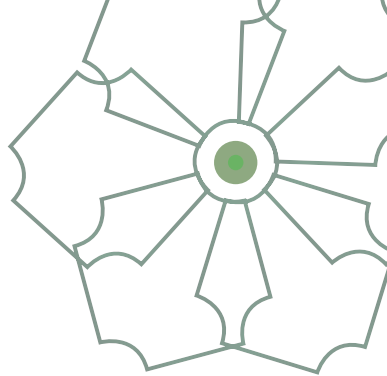




PLAGUICIDAS Y SALUD EN COJUMATLÁN DE RÉGULES, MICHOACÁN, MÉXICO

María Antonieta Ochoa Ocaña
Sandra Gómez Arroyo
Coordinadoras





*Plaguicidas y salud en Cojumatlán de
Régules, Michoacán, México*

ISBN: 978-607-30-5417-1

Primera edición: diciembre 2021

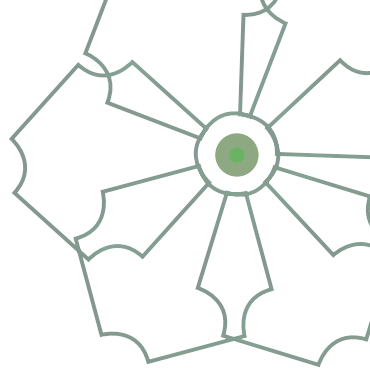
© Instituto de Ciencias de la Atmósfera y
Cambio Climático
Universidad Nacional Autónoma de México

Diseño y formación de portada e interiores:
Pietro Villalobos Peñalosa

Cuidado editorial: Claudio M. Amescua García

Hecho en México

Se permite la reproducción total o parcial de esta obra
siempre y cuando sea sin fines de lucro y se cite la fuente de
manera completa. Licencia CC-BY-NC.



Plaguicidas y salud en Cojumatlán de Régules, Michoacán, México.

María Antonieta Ochoa Ocaña • Sandra Gómez Arroyo

Coordinadoras

Jorge Alberto Álvarez Díaz • Eduardo Alejandro López Sánchez •
Teodoro Aguilar Ortega • Carlos Escalera-Gallardo •
Rodrigo Moncayo-Estrada • Maribel Rivera-Chávez •
Miriam Arroyo-Damián • Alejandro Juárez-Aguilar •
Sandra Gómez-Arroyo • Denisse Badillo-Velázquez •
Adriana García-Romero • Ximena Huerta-Cordero •
Zeltzin Muñoz-Juárez • Juana Sánchez-Alarcón •
María Antonieta Ochoa-Ocaña •
María Antonieta Ochoa Ocaña

Autores



Contenido

Introducción	2
---------------------------	----------

Plaguicidas y bioética.....	6
------------------------------------	----------

Jorge Alberto Álvarez Díaz

Salud, ambiente y alimentación como derechos fundamentales	29
---	-----------

Eduardo Alejandro López Sánchez

Aspectos sociales de Cojumatlán de Régules, Michoacán	73
--	-----------

Teodoro Aguilar Ortega

La contaminación con agroquímicos en la subcuenca del lago de Chapala.....	106
---	------------

*Carlos Escalera-Gallardo, Rodrigo Moncayo-Estrada,
Maribel Rivera-Chávez, Miriam Arroyo-Damián y
Alejandro Juárez-Aguilar*

Exposición a plaguicidas en Cojumatlán, el comportamiento de los biomarcadores	158
---	------------

*Sandra Gómez-Arroyo, Denisse Badillo-Velázquez,
Adriana García-Romero, Ximena Huerta-Cordero,
Zeltzin Muñoz-Juárez, Juana Sánchez-Alarcón y
María Antonieta Ochoa-Ocaña*

Exposición a plaguicidas organoclorados y su asociación con Diabetes mellitus 2. El caso de Cojumatlán, Michoacán	197
--	------------

Ma. Antonieta Ochoa Ocaña



INTRODUCCIÓN

La historia de los plaguicidas surge como parte de los elementos que conformaron el paquete tecnológico de la Revolución Verde a mediados de siglo XX y cuyo objetivo fue elevar la producción de alimentos tras la experiencia del desabasto y las consecuentes hambrunas derivadas de la posguerra. En ese tiempo poco se investigó de los riesgos a la salud y al ambiente; sin embargo, de manera progresiva y en correspondencia con su incrementado uso, las evidencias de sus efectos negativos se fueron presentado.

La obra “Primavera silenciosa” de Rachel Carlson en 1962 es la primera que plasma el impacto de la contaminación del ambiente por plaguicidas y hasta hoy es el referente obligado sobre deterioro ecológico y políticas públicas en materia ambiental, destacando su fuerte influencia para la prohibición del DDT en muchos países por estar asociado a cáncer.

En México, como en una gran mayoría de los países en desarrollo la falta de aplicaciones efectivas en materia de regulación y el bajo nivel educativo del sector dedicado a las actividades agrícolas in situ -condición que limita la información sobre el uso de plaguicidas- exacerban el daño potencial de estos compuestos manifestándose su presencia en entornos naturales y por supuesto en la salud de las poblaciones humanas, siendo los más vulnerables los que trabajan en el campo o viven en espacios contiguos a zonas productivas.

Específicamente en México, a partir de 1992, se ha estudiado a través de biomarcadores el daño celular que provocan los plaguicidas en trabajadores agrícolas haciéndoles más vulnerables a padecer diversas patologías. Estos estudios han ido más allá de contabilización de intoxicaciones agudas, buscando así identificar el efecto de la exposición prolongada a estos compuestos sobre el material genético.

En los términos del tema que se aborda en este libro, que buscó un contexto integral sobre el efecto de los plaguicidas en la salud humana transitando de lo global a lo regional y para finalmente llegar a lo local, el capítulo 1 *Plaguicidas y Bioética* ofrece un contexto general sobre aspectos de bioética, reconociendo como eje conductor la vida y la salud. Desde esta perspectiva, por medio de los diferentes niveles de la bioética, pueden ser analizados y explicados los problemas de salud derivados del uso y abuso de los plaguicidas, abarcado lo global, lo institucional y lo personal, insertándose en urgencias ambientales, políticas públicas y aspectos de carácter clínico. Específicamente, la bioética ambiental posee como base los trabajos de Aldo Leopold y Rachel Carlson, el primero por su trabajo “La ética de la Tierra” y la segunda por la obra citada en párrafos anteriores.

Esta visión se complementa, en el capítulo 2 *Salud, ambiente y alimentación como derechos fundamentales* con aspectos de legislación en términos de derechos en salud, ambiente y alimentación, expresados en la Constitución Mexicana de 1917. Derechos que pueden ser vulnerados con el uso indiscriminado o prohibido de los plaguicidas y que ponen en riesgo la salud y la vida humana y la integridad de los nichos ecológicos.

En el capítulo 3 *Aspectos sociales de Cojumatlán de Régules* se aborda nuestro universo de estudio que constituye uno de los seis municipios que integran la región Ciénega de Chapala, enclavada en la subcuenca Lerma-Chapala-Santiago y que presenta, como los otros municipios, problemas socioeconómicos como la pobreza, la marginación y el alto movimiento migratorio. Desde el punto de vista productivo Cojumatlán de Régules se dedica a la agricultura de subsistencia, aunque ha incursionado desde hace más de tres décadas en la producción de hortalizas, las cuales demandan grandes cantidades de plaguicidas. Estos alimentos abastecen a la ciudad de Guadalajara y en menor proporción al mercado regional. Destaca también por la transformación de productos pesqueros y derivados lácteos, ambas actividades en pequeñas empresas generalmente familiares.

A fin de dar una contextualización en términos del uso de plaguicidas en la región Ciénega de Chapala el capítulo 4 *La contaminación con agroquímicos en la subcuenca del lago de Chapala* nos ofrece una descripción general de zona geográfica en cuestión con respecto a la producción agrícola, su problemática ambiental expresada en contaminación puntual y difusa generada por descargas de aguas residuales y desechos industriales y agroindustriales, donde existe ya una gran preocupación sobre las prácticas agrícolas caracterizadas por la utilización creciente y desmedida de fertilizantes y plaguicidas, sustancias que han afectado la calidad del agua y del suelo y por lo tanto la productividad.

Derivado de la conflictiva regional y local se buscó identificar en el citado municipio el efecto de los plaguicidas sobre el material genético de una muestra de la población expuesta

directa o indirectamente a estas sustancias. El estudio, que corresponde al capítulo 5 *Exposición a plaguicidas en Cojumatlán, el comportamiento de los biomarcadores*, se llevó a cabo a través de los biomarcadores, micronúcleos (MN) y ensayo cometa (EC), teniendo como muestra testigo individuos de Sahuayo de Morelos, municipio de Michoacán dedicado a actividades comerciales. Los resultados señalan que la población, especialmente la expuesta, presenta una mayor frecuencia de MN y anomalías nucleares, así como de daño al ADN evaluado a través del EC, lo que se puede manifestar en una mayor vulnerabilidad para presentar patologías crónico-degenerativas como el cáncer.

En el capítulo 6 *Exposición a plaguicidas organoclorados y su relación con diabetes mellitus 2. El caso de Cojumatlán, Michoacán* se presenta un estudio piloto que tuvo como objetivo identificar la relación entre la presencia de residuos de plaguicidas organoclorados y diabetes mellitus 2 (DM 2). La muestra en general presentó niveles altos de algunos compuestos, especialmente el DDE -metabolito del DDT- fue mayor en pacientes con DM 2 con respecto a individuos sin la patología, lo que sugiere que la incorporación de estas sustancias de larga persistencia en el ambiente y de comportamiento lipofílico podrían estar constituyendo factores etiológicos a considerar en este padecimiento. El estudio se complementa con aspectos socioeconómicos de las condiciones de salud referidos por trabajadores agrícolas.



PLAGUICIDAS Y BIOÉTICA

Jorge Alberto Álvarez Díaz

Departamento de Atención a la Salud.
Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco

bioetica_reproductiva@hotmail.com

RESUMEN

La bioética es un campo de conocimiento casi con medio siglo de desarrollo. Puede considerarse que se inició en la década de 1970 con dos ramas que confluyen, una biomédica y otra medioambiental. Sigue existiendo mucha confusión y aún existen personas que creen que la bioética es sinónimo de ética médica. Son tantos los campos que abarca esta ética de la vida, que se inicia con un bosquejo de qué es lo que puede entenderse por bioética actualmente. La propuesta incluye un análisis por niveles: microbioética, mesobioética y macrobioética. Tras exponer algunos antecedentes relevantes de la bioética ambiental en relación con plaguicidas, se analizan problemáticas y propuestas por niveles. El nivel de la microbioética analiza problemática en relación con la toma de decisiones sobre el propio cuerpo. El de la mesobioética examina cuestiones relacionadas con la toma de decisiones institucionales y estructurales. La macrobioética inspecciona problemas globales. Los plaguicidas plantean

problemáticas distintas en estos niveles, por lo que las estrategias para soluciones eventuales deben considerar las implicaciones multinivel.

ABSTRACT

Bioethics is a field of knowledge with almost half a century of development. It can be considered to have started in the 1970s, with two convening branches, one biomedical and one environmental. There is still a lot of confusion and there are still people who believe that bioethics is synonymous with medical ethics. There are so many fields that encompass this ethic of life, that we begin with a sketch of what can be understood by bioethics today. The proposal includes a multi-level analysis: micro-bioethics, meso-bioethics and macro-bioethics. After setting out some relevant backgrounds on environmental bioethics in relation to pesticides, problems and level proposals are analyzed. The level of micro-bioethics analyzes problems in relation to decision-making about the body itself. Meso-bioethics examines issues related to institutional and structural decision-making. Macro-bioethics inspects global problems. Pesticides pose different problems at these levels, so strategies for eventual solutions should consider multi-level implications.

QUÉ PUEDE ENTENDERSE POR BIOÉTICA ACTUALMENTE?

La bioética es un campo que se ha consolidado en los últimos años. Puede considerarse que el origen de la bioética es por medio de dos ramas que confluyen en la década de 1970. Una de éstas es la biomédica, ya que a inicios de la citada década se fundan dos centros que fueron el origen del estudio sistemático inicial de la disciplina. El primero de ellos fue The Hastings Center, fundado en 1969 por el filósofo Daniel Callahan y el psiquiatra-psicoanalista Willard Gaylin (entre otros); el segundo centro fue The Joseph and Rose Kennedy Institute for the Study of Human Reproduction and Bioethics (hoy simplemente The Kennedy Institute of Ethics), fundado en 1971, por el fisiólogo fetal André Hellegers (entre otros). La historia de esta rama continuó con el famoso Informe Belmont, en el cual se basan Tom Beauchamp y James Childress para el célebre texto de *Principios de Ética Biomédica*. En este texto se mencionan cuatro principios, que durante la década de 1980 se hizo prácticamente un sinónimo el hablar de los cuatro principios de la ética biomédica, entendiendo que podrían ser una fundamentación de la bioética. Justo en 1990 se hace la primer gran crítica a esos cuatro principios (Clouser y Gert 1990), y de alguna manera la sentencia de muerte de entender que con cuatro principios se puede fundamentar la bioética se firma con dos libros publicados en 1994 (DuBose et al. 1994 y Gillon y Lloyd 1994). Resulta crucial entender el contexto histórico y sociocultural del nacimiento, auge y decadencia de la teoría de los principios (Álvarez-Díaz 2015a), ya que el tema a abordar en este capítulo simplemente no podría hacerse desde esa visión. Desgraciadamente, todavía hay gente que vive intelectualmente en la década de 1980 y

cree que bioética es sinónimo de principios, o tiene el error epistemológico de entender que bioética se refiere a la ética de la actividad médica.

La segunda rama que da origen a la bioética es la ambiental. El neologismo “bioética” comienza su desarrollo al inicio de la década de 1970, fundamentalmente con los trabajos de Van Rensselaer Potter (Potter 1970, 1971). Es cierto que la palabra apareció por primera vez en la literatura bajo la mano del teólogo Fritz Jahr (1927), pero tal evento podría considerarse la prehistoria de la disciplina, ya que no tuvo continuidad. El trabajo no se citó, no se crearon grupos de estudio, teorías, instituciones, programas educativos, publicaciones especializadas... nada. A Jahr se le podrá recordar como el padre del término, pero de ninguna manera de la disciplina, toda vez que la repercusión de su publicación fue nula. De hecho, la primera vez que el mundo académico se entera del trabajo de Jahr es hasta el año 2007 (Sass 2007), cuando la bioética tenía ya casi cuatro décadas de desarrollo disciplinar. Actualmente, a casi medio siglo del nacimiento de la bioética, puede explicarse que la propuesta de Jahr no prosperó en su momento, muy probablemente debido a que no existían las condiciones históricas y socioculturales para posibilitarlo.

Conociendo que la bioética tiene dos ramas que hacen que su historia sea compleja y que los temas sean muy heterogéneos, hay que comprender que se necesita una cierta sistematización para una adecuada fundamentación y tratamiento general de los temas. Resulta verdaderamente complejo, y parece no tener mucho que ver, hablar del tema del consentimiento informado y luego de los derechos de los animales. Para poder tratar con una cierta unidad temas que parecen tan alejados, pero que efectivamente tienen la vida y la salud

como eje, es que se debe atender alguna propuesta (Álvarez Díaz 2018). La que se presenta a continuación ya se ha expuesto con una justificación, explicación y una cierta profundidad, por lo que aquí solamente se presenta el esquema general y algunos contenidos. Además, ya hay al menos un trabajo que toma esa forma de organizar los problemas que enfrenta la bioética, considerando el caso de la reproducción humana, un tema de la primera rama citada (Álvarez-Díaz 2015b).

Bajo el esquema propuesto, la bioética contemporánea, como disciplina consolidada, puede dividirse en una microbioética, una mesobioética y una macrobioética. El nivel de la microbioética se refiere a la toma de decisiones en torno al propio cuerpo, es decir, lo que también se ha llamado como bioética clínica; la década de 1970 tuvo un énfasis especial en este nivel, probablemente porque los desarrollos de la tecnología repercutían en problemáticas planteadas por la rama biomédica y no tanto por la medioambiental. El nivel de la mesobioética se refiere a la toma de decisiones institucionales y estructurales; la década de 1980 desarrolla temas tales como los relacionados con la ética de las organizaciones sanitarias, las políticas públicas en salud, la ética de los sistemas de salud, la ética de la economía de la salud, etc., opacando en buena medida la rama biomédica a la medioambiental. El nivel de la macrobioética abarca la problemática relacionada con la globalización, donde deben considerarse con urgencia las cuestiones ecológicas y ambientales (donde la mayoría de los autores se detiene), cuestiones de justicia global (con problemas tales como el turismo de salud entre otros), las relaciones entre bioética y biopolítica, etc.; a este nivel se llega en la década de 1990, y es cuando se busca alguna forma de reunir y sistematizar la problemática bioética, con desarrollos de ambas ramas. Los tres estratos están vinculados estre-

chamente entre sí, no solamente por el desarrollo histórico de la disciplina, sino porque pertenecen al mismo proceso de deliberación en los niveles personal, institucional y global.

LOS ANTECEDENTES DE LA BIOÉTICA AMBIENTAL

No hay espacio para hacer una reconstrucción en el pensamiento de autores clave para la bioética ambiental. Sin embargo, sí es relevante destacar que entre algunos pioneros existía ya la inquietud por el tema tratado aquí. Hay que iniciar recordando que Potter (1971) dedica su libro *Bioethics: Bridge to the future* a Aldo Leopold; además, que en el artículo *Bioethics, the science of survival* cita el trabajo de Rachel Carson. Ambos aportan elementos para la reconstrucción del tema.

