conocer claramente los aportes de la ciencia y la tecnología al medio ambiente salvadoreño; todo esto en consonancia con las leyes impuestas, para que se respeten y se cumplan de la mejor manera los proyectos destinados a mejorar el medio ambiente en El Salvador.

Mediante el método cualitativo, se logra hacer una observación para construir nuevos conocimientos; con detalle se describen

las nuevas ideas u organizaciones que están aportando para el beneficio del medio ambiente, comprendiendo lo importante que es cada uno de estos aportes para el ser humano y el medio ambiente.

Para conocer algunos puntos importantes sobre el tema asignado, se usó la técnica de la entrevista guiada con personas que integran el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN), en las que se dieron a conocer puntos importantes y opiniones de representantes que integran organizaciones como el Fondo Ambiental de el Salvador y la Evaluación Ambiental Estratégica, que contribuyen para la conservación del medio ambiente y la adaptación al cambio climático.

La técnica de la entrevista permitió conocer ampliamente sobre el quehacer de las organizaciones que se dedican al medio ambiente, siendo parte de estas MARN, como la institución que pone en vigor las leyes de medio ambiente en El Salvador.

**Figura 4. Equipo investigador en las instalaciones del Fondo de Inversión Ambiental de El Salvador (Fiaes).**



Cortesía de Ligia Noely Trejo Martínez del equipo investigador, tomada el día miércoles 16 de mayo en las instalaciones de Fiaes.

## Discusión de los resultados

### La ciencia y la tecnología a favor del medio ambiente salvadoreño

En la historia de la humanidad, la invención del ser humano en torno a la modificación de los ecosistemas terrestres y marinos ha provocado una alteración a su entorno ecológico, el cual en las últimas décadas ha incrementado el calentamiento global, la alteración del clima, provocando procesos la desertificación de zonas geográficas que son propicias para el cultivo y, por ende, para la obtención de alimentos, reflejándose esta crisis en la seguridad alimentaria de los pueblos alrededor del mundo.

Por estas y otras consecuencias de alteración a la vida en el planeta tierra, la ciencia y la tecnología ha cambiado sus paradigmas en torno a sus objetos y sujetos de estudio. En esa dinámica es importante revisar el quehacer de las instituciones que definen sus ejes de trabajo en relación con

el medio ambiente, retomando el siguiente aporte de una entrevista guiada:

El Salvador tiene una Política Nacional de Ciencia y Tecnología, que es ejecutada por el Viceministerio de Ciencia y Tecnología del Mined. En el marco de esta política, el MARN forma parte importante, dado el uso y desarrollo científico y tecnológico requerido en el marco de la implementación de las leyes, políticas y programas relacionados con el medio ambiente, para el conocimiento de su estado, protección y mejoramiento. (Molina, 2018).

El Salvador está involucrado en ciertos proyectos de ciencia y tecnología para el mejoramiento del medio ambiente, en los que se denotan a ciertas instituciones del gobierno trabajando a favor, teniendo una política de leyes y programas que ayudan a mejorar el medio ambiente; y forman alianzas con universidades para crear y apoyar proyectos para la protección y el mejoramiento del medio ambiente.

**Figura 5. Desarrollo de entrevista guiada con la participación de Mariano Pacas, de la Gerencia Técnica de Fiaes,**



Entrevistadora Heisel Gabriela Cáliz Saravia. Fotografía tomada por Ligia Noely Trejo Martínez el día miércoles 16 de mayo, en las instalaciones de Fiaes.

En este punto, se destaca el aporte de uno de los expertos en el tema:

Bueno, la ciencia y la tecnología pueden ser básicas para todo proceso, tanto ambiental como social. Por ejemplo, nosotros, en el tema ambiental, sí hablamos de tecnologías. Hay tecnologías solares para reducir el consumo de leña, de combustibles y todo eso. Entonces, es básica la tecnología para el tema ambiental. Nosotros, por ejemplo, en el caso Fiaes, financió un proyecto con la Universidad Don Bosco (UDB) sobre el concentrado en solares es parte de la red tecnológica para, digamos, contribuir al tema ambiental, que son formas de generar energía que no sea contaminante. (Pacas, 2018).

Las energías renovables, son una fuente inagotable de energía. Dado que El Salvador tiene solo dos periodos climáticos: seco y lluvioso, se puede aprovechar la energía solar y eólica para sustituir, gradualmente, el consumo de energía hidroeléctrica, la cual ha generado una alteración y la extinción de ecosistemas del territorio salvadoreño, elevando las temperaturas durante el día y la noche en las zonas geográficas donde se han construido las represas hidroeléctricas.

