



Figura 5. Consumo de agave para producción de tequila, por categoría, de 2011-2020.

Fuente: Consejo Regulador del Tequila, 2021.

El incremento de la producción en los últimos años obedece a la inyección de capital extranjero, principalmente de Estados Unidos y Europa, aumentando la comercialización de tequila a nivel mundial, y el reconocimiento de la bebida en países con un alto potencial de consumo como son China y Rusia (Perez-Souza, 2013). Para el 2021, el CRT reporta 146 productores, 1471 marcas de tequila para uso nacional y 293 marcas para uso internacional.

La industria del tequila es un factor innegable de importancia económica, indicadores del auge de esta actividad lo representa el aporte de la industria tequilera y mezcales, en el apartado de bebidas alcohólicas, al producto interno bruto nacional con una aportación del 18.6 % (INEGI, 2019), el crecimiento ha sido exponencial, el valor total de las exportaciones de tequila en el año 2019 alcanzó los 1874 millones de dólares (IEG, 2020) aprovechando el posicionamiento en los mercados de bebidas a nivel mundial, los empleos directos favorecen alrededor de 70,000 familias (Forbes, 2020), en el año de 2020 rompió la marca de producir más de un millón de litros de tequila diariamente en promedio y con un crecimiento importante no sólo en consumo sino también en plantas en proceso de cultivo (Forbes, 2020), actualmente son 157 municipios con plantaciones de agave tequilana Weber variedad azul (CRT, 2019). El apartado económico luce prometedor a corto y mediano plazo, su desempeño ha

sido ascendente en los últimos 7 años, y no se ha visto afectada a nivel producción por la pandemia de COVID-19 (Romo, 2021), sin embargo, en cuestiones comerciales las empresas perjudicadas son las PYMES por su limitada capacidad de venta y de financiamiento debido a una poca cooperación del gremio (CRT, 2019).

Sustentabilidad ambiental

El cultivo del agave puede tener diversas configuraciones. Las parcelas pueden prácticamente ajustarse a cualquier arreglo con distancias entre plantas y entre surcos que van de 0.90 m a 3.00 m. Por motivos de mantenimiento, es muy común utilizar arreglos de 0.90 m de distancia entre plantas y 2.70 m de distancia entre surcos, esto da un aproximado de 4115 plantas por hectárea (Rendón-Salcido y col., 2011).

En la Tabla 2 se muestra el histórico de plantas de agave registradas en el CRT de 2016 a 2019 y las hectáreas estimadas que requieren dichas plantaciones. Cabe señalar que estas hectáreas generalmente proceden de zonas forestales que no son protegidas adecuadamente (Herrera, 2020).

Tabla 4. Hectáreas ocupadas para el cultivo de Agave

Año	Plantas de agave registradas	Hectáreas ocupadas
2016	88.1	21409
2017	127.1	30887
2018	152.7	37108
2019	194.4	47242

Fuente: Consejo Regulador del Tequila, 2021.

Dado que hay dos categorías de tequila, es necesario diferenciar el impacto ambiental de cada una, por ello, en la Tabla 3 se indican los insumos y los residuos para la producción de 1 litro de tequila 100% de agave y en la Tabla 4 para 1 litro de tequila y en la Tabla 5 la estimación de residuos de la industria tequilera del último año.

Tabla 5. Insumos y residuos involucrados en la producción de 1 litro de tequila 100% de Agave

Insumos	Residuos
4.7 kg agave	4.0 kg de hoja de agave
8 L agua	1.4 kg de bagazo de agave
	7-10 L vinaza
	3.0 Kg de CO ₂ e

Fuente: Consejo Regulador del Tequila, 2021.

Tabla 6. Insumos y residuos involucrados en la producción de 1 litro de tequila

Insumos	Residuos
2.4 kg agave	2.0 kg de hoja de agave
12 L agua	0.7 kg de bagazo de agave
0.52 kg otros azúcares	7-10 L vinaza
	3.0 Kg de CO ₂ e

Fuente: Consejo Regulador del Tequila, 2021.

Tabla 7. Estimación de residuos generados por la industria tequilera en 2020

Parámetro	Residuos Tequila 100% agave	Residuos Tequila	Residuos Totales
Hoja de agave (10 ⁶ kg)	913.2	291.2	1204.4
Bagazo de agave (10 ⁶ kg)	319.6	101.9	421.5
Vinaza tequilera (10 ⁶ L)	2283.0	1456.0	3739.0
CO ₂ e (10 ⁶ kg)	684.9	436.8	1121.7

Fuente: Consejo Regulador del Tequila, 2021.

En cuanto a la cadena de suministro, ésta puede considerarse desde la preparación del suelo y los hijuelos de agave, pasando por el crecimiento y maduración de las plantas de agave, la jima, el procesamiento para transformar el

agave en tequila y la distribución hasta su consumo. En la Figura 5 se muestra la cadena de suministro de manera general, tomado del documento “Estrategia de sustentabilidad de la Cadena Agave-Tequila” (CRT, 2016).

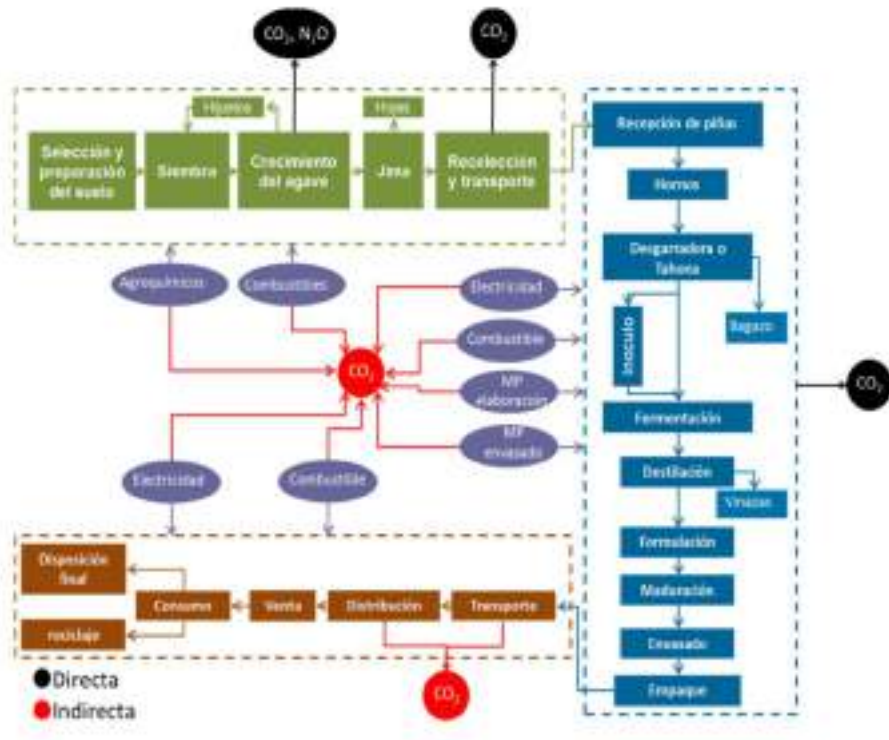


Figura 6. Análisis del ciclo de vida de la cadena productiva agave-tequila.

Fuente: Consejo Regulador del Tequila, 2016.

De acuerdo con Luis Herrera (2020), la industria tequilera, además de haber arrasado con grandes extensiones forestales de Jalisco, contribuye al cambio climático con la emisión anual de toneladas de CO_2e (dióxido de carbono equivalente, unidad con la que se miden los GEI, Gases de Efecto Invernadero); el dato actualizado alcanza los 1.12 millones de toneladas de CO_2e . Los impactos ambientales que provoca la expansión de la industria tequilera incluyen también la desaparición de grandes extensiones de bosques y selvas arrasadas, y la descarga de desechos en cuerpos de agua.

Considerando los datos del Consejo Regulador del Tequila en el documento “Estrategia de sustentabilidad cadena agave-tequila” (CRT, 2016), se realizó la

estimación de las emisiones por esta industria en 2014, utilizando como factor de emisión el reportado: 3.0 kg CO₂e / litro de tequila 40% A.V. producido, ver Figura 6.



Figura 7. Emisión de gases de efecto invernadero por litro de tequila 40% A.V. producido.

Fuente: Consejo Regulador del Tequila, 2016.

A pesar de que el Paisaje Agavero fue declarado Patrimonio de la Humanidad por la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) en el 2006 (que comprende los municipios Tequila, Magdalena, Amatitán, El Arenal y Teuchitlán), se ha identificado que la zona de cultivo del agave se encamina a sufrir una drástica reducción en los próximos años. El Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del estado de Jalisco señala una reducción de la zona de cultivo del agave en esta región del 60.54%, pasando de 14,904 hectáreas en el 2025 a 5,880 hectáreas en el 2040, sin embargo, la tendencia es inversa pues cada día se produce más tequila y se siembra más agave. Es imperativa la conservación de los recursos naturales y la cultura asociada al tequila para que se pueda seguir impulsando a esta zona como un polo de desarrollo productivo y de destino turístico a nivel nacional e internacional. La sustentabilidad está comprometida por los riesgos a los que se enfrentan los recursos naturales y culturales por falta de un estado de derecho que efectivamente tenga instrumentos de protección y que efectivamente regule la

contaminación ambiental, las prácticas agrícolas y el uso de agua (Herrera, 2020); esta política bien podría extenderse a las otras regiones productoras de tequila.

El incremento de superficie de cultivo para agave lleva un detrimento en la superficie endémica, provocando erosión y desertificación y es una de las principales amenazas a la biodiversidad en la zona de denominación de origen del tequila (Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Territorial [SEMADET], 2020), principalmente en Altos de Jalisco; Loera (2013) reporta, en entrevista con el Dr. Arturo Curiel Ballesteros, profesor investigador del Instituto de Medio Ambiente y Comunidades Humanas, del Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias (CUCBA), que sufrirán desertificación, es decir, pérdida de biomasa en el suelo necesaria para producción vegetal, por actividades de ganadería y cultivo de agave, aunque afortunadamente existen técnicas de restauración de suelo que pueden tomar aproximadamente 15 años. Carrillo (2019) señala, en entrevista con el Dr. Hermes Ulises Ramírez Sánchez, director del Instituto de Astronomía y Meteorología (IAM), que habrá una reducción en lluvias de hasta un 30% en la zona de los Altos de Jalisco para la década de los 20's, por lo que urge a que se tomen medidas para combatir el cambio climático. Sigue afectando la falta de cooperación en el apartado ambiental; aunque el Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco, A.C. (CIATEJ) reporta las tecnologías que se utilizan para vinaza tequilera y bagazo de agave (López-López y Contreras-Ramos, 2015), ver Figura 7, no hay registros de tecnologías compartidas y también esta falta de desarrollo afecta principalmente a las PYMES (CRT, 2019).

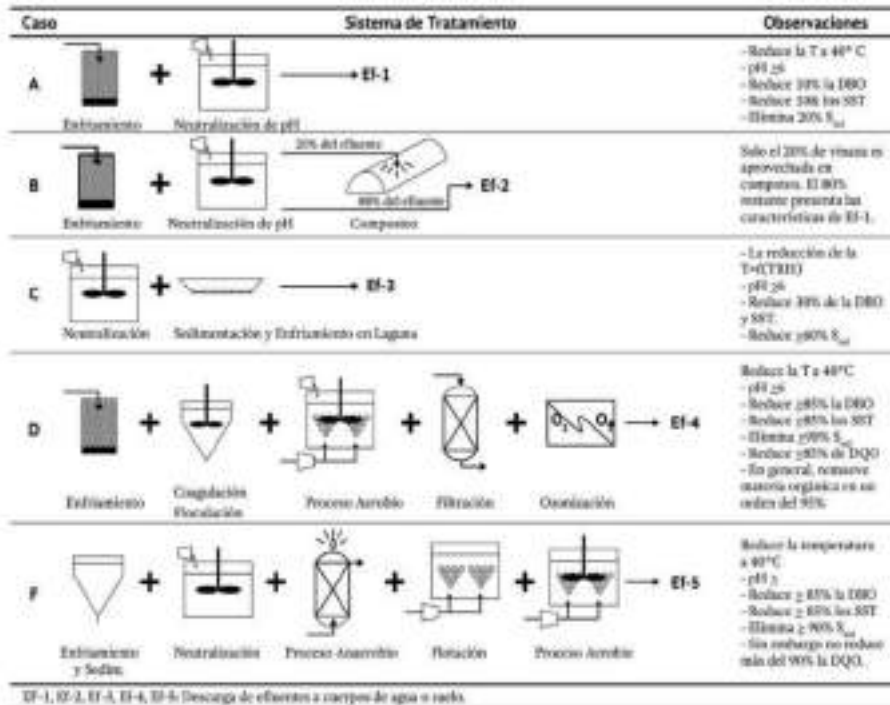


Figura 8. Sistemas de tratamiento para vinazas tequileras operando a escala industrial.
Fuente: López-López y Contreras-Ramos, 2015.

Cabe resaltar que los residuos tequileros particularmente el bagazo y el CO₂e tienen poco impacto ambiental en comparación con las vinazas tequileras. Éstas, además del gran volumen que se genera anualmente, son descargadas a los ríos y arroyos, llegando a cuerpos de agua como lo es el Lago de Chapala contaminando todo el trayecto de la cuenca Lerma-Santiago en el Estado de Jalisco. Cada litro de vinaza tiene capacidad de contaminar hasta 700 litros de agua, considerando únicamente el parámetro de demanda química de oxígeno (DQO) y su descarga en suelos puede ocasionar eutrofización (impermeabilidad del suelo) y alta absorción de sales, volviendo a los suelos infértiles. Con relación al uso de agua, cada litro de tequila requiere para su producción hasta 12 litros de agua, generalmente agua subterránea de pozo profundo, que no se recupera para otros usos, simplemente se vuelve un residuo altamente contaminante en forma de vinaza tequileras.

Los planes de sustentabilidad han quedado cortos por un seguimiento gubernamental poco estricto, aunado a multas muy bajas que llevan muchas veces a preferir pagar la multa que pagar por el tratamiento de las vinazas tequileras, a pesar de tener una normativa relativamente estricta.

CONCLUSIONES

Hablar de sustentabilidad es comprometer los tres ejes que la componen, social, económico y ambiental, y deben trabajarse paralelamente; es indudable que las tequileras aportan muchos beneficios a la sociedad como son: empleos remunerados por encima de la media, proyectos sociales, promoción de cultura y turismo, aportación de impuestos y crecimiento de industria vinculada con la cadena de suministro.

Las autoridades se han planteado el Plan de Sustentabilidad y Estrategia Del Estado de Jalisco Para La Integración de La Biodiversidad En Los Sectores Agropecuario, Pesquero-Acuícola y Forestal Visión 2020-2030 como un intento de promover una sustentabilidad con un enfoque ambiental. Sin embargo, todavía no se cumple la normatividad ambiental vigente. Desde el año 2000 no hay avances significativos, pese a que existen multas por incumplimiento.

A pesar de que se plantea reducir la superficie cultivada de agave, la tendencia es inversa ya que, al incrementar la producción de tequila, se tiene un incremento en la producción de agave y por tanto una mayor generación de parcelas de agave, que muchas veces se construyen a partir de predios deforestados. Además, el método de cultivo del agave favorece la erosión del suelo y su futura desertificación, recordando que es la materia principal de la producción del tequila. Es bien sabido que la industria tequilera tiene un alto consumo de agua, que, si se obtiene de pozo, representa una disminución del agua subterránea y consiguiente desertificación.

Una mayor producción tequilera representa mayor generación de desechos, por tanto, es muy importante el buscar sistemas de tratamientos eficientes y económicamente sustentables que eviten los riesgos de descargas en suelos y cuerpos de agua.

Considerando los datos planteados, los retos o áreas de oportunidad a considerar por la industria tequilera son los siguientes:

- Cumplir a cabalidad las leyes vigentes, como por ejemplo promover la seguridad en la cadena de suministro (personal, materia prima, servicios), incluyen jornaleros y gente de campo.
- Impulsar zonas turísticas y actividades culturales en otras comunidades tequileras.
- Mantener y ampliar los tratados internacionales para una sustentabilidad económica.
- Proteger al medio ambiente de cuya calidad depende para poder producir su materia prima principal para la elaboración del tequila que es el agave, es evidente que se debe preservar un ambiente sano; en el sentido de la

cadena productiva y que están alineados a las necesidades de la sociedad para preservar los recursos naturales para que las generaciones futuras puedan hacer uso.

- Concertar una planeación estratégica de cultivo que abarque toda la cadena productiva para evitar la sobre explotación de suelos, que incluya una normativa para generación de parcelas que causen menor erosión, que considere rotación de cultivos y enfocada a un desarrollo sustentable en conjunto con la autoridad y sociedad.
- Desarrollar e implementar procesos de tratamientos de vinazas para recuperación y reutilización de agua en los procesos de fabricación de tequila.

LITERATURA CITADA

- Abarca, G. (2016, abril, 28). ITESO y CRT impulsan la competitividad de la industria tequilera. *Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Occidente (ITESO)*. Recuperado de https://iteso.mx/web/general/detalle?group_id=4345651
- Carrillo, E. (2014, junio, 10). Prevenir Aumento de Sequía y Desertificación En Altos y Norte de Jalisco. *Universidad de Guadalajara*. Recuperado de <https://www.udg.mx/es/noticia/preven-aumento-de-sequia-y-desertificacion-en-altos-y-norte-de-jalisco>.
- Centro Mario Molina [CMM]. (2016). Estrategia de Sustentabilidad Para La Cadena Productiva Agave Tequila. *Cuajimalpa, México*. Recuperado de <https://centromariomolina.org/estrategia-de-sustentabilidad-para-la-cadena-productiva-agave-tequila/>.
- Cámara Nacional de la Industria Tequilera [CNIT]. 2021. *Cámara Nacional de La Industria Tequilera*. Recuperado de <https://www.tequileros.org/>.
- Consejo Regulador del Tequila [CRT]. 2016. *Estrategia de Sustentabilidad Cadena Agave-Tequila*. Recuperado de https://www.crt.org.mx/images/Documentos/Estrategia_Sustentabilidad.pdf.
- Consejo Regulador del Tequila [CRT]. 2019. *Manual Del Técnico Tequilero*. Recuperado de https://www.crt.org.mx/images/Documentos/Manual_Tecnico_Tequilero/ManualTecnicoTequilero -ImpresionAlta.pdf.
- Consejo Regulador del Tequila [CRT]. 2021. *Consejo Regulador del Tequila*.

Recuperado de <https://www.crt.org.mx>.

- Etzkowitz, H., Leydesdorff, L. (1997) Introduction to special issue on science policy dimensions of the Triple Helix of university-industry-government relations. *Science and Public Policy* (24)1, 2–5, doi.org/10.1093/spp/24.1.2
- Forbes. (2020, julio, 24). El Tequila Avanza Pese a La Pandemia y Perfila Récords Al Cierre de Año. *Forbes México*. Recuperado de <https://www.forbes.com.mx/negocios-dia-de-tequila-avanza-pese-pandemia-perfila-records-cierre-2020/>.
- Hernández-Sampieri, R., Fernández-Collado, C., Baptista-Lucio, P. (2014). Metodología de La Investigación. *Editorial McGraw Hill*.
- Herrera, L. (2020, abril, 10). La Huella Ambiental de La Industria Tequilera. *Reporte Indigo*. Recuperado de <https://www.reporteindigo.com/reportes/la-huella-ambiental-del-industria-tequilera-jalisco/>.
- Instituto de Información Estadística y Geografía [IIEG]. 2020. *Exportaciones de Tequila; Un Estudio de Caso Para La Obtención de Ponderadores de Comercio Exterior*.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI]. (2019). *Conociendo La Industria Del Tequila y Del Mezcal*. Recuperado de <https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2019/OtrTemEcon/industriatequila.pdf>
- Loera, M. E. (2013, junio, 18). Dos Mil Hectáreas de Jalisco Sufren Proceso de Desertificación. *Universidad de Guadalajara*. Recuperado de <https://www.udg.mx/es/noticia/dos-mil-hectareas-de-jalisco-sufren-proceso-de-desertificacion>.
- López-López, A., Contreras-Ramos, S. M. (2015). Tratamiento de Efluentes y Aprovechamiento de Residuos. en *Ciencia y Tecnología del Tequila: Avances y perspectivas, 2da ed.*; CIATEJ, Guadalajara: Jalisco, México, 343-378.
- López-López, A., Davila-Vazquez, G., León-Becerril, E., Villegas-García, E., y Gallardo-Valdez, J. (2010). Tequila Vinasses: Generation and Full Scale Treatment Processes. *Reviews in Environmental Science and Biotechnology*, 9(2), 109-116.
- Organización Mundial de la Salud [OMS]. (2018, septiembre, 21). Alcohol, Datos y Cifras. *Organización mundial de la salud*. Recuperado de <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/alcohol>.
- Perez-Souza, V. A. (2013). Nuevos Clientes Para El Tequila. *Legiscomex*.

- Recuperado de <https://www.legiscomex.com/Documentos/tequila-mexico-virginia-perez-actualizacion>.
- Rendón-Salcido, L.A., Ávila-Miranda, M.E., Rodríguez-Garay, B., Del Real-Laborde, J. I. (2011). *Manual Técnico Para El Establecimiento de Huertas Madre de Agave Azul. Consejo Regulador del tequila, CRT. Libro Técnico (1)*, 127.
- Romo, P. (2021, enero, 13). Tequila Rompe Récords de Producción y Exportación En 2020. *El Economista*. Recuperado de <https://www.economista.com.mx/estados/Tequila-rompe-records-de-produccion-y-exportacion-en-2020-20210113-0076.html>.
- Secretaría de Energía [SE]. 2012. *NOM-006-SCFI-2012 Bebidas alcohólicas-Tequila-Especificaciones*. Recuperado de http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5282165&fecha=13/12/2012
- Secretaría de Turismo [SECTUR]. (2021). Pueblos Mágicos de México. *Secretaría de turismo*. Recuperado de <https://www.gob.mx/sectur/articulos/pueblos-magicos-206528>.
- Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Territorial [SEMADET]. 2020. *Estrategia Del Estado de Jalisco Para La Integración de La Biodiversidad En Los Sectores Agropecuario, Pesquero-Acuícola y Forestal Visión 2020-2030*. Recuperado de https://semadet.jalisco.gob.mx/sites/semadet.jalisco.gob.mx/files/19102_020_estrategia_del_estado_de_jalisco_final_opt.pdf
- Smith, A. (2020, jun, 20). Por La Pandemia Se Está Bebiendo Más Que Nunca, ¿conoces Las Señales de Alcohólicismo?. *Kaiser Health News*. Recuperado de <https://khn.org/news/durante-la-pandemia-se-esta-bebiendo-mas-que-nunca-conoces-las-senales-de-alcoholismo/>.

AGRADECIMIENTOS

Agradecimiento al Tecnológico Nacional de México TecNM, Instituto Tecnológico José Mario Molina Pasquel y Henríquez Unidad Académica Arandas, por proporcionar el apoyo y recursos para la elaboración de la investigación.

SÍNTESIS CURRICULAR

Norberto Santiago Olivares

Ingeniero Químico Industrial por la Universidad Autónoma de Nayarit. Profesor investigador en el Instituto José Mario Molina Pasquel y Henríquez Unidad Académica Arandas. Colaborador de las líneas de investigación registradas en el Tecnológico Nacional de México “Ingeniería ecológica, ambiental y ciencias” con clave LGAC-2017-SMAR-IAMB-06 y “Planeación empresarial, calidad y competitividad” con clave LGAC-2017-SMAR-IGEM-23. Asesor de proyectos de Residencias Profesionales en las carreras de Ingeniería Ambiental e Ingeniería en Industrias Alimentarias, ha dirigido y realizado investigaciones, elaborado y publicado artículos en revistas indexadas y JCR, impartido conferencias y cursos en universidades y empresas. Correos electrónicos: norberto.santiago@arandas.tecmm.edu.mx y nosaol@hotmail.com.

Fabiola Guadalupe Arriaga López

Maestra en Materia Fiscal por la Universidad del Valle De Atemajac y Licenciada en Contaduría Pública por la Universidad de Guadalajara. Profesor-investigador en el Instituto José Mario Molina Pasquel y Henríquez Unidad Académica Arandas, con reconocimiento a Perfil deseable PRODEP, colaborador de la línea de investigación registrada en el Tecnológico Nacional de México “Planeación empresarial, calidad y competitividad” con clave LGAC-2017-SMAR-IGEM-23. auditor en normas ISO 9001 y 14001. Asesora y jurado de eventos de innovación y emprendimiento a nivel regional y local, proyectos de residencia profesional y tesis en las áreas de ingeniería y administración, ha dirigido y realizado investigaciones, elaborado y publicado artículos en revistas indexadas, impartido conferencias y cursos en universidades y empresas. Correos electrónicos: fabiola.arriaga@arandas.tecmm.edu.mx y faymi@hotmail.com.

Celina Beltrán Hernández

Maestra en Ingeniería Industrial por la Universidad del Valle de Atemajac y licenciada en ingeniería industrial por el Instituto tecnológico Superior de Arandas. Profesor-investigador en el Instituto José Mario Molina Pasquel y Henríquez Unidad Académica Arandas, Secretario de Academia de la carrera de Ingeniería Industrial, colaborador de las líneas de investigación registradas en el Tecnológico Nacional de México “Planeación empresarial, calidad y competitividad” con clave LGAC-2017-SMAR-IGEM-23 “Calidad y productividad de los procesos industriales” con clave LGAC-2017-SMAR-IIND-35. Asesor de proyectos de Residencias Profesionales en el Área de Ingeniería

Industrial e Ingeniería en Gestión Empresarial, ha dirigido y realizado investigaciones, elaborado y publicado artículos en revistas indexadas, impartido conferencias y cursos en universidades y empresas. Correos electrónicos: celina.beltran@arandas.tecmm.edu.mx y celintra@hotmail.com.

Edgardo Martínez Orozco

Maestro en Ciencias y licenciatura en Ingeniería Química por la Universidad de Guadalajara. Profesor investigador en el Instituto José Mario Molina Pasquel y Henríquez Unidad Académica Arandas. Enlace de Investigación y de Educación Dual. Colaborador de las líneas de investigación registradas en el Tecnológico Nacional de México “Ingeniería ecológica, ambiental y ciencias” con clave LGAC-2017-SMAR-IAMB-06 y “Planeación empresarial, calidad y competitividad” con clave LGAC-2017-SMAR-IGEM-23. Asesor de proyectos de Residencias Profesionales en las carreras de Ingeniería Ambiental e Ingeniería Electromecánica, ha dirigido y realizado investigaciones, elaborado y publicado artículos en revistas indexadas y JCR, impartido conferencias y cursos en universidades y empresas. Correos electrónicos: edgardo.martinez@arandas.tecmm.edu.mx y ed_orozco@hotmail.com.

PROGRAMA DE IMPLEMENTACIÓN DE TUTORÍAS EN NIVEL SUPERIOR: ATENCIÓN Y SEGUIMIENTO A LA DIVERSIDAD DE TRAYECTORIAS ACADÉMICAS

IMPLEMENTATION OF GRADUATE TUTORING PROGRAM: MONITORING AND ASSESSMENT OF ACADEMIC CAREERS

Dora María **Aguilar-Saldívar**¹; Iliana Ivonne **García-Cameras**² y
Mayra Jazmín **Ayala-Lucio**³

Resumen

El presente trabajo tiene como finalidad dar a conocer y compartir el quehacer que se ha llevado a cabo en la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez (UACJ) desde la Dirección General de Desarrollo Académico e Innovación Educativa, Subdirección de Innovación Educativa y Jefatura de Tutoría Institucional, respecto a la práctica tutorial y los principales actores que se involucran en este proceso, a partir de un eje de atención a la diversidad e inclusión de estudiantes y sus distintas problemáticas, el cual implica la innovación de estrategias y herramientas en las que prevalece el objetivo de formación integral, autonomía y mejora continua del acompañamiento al estudiantado durante su trayectoria académica. A través de la

implementación del Programa Integral de Tutorías y Trayectorias Académicas (PITTA), se han empleado herramientas aplicadas a la tutoría que promueven la sustentabilidad e inclusión como el sistema integral de tutorías y asesorías, el sistema de registro de tutorías y asesorías y el módulo de tutorías móvil, las cuales han permitido concentrar el historial de atención y seguimiento de cada uno (a) de los (as) estudiantes que han sido atendidos por un tutor (a) en los diferentes institutos y divisiones multidisciplinarias de la UACJ. Lo anterior ha agregado valor a la institución al incorporar tecnología vanguardista en la práctica tutorial, beneficiando a docentes, estudiantes y administrativos con la mejora en el servicio.

¹ Profesora e investigadora de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez (UACJ). daguilar@uacj.mx

² Responsable de la Subdirección de Innovación Educativa, adscrita a la Dirección General de Desarrollo Académico e Innovación Educativa de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. iliana.garcia@uacj.mx

³ Jefa de Función de Tutoría Institucional, adscrita a la Subdirección de Innovación Educativa en la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez (UACJ). mayra.ayala@uacj.mx

Palabras clave: tutor (a), formación integral, tutorías, asesorías, módulo de tutorías móvil.

Abstract

The purpose of this work is to share and publish the management that has been carried out at the Autonomous University of Ciudad Juárez (UACJ, Universidad Autónoma de Ciudad Juárez), made by the General Directorate of Academic Development and Educational Innovation, the Subdirector of Educational Innovation and the Headship of Institutional Tutoring, regarding to the tutorial practice of the teachers and the main actors involved in the tutoring process from an angle in favor of diversity and inclusion of the students and their different issues, which implies the creation of new strategies and tools in which the objective of comprehensive training, autonomy and improvement of the accompaniment of the student body during

their academic career prevails. Also, through the tools applied to the tutoring process from the Integrated Program of Tutorials and Academic Trajectories, which promotes sustainability and inclusion, such as: Academic tutoring and consultancy integral system, the academic tutoring and consultancy registration system and the module for mobile tutoring, have made it possible to create a database for monitoring the attention record and supervision of all the students who has been attended by a tutor in the different institutes and multidisciplinary divisions of the UACJ. All of the above, has contributed to the Institution by incorporating cutting-edge technology in the tutoring process practice, assisting teachers, students and administrators, with the improvement of this service.