Aldo Leopold y Rachel Carson representan un punto de quiebre en la tradición del mundo occidental. En ese mundo, donde queda inserta Latinoamérica, existen muchos mitos respecto de la creación del mundo; algunos son seculares, y otros más conocidos, religiosos. La Biblia de Jerusalén, utilizada fundamentalmente en el mundo cristiano católico, dice después de hablar de la creación del hombre, en Génesis 1:28, lo siguiente: “Y bendíjolos Dios, y díjoles Dios: «Sed fecundos y multiplicaos y henchid la tierra y sometedla; mandad en los peces del mar y en las aves de los cielos y en todo animal que serpea sobre la tierra».”; la versión conocida como Reina-Valera, muy utilizada por grupos cristianos no católicos, lo dice de la siguiente manera: “Y los bendijo Dios y les dijo Dios: Fructificad y multiplicaos; y henchid la tierra y sojuzgadla; y

tened dominio sobre los peces del mar, y sobre las aves de los cielos y sobre todas las bestias que se mueven sobre la tierra.” Como cualquier texto, admite múltiples interpretaciones. Para Eduardo López Azpitarte, sacerdote jesuita quien se ha interesado por temas de bioética, “Una concepción excesivamente antropológica de la creación convirtió al ser humano en un depredador de la naturaleza, que no tuvo en cuenta la armonía y vinculación existente entre todos los elementos que la componen” (López Azpitarte 1994). Para Jeanne Kay existe otra interpretación posible, ya que “el mensaje ambiental bíblico más persistente es que Dios confiere dominio al humano sobre la naturaleza a gente honrada y leal, mientras que Dios castiga a los transgresores con desastres naturales” (Kay 1989). Para algunos autores, la posición que de facto funcionó en el comportamiento real de los seres humanos de ese mundo occidental, es decir, no lo que debería ocurrir, sino lo que ocurrió y parece ser que seguía ocurriendo hasta mediados del siglo XX, fue más la posición de depredador que sugiere López Azpitarte (Álvarez-Díaz 2008). Precisamente la actitud hacia el ambiente que se va a sugerir a partir de la segunda mitad del Siglo XX será otra diferente a la de dominio.

Aldo Leopold fue un silvicultor que se recuerda por los muchos temas ambientales que propuso y otros tantos que desarrolló. Sus ideas sobre la restauración ecológica las puso en práctica en una granja que adquirió en Wisconsin; la experiencia la plasmó en una obra ahora clásica, *A Sand County Almanac*. Leopold fue padre de cinco hijos, todos destacados en la defensa del ambiente: Aldo Starker, Luna Bergere, Nina, Aldo Carl y Estella (mismo nombre que la esposa de Leopold). Tras la muerte de Aldo Leopold en 1948, su hijo Luna se ocupa de la publicación de *A Sand County Almanac*. La obra cierra con un capítulo titulado “Una ética de la Tierra” (Leopold 1949).

En ella se lee una frase que es fundamental para el cambio del pensamiento ético respecto del planeta: “Una cosa es correcta cuando tiende a preservar la integridad, la estabilidad y la belleza de la comunidad biótica. Es incorrecta cuando tiende a lo contrario.” Y al hablar de la conservación, dice que “La conservación es un estado de armonía entre el hombre y la tierra.” Con ambas frases puede apreciarse la ruptura con el largo periodo vivido previamente. En la actualidad pueden consultarse biografías que tratan con cierto detalle la vida y obra de Leopold (Lorbiecki 2016).

Rachel Carson también resulta una figura central. Nació en el seno de una familia con algunas restricciones económicas; esto no fue impedimento para que escribiera y en la universidad manifestara intereses por biología marina (luego de haber iniciado los estudios en literatura inglesa). Estudió la maestría en zoología y problemas familiares hicieron que abandonara el doctorado. Eso tampoco le impidió continuar una destacada carrera como limnóloga. A inicios de la década de 1950 se dedicó a la escritura; publicó *The Sea Around Us* (obra con la que gana el National Book Award), *The Edge of the Sea*, y *Under the Sea Wind*; con esta trilogía, se convierte en un personaje célebre en el mundo cultural norteamericano. A finales de la década citada, vira su atención hacia la conservación, con énfasis en lo que consideraba que eran problemas causados por los plaguicidas sintéticos. Su obra es la afamada *Silent Spring*, publicada en 1962. Originalmente apareció en *The New Yorker* como tres artículos, y estos textos reunidos en formato libro aparecen el mismo año (Carson 1962). El libro no tiene una sección sobre ética, y tampoco intenta hacer una teorización sobre la misma. Pero hay algo que hace que sea otro hito. De las 17 secciones que componen el libro, la 7ª se titula “Caos innecesario”. En esa sección Carson escribe que

“Incidentes como la fumigación en el este de Illinois plantean una pregunta que no es sólo científica sino moral.” Este asunto es verdaderamente crucial, ya que dimensiona el problema de la fumigación no solamente como algo relacionado con la ciencia, sino también con la filosofía moral, con la ética. Después de hacer notar esa relación, Carson dice lo siguiente:

La pregunta es si cualquier civilización puede librar una guerra implacable contra la vida sin destruirse a sí misma, y sin perder el derecho a ser llamada civilizada. Estos insecticidas no son venenos selectivos; no señalan a la única especie de la que deseamos librarnos. Cada uno de ellos se usa por la simple razón de que es un veneno mortal. Por lo tanto, envenena toda la vida con la que entra en contacto: el gato amado de una familia, el ganado del granjero, el conejo en el campo y la alondra cornuda del cielo. Estas criaturas son inocentes de cualquier daño al hombre. De hecho, por su propia existencia, ellos y sus compañeros hacen su vida más placentera. Sin embargo, los recompensa con una muerte que no sólo es repentina sino horrible. Los observadores científicos de Sheldon describieron los síntomas de una alondra cerca de la muerte: “Aunque carecía de coordinación muscular y no podía volar ni pararse, continuó batiendo sus alas y se aferró con los dedos de los pies mientras yacía de costado. Su pico se mantuvo abierto y respiraba con dificultad”. Aún más lamentable fue el testimonio mudo de las ardillas muertas, que “exhibieron una actitud característica en la muerte. La parte posterior estaba inclinada, y las patas delanteras con los pies firmemente apretados estaban cerca del tórax... La cabeza y el cuello estaban extendidos y la boca a menudo contenía tierra, lo que sugiere que el animal moribundo había estado mordiendo el suelo.”

Este texto es decisivo, no solamente por la cuestión de la preservación ambiental, sino por su repercusión para la ética. Hasta la primera mitad del siglo XX parecía haber estado justificado moralmente el trato hacia la naturaleza y el resto de animales no humanos. Con este texto de Carson se hace un replanteamiento: no parece haber justificación para que otros seres vivos sufran debido a lo que hacen los seres humanos. Carson fue acosada por la industria, acusada de comunista (con la “prueba contundente” de su soltería) y se le intentó descalificar por todos los medios posibles. Sin embargo, con la parte de denuncia de su trabajo consiguió la prohibición de la comercialización del DDT en los EUA (un organoclorado). Carson propone que en lugar de llamárseles “insecticidas” deberían llamarse “biocidas” y, además, colocó el antecedente para que se creara la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (Carson testificó ante el Senado, ya afectada por un cáncer de mama que finalmente le llevaría a la muerte). Jimmy Carter la premió póstumamente con la Medalla Presidencial de la Libertad.

Con estos dos precursores fundamentales, es posible comprender por qué aparece la rama ambiental de la bioética: existía ya una sensibilidad moral diferente. Esto es importante para entender por qué prácticamente no hay antecedentes previos sobre el tema. Así las cosas, lo que sigue es una propuesta de temas por tratarse en el mundo de la bioética ambiental en relación con los plaguicidas.

MICROBIOÉTICA Y PLAGUICIDAS

Como ya se mencionó en la propuesta que articula este trabajo, el nivel de la microbioética corresponde a lo que se ha

llamado la bioética clínica. Este nivel de la bioética tiene que ver con la actividad clínica. “Clínica” es una palabra de larga historia, y etimológicamente viene del griego *kliniké*, que significa, aquella actividad que realizaba el médico al lado de la cama del enfermo. La Grecia clásica es la cuna de la medicina occidental con la escuela hipocrática; evidentemente en aquella época no había universidades ni hospitales, de modo que quien se formaba como médico lo hacía junto a otro médico, quien salía de su casa a buscar enfermos, y cuando les encontraba, les atendía en su cama. Claramente esto no tiene nada que ver con la práctica actual, de modo que el término “clínica” significa actualmente la actividad que se realiza en sujetos humanos.

En nuestros días, la actividad clínica puede ser “práctica clínica” o “investigación clínica”. Esto es así porque la investigación clínica se ha empezado a hacer, tal como se entiende actualmente, apenas en el siglo XX. Sabiendo esto, los criterios que se siguen para dividir qué es una práctica y qué es investigación, son fundamentalmente dos: la intención y la validación. No hay que perder de vista que todo acto clínico se realiza interviniendo otro cuerpo, no el propio; de este modo, si la intención al intervenir en ese otro cuerpo es para causar un beneficio que se espera derivado de la intervención, entonces se está en el terreno de la práctica. Si, por el contrario, la intervención en ese otro cuerpo es para aumentar el conocimiento, es decir, la intención no es primariamente benéfica sino cognoscitiva, entonces se está en el terreno de la investigación. Además, si la intervención que se va a realizar en ese otro cuerpo ya ha pasado por un proceso de validación, se está en el terreno de la práctica; si la intervención es precisamente para validar un proceso o un procedimiento, entonces se está en el terreno de la validación. Así pues, se está en

el terreno de la práctica clínica cuando la intervención sobre otro cuerpo se hace aplicando un proceso o un procedimiento validado con la intención que de esa intervención se cause un beneficio (puede no ser así), y se está en el terreno de la investigación clínica cuando la intervención sobre ese otro cuerpo es para intentar validar un proceso o un procedimiento, y derivado de ello aumentar el conocimiento. Nótese una vez más que en investigación no se busca obtener un beneficio como resultado de la intervención; tan es así que por ello siempre debe haber beneficios directos para los sujetos de investigación, para poder realmente hacer un balance entre riesgos y beneficios. También es cierto que un sujeto de investigación puede beneficiarse por participar en una investigación, pero ese no es el objetivo primario de investigar.

Esta distinción es crucial en varios sentidos. En primer lugar, porque al quedar demarcada la “práctica clínica” de la “investigación clínica” se puede hacer la primera inferencia: la ética que se aplica en cada campo es distinta. En segundo lugar, y en particular para el caso de México, se entiende que ahora se exijan a través de la Ley General de Salud Comités Hospitalarios de Bioética y Comités de Ética en Investigación. Los primeros se encargan de emitir recomendaciones ante problemas bioéticos en la práctica clínica, mientras que los segundos deben analizar protocolos de investigación y determinar si es posible llevarlos a cabo o no desde el punto de vista ético.

Así las cosas, hay aspectos de los plaguicidas que estarían en relación con la práctica clínica y otros con la investigación clínica. En relación con la práctica clínica hay que recordar algo que está en los textos hipocráticos y que sigue siendo válido: la primera obligación moral del médico (y en la

actualidad, de todo profesional de la salud) es saber lo que se está haciendo. Es decir, la primera condición para poder ser un médico bueno es ser buen médico. En este sentido, el personal de salud debe saber cuáles son los riesgos generales que se tienen de exposición a plaguicidas, y los particulares; no es igual la residencia en un medio rural que en uno urbano, y no son iguales todos los medios rurales. Esto implica que con algunos pacientes se deba tener mayor vigilancia y tal vez con otros no. Debe considerarse la asociación que ya se ha propuesto acerca de la relación posible entre organoclorados y la presencia de diabetes mellitus (Sexton y Salinas 2014), ya sea para hacer pruebas diagnósticas o bien para un control en el seguimiento de los pacientes. Además, los efectos endocrinos pueden ser muchos más (León-Olea et al. 2014). Otros riesgos, como podrían ser los neurológicos, también deben considerarse (Cabrera 2017).

Además, no hay que limitarse a la práctica clínica para la búsqueda y registro de datos clínicos. Hay que hacer investigación, hay que diseñar protocolos que busquen relaciones posibles entre plaguicidas y condiciones de enfermedad en los seres humanos (por referirse a un grupo; idealmente debería hacerse con otras especies). Hay trabajos que desde hace tiempo cuestionan algunos puntos en los protocolos de investigación (Egilman 1988), pero podría decirse que si el protocolo tiene un buen diseño, tiene una base estadística acorde, toma en cuenta parámetros bioéticos, y ha pasado por los comités correspondientes (en el caso de México, de acuerdo con la Ley General de Salud: el Comité de Investigación, el Comité de Ética en Investigación, y el Comité de Bioseguridad, cuando aplique), la posibilidad de que se cometan atropellos en el campo de la investigación, tal como efectivamente ya ocurrió en el pasado, disminuye bastante.

MESOBIOÉTICA Y PLAGUICIDAS

Como se propuso, el nivel de la mesobioética se refiere a la toma de decisiones institucionales y estructurales. Los temas más clásicos en la década de 1980 fueron en relación con la ética de las organizaciones sanitarias, la ética de los sistemas de salud, la ética de la economía de la salud, etc., por esto se dijo que en buena medida la rama biomédica había opacado los desarrollos de la rama ambiental. Sin embargo, hay un punto crucial en el nivel meso, y tiene que ver con la relación entre política y salud.

Cuando desde el ejercicio del poder estatal se dicta una determinada política, en la mayoría de los casos queda reducida a política gubernamental. Sin embargo, cada vez más se busca que no sea una relación meramente vertical, sino que exista una participación del pueblo. Si hay participación de aquellos hacia quienes va dirigida la política, en términos muy sencillos, se le denomina política pública. Se entiende que las políticas públicas en salud deberían incluir temas como el de los plaguicidas, ya que es algo donde la ciudadanía debería tener voz. Como ya se vio, en el caso de Rachel Carson, el escuchar la voz puede traer cambios significativos. El problema, precisamente, es que aunque en el mundo occidental se vive en su mayoría en democracias liberales, las mismas son poco democráticas. Es decir, es cierto que hay sistemas más o menos democráticos para la elección de representantes, pero esos representantes en muchas de las ocasiones no representan los intereses del pueblo sino que representan sus propios intereses o los intereses de un determinado estrato sociopolítico o socioeconómico. Esto es porque en un mundo cada vez más neoliberal (un lado negativo de la globalización), ese estrato sociopolítico suele tener relaciones importantes con

cúpulas económicas, a quienes les interesa vender, no la salud de la población. Todo esto representa graves problemas. La democracia no es que sea el mejor de los sistemas políticos, es que se trata del menos malo de los que se han probado.

Pero no todo tiene que ser malas noticias. Y es que efectivamente la democracia tiene sus problemas, por lo que se suele buscar siempre un apellido que la distinga. Ya se utilizó el de “liberal”. Pero es que además las democracias pueden ser “representativas” (como la mayoría), “directas” (con varios problemas agregados en lo procedimental), y un largo etcétera. Una de las propuestas es la de una democracia deliberativa. Deliberación es un término que surge en Aristóteles, en su *Ética a Nicómaco*, y que tiene mucho por aportar al mundo de la ética. Las relaciones entre ética y política tienen tres formas de verse (como mínimo): la ética es parte de la política, la ética no tiene que ver con la política, o bien, la política es parte de la ética. Parece ser que debe existir una cierta especificidad tanto de la ética como de la política para poder continuar con sus desarrollos disciplinares, como también parece ser que debe existir algún tipo de relación. Esa relación puede establecerse a través de la deliberación, promoviendo que la ciudadanía delibere sobre lo que le interesa, sobre lo que le incumbe, lo conozca o no (ya irá aprendiendo). Esto buscaría que las voluntades de los representantes correspondan con las de los votantes, y que la generación de las políticas se realice tomando en cuenta al pueblo, fuente del poder democrático.

Esto sería importante en México, por ejemplo para instancias tales como el Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA), quien podría reunir esfuerzos con la Secretaría de Salud y la población para

generar políticas públicas en torno al tema de los plaguicidas. Aquí se ve una de las insuficiencias en bioética que tiene el país, ya que la Comisión Nacional de Bioética (CONBIOÉTICA 2012), según su página web, “es un órgano desconcentrado de la Secretaría de Salud con autonomía técnica y operativa, responsable de definir las políticas nacionales que plantea esta disciplina.” Además, la CONBIOÉTICA tiene de facto una dependencia política de la Secretaría de Salud, ya que de acuerdo con el Artículo 7º del Decreto “por el que se reforman diversas disposiciones del diverso por el que se crea el órgano desconcentrado denominado Comisión Nacional de Bioética”, publicado el 7 de septiembre de 2005, “El Comisionado Nacional de Bioética será nombrado y removido por el Secretario de Salud” (Diario Oficial de la Federación 2017). Por estas razones, en parte, es que los temas ambientales que corresponden al nivel de la mesobioética, prácticamente no tienen ninguna consideración por la CONBIOETICA, a menos que sea al nivel puramente discursivo, donde aparecen de vez en cuando.

MACROBIOÉTICA Y PLAGUICIDAS

Como se mencionó en la propuesta, el nivel de la macrobioética abarca la problemática relacionada con la globalización. Aquí deben considerarse con urgencia las cuestiones ecológicas y ambientales, donde la mayoría de los autores se detiene a un nivel casi enunciativo, pero en donde también hay que hacer consideraciones de justicia global, las relaciones entre bioética y biopolítica, etc.

Para unas reflexiones sobre el tema de plaguicidas en este nivel, hay que mencionar a un tercer autor que resulta fundamental. Se trata de Barry Commoner. Fue un biólogo ecossocialista, y el denotar la adscripción política es totalmente relevante, ya que para los diferentes ecosocialismos, lo que les une es la idea de que el capitalismo resulta dañino inherentemente tanto a la sociedad como al ambiente. Commoner publicó un libro una década después que *Silent Spring*. Ese libro se titula *The Closing Circle* (Commoner 1971), en donde propone, basado en su amplio conocimiento y experiencia sobre ecología, cuatro leyes que explican cómo funciona la naturaleza:

1. Todo está conectado a todo lo demás. Por ejemplo, cualquier sustancia que no se metabolice (plaguicidas, metales como el mercurio), ingresa a la cadena trófica y se concentra cada vez más a medida que se mueve hacia la parte superior.
2. Todo debe ir a alguna parte. Nada desaparece, sino que se transfiere de un lugar a otro, se convierte de una forma molecular a otra, y actúa sobre los procesos vitales de cualquier organismo en el que está alojado. Pensando que la ecosfera solamente es una, y que el planeta habitable conocido hasta el momento solamente es la Tierra, hay que entender que no hay “adentro” y “afuera”.
3. La naturaleza es más sabia. La introducción artificial de un compuesto orgánico que ocurre en la naturaleza es muy probable que sea dañina cuando el ser humano sintetiza una sustancia orgánica con una estructura molecular que se aleja significativamente de los tipos que ocurren en la

naturaleza. Resulta muy grande la probabilidad de que no exista una enzima que pueda degradar tal molécula y que el material se acumule.