**Figura 6. Planta fotovoltaica Providencia Solar 1, ubicada en la carretera hacia la Costa del Sol, en El Rosario, La Paz. La empresa francesa Neoen, desarrolladora e inversionista del proyecto, asegura que será la planta solar más grande en nuestro país y Centroamérica.**



Fuente: Imagen tomada <http://www.elsalvador.com/noticias/negocios/210756/la-mayor-planta-solar-del-pais-inicia-operaciones-en-pocos-meses/>

### **Contribuciones de la ciencia y la tecnología en torno a la resiliencia ambiental salvadoreña**

La resiliencia ambiental es un tema muy importante, ya que indica la capacidad del medio ambiente para absorber perturbaciones sin que se alteren su funcionalidad, logrando regresar a su estado original una vez que la perturbación ha terminado. Al involucrar a la ciencia y a la tecnología, es más fácil que las zonas afectadas regresen a su estado por la razón de que en este tema hay grandes avances, que pueden intervenir y apresurar esta recuperación ambiental.

El medio ambiente tiene perturbaciones tanto antropogénicas (hechas por el hombre) como naturales (como los huracanes, incendios forestales, etc.). El uso de la ciencia y la tecnología es vital, tanto para conocer el pasado como el presente y poder influir sobre los cambios que pueden provocarse en los ecosistemas de seguir con el ritmo de vida actual de las sociedades (Molina, 2018).

**Figura 7. Desarrollo de entrevista guiada con la participación del maestro Giovanni Molina, gerente de Sistemas de Información Geoambiental del MARN.**



Entrevistadora: Heisel Gabriela Cáliz Saravia. Fotografía tomada por Ligia Noely Trejo Martínez el día miércoles 16 de mayo, en las instalaciones del MARN).

La ciencia y la tecnología son muy importantes, y día con día van mejorando, lo cual facilita su uso para bienestar del medio ambiente, pudiendo retroceder al pasado y observar los acontecimientos para compararlos con el presente y prevenir algunos hechos en el futuro, usando la tecnología para los diferentes ámbitos del medio ambiente, como el clima y la conservación animal.

Hay muchas formas en que la ciencia y la tecnología pueden aportar a la resiliencia ambiental. En el caso nuestro, digamos, muchas de las investigaciones y estudios que hacemos van con esos fines, de buscar en primer lugar si estamos hablando de especies, de, en este caso, especies de animales. Toda la investigación va en cómo conservar y mejorar los hábitats de estas especies. Por ejemplo, nosotros desarrollamos mucha tecnología que, aunque no está dentro de los parámetros tal vez de como se mide lo tecnológico, es una tecnología apropiada que da, solventa otros temas y contribuye al medio ambiente. Por ejemplo, la tecnología de producción orgánica que reduce el consumo de agroquímicos; que está contribuyendo al medio ambiente. Otra tecnología básica que estamos implementando hoy es de repoblación, por ejemplo,

con manglares. Es una tecnología que nosotros hemos adoptado a través de experiencia; también de otros países. Pero sí son formas de contribuir al medio ambiente (Pacas, 2018).

#### **Principales avances de la ciencia y la tecnología en torno a la resiliencia ambiental salvadoreña**

Los avances de la ciencia y la tecnología para el medio ambiente salvadoreño se están notando en sus diferentes áreas, ya sea en el clima, en los ecosistemas, terrenos húmedos, el agua, etc., donde estos sirven para ir avanzando en cuanto al mejoramiento y la preservación del medio ambiente, mediante el monitoreo, y así evitar desastres naturales. Teniendo protagonismo de estos avances, diferentes instituciones medioambientales del país, como lo es el MARN:

Hay muchos en temas muy variados. Por ejemplo, el mejoramiento de las redes de monitoreo del clima, el agua y el suelo para conocer tanto su estado actual como los cambios que se producen ante perturbaciones (naturales o no) y también en el alertamiento temprano y oportuno, cuando estas alteraciones pueden afectar a la población. También hay uso de tecnología en el

mejoramiento de los conocimientos en biodiversidad, ecosistemas, humedales, áreas protegidas, etc. El MARN implementa diferentes programas en los que se hace uso extensivo de ciencia y tecnología, tales como el Programa de Restauración de Ecosistemas, Manejo y

Mejoramiento de Humedales Críticos; el Programa de Mitigación basado en Adaptación, mediante el cual se han actualizado diferentes capas de información haciendo uso de sensores remotos y técnicas de campo (Molina, 2018).

**Figura 8. Desarrollo de entrevista guiada con la participación del maestro Giovanni Molina, gerente de Sistemas de Información Geoambiental del MARN.**



Entrevistadora: Heisel Gabriela Cáliz Saravia. Fotografía tomada por Ligia Noely Trejo Martínez el día miércoles 16 de mayo, en las instalaciones del MARN.