Key words: tutor, integral formation, tutoring, counseling, mobile tutoring module.

INTRODUCCIÓN

La tutoría en educación superior es una estrategia conceptualizada como:

Un acompañamiento personalizado, es decir, esta acción refiere la atención que un profesor capacitado como tutor realiza sobre el estudiante, con el propósito de que éste alcance su pleno desarrollo, en cuanto a su crecimiento y madurez, y a la manifestación de actitudes de responsabilidad y de libertad. (Romo, 2011, p. 47)

En el caso de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez (UACJ), el Programa Integral de Tutorías y Trayectorias Académicas (PITTA) se implementó formalmente en el año 2001, sustentado en el libro *Programas Institucionales de Tutoría: una propuesta de la ANUIES para su organización y funcionamiento en las Instituciones de Educación Superior*.

El concepto de tutoría es concebido como una modalidad de docencia orientada a la formación integral de los (as) estudiantes a través del acompañamiento de tipo personal, académico y profesional de uno (a) o varios (as) tutores (as) durante la trayectoria académica del estudiantado para el

fortalecimiento y promoción de saberes (teóricos y prácticos) durante su proceso formativo para la toma de decisiones responsables que impulsen su autonomía.

De esta forma, la tutoría, como función sustantiva del (de la) docente del nivel superior, determina un perfil en el que se requiere que el (la) tutor (a) identifique situaciones de riesgo y situaciones favorables que involucren a los (as) estudiantes y permitan la creación de estrategias de resolución y potencialización. Así también, que sea sensible ante las inquietudes personales, académicas y profesionales de los (as) estudiantes, tenga la capacidad de escuchar con atención, de comunicarse abiertamente con los tutorados (as) y con el grupo de tutores (as) en un marco de respeto y confidencialidad, actuando como un (a) animador (a) y motivador (a) dentro del proceso de aprendizaje del (de la) estudiante.

A partir de esta concepción de la tutoría y las funciones del (de la) tutor (a), se considera importante crear e implementar estrategias de atención a la diversidad e inclusión que permitan el acompañamiento a estudiantes en función de su formación integral y el seguimiento personalizado, así como el reconocimiento de la diversidad de perfiles (perspectivas, expectativas, creencias e intereses), la identificación plena de las características de los alumnos, de los requerimientos de una educación del Siglo XXI, así como el poder distinguir entre el ejercicio del “poder” y la actuación con autoridad moral y académica, propiciando la organización colegiada de tutores (Romo, 2017).

Procedente de la Agenda 2030, sobre Desarrollo Sostenible, aprobada por la Organización de las Naciones Unidas (ONU) en 2015, se derivan una serie de objetivos a considerar, y para el logro de estos se requiere la participación de todos (as). En materia de tutoría, los objetivos a tomar en cuenta para la creación de estrategias de atención al estudiantado, bajo estas premisas, son los siguientes (ONU, 2015):

Objetivo 4. Educación de calidad: Garantizar una educación inclusiva, equitativa y de calidad y promover oportunidades de aprendizaje durante toda la vida para todos.

Objetivo 5. Lograr la igualdad entre los géneros y empoderar a todas las mujeres y las niñas.

Para el logro de estos objetivos, se requiere de un programa estructurado y permanente de capacitación a tutores (as) en temas específicos que doten de herramientas aplicadas a la atención de todos (as) sus estudiantes, a fin de impartir una tutoría personalizada que responda a las necesidades presentes y que coadyuve a la formación integral. Asimismo, resulta necesario que los (as) estudiantes se den la oportunidad de contactarse con su tutor (a) para que les brinde el apoyo y la guía que demandan; para ello, deben conocer de primera mano la existencia de un programa de tutoría que une esfuerzos con los actores involucrados en el proceso, es decir, las instancias de apoyo para los (as)

estudiantes, directivos y los mismos tutores (as). Por lo tanto, es imperativo la socialización y difusión del programa de tutoría y de las herramientas que actualmente se brindan a los (as) estudiantes y tutores (as). Además, resulta necesario que se dé seguimiento a la primera sesión de tutoría, principalmente a estudiantes de nuevo ingreso, ya que, en esta primera sesión se crea el vínculo de confianza y empatía, a través del cual se pueden identificar las problemáticas que presenta el (la) estudiante para canalizar a tiempo a las instancias correspondientes, ya sean internas o externas; así, posteriormente, el (la) tutor (a) dará continuidad para que se vele por la solución óptima que permita al (a la) estudiante incorporarse y llevar a cabo su estancia en la universidad, concentrándose principalmente en el ámbito académico y profesional, sin descuidar el personal y emocional.

MÉTODOS Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

En la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, el proceso de la tutoría se lleva a cabo a través del Programa Integral de Tutorías y Trayectorias Académicas (PITTA), el cual ha transitado por distintas fases desde su implementación en el 2001. Una de las etapas a considerar es la ocurrida en 2008, cuando se llevó a cabo la reconceptualización del programa a partir de la documentación de los procesos de tutoría implementados en los institutos de la UACJ, lo cual permitió construir un modelo de tutoría que respondiera a las necesidades de la población estudiantil, a sus rasgos identitarios, a las dinámicas particulares del alumno (a) y docente en cada ámbito académico y campo disciplinar. También, se logró establecer diferentes perfiles de *Ser Tutor (a)*. Actualmente, se compone de seis diferentes perfiles, los cuales se encuentran en el documento: *Lineamientos Institucionales del Programa Integral de Tutorías y Trayectorias Académicas* (2021):

Perfil Docente. Académico de la institución que posee los conocimientos necesarios para apoyar a los (las) estudiantes en la resolución de dudas referentes al área disciplinar que domina, en la realización de trámites administrativos, así como atención a situaciones personales. Atiende a los (as) estudiantes que le fueron asignados (as) y a quienes soliciten apoyo; establece un plan de trabajo y da seguimiento. Analiza la información de los índices de reprobación en las asignaturas que imparte y establece comunicación con los estudiantes en riesgo con el fin de promover e impartir la tutoría académica.

Perfil Investigador (a). Académico (a) orientado (a) a realizar una práctica profesional sustentada en el conocimiento científico disponible, cuenta con la capacidad para guiar al estudiante en el desarrollo de proyectos de investigación y generación de conocimiento. Apoya en la detección y definición de un problema de investigación y en la búsqueda de información mediante técnicas avanzadas de recursos informativos.

Perfil Comunitario (a). Académico (a) que apoya a los (las) estudiantes en la realización de actividades durante el proceso de servicio social y/o prácticas profesionales con el objetivo de brindar un acompañamiento que fortalezca el desarrollo y promoción del bienestar social. Mantiene comunicación con instancias como servicio social, bolsa de trabajo universitaria y aquellos programas educativos que cuentan con prácticas profesionales. Establece relaciones sociales con titulares de programas educativos, representantes de empresas, organizaciones civiles, gubernamentales y demás instancias involucradas. Participa en redes interinstitucionales y externas a la UACJ.

Perfil de Vinculación. Académico (a) que establece relaciones externas entre los sectores de bienes y servicios públicos o privados, instituciones de educación y la universidad para beneficio de ambas partes con el objetivo de integrar fácilmente a los (las) estudiantes al entorno laboral y social. Identifica y realiza diagnóstico de necesidades de los (las) estudiantes a tuturar. Propone e impulsa la creación de formas de organización que aseguren la cooperación y participación coordinada entre los (las) interesados (as).

Perfil Referencista. Académico (a) que conoce la infraestructura de las bibliotecas de la UACJ, tiene conocimiento práctico en el área, en computación, internet y plataforma UACJ. Apoya a los (as) estudiantes en la búsqueda y recuperación de información especializada en determinada área del conocimiento. Con base en su dominio técnico, puede atender a estudiantes de distintas áreas del conocimiento.

Perfil Tutor (a) de Asesor (a) de Pares. Académico (a) que apoya a estudiantes de nivel avanzado, aquellos que muestran mayor desempeño académico, desenvolvimiento en sus actividades escolares e interés por desempeñarse como asesor (a). Dicho (a) estudiante es capacitado (a) por la Jefatura de Tutoría Institucional y ofrece apoyo a sus compañeros (as) de nivel principiante, intermedio o avanzado que presenten dificultades académicas. La actividad del asesor (a) de pares es reconocida como servicio social o de forma meritatoria, debiendo informar los avances de la actividad desarrollada a la coordinación de programa y a la Jefatura de Tutoría Institucional.

Se promueve el concepto de la tutoría centrada en el aprendizaje del estudiante, en la que el desempeño de cada uno de los perfiles de Ser Tutor (a) se lleva a cabo en tres modalidades de atención: individual, grupal y de guardia. Estas modalidades atienden las distintas necesidades desde el enfoque de inclusión educativa, como lo marca la UNESCO (2017) en su *Guía para asegurar la inclusión y la equidad en la Educación*: “la inclusión es un proceso que ayuda a superar los obstáculos que limitan la presencia, la participación y los logros de todos los y las estudiantes”; además se rescatan conceptos importantes que marcan principios a plasmar en políticas educativas, tales como: equidad, justicia e igualdad de género, así como la reducción de desigualdades a partir de la creación de las condiciones necesarias que fortalecen la igualdad de oportunidades con las que cuentan los (as) estudiantes para poder recibir una atención en tutoría. A continuación, se describe cada una de las modalidades que atienden las diversas necesidades del estudiantado:

La modalidad individual, la cual consiste en atención personalizada que comienza con una entrevista en la primera sesión de tutoría, en la que se determinan los aspectos a trabajar con el (la) estudiante, así como su seguimiento y programación de al menos tres sesiones más durante el semestre.

La modalidad grupal se enfoca en atender a grupos pequeños en temas de interés general, brindándoles información acerca de procesos institucionales que puedan potencializar su formación.

Por último, pero no menos importante, la tutoría de guardia, vista como un proceso más amplio, pues requiere que cada semestre el tutor (a) registre su perfil y horario de guardia en el sistema de tutorías y asesorías, el cual, al ser autorizado por la Coordinación de Programa Educativo, automatiza su contenido informativo en el Catálogo de Tutores (as) de Guardia, visible para cada uno (a) de los (as) estudiantes, con el fin de que puedan buscar por palabra clave al (a la) tutor (a) disponible para brindar tutoría y/o asesoría, así como su información de contacto para una búsqueda y atención personalizada.

La Figura 1 muestra los distintos motivos de atención tutorial para el estudiante, desde una etapa pre-universitaria hasta su egreso.



Figura 1. El Programa Integral de Tutorías y Trayectorias Académicas (PITTA) promueve la atención a las diferentes necesidades de los (as) estudiantes, acompañándolos (as) en los tres niveles de su plan de estudios.

La tutoría es concebida como preventiva, remedial y potencializadora y existen estrategias que priorizan cada uno de los niveles académicos, atendiendo a las diversas necesidades por las que transita el estudiantado. Por lo anterior, la identificación de necesidades de atención al alumnado ha permitido brindar apoyo e información de instancias, así como asesoría de procesos administrativos, becas, introducción al modelo educativo y orientación educativa, además de la tutoría académica en asignaturas complejas con la finalidad de prevenir el rezago educativo, la reprobación y la deserción escolar, como estrategias de una tutoría preventiva.

Por otro lado, como tácticas para la función remedial de tutoría, se atienden a estudiantes que se encuentran en cursos de apoyo académico para que puedan reincorporarse con éxito el siguiente semestre; así también se brinda asesoría en asignaturas con alto índice de reprobación, no solo por parte de tutores (as), pues también se suman a su realización estudiantes de nivel avanzado, quienes a través de la prestación de su servicio social, se desempeñan como asesores par, brindando asesoría de manera horizontal a otros compañeros (as).

Con respecto a la dimensión potencializadora que tiene la tutoría, se encuentra la atención a estudiantes de alto rendimiento para su incorporación en proyectos de investigación, ponencias, congresos y concursos; dicha preparación es individual o grupal y realizada por tutores (as) que se desempeñan como mentores

de sus tutorados (as). Igualmente, en semestres avanzados se les informa sobre la oportunidad de realizar una movilidad estudiantil, a fin de realizar una estancia académica, de formación o de investigación en otra universidad o institución de educación superior nacional o internacional. Y, para estudiantes próximos a graduar, la oferta de becas de posgrado, incorporación a bolsa de trabajo y educación continua son temas claves a tratar en la tutoría. Lo verdaderamente importante en todo el proceso potencializador es que todos (as) los (as) estudiantes cuentan con las mismas oportunidades de poder participar en proyectos, estancias académicas, de formación o de investigación y ser candidatos (as) a becas de pregrado y posgrado, así como en bolsa de trabajo, por lo que esta inclusividad educativa es promovida por los mismos tutores (as) en sus distintas modalidades de atención.

Cabe resaltar de la dimensión preventiva de la tutoría, la diversidad de becas que ofrece nuestra institución como apoyo a las necesidades económicas de nuestros (as) estudiantes para que puedan concentrarse en sus estudios y evitar con ello la deserción escolar debido a factores económicos. Las diferentes becas con las que cuenta la Universidad son dadas a conocer por cada uno (a) de los tutores (as) a los (as) estudiantes de primer ingreso (Servicios estudiantiles, 2020):

Becas Institucionales.

Excelencia. Es automática al tener un promedio de 9.5 a 10 en el semestre anterior. Académica. Es automática al tener un promedio de 9.0 a 9.49 en el semestre anterior.

Socioeconómica. Promedio mínimo de 8 en el semestre anterior, se requiere haber cursado y aprobado 4 materias o 32 créditos en el semestre anterior.

Compartir (Etnias del Estado de Chihuahua y del resto del país). Integrante de las comunidades indígenas, aquellos que descienden de poblaciones que habitan en el territorio actual del país al iniciarse la colonización y que conservan sus propias instituciones sociales, económicas, culturales y políticas, o parte de ellas.

Orfandad. Se otorga a los estudiantes que se encuentren cursando algún programa académico de licenciatura impartidos por la universidad, y cuyo padre, madre, o tutor que solvente los costos correspondientes al pago de la inscripción y créditos, fallezca por cualquier causa durante la realización de sus estudios.

Beca por Capacidades Diferentes. Está dirigida a aquellos estudiantes que padezcan alguna discapacidad, se les apoya cubriendo el total del costo de inscripción y créditos por semestre, debiendo haber obtenido un promedio

de 8.0 en el semestre inmediato anterior, así como tener cursado un total de cuatro materias o 32 créditos.

Alimenticia. Consiste en un apoyo a los estudiantes de escasos recursos económicos mediante la entrega de tres refrigerios por semana.

Becas Culturales y Deportivas. Si el estudiante practica algún deporte o actividad artística, y le interesa formar parte de un grupo representativo de la universidad, ya sea cultural o deportivo, se le apoya cubriendo el total del costo de inscripción y créditos por semestre.

Becas por Convenio.

Beca Manutención. Esta beca es emitida por el gobierno del estado de Chihuahua y su periodicidad es anual. La convocatoria de la beca es emitida en el segundo semestre del año.

Beca "Apoyo a Madres Jefas de Familia". Su publicación es de manera anual por parte del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT), y se publica en el primer trimestre de cada año. Esta beca está enfocada en apoyar a madres mexicanas jefas de familia en un periodo no mayor a los tres últimos años de estudios de educación superior (licenciatura o especialización técnica) con miras a fortalecer su formación profesional facilitando su inserción en el mercado laboral.

Ante la contingencia por el COVID-19, la tutoría pasó de llevarse a cabo de manera presencial a ser impartida de manera remota; sincrónica y asincrónicamente. Actualmente, la atención que brindan los tutores (as) a todos (as) los (as) estudiantes UACJ se lleva a cabo a través de videoconferencias en Microsoft Teams, correo electrónico institucional y el Módulo de Tutorías Móvil; esta última es una herramienta que aporta la tecnología electrónica a la tutoría remota, la cual diversifica y complementa la modalidad presencial mediante el uso de dispositivos móviles, a través de los cuales un (a) estudiante puede enviar preguntas sobre un tema en específico dirigidas a un tutor (a), pudiendo solicitar también una sesión de tutoría virtual.

Esta herramienta diversifica las modalidades de atención, presencial y no presencial, y cuenta con la flexibilidad para dedicar tiempo a la atención de estudiantes. Además, es un medio de apoyo para programar sesiones de tutoría virtual y presencial y permite atender a estudiantes de diversos programas educativos. Para los (as) estudiantes que se encuentran de movilidad estudiantil, permite atenderlos (as) a distancia; o si el (la) docente se encuentra en algún congreso o evento fuera de la ciudad, le permite atender preguntas de cualquier estudiante. Cabe resaltar que cuenta con aviso de protección de datos, por lo que es un medio de comunicación y de interacción alumno (a) – tutor (a), confiable. En la figura 2, se muestra parte del contenido de la campaña de difusión permanente de esta herramienta:



Figura 2. Apoyo visual de difusión del Módulo de Tutorías Móvil, a través del cual todos (as) los (as) estudiantes tienen acceso a solicitar una tutoría virtual y/o preguntar a un tutor (a).

Toda la práctica tutorial se ha sistematizado desde el 2012 en el Sistema de Registro de Tutorías y Asesorías, el cual permite que cada uno (a) de los tutores (as), de medio tiempo y tiempo completo, capturen la atención que brindan al estudiantado con el fin de especificar las modalidades de atención y la duración de las sesiones de tutoría y asesoría; cabe mencionar, que este registro representa una fuente de información importante para la toma de decisiones que permitan la mejora en la atención a los (as) estudiantes. Además, permite especificar el motivo de tutoría y asesoría que se le brindó al (a la) estudiante; dicha especificación prueba que la intención del tutor (a) es atender la diversidad de las problemáticas del estudiantado y promover la inclusión, ya que todos (as) tienen el derecho a ser atendidos (as) de forma personalizada.

El módulo de tutorías móvil tiene la ventaja de que automatiza tanto las sesiones de tutoría virtual, como las preguntas que el (la) tutor (a) responde, vinculando la información directamente con el sistema de registro de tutorías y asesorías y el cárdex de tutorías y asesorías. A continuación, la tabla 1 enumera los diversos motivos de tutoría por los que son atendidos (as) los (as) estudiantes tanto de pregrado como de posgrado:

Tabla 1. Motivos de tutoría

Atención de beneficiarios beca CONACYT
Atención a beneficiarios beca de manutención
Atención a estudiantes en verano e invierno de investigación
Atención a estudiantes UACJ que se encuentran de intercambio
Canalización a otras instancias
Consulta del plan de estudios
Información general
Orientación educativa
Prácticas profesionales
Relaciones interpersonales
Servicio social
Trámite de servicio médico
Trámites administrativos
Tutoría académica

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La intervención realizada por los tutores (as) ha permitido combatir el rezago, la deserción escolar y la reprobación en sus tutorados (as); y a partir de la identificación de sus necesidades individuales, se les ha provisto de información y apoyo de primera mano a fin de que estén preparados para la toma de decisiones de manera autónoma e informada. La atención en tutoría es un derecho que poseen todos (as) los (as) estudiantes pertenecientes a la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez (UACJ) sin importar su sexo, raza, creencias religiosas, edad, nivel socioeconómico, ni discapacidad física o intelectual. Las estrategias empleadas por los (as) tutores (as) han sido integradoras en todo momento, desde que el (la) estudiante ingresa a la universidad, e incluso aún después de haberse graduado, pues como egresado (a) continúa teniendo el mismo derecho. La tutoría, como proceso personalizado, permite que el tutor (a) y el (la) estudiante formen una relación de confianza y comunicación en función de que el (la) estudiante se integre y construya una identidad institucional que le permita desenvolverse de manera integral, tanto en aspectos personales, académicos y profesionales; a la par, las instancias de apoyo fortalecerán el acompañamiento que guíe esta inclusión a la vida universitaria.

A partir de la información obtenida del sistema de registro de tutoría y asesoría, se muestran las siguientes figuras, las cuales presentan los principales motivos de tutoría y asesoría en el año 2020, por cada uno de los Institutos y Divisiones Multidisciplinarias de la UACJ, que describen cada uno de los temas abordados en la tutoría e impartidos en las modalidades: individual, grupal y de guardia.

IADA		
Matricula 2020	3,325	
Motivo de tutoría	Tutores (as)	Alumnos (as)
Asesoría académica	248	827
Atención a beneficiarios de Beca CONACYT	9	22
Atención a estudiantes de intercambio (estancia académica y formación)	21	24
Consulta del plan de estudios	35	149
Información general	118	646
Orientación educativa	105	561
Prácticas profesionales	10	45
Relaciones interpersonales	18	35
Servicio Social	16	24
Trámites administrativos	18	59
Tutoría académica	150	980

Figura 3. Motivos de tutoría y asesoría en el Instituto de Arquitectura, Diseño y Arte (IADA) del año 2020.

Se muestra un seguimiento considerable a la asesoría académica, la cual es el conjunto de actividades dedicadas a la formación académica dirigidas por área del conocimiento que consiste en consultas que un profesor (a) brinda fuera de su tiempo de docencia sobre temas específicos de su dominio; entre sus funciones incluye: facilitación de fuentes bibliográficas y documentales, aclaración de dudas y explicación de contenidos. Asimismo a la tutoría académica, la cual es la atención sistemática que ofrece un docente tutor (a) experto en un área disciplinar específica para apoyar el avance académico de un estudiante conforme a sus necesidades y requerimientos particulares.

ICB		
Matrícula 2020	8,382	
Motivo de tutoría	Tutores (as)	Alumnos (as)
Asesoría académica	190	1024
Atención a beneficiarios de Beca CONACYT	7	26
Atención a estudiantes de intercambio (estancia académica y formación)	22	30
Consulta del plan de estudios	33	231
Información general	111	1079
Orientación educativa	87	573
Prácticas profesionales	16	105
Relaciones interpersonales	22	123
Servicio Social	25	46
Trámites administrativos	20	35
Tutoría académica	149	1925

Figura 4. Motivos de tutoría y asesoría en el Instituto de Ciencias Biomédicas (ICB) del año 2020.

Se muestra una atención a resaltar en el motivo de información general, es toda aquella información y orientación que se le brinda al estudiante, principalmente en lo referente a las instancias y servicios de la UACJ y a su programa educativo; asimismo, el rubro de orientación educativa, el cual se define como la asesoría dirigida al estudiante con el objetivo de que alcance un alto rendimiento académico y progrese en sus estudios. Por ejemplo: actividades de aprendizaje, formación de hábitos de estudio y técnicas de aprendizaje eficaz.

ICSA		
Matricula 2020	10,778	
Motivo de tutoría	Tutores (as)	Alumnos (as)
Asesoría académica	307	1270
Atención a beneficiarios de Beca CONACYT	23	42
Atención a estudiantes de estancia en la UACJ	6	17
Atención a estudiantes de intercambio (estancia académica y formación)	18	27
Consulta del plan de estudios	42	319
Información general	173	3219
Orientación educativa	142	1558
Prácticas profesionales	39	160
Relaciones interpersonales	47	358
Servicio Social	30	232
Trámites administrativos	55	203
Tutoría académica	247	4609

Figura 5. Motivos de tutoría y asesoría en el Instituto de Ciencias Sociales y Administración (ICSA) del año 2020.

Se muestra una atención a estudiantes en movilidad estudiantil por diversos motivos de estancia académica y de formación, es decir, aquellos estudiantes de licenciatura y posgrado que cursan un semestre del plan de estudios en alguna Institución de Educación Superior con el objetivo de impulsar su formación a través de servicios complementarios y oportunidades de desarrollo académico, profesional, cultural y personal, lo cual fortalece los conocimientos, habilidades y valor de los egresados, creando un impacto laboral y social. Asimismo, se continúa con una alta atención en asesoría académica con relaciones interpersonales, es decir, toda la dinámica que rodea la interacción con los demás, los vínculos que se dan a través de esta, la empatía, la adaptación al ambiente universitario y el trato diario con los compañeros (as) de clase.

IIT		
Matrícula 2020	6,657	
Motivo de tutoría	Tutores (as)	Alumnos (as)
Asesoría académica	353	1253
Atención a beneficiarios de Beca CONACYT	9	16
Atención a estudiantes en verano o invierno de investigación	12	13
Atención a estudiantes de intercambio (estancia académica y formación)	19	37
Consulta del plan de estudios	19	46
Información general	94	593
Orientación educativa	39	394
Prácticas profesionales	9	27
Relaciones interpersonales	9	21
Servicio Social	28	61
Trámites administrativos	27	114
Tutoría académica	294	3540

Figura 6. Motivos de tutoría y asesoría en el Instituto de Ingeniería y Tecnología (IIT) del año 2020.

Se muestra la atención por motivos de servicio social, y es la orientación que se le proporciona al alumno (a) para la elección de un proyecto mediante el análisis del catálogo que le aparece a fin de que desarrolle habilidades, actitudes y valores acorde a su perfil de egreso. Así como trámites administrativos, aquella guía que el docente tutor(a) le proporciona al estudiantado para trámites como becas, cambios de programa, reposición de credencial, proceso de inscripción en el programa al que se encuentra inscrito, entre otros.

De igual manera, se presenta la información de las Divisiones Multidisciplinarias pertenecientes a la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, como lo son: Ciudad Universitaria, Cuauhtémoc y Nuevo Casas Grandes.

DMNCG		
Matrícula 2020	1,342	
Motivo de tutoría	Tutores (as)	Alumnos (as)
Asesoría académica	20	227
Consulta del plan de estudios	2	82
Información general	11	82
Orientación educativa	12	145
Servicio Social	2	50
Trámites administrativos	4	25
Tutoría académica	18	108

Figura 7. Motivos de tutoría y asesoría en la División Multidisciplinaria de la UACJ en Nuevo Casas Grandes (DMNCG) del año 2020.

Se muestra la atención a estudiantes por motivos de asesoría académica y tutoría académica. Cabe resaltar el motivo de orientación educativa, el cual refiere a la asesoría dirigida al estudiante con el objetivo de que alcance un alto rendimiento académico y progrese en sus estudios. Por ejemplo: actividades de aprendizaje, formación de hábitos de estudio y técnicas de aprendizaje eficaz.

DMC		
Matrícula 2020	971	
Motivo de tutoría	Tutores (as)	Alumnos (as)
Asesoría académica	29	178
Consulta del plan de estudios	5	17
Información general	17	93
Orientación educativa	11	77
Prácticas profesionales	3	7
Relaciones interpersonales	6	42
Servicio Social	12	53
Trámites administrativos	5	12
Tutoría académica	32	374

Figura 8. Motivos de tutoría y asesoría en la División Multidisciplinaria de la UACJ en Cuahtémoc (DMC) del año 2020.

Resalta el motivo de prácticas profesionales, ya que mediante la información que aparece en el programa Profesionales del área de Vinculación, el (la) tutor (a) puede dar seguimiento al alumno (a) a fin de que cumpla con el objetivo de aplicar los conocimientos adquiridos en el aula, y en un espacio que le permita adquirir experiencias en situaciones reales.

DMCU		
Matricula 2020	7,971	
Motivo de tutoria	Tutores (as)	Alumnos (as)
Asesoría académica	200	795
Consulta del plan de estudios	38	304
Información general	114	1398
Orientación educativa	90	609
Prácticas profesionales	13	80
Relaciones interpersonales	28	119
Servicio Social	31	242
Trámites administrativos	28	57
Tutoría académica	195	3083

Figura 9. Motivos de tutoría y asesoría en la División Multidisciplinaria de la UACJ en Ciudad Universitaria (DMCU) del año 2020.

CONCLUSIONES

Se concluye que a partir de la experiencia y la cotidianidad de las juventudes se reconoce el papel fundamental de la tutoría y, por extensión, la importancia de la práctica tutorial no sólo de manera preventiva y remedial sino también como la forma potencializadora en las capacidades de los (as) estudiantes, a fin de contribuir en su formación integral y profesional y que sean capaces de actuar en ambientes reales y dinámicos, preparados (as) para trabajar con problemas de la cotidianidad que involucran múltiples variables y disciplinas. Esta visión podrá ser una realidad a través del trabajo colegiado de los diversos actores involucrados en la práctica tutorial.

Al recuperar la esencia de la tutoría como un proceso de acompañamiento que se fortalece con la capacitación y sensibilización de los tutores (as) en temas acordes a la atención de diversas problemáticas que faciliten la inclusión y atención a la diversidad, así como del dominio del funcionamiento de instancias para la canalización de estudiantes cuando se rebase el área de atención.

Derivado del presente trabajo, cabe mencionar que es un proceso inacabado que se va alimentando por los actores implicados. El uso de las herramientas anteriormente descritas, la constante retroalimentación de los estudiantes a través de la encuesta de tutoría y de los tutores (as) a través de los cursos de capacitación que les brinda la Jefatura de Tutoría Institucional, así como la gestión atinada de las autoridades educativas, seguirá haciendo posible la mejora constante de la tutoría, por lo que se continuará con la innovación y diseño metodológico de herramientas que permitan acercarse cada vez más al estudiante y así proveer una atención totalmente personalizada y potencializadora mediante la culturización en la promoción de espacios inclusivos.