4. Es imposible obtener algo a cambio de nada. Commoner utiliza el refrán que dice "There ain't no such thing as a free lunch" que al traducir por "No hay tal cosa como un almuerzo gratis", no tiene mucho sentido en español al tratarse de un adagio. Dicho esto, se aclara porqué Commoner habla en este punto acerca de que explotar la naturaleza implica inevitablemente que los recursos que se encuentran en formas útiles se transformen en formas inútiles. Pone el ejemplo de que la introducción de nitrógeno en el suelo para aumentar los rendimientos agrícolas puede tener sus efectos secundarios negativos; señala la experiencia en Decatur (Illinois), donde se utilizó nitrógeno para aumentar el rendimiento de los cultivos. Después de ello, la escorrentía de nitrato entró en el sistema de agua con un resultado que sugería un incremento de la mortalidad infantil.

Commoner no solamente es crítico de la sociedad y del comportamiento ante el ambiente. También esboza soluciones. No hay que olvidar que la ética es una parte práctica de la filosofía, y en tanto que tal, se dirige hacia la acción y no solamente a la mera reflexión (que también es relevante, pero no basta). Las cuatro leyes ecológicas ofrecen algunas invitaciones a posibles soluciones:

1. Dado que todo está conectado a todo lo demás, se debe prestar especial atención al conocimiento del impacto del proceso industrial en los diversos ciclos interconectados de la naturaleza. Si se recuerdan, por ejemplo, los

ciclos biogeoquímicos, no puede pensarse que el ambiente es paralelo, no hay relaciones de los seres humanos y el ambiente por contigüidad, sino que en realidad existe una continuidad.

2. Se debe prestar especial atención a trazar el camino de diversos contaminantes que se liberan en la naturaleza. Esto requiere de un énfasis en la generación de políticas, a ser posibles públicas, y una activa participación ciudadana. Como se ve, se relaciona con los niveles meso y micro de la bioética.
3. El ser humano debe ser muy cuidadoso al desarrollar nuevos compuestos que no aparecen en la naturaleza y para los cuales no desarrolla inmediatamente una enzima degradadora (o algún otro medio) para evitar su acumulación. Esto demanda más investigación.
4. Siempre se debe tener cuidado para calcular las consecuencias de aumentar cualquiera de los procesos de la naturaleza. Las necesidades siempre se podrán ir construyendo hasta el infinito, pero los recursos son finitos.

A MODO DE EPÍLOGO

Otro tema relevante en bioética ha sido el de las generaciones futuras. Con una visión antropocéntrica se ha dicho que la generación actual no tiene el derecho de heredar a la siguiente generación un medio peor que el que recibió. Es decir, deberíamos dejar un medio al menos de igual calidad que el

recibido; a ser posible, mejor, ya que la ética va en la búsqueda de lo óptimo. Pero si miramos a nuestro alrededor, en lo social y en lo ambiental, constatamos que parece seguirse la ruta la contraria y se busca dejar algo peor.

El tema de la justicia siempre ha sido complicado, más en el siglo XX en que aparecen nuevas teorías, reaparecen otras, se discuten, etc. Si se piensa que los agentes químicos, plaguicidas entre ellos, pueden actuar en el epigenoma, habría que cuestionarse cuáles pueden ser las posibles consecuencias para los seres humanos y para los seres vivos en general, no solamente de la generación presente, sino de las futuras generaciones (Rothstein et al. 2017). Esto demanda con urgencia el principio de precaución, y en caso de encontrar evidencia de que hay un efecto negativo, tomar acciones al respecto. Mientras sociedad y Estado no tomen acuerdos y convivan armónicamente en el ambiente que comparten, poco será el avance que pueda lograrse.

REFERENCIAS

Álvarez Díaz J.A. (2018). Aspectos éticos de la nanotecnología en la atención de la salud. Universidad Autónoma Metropolitana, Ciudad de México, México, 218 pp. <http://www.casadelibrosabiertos.uam.mx/contenido/contenido/Libroelectronico/nanotecnologia.pdf>

Álvarez-Díaz J.A. (2008). El estatus moral de los animales como problema bioético. En: Bioética en perspectiva. (U. Campbell y J. A. Álvarez-Díaz, Eds.). Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, Ciudad Juárez, México, pp. 133-152.

Álvarez-Díaz J.A. (2015a). Los inicios de la bioética en Estados Unidos. En: Historia ilustrada de la bioética. (B. Herreros Ruiz-Valdepeñas y F. Bandrés Moya, Eds.). Fundación Tejerina, Madrid, España, pp. 147-158. http://www.institutoeticaclinica.org/files/Monografia-Historia-de-la-Bioetica_web.pdf

Álvarez-Díaz J.A. (2015b). Problemas éticos en reproducción humana. En: Salud, condiciones de vida y políticas sociales. Miradas sobre México. (O. López Arellano y F. Peña Saint Martin, Eds.). Alames Promep, Ciudad de México, México, pp. 19-42.

Cabrera L.Y. (2017). Pesticides. Camb. Q. Healthc. Ethics 26(4), 602-615. <https://doi.org/10.1017/S0963180117000111>.

Carson R. (1962). Silent Spring. Houghton Mifflin, Boston MA, EUA, 400 pp.

Clouser K. D. y Gert B. (1990). A critique of principlism. J. Med. Philos. 15(2), 219-236. <https://doi.org/10.1093/jmp/15.2.219>

Commoner B. (1971). The closing circle. Knopf Press, Nueva York, EUA, 343 pp.

CONBIOÉTICA. (2012) ¿Qué es la Comisión Nacional de Bioética? [en línea] <http://www.conbioetica-mexico.salud.gob.mx/interior/queeslacomision.html> 27/01/2019

Diario Oficial de la Federación (2017). Decreto por el que se reforman diversas disposiciones del diverso por el que se crea el órgano desconcentrado denominado Comisión Nacional de Bioética, publicado el 7 de septiembre de 2005. http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5472034&fecha=16/02/2017 27/01/2019

DuBose E.R., Hamel R.P. y O'Connell L.J. (1994). A matter of principles?: ferment in U.S. bioethics. Trinity Press International, Valley Forge PA, EUA, 381 pp.

Egilman D. (1988). Ethics of mandatory masturbation. J Occup Med. 30(12), 992-993.

Gillon R. y Lloyd A. (Eds). (1994). Principles of health care ethics. Wiley, West Sussex, Reino Unido, 1118 pp.

Jahr F. (1927). Bio-Ethik. Eine umschau über die ethischen beziehung des menschen zu tier und pflanze. Kosmos 24, 21-32.

Kay J. (1989). Human dominion over nature in the Hebrew Bible. Ann. Assoc. Am. Geogr. 79(2), 214-232. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8306.1989.tb00259.x>

León-Olea M., Martyniuk C.J., Orlando E.F, Ottinger M.A., Rosenfeld C., Wolstenholme J. y Trudeau V.L. (2014). Current concepts in neuroendocrine disruption. Gen- Comp- Endocrinol. 203, 158-173. <https://doi.org/10.1016/j.ygcen.2014.02.005>.

Leopold A. (1949). A sand county almanac and sketches here and there. Oxford University Press, Nueva York, EUA, 240 pp.

López Azpitarte E. (1994). La experimentación sobre seres humanos. En: Ética y vida. Desafíos actuales. (E. López Azpitarte, Ed.). México, Ediciones Paulinas, 372 pp.

Lorbiecki M. (2016). A fierce green fire: Aldo Leopold's life and legacy. Oxford University Press, Nueva York, EUA, 377 pp.

Potter V. R. (1970). Bioethics, the science of survival. Perspect. Biol. Med. 14(1), 127-153. <https://doi.org/10.1353/pbm.1970.0015>

Potter V.R. (1971). *Bioethics: Bridge to the future*. Prentice Hall, Englewood Cliffs, Nueva Jersey, EUA, 205 pp.

Rothstein M.A., Harrell H.L. y Marchant G.E. (2017). Transgenerational epigenetics and environmental justice. *Environ. Epigenet.* 3(3), dvx011. <https://doi.org/10.1093/eep/dvx011>.

Sass H.M. (2007). Fritz Jahr's 1927 concept of bioethics. *Kennedy Inst. Ethics J.* 17(4), 279-295. <https://doi.org/10.1353/ken.2008.0006>

Sexton K. y Salinas J.J. (2014). Concurrent fetal exposure to multiple environmental chemicals along the U.S.-Mexico border: An exploratory study in Brownsville, Texas. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 11(10), 10165-10181. <https://doi.org/10.3390/ijerph111010165>.



SALUD, AMBIENTE Y ALIMENTACIÓN COMO DERECHOS FUNDAMENTALES

Eduardo Alejandro López Sánchez

Unidad Académica de Estudios Regionales, Coordinación de
Humanidades, Universidad Nacional Autónoma de México,
Av. Lázaro Cárdenas s/n Esquina Felicitas del Río, Jiquilpan,
Michoacán, México. C.P. 59510

ealsuaerunam@hotmail.com

Palabras clave: derechos económicos, sociales,
culturales y ambientales (DESCA), plaguicidas.

RESUMEN

México es precursor de los derechos de segunda generación conocidos como derechos sociales (Constitución de 1917), los que a la fecha se han ampliado y se les denomina derechos económicos, sociales, culturales y ambientales (DESCA). Para este trabajo hemos escogido a tres de esos derechos fundamentales:

la salud, el ambiente y la alimentación, que sin duda alguna guardan una estrecha relación entre sí y, además, están íntimamente vinculados con la integridad del ser humano y, en ciertos casos, con la vida. Por ello la protección a estos derechos en México se ha visto reflejada en la Constitución federal, leyes secundarias, políticas públicas y en la suscripción de instrumentos internacionales vinculantes. Se ha incluido a los plaguicidas como uno de los factores que afectan a los derechos mencionados y se sabe que en ocasiones su uso desmedido y en algunos casos el uso de los prohibidos, pone en riesgo no solamente la vida del ser humano, sino también la de todos los que habitamos este planeta. Hasta el momento todos los esfuerzos realizados han sido insuficientes, por lo cual se necesita incrementar los trabajos interdisciplinarios para el estudio, análisis y reflexión de esta problemática que requiere de atención urgente. Con base en lo anterior y en la difusión y divulgación de los resultados obtenidos, se debe lograr concientizar a la población, mantener las acciones exitosas e instrumentar nuevas en donde participen gobernantes y gobernados de manera conjunta y coordinada con el firme propósito de frenar y, en la medida de lo posible, revertir el daño causado.

Key words: economic, social, cultural and environmental rights (DESCA), pesticides.

ABSTRACT

México is a precursor of the second generation rights known as social rights (Constitution of 1917), which to date have been extended and are called economic, social, cultural and environmental rights (ESCR), For this work we have chosen three

of these fundamental rights: health, environment and food, which undoubtedly have a close relationship with each other and, moreover, are intimately linked with the integrity of the human being and, in certain cases, with life. For this reason, the protection of these rights in Mexico have been reflected in the federal Constitution, secondary laws, public policies and in the subscription of binding international instruments. Pesticides have been included as one of the factors that affect the aforementioned rights, and it is known that sometimes their excessive use and in some cases the use of prohibited pesticides, put at risk not only the lives of human beings, but also the lives of all who inhabit the planet. So far all efforts have been insufficient, so it is necessary to increase interdisciplinary work for the study, analysis and reflection of this problem that requires urgent attention. Based on the foregoing and on the dissemination and divulgation of the results obtained, it is important to raise awareness among the population, maintain successful actions and implement new ones in which governors and governed participate jointly and in coordination with the firm purpose to stop and, as far as possible, reverse the caused damage.

INTRODUCCIÓN

La Constitución mexicana de 1917 fue precursora de los derechos sociales conocidos como derechos de segunda generación, con el tiempo se ha incrementado la cobertura y han fomentado la apertura a una mejor protección y convivencia humana a través de los derechos económicos, sociales, culturales y ambientales (DESCA).

La cotidianeidad humana tiene aparejada una transformación dinámica que repercute indudablemente en la normatividad

que debe ofrecernos certeza y seguridad a los habitantes de un Estado de derecho.

La Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos y los instrumentos internacionales en materia de derechos humanos también están inmersos en una constante evolución y gracias a la reforma de la Constitución del año de 2011, los instrumentos internacionales adquirieron un papel relevante en el marco jurídico de México.

Aunado a lo anterior, es menester resaltar el papel trascendental que tienen las Normas Oficiales Mexicanas (NOM), toda vez que establecen las reglas, especificaciones, atributos, directrices o características que son aplicables a un producto, proceso, instalación, sistema, actividad, servicio o método de producción u operación y son expedidas por las dependencias de la administración pública federal. Son de observancia obligatoria y por tanto se debe atender en todo momento a lo dispuesto en ellas.

Para el caso del ambiente, la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) expide las NOM con el propósito de establecer las características y especificaciones, criterios y procedimientos, que permitan proteger y promover el mejoramiento del ambiente, los ecosistemas y la preservación de los recursos naturales. Se han clasificado de la manera siguiente: Agua, Contaminación por Ruido, Emisiones de Fuentes Fijas, Emisiones de Fuentes Móviles, Impacto Ambiental, Lodos y Biosólidos, Medición de Concentraciones, Metodologías, Protección de Flora y Fauna, Residuos y Suelos.

Por lo que hace a la salud y la alimentación, la Secretaría de Salud y la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo

Rural, Pesca y Alimentación son instancias importantes para la expedición de las NOM.

Por último, las Normas Mexicanas (NMX), expedidas por la Secretaría de Economía, son regulaciones técnicas que a diferencia de las NOM son de aplicación voluntaria. En ellas se disponen las reglas, especificaciones, atributos, métodos de prueba, directrices, características o prescripciones aplicables a un producto, proceso, instalación, sistema, actividad, servicio o método de producción u operación, así como aquellas relativas a terminología, simbología, embalaje, marcado o etiquetado.

Por lo anterior, el objetivo de este trabajo es hacer un estudio de los derechos fundamentales a la alimentación, a la salud y a un ambiente adecuado. Asimismo, de su significado y alcances en la Constitución federal y, de manera enunciativa más no limitativa, en la legislación secundaria y en diversos instrumentos internacionales.

DERECHO A LA PROTECCIÓN DE LA SALUD

En México el Estado tiene la obligación constitucional de satisfacer la protección de la salud de todos los mexicanos. Es un derecho de los denominados sociales, de gran importancia para el individuo y para el desarrollo de la sociedad ya que, como es sabido, una sociedad enferma es improductiva y por ende se le complica desarrollarse.

La sociedad mexicana requiere que los gobernantes instauren un sistema de salud efectivo, que no únicamente

atienda a la población que se enferma, sino que vaya más allá, es decir que prevenga las enfermedades, toda vez que remediarlas conlleva un costo económico muy elevado y con la prevención se reducen los costos y se acerca a cumplir con la protección de la salud.

La protección de la salud es de vital importancia en México y en el mundo, por ello Yañez Campero (2000) se refiere a que la promoción y protección de la salud del pueblo es indispensable para un desarrollo económico y social sostenido, contribuye a mejorar la calidad de vida y es un acicate para alcanzar la paz mundial.

Esta promoción y protección deberá estar a cargo del Estado, a través de la difusión tanto de los programas de protección de la salud, como de las medidas preventivas, todo ello a fin de detectar a tiempo enfermedades mortales y estar en posibilidades de controlarlas y, en su caso, erradicarlas. Es importante destacar que el ciudadano también juega un papel importante en esta promoción y seguridad, toda vez que además de cuidar su salud, deberá vigilar la de sus familiares. Con esto, las autoridades de las instituciones del sector salud y la población trabajarían de la mano en la protección de la salud, lamentablemente en México gran parte de la población no tiene esta cultura.

Los recursos económicos que el Estado mexicano asigna al sector salud son limitados y en algunos casos no cumplen con la función de proveer equipo de ultrasonido, rayos X, de resonancia magnética, entre otros, que permitan realizar un buen estudio médico o diagnóstico y por ende un buen servicio. Asimismo, se deben enfrentar diversas situaciones para hacer efectivo el derecho a la salud, como son los costos elevados

de la atención médica, hospitalaria y de medicamentos, así como la deficiente calidad en el servicio y la falta de ética de algunos médicos y autoridades del sector salud.

Vázquez (2015) hace alusión a que el derecho a la salud se puede analizar a partir del acceso a médicos y/o a servicios hospitalarios generales y el acceso a medicinas. La obligación de garantizarlo desde la lógica del ejercicio de derechos supone que la persona efectivamente acceda tanto al servicio médico como al hospitalario. Esta obligación se puede desagregar en el elemento esencial de disponibilidad con la identificación de médicos, infraestructura y material médico suficiente. Está claro que el acceso medido así no expresa el acceso efectivo del derecho, es parte del problema respecto de la unidad de observación que proviene de las obligaciones en materia de derechos humanos: el Estado, no la persona (Vázquez 2015).

Para Cano Valle (2010) la principal diferencia entre un sistema de salud desarrollado y uno que no lo es, radica en la presencia de bienes públicos que permiten el desarrollo de nuevos tratamientos, el acceso a los mismos, los flujos de información para la investigación y la prevención, así como una infraestructura que dé mayor importancia a la prevención sobre el tratamiento. Un sistema moderno de salud intensivo en bienes públicos no sólo redundará en una mejor salud, sino que se convierte, mediante varios mecanismos de transmisión, en promotor del desarrollo (Cano-Valle 2010).

Además de lo anterior, Tapia-Conyer y Motta-Murgia (2005) refieren que una infraestructura sólida en salud pública salvaguarda y mejora también la seguridad nacional. Las epidemias (por ejemplo de enfermedades agudas y crónicas),

los desastres naturales, los ataques bioterroristas o el crecimiento acelerado de la población amenazan no sólo a la salud, sino también la estabilidad, el desarrollo y la economía de un país. Por lo tanto, es imperativo que en el campo de la salud pública se tomen las medidas pertinentes para prevenir estas situaciones y reaccionar oportunamente en caso de que ocurran, a efecto de proteger la salud de la población en su conjunto y de los individuos en lo particular.