El Salvador cuenta con diferentes instituciones que trabajan a favor del medio ambiente; cada una de ellas aporta en ciencia y tecnología, pero no en todas las áreas ambientales. Algunas instituciones se especializan solamente en un área o en dos. En la declaración anterior denotamos que la mayoría de avances tecnológicos del MARN están mayormente relacionados con el clima, aunque también abarcan la vida silvestre y otras áreas como el agua, usando su tecnología para alertar a la población de los hechos que están ocurriendo. Por otro lado, está el Fondo de Inversión Ambiental de El Salvador (Fiaes), que declara lo siguiente:

Fiaes hace el aporte tecnológico para la restauración tanto para los ecosistemas, así como para la tecnología que ayuda a minimizar a los impactos negativos, el cambio climático, por ejemplo. Si estamos haciendo sistemas agroforestales en áreas degradadas, son los suelos que están bastante secos, donde se construyen

reservorios, se practican técnicas de siembra que sean más adecuadas para evitar las sequías; se busca incorporar especies más resistentes. También, en este caso, hacer biodigestores lo hemos apoyado y todo lo que vaya a contribuir para buscar la resiliencia al cambio climático. En el caso de la conservación de la tortuga por nosotros, hemos venido como desarrollando experiencias que nos han permitido adaptarnos ante cambio climático. Por ejemplo, anteriormente hacíamos corrales por incubación a la orilla de la playa. Hoy debemos levantarlos a un nivel bien afuera; ponerlos casi a un nivel de 60 metros de alto porque las mareas están cambiando, y a veces eso daña los corrales y se pierde la incubación, que se va adaptando a todas las situaciones ante el cambio climático, o sea, que es dando respuesta, aunque sea muy pequeña, con pequeños cambios, pero ya adaptado ante el cambio climático (Pacas, 2018).

Figura 9. Esquema de un biodigestor.



Imagen tomada de <http://sv.clasificados.com/biodigestores-autolimpiables-55861.html>

### Desafíos de la sociedad salvadoreña en torno al medio ambiente y su relación con el progreso científico y tecnológico

El progreso científico y tecnológico debe de estar al servicio de la población más necesitada. Dentro del sistema capitalista dependiente, como es el caso salvadoreño, los desafíos entre el desarrollo sustentable y sostenible se riñe con la agenda mercantilista de la gran empresa constructora o de los complejos industriales. Sin embargo, los organismos cooperantes aportan alternativas ante la vulnerabilidad ecológica, tal como se describe a continuación:

Los desafíos van en varios ámbitos. Tienen que ver con la parte científica y tecnológica. El desarrollo de aquellas herramientas científicas y tecnológicas que nos permitan garantizar la vida del ser humano y vivir en armonía con la naturaleza. Eso pasa por muchas técnicas y ciencias en diferentes ámbitos. Nosotros, en el observatorio, desarrollamos ciencia y tecnología para monitorear el estado de los recursos naturales a través de sensores remotos. Por ejemplo, tenemos drones; estamos en asocio con otros gobiernos para uso de imágenes de satélite; hemos

hecho levantamiento de imágenes con sistemas aerotransportados, etc. (Molina, 2018).

El MARN le está apostando a la educación como uno de los grandes desafíos, ya que consideran que es necesario que desde la niñez se comprenda qué son los desastres naturales y se sepa qué hacer en caso de que se presenten. También plantean que otro desafío es el involucrarse en los organismos internacionales que están a favor del medio ambiente para poder reducir los factores que interfieren en el cambio climático.

Toda la investigación científica y tecnológica que se da, debe de tener en el centro el tema ambiental. Usted, si va a desarrollar o determinada tecnología, si no considera el tema ambiental, eso será un impacto negativo. Por ejemplo, como yo les decía, es fácil la producción de plástico, ¿no?, que la misma industria ha promovido, y se clasifica; pero eso es un deterioro para nuestro ecosistema. Digamos que la tecnología que va ya en incursión de utilizar energía limpia sería lo más indicado, principalmente la solar. Hoy se están desarrollando varios proyectos de energía solar que nos ayudan y que también nos hace

más responsables en el consumo nuestro, porque estamos en un consumo muy acelerado que deteriora los recursos. ¿Saben ustedes que se necesitan 220 árboles por cada persona, para respirar? El agua que generan ellos para cocinar los alimentos, la

madera, la leña, todo lo que consumimos como personas; necesitamos esa cantidad. Y si no estamos contribuyendo a la recuperación o restauración del ecosistema... Bueno, los víveres se están agotando. (Pacas, 2018).