LITERATURA CITADA

- Glosario de términos empleados en la práctica tutorial. (2021). *Programa Integral de Tutorías y Trayectorias Académicas*. Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. Documento inédito. Ciudad Juárez.
- Lineamientos Institucionales del Programa Integral de Tutorías y Trayectorias Académicas*. (2021). Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. Documento inédito. Ciudad Juárez.
- Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO). (2017). *Guía para asegurar la inclusión y la equidad en la Educación*. Francia: UNESCO. Recuperado de <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000259592>
- Organización de las Naciones Unidas. (2015). *Objetivos de Desarrollo Sostenible*. Recuperado de: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>
- Romo López, A. (2011). *La tutoría: una estrategia innovadora en el marco de los programas de atención a estudiantes*. Ciudad de México, México: Colección Cuadernos Casa ANUIES.
- Romo López, A. (2017). [UNAM Psicología UDEMAT]. (31 de agosto de 2017). *Simposio “La tutoría académica, retos y prospectiva”*. [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=IORZc8vO114>
- Servicios Estudiantiles. (2020). Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. Recuperado de <http://www3.uacj.mx/DGESE/SE/Paginas/default.aspx#tab-1>

AGRADECIMIENTOS

Como resultado de la gestión realizada por parte de la Dirección General de Desarrollo Académico e Innovación Educativa, Subdirección de Innovación Educativa y Jefatura de Tutoría Institucional, y el apoyo al Programa Integral de Tutorías y Trayectorias Académicas (PITTA), así como de la Coordinación General de Tecnologías de la Información; y de la participación en diversos encuentros académicos en torno al tema de las tutorías en educación superior, de comunicación con diversos actores involucrados en el PITTA, es como se recaba el trabajo realizado en función de garantizar el derecho de la tutoría para todos (as) los (as) estudiantes de la UACJ así como el fortalecimiento de la práctica tutorial, recuperando la esencia de la tutoría a través de la diversidad y la inclusión.

SÍNTESIS CURRICULAR

Dora María Aguilar Saldívar

Profesora e investigadora de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez (UACJ). Socióloga y maestra en educación. Fundadora de la Licenciatura en Educación de la UACJ (enero del 2003 a octubre del 2006). Ha participado como ponente y en la organización de foros y congresos, por mencionar algunos de ellos: Segundo y Tercer Congreso Internacional de Educación, Trabajo y Emancipación. Reinventando la pedagogía crítica, octubre del 2004 y septiembre del 2006, organizan NMSU, UTEP y UACJ. Miembro del Comité Local del XIII Congreso Nacional de Investigación Educativa del Consejo Mexicano de Investigación Educativa A. C. (COMIE), noviembre 2015, en la ciudad de Chihuahua, Chih. Así también como Miembro del Comité Organizador del III Congreso de Investigación Educativa de la Red de Investigadores Educativos del Estado de Chihuahua (REDIECH), a celebrarse los días 10, 11 y 12 de noviembre de 2016, con sede en la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, en Ciudad Juárez, Chih. En Investigación, se destaca el proyecto de investigación intitulado: “Culturas académicas y campos disciplinares en la educación superior pública fronteriza hoy en la UACJ. Con respecto a Publicaciones: (2003) “Cuéntame tu vida en la historia oral: recuerdos, olvidos, emociones, vivencias y sentimientos” (artículo), Rev. Chamizal, Núm. 3-4, ICSA-UACJ, Cd. Juárez, Chih. México; (2009) Coautora del libro: “El tribalismo en la posmodernidad. Metáfora de la vida universitaria” publicado por la UACJ, Cd. Juárez, Chih. México; (2013) Coautora del artículo “Jóvenes y expectativas de la vida presente y futura: visiones de ciudad, educación, universidad y carrera profesional” en Panorama de las

juventudes estudiantiles de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, publicado por la UACJ, Cd. Juárez, Chih. México. Actualmente está a cargo de la Dirección General de Desarrollo Académico e Innovación Educativa en la UACJ. daguilar@uacj.mx

Iliana Ivonne García Cameras

Licenciada en Educación por la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, Maestra en Educación Especial por la Autónoma de Ciudad Juárez. Participante como ponente, cartelista, moderadora y relatora en congresos, foros y conferencias de corte regional, nacional e internacional. Docente en nivel superior en licenciatura y posgrado, se desempeña en la gestión académica en nivel superior. Asesora pedagógica, en temas de educación y educación especial. Ha fungido como Coordinadora de la Maestría en Educación Especial con Énfasis en Aprendizaje y Lenguaje. Adscrito al Programa Nacional de Posgrados de Calidad (PNPC). Ha diseñado e implantado cursos y talleres sobre educación y diseño curricular de planes y programas de estudio dirigidos a docentes universitarios. Ha fungido como Coordinadora General de Aprendizaje en Centro de Lenguaje y Aprendizaje (CLA) en Ciudad Juárez Chihuahua en apoyo comunitario a los niños y niñas de ciudad Juárez. Actualmente es responsable de la Subdirección de Innovación Educativa, adscrita a la Dirección General de Desarrollo Académico e Innovación Educativa de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. iliana.garcia@uacj.mx

Mayra Jazmín Ayala Lucio

Licenciada en Educación por la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. Integrante de la Red Regional de Tutorías del Noroeste. Ha participado como ponente y en la organización de foros, tales como: Reconocimiento ANUIES-TIC 2020, integrante del proyecto: “Módulo de Tutoría en Conecta UACJ. Una herramienta para el fortalecimiento y mejora de las trayectorias académicas”. Celebrado de forma virtual; Miembro del Comité Organizador del Foro de Consulta del Modelo Educativo UACJ Visión 2040, 2020; IV Encuentro Regional de Tutorías: “La tutoría en la inclusión educativa: un desafío institucional”, con el cartel y artículo: “Módulo de Tutorías: recurso para una atención tutorial incluyente”, sede Ciudad Obregón, Sonora, 2019; Miembro del Comité Organizador del Foro Regional Noroeste sobre la Legislación Secundaria en Materia Educativa, sede Ciudad Juárez, Chihuahua, 2019; VIII Encuentro Nacional de Tutorías ANUIES, con el artículo: “¿De qué manera las redes sociales digitales pueden maximizar la práctica tutorial en las IES?”, sede San Luís Potosí, 2018; VIII Encuentro Nacional de Tutorías ANUIES, con el artículo:

“Propuesta para el fortalecimiento de la práctica tutorial en la UACJ: el caso de la División Multidisciplinaria de la UACJ en Cuauhtémoc, Chihuahua.”, sede San Luís Potosí, 2018. Ha diseñado cursos sobre tutoría dirigidos a docentes universitarios y a estudiantes. Actualmente es Jefa de Función de Tutoría Institucional, adscrita a la Subdirección de Innovación Educativa en la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez (UACJ). mayra.ayala@uacj.mx

MÉTODO ANALÍTICO PARA LA DETERMINACIÓN DE PLAGUICIDAS Y SU APLICACIÓN EN AGUAS SUPERFICIALES DE COLIMA Y GUANAJUATO

ANALYTICAL METHOD FOR THE DETERMINATION OF PESTICIDES AND THEIR APPLICATION IN SURFACE WATERS OF COLIMA AND GUANAJUATO

Brian Arturo **Rodríguez-Aguilar**¹; Silvia G. **Ceballos-Magaña**²; Luis Francisco **Virgen-Campos**³ y Roberto **Muñiz-Valencia**⁴

Resumen

El uso de plaguicidas en la agricultura ha sido considerado a nivel mundial como una de las vías más importantes para el incremento de la producción agrícola; sin embargo, su uso ha venido acompañado de efectos secundarios, que representan un peligro para el ser humano y la biota. El objetivo de esta investigación fue el desarrollo de un método miniaturizado para la determinación de compuestos organoclorados en muestras de aguas superficiales del estado de Colima y municipio de Salamanca, Guanajuato. Se

desarrolló, validó y aplicó un método para la determinación de aldrín, endrín, dieldrín, heptacloro, lindano y dicloro difenil tricloroetano en muestras de agua superficial, utilizando la técnica de microextracción en fase sólida y cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas. Se obtuvieron muestras de dos estados de México, en el estado de Colima se realizaron dos muestreos, en octubre de 2012 y marzo de 2013, pertenecientes a la temporada de estiaje y lluvias en 25 sitios en los principales cuerpos de agua y escurrimientos del estado. En el municipio de Salamanca,

¹ Departamento de Ecología y Recursos Naturales. Centro Universitario de la Costa Sur. Universidad de Guadalajara. Independencia Nacional ·151, C.P. 48900, Autlán de Navarro, Jalisco, México.

² Facultad de Ciencias, Universidad de Colima. C/ Bernal Díaz del Castillo 340, C.P. 28450. Colima, México.

³ Secretaría de Salud del Estado de Colima, Avenida 20 de noviembre esquina Juárez. 28010. Colima, Colima, México.

⁴ Facultad de Ciencias Químicas, Universidad de Colima, Carretera Colima-Coquimatlán km 9, 28400, Coquimatlán, Colima, México.

Guanajuato, se tomaron cuatro muestras en un solo muestreo, en octubre de 2012, sobre el río Lerma a su paso por la ciudad de Salamanca. Los resultados mostraron que el método desarrollado y validado fue exacto, preciso, sensible y de bajo costo para la cuantificación de lindano, heptacloro, aldrín, dieldrin y endrin, los cuales son de interés ambiental por sus características tóxicas. Asimismo, en las muestras del estado de Colima todos los plaguicidas se encontraron por debajo del límite de detección; sin embargo, fue posible determinar la presencia de triclosán, clorofenil pirrolidina, clorofenil metanona y epóxido de heptacloro. Mientras que en las muestras del río Lerma se detectó la concentración de los plaguicidas aldrín, lindano, heptacloro y dieldrin.

Palabras clave: contaminación de agua, cromatografía de gases, organoclorados.

Abstract

The use of pesticides in agriculture has been considered worldwide as one of the most important ways to increase agricultural production; however, its use has been accompanied by side effects, which represent a danger to humans and biota. The aim of this study was the development of a miniaturized method for the determination of organochlorine compounds in surface water samples from the states of Colima and the municipality of Salamanca, Guanajuato. A method for the determination of aldrin,

endrin, dieldrin, heptachlor, lindane and dichloro diphenyl trichloroethane in samples of surface water, using the solid phase microextraction technique and gas chromatography coupled to spectrometry of masses was developed, validated and applied. Samples were obtained from two states of Mexico, in the state of Colima two samplings were carried out, in October 2012 and March 2013, belonging to the dry and wet season in 25 sites in the main bodies of water and runoff in the state. In the municipality of Salamanca, Guanajuato, four samples were taken in a single sampling, in October 2012, on the Lerma River as it passed through the city of Salamanca. The results show that the developed and validated method was accurate, precise, sensitive and inexpensive for the quantification of lindane, heptachlor, aldrin, dieldrin and endrin, which are of environmental interest due to their toxic characteristics. Likewise, in the samples from the state of Colima, all pesticides were found below the detection limit; however, the presence of triclosan, chlorophenyl pyrrolidine, chlorophenyl methanone, and heptachlor epoxide could be determined. While in the Lerma river samples, the concentration of the pesticides aldrin, lindane, heptachlor and dieldrin was detected.

Key words: water pollution, gas chromatography, organochlorine.

INTRODUCCIÓN

Los compuestos organoclorados (OCs) fueron histórica e intensivamente utilizados desde finales del siglo XIX, con el fin de aumentar la producción agrícola mundial a través del control de plagas (Albert y Viveros, 2018). El uso de agroquímicos sintéticos, como los OCs, se incrementó a partir de una campaña dirigida por centros de investigación agrícolas internacionales, llamada la Revolución Verde (1960-1990), con el fin de modernizar la agricultura en los países en vías de desarrollo. La Revolución Verde provocó que grandes

corporaciones monopolizaran los mercados de semillas junto con los insumos necesarios para la agricultura, como plaguicidas y fertilizantes (Lappé *et al.*, 1998; Albert, 2005; Sharma y Singhvi, 2017). Los OCs son considerados altamente persistentes y acumulables en los tejidos de los organismos. Además, tienen la característica de ser transportados grandes distancias de la fuente de liberación, y aunado con los ineficientes métodos de aplicación, han logrado contaminar la mayor parte de los ecosistemas (Hernández-Romero, 2004; Rendón-von Osten *et al.*, 2005).

A pesar de los beneficios que inicialmente brindó el uso de estos plaguicidas, no pasó mucho tiempo para conocerse los efectos secundarios, generalmente nocivos, sobre el medio ambiente y la salud humana (Mansour, 2004). La capacidad de estos compuestos de bioacumularse y persistir en el medio ambiente son algunos de los motivos por los cuales su uso se encuentre en algunos casos restringidos o prohibidos, de acuerdo con el Convenio de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes del cual forma parte México (SEMARNAT, 2007; Kuranchie-Mensah *et al.*, 2012).

La presencia de los residuos de plaguicidas en las aguas superficiales es un aspecto sustancial que afecta su sostenibilidad, ya que el agua es un recurso importante en la calidad del medio ambiente y en el desarrollo de los seres humanos (Aydinalp y Porca, 2004). El agua es utilizada para diferentes actividades del ser humano, para procesos industriales, agricultura, uso recreativo y doméstico, sin embargo, también es utilizada por los diferentes organismos vivos que habitan en los ecosistemas acuáticos. De acuerdo con lo anterior, la contaminación de las aguas superficiales por plaguicidas no solo compromete la calidad y cantidad de agua que está disponible para las actividades que desarrollan los seres humanos, sino también la calidad del hábitat, el desarrollo y sobrevivencia de especies relacionadas con los ecosistemas acuáticos (Thuy *et al.*, 2012; Stehle y Schulz, 2015).

El actual panorama de cambio climático es poco alentador sobre las concentraciones y efectos de los plaguicidas en los ecosistemas acuáticos, las modificaciones en las condiciones físicas y químicas de un ecosistema debido al cambio climático, como alteraciones en la temperatura, en el régimen de lluvias, intensidad y frecuencia de eventos hidrometeorológicos y el aumento de la salinidad de los cuerpos de agua, alteran la distribución y los efectos de los plaguicidas en un ecosistema (Noyes *et al.*, 2009). Por lo tanto, es sustancial contar con técnicas de monitoreo ambiental que permita determinar de manera fiable las concentraciones de plaguicidas en aguas superficiales, en este sentido el desarrollo de métodos analíticos para la determinación de plaguicidas procura que los métodos sean cada vez más rápidos y selectivos, con mejor relación costo-beneficio, mayor reducción de interferencias, menor uso de solventes y mayor

sensibilidad a niveles trazas (Chu *et al.*, 2005; Pereira-Dos Anjos y De Andrade, 2015).

A nivel mundial se tiene registro de aproximadamente 6,400 ingredientes activos para el control de plagas, no obstante la combinación entre estos ingredientes activos y otros aditivos provoca que la cantidad de los productos comerciales sea por lo menos 15 veces mayor a la cantidad de ingredientes activos registrados (PAN, 2019). Estimaciones de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, por sus siglas en inglés), el consumo de los principales plaguicidas (insecticidas, herbicidas, fungicidas y bactericidas) en México hubo un incremento de aproximadamente 60% durante el periodo 2000 – 2014 (FAO-STAT, 2016). México representa el tercer mercado más importante en América Latina, solo después de Brasil y Argentina. Del total de plaguicidas que se encuentran autorizados en México, aproximadamente 140 de ellos se encuentran prohibidos o no autorizados en otros países; y de estos, 65 son considerados como altamente tóxicos de acuerdo con los criterios establecidos por la FAO y la Organización Mundial de la Salud (OMS) (Bejarano-González, 2017).

La contaminación de las aguas superficiales provocada por plaguicidas ha sido bien documentada en todo el mundo y constituyen un problema importante que da lugar a preocupaciones a escala mundial, nacional, regional y local, por lo que la presencia de los plaguicidas es un tema de gran interés ambiental y de salud pública (Konstantinou *et al.*, 2006). Lo anterior debido a que los residuos de estos plaguicidas se mantienen presentes en las aguas superficiales, lo que aumenta el tiempo y las ocasiones en las cuales los seres vivos se mantienen expuestos a las concentraciones y efectos de estos compuestos, principalmente por la ingesta de alimento contaminado y el contacto o ingesta de con agua contaminada (Bolognesi, 2003; De Gerónimo *et al.*, 2014; Yadav *et al.*, 2015).

El estado de Colima se localiza al occidente de México, y cuenta con una extensión de 5,627 km². La agricultura es considerada una de las actividades productivas estratégicas para el desarrollo del estado, los municipios Tecomán, Armería, Manzanillo e Ixtlahuacán es donde se concentra la mayor actividad agrícola, los principales cultivos son limón, coco, plátano y tamarindo. Mientras que en los otros municipios (Comala, Colima, Coquimatlán, Minatitlán, Villa de Álvarez y Cuauhtémoc) principalmente se cultiva maíz, caña de azúcar, ajonjolí, arroz, chile verde y jitomate, siendo la caña de azúcar la de mayor remuneración económica (Universidad de Colima, 2010; INEGI, 2017). Por otro lado, el municipio de Salamanca se ubica en la porción sur oriental del estado de Guanajuato, cuenta con una extensión de 1,683 km². Las áreas urbanas del municipio presentan desarrollo industrial, mientras que sus colindancias son de uso pecuario y agroindustrial (Mejía *et al.*, 2001). El río Lerma que atraviesa la

ciudad de Salamanca es considerado como uno de los ríos más contaminados de México, debido a descargas pecuarias, agrícolas, domésticas e industriales (Escobar, 2006). El objetivo de la presente investigación fue el desarrollo de un método miniaturizado para la determinación de compuestos organoclorados (OCs) en muestras de agua superficiales del estado de Colima y municipio de Salamanca, Guanajuato.

MATERIALES Y MÉTODOS

Reactivos y Materiales

Se utilizaron estándares para heptacloro, lindano, dieldrín, endrín, Dicloro-Difenil-Tricloroetano (DDT) y butilhidroxitolueno (BHT), todos comprados en Sigma-Aldrich y con pureza mayor a 97%. Asimismo, se utilizaron solventes como extractantes grado HPLC, acetonitrilo (AcN) y metanol (MeOH), de J.T. Baker. Como reactivos, también se usó agua ultrapura Mili-Q de Millipore y cloruro de potasio (KCl) grado analítico de Jalmek.

En el caso de los materiales, se utilizó una fibra de MicroExtracción en Fase Sólida (SPME, por sus siglas en inglés), PDMS/DVB 65 μm , color azul y un soporte manual para fibra de SPME, ambos marca Sigma-Aldrich. Una columna cromatográfica VF-5MS (30m x 0.25mm x 0.25 μm) marca Varian, filtros de nylon 0.45 μm marca Whatman, viales de 2 mL marca Waters, y micropipetas de volumen variable marca Eppendorf.

Equipos y Software

El análisis se llevó a cabo en un cromatógrafo de gases (GC, por sus siglas en inglés) modelo 3900 acoplado a un detector de espectrometría de masas (MS, por sus siglas en inglés) modelo 2100T ambos marca Varian, balanza analítica P2251 Sartorius, vórtex Genie 2 G-560 ThermoFisher Scientific, y parrilla con calentamiento y agitación controlada marca ThermoFisher Scientific. Para la adquisición y análisis estadístico de los datos se utilizó el Software Sistema control versión 6.9, marca Varian.

Validación

La validación del método propuesto se llevó cabo de acuerdo con lo establecido por The Commission of European-Communities 2002/657/EC para métodos cuantitativos de análisis (UE, 2002). Con este propósito, se determinaron ocho parámetros de rendimiento bajo el enfoque convencional de validación: selectividad, enfocándose a la comparación de cromatogramas y fragmentogramas de estándares, muestras añadidas y blanco; rango lineal, se determinó identificando el rango de concentración hasta obtener una incertidumbre aceptable; linealidad, utilizándose curvas de calibración; el límite de detección y de cuantificación, se calcularon a través de fórmulas que se describen posteriormente; la robustez, fue evaluada mediante la prueba de Youden; la exactitud, se determinó en condiciones de repetibilidad y se reporta para cada compuesto como porcentaje de recuperación; y precisión, se evaluó tomando en cuenta el porcentaje del coeficiente de variación en repetibilidad y reproducibilidad intradía.

Toma y preparación de muestras de agua

Se recolectarán muestras de 500 mL cada una en recipientes de plástico previamente lavados con una solución de ácido nítrico (1:1, v/v) considerando medidas de precaución para evitar la contaminación. Las muestras se mantuvieron en refrigeración a 4 °C hasta el momento de procesarlas.

Como pretratamiento de la muestra se realizó una filtración para eliminar la mayor parte del sedimento en suspensión. Posteriormente, se obtuvo una alícuota de 200 mL y se agregaron 5 g de KCl, para facilitar la saturación de la fibra y extracción de los compuestos volátiles. Previo al proceso de extracción se adicionó un patrón interno BHT a una concentración de 0.08 µg/mL. La extracción de los compuestos se realizó mediante la técnica miniaturizada de SPME. Se realizó inmersión directa de la fibra durante 1 hora a 500 rpm, a 25 °C. Una vez terminado el tiempo de extracción la fibra es retirada de la muestra e inmediatamente se inserta en el puerto de inyección del cromatógrafo de gases para iniciar con el análisis.

Análisis de muestra

Par el análisis de los plaguicidas organoclorados lindano, heptacloro, aldrin, dieldrin, endrin y DDT, se utilizaron las condiciones de separación y la detección previamente optimizada y validadas (Tabla 1). La identificación y cuantificación de los plaguicidas se realizó mediante regresión lineal, al graficar el área obtenida de la señal de cada analito obteniendo la recta de calibrado $y=mx+b$ utilizando BHT como patrón interno. La detección de los analitos en el GC/MS se realizó en modo monitoreo de ion selectivo (SIM, por sus siglas en inglés) y el tiempo de análisis fue de 15 min por muestra.

Tabla 1. Condiciones cromatográficas de separación y detección de plaguicidas organoclorados en muestras de agua superficial

Separación cromatográfica		
Inyección de la fibra	Sin división de flujo durante 2 minutos	
Temperatura del inyector	220 °C	
Flujo de Helio	1 mL/min	
Gradiente de temperatura	130 °C (2 min) → 40 °C/min → 250 °C (10 min)	
Detección por espectrometría de masas		
Impacto electrónico	70 eV	
Barrido de masa/carga (m/z)	40-390	
Temperatura del detector	210 °C	
Compuesto	Iones detectados	Tiempo de detección (min)
BHT (patrón interno)	220 m/z	4.4
lindano	219, 183 m/z	5.7
heptacloro	372, 337 m/z	6.3
aldrín	293, 263 m/z	6.6
dieldrín	345, 277 m/z	7.8
endrín	348, 317 m/z	8.1
DDT	282, 235 m/z	8.9

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Método de separación y detección

El análisis de los plaguicidas se llevó a cabo mediante la optimización de un gradiente de temperatura, el cual inició con una rampa suave para que los compuestos se separaran completamente (resolución a línea base). A partir de esta separación se ajustó la isoterma inicial hasta los 2 min y posteriormente se utilizó una rampa de razón de 40 °C/min para que permitiera la elución a línea base de los compuestos, hasta alcanzar una temperatura de 250 °C durante 10 min. Lo anterior se obtuvo con el ensayo de distintas condiciones (isotermas y gradientes de temperatura), obteniendo las condiciones óptimas con base al tiempo de análisis y resolución de picos cromatográficos.

Las condiciones de detección se eligieron con base a un compromiso entre selectividad y sensibilidad de los analitos. Para la cuantificación se utilizó la detección de iones previamente seleccionados para cada uno de los analitos (Tabla 1). Se tomaron los iones más abundantes y representativos para cada compuesto con base a su fragmentograma. La identificación de los plaguicidas se estableció un cribado de 39 a 390 masa/carga (m/z) (Figura 1).

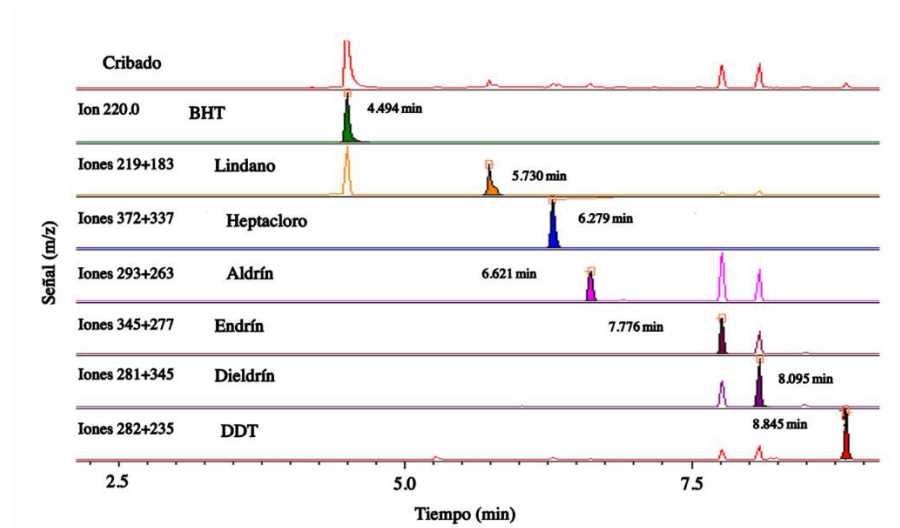


Figura 1. Cromatograma adquirido bajo las condiciones finales de separación y detección para cada uno de los analitos.

Validación

La evaluación de la selectividad del método consistió en la comparación de cromatogramas y fragmentogramas entre estándares, muestras añadidas y blanco utilizando las condiciones descritas en la metodología. En general, no existe interferencia de la matriz en ninguno de los analitos de interés por lo tanto el procedimiento utilizado para la preparación de muestra es adecuado para el análisis de plaguicidas en muestras de agua (Figura 2).

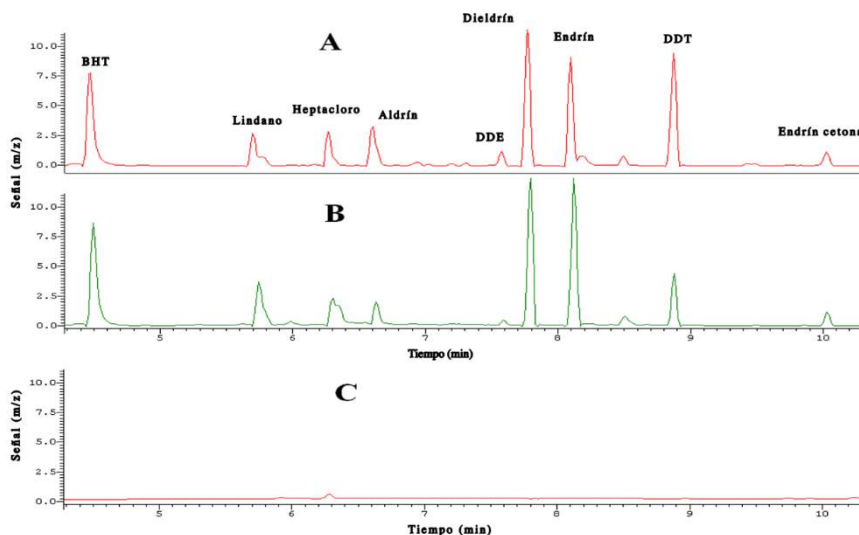


Figura 2. Selectividad de cromatogramas. A) cromatograma con estándares; B) cromatograma con muestras fortificada; C) cromatograma sin muestras ni estándares blanco.

Se evaluaron otros parámetros para la validación del método, como la linealidad la cual se calculó mediante curvas de calibración usando cinco concentraciones por triplicado utilizando el método del patrón interno. Las concentraciones empleadas para la calibración fueron 5, 10, 15, 20, 30, 40, 50 y 60 $\mu\text{g/mL}$. Una vez adquirido el cromatograma se integró cada compuesto y se dividió entre el área del patrón interno utilizándose los datos generados para construir dichas curvas de calibración (Tabla 2). Los resultados de linealidad en todos los casos son del 0.99. La sensibilidad se evaluó a partir de los límites de detección (LD) y cuantificación (LC), los rangos encontrados son de 0.1-0.61 $\mu\text{g/L}$ y 0.027 -1.66 $\mu\text{g/L}$ respectivamente; siendo el DDT es el compuesto con mayor sensibilidad con el método propuesto. La precisión se calculó a tres niveles

(10, 15 y 20 µg/L) dentro del rango lineal de los compuestos, el valor más alto fue de 25% para el lindano a la concentración baja y heptacloro para la concentración intermedia. También se evaluó la exactitud del método a partir de ensayos de recuperación, las cuales son mayores del 95% excepto para el DDT la cual se encontró de 38.9%. Con base a los criterios de aceptación el método es sensible para todos los plaguicidas, preciso para DDT, aldrín, dieldrín, endrín y a niveles mayores de 20 µg/L para lindano y heptacloro a los criterios de aceptación. Finalmente es exacto para todos los plaguicidas excepto DDT.

Tabla 2. Resultados de cada uno de los parámetros de validación del procedimiento analítico

Analito	Sensibilidad		Precisión (% coeficiente de variación)			Exactitud %Rec ³	y=mx+b		Linealidad r
	LD ¹ (µg/L)	LC ² (µg/L)	10 µg/L	15 µg/L	20 µg/L		m	b	
Lindano	0.42	1.12	25	17	12	99.3	0.029	0.029 3	0.99
Heptacloro	0.26	0.74	22	25	17	100	0.005	0.010 4	0.99
Aldrín	0.61	1.66	10	22	11	100	0.007	0.025 5	0.99
Dieldrín	0.27	0.74	17	16	20	95.4	0.022	0.014 7	0.99
Endrín	0.43	1.19	18	15	14	99	0.019	0.043 7	0.99
DDT	0.1	0.27	27	12	12	38.4	0.092	0.090 4	0.99

¹ LD = Límite de detección; ² LC = Límite de cuantificación; ³ %Rec = Porcentaje de recuperación de los analitos.

Finalmente se evaluó el parámetro de robustez, a través de la prueba de Youden, la cual se recomienda para evaluar el efecto en la precisión del método al realizar pequeños cambios en las condiciones de preparación de muestra. Dicha prueba, consistió en variar siete factores (letras A-G) en un valor alto y bajo respecto a lo usado en el método de análisis. Los resultados se nombran con las

letras S, T, U, V, W, X, Y y Z. El cálculo se realizó conforme a la siguiente fórmula.

$$S_{Di} = \sqrt{2 \times \sum \left(\frac{Di^2}{7} \right)}$$

Dónde:

Di, es la diferencia de cada factor; y S_{Di}, es la desviación estándar de las diferencias.