El derecho a la protección de la salud se debe visualizar desde varias perspectivas y alcances. Iniciemos con la diferencia que existe entre derecho a la salud y derecho a la protección de la misma. Madrazo y Cotton (2012) hacen referencia a que este derecho se incorpora bajo la denominación derecho a la protección de la salud, y no derecho a la salud, ya que nadie pareciera tener asegurada la salud permanentemente, por mayor compromiso que en este propósito se pudiera ejercer.

Para ubicarnos un poco más en el contexto del derecho a la protección de la salud, Lema-Añón (2014) menciona que este derecho va más allá del derecho a la asistencia sanitaria. En lo que respecta a la salud pública, por ejemplo, ésta ha estado relegada a un segundo plano ante el protagonismo que ha llegado a adquirir la sanidad asistencial (Lema-Añón 2014).

Lara-Ponte (1994) considera que el artículo 4º, párrafo cuarto, encuadra el derecho a la protección de la salud en un marco de seguridad a la familia y protección de la sociedad, ya que comprende el bienestar físico y mental del ser humano, la asistencia para el adecuado desarrollo desde antes del nacimiento de los seres concebidos por éste, y el mejoramiento de su calidad de vida, de ahí que pueda caracterizarse desde un

punto de vista jurídico como una declaración en donde convergen garantías individuales y sociales, que para el logro de su eficacia requieren de la participación concurrente del individuo, la sociedad y el Estado, entendiendo que la protección de la salud como un elemento de asistencia armónica solamente es factible en la medida del aseguramiento de otros derechos asistenciales básicos asociados a ella, como el derecho a la vivienda, la alimentación y la educación.

Asimismo, Brena-Sesma (2004) se refiere a que el artículo 4° de la Constitución mexicana, reconoce un conjunto de derechos dirigidos al bienestar familiar. La seguridad familiar queda trazada e incorporada a la Constitución en el derecho a formar, organizar y desarrollar a la familia, así como en los deberes y obligaciones que el ejercicio de este derecho implica, completado con los apoyos que brinda el Estado para contar con las condiciones materiales y sociales necesarias para tal propósito, y entre ellos, destacamos la protección a la salud (Brena-Sesma 2004).

Para hablar acerca de la salud, Nicoletti (2008) hace mención que es necesario adentrarse en un aspecto básico e indispensable de la vida del hombre: el derecho humano a la salud es considerado un derecho fundamental. Poder vivir dignamente, tener un reconocimiento en el propio contexto social, contar con un mínimo de garantías sociales, etc., requiere que el ser humano tenga garantizado este derecho (Nicoletti 2008).

El derecho a la protección de la salud debe estar dirigido a todos los individuos de este país sin discriminación por origen étnico o nacional, el género, la edad, las discapacidades, la condición social, las condiciones de salud, la religión, las opiniones, las preferencias sexuales, el estado civil, entre otros.

Sin embargo, cada etapa del ser humano requiere de diferentes y diversos servicios para su salud.

Al respecto, Lugo-Garfias (2015a) refiere que el derecho humano a la protección de la salud se dirige a todas las personas, aunque debe ocuparse de las necesidades específicas de cada etapa de la vida, de las niñas, niños y adolescentes; de los hombres y las mujeres adultas; de las mujeres en etapa reproductiva y de los adultos mayores. Así, la salud de todos coincide en el mayor bienestar físico, psicológico y social para todas las personas; para conseguirla hay que tratar las diferencias de cada uno de los grupos mencionados.

Además, el derecho a la salud debe visualizarse de forma integral, tomando en cuenta factores relativos a las enfermedades y por tanto vinculados a su prevención y a su curación, pero también peculiaridades de naturaleza social, los cuales son determinantes en su conservación y mejoramiento (Lugo-Garfias 2015b).

En el contexto nacional, este derecho fundamental se encuentra consagrado en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. En el artículo 4º, párrafo cuarto, se habla de que toda persona tiene derecho a la protección de la salud y que la ley definirá las bases y modalidades para el acceso a los servicios de salud y establecerá la concurrencia de la Federación y las entidades federativas en materia de salubridad general, conforme a lo que dispone la fracción XVI del Artículo 73 de esta Constitución.

El Estado mexicano debe favorecer a todas las personas con la protección a la salud. La ley ordinaria (Ley General de Salud) establecerá las bases y modalidades de acceso a los

servicios de salud, y la facultad concurrente de la Federación y los estados, lo que permite que el Congreso de la Unión y las legislaturas estatales puedan legislar en la materia.

Asimismo, debemos completar el ya citado artículo 4°, párrafo cuarto, con la lectura del artículo 1°, párrafo segundo, también de la Constitución mexicana en el que se menciona que las normas relativas a los derechos humanos se interpretarán de conformidad con dicha Constitución y, de acuerdo con la reforma de 2011, con los tratados internacionales de la materia favoreciendo en todo tiempo la protección más amplia a las personas.

Con el texto del párrafo segundo se amplía la protección de la persona, en este caso para la protección de la salud, toda vez que se marcan las bases para la interpretación de los derechos humanos contemplados en la Constitución Mexicana y en los tratados internacionales donde México sea parte.

En México, la protección de la salud que requiere toda la población se enmarca en las normas jurídicas contempladas en la Constitución federal, los tratados internacionales en los que es parte y en la legislación tanto federal, como de cada una de las entidades federativas, por lo que se espera un sistema de protección de la salud auténtico y efectivo y no con simulaciones que ponen en riesgo la prestación de este importante servicio.

La Ley Orgánica de la Administración Pública Federal (LOAPF), en su artículo 26 señala que el Poder Ejecutivo de la Unión contará con diversas dependencias para asuntos administrativos. Para el caso de la materia de salud se apoyará de la Secretaría de Salud, que tiene entre sus atribuciones, de conformidad con el artículo 39 de la LOAPF, la de actuar como

autoridad sanitaria y vigilar el cumplimiento de la Ley General de Salud, sus reglamentos y otras disposiciones (CDHCU 2018a).

La Ley General de Salud (LGS) dispone que todos los mexicanos tienen el derecho a ser incorporados al Sistema de Protección Social en Salud de conformidad con el artículo 4° de la Constitución federal, sin importar su condición social, así como que los beneficiarios tienen derecho a recibir sin ningún tipo de discriminación los servicios de salud, los medicamentos y los insumos esenciales requeridos para el diagnóstico y tratamiento de los padecimientos, en las unidades médicas de la administración pública, tanto federal como local, acreditados y de su elección de los Regímenes Estatales de Protección Social en Salud. Asimismo, define a la salud como un estado de completo bienestar físico, mental y social, y no solamente la ausencia de afecciones o enfermedades, de conformidad con lo dispuesto en los artículos 77 bis 1, 77 bis 37 y 1° bis, respectivamente (CDHCU 2018b).

Asimismo, en el artículo 2° de esta Ley General de Salud se enumeran los objetivos de la protección de la salud al señalar que:

El derecho a la protección de la salud, tiene las siguientes finalidades: **I.** El bienestar físico y mental de la persona, para contribuir al ejercicio pleno de sus capacidades; **II.** La prolongación y mejoramiento de la calidad de la vida humana; **III.** La protección y el acrecentamiento de los valores que coadyuvan a la creación, conservación y disfrute de condiciones de salud que contribuyan al desarrollo social; **IV.** La extensión de actitudes solidarias y responsables de la población en la preservación, conservación, mejoramiento y restauración de la salud; **V.** El disfrute de

servicios de salud y de asistencia social que satisfagan eficaz y oportunamente las necesidades de la población; **VI**. El conocimiento para el adecuado aprovechamiento y utilización de los servicios de salud, y **VII**. El desarrollo de la enseñanza y la investigación científica y tecnológica para la salud (CDHCU 2018b).

Encontramos que con el texto de este artículo se pretende el desarrollo personal por medio del bienestar no nada más físico, sino también del mental, así como del mejoramiento de la calidad de vida de la persona. También, hay una tendencia hacia una cultura y conciencia de la salud y actitud solidaria a través del acrecentamiento de los valores que contribuyan para que la población disfrute de las condiciones y los servicios de salud, así como para que la preserve, conserve, mejore y restaure y, además, tenga conocimiento para que disfrute y haga un adecuado aprovechamiento de los servicios de salud.

Todo va encaminado a la salud de la persona y al desarrollo social y requiere, por parte del Estado, de una adecuada promoción y protección, una infraestructura sólida, destinar más recursos económicos, vigilar la calidad en el servicio y la ética de algunos médicos y que las autoridades del sector salud también actúen con ética.

Son consideradas autoridades el Presidente de la República; el Consejo de Salubridad General; la Secretaría de Salud, y los gobiernos de las entidades federativas, incluyendo a la Ciudad de México. Asimismo, el Sistema Nacional de Salud está integrado por las dependencias y entidades de la Administración Pública, tanto federal como local, y las personas físicas o morales de los sectores social y privado, que presten

servicios de salud, así como por los mecanismos de coordinación de acciones. El Sistema Nacional de Salud tiene por objeto dar cumplimiento al derecho a la protección de la salud, de acuerdo con los artículos 4° y 5° de la LGS.

En el artículo 6° de la LGS, se señala que el Sistema Nacional de Salud contempla diversos e importantes objetivos, entre los que destacan: el de proporcionar servicios de salud a toda la población y mejorar la calidad de los mismos, atendiendo a los problemas sanitarios prioritarios y a los factores que condicionen y causen daños a la salud, poniendo especial énfasis en la promoción, implementación e impulso de acciones de atención integrada de carácter preventivo, acorde con la edad, el sexo y los factores de riesgo de las personas. Asimismo, apoyar el mejoramiento de las condiciones sanitarias del ambiente que propicien el desarrollo satisfactorio de la vida; promover un sistema de fomento sanitario que coadyuve al desarrollo de productos y servicios que no sean nocivos para la salud; proporcionar orientación a la población respecto de la importancia de la alimentación nutritiva, suficiente y de calidad y su relación con los beneficios a la salud; promover el desarrollo de los servicios de salud con base en la integración de las tecnologías de la información y la comunicación para ampliar la cobertura y mejorar la calidad de atención a la salud (CDHCU 2018b).

Para los efectos de la LGS, en su artículo 23 se dispone que los servicios de salud son todas aquellas acciones realizadas en beneficio del individuo y de la sociedad en general, dirigidas a proteger, promover y restaurar la salud de la persona y de la colectividad (CDHCU 2018b).

En el ámbito internacional la Declaración Americana de los Derechos y Deberes del Hombre hace referencia al

“Derecho a la preservación de la Salud y al bienestar”, por lo que en el numeral XI se menciona el derecho que tiene toda persona para que su salud sea preservada.

El artículo 10 del Protocolo Adicional a la Convención Americana sobre Derechos Humanos en Materia de Derechos Económicos, Sociales y Culturales, el “Protocolo de San Salvador”, se refiere a la protección de la salud como el derecho que tiene toda persona al disfrute del más alto nivel de bienestar físico, mental y social y, además, menciona las medidas que se deberán adoptar para garantizar este derecho por los Estados que forman parte en este instrumento internacional. Estas medidas son:

- a. La atención primaria de la salud, entendiendo como tal la asistencia sanitaria esencial puesta al alcance de todos los individuos de la comunidad;
- b. La extensión de los beneficios de los servicios de salud a todos los individuos sujetos a la jurisdicción del Estado;
- c. La total inmunización contra las principales enfermedades infecciosas;
- d. La prevención y tratamiento de las enfermedades endémicas, profesionales y de otra índole;
- e. La educación de la población sobre la prevención y tratamiento de los problemas de salud, y
- f. La satisfacción de las necesidades de salud de los grupos de más alto riesgo y que por sus condiciones de pobreza sean más vulnerables (Pedroza y García 2003).

En el mismo sentido, el Pacto Internacional de Derechos Económicos Sociales y Culturales, en su artículo 12 dispone el reconocimiento por parte de los Estados miembros a que toda persona tiene derecho al disfrute del más alto nivel posible de salud física y mental, así como las medidas que se

adoptarán para asegurar la efectividad de este derecho, las cuales son:

a) La reducción de la mortinatalidad y de la mortalidad infantil, y el sano desarrollo de los niños; b) El mejoramiento en todos sus aspectos de la higiene del trabajo y del medio ambiente; c) La prevención y el tratamiento de las enfermedades epidémicas, endémicas, profesionales y de otra índole, y la lucha contra ellas, y d) La creación de condiciones que aseguren a todos asistencia médica y servicios médicos en caso de enfermedad (Pedroza y García 2003).

Para Augusto Nicoletti (2008) este Pacto da cuenta de que estos derechos tienen una doble dimensión: objetiva y subjetiva. En sentido objetivo, pueden entenderse como el conjunto de normas a través de las cuales el Estado lleva a cabo su función equilibradora de las desigualdades sociales. En su sentido subjetivo, podrían entenderse como las facultades de los individuos y de los grupos a participar de los beneficios de la vida social, lo que se traduce en determinados derechos. Referirse a Derechos Económicos, Sociales y Culturales implica aludir a una cuestión ligada a la subjetividad, porque la sociedad y la cultura contienen significados esenciales para la construcción de un proyecto propio de desarrollo humano (Nicoletti 2008).

En ese orden de ideas, Riva Palacio (2015a, b) comenta que la noción de la garantía del derecho a la salud como una interrelación de factores y derechos que deben satisfacerse, también ha sido reiterada por la Organización Mundial de la Salud. En esta dirección ha advertido que el derecho a la salud no sólo implica atención médica y construcción de hospitales

sino que supone garantizar lo que el Comité de Derechos Económicos, Sociales y Culturales ha denominado determinantes básicas de la salud (underlying determinants of health) que incluyen: a) acceso a agua potable y servicios sanitarios adecuados; b) alimentos seguros; c) nutrición y vivienda adecuada; d) condiciones laborales y ambientales saludables; e) información y educación relacionada con la salud, y f) equidad de género. (Riva-Palacio 2015a, b).

DERECHO A UN AMBIENTE ADECUADO

Al igual que el derecho a la salud, en México el Estado tiene la obligación constitucional de satisfacer la protección a un ambiente adecuado para el desarrollo y bienestar de todos los mexicanos, derecho que se encuadra en los denominados sociales (CDHCU 2018c).

Cuando hablamos de ambiente podemos visualizarlo, desde mi particular punto de vista, como todo lo que tiene que ver con la tierra, el agua y el aire, así como lo relacionado con todos los seres vivos, no humanos (vegetales y animales), en pocas palabras, todo aquello que rodea al ser humano.

La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) en su artículo 3°, fracción I, define el término ambiente como “El conjunto de elementos naturales y artificiales o inducidos por el hombre que hacen posible la existencia y desarrollo de los seres humanos y demás organismos vivos que interactúan en un espacio y tiempo determinados”.

Al referirse al derecho ambiental, Federico Arce dice que es un derecho prácticamente de convivencia entre cada uno de los sujetos que participamos en actividades económicas, sociales, políticas etc. y el ambiente (Arce-Navarro 2004).

En el caso del ambiente sano, Jorge Madrazo indica que se trata de asegurar el poder disfrutar de una biósfera con las características físicas y biológicas mínimas para una buena calidad de vida. Este propósito sólo es alcanzado sumando las acciones y restando las omisiones de cada uno de los Estados, pueblos, y sociedades del planeta (Madrazo 2012).

El ambiente es afectado de manera directa o indirecta al ejercer una actividad económica, que puede ser lícita, por ello debemos ser cuidadosos en la explotación de los recursos naturales para evitar provocar un daño o deterioro ambiental, dejar de lado la ambición económica en beneficio no únicamente del ser humano, sino de todos los seres vivos, en virtud de que todos nos necesitamos para subsistir.

Para gozar del derecho a un ambiente adecuado y ecológicamente equilibrado es preciso atender dos cuestiones: que esté libre de sustancias contaminantes, y que no sea explotado de manera irracional para contar con un desarrollo sostenible de los ecosistemas y sus recursos (Tello-Moreno 2008).

La degradación ambiental, en opinión de María del Carmen Carmona (2010), viola los derechos humanos ya que afecta el bienestar –la economía, la disposición, el acceso y el aprovechamiento equitativo del agua– contamina el aire, afecta la salud, y altera la calidad de vida. En síntesis, impide que se den las condiciones que son el sustento para la existencia

humana, debido a que impide el disfrute del derecho a vivir. Por ello es urgente construir el saber jurídico ambiental que permita dar contenido a los derechos humanos y fundamente la actuación de los gobiernos, de los organismos internacionales, de la sociedad civil y de todos los actores que influyen y se encuentran involucrados en la formulación e incorporación de nuevos estándares internacionales en materia de derechos humanos, en especial de los derechos económicos, sociales y culturales, que son lo que ahora son llamados derechos ambientales (Carmona-Lara 2010).

Para el doctor Raúl Brañes Ballesteros, citado por María del Carmen Carmona (2015), el derecho ambiental es el conjunto de normas jurídicas que regulan las conductas humanas que pueden influir de una manera relevante en los procesos de interacción, que tienen lugar entre los sistemas de los organismos vivos y sus sistemas de ambiente, mediante la generación de efectos de los que se espera una modificación significativa de las condiciones de existencia de dichos organismos (Carmona-Lara 2015).

La definición del derecho de toda persona, a un ambiente sano para su desarrollo y bienestar, es un concepto jurídico universal que se basa en los principios generales del derecho; por ello su construcción tendrá que hacerse a partir de una serie de reflexiones basadas en una revisión comparada de este derecho y ver cómo se define y conceptualiza en otras constituciones y textos legales (Carmona-Lara, 2015)

En el contexto nacional este derecho se encuentra en el artículo 4°, párrafo quinto de la Constitución mexicana: “Toda persona tiene derecho a un medio ambiente sano para su desarrollo y bienestar. El Estado garantizará el respeto a este

derecho. El daño y deterioro ambiental generará responsabilidad para quien lo provoque en términos de lo dispuesto por la ley”.

En el ordenamiento constitucional, el Estado garantizará que este derecho se respete y se responsabilizará a toda persona, sea individual o colectiva, por el daño o deterioro que pudieran causar.