**Figura 10. Desarrollo de entrevista guiada con la participación de Mariano Pacas, de la Gerencia Técnica del Fiaes.**



Entrevistadora: Heisel Gabriela Cáliz Saravia. Fotografía tomada por Ligia Noely Trejo Martínez el día miércoles 16 de mayo, en las instalaciones de Fiaes.

Para el Fiaes, un desafío que considera que se debería de implementar con los salvadoreños es la plantación de árboles. Como lo menciona el experto, por cada persona es necesario plantar como mínimo 220 árboles para compensar el aire que se respira del medio ambiente, cosa que no se está haciendo; y en vez de plantar, se están talando árboles en gran cantidad para mejorar las vías de comunicación.

En consonancia con la restauración de los ecosistemas y las cuencas hidrográficas de El Salvador, el "Proyecto Vida" tiene esa finalidad: revertir los daños y las alteraciones causadas al medio ambiente del país en las zonas geográficas deprimidas por las presas hidroeléctricas, tal como comentó en una comunicación personal el antropólogo e investigador Miguel Hernández de la Universidad Tecnológica de El Salvador (Utec), quien conoció de cerca dicho proyecto por una consultoría realizada para dicha autónoma estatal.

**Figura 11. “Proyecto Vida”, del Grupo CEL, para mejorar las condiciones ambientales, económicas y sociales de la gente que vive en sus zonas de influencia. El gran reto es superar la exclusión económica y social, generadora de desigualdad social, en las zonas deprimidas por las represas hidroeléctricas.**



Imagen tomada de <https://www.cel.gob.sv/proyecto-vida-un-mejor-pais-un-arbol-a-la-vez/>

## Conclusiones

A través de la investigación, como equipo investigador, se llegó a las siguientes conclusiones:

- Los aportes de la ciencia y la tecnología, en El Salvador, se vienen dando desde varios años atrás, con aportes como la biotecnología, biomasa, biocombustibles, geotermia, energía renovable con paneles solares, teniendo también avances tecnológicos para los cultivos y las hortalizas, el clima, la preservación de ecosistemas y creando leyes para la energía renovable.
- Mediante el desarrollo de la entrevista guiada a los informantes clave de Fiaes y MARN, se verificó una limitación teórica en lo referente al manejo de las teorías ambientales, que buscan un equilibrio entre el ser humano y el medio ambiente a través de la puesta en práctica de la tecnología y, por ende, de la ciencia.
- La educación salvadoreña está involucrada en la ciencia y la tecnología ambiental mediante el abordaje de las leyes y políticas ambientales nacionales, lo cual es posible solo a través de los procesos de investigación. En ese sentido, las universidades juegan un papel vital en la educación superior, impactando positivamente por medio de la responsabilidad social universitaria. Ejemplo de ello es la utilización de la energía fotovoltaica o solar en las instalaciones de los centros de estudios de educación superior, tal es el caso de la UDB.
- La ciencia y la tecnología ambiental permiten, hoy en día, reconocer el pasado negativo de la especie humana, reflejada en los factores antropogénicos, los cuales son analizados desde el presente para revertir dicha alteración negativa en los diferentes ecosistemas. Al mismo tiempo, se puede influir en los cambios graduales positivos de los ecosistemas con un enfoque sustentable y sostenible para asegurar el futuro a las nuevas generaciones.

## Referencias.

- Castañeda, W. (2018). *Tecnologías ambientales* [versión de Adobe Acrobat Reader]. Recuperado de [www.industriaelsalvador.com/.../Tecnologías%20Ambientales%20WC%20ASI.pdf](http://www.industriaelsalvador.com/.../Tecnologías%20Ambientales%20WC%20ASI.pdf)
- CNE. (2017). *Consejo Nacional de Energía*. Recuperado de <http://www.cne.gob.sv>
- Corona Rentería, A. (2000). *Economía ecológica: Una metodología para la sustentabilidad*. Ciudad de México, México: Universidad Autónoma de México.
- MARN. (2013). *Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales*. Recuperado de <http://www.marn.gob.sv>
- MARN. (2013). *Seguridad de la biotecnología en El Salvador*. Recuperado de <http://www.marn.gob.sv/seguridad-de-la-biotecnologia-el-salvador/>
- Reve. (2014). *El Salvador desarrollará proyectos de energías renovables, eólica y energía solar en 2015*. Recuperado de <https://www.evwind.com/2014/12/28/el-salvador-desarrollara-proyectos-de-energias-renovables-eolica-y-energia-solar-en-2015/>
- Rozzi, R. (2007). Ecología superficial y profunda: Filosofía ecológica. *Revista Ambiente y Desarrollo*, 23(1), 102-105.
- Smith, B. F., y Enger, E. D. (2006). *Ciencia ambiental: Un estudio de interrelaciones* (10a Ed.). Ciudad de Mexico, México: Mc Graw Hill.