La prueba de Youden para la evaluación del parámetro de robustez del método analítico propuesto consistió en ocho experimentos. Las variables evaluadas fueron operador, cantidad de sal añadida, temperatura de extracción, agitación, tiempo de extracción, tiempo y temperatura del inyector. Cada variable se ensayó en un nivel alto y bajo, en este sentido las letras mayúsculas representan los valores altos y las minúsculas los valores bajos (Tabla 3). Una vez realizados los experimentos se obtuvieron las diferencias entre cada uno de los experimentos. Los resultados indican que los factores que más influyen en el análisis en orden ascendente son: cantidad de KCl, tiempo de extracción y tiempo de inyección.

Tabla 3. Variables evaluadas a través de la prueba de Youden como parámetro para determinar la robustez del método analítico. Resultado de la prueba de Youden de Di y S_{Di}

CONDICIÓN VARIABLE				ANÁLISIS								DIFERENCIAS
Tipo	Clave	Valor Alto	Valor Bajo	1	2	3	4	5	6	7	8	Di
Operador	A,a	2	1	A	A	A	A	a	a	a	a	1.24
KCl (g)	B,b	10	2	B	B	b	b	B	B	b	b	21.68
Temperatura de extracción (°C)	C,c	50	30	C	c	C	c	C	c	C	c	12.82
Agitación (rpm)	D,d	75	25	D	D	d	d	d	d	D	D	4.73
Tiempo de extracción (min)	E,e	70	50	E	e	E	e	E	E	e	E	16.84
Temperatura de inyector (°C)	F,f	250	210	F	f	f	F	f	f	f	F	9.15

Tiempo de inyección (min)	G,g	3	1	G	g	g	G	g	G	G	g	16.55
RESULTADOS				S	T	U	V	W	X	Y	Z	SDi 19.26

El método descrito se validó para la cuantificación de siete plaguicidas organoclorados en muestras de agua superficial de acuerdo con la guía de validación establecido por The Commission of European-Communities 2002/657/EC para métodos cuantitativos de análisis (UE, 2002). Aplicando una técnica miniaturizada de preparación de muestra, como es la SPME, se pueden extraer compuestos volátiles de manera satisfactoria utilizando una baja cantidad de insumos, con respecto a las técnicas básicas de extracción. Asimismo, las fibras para extracción se pueden reutilizar hasta 100 veces con resultados aceptables. Sin embargo, es importante cuidar las variables que en la prueba de Youden resultaron más sensibles a la precisión del método.

En este sentido, es necesario mantener un continuo desarrollo de métodos analíticos validados enfocados a la determinación de plaguicidas y sus productos de degradación, orientados principalmente a los ingredientes activos con mayor uso y toxicidad. Los cuales permitan la oportuna detección y óptima evaluación de la condición de un cuerpo de agua para evitar desequilibrios ecológicos y mitigar enfermedades a largo plazo en los seres humanos por consumo de alimento o agua contaminada (Maloschik *et al.*, 2007; Darko *et al.*, 2008).

Aplicación en muestras reales

El método propuesto se aplicó a 25 muestras de agua superficial. Los sitios de muestreo fueron elegidos en colaboración con la Comisión Nacional del Agua del estado de Colima, dichos sitios forman parte de la red de monitoreo de dicha institución y se ubican dentro de las principales zonas agrícolas de estado (Figura 3). Se realizaron dos muestreos, uno durante la temporada de lluvias y otro en la de estiaje, durante los meses de octubre de 2012 y marzo de 2013, respectivamente. Y cuatro sitios de muestreo sobre el río Lerma en el municipio de Salamanca, Guanajuato, se determinaron los cuales se muestrearon en una sola ocasión en octubre de 2012 (Figura 4).



Figura 3. Sitios de muestreo ubicados en el estado de Colima.

En los dos muestreos realizados dentro del estado de Colima, todos los compuestos se encontraron por debajo del límite de detección. Posteriormente, se llevó a cabo los análisis cualitativos de las 50 muestras tomadas durante ambos muestreos. A diferencia del análisis cuantitativo, en este se realizó una revisión detallada de cada pico presente en los cromatogramas. Por lo tanto, en este análisis se comparó el patrón de fragmentación de cada pico obtenido de la muestra contra el patrón de fragmentación de la librería NIST del espectrómetro de masas.

Se obtuvo como resultado la detección de cuatro diferentes compuestos; triclosán, epóxido de heptacloro, clorofenil metanona y clorofenil pirrolidina. En el caso del triclosán, un derivado del fenol, se detectó únicamente en la muestra tomada en el río Marabasco sobre el puente de Cihuatlán (sitio 22), el cual representa la división entre los estados de Colima y Jalisco, en el sitio se pudieron observar campos agrícolas adyacentes al cauce del río y descargas domésticas hacia el río. Dicho compuesto, es uno de los más empleados como agente antibacteriano; generalmente es usado en productos domésticos como jabones, pasta dental, desinfectantes de heridas, desodorantes, entre otros. El triclosán, tiene características insolubles en aguas; por lo que suele comportarse como lipofílico y es considerado como un disruptor endócrino potencial. La presencia de este compuesto en el medio acuático puede estar relacionada a su fuerte

sorción a la materia orgánica, a amplio uso y a su alta persistencia ambiental (Montaserie y Forbes, 2016; Wang *et al.*, 2017).

Asimismo, se detectó la presencia del epóxido de heptacloro en el dren Asmoles (sitio 16), ubicado en el municipio de Tecomán, Colima; el cual forma parte de un sistema de drenes para el riego de campos agrícolas. Este compuesto es el producto de la degradación del heptacloro; es considerado como un compuesto más persistente y tóxico que el compuesto padre. Cabe señalar, que poco se conoce con respecto a los efectos que dicho compuesto puede provocar en los seres humanos; en el caso de la fauna, puede llegar a producir daños en el hígado y en el sistema nervioso. Sin embargo, se menciona que su presencia puede inducir a diversas enfermedades crónicas; tales como tumores hepáticos (Prado *et al.*, 2009; Purnomo *et al.*, 2013).

Por su parte, el clorofenil metanona o también conocido como clorobenzofenona (CAS 1016-78-0), se detectó en 32 muestras de las 52 obtenidas en ambos muestreos. Aún se desconoce mucho los efectos que puede llegar a provocar este compuesto tanto en seres humanos como en la biota. Sin embargo, se conoce que este químico puede provocar irritaciones cutáneas, oculares e irritaciones de las vías respiratorias (Sigma-Aldrich, 2012; TCI América, 2016). En el caso del clorofenil pirrolidina, se detectó en las muestras tomadas en el río Marabasco y en la descarga de planta de tratamiento del Manzanillo (sitio 22 y 20, respectivamente); estos sitios representan puntos de contaminación por descargas domésticas y agrícolas. Con respecto a las propiedades de este compuesto, aún se desconoce la mayor parte de sus características y los efectos que puede provocar al ser humano y a la biota.

Los resultados de las muestras del río Lerma en Salamanca mostraron la presencia de cuatro plaguicidas, siendo aldrín y lindano los que se detectaron con mayor frecuencia, el plaguicida endrín se encontró en todas las muestras por debajo de los límites de detección. Mientras que el heptacloro fue el plaguicida que se detectó a mayor concentración (Tabla 4). Estos sitios de muestreo se encuentran ubicados cerca de las instalaciones abandonadas de una fábrica de plaguicidas sintéticos, principalmente organoclorados y organofosforados. Dichas instalaciones contaban, durante el año que se realizó el estudio, con un pasivo ambiental de por lo menos 70,000 toneladas de residuos de estos plaguicidas (Cruz-Méndez *et al.*, 2019). Aunque los plaguicidas pueden ser movilizados y contaminar cuerpos de agua lejos de su punto de aplicación, los pasivos ambientales de la antigua fábrica de plaguicidas en Salamanca deben de ser considerados como una fuente puntual de contaminación química hacia el río Lerma (Sánchez-Benavides, 2019).



Figura 4. Sitios de muestreo ubicados en Salamanca, Guanajuato.

Tabla 4. Resultados del análisis cromatográfico de plaguicidas en las muestras de agua obtenidas del río Lerma en la ciudad de Salamanca, Gto.

Analitos	Sitios de muestreo			
	1	2	3	4
Aldrín	1.5 µg/mL	<LD	<LD	0.5 µg/mL
Dieldrín	<LD	<LD	<LD	0.3 µg/mL
Endrín	<LD	<LD	<LD	<LD
Lindano	3 µg/mL	<LD	<LD	0.7 µg/mL
Heptacloro	<LD	4.2 µg/mL	<LD	<LD

CONCLUSIÓN

El método validado para el análisis de plaguicidas organoclorados de mayor interés ambiental y de salud mediante de SPME-GC-MS es sensible, robusto, preciso, exacto y de bajo costo. Se detectó la presencia de cuatro plaguicidas en las muestras de agua superficial de Colima fuera de los analitos en interés, siendo uno de ellos el principal producto de degradación del heptacloro. Asimismo, se logró cuantificar cuatro plaguicidas organoclorados en el río Lerma en la ciudad de Salamanca, Gto. Cabe señalar que, pese a que los plaguicidas en análisis se encuentran prohibidos o restringidos por el Convenio de Estocolmo, sus características tóxicas provocan que éstos se mantengan presentes en los ecosistemas.

La presencia de plaguicidas y productos de degradación en las aguas superficiales de los estados de Colima y Guanajuato afecta la sostenibilidad del recurso. La disminución en la calidad del agua altera el hábitat de las especies, afectando principalmente su desarrollo y sobrevivencia, además que contribuye al deterioro ambiental y del mismo modo afecta la salud y las actividades que realizan los seres humanos relacionadas con este recurso, como la producción de alimentos. Por lo tanto, la calidad del agua se encuentra fuertemente ligada al desarrollo económico, social y ambiental, por lo que se deben de tomar medidas basadas en un enfoque integral hacia un uso racional de los plaguicidas, lo cual contribuya a la disminución de sus residuos en los ecosistemas.

LITERATURA CITADA

- Albert, L.A. (2005). Panorama de los plaguicidas en México. *7º Congreso de Actualización en Toxicología Clínica*. México. Pp 16.
- Albert, L.A., y Viveros, R.A. (2018). Plaguicidas y salud. *IMPRIME*. Xalapa, Veracruz, México.
- Aydinalp, C., y Porca, M.M. (2004). The effects of pesticides in water resources. *Journal Central European Agriculture*, 5, 5-12.
- Bejarano-González, F. (2017). Los Plaguicidas Altamente Peligrosos en México. 1ª Edición. Estado de México. *Red de Acción sobre Plaguicidas y Alternativas en México, A.C.* México. Pp 351.
- Bolognesi, C. (2003). Genotoxicity of pesticides: a review of human biomonitoring studies. *Reviews in Mutation Research*, 543, 251-272.

- Chu, X.G., Hu, X.Z., y Yao, H.Y. (2005). Determination of 266 pesticide residues in apple juice by matrix solid-phase dispersion and gas chromatography-mass selective detection. *Journal of Chromatography A*, 1063, 201-210.
- Cruz-Méndez, A.S., Ortega-Ramírez, E., Lucho-Constantino, C., y Beltrán-Hernández, R.I. (2019). Un ejemplo de *mala praxis* Ambiental: Tekchem en Salamanca, Gto. *Boletín Científico del Instituto de Ciencias Básicas e Ingeniería*, 13, 17-19.
- Darko, G., Akoto, O., y Oppong, C. (2008). Persistent organochlorine pesticide residues in fish, sediments and water from Lake Bosomtwi, Ghana. *Chemosphere*, 72, 21-24.
- De Gerónimo, E., Aparicio, V.C., Bárbaro, S., Portocarrero, R., Jaime, S., y Costa, J.L. (2014). Presence of pesticides in surface water from four sub-basins in Argentina. *Chemosphere*, 107, 423-431.
- Escobar, B. (2006). La cuenca Lerma-Chapala El agua de la discordia. *Gestión y Política Pública*, 15, 369-392.
- FAO-STAT (FAO-Dirección de Estadística). (2016). Insumos. Consumo de Plaguicidas en país seleccionado. Recuperado de: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/RP>, consultado el 15 de febrero de 2017.
- Hernández-Romero, A., Tovilla-Hernández, C., Malo, E.A., y Bello-Mendoza, R. (2004). Water quality and presence of pesticides in a tropical coastal wetland in southern Mexico. *Marine Pollution*, 48, 1130-1141.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). (2017). Anuario estadístico y geográfico de Colima 2017. Recuperado de: https://www.datatur.sectur.gob.mx/ITxEF_Docs/COL_ANUARIO_PD_F.pdf, consultado el 14 de febrero de 2021.
- Konstantinou, I.K., Hela, D.G., y Albanis, T.A. (2006). The status of pesticide pollution in surface waters (rivers and lakes) of Greece. Part I. Review on occurrence and levels. *Environmental Pollution*, 141, 555-570.
- Kuranhie-Mensah, H., Atiemo, S.M., Palm, L.M.N., Blankson-Arthur, S., Tutu, A.O., y Fosu, P. (2012). Determination of organochlorine pesticide residue in sediment and water from the Densu river basin, Ghana. *Chemosphere*, 86, 286-292.
- Lappé, F.M., Collins, J., Rosset, P., y Esparza, L. (1998). World Hunger: Twelve Myths. Segunda edición. The Institute for Food and Development Policy. Canada. Pp 199.
- Mansour, S. (2004). Pesticide exposure-Egyptian scene. *Toxicology*, 198, 91-115.

- Maloschik, E., Ernst A., Hegedűs, G., Darvas, B., y Székács, A. (2007). Monitoring water-polluting pesticides in Hungary. *Microchemical Journal*, 85, 88-97.
- Mejía, J.A., Ramírez, R., y Berlin, J. (2001). Hydrodynamic and pollution of the urban aquifer system of Salamanca, Gto. The Salamanca case 1. I International Workshop on investigation, management and remediation of contaminated aquifers: Alicante, Spain, 335-345. Recuperado de: <http://aguas.igme.es/igme/publica/pdflib15/031.pdf>, consultado el 14 de febrero de 2021.
- Montaseri, H., y Forbes, P.B.C. (2016). A review of monitoring methods for triclosan and its occurrence in aquatic environments. *TrAC Trends in Analytical Chemistry*, 85, 221-231.
- Noyes, P.D., McElwee, M.K., Miller, H.D., Clark, B.W., Van Tiem, L.A., Walcott, K.C., Erwin, K.N., y Levin, E.D. (2009). The toxicology of climate change: Environmental contaminants in a warming world. *Environmental International*, 35, 971-986.
- PAN (Pesticide Action Network). (2019). Conference of the Parties (COP) – May 2019. Recuperado de: <https://www.pan-uk.org/conference-of-the-parties-cop-may-2019/>, consultado el 7 de diciembre de 2019.
- Pereira-Dos Anjos, J., y De Andrade, J.B. (2015) Simultaneous determination of pesticide multiresidues in white wine and rosé wine by SDME/GC-MS. *Microchemical Journal*, 120, 69-76.
- Prado, G., Bhalli, J.A., y Marcos, R. (2009). Genotoxicity of heptachlor and heptachlor epoxide in human TK6 lymphoblastoid cells. *Mutation Research/Genetic Toxicology and Environmental Mutagenesis*, 673, 87-91.
- Purnomo, A.S., Mori, T., Putra, S.R., y Kondo, R. (2013). Biotransformation of heptachlor and heptachlor epoxide by white-rot fungus *Pleurotus ostreatus*. *International Biodeterioration & Biodegradation*, 82, 40-44.
- Rendón-von Osten, J., Memije-Canepa, M., y Moo, N.A. (2005). Plaguicidas orgánicos persistentes (POPs) en sedimentos de la costa sur de Campeche, México. En: A.V. Botello, J. Rendón-von Osten, G. Gold-Bouchot y C. Agraz-Hernández (eds). 2ª edición. *Golfo de México Contaminación e Impacto Ambiental: Diagnóstico y Tendencias*. 259-260.
- Sánchez-Benavides, R. (2019). Fertimex-Tekchem: Un desastre ambiental en Salamanca. Tesis de Maestría. Maestría en Política y Gestión Pública. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Occidente. Pp 82.

- SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). (2007). Plan Nacional de Implementación del Convenio de Estocolmo. Primera Edición. México. Pp 63.
- Sharma, N., y Singhvi, R. (2017). Effects of Chemical Fertilizers and Pesticides on Human Health and Environment: A Review. *International Journal of Agriculture, Environment and Biotechnology*, 10, 675–679.
- Sigma-Aldrich. (2012). Hoja Técnica de Seguridad del Material. 3-Clorobenzofenona. Recuperado de: https://www.sigmaaldrich.com/catalog/product/aldrich/269611?lang=es®ion=MX&cm_sp=Insite-_noResults_1016-78-0-_noResults9-1, consultado el 15 de febrero de 2021.
- Stehle, S., y Schulz, R. (2015). Agricultural insecticides threaten surface waters at the global scale. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 112, 5750–5755.
- TCI America. (2016). 3-Chlorobenzophenone (CAS Number: 1016-78-0 Product Number: C1775). Recuperado de: <http://www.tcichemicals.com/eshop/en/us/commodity/C1775/>, consultado el 15 de febrero de 2021.
- Thuy, P.T., Van Geluwe, S., Nguyen, V.A., y Van der Bruggen, B. (2012). Current pesticide practices and environmental issues in Vietnam: management challenges for sustainable use of pesticides for tropical crops in (South-East) Asia to avoid environmental pollution. *Journal of Material Cycles and Waste Management*, 14, 379–387.
- UE (Unión Europea). (2002). Directiva 96/23/CE del Consejo en cuanto al funcionamiento de los métodos analíticos y la interpretación de los resultados. Diario Oficial de las Comunidades Europeas. Pp 29.
- Universidad de Colima. (2010). Sistema Integral de Información: Colima SIIC. Mapa de Agricultura y Vegetación. Colima, Colima, México. Recuperado de: http://siic.ucol.mx/Archivos_prov%5C1._Macrolocalizacion.pdf, consultado el 14 de febrero de 2021.
- Wang, S., Yin, Y., y Wang, J. (2017). Enhanced biodegradation of triclosan by means of gamma irradiation. *Chemosphere*, 167, 406-414.
- Yadav, I.C., Devi, N.L., Syed, J.H., Cheng, Z., Li, J., Zhang, G., y Jones, K.C. (2015). Current status of persistent organic pesticides residues in air, water, and soil, and their possible effect on neighboring countries: A comprehensive review of India. *Science of the Total Environment*, 511, 123-137.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a la Comisión Nacional del Agua Delegación Colima y a la Universidad de Colima por haber apoyado en la realización de la investigación.

SÍNTESIS CURRICULAR

Brian Arturo Rodríguez Aguilar

Licenciado en Ciencia Ambiental y Gestión de Riesgo por la Universidad de Colima, Maestro en ciencias en Manejo de Recursos Naturales y Agrícolas y Doctorando en Biosistemática, Ecología y Manejo de Recursos Naturales, ambas por la Universidad de Guadalajara. Miembro activo de la Red Temática de Toxicología de Plaguicidas. Su línea de investigación está enfocada a la determinación de plaguicidas, metales pesados y contaminantes emergentes en diferentes matrices ambientales y sus efectos ecotoxicológicos. Correo electrónico: brian.roag@gmail.com.

Silvia G. Ceballos Magaña

Licenciada en Ciencias con especialidad en Química (2002), Doctora en Estudios Avanzados en Química por la Universidad de Sevilla (2007), y realizó una estancia posdoctoral en el Departamento de Química Analítica de la Universidad Complutense de Madrid (2008), es miembro del cuerpo académico UCOL-CA 35 y miembro del SNI nivel 1 desde el 2010. Es profesora de tiempo completo de la Universidad de Colima. Imparte clases en la Licenciatura en Ciencia Ambiental y Gestión de Riesgos y del Posgrado en Ciencias Químicas. Las líneas de interés son el análisis, desarrollo y validación de métodos para contaminantes emergentes y de composición de alimentos, el manejo de técnicas analíticas para el desarrollo y validación de métodos para la determinación de compuestos y/o elementos en distintas muestras de interés analítico.

Roberto Muñiz Valencia

Licenciado en Ciencias con especialidad en Química (2003) y Doctor en Ciencias Químicas por la Universidad Complutense de Madrid, España (2008) y realizó una posdoctoral en el IPICYT trabajando en el proyecto Laboratorio Nacional de

Biotecnología Agrícola, Médica y Ambiental. (2009). Ha trabajado en Rotendo dando servicios técnicos a la industria petrolera. Es miembro del SNI nivel 2 y cuenta con Perfil Deseable PRODEP. Línea de investigación en ciencia básica en la ingeniería, manejo de técnicas analíticas para el desarrollo y validación de métodos para la determinación de compuestos y/o elementos en distintas muestras de interés analítico. Técnicas utilizadas: Cromatografía de Líquidos de Altas Resolución (HPLC) con detectores de: Fluorescencia (FLD), Arreglo de Fila de Diodos (DAD), Índice de Refracción (RID) y Espectrometría de masas (MS). Cromatografía de Gases (GC) con detectores de: Espectrometría de masas (MS), Ionización de Flama (FID). Cromatografía de fluidos supercríticos (SFC) con detectores de: Espectrometría de masas (MS) y Arreglo de Fila de Diodos (DAD). Análisis elemental mediante Plasma de Acoplamiento Inductivo con Detección de Espectroscopia de Emisión Óptica (ICP-OES) y mediante Espectroscopía de Absorción Atómica.

Luis Francisco Virgen Campos

Química Farmacéutico Biólogo por la Universidad de Colima (2012). Químico Suplente del laboratorio de análisis clínicos de la clínica Hospital Miguel Trajo Ochoa (ISSSTE) (2012), secretaria de salud- Químico responsable del laboratorio de análisis clínico del Centro de Salud Colima (2020). Actividades que realizo tomar muestras de sangre para su análisis en búsqueda o control de alguna patología. Químico en el área Covid para la toma y embalaje de muestras (2020).

ACCESO A LOS RECURSOS NATURALES, CULTURA E INSTITUCIONALIDAD, EN SANTIAGO YOSONDÚA, OAXACA

ACCESS TO NATURE RESOURCES, CULTURE AND INSTITUTIONS IN SANTIAGO YOSONDÚA, OAXACA

Viliulfo **Ramírez-Lazo**¹; Adán Guillermo **Ramírez-García**²; Gerardo Porfirio **Hernández-Aguilar**³ y Fermín **Jaimes-Albíter**⁴

Resumen

En el marco de los objetivos del desarrollo sostenible, el estudio se efectuó en Santiago Yosondúa, México. El objetivo fue explorar la relación de la cultura de comunalidad con la institucionalidad y el acceso a los recursos naturales, considerando los actores involucrados. Teóricamente se basó en lo planteado por Ostrom, Márquez, Guevara y Díaz. La metodología correspondió a un estudio de caso cualitativo, con talleres participativos, encuestas y recorridos de campo. Entre los resultados encontrados se destaca que, no obstante que se cuenta con recursos naturales, vinculados a las actividades productivas y necesidades, el acceso es libre-limitado para el autoconsumo y restringido para el aprovechamiento comercial, diferenciado por recurso y comunidad; influenciado por la cultura de

comunalidad, con racionalidad de sustentabilidad, inclinada por mantener la capacidad productiva de los ecosistemas que garanticen la continuidad de vida en el territorio; que ha construido una normatividad restrictiva, instrumentada por una institucionalidad plural, descentralizada, local y comunitaria, que expresan apropiación territorial social, debilitada por la parcelación de bosques. En relación al recurso de la tierra, es limitada, con acceso diferencial por género, vulnera a las mujeres y las posesiones expresan ejercicios históricos de poder; por su parte el agua agrícola, presenta debilidad institucional.

Palabras clave: elementos de la naturaleza, bienes comunes, apropiación territorial social, sustentabilidad y comunalidad.

¹ many2310yosondua@gmail.com

² gramirezg@chapingo.taurus.mx

³ gporfirioha@gmail.com

⁴ fjaimesa@taurus.chapingo.mx

Abstract

According to the framework sustainable development goals, the study was carried out in Santiago Yosondúa, México. The Objective was to explore the relation between communality culture with institutionalidad and access to nature resources. Theoretically it was based on Ostrom, Marquez, Guevara and Diaz. The methodology corresponded to qualitative case study, with participatory workshops, surveys and field trips. Among the results founded, it stands out that, despite there is natural resources, linked to productive activities and needs, the access is free-bounded for self consumption and restricted for commercial use, it's diferented by resource and community, influenced for

communality culture, with sustainable rationality, inclined to maintain productive capacity of nature resource in order to keep life continuity on territory, which had built a restrictive regulations, instrumented by plural, descentralized, local and community institutionalidad, that express a social territorial appropriation, weakened by forest parceling. In relation to land resource, it's limited, with differential access to gender, that violates women, it lands holdings shows historical power exercises; for its part, agricultural water shows weakness institutionalidad.

Key words: nature elements, comun units, social territorial appropriation, sustainability and communality.

INTRODUCCIÓN

La Asamblea General de las Naciones Unidas adoptó en septiembre de 2015 la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, un plan de acción a favor de las personas, el planeta y la prosperidad, que también tiene la intención de fortalecer la paz universal y el acceso a la justicia; los Estados reunidos aprobaron una resolución en la que reconocen que el mayor desafío del mundo actual es la erradicación de la pobreza y afirman que sin lograrla no puede haber desarrollo sostenible. Dentro de los 17 objetivos del desarrollo sostenible(ODS), 5 de ellos se vinculan directamente a los recursos naturales, 2) Poner fin al hambre, conseguir la seguridad alimentaria, una mejor nutrición, y promover la agricultura sostenible, 6) garantizar la disponibilidad, la gestión sostenible del agua y el saneamiento para todos, 12) garantizar las pautas de consumo y de producción sostenibles, 13) tomar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos, 15) proteger, restaurar y promover la utilización sostenible de los ecosistemas terrestres, gestionar de manera sostenible los bosques, combatir la desertificación y detener y revertir la degradación de la tierra, y frenar la pérdida de diversidad biológica (Gobierno de España, 2021).

México es un país integrante de las Naciones Unidas, comprometido a movilizar los medios necesarios para la implementación de los ODS mediante alianzas centradas especialmente en las necesidades de los más pobres y vulnerables; es destacable la importancia que le otorgan a los recursos naturales como elementos imprescindibles para la sostenibilidad de la vida en el planeta. En ese contexto de la agenda 2030, se planteó el presente trabajo para abordar el

estudio del acceso a los recursos naturales desde la perspectiva de la cultura de la población y las instituciones que participan en la gestión, considerando la visión del manejo sustentable y la racionalidad de la población en su relación con la naturaleza.

Entendemos que la naturaleza proporciona elementos indispensables para la vida de los seres humanos, con recursos que son susceptibles para el uso y satisfacción de necesidades llamados recursos naturales, que (Guzmán, 2018) reconoce como todos los elementos bióticos de la naturaleza, plantas y animales; y abióticos, que son utilizados por las culturas humanas para diversos fines alimentarios, energéticos, medicinales, rituales, instrumentales, ornamentales o como materia para la transformación hacia procesos industriales, con estos y otros fines; además tienen como sustento el agua y la tierra.

En los territorios se presenta una interacción permanente de la vida humana con la naturaleza, como lo menciona (Galicia, Camacho, & González, 2020), el territorio es un espacio importante compuesto por actores, relaciones, biodiversidad, recursos, poderes, organizaciones que buscan una determinada forma de vivir y subsistir.

En Santiago Yosondua hay dinámicas que reconfiguran la vida de la población, se observan tendencias en diferentes dimensiones; en aspectos socioculturales, las poblaciones mantienen un modo de vida en comunidad, existe una creciente movilidad juvenil hacia las ciudades y los Estados Unidos de América, es visible el envejecimiento de la mano de obra del campo, incrementos en la desnutrición, mayor deserción escolar en niveles básicos y la integración temprana de los jóvenes a las actividades laborales. En los elementos productivos, las unidades productivas campesinas incrementan su diversificación productiva agrícola, con intensificación del uso del suelo, haciendo de las unidades productivas multifuncionales, con actividades no agrícolas, también se vienen dando procesos de abandono de tierras.

Por su parte, en materia ambiental, se ha generado contaminación de cuerpos de agua y tierra, incremento de incendios forestales, algunos conflictos por el acceso a los recursos naturales. Por último, relativo a las instituciones en la gestión de los recursos naturales, se han fortalecido como instancias comunitarias propias participantes, particularmente destacable las formas como se organizan para acceder a los recursos naturales, donde ha crecido el sentido de valoración simbólica de la naturaleza, con una visión de conservación, aunque internamente se presenten las disputas entre comuneros; como lo explica (Guzmán, 2018), el acceso está enmarcado por la historia regional, las experiencias comunitarias, las intervenciones de distintos agentes, disputas entre pueblos, etc... es decir, contiene el centro de relaciones sociales que sostienen el uso de los recursos.

En este contexto, el objeto de estudio del presente trabajo es la relación de los diferentes actores involucrados en la gestión del acceso, uso y aprovechamiento

de los recursos naturales, en ellos se consideran a los comuneros y comuneras, las autoridades agrarias, representantes administrativos y comités locales de agua presentes en las comunidades de estudio.

El trabajo se realizó en las comunidades de Cañada de Galicia y La Cascada, pertenecientes al municipio de Santiago Yosondúa; ubicado en la sierra madre del sur, del estado sureste de Oaxaca de la república mexicana. Como un territorio donde se visibiliza un acceso restrictivo a los recursos naturales, que limita el uso y aprovechamiento para el beneficio de las familias; relativo a ello se marcó el objetivo de explorar la relación de la cultura en comunalidad con la institucionalidad y el acceso a los recursos naturales, considerando la racionalidad sustentable; con el supuesto que la cultura en comunalidad ha construido una institucionalidad con normatividad restrictiva para el acceso a los recursos naturales, con una visión de conservación hacia la sostenibilidad. En el marco de la reflexión de (Severiche, Gómez, & Jaimes, 2016), la humanidad debe reconocer que atacar el ambiente pone en peligro la supervivencia de su propia especie...; y la degeneración de los patrones de convivencia, la lucha por el poder y la posesión material, convierten el medio social en un verdadero campo de batalla que destruye las expectativas de vivir con calidad, de desarrollar la conciencia de comunidad y los valores.