Es indudable que para conservar el ambiente o tener un ambiente sano se requiere de la suma de esfuerzos y voluntades de gobernantes y gobernados en México y en el mundo. Es obligación del Estado tutelar el derecho a un ambiente sano y del gobernado conservarlo, por lo que debe existir una cooperación entre ambos.

La Ley Orgánica de la Administración Pública Federal (LOAPF), en su artículo 1º, señala que en ella se establecen las bases de organización de la Administración Pública Federal, centralizada y paraestatal, por lo que en el artículo 26 se refiere a que el Presidente de la República contará, de entre otras dependencias, con la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (CDHCU 2018a).

Esta Secretaría de conformidad con el artículo 32 bis de la propia LOAPF tendrá, entre otras atribuciones, las de fomentar la protección, restauración y conservación de los ecosistemas y recursos naturales, y bienes y servicios ambientales, con el fin de propiciar su aprovechamiento y desarrollo sustentable; en materia de ecología, participar en el saneamiento ambiental, agua, regulación ambiental del desarrollo urbano y de la actividad pesquera; establecer normas oficiales

mexicanas sobre la preservación y restauración de la calidad del medio ambiente, promover el ordenamiento ecológico del territorio nacional, vigilar y estimular el cumplimiento de las leyes en la materia, así como la importante labor de evaluar la calidad del ambiente y establecer y promover el sistema de información ambiental, que incluirá los sistemas de monitoreo atmosférico, de suelos y de cuerpos de agua, es importante destacar que estas labores se realizarán con la participación y apoyo de otras dependencias y de las autoridades estatales y municipales (CDHCU 2018a).

Al respecto, la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) en su artículo 1° establece que el objetivo de la Ley es la preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como a la protección al ambiente, en el territorio nacional y en las zonas donde la nación ejerce su soberanía y jurisdicción, así como las bases para establecer el desarrollo sustentable que son, entre otras:

I. Garantizar el derecho de toda persona a vivir en un medio ambiente sano para su desarrollo, salud y bienestar; II.- Definir los principios de la política ambiental y los instrumentos para su aplicación; III.- La preservación, la restauración y el mejoramiento del ambiente; IV.- La preservación y protección de la biodiversidad, así como el establecimiento y administración de las áreas naturales protegidas; V.- El aprovechamiento sustentable, la preservación y, en su caso, la restauración del suelo, el agua y los demás recursos naturales, de manera que sean compatibles la obtención de beneficios económicos y las actividades de la sociedad con la preservación de los ecosistemas; VI.- La prevención y el control de la contaminación del aire, agua y suelo; VII.- Garantizar la participación corresponsable de las personas, en for-

ma individual o colectiva, en la preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente; VIII.- El ejercicio de las atribuciones que en materia ambiental corresponde a la Federación, los Estados, el Distrito Federal y los Municipios, bajo el principio de concurrencia previsto en el artículo 73 fracción XXIX - G de la Constitución; IX.- El establecimiento de los mecanismos de coordinación, inducción y concertación entre autoridades, entre éstas y los sectores social y privado, así como con personas y grupos sociales, en materia ambiental, y X.- El establecimiento de medidas de control y de seguridad para garantizar el cumplimiento y la aplicación de esta Ley y de las disposiciones que de ella se deriven, así como para la imposición de las sanciones administrativas y penales que correspondan. En todo lo no previsto en la presente Ley, se aplicarán las disposiciones contenidas en otras leyes relacionadas con las materias que regula este ordenamiento (CDHCU 2018c).

Asimismo, en la misma LGEEPA en los artículos 189 y 202, se contemplan las denuncias de toda persona, grupos sociales, organizaciones no gubernamentales, asociaciones y sociedades a la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente, que estará facultada para iniciar las acciones que procedan, ante autoridad competente, cuando tenga conocimiento de actos, hechos u omisiones a la legislación administrativa o penal. Es importante destacar que el término para interponer la demanda por responsabilidad ambiental es de cinco años contados a partir del momento en que se produzca el acto, hecho u omisión correspondiente y que toda persona que deteriore o contamine el ambiente o afecte los recursos naturales o la biodiversidad, será responsable y estará obligada a reparar los daños causados.

Cuando hablamos del daño ambiental y la reparación de los daños mencionados en la LGEEPA, debemos acudir a la Ley Federal de Responsabilidad Ambiental (LFRA) que, en el artículo 1°, regula la responsabilidad ambiental por los daños que se ocasionen al medio ambiente y prevé la reparación y compensación por los mismos. También se establecen una serie de definiciones como el caso de las actividades consideradas como altamente riesgosas al estipular que son “Las actividades que implican la generación o manejo de sustancias con características corrosivas, reactivas, radioactivas, explosivas, tóxicas, inflamables o biológico-infecciosas en términos de lo dispuesto por la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente”, así como la de daño al ambiente por la “Pérdida, cambio, deterioro, menoscabo, afectación o modificación adversos y mensurables de los hábitat, de los ecosistemas, de los elementos y recursos naturales, de sus condiciones químicas, físicas o biológicas, de las relaciones de interacción que se dan entre éstos, así como de los servicios ambientales que proporcionan”. También se refiere a una situación importante como es el régimen de responsabilidad respecto a la independencia entre los efectos que son ocasionados al ambiente y el daño patrimonial que puedan sufrir los propietarios de los elementos y recursos naturales (CDHCU 2018c).

En los artículos 10°, 13 y 15, de la LFRA se hace mención, de la responsabilidad y la obligación de reparar el daño de las personas físicas y morales que con su acción u omisión ocasionen directa o indirectamente un daño al ambiente, las formas en que se podrá remediar el mismo y la compensación ambiental (CDHCU 2018d).

Es importante destacar que las sanciones que se impongan con base en el proceso judicial previsto en la LFRA, serán

independientes de los procesos de otras formas de responsabilidad que procedan en materias civil, penal y administrativa.

Por lo que hace a la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR), destaca en su artículo 1° que tiene por objeto garantizar el derecho de toda persona a un ambiente sano y de propiciar el desarrollo sustentable y estable; entre sus bases están las de aplicar principios de valorización, responsabilidad compartida y manejo integral de residuos; el establecer los mecanismos de coordinación en materia de prevención, valorización y la gestión integral de residuos, entre la Federación, las entidades federativas y los municipios, así como de promover la participación corresponsable de todos los sectores sociales de nuestro país, por un lado, prevenir la generación de residuos y, por otros darles valor y lograr una gestión integral ambientalmente adecuada, así como fortalecer la investigación y el desarrollo científico relacionada con ellos (CDHCU 2018e).

En su artículo 2°, la LGPGIR establece diversos principios para el manejo integral de residuos, entre los que destacan el derecho de toda persona a vivir en un ambiente adecuado para su desarrollo y bienestar; la prevención y minimización de la generación de los residuos; la responsabilidad compartida entre los productores, importadores, exportadores, comercializadores, consumidores, empresas de servicios de manejo de residuos y de las autoridades de los tres órdenes de gobierno y el acceso público a la información, la educación ambiental y la capacitación (CDHCU 2018e).

También destacan los criterios para la determinación de residuos que podrán sujetarse a planes de manejo y un listado de lo que se considera residuos peligrosos, en el capítulo II del Título Cuarto.

Como podemos observar, en la legislación nacional antes mencionada, el tema central es la protección a toda persona para disfrutar de un ambiente adecuado para su desarrollo, salud y bienestar. Las autoridades deberán tomar las medidas necesarias para garantizar ese derecho. Asimismo, se destaca la concurrencia de los tres niveles de gobierno (federal, estatal y municipal) y la responsabilidad compartida de autoridades y los diversos sectores de la población.

Además de la legislación antes mencionada, es menester hacer referencia a otras leyes que tienen relación con el tema del ambiente, como lo son: Ley General de Cambio Climático; Ley de la Comisión Nacional de Hidrocarburos; Ley de Promoción y Desarrollo de los Bioenergéticos; Ley Federal de Sanidad Animal; Ley General de Pesca y Acuacultura Sustentables; Ley de Productos Orgánicos; Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable; Ley de Energía para el Campo; Ley de Capitalización del PROCAMPO; Ley del Desarrollo Rural Sustentable; Ley General de Vida Silvestre; Ley de Organizaciones Ganaderas; Ley Federal de Variedades Vegetales; Ley Federal de Sanidad Vegetal; Ley de Aguas Nacionales; Ley Minera; Ley Agraria; Ley Federal del Mar; Ley Reglamentaria del Artículo 27 Constitucional en materia Nuclear; Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica; Ley de Responsabilidad Civil por daños Nucleares y la Ley que declara reservas mineras nacionales los yacimientos de uranio, torio y las demás sustancias de las cuales se obtengan isótopos hendibles que puedan producir energía nuclear.

En el contexto internacional el Protocolo Adicional a la Convención Americana sobre Derechos Humanos en Materia de Derechos Económicos, Sociales y Culturales "Protocolo de

San Salvador”, en su artículo 11 refiere que toda persona tiene el derecho a vivir en un ambiente sano y contar con los servicios públicos básicos, así como que el Estado promoverá la protección, preservación y mejoramiento del ambiente (Pedroza y García 2003).

El Pacto Internacional de Derechos Económicos Sociales y Culturales hace referencia al ambiente en su artículo 12 inciso b), cuando menciona que una de las medidas que deberán adoptar los Estados, que son parte de este Pacto, en cuanto a asegurar la plena efectividad para el disfrute de salud física y mental del más alto nivel, es a través del mejoramiento en todos sus aspectos tanto de la higiene del trabajo, como del ambiente. Como podemos observar se percibe una estrecha vinculación entre salud y ambiente (Pedroza y García 2003).

En lo referente a la Declaración de Estocolmo Sobre el Medio Ambiente Humano, encontramos que tiende a la protección y mejoramiento del ambiente en los aspectos natural y artificial, como elementos esenciales para el bienestar del hombre y el goce de sus derechos humanos fundamentales, con especial énfasis en el derecho a la vida (Pedroza y García 2003).

Otros instrumentos internacionales que son directrices en materia de ambiente son el Protocolo de Kyoto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático y la Declaración de Río sobre Medio Ambiente y el Desarrollo Sostenible.

Nuestros vínculos y límites con el ambiente y los otros seres vivos, humanos y no humanos, devienen jurídicamente en derechos y obligaciones ambientales, cuyo alcance está

trazado por la constelación normativa del derecho humano básico a vivir en un ambiente globalmente sano; por la justicia entre generaciones o equidad intergeneracional en el uso y manejo del crédito planetario (Borrero-Navia 2001).

Una cultura ambiental se forma en el proceso de comprensión y adopción de los valores del paradigma ecológico. Respecto a la cultura legal en ambiente, dicho proceso engloba la construcción de los puentes entre derecho y ecología que puedan orientar la concepción y enunciación de las normas legales ambientales (Borrero Navia 2001).

DERECHO A LA ALIMENTACIÓN

El tema está íntimamente relacionado con el hambre, esa sombra que ha existido desde el inicio de la humanidad, que ha generado infinidad de conflictos y, en sentido opuesto, motivado o incentivado a realizar investigación para contrarrestarla.

Asimismo, debemos tener en cuenta que la ingesta de alimentos con poco valor nutritivo y gran contenido calórico, que puede considerarse inadecuado, ya que contribuye a la obesidad y en consecuencia a otras patologías.

Este derecho a la alimentación ha sido tema de muchas reuniones y acuerdos internacionales entre Estados y se han adoptado medidas para garantizarlo a personas que son víctimas de conflictos armados con o sin carácter internacional; prisioneros de guerra; refugiados, entre otros casos. Cada vez son más Estados los que han incorporado este derecho, de manera específica, en sus constituciones.

Cuando hablamos del derecho a la alimentación en México, debemos pensar inmediatamente en que el Estado deberá garantizar una alimentación nutritiva, suficiente y de calidad.

El derecho a la alimentación es fundamental, pues no solamente figura en nuestra Carta Magna, sino que también ha sido reconocido en varios tratados y documentos internacionales de derechos humanos. La falta de alimento, la inadecuada ingesta de calorías, así como la desnutrición son fenómenos que afectan de forma directa el disfrute de casi todos los derechos fundamentales y, además, tienen un impacto directo en el derecho a la salud (Madrado y Cotton 2012).

Para Daniel Vázquez (2015), la obligación de garantizar sus elementos esenciales, desde la perspectiva del ejercicio de derechos, supone que la persona tenga acceso efectivo a los alimentos en la cantidad y calidad adecuadas. Por lo que podemos desagregar esta obligación inicial en el elemento esencial de disponibilidad, en cuyo caso hay que observar que las personas accedan a los alimentos en cantidad y calidad suficientes, ya sea por explotación directa de la tierra (producción de autoconsumo) o sistemas de distribución, elaboración y comercialización. Aquí también intervendría la producción sostenible de los alimentos (Vázquez 2015).

El derecho a la alimentación es fundamental, toda vez que cubre necesidades básicas de los seres humanos, sin lo cual se pone en riesgo su existencia.

En el contexto nacional, gracias a recientes reformas constitucionales México es uno más de los países que incorporó el derecho a la alimentación en su Constitución, en el artículo 4°, párrafo tercero “Toda persona tiene derecho a la

alimentación nutritiva, suficiente y de calidad. El Estado lo garantizará”.

En el ordenamiento constitucional, el Estado garantizará que todos los mexicanos tengan una alimentación nutritiva, suficiente y de calidad, estos tres importantes elementos pueden verse afectados en su cumplimiento debido a diversos obstáculos, que pueden ocasionar el fracaso o dificultad para su cumplimiento, entre los que destacan:

Que sea suficiente: en especial se deberá considerar combatir el acaparamiento. Asimismo el papel de las sequías, gran parte de ellas son ocasionadas por el cambio climático, así como regular el uso del suelo toda vez que la siembra despenalizada de estupefacientes (cannabis y amapola) se incrementará en el futuro y desplazará la siembra de alimentos, lo que provocará el aumento en las importaciones y por ende en los precios y la calidad.

Que sea de calidad: se deberá tener especial cuidado con el uso de los utilizados en las siembras, tanto permitidos, como prohibidos. Estos últimos a la fecha, por su bajo costo, se continúan utilizando y representan un alto riesgo para la salud del ser humano y del ambiente, así como el uso indiscriminado de hormonas o drogas empleadas en animales. Por lo anterior, el Estado deberá mantener una vigilancia constante y sin tolerancia en todo el país para garantizar alimentos seguros.

El derecho a la alimentación fue resultado de la unión de numerosas voces provenientes de la sociedad civil, de la política y de la academia, que reclamaban la protección de las personas que actualmente viven en situación de vulnerabilidad, así como del derecho a decidir a qué alimentos tenemos

acceso, todo ello en el marco de un desarrollo agrícola sustentable (Fernández-Molina 2014).

Otro punto importante de este derecho consiste en diseñar los cauces necesarios para que el derecho a la alimentación pueda ser efectivamente invocado por aquellas personas que lo sienten vulnerado. El eficiente funcionamiento de estas vías, que deben conservar las tradicionales características de celeridad y gratuidad, se convertirá en la verdadera señal de que el derecho a la alimentación es una realidad en México. Aún queda mucho por construir y regular para que todos estos pasos puedan darse. (Fernández-Molina 2014).

Como podemos observar el Estado mexicano tiene un gran reto por delante para estar en posibilidades de garantizar el derecho a la alimentación.

En el contexto internacional, la Organización de las Naciones Unidas (ONU) refiere que el derecho a la alimentación es un derecho incluyente. No es simplemente un derecho a una ración mínima de calorías, proteínas y otros elementos nutritivos concretos. Es un derecho a todos los elementos nutritivos que una persona necesita para vivir una vida sana y activa, y a los medios para tener acceso a ellos. En este sentido, el Comité de Derechos Económicos, Sociales y Culturales hace referencia a que el derecho a la alimentación adecuada se ejerce cuando todo hombre, mujer o niño, ya sea solo o en común con otros, tiene acceso físico y económico, en todo momento, a la alimentación adecuada o a medios para obtenerla. Asimismo, el Relator Especial de las Naciones Unidas se refiere al derecho a tener acceso, de manera regular, permanente y libre, sea directamente, sea mediante compra en dinero, a una alimentación cuantitativa y

cualitativamente adecuada y suficiente, que corresponda a las tradiciones culturales de la población a que pertenece el consumidor y que garantice una vida psíquica y física, individual y colectiva, libre de angustias, satisfactoria y digna. (ONU, 2010).

Todo ser humano tiene derecho a una alimentación adecuada y tiene el derecho fundamental a no padecer hambre, según las normas internacionales de derechos humanos. El derecho a una alimentación adecuada comprende los aspectos cuantitativos, cualitativos y de aceptabilidad cultural. (ONU, 2005).

En la Observación general N° 12 del Comité de Derechos Económicos, Sociales y Culturales se indica que el derecho a la alimentación adecuada se ejerce cuando todo hombre, mujer o niño, ya sea solo o en común con otros, tiene accesos físico y económico, en todo momento, a la alimentación adecuada o a los medios para obtenerla (ONU 1999).

En el artículo 11 del Pacto Internacional de Derechos Económicos, Sociales y Culturales (PIDEC) se hace referencia a que los Estados miembros deben adoptar individualmente y mediante cooperación internacional, medidas para mejorar los métodos de producción, conservación y distribución de alimentos y asegurar la distribución de alimentos mundiales, así como el derecho de toda persona a un nivel de vida adecuado en donde se incluye a la alimentación (Pedroza y García 2003).

Otros instrumentos internacionales relevantes en materia de alimentación son la Convención sobre los Derechos del Niño; la Convención para la Eliminación de Todas las Formas de Discriminación para el Trabajador Migrante y su Familia; el

Protocolo Adicional a las Convenciones de Ginebra y la Declaración Universal para la Erradicación del Hambre y la Malnutrición, entre otros.

PLAGUICIDAS Y SU IMPACTO EN LOS ALIMENTOS, LA SALUD Y EL AMBIENTE.

Debemos tener siempre en consideración que los alimentos deberán ser seguros para el consumo del ser humano y estar libres de sustancias tóxicas, como los contaminantes de los procesos industriales o agrícolas, incluidos los plaguicidas y por ende sus residuos, así como todas las hormonas o drogas utilizadas en animales.