En este sentido, se abordó la temática para responder a la pregunta de investigación ¿Cómo influye la cultura de la comunalidad en las instituciones y en el control del acceso a los recursos naturales en Santiago Yosondúa?; con esta investigación se contribuye en la construcción de la relación que tiene la cultura en comunalidad y las instituciones con respecto a la gestión de los recursos, con el propósito de comprender la racionalidad de la población, considerando la visión de la sustentabilidad; y que los resultados sirvan como insumos para reflexionar y mejorar los procesos.

En seguimiento a ello, se efectuó una revisión bibliográfica de los estudios con respecto al acceso a los recursos naturales, la cultura de comunalidad, institucionalidad y sustentabilidad.

Como antecedentes se tiene el estudio en San Juan Pamatacuaro, Michoacán, donde el acceso se da según (Sandoval R. , 2019), por pertenecer a la comunidad o ser originarios, tienen el derecho de usar el bosque de coníferas y su contenido como: tierra, leña, hongos y plantas medicinales; también, tienen derecho a poseer una parcela.

En el caso el Lago de Chapala de Jalisco y Michoacán, conforme a los resultados mostrados por (Sandoval A. , 2016), existe una tendencia a valorar resultados económicos en detrimento de los recursos naturales, como es la calidad del agua, la flora y la fauna acuática; así como el acceso al agua para consumo

humano, la tierra para vivir y cultivarla por parte de la población tradicionalmente asentada en la ribera.

Por el lado de la Amazonía, en el Vaupes Colombia encontraron (Rodríguez, Roldán, Zuluaga, & Saulo, 2017) que, las instituciones tradicionales, la cultura y la simbología son aspectos centrales en el manejo de los recursos naturales en las sociedades indígenas.

Los depositarios donde se encuentran gran parte de los recursos naturales en México son los pueblos originarios o indígenas, concluyen (Guevara, Téllez, & Flores, 2015) que, la visión de las comunidades indígenas parte de una serie de principios que tienen como objetivos, cuidar y respetar el conjunto de seres vivos que coexisten en el ecosistema, conservar y fomentar la tierra, proteger los productos de consumo humano.

Conforme al planteamiento para el estudio de comunidades indígenas y campesinas en el contexto mexicano, presenta (Márquez & Legorreta, 2017) la propuesta de conceptualización de la apropiación territorial social, constituida por tres dimensiones que se articulan entre sí, que las denominan: subjetiva, concreta y normativa.

La cultura que viven las comunidades es muy importante en la forma de ser y actuar de las poblaciones, afirma (Leff, 2016), que las formaciones socioculturales de México y América Latina reconocen y utilizan sus recursos naturales, con la cultura como mediadora de la evolución biológica..., abordan el hecho de que las identidades condicionan el desarrollo natural y cómo algunas comunidades campesinas e indígenas se adaptan a los cambios tecnológicos entretejiendo su racionalidad cultural con la racionalidad tecnológica. Muestra que los principios de identidad étnica y pluriculturalidad constituyen bases de un modelo de desarrollo ecológico a través de la participación comunitaria en la administración de los recursos naturales.

En algunas regiones de Oaxaca, específicamente... en la sierra Mixe, se empezó a construir el concepto de comunalidad (Castro & Reyes, 2019). Plantea su principal exponente (Díaz, 2004), que los elementos que definen la comunalidad son: la tierra como madre y como territorio, el consenso en asamblea para la toma de decisiones, el servicio gratuito como ejercicio de autoridad, el trabajo colectivo como un acto de recreación y los ritos y ceremonias como expresión del don comunal. En su análisis discute (García, 2018) que, Díaz teoriza... sobre tres elementos fundamentales: territorio, consenso y tequio, como expresiones del don comunal; ...el territorio, que es la relación de pertenencia (y no de propiedad) entre la tierra y el hombre, ya sea por medio del trabajo con la tierra o de los ritos y ceremonias ofrendados a ella en calidad de madre del pueblo...; el consenso cifrado en la asamblea, que se rige por un principio de armonía bajo el que todas las decisiones se toman en consideración de los demás y no de uno mismo,... por último, el tequio se refiere al trabajo colectivo que no

recibe una paga monetaria, es un servicio gratuito que se ofrece a la comunidad como forma de continuar una relación de reproducción-recreación mutua entre la tierra y el ser.

La propiedad de los recursos naturales se encuentra asociada al control de los recursos naturales... la constitución mexicana, en su artículo 27, establece que tenemos la propiedad del estado, la propiedad social que abarca tanto comunidades y pueblos indígenas, y la privada. La propiedad social... reconocida por el estado vía dotación y/o reconocimiento y titulación de bienes comunales a pueblos y comunidades indígenas (Gutiérrez , 2017).

Referente de la institucionalidad de los bienes comunes (Ostrom, 2000) , encuentra que existen cuatro semejanzas fundamentales como instancias de larga duración, con las siguientes características: a) todas enfrentan ambientes inciertos y complejos, b) sus poblaciones son estables y, por tanto, sus tasas de descuento son bajas, c) han desarrollado una vasta normatividad, que de manera restringida, define el comportamiento correcto, y d) cumplen con el criterio de fortaleza institucional. Agrega (Márquez & Legorreta, 2017) que en la medida en que la colectividad se mantenga realmente como una instancia de decisión sobre los recursos de propiedad común... existe la posibilidad de mantener o restablecer un control justo sobre las modalidades de acceso y apropiación¹ de los recursos. Concluye (Ostrom, 2000), sobre los principios de diseño característicos de instituciones de larga duración de los recursos de unidades comunes, que se circunscriben en ocho aspectos fundamentales: 1) límites claramente bien definidos, 2) coherencia entre las reglas de apropiación y provisión con las condiciones locales, 3) arreglos de elección colectiva, 4) supervisión, 5) sanciones graduadas, 6) mecanismos para resolución de conflictos, 7) reconocimiento mínimos de derechos de organización, y 8) entidades anidadas, que se organizan en múltiples niveles de entidades incrustadas.

La sustentabilidad... entendida como la producción de bienes y servicios... con tecnologías limpias en una relación no destructiva con la naturaleza... fortaleciendo las condiciones del medio ambiente y aprovechando los recursos naturales, dentro de los límites de la regeneración y el crecimiento natural (Zarta, 2018). Con respecto a la actividades agrícolas (Altieri M, 2000) establece que los elementos básicos de un agro ecosistema sustentable son la conservación de los recursos renovables, la adaptación del cultivo al medio ambiente y el mantenimiento de niveles moderados, pero sostenibles, de productividad.

¹ Por apropiación territorial se entiende el proceso... que un grupo social establece la ocupación y control de una porción del espacio para hacerlo suyo, con el fin de usufructuar y aprovechar sus recursos, definiendo modalidades de acceso a los mismos y organizando actividades económicas que le permitan satisfacer sus necesidades (Márquez & Legorreta, 2017)

MATERIALES Y MÉTODOS

Zona de estudio

El estudio se efectuó en el municipio de Santiago Yosondúa, estado de Oaxaca, en las localidades de Cañada de Galicia y La Cascada; ubicados en la sierra madre del sur, como zona cultural de la mixteca; con una población según (INEGI, 2020) de 7991 habitantes, de las cuales el 23% son personas mayores de 3 años que hablan la lengua indígena.

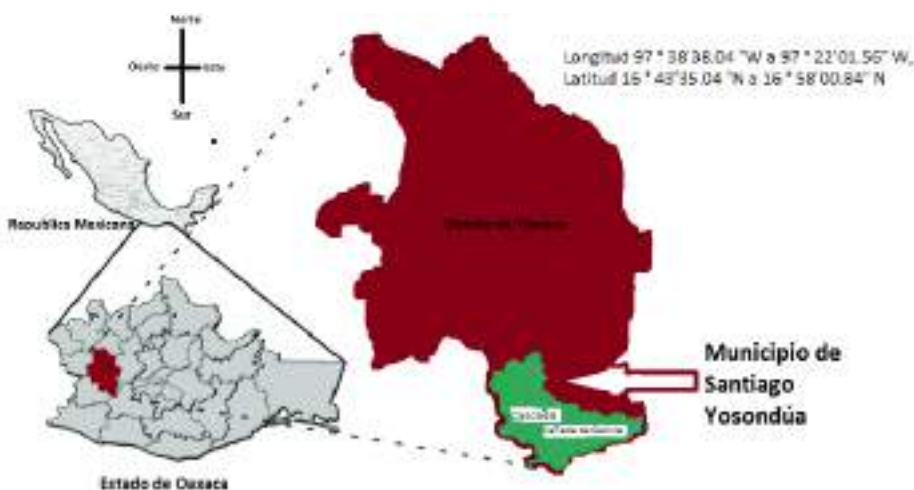


Figura 1. Localización de Santiago Yosondúa (municipio 500).

Fuente: Elaboración con base a datos INEGI 2020.

Santiago Yosondúa presenta el clima templado subhúmedo con lluvias en verano y semicálido subhúmedo con lluvias en verano; se encuentra en la región hidrológica de la costa chica – río verde. El uso de suelo se conforma de bosque (44.40%), agricultura (23.97%), pastizal inducido (20.60%), selva (10.78%) y zona urbana (0.25%) (INEGI, 2010). Las actividades agropecuarias son del sistema milpa, maíz, frijol, trigo, alberga, avena, cebada y hebo; frutales de durazno, aguacate, zarzamora y limón; y la calabacita, lechuga, rábano, tomate rojo, tomate verde y cilantro; así como la cría de ganado vacuno, ovino y en menor proporción el caprino.

El municipio presentó en el año 2015, un 88% de población en situación de pobreza; así como un índice de rezago social de 0.9336, que lo ubica como un

municipio con alto grado de rezago social (CONEVAL, 2020). Con respecto al índice de desarrollo humano fue de 0.8031 para el año 2017 (INEGI, 2017). La tenencia de la tierra es de propiedad social comunal, con una extensión de superficie de 20291 hectáreas, conforme al reconocimiento y titulación, en la sentencia del 20 de Abril del 2006. La instancia de bienes comunales es representada legalmente por el comisariado de bienes comunales y el consejo de vigilancia.

Metodología

La presente investigación se abordó bajo una metodología de estudio de caso con enfoque cualitativo y un estudio exploratorio. Los sujetos de estudio fueron los comuneros, comuneras, representantes agrarios, autoridades administrativas y comités locales de gestión del agua. Para la recolección de evidencias se utilizaron tres instrumentos metodológicos: 1) cuatro recorridos de campo con tres integrantes de las comunidades, con rutas definidas en base a los mapas generados en los talleres participativos; 2) once entrevistas semiestructuradas, mismas que se realizaron con informantes clave, con el propósito de triangular la información generada en los talleres y recorridos, que permitió complementar y precisar la información, se dirigieron a representantes actuales, ex representantes del comisariado de bienes comunales, ecología y agricultura; y 3) cuatro talleres participativos, con la participación de comuneros que han prestado servicios en el comisariado de bienes comunales, agencia administrativa y comités locales, se alcanzó la participación de 64 personas (Figura 2).



Figura 2. Taller participativo con comuneros en la localidad de Cañada de Galicia.

Para los talleres participativos se consideró como base los lineamientos del libro: 80 herramientas para el desarrollo participativo: diagnóstico, planificación, monitoreo y evaluación (Geilfus, 2002), como una guía de apoyo para establecer las dinámicas de participación, con la aplicación de las herramientas de las estrategias de vida, acceso a los recursos naturales, evaluación de recursos naturales, análisis de conflictos, toma de decisiones y uso de suelo.

Con respecto al acceso a la tierra, se consideró los planteamientos propuestos por la (FAO, 2003), como un sistema de medición con evaluaciones cuantitativas y cualitativas. Bajo el sustento teórico que, a lo largo de la historia, la tierra ha sido considerada como una fuente principal de riqueza, situación social y poder. Es la base para la vivienda, los alimentos y las actividades económicas, la fuente más importante de oportunidades de empleo en las zonas rurales y un recurso cada vez más escaso en los núcleos urbanos. El acceso al agua y a otros recursos, así como a servicios básicos tales como el saneamiento y la electricidad, está condicionado en muchos casos al acceso a los derechos sobre la tierra. La disposición y posibilidad de invertir a largo plazo en la tierra cultivable y en la vivienda dependen directamente de la protección que otorga la sociedad a los titulares de los derechos. En consecuencia, el desarrollo sostenible se asienta firmemente en el acceso a los derechos de propiedad de la tierra y en la seguridad de esos derechos.

Con los elementos recabados, se procedió al análisis de la información, con la elaboración de relatorías de los talleres participativos, notas de observaciones de los recorridos de campo y cuadros de análisis en formato Excel de las encuestas semiestructuradas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Acceso a los recursos naturales

Los territorios de estudio cuentan con recursos naturales de donde obtiene beneficios la población; del bosque se tiene la madera, leña, abono de monte, plantas comestibles, hongos comestibles, plantas medicinales, de ornato, para bebidas alcohólicas y artesanales; de los ríos y terrenos, materiales pétreos como la piedra, arena y grava y; todo ello soportado en los recursos de la tierra y el agua (Figura 3).



Figura 3. Territorio de Santiago Yosondúa en la Sierra Madre del Sur.

Los recursos naturales, en la perspectiva de los comuneros, son abundantes en leña, piedra, abono de monte y agave mezcalero; suficientes en agua para uso humano y madera de pino; estacionales en hongos, plantas comestibles, medicinales, de ornato y artesanales y; escasos en los recursos de áreas de pastoreo, tierra agrícola, agua para riego agrícola. Con respecto a la calidad son de adecuada condición, a excepción del agua para uso agrícola de la Cascada, que se encuentra con grados de contaminación por las descargas de aguas residuales de los centros urbanos de Chalcatongo de Hidalgo y Santiago Yosondúa, además, de la disminución de la productividad de la tierra por el manejo intensivo, y el uso de agroquímicos.

Los elementos del bosque y materiales pétreos de las áreas comunes, son de acceso libre para el autoconsumo y restringido para el aprovechamiento comercial, con la característica que las comunidades tienen acuerdos locales que establecen los límites de acceso y los costos de los permisos. Con diferenciación en la comunidad de la Cascada, donde parte del bosque se encuentra parcelada a los comuneros, que lo conciben como una propiedad privada, con derecho de uso y restricciones de intercambio y venta, vigiladas por las autoridades de bienes comunales; en esta situación, más de la mitad de los comuneros de la comunidad de la Cascada, no tienen acceso a los recursos posesionados, esta condición es una herencia inconclusa del programa PROCEDE² que intentó privatizar la tierra; lo expone (Sandoval R. , 2019) la parcelación del bosque ha contribuido a la diferenciación social enmarcada, principalmente, por el uso individualizado de la

² Programa de Certificación de Derechos Ejidales y Titulación de Solares Urbanos

tierra. Esto limita la acción colectiva. Esta forma de apropiación en la práctica bien podría entenderse como una forma de propiedad particular, porque entre ellos mismos pueden vender libremente. Las consecuencias medidas en la Amazonia Colombia ponen de relieve según (Meza & Armenteras, 2018), que ante la acelerada fragmentación, se identificó una pérdida del 56.34% de áreas de bosque, aumento en el número de parches, reducción de su área y ampliación de la distancia entre relictos; se registró la dominancia de especies heliófilas generalistas de ecosistemas perturbados y se encontró una reducción en la complejidad estructural asociada a una baja densidad de individuos en el estrato superior arbóreo, mostrando que la fragmentación del paisaje ha conllevado a la degradación de estos bosques. Lo que confirma la afirmación de (Dominique, 2019), es la propiedad la que asigna la titularidad, define el uso y determina los derechos sobre los productos de un recurso.

En el caso de la tierra, el acceso se ha construido en la historia de posesiones de las familias, por herencia y en menor grado por compra venta, la mayoría de los comuneros cuenta con pequeñas parcelas no mayor a 3 ha; a diferencia la comunidad de La Cascada cuenta con predios menores a 2 ha, por lo que se ven en la necesidad de rentar, trabajar a medias o tomar en empeño tierras para trabajar y obtener mayores cosechas.

En las dos comunidades de estudios se presenta un trato inequitativo del acceso a la tierra por género, la mayor superficie se les otorga a los hombres, bajo el supuesto que será para que el hombre como jefe de familia la trabaje y mantengan a su hogar; y una menor cantidad de tierra a las mujeres, con el entendido que su pareja hombre le soportará en su manutención, hechos que vulneran a las mujeres, ubicándolas en una situación de desventaja en su vida. Esto lo retoma en sus conclusiones (Cediel & Morales, 2018), la propiedad de la tierra puede condicionar la participación de las mujeres en organizaciones campesinas o comunales, también su identidad y reconocimiento social; se relaciona con el tema de violencia de género, puesto que el acceso a los recursos resulta esencial para aumentar su capacidad negociadora y; la exclusión de las mujeres del derecho a la tierra se expresa en la menor probabilidad que ellas tienen de ser propietarias de la tierra, con respecto a los hombres, y en que, cuando logran acceder a ella, lo hacen en extensiones menores y sobre terrenos de menor calidad.

También el acceso a la tierra expresa el poder económico y político de las familias, que históricamente han construido con la posesión de mayor cantidad de superficie, tierras más fértiles en los valles, acceso a riego agrícola y a las vías de comunicación, que coincidentemente, son las mismas que han contado con poder económico y representación política en cargos de representación administrativa y/o agraria. Como lo señala (Hurtado, 2016), la tierra es un medio de producción, que permite trabajar para producir alimentos y bienes diversos.

Históricamente en el mundo, la tierra y el territorio han sido la principal causa de disputa, porque representan el poder económico, político y social.

Con respecto al agua, el líquido para uso humano cubre todos los hogares y es disponible todo el año; por su parte, el agua de riego agrícola es libre y accesible para todos en los espacios que tiene cobertura, genera la ventaja comparativa que amplía las alternativas, con otros cultivos como hortalizas, frutales y cultivos forrajeros, la práctica de dos cultivos durante el año y combinación de actividades agrícolas y ganaderas.

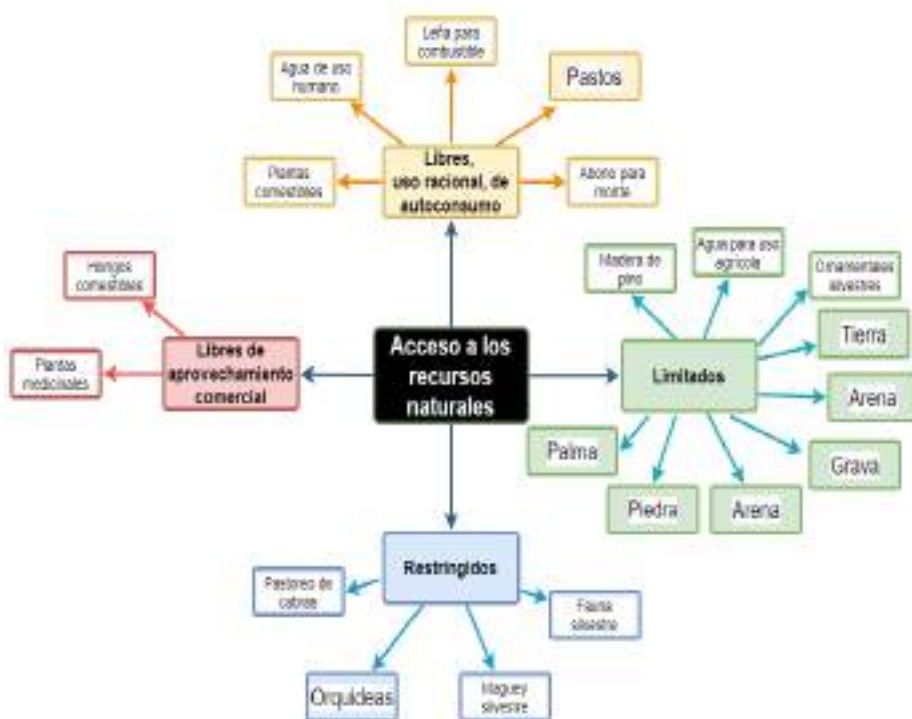


Figura 4. Acceso a los recursos naturales en Santiago Yosondúa.

Fuente: Elaboración propia, con base a talleres participativos, recorridos de campo y encuestas.

Para acceder a los recursos limitados tienen que solicitar la autorización a bienes comunales, cubriendo una cuota económica; los recursos libres tienen la condicionante que son usados en pequeñas cantidades y exclusivamente para el uso del hogar; los restringidos son completamente prohibidos y; los recursos libres de aprovechamiento comercial son escasos y estacionales, se permite su venta en los mercados locales (Figura 4).

Con lo anteriormente expuesto, se afirma que el acceso a los recursos naturales de uso común, es libre para el autoconsumo y restringido para su venta al exterior; lo cual obedece a una lógica de uso racional, que piensan en la conservación y sustentabilidad, se permite el valor de uso y no el valor de intercambio. Como lo explican (Aguayo, Barra, Fuentes, Mendoza, & Valenzuela, 2003) sustentabilidad es sinónimo de moderación, de prudencia, ya que por un lado se trata de utilizar los recursos renovables a la misma velocidad de su renovación y por otro, de consumir los no renovables con las limitaciones que impone el considerarlos bienes de toda la humanidad de difícil y lento reemplazo. También lo exponen como una segunda dimensión de apropiación territorial (Márquez & Legorreta, 2017), la cual se establece por medio de los usos que la población local le da a sus recursos, por las prácticas sociales de apropiación y por la organización del trabajo; mediante los cuales se realiza el aprovechamiento material. Las restricciones también son consecuencia de las experiencias del deterioro, que se dieron en el pasado por el aprovechamiento comercial, con beneficio de particulares; como lo indica (Bernal, 2017), al insertar la conservación de los recursos naturales en una lógica de costo/beneficio, se genera que se desarrollen dinámicas de acaparamiento donde las personas con mayor poder adquisitivo deciden cómo y de qué forma se usan.

Influencia de la cultura

En Santiago Yosondúa se vive una cultura³ en comunalidad, con relaciones directas respecto al acceso y manejo de los recursos naturales, que (Galicia, Camacho, & González, 2020) afirman que la mayor parte del territorio mexicano está caracterizado por tener diversidad de comunalidades con importantes culturas y tradiciones. En las comunidades de estudio, los comuneros realizan trabajos del bosque en colectivos llamados tequio, servicios gratuitos en bienes comunales denominados cargos, apoyos recíprocos en mano de obra y materiales en obras y fiestas conocidos como guesas, compromisos por consensos en

³ La cultura se define particularmente como la forma de ser y de hacer las cosas, a partir de un conjunto de valores, creencias, ritos y costumbres que configuran el modo de vida de las personas (Severiche, Gómez, & Jaimes, 2016)).

asambleas comunitarias, intercambios de productos nombrados trueques⁴, fiestas de comunidad entorno a los patronos religiosos católicos y nacimientos de agua, rituales a la tierra, le solicitan permiso para los trabajos y comparten las aguas como muestra de agradecimiento por los beneficios obtenidos; todo ello ha construido un tejido social que estructura a las comunidades, donde el interés de las mayorías se impone al interés individual, se realizan compromisos que todos asumen, se señalan y sancionan los incumplimientos y tiene un mayor peso el sentido de conservación sobre el aprovechamiento, con significados de valoración de los recursos naturales, que sostengan los beneficios en el tiempo, con visiones de sustentabilidad (Figura 5); como lo sostiene (Galicia, Camacho, & González, 2020) , que las comunales de la región de los Valles Centrales de Oaxaca tienen una horizontalidad compuesta por valores locales de cooperación, presencia, vecindad, emoción, etc.; donde existen relaciones de reciprocidad equilibrada entre las personas que allí habitan, conformes con sus formas de producción y formas de vivir caracterizadas además por la armonía humano-naturaleza. Lo explican (Márquez & Legorreta, 2017), como una dimensión subjetiva referida a las representaciones sociales⁵ que el grupo tiene del territorio ocupado y sus recursos..., un aspecto importante de las representaciones sociales lo constituye el sentido de pertenencia y apego a la comunidad local y al territorio como espacio de identidad..., que podríamos considerar de carácter afectivo; el otro aspecto se refiere al sistema de conocimientos técnicos y relacionales que les permite manejar los recursos y vivir en sociedad.

⁴ El trueque es básicamente intercambio de un producto por otro, sin la intervención de la moneda (Castro & Reyes, 2019).

⁵ Entendiendo por representaciones sociales las ideas, creencias, imágenes mentales, valores y conocimientos que comparte el grupo en relación con un aspecto de su realidad, las cuales guían su práctica social (Weber; Réveret, 2006, citado por (Márquez & Legorreta, 2017)).

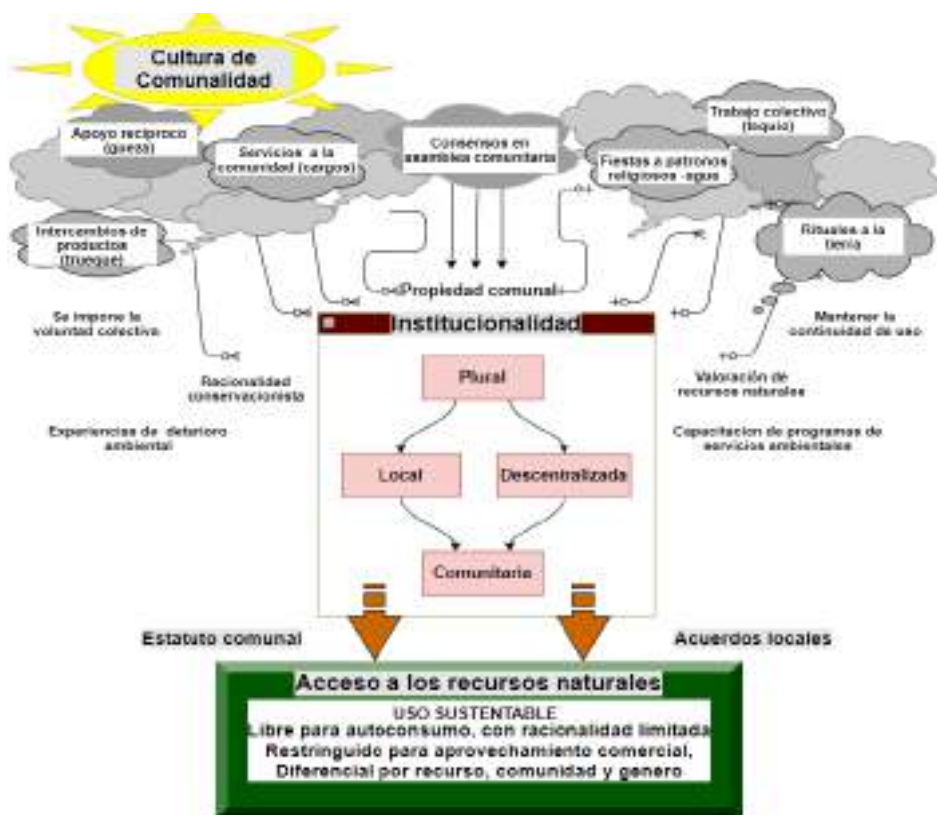


Figura 5. Influencia de la cultura de comunalidad en la institucionalidad y acceso a los recursos naturales en Santiago Yosondúa.

Fuente: Elaboración propia, con base a talleres participativos, recorridos de campo y encuestas a informantes claves.

Se ha construido una conciencia ideológica entorno a la conservación de los recursos naturales, por ello se organizan con el sentido de protección y restauración; muestra de ello es que han puesto en marcha procesos de reforestación, obras de conservación de suelo y agua, control de incendios y raleo de zonas para renovación del bosque; así como también han rechazado propuestas de aprovechamiento forestal, extracción de resina, construcción de hidroeléctricas y extracción minera. Como lo exponen (Guevara, Téllez, & Flores, 2015), la visión de las comunidades indígenas parte de una serie de principios que tienen como objetivos, cuidar y respetar al conjunto de seres vivientes que coexisten en el ecosistema, conservar y fomentar la tierra, proteger los productos de consumo humano, para mejorar el nivel de vida de la familia y de la comunidad; proteger los recursos no renovables, incentivar a la comunidad

para que cuide su propio ambiente, socializar a nivel de la organización y las comunidades acerca de la conservación del entorno como garantía de una vida digna tanto para las actuales generaciones como para las futuras.

Institucionalidad de acceso a los recursos naturales

En las decisiones respecto a los recursos naturales participan varias instituciones comunitarias en dos niveles, núcleo agrario y comunidades. Las instituciones en el núcleo agrario son la asamblea general, el comisariado de bienes comunales y consejo de vigilancia. La asamblea general autoriza el estatuto comunal, corazón normativo del acceso a los recursos naturales; el comisariado instrumenta la aplicación del estatuto comunal, y el consejo de vigilancia garantiza el cumplimiento. A nivel de las comunidades, participan el auxiliar de bienes comunales, agente de policía, la asamblea de la comunidad y los comités de agua. El auxiliar de bienes comunales se coordina con el agente de policía para atender de forma conjunta las solicitudes de acceso a los recursos naturales, con tareas de autorización, supervisión, denuncia y sanción. Las instituciones locales toman las decisiones sobre los costos de los permisos, y atención a los conflictos, cuando los casos son mayores los turnan al comisariado de bienes comunales. Lo que llaman (Márquez & Legorreta, 2017) tercera dimensión normativa... se expresa en las formas de apropiación referida a las normas, reglas e instituciones de regulación que la colectividad local establece para acceder, usar y preservar los recursos del territorio.

El territorio agrario de áreas comunes se resguarda por comunidades, vigilan, restauran y autorizan el acceso a los recursos, como un mecanismo de mayor control y mejores decisiones desde la cercanía de la realidad social en el territorio. Coincide y se reafirma lo que expone (Sandoval R. , 2019) los comuneros en sus prácticas diarias han establecido acuerdos locales para apropiarse del bosque, mismos que son aceptados por todos y respetados. Y lo que establece Ostrom conforme a (Rodríguez L. , 2010), los individuos... se comunican repetidamente e interactúan entre sí de manera intensa, han desarrollado normas compartidas y patrones de reciprocidad y... poseen un capital social con el que pueden construir acuerdos institucionales.; y lo que señala (Aguilar, y otros, 2011), los acuerdos y normas comunitarias son importantes porque son un marco muy concreto que las comunidades se dan para regular el aprovechamiento de los recursos naturales de acceso común. En la comunidad de la Cascada, también participan los comuneros con parcelas de bosques, primera instancia de decisión de acceso a los recursos naturales, debilitando el poder de bienes comunales y sus instituciones. Con respecto al recurso del agua para riego agrícola, las instituciones de decisión son los comités de agua por líneas de riego y parajes.

Los conflictos entre los miembros de las comunidades son menores, se presentan con las personas que emigran y dejan de cumplir con sus obligaciones, que (Aguilar, y otros, 2011) lo explican, la emigración, con sus consecuencias de desestructuración social y cultural... debilitan a las comunidades porque erosionan sus mecanismos e instituciones locales de regulación. Enseguida también se tiene la disputa por el acceso al agua, en un contexto de debilidad institucional, que es propiedad del Estado como un recurso federal, que no reconoce la injerencia y derecho como propiedad social, que (Luzma & Medrano, 2019) lo destaca, el agua por ser la fuente de vida, genera conflictos e inconformidades entre los distintos grupos sociales por ser usuarios de este recurso para la subsistencia. El acceso, el uso y el aprovechamiento de agua, favorecen la emergencia de tensiones entre las esferas gubernamental y social. La existencia de un decreto de veda y la falta de reconocimiento de la capacidad de participación de actores comunitarios son factores que potencializan la emergencia del conflicto.

Adicional a ello el núcleo agrario tiene problemas con instancias del exterior de su territorio, principalmente por límites territoriales con el núcleo agrario de Santa María Yolotepec; así como con la minera que pretende realizar extracción de recursos minerales. Ante tales amenazas las instituciones comunitarias se han consolidado y fortalecido en la defensa de sus territorios.

Los recursos naturales se han regenerado vía natural y por reforestación en las áreas comunes que fueron dañadas en el pasado, con la rectoría de las instituciones locales comunitarias, lo que rechaza la teoría de la tragedia de los comunes, que según (Rodríguez L. , 2010), se soporta en el argumento de (Hardin, 1968 (2015)), que los individuos que tienen acceso al uso de un recurso, en la búsqueda de la satisfacción de sus intereses y la maximización de la ganancia, llevarán el nivel de explotación a un grado mayor que el nivel óptimo de extracción con el resultado: la degradación de los recursos. La respuesta que más influencia ha tenido... ha sido el trabajo de Ostrom... para concluir que las tierras o bienes comunes sí eran sostenibles, sin necesariamente privatizarse o buscar protección del Estado. Desarrolla dos ideas claves: “aprender a cooperar para conservar los bienes comunes y la necesidad de crear una capacidad institucional duradera” (Aguilera Klink, 2012, citado por (Martínez & Cielo, 2017)). Sin descuidar lo que apunta (Weinstein, 2015), la cuestión del “poder”, está vinculado a la repartición desigual de la riqueza; que confirma (Sandoval R. , 2019) , en cuanto a la congruencia de reglas de apropiación locales, los acuerdos existentes no permiten el saqueo del bosque por agentes externos, eso puede ser una ventaja para su conservación porque ayuda a controlar el clandestinaje forestal externo.

En el presente estudio de caso se demuestra que la teoría de la tragedia de los comunes de Hardin no es aplicables en el contexto de la comunalidad y la

institucionalidad que tienen el control de acceso a los recursos naturales en Santiago Yosondúa, porque no es una tierra de nadie, es un territorio con propiedad social de comuneros que participan en los beneficios pero también en la protección de sus recursos; como lo cuestiona (Bernal, 2017), al pensar en el poblador local como un depredador que solo extrae recursos de su entorno, se desconoce la relación histórica de este con la naturaleza, donde se han creado y fortalecido elementos sensoriales y materiales.

En general se encuentra que la institucionalidad es plural, descentralizada, comunitaria y local, las instituciones a nivel comunidad toman las decisiones de autorización sobre el acceso a los recursos naturales de áreas comunes (Figura 5), con la particularidad que en la comunidad de La Cascada participan comuneros con posesión de parcelas de bosques. En ese sentido plantea (Ostrom, 2000) que para un funcionamiento adecuado debe existir además un mecanismo de supervisión y control recíproco del cumplimiento de las reglas, de sanciones graduales o proporcionadas contra el incumplimiento y un mecanismo de resolución de conflictos, así como de un reconocimiento exterior del derecho de auto organizarse. Mismo que otorga a los bienes comunales y ejidales, que sostiene (Márquez & Legorreta, 2017) la legislación agraria mexicana... con el establecimiento de un control relativo al acceso y uso de los recursos naturales, como resultado del reconocimiento y dotación legal de tierras a las colectividades que las reivindican.

Los elementos que han fortalecido la consolidación de las instituciones son: 1) la necesidad del agua potable, y con ello la conservación de los nacimientos de escurrimientos superficiales de agua, 2) los beneficios que los miembros de la comunidad obtienen de los recursos naturales, 3) los esfuerzos en trabajos colectivos que los hacen sentir parte suya y valorarlos, 4) la concientización ambiental con capacitaciones, 5) las experiencias que ocasionaron deterioro a la naturaleza por aprovechamiento comercial, 6) La defensa de su territorio por las amenazas de despojo de los recursos naturales por empresas extractivistas y conflictos limítrofes, 7) la estructuración y funcionalidad de instituciones comunitarias locales con poder de decisión 8) la historia común de vida de los comuneros y 9) los bajos niveles de descuento y movilidad de población en las comunidades.

Mas también se presentan factores que debilitan la institucionalidad de la gestión de los recursos naturales: 1) la parcelación de áreas de bosques a los comuneros, semejante a una privatización de los bienes comunales, 2) la migración de comuneros, que abandonan sus tierras y su participación y obligaciones con la comunidad, 3) la apropiación de técnicas agrícolas con uso de químicos, que trastocan los trabajos colectivos y deterioran los recursos naturales y 4) la falta de tratamiento de aguas residuales de centros urbanos, que

ocasiona contaminación y conflictos 5) los intereses personales y de grupo que hace del ejercicio del consenso una disputa permanente para el acceso.

CONCLUSIONES

Se afirma que en Santiago Yosondúa, no obstante que existen recursos naturales disponibles que soportan y se vinculan con las actividades agropecuarias y necesidades que sostienen la vida de la mayoría de las familias, el acceso a los recursos es libre- limitado para el autoconsumo, y restringido para el aprovechamiento comercial, con diferenciación por tipo de recurso y por comunidad; influenciado por la cultura de comunalidad, que con elementos como los trabajos colectivos, servicios gratuitos, apoyos recíprocos, consensos en asambleas comunitarias, intercambio de productos, rituales, fiestas entorno a la tierra y patronos religiosos católicos, han construido un tejido social comunitario, así como una organización y racionalidad entorno a la conservación de los recursos naturales; que son valorados y aprovechados de manera limitada, con el propósito de mantener su capacidad productiva con sustentabilidad para la continuidad de vida en el territorio; la comunalidad ha construido una normatividad restrictiva, que se apropia socialmente del territorio y asume el control del acceso, como una institucionalidad plural, descentralizada, comunitaria y local, con poder de decisión en base a los acuerdos locales, en el marco del estatuto comunal (Figura 5). El comisariado de bienes comunales controla el acceso a la tierra, recurso limitado y de acceso diferencial por género, con trato inequitativo a las mujeres que vulnera su condición; además las posesiones de terrenos expresan el histórico del poder económico y político de las familias; por su parte, el recurso del agua agrícola, es estacional, presenta conflictos en el acceso, con una gestión con debilidad institucional.

Con la presente investigación se dan luces como la cultura y las instituciones de carácter local, mantienen el control del acceso a los recursos naturales, y han demostrado en el tiempo una apropiación social que obtiene los beneficios de manera sustentable. Con lo cual se contribuye en tres de los 17 objetivos del desarrollo sostenible (ODS), en el 6) de garantizar la disponibilidad, la gestión sostenible del agua y el saneamiento para todos, el 12) garantizar las pautas de consumo y de producción sostenibles y, el 15) proteger, restaurar y promover la utilización sostenible de los ecosistemas terrestres, gestionar de manera sostenible los bosques, combatir la desertificación y detener y revertir la degradación de la tierra, y frenar la pérdida de diversidad biológica.

LITERATURA CITADA

- Aguayo, M., Barra, R., Fuentes, D., Mendoza, R., & Valenzuela, M. (2003). Gestión sustentable de los recursos naturales. En J. Rojas, & O. Parra, *Conceptos Básicos sobre medio ambiente y desarrollo sustentable* (págs. 257-277). Buenos Aires: Overprint Grupo impresor SRL. Obtenido de <https://hopelchen.tecnm.mx/principal/sylabus/fpdb/recursos/r131427.PDF>
- Aguilar, J., Acosta, J., Gómez, T., Illsley, C., Tlacotempa, A., Mancilla, S., . . . Flores, A. (2011). *Normas comunitarias indígenas. Una experiencia de Guerrero México*. México, Guerrero, México: Grupo de Estudios ambientales A. C. Obtenido de www.gea-ac.org
- Altieri M, N. (2000). *Agroecología, teoría y práctica para una agricultura sustentable* (Primera ed.). México: PNUMA. Obtenido de <http://doctoradoagroecologia2010.pbworks.com/f/agroecologiateoriaypractica.pdf>
- Bernal, H. M. (2017). Implicaciones de las políticas de conservación ambiental en la relación de habitantes de Guasca con su entorno. *Revista de antropología Iberoamericana*, 12(3), 366-387. doi:10.11156/aibr.120305
- Castro, A., & Reyes, N. (2019). *Diagnóstico: Alternativas comunitarias en defensa de los territorios en Oaxaca. Sembrando dignidad, reivindicamos lo común* (Vol. 1). (T. m. Guzmán, Ed.) Oaxaca, México: Servicios para una educación alternativa A. C. Obtenido de <http://www/@educaoaxaca.org/category/alternativas> [pasodelareina.org](http://www.pasodelareina.org) denunciaoxaca.org, <https://www.educaoaxaca.org/wp-content/uploads/2020/01/Final-di%C3%A1gnostico-alternativas.pdf>
- Cediel, N., & Morales, P. (2018). Equidad de género en la tenencia y control de la tierra en Colombia: llamado a una acción emancipatoria. *Revista de medicina veterinaria*, 1(37), 7-12. doi:<https://doi.org/10.19052/mv.vol1.iss37.1>
- CONEVAL. (2020). *coneval.org.mx*. Obtenido de Anexo estadístico de pobreza a nivel municipal 2010 y 2015: <http://www.coneval.org.mx/medición/paginas/AE-pobreza-municipal.aspx>
- Díaz, F. (2004). Comunidad y comunalidad. *Dialogos en acción, 2a etapa*, 1-9. Obtenido de <http://rusredire.lautre.net/wp-content/uploads/Comunidad-y-0comunalidad.pdf>

- Dominique, H. (2019). Justicia ambiental y recursos naturales. *Revista Policy Brief, observatorio ley de cambio climatico para Chile*(11), 1-3. Obtenido de <http://www.leydecambioclimaticochile.cl>, y <http://leycambioclimatico.cl/policy-brief-justicia-ambiental-y-recursos-naturales/>
- FAO. (2003). *Las Cuestiones de Género y el Acceso a la Tierra*. Roma: FAO. Obtenido de <http://www.fao.org/3/Y4308S/Y4308S00.htm>, ISBN 92-5-304847-6
- Galicia, M. A., Camacho, J. H., & González, H. (2020). Apropiación del territorio en la región de los valles centrales de Oaxaca: Comunidad vs Minería. *Revista Salud y Administración*, 7(21), 59-79. Obtenido de <https://revista.unsis.edu.mx/index.php/saludyadmon/article/view/196>
- García, N. (2018). Comunidad y comunalidad. Clave para una lectura de la narrativa documental. *Acta poética*, 39(1), 45-65. doi:10.19130
- Geilfus, F. (2002). *80 herramientas para el desarrollo participativo: diagnostico, planificación, monitoreo y evaluación*. ICCA. Obtenido de <http://tie.inspvirtual.mx/recursos/temas/etv/OAParticipacionSocialWeb/material/80%20herramientas%20para%20el%20desarrollo%20participativo.pdf>
- Gobierno de España. (1 de Marzo de 2021). *Objetivos de desarrollo sostenible*. Obtenido de [www.exteriores.gob.es: http://www.exteriores.gob.es/portal/es/politicaexteriorcooperacion/nacionesunidas/paginas/objetivosdesarrollodelmilenio.aspx](http://www.exteriores.gob.es/portal/es/politicaexteriorcooperacion/nacionesunidas/paginas/objetivosdesarrollodelmilenio.aspx)
- Guevara, M. L., Téllez, M. B., & Flores, M. d. (2015). Aprovechamiento sustentable de los recursos naturales desde la visión de las comunidades indígenas: Sierra Norte del estado de Puebla. *Revista Nova Scientia*, 7(14), 511-537. Obtenido de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-07052015000200511&lng=es&tlng=es.
- Gutiérrez , R. (2017). La propiedad de los recursos naturales en el contexto de la protección, y usufructo de los servicios ambientales en México. Foro jurídico. *revistas pcup*, 16, 138- 162. Obtenido de <http://revistas.pucp.edu.pe/index.php/forojuridico/article/view/19868>
- Guzmán, E. (2018). *Apropiación de recursos en comunidades rurales. Voces y trazos de Morelos*. (U. A. Morelos, Ed.) México, Morelos, México: Voces y trazos de Morelos. Obtenido de <http://riaa.uaem.mx/handle/20.500.12055/362>

- Hardin, G. (1968 (2015)). La tragedia de los comunes. *Polis. Revista Latinoamericana*, 10. Obtenido de <https://journals.openedition.org/polis/7603>
- Hurtado, L. (2016). La tierra es nuestra vida. La Habana, Cuba. Obtenido de <https://foodfirst.org/>: <https://foodfirst.org/la-tierra-es-nuestra-vida/>
- INEGI. (2010). *Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos*. Obtenido de [inegi.org.mx México en cifras: http://www3.inegi.org.mx/contenidos/app/mexicocifras/datos_geograficos/20/20500.pdf](http://www3.inegi.org.mx/contenidos/app/mexicocifras/datos_geograficos/20/20500.pdf)
- INEGI. (2017). *Anuario estadístico y geográfico de Oaxaca*. Obtenido de <http://www.inegi.org.mx>
- INEGI. (2020). *inegi.org.mx*. Obtenido de inegi.org.mx. Censo de población y vivienda: <https://www.inegi.org.mx/app/buscador/default.html?q=santiago+yosondua#tabMCcollapse-Indicadores>
- Leff, E. (2016). *Cultura y manejo sustentable de los recursos naturales*. In Carabias J. Obtenido de <http://ru.iis.sociales.unam.mx/handle/IIS/5077>
- Luzma, F. N., & Medrano, O. R. (2019). Retos y oportunidades de la gestión de los recursos hídricos subterráneos: Aproximación al problemático acceso al agua en Valles Centrales de Oaxaca, México. *Acta Universitaria*, 29, 1-20. doi:<http://doi.org/10.15174/au.2019.242> 9
- Márquez, C., & Legorreta, M. d. (2017). Apropiación territorial, cultura y poder: propuesta conceptual para el estudio de comunidades indígenas y campesinas en el contexto mexicano. *Revista Orbis Latina*, 7(3), 46-61. Obtenido de <https://revistas.unila.edu.br/orbis/article/view/960/785>, <https://revistas.unila.edu.br/index.php/orbis> y <https://sites.google.com/site/orbislatina/>
- Martínez , L., & Cielo, C. (2017). Una reflexión introductoria. En L. Martínez Valle, *Bienes comunes y territorios rurales*: (págs. 7-16). Quito Ecuador: FLACSO. Obtenido de <http://dx.doi.org/10.17141/eutopia.11.2017.3036>
- Meza, M. C., & Armenteras, D. (2018). Uso de suelo y estructura de la vegetación en paisajes fragmentados en la amazonia, Colombia. *Colombia Forestal*, 21(2), 205-223. doi:<https://doi.org/10.14483/2256201X.12330>
- Ostrom, E. (2000). *El gobierno de los bienes comunes. La evolución de las instituciones de acción colectiva* (Primera edición en español ed.). México: UNAM, CRIM y Fondo de Cultura Económica de México. Obtenido de

<https://www.crim.unam.mx/web/sites/default/files/EI%20gobierno%20de%20los%20bienes%20comunes.pdf>

- Rodríguez, L. (2010). Reseña de "El gobierno de los bienes comunes. La evolución de las instituciones de acción colectiva" de Ostrom, Elinor. *Revista pueblos y frontera digital*, 6(10), 363-375. Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=906/90618558011>
- Rodríguez, L., Roldán, A., Zuluaga, P., & Saulo, J. (2017). El papel de los líderes en el manejo colectivo de los recursos naturales. Evidencia del experimento de la pesca en el río Cuduyarí (Vaupés, Colombia). *Revista desarrollo y sociedad*, 155-188. doi:10.13043/DYS.79.5
- Sandoval, A. (2016). Procesos de cambio en las comunidades ribereñas del lago de chapala: Contradicciones por el acceso a los recursos. El desarrollo regional frente al cambio ambiental global y la transición hacia la sustentabilidad. *Asociación mexicana de ciencias para el desarrollo regional*. Obtenido de <http://ru.iiec.unam.mx/id/eprint/3442>
- Sandoval, R. (2019). Territorio comunal: acuerdos locales para el aprovechamiento del bosque en la comunidad indígena de San Juan Pamatácuaro, México. *Revista geográfica de américa central*(62), 217-243. doi:10.15359/rgac
- Severiche, C., Gómez, E., & Jaimes, J. (2016). La educación ambiental como base cultural y estrategia para el desarrollo sostenible. *Revista TELOS*, 18(2), 266-281. Obtenido de ISSN:1317-0570, <https://www.redalyc.org/pdf/993/99345727007.pdf>
- Weinstein, O. (2015). Comment se construisent les communs: questions a partir d'Ostrom. (B. Coriat, Ed.) *En Le Retour des Communs*, 69-105. Obtenido de https://www.academia.edu/40207714/Bienes_comunes_y_territorios_rurales_una_reflexion_introductoria
- Zarta, P. (2018). La sustentabilidad o sostenibilidad: un concepto poderoso para la humanidad. *Revista de humanidades: Tabular Rasa*, 28, 1-16. Obtenido de <https://www.redalyc.org/jatsRepo/396/39656104017/html/index.html>

FACTORES DE VULNERABILIDAD DE LA COMUNIDAD PESQUERA DE GUASAVE, SINALOA AL CAMBIO CLIMÁTICO

VULNERABILITY FACTORS OF THE GUASAVE, SINALOA FISHING COMMUNITY TO CLIMATE CHANGE

Paúl Adaid **García-López**¹; Ramiro **Ahumada-Cervantes**²; Luis Carlos **González-Márquez**³; Iván Gpe. **Martínez-Álvarez**⁴; Jesús Damián **Cordero-Ramírez**⁵ y Brenda Paulina **Villanueva-Fonseca**⁶

Resumen

La presente investigación analiza los factores que influyen en la vulnerabilidad ante el cambio climático de la población que vive en comunidades pesqueras del municipio de Guasave, Sinaloa, México. Para ello se emplearon 34 indicadores, distribuidos en los tres componentes que constituyen la vulnerabilidad, al cambio climático, que son exposición, sensibilidad y capacidad adaptativa. Posteriormente se

identificaron los factores que presentaron mayor influencia en la vulnerabilidad de las poblaciones evaluadas y a partir de estos resultados se propusieron algunas medidas de adaptación con la finalidad de disminuir su vulnerabilidad. Como resultado se encontró que 15 de los 34 indicadores utilizados, resultaron críticos para el área estudiada, entre ellos: materiales pesqueros, tecnología utilizada, experiencia, actividades generadoras de ingresos, jefatura anciana, población sin servicio de salud

¹ Profesor de asignatura base en la Universidad Autónoma de Occidente Unidad Regional Guasave-Sinaloa, adscrito al departamento de Ingeniería y Tecnología. pauladaid@hotmail.com

² Profesor investigador de tiempo completo de la Universidad Autónoma de Occidente, inscrito al departamento de Ingeniería y Tecnología. ramiroac2002@yahoo.com

³ Profesor Investigador de Tiempo Completo en la Universidad Autónoma de Occidente, adscrito al Departamento de Ingeniería y Tecnología. lcgmarquez@gmail.com

⁴ Profesor del P.E. de Biología y del Doctorado en sustentabilidad de la UAdeO, UR Guasave. igma_biologi@hotmail.com.

⁵ Profesor y miembro de los núcleos Académicos Básicos de la Maestría en Fitopatología y Medio Ambiente, y del Doctorado en Sustentabilidad, ambos en la UAdeO. jedacora@hotmail.com

⁶ Profesora en la Licenciatura de Biología y coordinadora del Doctorado en Sustentabilidad en la Universidad Autónoma de Occidente. brendapaulina1984@hotmail.com

pública, ingreso *per cápita*, ciclones, marea alta, empleo y actividades provenientes del sector primario. Se concluye que las comunidades pesqueras son vulnerables al cambio climático, influenciadas por diversos factores; por ello, se plantean propuestas de adaptación como son: el desarrollo de campañas de educación ambiental, el programa de jóvenes construyendo el futuro, programas para emprendurismo, el programa para el bienestar de las personas adultas mayores; las cuales pueden disminuir su vulnerabilidad.

Palabras clave: indicadores, exposición; sensibilidad; capacidad adaptativa.

Abstract

This research analyzes the factors that influence the vulnerability to climate change of the population living in fishing communities in the municipality of Guasave, Sinaloa, Mexico. For this, 34 indicators were used, distributed in the three components that constitute vulnerability to climate change, which are exposure, sensitivity and

adaptive capacity. Subsequently, the factors that had the greatest influence on the vulnerability of the evaluated populations were identified and based on these results, some adaptation measures were proposed in order to reduce their vulnerability. As a result, it was found that 15 of the 34 indicators used were critical for the studied area, among them: fishing materials, technology used, experience, income-generating activities, elderly leadership, population without public health service, per capita income, cyclones, high tide, employment and activities from the primary sector. It is concluded that fishing communities are vulnerable to climate change, influenced by various factors; For this reason, adaptation proposals are proposed such as: the development of environmental education campaigns, the program for young people building the future, programs for entrepreneurship, the program for the well-being of older adults; which can decrease your vulnerability.

Key words: indicators; exposure; sensitivity; adaptive capacity.

INTRODUCCIÓN

El clima depende de un gran número de factores que interactúan de forma compleja; como ejemplos se pueden mencionar la altitud, la latitud y las corrientes marinas (Martínez y Osnaya, 2004). En ese sentido, el cambio climático (CC) se asocia a distintas modificaciones en el clima en parámetros como la temperatura, las precipitaciones, la nubosidad, entre otros (Roldán et al. 2010). Este puede ser provocado por una variabilidad natural del clima o como resultado de la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial, según la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC, 1992).

Con el paso del tiempo el CC se convierte en una problemática cada vez más irreversible e incontrolable, influenciado principalmente por sustancias tóxicas (Gases de efecto invernadero) emitidas de manera indiscriminada que se disuelven en el aire, como el CO₂, provocando elevadas temperaturas a nuestro

planeta (Guajala, 2015). De esta manera, se puede considerar que este fenómeno es uno de los principales desafíos actuales que enfrenta la humanidad y en gran medida, este proceso se ha desencadenado a partir de la creciente utilización de combustibles fósiles, junto con la incidencia de actividades agrícolas e industriales, y la deforestación a escala global (Hidalgo, 2016). Dichas actividades generan emisiones de gases de efecto invernadero (GEI); entre ellos, dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄) y óxido nitroso (N₂O) (Sosa, 2015). Estas emisiones están provocando un calentamiento antropogénico que ha modificado el clima, como se refleja en los aumentos de las temperaturas oceánicas y terrestre, las variaciones en la precipitación, los cambios en los patrones de viento y la mayor ocurrencia e intensidad de fenómenos hidrometeorológicos extremos, como las sequías, las olas de calor y los ciclones tropicales (Sosa, 2015). En este orden de ideas, se puede decir que el CC es un problema global con graves dimensiones ambientales, sociales, económicas, distributivas y políticas (Hidalgo, 2016).

La pesca y la acuicultura son de suma relevancia, debido a que son una importante fuente generadora de alimentos, por su alto valor nutricional, como fuente de ingresos y sobre todo son un medio de vida para cientos de millones de habitantes en el mundo. Se estima que 56.6 millones de personas trabajaban en el sector primario de la pesca y la acuicultura, de acuerdo a la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2014: 38). De acuerdo a los informes del Panel Intergubernamental del Cambio Climático, se dice que muchas de ellas dependen de la pesca a pequeña escala y en su mayoría viven en países en desarrollo por lo que se enfrentan a las crisis climáticas (IPCC, 2014: 54). Es probable que la frecuencia e intensidad de los eventos climáticos extremos (ciclones, inundaciones, sequías, aumento del nivel del mar, la erosión de la tierra, fluctuaciones en la temperatura y precipitación) tengan un impacto considerable en la producción pesquera futura, tanto en los sistemas terrestres como marinos (Brander, 2007). La mayor parte de las afectaciones del CC son extremadamente negativas, lo que ha provocado mortandad y migración de peces (IPCC, 2014). Asimismo, las presiones de origen antropogénico en la pesca, tales como la sobrepesca, la contaminación y la pérdida de hábitat (Brander, 2007; Sumaila *et al.*, 2011); aunado al incremento de la temperatura, la alteración en las precipitaciones, el aumento del nivel del mar, la acidificación oceánica y la variación en la concentración de oxígeno disuelto, afectan la productividad de las poblaciones de peces en ecosistemas marinos y costeros (Brander, 2007; Cheung *et al.*, 2010; Johannessen y Miles, 2011; IPCC, 2014). Como se puede observar, existen diversos factores con el potencial suficiente para disminuir la producción pesquera y con ello afectar el sustento en comunidades que ejercen esta actividad a pequeña escala convirtiéndolos en vulnerables a los efectos negativos del cambio climático (Downing Thomas, Ringius Lasse, Hulme Mike, Waughray Dominic, 1997; Cinner, 2012; IPCC, 2014).

En este orden de ideas y de acuerdo con el enfoque del IPCC (2007), la vulnerabilidad es la medida en que un sistema es capaz o incapaz de afrontar los efectos negativos del CC, incluso la variabilidad climática y los episodios extremos. Está en función del carácter, la magnitud y el índice de variación climática a que está expuesto un sistema, su sensibilidad y su capacidad de adaptación (IPCC, 2007). De acuerdo al Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, la vulnerabilidad hace referencia al contexto físico, social, económico y ambiental de una región, sector o grupo social determinado que puede ser susceptible a ser afectado por un fenómeno meteorológico o climático, el cual puede ser clave para entender el origen de los desastres (INECC, 2103: 17).

Los factores que modulan la vulnerabilidad ante el CC se asocian a una amenaza derivada de los cambios o variaciones en el clima. Estos factores están determinados por el nivel de exposición ante una amenaza dada y la sensibilidad inherente de los sistemas naturales y humanos, contrarrestada por la habilidad de respuesta o capacidad adaptativa de dichos sistemas, que incluye recursos financieros, tecnológicos y capacidad de organización y planificación (Gutiérrez y Espinoza, 2010). En ese sentido, el reto de las investigaciones actuales es realizar a escala local estudios relacionados con la vulnerabilidad y adaptación de los sistemas humanos sobre los cuales descansa la productividad y bienestar de la sociedad (Álvarez y Blanco, 2016).

Para tratar de asegurar que las estrategias orientadas a minimizar la afectación del CC en los sistemas sociales y económicos de tal manera que realmente reduzcan la vulnerabilidad de las personas y medios de vida expuestas, es necesario conocer cuáles son los factores que mayor impacto tienen en esas regiones, para de esta forma poder disminuir su vulnerabilidad (Bele *et al.*, 2013; Magaña, 2013). Esta información es considerada muy valiosa para el diseño, implementación, monitoreo y evaluación de dichas estrategias (Soares y Sandoval, 2016).

La pesca y la acuicultura son actividades económicas que además de proporcionar alimento, representan una fuente de ingresos para muchas familias (INEGI, 2016: 39). En México constituye una fuente importante de alimentos no sólo a nivel nacional sino también a nivel local, así como el apoyo en la generación de empleos, recreación, comercio y bienestar económico para el país. De igual forma esta actividad económica se desarrolla en todo el litoral sinaloense y tradicionalmente ha significado una importante aportación a la economía en el norte del estado como es el caso del municipio de Guasave; en dicho municipio se localizan 7 comunidades dedicadas a la explotación pesquera, las cuales son el objeto de estudio de esta investigación (INEGI, 2016).

En la presente investigación se planteó como objetivo, identificar los principales factores que influyen en la vulnerabilidad de comunidades pesqueras

en Guasave Sinaloa, México, ante el CC; y proponer opciones de adaptación aplicables.

Se tomó la decisión de analizar un municipio del estado de Sinaloa debido a que, por su ubicación geográfica, características fisiográficas y morfológicas es una porción terrestre muy susceptible para enfrentar eventos climáticos extremos (Bijlsma *et al.*, 1996; Mujabar y Chandrasekar, 2013).