Plaguicida es el nombre genérico que recibe cualquier sustancia o mezcla de sustancias usada para controlar las plagas que atacan los cultivos o los insectos que son vectores de enfermedades. Son el resultado de un proceso industrial de síntesis química y se han convertido en la forma dominante del combate a las plagas después de la Segunda Guerra Mundial gracias al desarrollo de la industria química y al tipo de agricultura dependiente de estos insumos (Karam et al. 2004).

El uso de los plaguicidas es múltiple y variado. La agricultura es la actividad que más emplea este tipo de compuestos, consumiendo hasta el 85 % de la producción mundial, con el fin de mantener un control sobre las plagas que afectan los cultivos. Un 10 % de la producción total de los plaguicidas se emplea en salud pública para el control de las enfermedades transmitidas por vectores, como la malaria, el dengue y la en-

fermedad de Chagas y en el control de roedores, entre otras (Del Puerto Rodríguez et al. 2014).

Sin embargo, el uso de estos compuestos no sólo entraña beneficios sino que también conlleva diversos riesgos para el ambiente, así como para la salud, tanto de los trabajadores expuestos como de la población en general. Entre los efectos adversos a la salud, se consideran principalmente los de tipo agudo, debido a los aspectos médicos que representan y por su impacto directo en la morbilidad (Karam et al. 2004).

Los niveles de morbilidad por intoxicaciones en una comunidad no son sólo el reflejo de una relación entre el agente y la persona expuesta, implican el efecto y la interacción de numerosos factores como el tiempo de exposición, susceptibilidad de los individuos, estado nutricional de la población afectada, condiciones de la exposición y factores educacionales, culturales, sociales y económicos (Karam et al. 2004).

Los plaguicidas entran en contacto con el hombre a través de todas las vías de exposición posibles: respiratoria, digestiva y dérmica, pues estos pueden encontrarse en función de sus características, en el aire inhalado, en el agua y en los alimentos, entre otros medios ambientales. Tienen efectos agudos y crónicos en la salud; se entiende por agudos aquellas intoxicaciones vinculadas a una exposición de corto tiempo con efectos sistémicos o localizados, y por crónicos aquellas manifestaciones o patologías vinculadas a la exposición a bajas dosis por largo tiempo (Del Puerto Rodríguez et al. 2004).

Los plaguicidas debemos verlos desde dos puntos de vista, el primero por sus beneficios y, el segundo, por los perjuicios

que puedan ocasionar, por ello debemos poner en la balanza su uso.

Aunque la producción y comercialización de ciertos plaguicidas dañinos al ser humano se ha prohibido, otros productos se continúan usando, sin conocer a fondo el impacto negativo que estos compuestos pueden tener en los ecosistemas y en la salud pública. Las evidencias indican que los plaguicidas representan un riesgo a la salud pública, por lo que es necesario realizar más estudios utilizando diversos modelos e indicadores para evaluar los riesgos potenciales sobre la salud y el ecosistema (Plenge-Tellechea et al. 2007).

Se considera que los agroquímicos son generadores de problemas de cáncer, infertilidad, esterilidad y otras patologías posiblemente ocasionadas por el uso de plaguicidas. Donde se han utilizado de manera indiscriminada, tanto las diferentes especies de plagas como de hierbas malas se han vuelto resistentes y difíciles o imposibles de controlar. Por tanto, se puede partir del principio de precaución, según el cual es urgente impedir las amenazas al ambiente y a la salud de las personas que trae consigo el uso de productos químicos, considerando ambas situaciones como mutuamente implicadas, es decir, que se debe actuar con criterio ético (Molina 2012).

Desafortunadamente, los sistemas acuáticos terrestres y marinos son los más amenazados por el aporte de sustancias contaminantes como plaguicidas, fertilizantes, metales pesados, organismos patógenos y otros, a través del incremento de actividades antrópicas en las áreas adyacentes que alteran las condiciones naturales de los ecosistemas, incluyendo

al ser humano. La importancia de los cuerpos de agua, sitios biológicos activos, radica en la diversidad biológica (García-Gutiérrez y Rodríguez-Meza 2012)

El uso generalizado de herbicidas, insecticidas y fungicidas ha aumentado los riesgos y ha dado como resultado perjuicios directos e indirectos para la salud humana, la vida silvestre y los ecosistemas (Muñoz-Piña y Ávila-Forcada 2005).

A pesar de que se han prohibido los doce plaguicidas más dañinos, México no ha avanzado mucho en este sentido; algunos plaguicidas prohibidos en otros países aún se autorizan en nuestro país, tal es el caso del paraquat, el lindano, el paratión, el malatión y el endosulfán (Muñoz-Piña y Ávila-Forcada 2005).

Los riesgos que se han generado por el uso indebido de plaguicidas, han aumentado en México, situación que se percibe a través de la contaminación del agua y del suelo y por consiguiente de los ecosistemas, tanto terrestres, como acuáticos, que indudablemente dañan al ser humano.

CONCLUSIONES

Los derechos fundamentales a la salud, ambiente y alimentación están íntimamente relacionados: si se afecta el ambiente las consecuencias repercuten en los alimentos y por ende en la salud. En la Constitución mexicana, en la legislación secundaria y en los tratados internacionales se protegen de manera importante los derechos fundamentales de salud, ambiente

y alimentación, lo que implica que hemos dado pasos importantes para su protección, sin embargo, todavía falta mucho trecho por avanzar.

La problemática que conlleva el respeto y la defensa de los derechos a la alimentación, la salud, y a un ambiente adecuado, requiere de varios organismos, que trabajen de manera coordinada, con la suficiente fuerza moral, jurídica, económica y política que se encargue de atender la problemática generalizada provocada por la deficiente impartición de los servicios, la negligencia y la corrupción.

La salud no debe ser vista únicamente desde la óptica de atención a una patología, sino la manera de prevenirla y, de ser el caso, erradicarla, toda vez que la salud y el presupuesto gubernamental que se invierte en ella pueden llegar a ser insuficientes. A manera de ejemplo y en el caso particular de las personas que padecen diabetes, si llegasen a requerir atención médica urgente al mismo tiempo, no se tendría la infraestructura y los recursos humanos para atender la situación.

Es necesario reforzar la infraestructura con centros de salud e incrementar los recursos humanos para una mejor y eficiente atención hospitalaria en los tres niveles de gobierno (federal, local y municipal) y continuar extendiendo este importante derecho a individuos que todavía no lo gozan, como el caso de los autoempleados, los desempleados y las minorías étnicas. Asimismo, instrumentar planes y programas de atención en los que se privilegie el respeto a la dignidad del paciente y se promueva la confianza que debe existir entre paciente y personal del hospital.

Los servicios de agua deben ser una prioridad en lo que hace a una posible contaminación por desechos tóxicos generados por actividades del ser humano, toda vez que impacta al ambiente y por ende a la salud.

Fomentar el uso y desarrollar tecnología de fórmulas biodegradables para el control de plagas y enfermedades en la agricultura, que sean favorables a la salud y al ambiente, así como promover y difundir todo lo referente a incentivos económicos y fiscales, para impulsar la responsabilidad del cuidado al ambiente con el uso de plaguicidas de origen natural.

Difundir por todos los medios los riesgos a los que estamos expuestos por el uso de plaguicidas químicos y los daños que ocasionan a la alimentación al ambiente y en consecuencia a salud.

Incrementar los recursos económicos a las instituciones de educación superior del país, para realizar investigaciones interdisciplinarias en materia de salud, ambiente y alimentación, en las áreas científicas, humanidades y ciencias sociales.

Incentivar la participación de los sectores social, público y privado en acciones encaminadas a la concientización de una alimentación balanceada, la protección de la salud y la conservación del ambiente, a través de las tecnologías de la información y comunicación .

El Estado deberá invertir en tecnología de punta en materia de salud, ambiente y alimentación y procurar que las instituciones públicas de todo el país tengan acceso a ella para beneficio de la población.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece el apoyo a María Guadalupe Ceja Herrera, Denise Moreno Zuno y Carolina Ankaret Ceja Herrera.

REFERENCIAS

Arce-Navarro F. (2004). El derecho positivo y el iusnaturalismo en la toma de decisiones políticas y medio ambiente. En: Avances tecnológicos de los derechos humanos transición democrática y protección a los derechos humanos, fascículo 4. CNDH, D.F., México, pp. 31-38.

Arroyo-Cisneros E.A. (2012). El derecho fundamental al medio ambiente. Porrúa, D.F., México, 339 pp.

Borrero-Navia J. M. (2001). Derecho ambiental y cultura legal en América latina. En: Justicia ambiental. Construcción y defensa de los nuevos derechos ambientales, culturales y colectivos en América Latina. (E. Leff, Coord.), CIICH-UNAM, D.F., México, 274 p.

Brena-Sesma I. (2004). El derecho y la salud. Temas a reflexionar. IIJ, UNAM, D.F., México, 158 p.

Cano-Valle F. (2010). Derecho a la protección a la salud en América Latina. CIESS, UNAM, UNESCO, D.F., México, 62 p.

Carmona-Lara M.C. (2010). Derechos humanos y medio ambiente. En: Derechos humanos y medio ambiente. (J.U.Carmona-Tinoco y J.M. Fojaco, Coords.). UNAM-IIJ, SEMARNAT, D.F., México. pp. 1-34.

Carmona-Lara M. C. (2015). Derechos del medio ambiente. III, INEHRM, D.F., México, 129 p.

CDHCU (2018a) Ley Orgánica de la Administración Pública Federal. http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/153_301118.pdf.

CDHCU (2018b) Ley General de Salud. Cámara de Diputados, Honorable Congreso de la Unión. http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/142_241218.pdf.

CDHCU (2018c) Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. Cámara de Diputados, Honorable Congreso de la Unión. http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/148_050618.pdf.

CDHCU (2018d) Ley Federal de Responsabilidad Ambiental. Cámara de Diputados, Honorable Congreso de la Unión. <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LFRA.pdf>.

CDHCU (2018e) Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos [en línea] http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/263_190118.pdf.

del Puerto-Rodríguez A. M., Suárez-Tamayo S. y Palacio-Estrada D. E. (2014). Efectos de los plaguicidas sobre el ambiente y la salud. Revista Cubana de Higiene y Epidemiología 52 (3), 372-387. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=223240764010>.

Fernández-Molina M. V. (2014). El derecho a la alimentación. Una nueva perspectiva tras el cambio constitucional. En: Derecho a la alimentación: aproximaciones teóricas y prácticas para su debate. (O.C. Restrepo-Yepes. y C.A. Molina Saldañariaga, Coords.). Universidad de Medellín-Fondo Editorial

Corporación Universitaria Remington, Medellín, Colombia, pp. 69-92.

García A. (2015). Los derechos económicos, sociales, culturales y ambientales (DESCA) como derechos exigibles en el nuevo constitucionalismo latinoamericano, fascículo 1. CNDH, D.F., México, 65 pp.

García-Gutiérrez C. y Rodríguez-Meza G. D. (2012). Problemática y riesgo ambiental por el Uso de Plaguicidas en Sinaloa. Revista Ra Ximhai (Vol. 8, núm. 3B), pp. 1-10 [en línea]. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=46125177005.22/02/2018>.

Hernández A. (2015). Los derechos económicos, sociales, culturales y ambientales en el nuevo modelo constitucional de derechos humanos en México. Colección sobre los Derechos Económicos, Sociales, Culturales y Ambientales Fascículo 6. CNDH, D.F., México, 128 pp.

Hernández A. (2010). Los derechos económicos, sociales y culturales y su justiciabilidad en el derecho mexicano. IIJ-UNAM, D.F., México, 173 pp.

Karam M., Ramírez G., Bustamante-Montes P. y Galván J. M. (2004). Plaguicidas y salud de la población. Ciencia Ergo Sum 11 (3), 246-254. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=10411304>.

Lara-Ponte R. (1994). Comentario del artículo 4°. En: Derechos del pueblo mexicano. México a través de sus constituciones Tomo I. CDHCU LV Legislatura-IIJ-UNAM-Porrúa, D.F., México, pp. 1146-1161.

Lema-Añón C. (2014). La erosión del derecho a la salud en el reino de España: el ataque a la universalidad. En: La efi-

cacia de los derechos Sociales. (M.J.Bernuz Benéitez y M.Calvo-García, Coords.), Tirant Lo Blanch, Valencia, España, pp. 221-258.

López-Almanza-Beaus E. (2008). Contra el hambre: derecho a la alimentación y régimen internacional de “ayuda alimentaria al desarrollo”. Tirant lo Blanch, Valencia, España, 578 pp.

Lugo-Garfias M. E. (2015a). El derecho a la salud. CNDH, D.F., México, 43 pp.

Lugo-Garfias M. E. (2015b). El derecho a la salud en México Problemas de su fundamentación. CNDH, D.F., México, 254 pp.

Madrazo J. y Cottom B. (2012). Comentario al artículo 4°. En: Derechos del pueblo mexicano. México a través de sus constituciones, Tomo I, CDHCU LXI Legislatura-IIJ-UNAM-Porrúa, D.F., México, pp. 521-567.

Mejía-Rivera J.A. (2015). Elementos para una teoría de los derechos económicos, sociales y culturales desde el sistema americano de derechos humanos. Tomo 4, UBIJUS-IIDH-Centro de Estudios de Actualización en Derecho, D.F., México, 55 pp.

Molina O. R. (2012). Impacto ambiental de agroquímicos en los altos Andes merideños. Visión Gerencial 2, 326-340. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=465545893006>.

Muñoz-Piña C. y Ávila-Forcada S. (2005). Los efectos de un impuesto ambiental a los plaguicidas en México. Gaceta Ecológica 74, 43-53. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=53907404>.

Nicoletti J. A. (2008). Derecho humano a la salud: Fundamento y construcción. *Revista de Ciencias Sociales (CR)* II (120), 49-57. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=15312721005>.

ONU (1999). El derecho a una alimentación adecuada (artículo 11 del Pacto Internacional de Derechos Económicos, Sociales y Culturales. Comité de Derechos Económicos, Sociales y Culturales (CESCR). Observación general N° 12. <https://www.refworld.org/es/docid/47ebcce12.html>

ONU (2005). Directrices voluntarias. El derecho humano a la alimentación. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). <http://www.fao.org/3/a-a1601s.pdf>.

ONU (2010). El derecho a la alimentación adecuada. Folleto informativo N° 34. Oficina del Alto Comisionado de Derechos Humanos (ACNUD). <http://www.ohchr.org/Documents/Publications/FactSheet34sp.pdf>

Pedroza de la Llave S y García Huante O. (2003). *Compilación de instrumentos internacionales de derechos humanos*. CNDH, D.F., México, pp. 1465.

Plenge-Tellechea F., Sierra-Fonseca J. A. y Castillo-Sosa Y. A. (2007). Riesgos a la salud humana causados por plaguicidas. *Revista Tecnociencia Chihuahua* 1 (3), 4-6. http://tecnociencia.uach.mx/numeros/numeros/v1n3/data/cientifico_sociedad.pdf.

Riva-Palacio A. (2015). Comentarios sobre la tensión entre el derecho a la salud y el derecho a la libertad, fascículo 5. CNDH, D.F., México, 53 pp.

Riva-Palacio A. (2015). El Pacto Internacional de Derechos Económicos, Sociales y Culturales, fascículo 4. CNDH, D.F., México, 65 pp.

Tapia-Conyer R. y Motta-Murguía M. L. (2005). El derecho a la protección de la salud pública. En: Salud y derecho, Memorias del Congreso Internacional de Culturas y Sistemas Jurídicos Comparados (I. Brena-Sesma, Coord.). D. F., México 2004, pp. 149-184.

Tello-Moreno L. F. (2008). El acceso al agua potable como derecho humano. CNDH, D.F., México, 155 pp.

Vázquez D. (2015). Los derechos económicos y sociales en Latinoamérica: ¿la ideología importa?, fascículo 4. CNDH, D.F., México, 76 pp.

Yáñez-Campero V. H. (2000). La administración pública y el derecho a la protección de la salud en México. Instituto Nacional de Administrac

CDHCU(2013) Ley Federal de Responsabilidad Ambiental, [en línea] <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LFRA.pdf>. 12/09/2018.

CDHCU(2018) Ley General de Salud [en línea] http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/142_241218.pdf. 10/10/2018.

CDHCU (2018) Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente [en línea] http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/148_050618.pdf. 02/10/2018.

CDHCU(2018) Ley General para la prevención y gestión integral de los residuos [en línea] http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/263_190118.pdf. 27/09/2018.

CDHCU (2018) Ley Orgánica de la Administración Pública Federal [en línea] http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/153_301118.pdf. 15/10/2018.

Comité Editorial Gallardo Editores (2018). Centenario Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. Ediciones Gallardo, Ciudad de México, México, pp. 448.

Plascencia-Villanueva R y Pedraza-López A. (2011). Compendio de Instrumentos Internacionales de Derechos Humanos. Comisión Nacional de los Derechos Humanos, D.F., México, pp. 1827.

ACNUDH, Folleto informativo N° 16 (Rev. 1): El Comité de Derechos Económicos, Sociales y Culturales. En Folleto informativo N° 34. El derecho a la alimentación adecuada. Naciones Unidas Derechos Humanos. [En línea] <http://www.ohchr.org/Documents/Publications/FactSheet34sp.pdf>. 09/02/2018

ACNUDH, Folleto informativo N° 27. En Folleto informativo N° 34. El derecho a la alimentación adecuada. Naciones Unidas Derechos Humanos. [En línea]. <http://www.ohchr.org/Documents/Publications/FactSheet34sp.pdf>. 09/02/2018

ONU, Directrices Voluntarias. El derecho humano a la alimentación. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Unidad para el derecho a la Alimentación. [En línea] <http://www.fao.org/3/a-a1601s.pdf>. 12/02/2018

ONU, Folleto informativo N° 34. El derecho a la alimentación adecuada. Naciones Unidas Derechos Humanos. [En línea] <http://www.ohchr.org/Documents/Publications/FactSheet34sp.pdf>. 09/02/2018



Aspectos sociales de Cojumatlán de Régules, Michoacán

Teodoro Aguilar Ortega

Unidad Académica de Estudios Regionales, Coordinación de
Humanidades, Universidad Nacional Autónoma de México,
Av. Lázaro Cárdenas s/n esquina Felicitas del Río, Jiquilpan,
Michoacán, México. CP. 59510

teo_aguilar@yahoo.com

Palabras clave: población, territorio, pobreza, Michoacán,
recursos.