Inicialmente, se intuye que factores como las lluvias torrenciales, marea alta, jefatura anciana, contaminación y la situación económica asociada con el bajo nivel de adaptación, contribuyen considerablemente en la vulnerabilidad del caso de estudio. Para comprobar esto fue necesario realizar los estudios pertinentes e identificar cuáles son los factores precisos que influyen de manera directa y/o indirecta en la vulnerabilidad ante el CC en la región estudiada. A partir de ello fue posible trabajar en el diseño de algunas medidas de adaptación generales aplicables en esta zona.

Las comunidades pesqueras y su vulnerabilidad ante el cambio climático

El CC conduce a desordenes climáticos a distintas magnitudes y a diferentes latitudes y de acuerdo a eso, actualmente su estudio se enfoca hacia las afectaciones provocadas a la sociedad más vulnerable, debido a que existen muchas vías directas e indirectas a través de las cuales puede influir en las exposiciones ambientales e inducir efectos negativos para la sociedad (Delgado *et al.*, 2010).

Para tratar de asegurar que las estrategias orientadas a minimizar la afectación del CC en los sistemas sociales y económicos de tal manera que realmente reduzcan la vulnerabilidad de las personas expuestas, es necesario conocer quién o qué es vulnerable, a que es vulnerable, qué tan vulnerable es, cuáles son las causas de su vulnerabilidad y qué respuestas pueden disminuir su vulnerabilidad (Bele *et al.*, 2013; Magaña, 2013). Esta información es considerada muy valiosa para el diseño, implementación, monitoreo y evaluación de dichas estrategias (Soares y Sandoval, 2016).

En esta línea, una metodología basada en indicadores ha sido un camino utilizado por muchos autores para evaluar la vulnerabilidad al CC de grupos sociales, medios de vida, ecosistemas, infraestructura, entre otros (Cutter Susan, Boruff Bryan, Shirley Lynn, 2003; García *et al.*, 2005; Azuz Isaac, Rivera Evelia, Alpuche Leticia, 2010; Malik *et al.*, 2012; Collins *et al.*, 2013; Monterroso *et al.*, 2014; Islam *et al.*, 2014; Colburn *et al.*, 2016; Ramos *et al.*, 2016; Ahumada R., Velázquez G., Rodríguez H., Flores E., Félix R., Romero J., Granados A., 2017; Mussetta *et al.*, 2017). Esto con el propósito de cuantificar la vulnerabilidad con miras a fortalecer las capacidades para la adaptación, y de esta forma hacer más

eficiente la gestión del riesgo y asignar recursos a las poblaciones, localidades, regiones o países que más lo necesitan. Un aspecto insuficientemente tenido en cuenta es que el uso de indicadores, no sólo prioriza la producción de un tipo de conocimiento sino que también respalda ciertas respuestas políticas al cambio climático (Mussetta *et al.*, 2017).

En ese mismo sentido, los indicadores utilizados por algunos autores, la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (2003) lo define como, “un parámetro o valor derivado de otros parámetros, los cuales proveen información y colaboran en la descripción del estado de un fenómeno determinado, ambiente o área. De esta manera dichos indicadores son considerados “variables individuales conectados con el objeto o proceso que se desea evaluar, el cual muestra el estado, causas o resultados de lo estudiado” (Scholes *et al.*, 2013. Los indicadores son "variables individuales con alguna conexión lógica con el proceso u objeto de evaluación que reflejan de alguna manera inequívoca su estado, causas o resultados"(Scholes *et al.*, 2013).

Existen relativamente pocos estudios que hayan examinado los factores que influyen en la vulnerabilidad ante el CC de comunidades pesqueras; y es importante considerar que los impactos tienen el potencial de conducir a disminuciones en la producción de peces marinos, afectando la economía de estas regiones (Cinner *et al.*, 2012); incluso, la población de estas regiones se encuentra expuesta a peligros específicos y periódicos como inundaciones costeras, tsunamis y huracanes, entre otros tipos de impactos, así como a otros factores como la posible transmisión de enfermedades infecciosas relacionadas con el mar, situación que podrían provocar desplazamiento y migración de poblaciones humanas debido a las afectaciones (Daw *et al.*, 2009).

De igual manera, algunos estudios afirman haber encontrado que los hogares de más bajos recursos presentan menor capacidad para adaptarse ante los impactos provocados por el CC (Coulthard, 2008), lo que en un momento determinado puede ser un factor determinante para convertirse en una comunidad vulnerable. En ese sentido, es importante realizar estudios para identificar esos factores que impactan la vulnerabilidad de estas áreas.

A nivel global se han realizado diversas investigaciones sobre vulnerabilidad al cambio climático utilizando diversas escalas (Nacional, Estatal, AGEBS, entre otras); sin embargo, existen muy pocas investigaciones de vulnerabilidad a nivel de comunidad en países en vía de desarrollo, particularmente en México. Existen un sin número de investigaciones de ésta índole, por ejemplo (Daw *et al.*, 2009; Islam *et al.*, 2014; Thøgersen *et al.*, 2015; Colburn *et al.*, 2016; Valmonte *et al.*, 2016). Muchos de ellos son a nivel nacional y muy pocos a escala local; sin embargo, es importante mencionar, que los resultados o conclusiones obtenidas en investigaciones realizadas a nivel nacional no proporciona datos aplicables

específicamente a nivel comunidad (Hahn *et al.*, 2009). La presente investigación tiene como objetivo llenar este vacío, para identificar los factores que influyen en la vulnerabilidad de un sector de la población cuyos medios de vida pudieran ser impactados fuertemente por el CC.

Zona de estudio

El estudio se realizó en siete comunidades pesqueras localizadas en el municipio de Guasave, Sinaloa localizado en el Noroeste de México. Dicho municipio se ubica entre los paralelos 25° 11' y 25° 50' de latitud norte y los meridianos 108° 10' y 109° 02' de longitud oeste (INEGI, 2010a). La localización de las comunidades involucradas en el análisis se muestran en la figura 1, dichas comunidades son: El Cerro Cabezón, El Huitusi, El Tortugo, Boca del Río, La Pitahaya, El Caracol y El Coloradito (INEGI, 2016).

La información demográfica de las comunidades pesqueras se muestra en la Tabla 1. De forma adicional se especifica que de las siete comunidades en estudio el 4.7 % no posee ningún grado de escolaridad y el 13.6 % posee primaria incompleta, lo que refleja un 3.7 % de analfabetismo en el área de estudio. Por otra parte, el 35.8 % de los hogares posee jefatura femenina, así mismo el 36.33 % de las viviendas no cuenta con agua entubada en sus viviendas y el 2.5 % no goza de luz eléctrica (INEGI, 2010), lo que conlleva a la posibilidad de convertirlos en hogares muy sensibles a cualquier adversidad climática.

Tabla 1. Datos poblacionales de las comunidades objeto de estudio

<i>Localidad</i>	<i>Población total</i>	<i>Población masculina</i>	<i>Población femenina</i>	<i>Población de 60 años y más</i>	<i>Población económicamente activa</i>	<i>Población sin derecho a servicios de salud</i>
EL CERRO CABEZÓN	2824	1468	1356	214	866	483
EL HUITUSI	2286	1181	1105	182	689	345
EL TORTUGO	430	221	209	34	126	26
BOCA DEL RÍO	527	283	244	28	184	105

<i>LA</i>	51	27	24	1	13	4
PITAHAYA						
<i>EL</i>	999	520	479	73	307	131
CARACOL						
<i>EL</i>	307	154	153	13	93	57
COLORADITO						

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de INEGI 2010.

La actividad principal en estas comunidades es la pesca de captura a pequeña escala, de forma temporal y algunos de ellos de forma artesanal; de igual forma, algunas de estas familias se dedican a la agricultura y otras a la ganadería aunque en menor proporción; sin embargo, la pesca es la actividad predominante y es la principal fuente de ingresos para ellas. En ese sentido, dentro de las principales capturas que realizan, el ingreso más fuerte es el camarón, seguida de la captura de peces (tilapia, mojarra, liza) y ostras (almeja y ostión) (Guasave, 2017).

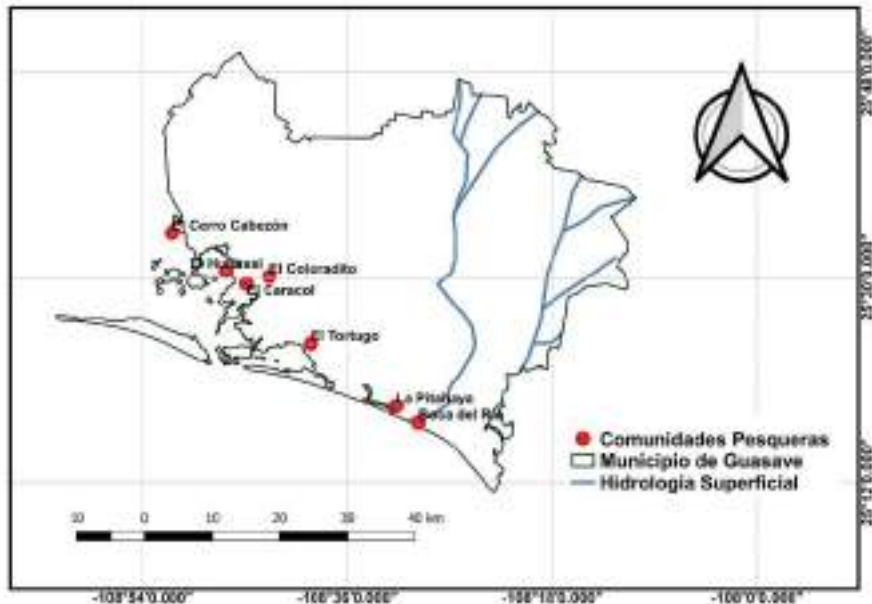


Figura 1. Localización de las comunidades pesqueras objeto de estudio.

MATERIALES Y MÉTODOS

Considerando que la mayoría de las investigaciones de vulnerabilidad ante el CC han sido realizadas a mayor escala (Nacional, Estatal y AGEBS) y prácticamente existen muy pocos estudios a nivel Municipio (Comunidad), de ahí el interés por llevar a cabo la presente investigación. La metodología que se empleó para la realización y obtención de resultados fue funcional; esto hace que el presente método sea aplicable para futuras investigaciones que presenten similares condiciones geográficas y climatológicas.

Para el cumplimiento del objetivo planteado en el presente estudio se establecieron cinco fases metodológicas: la primera de ellas consistió en la determinación de indicadores de vulnerabilidad apoyándose en la experiencia de autores y estudios similares, la segunda fase fue la cuantificación de indicadores a través de información contenida en bases de datos y por medio de información primaria generada a través de encuestas aplicadas en los hogares: en la tercera fase se realizaron análisis estadísticos de los datos obtenidos, a través del análisis de componentes principales (PCA por sus siglas en inglés) con el apoyo del *software* SPSS 8.0 y la cuarta fase consistió en identificar los factores con mayor influencia en la vulnerabilidad en las comunidades pesqueras. Finalmente se diseñaron propuestas generales de adaptación de acuerdo con los resultados obtenidos.

De acuerdo al método utilizado, se tomaron como referencia principal los componentes de Exposición, Sensibilidad y Capacidad Adaptativa para determinar los factores que contribuyen en la vulnerabilidad ante el CC en el objeto de estudio; los indicadores se seleccionaron en base a su aplicabilidad a la escala espacial de comunidad, que fueran entendibles y considerando que la información para su cuantificación se pudiera obtener fácilmente. Gran parte de los indicadores se generaron a partir de investigaciones previas en el tema (Cutter, 2003; García *et al.*, 2005; Azuz *et al.*, 2010; Malik *et al.*, 2012; Pandey y Jha, 2012; Collins *et al.*, 2013; Monterroso *et al.*, 2014; Islam *et al.*, 2014; Colburn *et al.*, 2016; Ramos *et al.*, 2016; Ahumada *et al.*, 2017; Alam, G. M., Alam, K., & Mushtaq, S., 2017; Mussetta *et al.*, 2017). En total se utilizaron 34 indicadores; de los cuales, 12 corresponden al componente exposición, 12 al de sensibilidad y 10 al de capacidad adaptativa. A cada uno de los componentes, a su vez les corresponden tres subcomponentes en los que se distribuyeron los indicadores (Tabla 2).

Los indicadores se cuantificaron a partir de cinco fuentes de datos. En este sentido, se utilizó información meteorológica procedente de la base de datos climatológica Nacional (Climate Computing Project) (CLICOM, 2015) partiendo de siete estaciones ubicadas en distintos puntos de la región, con estos datos se cuantificaron cinco indicadores (E1, E3, E8, E9 y E10). De igual forma

se extrajo información del Censo de Población y Vivienda 2010 de INEGI; con dicha información se cuantificaron ocho indicadores (S2, S3, S4, S5, S7, A1, A2 y A3). El indicador A7 se extrajo de la base de datos de la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL). Por último, se obtuvo información del INECC (2015) referente a las proyecciones de cambio climático para precipitación y temperatura en el futuro cercano y lejano, con la información recabada se cuantificaron dos indicadores (E11 y E12).

Tabla 2. Indicadores utilizados para el análisis

Componente	Subcomponente	Clave	Indicador
Exposición	Eventos Extremos	E1	Ciclones
		E2	Marea alta
		E3	Lluvias torrenciales
		E4	Lesión o muerte por un evento climático
		E5	Pérdida de propiedad debido a un evento climático
	Problemas Ambientales	E6	Contaminación
		E7	Ausencia de arboles
	Eventos Climáticos	E8	Temperatura máxima
		E9	Temperatura mínima
		E10	Precipitación
		E11	Proyección de temperatura
		E12	Proyección de precipitación
Componente	Subcomponente	Clave	Indicador
Sensibilidad	Población	S1	Jefatura anciana
		S2	Jefatura femenina
		S3	Población menor de 6 años
		S4	Población mayor de 60 años
		S5	Población indígena
	Vivienda, salud y alimentación	S6	Precariedad de la vivienda
		S7	Población sin acceso a servicios de salud

		S8	Nutrientes provenientes del sector primario
		S9	Empleo en la pesca
	Económico-productivo	S10	Empleo en otras actividades primarias
		S11	Ingresos de la pesca
		S12	Ingresos de otras actividades primarias
Componente	Subcomponente	Clave	Indicador
Capacidad Adaptativa	Capital humano	A1	Tasa de alfabetización
		A2	Asistencia escolar por población de 6 a 14 años
		A3	Población ocupada
		A4	Experiencia
	Capital financiero	A5	Ingreso per cápita
		A6	Actividades generadoras de ingresos
		A7	Apoyo de programas sociales
	Equipamiento	A8	Materiales pesqueros
		A9	Uso de tecnología
		A10	Distancia y costo a los servicios

Fuente: Elaboración propia (2019).

Los 18 indicadores restantes, fueron cuantificados a través de la generación de información primaria, por medio de aplicación de encuestas en los hogares. El número de encuestas que se aplicaron se determinó tomando en consideración el total de viviendas habitadas por comunidad, empleando un muestreo de tipo no probabilístico, utilizando un muestreo de tipo accidental o consecutivo, debido a que los datos se reclutaron hasta que se completó el número de sujetos necesarios para obtener el tamaño de la muestra deseado. Estos fueron elegidos de forma causal utilizando la fórmula para la determinación de la muestra cuando el universo es finito (Ecuación 1) obtenida de Soares y Sandoval (2016). De esta manera, se aplicaron 398 cuestionarios (Tabla 3).

$$n = \frac{N \times Z^2 \times p \times q}{d^2 \times (N-1) + Z^2 \times p \times q} \quad (1)$$

Donde:

n = Tamaño de muestra.

N = Tamaño de la población (viviendas habitadas), es por comunidad y se muestra en la tabla 2.

Z = Nivel de confianza (95%, $\alpha=0.05$).

p = Probabilidad de éxito, o proporción esperada (0.9).

q = Probabilidad de fracaso ($q= 1-p$).

d = Precisión o error admitido (5%).

Tabla 3. Tamaño de la muestra

Comunidad	N (viviendas habitadas)	Z ($\alpha=$ 0.05)	p	q	d (5%)	Tamaño de muestra
Boca del rio	127	1.96	0.9	0.1	0.05	55
La Pitahaya	12	1.96	0.9	0.1	0.05	11
El Tortugo	113	1.96	0.9	0.1	0.05	52
El Coloradito	79	1.96	0.9	0.1	0.05	44
El Caracol	257	1.96	0.9	0.1	0.05	70
El Huitussi	570	1.96	0.9	0.1	0.05	82
El Cerro cabezón	653	1.96	0.9	0.1	0.05	84
TOTAL						398

Fuente: Elaboración propia (2019).

Una vez que se integró la base de datos, con los valores correspondientes para cada indicador, se normalizaron, con el objetivo de homogenizar dichos datos y poder hacerlos comparables entre sí, de acuerdo a la ecuación 2, extraída de Magaña (2013).

$$V_{normalizado} = \frac{V - V_{min}}{V_{max} - V_{min}} \quad (2)$$

Donde:

$V_{normalizado}$ = es el valor normalizado.

V = es el valor que se va a normalizar.

V_{min} = es el valor mínimo del conjunto de valores V .

V_{max} = es el valor máximo del mismo conjunto de valores V .

El análisis estadístico se efectuó a través del PCA, para determinar el o los componentes de mayor influencia y los indicadores de cada componente en cada una de las variables que determinan la vulnerabilidad y además se identificaron los subcomponentes e indicadores que mejor explican cada uno de los parámetros. De esta forma se determinan todos los factores que influyen en la vulnerabilidad de las comunidades estudiadas.

Las medidas de adaptación se plantearon en función a los factores que arrojó el análisis estadístico, buscando que cada una de ellas contrarreste estos factores y de esta forma disminuir la vulnerabilidad de esta región; en el diseño de dichas medidas se buscó su vinculación con planes y programas gubernamentales vigentes que pudieran apoyar su implementación. Sin embargo, solo se llegó al nivel de recomendación.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De acuerdo con el análisis de vulnerabilidad realizado en las comunidades pesqueras del municipio de Guasave, Sinaloa; se encontró, un total de 6 componentes principales que albergan el 100 % de las variables utilizadas (Tabla 4), dentro de los datos significativos se tiene que el primero de estos refleja el 43.13 % de la varianza acumulada para los datos de interés, en los primeros cuatro componentes se tiene un porcentaje de varianza acumulado de un 87.15 %. En función a lo antes mencionado se tomarán en consideración los tres primeros componentes los cuales albergan un porcentaje acumulado del 75.663 %.

Tabla 4. Varianza total explicada por análisis de componentes principales para Vulnerabilidad

Componente	Autovalores iniciales			Suma de saturaciones al cuadrado de la extracción		
	Total	% de la varianza	% acumulado	Total	% de la varianza	% acumulado
1	14.665	43.132	43.132	14.665	43.132	43.132
2	6.108	17.966	61.098	6.108	17.966	61.098
3	4.952	14.566	75.663	4.952	14.566	75.663
4	3.905	11.486	87.149	3.905	11.486	87.149
5	2.347	6.902	94.051	2.347	6.902	94.051
6	2.023	5.949	100.000	2.023	5.949	100.000

Fuente: Elaboración propia (2019).

Así mismo, de acuerdo a la información proporcionada por la matriz de componentes rotados (Tabla 5), se puede visualizar la comunalidad de cada uno de los 34 indicadores que forman parte de las variables utilizadas para medir la vulnerabilidad (exposición, sensibilidad y capacidad adaptativa). En ese sentido, con respecto al primer componente se pueden identificar 8 indicadores que muestran comunalidad mayor a 0.9, en orden de relevancia son: población menor de 6 años (S3), jefatura femenina (S2), precariedad de la vivienda (S6), distancia y costo a los servicios (A10), tasa de alfabetización (A1), jefatura anciana (S1), experiencia (A4) y población sin acceso a servicios de salud (S7). De igual forma se encontraron dos indicadores que muestran comunalidad mayor a 0.8 y menor a 0.9, en orden de relevancia son: apoyo de programas sociales (A7), temperatura máxima (E8), lesión o muerte por evento climático (E4) y empleo en la pesca (S9); tres indicadores que muestran comunalidad mayor a 0.7 y menor a 0.8, en orden de relevancia son: nutrientes provenientes del sector primario (S8), ingresos de otras actividades primarias (S12) y empleo en otras actividades primarias (S10); y para finalizar, se encontró un indicador que muestra comunalidad mayor a 0.6 y menor a 0.7, y fue el de población mayor a 60 años (S4); los demás indicadores expresaron comunalidad muy baja y por lo tanto no significativa. En el segundo componente, se encontraron solamente tres indicadores relevantes, donde uno de ellos presenta comunalidad mayor a 0.9 y corresponde a actividades generadoras de ingresos (A6), otro indicador con comunalidad mayor a 0.8 y menor a 0.9 y se refiere a ingreso *per cápita* (A5), finalmente el indicador de temperatura mínima (E9) el cual arrojó una comunalidad mayor de 0.6 y menor de 0.7. El tercer componente presentó cuatro

indicadores significativos con comunalidad mayor a 0.9, en orden de relevancia son: ausencia de árboles (E7), lluvias torrenciales (E3), uso de tecnología (A9) y materiales pesqueros (A8); el resto de los componentes no arrojaron datos significantes.

Tabla 5. Matriz de componentes rotados de la variable vulnerabilidad

Indicadores Vulnerabilidad	Componente		
	1	2	3
S3	-.982		
S2	-.960		-.170
S6	-.955		
A10	.937		
A1	.937		-.104
S1	.924	-.220	-.233
A4	.907	-.253	
S7	.906	.350	.154
A7	-.847	-.283	.272
E8	.831	.365	-.283
E4	-.821	-.151	.146
S9	.819	-.325	.214
S8	.788	.211	.262
S12	.720	.554	
S10	.703	.155	-.110
S4	.668		-.123
E6	.593		-.525
A6		.916	
A5	.136	.880	
E5	-.179	-.795	
E11	.378	-.648	-.425
A9		.202	.973
A8	.346	.113	.906
E7	.230		-.765
E3	.462	.193	-.755
E12	-.238		

A3		.162	.270
E9	-.164	.688	
A2	-.505		
E2	.210	.489	.211
E1	.157		.291
E10		.194	.283
S5		-.364	-.626
S11	-.137	-.119	.297

Fuente: Elaboración propia con valores obtenidos por el análisis de componentes principales (2019).

Efectuando un análisis de los factores encontrados que determinan la vulnerabilidad ante el CC de la región de interés a través del estudio estadístico se tiene que, de los 10 indicadores analizados para determinar la capacidad adaptativa 6 de ellos reflejaron correlación significativa mayor de 0.8 (Tabla 6), esto nos dice que el 60 % de la totalidad de los indicadores mostró significancia para la vulnerabilidad. En ese mismo orden de ideas, en lo que respecta al análisis de la variable sensibilidad de los 12 indicadores empleados para el estudio de la vulnerabilidad, 6 de ellos resultaron significativos, lo que representa el 50 % de la totalidad de los indicadores. Finalmente, en el análisis efectuado a la variable restante que es la exposición, de los 12 indicadores estudiados únicamente 3 reflejaron correlación significativa, esto nos representa el 25 % del total de los indicadores. En ese sentido, en lo relevante a los componentes que determinan la vulnerabilidad, de acuerdo al análisis antes descrito están determinados en orden de relevancia por la capacidad adaptativa, sensibilidad y exposición; datos que coinciden con investigaciones similares - como es el caso de Piya *et al.* (2012)- que afirma que la capacidad adaptativa y la sensibilidad son las variables que más influyen en la vulnerabilidad de una región; de igual forma estudio efectuado – por Krishnamurthy *et al.* (2014) – donde argumenta que la mayoría de los países tienen valores bajos de exposición y sensibilidad, pero relativamente alto (inverso) valores de capacidad de adaptación, lo que eleva la vulnerabilidad.

Tabla 6. Indicadores significativos en la vulnerabilidad

<i>Clave</i>	<i>Indicador</i>	<i>Comunidad vulnerable</i>						<i>Promedio</i>
		<i>La Pitahaya</i>	<i>El Tortugo</i>	<i>El Colorado</i>	<i>El Caracol</i>	<i>El Huitusi</i>	<i>El Cerro Cabezon</i>	
A5	Ingreso per cápita (pesos/día)	181.66	241.04	137.25	147.02	200.65	163.47	178.51
A6	Actividades generadoras de ingresos (%)	1.37	1.46	1.17	1.43	1.35	1.29	1.3
A3	Población ocupada (%)	37.5	36.33	39.48	37.31	35.7	39.24	37.59
E12	Proyección de precipitación (%)	-16.96	-16.96	-16.56	-16.96	-16.56	-16.56	16.76
E5	Pérdida de propiedad debido a evento climático (%)	25	18	29.26	24.56	28.39	21.42	24.43
S5	Población indígena (%)	1.96	0	1	1	1.04	9.13	2.55

Fuente: Elaboración propia.

En ese orden de ideas, analizando los factores (indicadores) que determinan la vulnerabilidad ante el CC de la región en estudio; en lo que refiere a la capacidad de adaptación tenemos que las de mayor impacto fueron: distancia y costo a los servicios, alfabetización, experiencia, actividades generadoras de ingresos, materiales pesqueros y uso de tecnología; estos datos son semejantes a estudios

como los efectuados por Malik *et al.* (2012); Chen *et al.*, (2013); Islam *et al.* (2014) – quienes afirman que la tasa de alfabetización, la alta dependencia de la pesca y el número de actividades generadoras de ingresos; son factores determinantes para el incremento de la vulnerabilidad en una región determinada.

En el análisis de la sensibilidad se encontró que, los factores que mayor afectación reflejaron son: jefatura anciana, población sin acceso a servicios de salud público, empleo en la pesca, nutrientes provenientes del sector primario, ingresos de otras actividades primarias y empleo en otras actividades primarias; resultados que coinciden con investigaciones realizadas – por Malik *et al.* (2012); Piya *et al.* (2012); Shah *et al.* (2013); Krishnamurthy *et al.* (2014); Islam *et al.* (2014); Ahumada *et al.* (2017); Rajesh *et al.* (2018) – quienes encontraron que la vulnerabilidad ante el CC está determinada por factores como son: la tasa de alfabetización, falta de acceso al empleo fuera de la comunidad, alta dependencia de la pesca, el acceso a los servicios de salud, la población por encima de los 65 años, la alta dependencia de la actividad pesquera, la nutrición (el tipo de alimentación) y el ingreso anual.

Finalmente, dentro de los factores correspondientes a la exposición, se encontraron a ciclones, marea alta y temperatura máxima; estos datos coinciden con estudios efectuados por algunos investigadores – como son los casos de Malik *et al.* (2012); Shah *et al.* (2012); Islam *et al.* (2014); Monterroso *et al.* (2014), Kumar *et al.* (2016); Alam *et al.* (2017) - los cuales argumentan que la temperatura media anual (inmensas olas de calor), los huracanes, la variabilidad en las precipitaciones ha provocado aumento en el promedio de inundaciones haciéndolas más frecuentes (marea alta); afirmando que todos estos son determinantes para el incremento de la vulnerabilidad de la población.

En función a lo antes mencionado; es decir, a los factores identificados que hacen que las comunidades pesqueras sean vulnerables ante el CC, se plantean las siguientes propuestas de adaptación que pueden contribuir a la disminución en la vulnerabilidad y/o incrementar la capacidad para sobreponerse a dichos factores. Es importante mencionar que en su diseño, se buscó asociar estas propuestas con apoyos ya existentes en planes y programas gubernamentales del orden federal, estatal y municipal.

En este sentido se recomienda el Desarrollo de campañas de educación ambiental, el programa de jóvenes construyendo el futuro, programas para emprendurismo, tandas para el bienestar, el programa para el bienestar de las personas adultas mayores, ampliación del padrón de personas con acceso a servicios de salud, fomento de la asistencia y permanencia escolar e implementación programas de educación para adultos, capacitación sobre el atlas de riesgo a fin de eliminar riesgos a la población debido a inundaciones y finalmente el programa seguro de vida para jefas de familia. De esta forma la

población distribuida en la zona de estudio podrá beneficiarse y de esta manera tener mejores condiciones para afrontar los embates provenientes de la variabilidad climática y el CC.

CONCLUSIONES

La vulnerabilidad ante el CC de las comunidades pesqueras del municipio de Guasave, Sinaloa; se realizó a nivel de comunidad, apoyándose en indicadores de tipo social, económicos y ambiental. Se utilizaron 34 indicadores asociados en tres componentes (exposición, sensibilidad y capacidad adaptativa). Dentro de los hallazgos en la presente investigación, fue posible comprobar que las comunidades estudiadas son vulnerables ante el CC debido a que se ven afectadas por diversos factores que determinan a la vulnerabilidad y en orden de relevancia son la capacidad adaptativa, la sensibilidad y la exposición.

Los factores de exposición que influyen en la vulnerabilidad fueron: la temperatura máxima, ciclones y marea alta; en la sensibilidad resaltaron: jefatura anciana, población sin acceso a servicios de salud pública, empleo en la pesca, nutrientes provenientes del sector primario, ingresos y empleo de otras actividades primarias; por último, en la capacidad adaptativa fueron: distancia y costo a los servicios, tasa de alfabetización, experiencia, población ocupada, actividades generadoras de ingresos, materiales pesqueros y uso de tecnología.

Las propuestas planteadas como medidas de adaptación son: el acceso a estos programas puede colaborar a la disminución de la sensibilidad e incrementar la capacidad de adaptación de las comunidades pesqueras en estudio en alguna condición de vulnerabilidad ante el CC.

LITERATURA CITADA

Ahumada-Cervantes, R., Velázquez-Angulo, G., Rodríguez-Gallegos, H. B., Flores-Tavizón, E., Félix-Gastélum, R., Romero-González, J., & Granados-Olivas, A. (2017). An indicator tool for assessing local vulnerability to climate change in the Mexican agricultural sector. *Mitigation and adaptation strategies for global change*, 22(1), 137-152. Doi: 10.1007/s11027-015-9670-z

- Alam, G. M., Alam, K., & Mushtaq, S. (2017). Climate change perceptions and local adaptation strategies of hazard-prone rural households in Bangladesh. *Climate Risk Management, 17*, 52-63.
- Álvarez, A. C. C., & Blanco, J. L. (2016). Variabilidad y Cambio Climático. Impactos, Vulnerabilidad y Adaptación al Cambio Climático en América Latina y el Caribe.
- Azuz-Adeath, I., Rivera-Arriaga, E., Alpuche L. (2010). Cambio climático en México: un enfoque costero y marino. *Universidad Autónoma de Campeche, CetyS-Universidad. Gobierno del Estado de Campeche, México.*
- Bele, M. Y., Tiani, A. M., Somorin, O. A., & Sonwa, D. J. (2013). Exploring vulnerability and adaptation to climate change of communities in the forest zone of Cameroon. *Climatic Change, 119*(3-4), 875-889.
- Bijlsma, L., Ehler, C. N., Klein, R. J. T., Kulshrestha, S. M., McLean, R. F., Mimura, N., &
- Turner, R. K. (1996). Coastal zones and small islands. *Climate Change 1995: Impacts, Adaptations, and Mitigation of Climate Change: Scientific-Technical Analyses. Contribution of Working Group II to the Second Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, 289-324.
- Brander, K. M. (2007). Global fish production and climate change. *Proceedings of the National Academy of Sciences, 104*(50), 19709-19714.
- Chen, W., Cutter, S. L., Emrich, C. T., & Shi, P. (2013). Measuring social vulnerability to natural hazards in the Yangtze River Delta region, China. *International Journal of Disaster Risk Science, 4*(4), 169-181.
- Cheung, W. W., Lam, V. W., Sarmiento, J. L., Kearney, K., Watson, R. E. G., Zeller, D., & Pauly, D. (2010). Large-scale redistribution of maximum fisheries catch potential in the global ocean under climate change. *Global Change Biology, 16*(1), 24-35.
- Cinner, J. E., McClanahan, T. R., Graham, N. A., Daw, T. M., Maina, J., Stead, S. M., & Bodin, Ö. (2012). Vulnerability of coastal communities to key impacts of climate change on coral reef fisheries. *Global Environmental Change, 22*(1), 12-20.
- CMNUCC (1992). Convención marco de las naciones unidas sobre el cambio climático, recuperado de http://unfccc.int/portal_espanol/informacion_basica/la_convencion/item/s/6196.php.

- Colburn, L. L., Jepson, M., Weng, C., Seara, T., Weiss, J., & Hare, J. A. (2016). Indicators of climate change and social vulnerability in fishing dependent communities along the Eastern and Gulf Coasts of the United States. *Marine Policy*, 74, 323-333.
- Collins, T. W., Grineski, S. E., Ford, P., Aldouri, R., Aguilar, M. D. L. R., Velázquez-
- Angulo, G., & Lu, D. (2013). Mapping vulnerability to climate change-related hazards: children at risk in a US–Mexico border metropolis. *Population and Environment*, 34(3), 313-337.
- Coulthard, S. (2008). Adapting to environmental change in artisanal fisheries— Insights from a South Indian Lagoon. *Global Environmental Change*, 18(3), 479-489.
- Cutter, S. L., Boruff, B. J., & Shirley, W. L. (2003). Social vulnerability to environmental hazards. *Social science quarterly*, 84(2), 242-261.
- Daw, T., Adger, W. N., Brown, K., & Badjeck, M. C. (2009). Climate change and capture fisheries: potential impacts, adaptation and mitigation.
- Delgado, G. C., Gay, C., Imaz, M., & Martínez, M. A. (2010). *México frente al cambio climático*. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Downing, T. E., Ringius, L., Hulme, M., & Waughray, D. (1997). Adapting to climate change in Africa. *Mitigation and adaptation strategies for global change*, 2(1), 19-44.
- FAO (2014). *La FAO salvaguarda el medio ambiente mundial: adaptación de la pesca y la acuicultura al cambio climático*, recuperado de <http://www.fao.org/landandwater>.
- García, A. G., Almada, J. L. F., García, M. C. A., Bect, L. A. G., & Seingier, G. (2005). Modelo de planeación ambiental de la zona costera a partir de indicadores ambientales. *Sapiens. Revista universitaria de investigación*, 6(2), 09-24.
- Guajala, Juan Carlos (2015). El calentamiento global en el ecuador y el mundo y cómo influye el gobierno ecuatoriano en defensa del medio ambiente. UTMACH, Unidad Académica de Ciencias Sociales, Machala, Ecuador.
- Gutiérrez María Elena, Espinosa Tatiana (2010). Vulnerabilidad y adaptación al cambio climático. Diagnóstico inicial, avances, vacíos y potenciales líneas de acción en Mesoamérica, Notas técnicas. Banco Interamericano de Desarrollo (BID). Unidad de Energía Sostenible y Cambio Climático, Departamento de Infraestructura y Medio Ambiente, 84 p.

- H. Ayuntamiento de Guasave (2017). *Información de Guasave*, recuperado de http://guasave.gob.mx/sitio/index.php?option=com_content&view=category&id=150&Itemid=24
- Hahn Micah, Riederer Anne, Foster Stanley (2009). “The Livelihood Vulnerability Index: A pragmatic approach to assessing risks from climate variability and change—A case study in Mozambique”. *Global Environmental Change*, 19(1), 74-88.
- Hidalgo, L. A. (2016). Cambio climático: el clima como bien común. *Revista de Fomento Social*, 115-118.
- INECC (2015). Adaptación al cambio climático en México, Recuperado de <http://www.adaptacion.inecc.gob.mx/>.
- INECC (2013). Acerca del INECC, recuperado de <http://www.inecc.gob.mx/acerca/mision>.
- INEGI (2010a). Manual de cartografía geoestadística, Aguascalientes, México, Instituto Nacional de Estadística y Geografía.
- INEGI (2010b). Censo de Población y Vivienda 2010, principales resultados por localidad, recuperado de: http://www.inegi.org.mx/sistemas/consulta_resultados.
- INEGI (2016). Censo de Población y Vivienda 2016, principales resultados por localidad, Recuperado en Noviembre de 2017, de <http://www.inegi.org.mx/>
- IPCC (2007). Summary for policymakers, en Metz B., Davidson O.R., Bosch P.R., Dave R. and Meyer L.A. (coords.), *Climate Change 007: Mitigation*, NY, USA, University Press, Cambridge, United Kingdom and New York. pp. 1-103.
- IPCC (2014). *Summary for policymakers*, In: Field C.B, Barros V.R., Dokken D.J., Mach K.J., Mastrandrea M.D., Bilir T.E., Chatterjee M., Ebi K.L., Estrada Y.O., Genova R.C., Girma B., Kissel E.S., Levy A.N., MacCracken S., Mastrandrea P.R, White L.L. (coords.), *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects*. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 1-1131.
- Islam, M. M., Sallu, S., Hubacek, K., & Paavola, J. (2014). Limits and barriers to adaptation to climate variability and change in Bangladeshi coastal fishing communities. *Marine Policy*, 43, 208-216.

- Johannessen, O. M., & Miles, M. W. (2011). Critical vulnerabilities of marine and sea ice-based ecosystems in the high Arctic. *Regional Environmental Change*, 11(1), 239-248.
- Krishnamurthy, P. K., Lewis, K., & Choularton, R. J. (2014). A methodological framework for rapidly assessing the impacts of climate risk on national-level food security through a vulnerability index. *Global Environmental Change*, 25, 121-132.
- Kumar, P., Geneletti, D., & Nagendra, H. (2016). Spatial assessment of climate change vulnerability at city scale: A study in Bangalore, India. *Land Use Policy*, 58, 514-532.
- Magaña, Víctor (2013). *Escenarios climáticos para Chiapas*. UNICACH / Gobierno del Estado de Chiapas, recuperado de <http://www.cambioclimaticochiapas.org/portal/descargas/escenarios/escenarios.pdf>.
- Martínez, M. F., & Osnaya, P. (2004). *Cambio climático: una visión desde México*. Instituto Nacional de Ecología.
- Malik, S. M., Awan, H., & Khan, N. (2012). Mapping vulnerability to climate change and its repercussions on human health in Pakistan. *Globalization and health*, 8(1), 31.
- Monterroso, A. I., Conde, A. C., Gay, C., Gómez Díaz, J. D., & López García, J. (2012). Indicadores de vulnerabilidad y cambio climático en la agricultura de México. *Publicaciones de la Asociación Española de Climatología. Serie A*; 8.
- Monterroso, A., Conde, C., Gay, C., Gómez, D., & López, J. (2014). Two methods to assess vulnerability to climate change in the Mexican agricultural sector. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 19(4), 445-461.
- Moreno, A., & Becken, S. (2009). A climate change vulnerability assessment methodology for coastal tourism. *Journal of Sustainable Tourism*, 17(4), 473-488.
- Mujabar, P. S., & Chandrasekar, N. (2013). Coastal erosion hazard and vulnerability assessment for southern coastal Tamil Nadu of India by using remote sensing and GIS. *Natural Hazards*, 69(3), 1295-1314.
- Mussetta, P., Barrientos, M. J., Acevedo Mejía, E. C., Turbay Ceballos, S. M., & Ocampo Lopez, O. L. (2017). Vulnerabilidad al cambio climático: Dificultades en el uso de indicadores en dos cuencas de Colombia y Argentina.

- OECD (2003). *Environmental indicators. Development, measurement and uses*. Reference Paper. Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico.
- Ojeda-Bustamante, W., Sifuentes-Ibarra, E., Íñiguez-Covarrubias, M., & Montero-Martínez, M. J. (2011). Impacto del cambio climático en el desarrollo y requerimientos hídricos de los cultivos. *Agrociencia*, 45(1), 1-11.
- Pandey, R., & Jha, S. (2012). Climate vulnerability index-measure of climate change vulnerability to communities: a case of rural Lower Himalaya, India. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 17(5), 487-506.
- Perry, A. L., Low, P. J., Ellis, J. R., & Reynolds, J. D. (2005). Climate change and distribution shifts in marine fishes. *science*, 308(5730), 1912-1915.
- Piya, L., Maharjan, K. L., & Joshi, N. P. (2012). *Vulnerability of rural households to climate change and extremes: Analysis of Chepang households in the Mid-Hills of Nepal* (No. 1007-2016-79495).
- Rajesh, S., Jain, S., & Sharma, P. (2018). Inherent vulnerability assessment of rural households based on socio-economic indicators using categorical principal component analysis: A case study of Kimsar region, Uttarakhand. *Ecological indicators*, 85, 93-104.
- Ramos Reyes, R., Gama Campillo, L. M., Núñez Gómez, J. C., Sánchez Hernández, R., Hernández Trejo, H., & Ruíz Álvarez, O. (2016). Adaptación del modelo de vulnerabilidad costera en el litoral tabasqueño ante el cambio climático. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 7(SPE13), 2551-2563.
- Ravindranath, N. H., Rao, S., Sharma, N., Nair, M., Gopalakrishnan, R., Rao, A. S., & Krishna, N. (2011). Climate change vulnerability profiles for North East India. *Current Science*, 384-394.
- Roldán, M. P., Marrero, M. M., Martínez, C. T. (2010). Cambio climático y salud humana. *Rev Méd Electrón*.
- Scholes, R., Biggs, R., Palm, C., & Duraiappah, A. (2010). Assessing state and trends in ecosystem services and human well-being. *Human Well-Being*, 115.
- Shah, K. U., Dulal, H. B., Johnson, C., & Baptiste, A. (2013). Understanding livelihood vulnerability to climate change: Applying the livelihood vulnerability index in Trinidad and Tobago. *Geoforum*, 47, 125-137.

- Soares, D., & Sandoval-Ayala, N. C. (2016). Percepciones sobre vulnerabilidad frente al cambio climático en una comunidad rural de Yucatán. *Tecnología y ciencias del agua*, 7(4), 113-128.
- Sosa-Rodríguez, F. S. (2015). Política del cambio climático en México: avances, obstáculos y retos. *Revista Internacional de Estadística y Geografía*, 6(2), 4-23.
- Sumaila, U. R., Cheung, W. W., Lam, V. W., Pauly, D., & Herrick, S. (2011). Climate change impacts on the biophysics and economics of world fisheries. *Nature climate change*, 1(9), 449-456.
- Thøgersen, T., Hoff, A., & Frost, H. S. (2015). Fisheries management responses to climate change in the Baltic Sea. *Climate Risk Management*, 10, 51-62.
- Valmonte-Santos, R., Rosegrant, M. W., & Dey, M. M. (2016). Fisheries sector under climate change in the coral triangle countries of Pacific Islands: Current status and policy issues. *Marine Policy*, 67, 148-155.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen el apoyo a la Universidad Autónoma de Occidente por el apoyo brindado para la realización del estudio y al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (conacyt) por el apoyo económico que permitió la conclusión satisfactoria de esta investigación.

SÍNTESIS CURRICULAR

Paúl Adaid García López

Profesor de asignatura base en la Universidad Autónoma de Occidente Unidad Regional Guasave-Sinaloa, adscrito al departamento de Ingeniería y Tecnología; Candidato a Doctor en Sustentabilidad en la misma institución académica; Maestro en Administración en la Universidad Autónoma de Sinaloa unidad Guasave; Licenciatura en Ingeniero Biotecnólogo en el Instituto Tecnológico de Sonora (ITSON) en Ciudad Obregón-Sonora. pauladaid@hotmail.com

Ramiro Ahumada Cervantes

Profesor investigador de tiempo completo de la Universidad Autónoma de Occidente, inscrito al departamento de Ingeniería y Tecnología. Miembro del núcleo académico básico del Doctorado en Sustentabilidad, con reconocimiento de la PNPC de CONACyT, así como del grupo de investigación, en grado de Consolidación, Gestión y Preservación del Medio Ambiente. Licenciatura en Biología en la Universidad Autónoma de Sinaloa. Maestría en Gestión de Ecosistemas de la Universidad Autónoma de Baja California y un Doctorado en ingeniería en la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. Principal línea de investigación es la vulnerabilidad y la adaptación al cambio climático. E-mail ramiroac2002@yahoo.com

Luis Carlos González Márquez

Profesor Investigador de Tiempo Completo en la Universidad Autónoma de Occidente, adscrito al Departamento de Ingeniería y Tecnología. Es integrante del núcleo académico básico del Doctorado en Sustentabilidad, reconocido por el PNPC de Conacyt, así como del Cuerpo Académico, en grado de En Consolidación, Manejo y Preservación del Medio Ambiente. Realizó estudios de Licenciatura en Ingeniería Química, en la Universidad Autónoma de Sinaloa, así como de Maestría en Ingeniería (Ambiental) y Doctorado en Ciencias de la Tierra en la Universidad Nacional Autónoma de México. E-mail lcgmarquez@gmail.com

Iván Gpe. Martínez Álvarez

Licenciado en biología en el área de ecología, EBUAS. Maestría en Recursos Naturales y Medio Ambiente (CIIDIR- IPN Unidad Sinaloa). Doctorado en Ciencias en Biotecnología, IPN Unidad Sinaloa. Profesor del P.E. de Biología y del Doctorado en sustentabilidad de la UAdeO, UR Guasave (2017-2019). Estancias de investigación en la escuela nacional de ciencias biológicas IPN, CdMx. Estancia en el Laboratorio Federal Química, México D.F. y en el Colegio de la Frontera Sur ECOSUR, Unidad Tapachula. 2018. Miembro de la red de toxicología. Perfil PRODEP, miembro del sistema estatal de investigadores, miembro sistema nacional de investigadores (candidato), miembro del NAB del Doctorado en sustentabilidad de la UAdeO, UR Guasave. Correo electrónico: igma_biologi@hotmail.com.

Jesús Damián Cordero Ramírez

Licenciado en Biología por la Universidad Autónoma de Occidente (UAdeO); Maestro en Ciencias en Recursos Naturales y Medio Ambiente, y Doctor en Ciencias en Biotecnología, ambos por el Instituto Politécnico Nacional. Profesor y miembro de los núcleos Académicos Básicos de la Maestría en Fitopatología y Medio Ambiente, y del Doctorado en Sustentabilidad, ambos en la UAdeO. Miembro del Sistema Nacional de Investigadores Nivel Candidato. Correo electrónico: jedacora@hotmail.com

Brenda Paulina Villanueva Fonseca

Licenciatura en Biología en la universidad Autónoma de Occidente Unidad Regional Guasave, Maestría en Recursos Naturales y Medio Ambiente en el Instituto Politécnico Nacional-CIIDIR-Unidad Sinaloa en el área de Acuicultura de moluscos bivalos; Doctorado en Ciencias en Conservación del Patrimonio Paisajístico del Instituto Politécnico Nacional-CIIDIR-Unidad Sinaloa. Actualmente profesora en la Licenciatura de Biología y coordinadora del Doctorado en Sustentabilidad en la Universidad Autónoma de Occidente. E-mail brendapaulina1984@hotmail.com

SISTEMA FOTOVOLTAICO INTERCONECTADO A LA RED ELÉCTRICA PARA EL AHORRO DE ENERGÍA Y EL CAMBIO EN LOS PATRONES DE CONSUMO ANTE EL CONFINAMIENTO DEL COVID-19

PHOTOVOLTAIC SYSTEM INTERCONNECTED TO ELECTRICAL NETWORK FOR ENERGY SAVING AND THE CHANGES ENERGY CONSUMPTIONS PATTERNS DUE THE COVID-19 LOCKDOWN

Lennin Enrique **Amador-Castro**¹; Román Edén **Parra-Galaviz**² y Claudia Selene **Castro-Estrada**³

Resumen

La energía solar fotovoltaica a diferencia de otras energías renovables, representa una de las alternativas más relevantes debido a su importancia, sostenibilidad y costo asequible, así como también una fuente primordial de electricidad de bajas emisiones proporcionando un funcionamiento óptimo de la red eléctrica. En este sentido, el presente texto tiene como objetivo exponer un trabajo científico especializado en el diseño de un sistema fotovoltaico (SFV) interconectado a la red eléctrica del Instituto Tecnológico de Los Mochis Campus Villa de Ahome

(ITLMCVA), para la reducción de los gases de efecto invernadero (GEI) producidos por el consumo de energía eléctrica, con la finalidad de formar una institución educativa sostenible. Asimismo debido a la situación ocasionada por la emergencia sanitaria, se desarrolla un análisis en el cambio de los patrones en el consumo de energía eléctrica en el Instituto Tecnológico de Los Mochis (ITLM) ante el confinamiento del COVID-19, los cuáles han provocado un incremento de la demanda en el uso doméstico y un decremento de la demanda en las instituciones educativas.

¹ Estudiante del Doctorado en Estudios para la Sostenibilidad y Medio Ambiente de la Universidad Autónoma Indígena de México. Correo: lennin.ac@mochis.tecnm.mx

² Doctor en Ciencias en Desarrollo Sustentable de Recursos Naturales de la Universidad Autónoma Indígena de México.

³ Doctora en Ciencias en Desarrollo Sustentable de Recursos Naturales de la Universidad Autónoma Indígena de México.

Palabras clave: energías renovables, gases de efecto invernadero (GEI), demanda eléctrica, patrones de consumo de energía, paneles solares.

Abstract

Photovoltaic solar energy, unlike other renewable energies, represents one of the most relevant alternatives due to its importance, sustainability and affordable cost, as well as a primary source of low-emission electricity providing optimal operation of the electrical network. In this sense, the present text aims to present a scientific work specialized to design a photovoltaic system (FVS) interconnected in the ITLMCVA (Instituto Tecnológico de Los Mochis Campus Villa de Ahome) electrical network, for the reduction of

greenhouse gases (GHG) produced by the consumption energy in order to develop a sustainable educational institution. Likewise, as a result of the changes caused by the health emergency, an analysis is being carried out on the changes in the electrical energy patterns consumption in ITLM (Instituto Tecnológico de Los Mochis) as a consequence of COVID-19 lockdown, which have caused an increase electric demand in domestic use and a decrease electric demand in private and public educational institutions.

Key words: renewable energies, greenhouse gases (GHG), electric demand, consumption energy patterns, solar panels.

INTRODUCCIÓN

Debido a que los costos de las energías solares fotovoltaicas han caído en contraste con el precio de los combustibles fósiles, es importante apostar por la inversión de fuentes de energías renovables. Tan solo las emisiones a nivel mundial de CO₂ relacionadas con la energía aumentaron 1.6% en 2017, esto significa que la contaminación del aire relacionada con la energía siga provocando muertes prematuras cada año (IEA, 2018). Por tal motivo, el objetivo de esta investigación, nace de la necesidad de realizar un trabajo especializado para la reducción de las emisiones indirectas de CO₂ en el consumo de energía de la red eléctrica en organismos públicos, privados e instituciones educativas, por lo que se propone el diseño de un sistema fotovoltaico que permita suministrar la demanda eléctrica requerida, pues dicho sistema aporta una fuente primordial de energía eléctrica de bajas emisiones. Para ello, se realizó la búsqueda de los consumos de energía facturados por la fuente suministradora de servicio, Comisión Federal de Electricidad (CFE).

Un SFV produce electricidad necesaria aprovechando la radiación solar a través de un arreglo de paneles solares, siendo esta energía limpia sin consumir combustibles fósiles, por lo que deben recolectar la mayor cantidad de energía solar para obtener la mejor eficiencia, exigiendo que los paneles se encuentren perpendicularmente a los rayos solares (Arreola, Quevedo, & Castro, 2015). En

la actualidad existen sistemas fotovoltaicos basados en celdas de silicio monocristalino o policristalino, cuya diferencia radica principalmente en la pureza que tiene el silicio para la fabricación de las celdas, la cual entre menos impurezas tenga dicho elemento, mayor será su rendimiento (Cabezas-Maslanczuk & Fasoli-Tolosa, 2017). En consecuencia, este trabajo se desarrolló para el Instituto Tecnológico de Los Mochis Campus Villa de Ahome (ITLMCVA), ya que representa la primera institución de educación superior en comunidades rurales con la finalidad de formar una sociedad educativa sostenible en el municipio de Ahome.

Por otro lado la pandemia provocada por el COVID-19 a principios de 2020, originó que todos los países del mundo tomaran las medidas necesarias ante la emergencia sanitaria como lo fue el distanciamiento social, provocando la reducción en el consumo de energía entre el 6% y 32% (el 23% para el caso de México) (Campos-Vazquez & Esquivel, 2020), ocasionando cambios en los centros de distribución de la energía eléctrica, lo que ha originado tomar como priorización la participación de las energías renovables. Las medidas de distanciamiento afectaron de forma desigual a los diferentes sectores que demandan energía, siendo el residencial el más afectado, incrementando su demanda en gran medida al trabajo en casa (*home-office*) implementado por varias empresas, intensificando el uso de dispositivos electrónicos durante todo el día (OLADE, 2020). Sin embargo, muchas empresas al permanecer cerradas dejaron de demandar energía eléctrica, reduciendo considerablemente el consumo promedio mensual, tal es el caso de las instituciones educativas que ante el distanciamiento social las emisiones de CO₂ disminuyeron por la emergencia sanitaria, en consecuencia por la reducción en el consumo de energía eléctrica por el cierre de los inmuebles. Así mismo, en el informe *Global Energy Review 2020* de la Agencia Internacional de Energía (IEA, por sus siglas en inglés) recalca que ante la crisis económica originada por el SARS-CoV-2, ésta se puede contrarrestar en el diseño de medidas de estímulo que vinculen los esfuerzos de recuperación económica con las energías renovables (IEA, 2020a), por lo que una de las razones para mantener este compromiso hacia el cambio con fuentes más limpias, es que la demanda de energía es cada vez mayor ante el incremento acelerado de la población mundial y la tendencia es seguir aumentado. Por lo tanto, la clave para salir de esta crisis será determinante por el aumento en el uso de energías renovables, contribuyendo a la reducción en la demanda de combustibles fósiles para la generación de energía, de esta manera se podrá recuperar la economía manteniendo los gases de efecto invernadero (GEI) a la baja. No obstante, otro aspecto importante a considerar es el apoyo social y político, pues hoy en día las energías limpias han reducido sus costos 10 veces más, lo cual las coloca en un punto clave a la hora de competir con los combustibles fósiles como el petróleo y el carbón, utilizadas principalmente para alimentar las centrales eléctricas, que debido al debilitamiento en su precio por la

crisis sanitaria, propicia que las energías limpias seguirán siendo una prioridad cuando la demanda de energía se recupere tras el impacto del coronavirus.

De acuerdo con la agencia internacional de energía todos los combustibles excepto las energías renovables experimentaron una caída en la demanda del consumo energético durante el primer trimestre de 2020, esto en gran medida al bajo consumo de electricidad en el sector industrial (Figura 1). Sin embargo, ante un posible rebrote de la pandemia harían más difícil la recuperación de la demanda en los combustibles, por lo que las energías limpias representarían la única fuente de energía para experimentar un crecimiento en la demanda eléctrica debido a la disminución de los costos operativos, y de esta forma recuperar parte de la crisis económica.

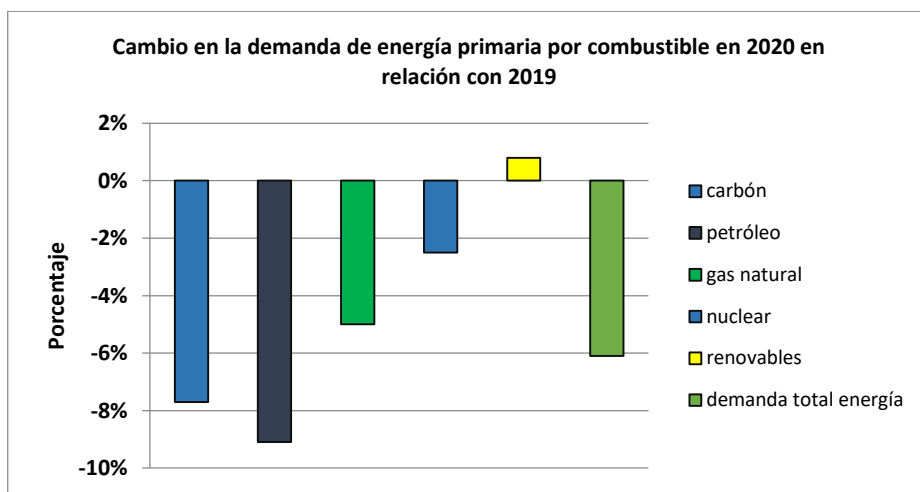


Figura 1. Cambio en la demanda de energía por combustibles en 2020 en relación con 2019.

Fuente: (IEA, 2020b).

Por otro lado, a medida que la crisis económica aumentaba por la emergencia sanitaria, las primeras indicaciones tomadas ante el distanciamiento social provocaron una caída en la demanda de energía alrededor del 15%, pero conforme se fueron tomando medidas de confinamiento más estrictas la demanda cayó de casi un 25% en un punto intermedio hasta un 35% (Figura 2). En base a esto, la finalidad de presentar un análisis sobre la implementación de un sistema fotovoltaico, este trabajo tiene también como objetivo garantizar el acceso a una energía asequible, sostenible y no contaminante, de acuerdo a las metas establecidas en los Objetivos de Desarrollo Sostenible 2030, pues la falta de

acceso a la energía puede obstaculizar los esfuerzos por contener la pandemia generada por el SARS-CoV-2 (ONU, 2021).

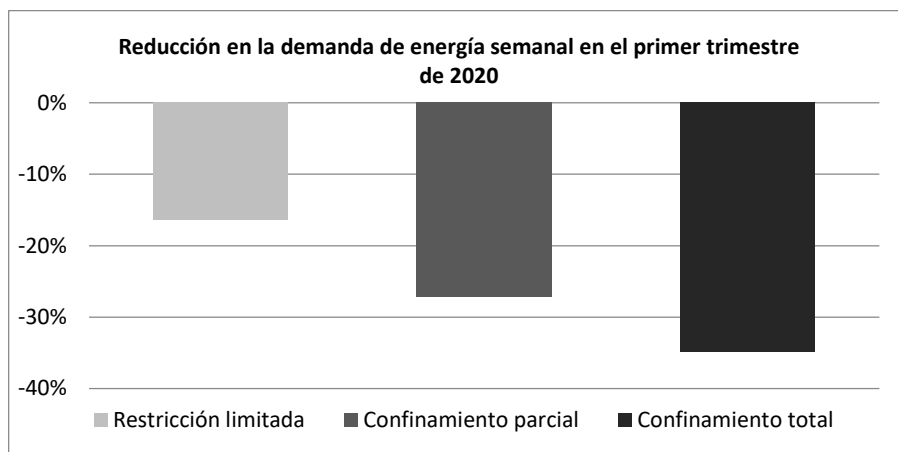


Figura 2. Reducción en la demanda de energía semanal en el primer trimestre de 2020.

Fuente: (IEA, 2020a).

MÉTODOS Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

La presente investigación se llevó a cabo en las instalaciones del IITLMCVA, ubicado en la Villa de Ahome, además se realizó una revisión literaria donde se presentan conceptos relacionados con el consumo de energía eléctrica, ahorro de energía, emisiones de GEI, así como la recopilación de datos históricos en el consumo de energía de la institución proporcionada por la fuente suministradora de servicios.

La metodología utilizada para la contabilización de las emisiones indirectas, producto de la compra de electricidad, se basa en los protocolos internacionales reconocidos en la norma mexicana NMX-SAA-14064-1-IMNC-2007/ISO 14064-1:2006, siendo las variables de interés el consumo de energía eléctrica por *kilowatt-hora* (kWh), las toneladas de dióxido de carbono (tCO₂) y el factor de emisión (F_E). Este último se empleó a partir de la metodología de la Secretaría de Energía (SEMARNAT, 2016), la cual considera la generación de energía de las centrales eléctricas suministrada a la red eléctrica nacional de acuerdo a lo estipulado a la fracción XLIV del artículo 3 de la Ley de la Industria Eléctrica (SENER, 2017).