Resumen

Cojumatlán de Régules es uno de los 113 municipios que conforman Michoacán, se localiza al noroeste de la entidad y forma parte de la región Ciénega. Cojumatlán comparte ciertas características geográficas y sociales con los municipios de la región, pues su ubicación, adyacente a la laguna de Chapala, les otorga una cierta identidad, además que comparten problemas comunes como el escaso crecimiento poblacional, así como la

pobreza y la marginación que abarca a gran parte de su población. Esas penurias parecen provenir del alto porcentaje de población de la Ciénega ocupada en el campo, sobre todo en Cojumatlán donde se practica una agricultura de subsistencia, poco tecnificada y cuyo uso de químicos y pesticidas, en el largo plazo, generan más problemas de los que resuelven. Por lo anterior, el interés principal de este documento es hacer una revisión sobre la evolución demográfica, a partir del crecimiento poblacional, en Cojumatlán y la especialización productiva para entender la situación actual en cuanto a pobreza y marginación. Se parte del análisis del territorio como factor estratégico y a la conformación de regiones, sobre todo porque este municipio pertenece a la región Ciénega de Michoacán y por ello comparte problemas y un futuro incierto.

Introducción

El territorio es un factor básico para la población pues de él se extraen los recursos necesarios para sobrevivir, por lo que es fuente de alimentos y materias primas para fabricar herramientas o construir viviendas. Por ello, expresa diversas formas de organización de la sociedad que lo habita; asimismo, la existencia de ciertos recursos naturales determina el estilo de vida y de explotación de los mismos (Aguilar, 2009: 108);¹ además, todos los procesos sociales y productivos se asientan en un territorio.

¹ “La población asentada en un área económicamente territorializada la organiza y configura de una manera particular, y a su vez esta organización del territorio es resultado de la transformación de la naturaleza por la actividad humana”.

La sociedad se adapta a las condiciones del territorio y crea una identidad particular; de esa manera, una comunidad que vive cerca del mar tendrá un estilo de vida muy diferente a aquella que tenga un territorio montañoso (aunque no necesariamente se contraponen este tipo de asentamientos). La clase de productos que se pueden cultivar en el territorio determina fuertemente el tipo de alimentación a la cual tiene acceso la comunidad. Además, el estilo de vida está determinado, en gran parte, por las características geográficas, como latitud, altitud, clima, vegetación e hidrografía. Incluso, ello predispone a la sociedad a ciertas enfermedades que en otras latitudes casi no se padecen.

Por todo lo anterior, el objetivo de este trabajo es investigar y analizar los aspectos sociales del municipio michoacano de Cojumatlán de Régules y cómo se relacionan con su geografía. El estudio parte del análisis demográfico a partir de la revisión de los censos y conteos de población y vivienda para comprender la forma en que ha evolucionado el componente poblacional, así como el escrutinio de los indicadores de actividad económica, sin olvidar la situación de pobreza y marginación. Todo ello permitirá entender la situación del desarrollo económico del municipio.

Territorio y región

El territorio es la base fundamental de la sociedad pues toda actividad productiva tiene sustento y se lleva a cabo en esa área geográfica, la cual pertenece a un grupo humano que se lo apropia y ocupa, por lo que constantemente es defendido

por toda la población, pues sin esa base territorial no tendría sentido hablar de comunidad (Giménez 2000).² Ese territorio es reconocido como suyo por el colectivo y su extensión abarca hasta donde otro grupo se ha apropiado del territorio adyacente.³

Con base en lo anterior, el territorio es un espacio delimitado que incluye una relación de poder, por lo que hablar de territorio es incluir conceptos como frontera, límites, soberanía, apropiación, control y jurisdicción (Gasca 2009). La importancia del territorio es que de él se extraen los recursos necesarios para la subsistencia de la población y se crea un modo de vida particular a través de la explotación de esos recursos. Las características particulares de cada territorio van conformando distintivos propios de cada comunidad (Bassols 1993), por lo que la sociedad gradualmente crea una identidad que le otorga un sentido de pertenencia a ese territorio.

² Gilberto Giménez (2000) señala que en general son tres los ingredientes en cada territorio: la apropiación de un espacio, el poder y la frontera.

³ Según la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, el territorio es un elemento geográfico integrado por el espacio terrestre, aéreo y marítimo sobre el cual el Estado ejerce su poder. Según el artículo 42, el territorio nacional comprende las partes integrantes de la Federación, las islas, incluyendo los arrecifes y cayos en los mares adyacentes, la plataforma continental y los zócalos submarinos de las islas, cayos y arrecifes, las aguas de los mares territoriales y el espacio situado sobre el territorio nacional, con la extensión y modalidades que establezca el propio derecho internacional (Presidencia de la República 2016).

Por ello, la identidad que se va estableciendo en cada sociedad es muy diversa debido a que cada territorio cuenta con diferentes recursos naturales y ciertos atributos geográficos; más aún, el estilo de vida y consumo está fuertemente influenciado por la existencia de recursos y características del territorio (Pérez 2016). Además, el grupo social asentado en ese territorio cuenta con ciertas peculiaridades como idioma, religión, costumbres, entre muchas otras.

De esa manera, cada territorio está integrado por elementos geográficos y sociales que hacen única a cada porción de la superficie terrestre (Aguilar 2012).⁴ Por otra parte, si bien existen particularidades que hacen diferentes a todos los territorios, puede haber elementos comunes que permitan darle una cierta identidad a algunos territorios contiguos. Es decir, puede ocurrir que unos cuantos territorios tengan cierto distintivo en común, como el clima o el idioma, mientras que el resto de sus componentes sean incomparables entre sí. En este caso, se pueden agrupar unidades territoriales con base en ese único elemento que tienen en común, sea éste geográfico o social (Sepúlveda 2001). Por ejemplo, se puede hablar de un conjunto de territorios de habla española, no importando que sea esta la única característica que compartan, a esa agrupación se le conoce comúnmente como región (Carrillo 2002).

De esa manera, las regiones surgen a partir de la agrupación de un cierto número de unidades territoriales cuya

⁴ Para la conformación de una región se toman en cuenta cuatro factores fundamentales: la población, la estructura económica, la cultura y las relaciones políticas.

integración se logra gracias a una, o varias características en común (Pérez 2016). En ese sentido, la región es una agrupación territorial en la cual existen y transcurren ciertas relaciones sociales, donde las políticas y económicas ocupan un lugar principal (Cedeño 1998), por lo que analizar una región tiene que ver con el estudio de las relaciones sociales y su especialización productiva (Bassols 1992).

El proceso de conformar regiones se utiliza con fines de planeación gubernamental y se conoce como regionalización, la cual es un instrumento de política económica (Sepúlveda 2001),⁵ sobre todo sirve para implementar estrategias de reconfiguración espacial de las actividades productivas cuya finalidad primordial es resolver las desigualdades existentes entre los territorios, en este caso, entre municipios o entidades federativas.

Por lo tanto, se pueden crear tantas regiones como variables existan en los territorios, no importa que las mismas sean de carácter geográfico o social, siempre que haya un elemento en común que las distinga de otros territorios. Como es el caso de la región Ciénega de Michoacán, cuyo componente que le da identidad es que las unidades territoriales que la conforman están situadas cerca de la laguna de Chapala (Aguilar 2012).⁶

⁵ Bajo ese escenario la regionalización, según Sepúlveda (2001) se basa en la definición y conformación de regiones, por lo cual éstas son una construcción social que permite la localización de las políticas económicas llevadas a cabo por el gobierno.

⁶ Algunos municipios michoacanos surgieron total o parcialmente de la desecación de parte de la laguna de Chapala a principios del siglo XX, que dio surgimiento a la Ciénega o Ciénaga de Jalisco y Michoacán.

Ciénega de Michoacán

Michoacán de Ocampo es una de las 32 entidades que conforman la República Mexicana, se ubica geográficamente en la porción centro-occidente del país y por su extensión territorial ocupa el 3 % de la superficie total de México. En 2015, de acuerdo con el Censo de Población y Vivienda del INEGI, la población total de Michoacán ascendía a 4 584 471 habitantes, que representan el 3.8 % de la población del país (INEGI 2016).

La entidad está conformada por 113 alcaldías y su capital es la ciudad de Morelia, ubicada en el ayuntamiento del mismo nombre. Los municipios que conforman Michoacán están congregados en 10 regiones administrativas que los agrupan de acuerdo con su similitud y ubicación espacial (Aguilar 2012). La región número uno recibe el nombre de Lerma-Chapala, ubicada al noroeste de la entidad e integrada por 17 unidades territoriales (Aguilar 2012).⁷

Por su parte, la Ciénega es una región de la de Lerma-Chapala y agrupa a los municipios ubicados cerca de la laguna de Chapala y del estado de Jalisco (**Fig. 1**). Por sus características geográficas, la Ciénega está conformada por tierras bajas y cenagosas, de donde toma su nombre, y que es el elemento en común que permite

⁷ Los municipios que conforman la región Lerma-Chapala son: Briseñas, Chavinda, Cojumatlán de Régules, Ixtlán, Jacona, Jiquilpan, Marcos Castellanos, Pajacuarán, Purépero, Sahuayo, Tangamandapio, Tangancícuaro, Tlazazalca, Venustiano Carranza, Villamar, Vista Hermosa y Zamora.

agrupar esas áreas (Aguilar 2012);⁸ incluso, parte de esos terrenos aún se inundan en temporada de lluvias.

Por sus peculiaridades geofísicas esta región traspasa fronteras estatales, por lo que existe la Ciénega de Michoacán y la de Jalisco. La importancia de la Ciénega radica, entre otros factores, en que sirve de límite territorial entre esas entidades. Actualmente la Ciénega michoacana está integrada por ocho municipios: Briseñas, Chavinda, Cojumatlán de Régules, Jiquilpan, Pajacuarán, Sahuayo, Venustiano Carranza y Villamar.



Fig. 1. Ubicación de la Ciénega de Michoacán, resaltada en color amarillo, y los municipios estudiados. Fuente: Elaboración propia con base en datos del mapa interactivo de INEGI, 2017 (sin escala).

⁸ "Varios de los municipios de la Ciénega están ubicados geográficamente junto a la laguna de Chapala, llamados municipios ribereños; incluso algunos se conformaron a partir de la desecación de parte de la laguna de Chapala (de ahí proviene el nombre de Ciénega de Chapala).

Los municipios que integran la subregión, o región Ciénega de Michoacán comparten varios factores muy particulares que conforman una identidad “cienaguense”, sobre todo que las características geográficas determinan enormemente el apartado productivo y, por consiguiente, el demográfico. En cuanto a este último factor, los datos señalan que la Ciénega se está despoblando gradualmente, pues su crecimiento poblacional está por debajo de la media estatal; además, que varios de sus municipios registran elevados índices migratorios (Aguilar 2013).

La importancia del análisis demográfico es que una región mexicana que mantenga constantes tasas de crecimiento poblacional es señal de que ahí existe una dinámica económica que permite atraer y retener a la población; en caso contrario, si se está despoblando, es señal de un aumento constante de la pobreza por falta de opciones laborales, como está ocurriendo en la Ciénega desde fines del siglo pasado.

Para comenzar el estudio, se puede mencionar que el número de habitantes de las ocho demarcaciones que conforman la Ciénega ascendía a 202 887 personas en 2015, que representaban el 4.4 % de los michoacanos (INEGI 2016a). Los municipios mayormente poblados de la región eran Sahuayo, con 76 587 residentes y Jiquilpan con 32 950. En el polo opuesto, los que tenían menor número de habitantes, eran los ayuntamientos de Chavinda, con apenas 10 258 y Cojumatlán de Régules, con 10 450 pobladores (**Cuadro I**).

Según datos oficiales, desde fines del siglo pasado la participación poblacional de la Ciénega al agregado estatal ha

ido a la baja por diversas causas; como punto de partida, en 1980 esta región estaba habitada por 169 332 personas que representaban el 5.9 % de los michoacanos (INEGI 1981). No obstante, esa década significó para Michoacán un acelerado éxodo de sus habitantes debido a las crisis económicas (Aguilar 2013), fenómeno que se intensificó en la Ciénega donde el número de habitantes disminuyó con respecto al periodo anterior (INEGI 1991), por lo que el aporte demográfico de esta región al agregado estatal se redujo a 4.6 % (**Cuadro I**).⁹

Sin embargo, durante la última década del siglo XX la Ciénega tuvo un repunte en sus tasas de crecimiento poblacional (arriba de 16 %), por encima del promedio estatal, por lo cual en el año 2000 su colaboración a la población michoacana se elevó ligeramente (INEGI 2001).¹⁰ No obstante, en la primera década de este milenio la Ciénega redujo su ritmo de crecimiento demográfico, por lo que nuevamente disminuyó su participación al agregado poblacional de la entidad en 2010, de 4.8 % a 4.5 % (INEGI 2011) (**Cuadro I**).¹¹

⁹ Sin considerar el crecimiento natural de la población, la Ciénega registró 6 mil habitantes menos que en 1980. Sin embargo, si se considera el crecimiento natural de la población, la región expulsó más de 40 mil personas en ese periodo.

¹⁰ La Ciénega tuvo un incremento en su población de 16.6%, mientras que, en ese mismo periodo Michoacán tuvo un crecimiento poblacional de 12.3%.

¹¹ En esa década Michoacán tuvo una tasa de crecimiento poblacional de 9.2%, mientras que la Ciénega sólo creció poblacionalmente 3.7%.

Cuadro I. Población municipal en la Ciénega de Michoacán, 1980-2015

Municipio	1980	1990	2000	2010	2015	Variación A
Michoacán	2,868,824	3,548,199	3,985,667	4,351,037	4,584,471	59.80
Briseñas	8,487	8,303	9,641	10,653	11,328	33.47
Cojumatlán	10,823	9,056	9,905	9,980	10,450	-3.45
Chavinda	12,354	11,035	10,968	9,975	10,258	-16.97
Jiquilpan	32,680	32,161	36,389	34,199	32,950	0.83
Pajacuarán	20,206	16,959	19,688	19,450	19,440	-3.79
Sahuayo	46,099	46,971	60,894	72,841	76,587	66.14
Venustiano						
Carranza	17,926	20,007	22,512	23,457	24,708	37.83
Villamar	20,757	18,862	20,579	16,991	17,166	-17.30
Ciénega	169,332	163,354	190,576	197,546	202,887	19.82
Participación (%)B	5.90	4.60	4.78	4.54	4.43	-1.47

Fuente: Elaboración propia con base en datos de INEGI, 1971, 1981, 1991, 2001, 2011 y Encuesta Intercensal 2015. A Se refiere al incremento porcentual de la población de 1980 a 2015. B Es la aportación de la Ciénega al total de población en Michoacán en los distintos periodos.

Finalmente, en los siguientes cinco años la tasa de crecimiento poblacional de la Ciénega fue la mitad de la observada en toda la entidad por lo que en 2015 su aporte al total de michoacanos disminuyó a 4.4 % (INEGI 2016).¹² La reducción en la participación poblacional de la Ciénega se entiende por el hecho de que mientras de 1980 a 2015 la población en Michoacán

¹² En ese lustro la Ciénega creció poblacionalmente 2.7 % y Michoacán 5.4 %.

aumentaba en promedio 1.7 % anualmente, en ese mismo periodo en la Ciénega sólo se incrementaba 0.6 % cada año.

No obstante, en la Ciénega hay datos contrastantes pues el municipio de Sahuayo creció poblacionalmente 66.1 % en esos 35 años, por encima del promedio estatal, seguido muy de lejos por Briseñas (33.5 %); en contraste, cuatro ayuntamientos tuvieron tasas de crecimiento negativas de su población, donde resalta Villamar (-17.3 %); además de Jiquilpan, que mostró crecimiento casi cero en ese mismo periodo (**Cuadro I**).¹³

Cojumatlán de Régules

Uno de los municipios que integran la Ciénega de Michoacán es Cojumatlán de Régules, el cual se ubica en el noroeste de la región y la entidad, en los límites con Jalisco, y cuenta con una superficie de 129.86 km², que representan el 0.22 % del territorio michoacano; la distancia entre Cojumatlán y Morelia, la capital del estado, es de 237 km (INAFED 2016).

Cojumatlán de Régules surge como ayuntamiento michoacano en julio de 1909 y en ese momento recibió el nombre de Nicolás de Régules, en honor de quien fuera gobernador de Michoacán en 1866 (Carmona 2017).¹⁴ No obstante, este

¹³ Los cuatro municipios que disminuyeron población son: Villamar (-17.3%), Chavinda (-17%), Pajacuarán (-3.8%) y Cojumatlán (-3.4%).

¹⁴ El nombre proviene del General Nicolás de Régules Cano, español que combatió al lado del ejército mexicano contra la ocupación francesa de 1862-1867.

territorio era conocido anteriormente como Cojumatlán, palabra que proviene del náhuatl Cuzumatlán y significa “lugar de comadreas” (INAFED 2016).¹⁵ Es hasta julio de 1988 donde se combinan los dos nombres y el municipio recibe como nombre oficial Cojumatlán de Régules.¹⁶

Cojumatlán de Régules está rodeado por los municipios michoacanos de Marcos Castellanos, Jiquilpan, Sahuayo y Venustiano Carranza. Mientras que en la parte oeste limita con Tizapán el Alto, Jalisco, y al norte con la laguna de Chapala (**Fig. 1**). Lo sobresaliente de este territorio, además de ser parte de la Ciénega, es que es frontera natural entre Michoacán y Jalisco, al mismo tiempo que comparte cierta porción de la laguna de Chapala con esta última entidad, por lo que las actividades productivas tradicionalmente estuvieron ligadas a la pesca en la laguna y a una pequeña franja de agricultura de riego.

Lo anterior se debe a que el territorio de este municipio está conformado por grandes relieves donde existen seis cerros con altitud superior a los 1800 m sobre el nivel del mar, por lo que hay apenas una franja para cultivar, sobre todo hortalizas al aprovechar el agua de la laguna para regar las plantaciones (INEGI 1999).¹⁷ En la actualidad, debido a la contaminación del agua en la laguna de Chapala y la consecuente

¹⁵ En náhuatl cuzamatl significa comadreja y tlán lugar, entonces Cojumatlán significa lugar de comadreas, por limitar con la laguna de Chapala.

¹⁶ Dato proporcionado por el encargado de la biblioteca pública municipal de Cojumatlán de Régules.

¹⁷ Los cerros son: la Caja (2,430 msnm), Buenos Aires (2,230 msnm), Gober (2,190), De Enmedio (2,180 msnm), el Talayote (1,890 msnm) y el Colorín (1,850 msnm).

reducción en la pesca, las actividades productivas preponderantes son las asociadas a la agricultura. De hecho, Cojumatlán de Régules es el municipio de la Ciénega donde mayor porcentaje de población se ocupa en estas actividades (47 %).

Aspectos demográficos de Cojumatlán de Régules

Cojumatlán de Régules es uno de los municipios con menor población en la Ciénega; a pesar de ello, la densidad poblacional en esa demarcación es ligeramente superior a la media estatal, pues mientras Cojumatlán registra una densidad de 80 habitantes por kilómetro cuadrado (h/km²), para Michoacán esta densidad es de 78 h/km². Sin embargo, estas cifras no reflejan la demografía del municipio.

En la actualidad, la población del municipio de Cojumatlán de Régules se distribuye en 12 localidades y la mayor parte de los habitantes se concentran en la cabecera municipal, localidad del mismo nombre que el municipio, en la cual habita 65 % de los residentes del ayuntamiento, un poco menos de siete mil personas en 2015 (INEGI 2016). El resto de las localidades tienen en promedio 332 habitantes.

En las últimas décadas del siglo pasado y en las primeras de este nuevo milenio, el municipio de Cojumatlán de Régules ha tenido un crecimiento demográfico muy por debajo de la media michoacana. Incluso, si se considera el número de habitantes que había en 1970 y los contabilizados en 2015, la población de Cojumatlán aumentó sólo en 922 personas; es decir, el crecimiento natural de la población en el municipio

(nacimientos, menos defunciones), sin considerar la emigración, fue de apenas 2.5 personas cada año durante ese periodo, algo difícil de creer (**Cuadro II**).

No obstante, al igual que el promedio de la Ciénega, Cojumatlán de Régules ha atravesado distintas etapas demográficas: comenzaremos el análisis en 1970 cuando el municipio contaba con 9528 habitantes. Es hasta esa década que Cojumatlán de Régules tuvo un comportamiento similar al promedio michoacano y nacional, con tasas de crecimiento demográfico por arriba de 10 % en cada década; de hecho, en 1980 Cojumatlán alcanzó su máximo poblacional de los últimos 60 años (**Cuadro II**).

Sin embargo, en la década inmediata posterior, al igual que en todo el país, comenzó un proceso de transformación demográfica muy notorio en ese ayuntamiento. Dicho cambio se hizo evidente cuando el XI Censo General de Población y Vivienda 1990, confirmó que Cojumatlán de Régules perdió 16.3 % de sus habitantes en diez años. Lo cual evidenció los problemas económicos que atravesó el país a causa de las crisis de 1982 y 1986, cuyo resultado fue la expulsión de elevados porcentajes de población, sobre todo de las regiones y municipios con antecedentes migratorios como en la Ciénega. Esa situación de elevados índices migratorios ha provocado que varios municipios de la región hayan perdido más de la mitad de su población a causa de la emigración hacia el país del norte: Chavinda, Cojumatlán de Régules y Villamar (Aguilar 2015).

Cuadro II. Población en Cojumatlán de Régules y Michoacán, 1970-2015

Año	Michoacán	Crecimiento Poblacional (%)	Cojumatlán	Crecimiento poblacional (%)	Participación estatal (%)
1970	2,324,226	N.A.	9,528	N.A.	0.41
1980	2,868,824	23.43	10,823	13.59	0.38
1990	3,548,199	23.68	9,056	-16.33	0.26
2000	3,985,667	12.33	9,905	9.38	0.25
2010	4,351,037	9.71	9,980	0.76	0.23
2015	4,584,471	5.37	10,450	4.71	0.23

Fuente: Elaboración propia con base en datos de INEGI 1971, 1981, 1991, 2001, 2011 y 2016a. N.A. No Aplica.

Empero, en la década de los 90 Cojumatlán recupera sus tasas positivas de crecimiento poblacional, aunque lejos del promedio estatal, pero que permitieron que el ayuntamiento incrementara su población en más de 9 %. Ese aumento poblacional se mantuvo en pleno siglo XXI; aunque, el crecimiento poblacional en Cojumatlán de Régules fue menor a 1 % en la primera década de este milenio. Nuevamente, ello fue reflejo de la situación económica del país, cuyos efectos negativos se concentraron en algunas regiones michoacanas y el resultado fue el abandono de las comunidades.

Los detonantes migratorios en México han sido las malas condiciones económicas, como la crisis de 1995 y la recesión de 2001 que han tenido gran influencia en la decisión de muchos mexicanos de abandonar el país (Aguilar 2013). Mientras que la crisis norteamericana de 2008-2009 significó un enorme retroceso a la migración michoacana, pues durante el gobierno de Barak Obama se deportó a gran número de mexicanos

(de hecho, recibió el mote de Obama, el deportador). Ese evento ayudó a que de 2010 a 2015 Cojumatlán de Régules incrementara su población en 4.7 %, muy cerca del crecimiento promedio en Michoacán (**Cuadro II**).

Como resumen, se tiene que de 1970 a 2015 el municipio de Cojumatlán de Régules ha tenido una tasa de crecimiento poblacional promedio anual de apenas 0.2 %, contra una media michoacana de 1.5 % para ese mismo periodo. No obstante, a ese pobre crecimiento poblacional se le debe descontar el crecimiento natural de la población en ese periodo, lo que resultaría en tasas negativas de crecimiento demográfico y los datos sobre pérdida de habitantes en el municipio serían alarmantes. Desde los años setenta del siglo pasado hasta nuestros días, de ese municipio han salido más de nueve mil personas para radicar en otro lugar, sobre todo en Estados Unidos; es decir, casi el total de población que hoy habita Cojumatlán de Régules. De esa magnitud es la pérdida de población en el municipio (Aguilar 2018).

Si se toma en cuenta que en esos mismos 45 años el crecimiento demográfico en México fue de 148 %, entonces se observa que la población en Michoacán creció a un ritmo inferior al promedio mexicano, pues los michoacanos solamente aumentaron dos terceras partes de esa media nacional. En 1970 había 48 225 238 mexicanos (INEGI 1971), mientras que en 2015 había ya 119 530 753 (INEGI 2016). Por su parte, la población en Cojumatlán se incrementó 15 veces por debajo de la media del país y fue 10 veces inferior al promedio michoacano. Todo ello señala claramente que el despoblamiento de este municipio ha sido más acelerado que el promedio de la entidad. En parte, ello evidencia el carácter migratorio de los michoacanos, no olvidar que Michoacán es la tercera entidad

con mayor índice de intensidad migratoria a Estados Unidos, sólo detrás de Zacatecas y Guanajuato (Conapo 2012).

Las cifras anteriores explican el por qué desde fines del siglo pasado el aporte que Cojumatlán de Régules hace al componente demográfico de Michoacán ha ido disminuyendo. Por ejemplo, en 1970 Cojumatlán de Régules aportaba 0.41 de los habitantes en la entidad y en 2015, por las razones que ya se comentaron, este municipio sólo contribuía con 0.23 de la población Michoacana (0.18 puntos porcentuales menos) porcentaje que, de no ocurrir un cambio radical en las condiciones económicas del municipio, se mantendrá a la baja.

Actividades económicas en Cojumatlán de Régules

En el municipio de Cojumatlán de Régules, al igual que en toda la entidad y en la región Ciénega, las actividades primarias son preponderantes, sobre todo la agricultura de subsistencia. Ejemplo de ello es que, en el año 2000 del total de trabajadores en Cojumatlán, 56.5 % se ocupaban en el campo, mientras que apenas 15 % laboraba en actividades de la transformación, sobre todo en pequeños talleres productores de herramientas y de otros insumos. Esos porcentajes están muy lejos del promedio nacional, pues en ese mismo año al sector primario apenas se dedicaban 16.2 % de los trabajadores mexicanos, mientras que el 29 % estaba ocupado en el sector de la transformación, casi el doble que en ese municipio (INEGI 2018).

Además de lo anterior, en el año 2000 un poco menos de 29 % de la población ocupada en el municipio estaba

dedicada a actividades del sector terciario (Cuadro II), sobre todo el comercio; casi en su mayoría en pequeños negocios familiares como tiendas de abarrotes. Esta cifra difiere de la media mexicana pues en esas mismas fechas 55 % del personal ocupado a nivel nacional se concentraba en esas actividades; nuevamente, casi dos veces por arriba del promedio de Cojumatlán.

Por su parte, en 2004, según datos de los Censos Económicos del INEGI, la generación de riqueza en los tres sectores se inclinaba en favor del sector secundario, donde la derrama económica fue superior a 41 millones de pesos, mientras el sector terciario mostraba poca rentabilidad, incluso inferior al sector primario (**Cuadro III**).

Sin embargo, los datos del Censo Económico de 2009, expresan datos contrastantes, que incluso se pueden poner en tela de juicio, pues muestran un acelerado crecimiento del valor generado en la agricultura y los servicios. No obstante, los datos de 2014 limitan el optimismo despertado.

Cuadro II. Población ocupada por sector económico,
Cojumatlán de Régules

Año	Sectores	Personal ocupado	Porcentaje
2000	Primario	1,634	56.54%
	Secundario	424	14.67%
	Terciario	832	28.79%
	Total	2,890	100%
2010	Primario	1,719	57.70%
	Secundario	330	11.08%
	Terciario	930	31.22%
	Total	2,979	100%
2015	Primario	1,513	46.68%
	Secundario	574	17.71%
	Terciario	1,154	35.61%
	Total	3,241	100%

Fuente: Elaboración de José Juan Barajas,
con base en datos de INEGI 2001, 2011, 2016a.

En cuanto a ocupación, en la siguiente década Cojumatlán mantuvo su carácter predominantemente agrícola, pues 58 % de sus trabajadores laboraban en el sector primario, cuatro veces por encima del promedio nacional que en ese año era de apenas 13.6 %. Por otro lado, en el sector secundario, 11 % de los trabajadores de Cojumatlán se concentraba en la industria, cuando 24.5 % de los obreros nacionales se ocupaba en este sector. Además, en todo el país, 62 % de las personas trabajaban en los servicios y en Cojumatlán sólo lo hacía la mitad, 31 % (**Cuadro II**).

Finalmente, en 2015 del total de trabajadores en Cojumatlán 46.7 % se ubicaban en el sector primario, 17.7 % en el

secundario y 35.6 % en el terciario (**Cuadro II**). Estos porcentajes siguen siendo diferentes a la media nacional ya que 13 % de los mexicanos laboran en el sector primario, 26 % en el secundario y 61 % en el terciario.

A pesar de que en el mencionado periodo en Cojumatlán hubo una baja en la ocupación en el sector primario de 10 puntos porcentuales, el municipio sigue siendo preponderantemente agrícola pues casi la mitad de los trabajadores se ocupan en actividades de ese sector, a pesar de que el campo mexicano se mantiene en crisis en todo el país. Esto muestra que las opciones laborales y económicas en Cojumatlán, como en muchos lugares de Michoacán, son muy limitadas y las personas se ven forzadas a ocuparse en actividades que requieren casi nula capacitación y por lo tanto ofrecen ingresos por debajo de la línea de pobreza.

Cuadro III. Producción en Cojumatlán de Régules, Michoacán (millones de pesos)

Actividad económica	2004	2009	2014
Actividades primarias. ¹	11.122	45.998	15.893
Manufacturas. ²	41.466	50.818	65.803
Servicios. ³	9.475	26.123	68.198

Fuente: Elaboración propia con base en datos de los Censos económicos, INEGI 2014 (indicadores 2004-2014). ¹. Actividades primarias. Sólo incluye agricultura, ganadería y pesca. ². Manufacturas. Únicamente incluye elaboración de productos de panadería y tortillas, fabricación de productos metálicos, la industria alimentaria y otras actividades de la industria manufacturera. ³. Servicios. Abarca servicios de alojamiento temporal, de preparación de alimentos y bebidas, financieros y de seguros, de salud y asistencia social, y comercio-tiendas.

En los últimos años la riqueza generada en el sector primario en el municipio de Cojumatlán de Régules ha ido alarmantemente a la baja, mientras el sector terciario ha mantenido una tendencia al crecimiento económico, misma situación que el secundario. Del valor de la producción manufacturera en el municipio, se puede establecer que a cada trabajador le corresponde más de \$100 mil anuales en promedio, si se repartiera la riqueza equitativamente (cosa que no es cierta). Mientras que a los ocupados en el sector terciario casi \$ 60 mil cada año.

A pesar de la riqueza generada en los sectores secundario y terciario, la repartición de ella es otro factor que determina el reducido ingreso de muchas personas; en el caso de Cojumatlán, los ocupados en el sector secundario obtienen un ingreso de un poco más de \$8 mil mensuales, mientras los del sector terciario de \$5 mil al mes. Los trabajadores del sector primario están todavía por debajo de ese limitado ingreso.

En Cojumatlán casi la totalidad de las personas ocupadas en el sector primario se dedican a la agricultura, donde predomina el cultivo de hortalizas como pepino, lechuga, col y calabazas, las cuales requieren gran cantidad de agua que extraen de la laguna de Chapala. Otro pequeño porcentaje de sus trabajadores se dedican a la cada vez más escasa pesca en la laguna de donde obtienen bagre, carpa y charal. A ello hay que agregar los altos niveles de contaminación del agua de la laguna que provoca daños en la salud de quienes consumen sus productos.

Por su parte, de los \$11 millones que generaban las actividades primarias en 2004, ahora se generan casi \$16 millones;

sin embargo, con una población ocupada de más de 1500 personas, el resultado es que cada trabajador en promedio obtiene \$10 mil 600 al año (**Cuadros II y III**). De esa manera, Cojumatlán se mantiene como uno de los municipios con mayor pobreza y marginación en la entidad.

Pobreza y marginación en Cojumatlán

El elevado número de población en Cojumatlán de Régules que se dedica a las actividades agrícolas de subsistencia determina, en gran parte, la pobreza en el municipio, que incluso al día de hoy es superior al promedio en la entidad. No obstante, hasta el año 2000 los porcentajes de pobreza en Michoacán y Cojumatlán eran similares; por ejemplo, en promedio 61.6 % de los michoacanos eran pobres y 64.4 % lo era en Cojumatlán en ese año. Sin embargo, en cuanto a pobreza extrema el valor era ligeramente superior en Cojumatlán pues 34.1 % de sus habitantes estaban registrados como pobres extremos, mientras que en todo el estado el promedio era de 31.6 % (Coneval 2005).

La pobreza mantuvo su tendencia al alza en los siguientes años y en 2005 se registra una marcada diferencia entre Cojumatlán y Michoacán ya que en el municipio 62.2 % de su gente era pobre, mientras que en todo el estado abarcaba 54.5 % de la población; empero, en ambos casos la pobreza tuvo una disminución aunque, en el municipio no fue tan acelerada como en todo el estado, pues mientras en Michoacán 23.3 % de la población en ese año eran pobres

extremos, en Cojumatlán lo eran 29.5 % de sus residentes (Coneval 2005).¹⁸

Ya en 2010 el porcentaje de población que estaba catalogada como pobre era 70 % en Cojumatlán, mientras que Michoacán tenía un promedio de 55 %. En cuanto a pobreza extrema, los porcentajes de población catalogada de esa manera eran de casi 14 %, en ambos casos (Coneval 2010). Desgraciadamente en 2015 ya 57 % de la población en Michoacán estaba hundida en la pobreza.

Como resumen para Michoacán se tiene que desde el año 2000 la proporción de pobres se ha reducido en apenas cinco puntos porcentuales en 15 años. Lo lamentable de ello es que, en valores absolutos el número de personas pobres se ha incrementado, pues al inicio del milenio había 2 455 171 pobres en la entidad y en 2015 ya hay 2 613 148; es decir, aunque el porcentaje disminuyó, ahora se han incorporado otras 158 mil personas a la pobreza en la entidad.

Por su parte Cojumatlán ha mostrado un comportamiento más radical en cuanto a pobreza para ese mismo periodo,

¹⁸ Según el Coneval, “Una persona se encuentra en situación de pobreza cuando tiene al menos una carencia social”, mientras que se “encuentra en situación de pobreza extrema cuando tiene tres o más carencias, de seis posibles, dentro del Índice de Privación Social y que, además, se encuentra por debajo de la línea de bienestar mínimo. Las personas en esta situación disponen de un ingreso tan bajo que, aun si lo dedicase por completo a la adquisición de alimentos, no podría adquirir los nutrientes necesarios para tener una vida sana” (Coneval 2017).

pues ahí el porcentaje de pobres se ha ido incrementando paulatinamente; así, en el año 2000 comenzó con 64 % de su población en pobreza, hasta abarcar 71 % de sus habitantes en esa situación en 2015 (Coneval 2017); es decir, casi siete puntos porcentuales más que al inicio del milenio.

Agregado a ello, la pobreza constantemente va acompañada de marginación que establece el porcentaje de personas que han quedado al margen del desarrollo.¹⁹ Para el caso michoacano la entidad ocupaba en el año 2000 la décima posición nacional y contaba con un grado alto de marginación. Sus principales problemas estaban en el rubro educativo pues en ese año 14 % de su población era analfabeta y 40 % de los niños que entraban a la primaria no la concluían. Ello explica en gran parte porqué 57 % de la población obtenía a lo más dos salarios mínimos por su trabajo (**Cuadro IV**).

En esas mismas fechas, Cojumatlán reportaba un grado medio de marginación (mejor catalogado que Michoacán), pero con peores indicadores educativos, lo cual parece ser una constante en toda la entidad. El 20 % de los habitantes de Cojumatlán no sabían leer ni escribir y 54 % de los estudiantes abandonaban la primaria antes de concluirla; además, 66 % de los hogares del municipio obtenían a lo más dos salarios mínimos como ingreso (**Cuadro IV**).

¹⁹ Para la marginación, ya sea estatal o municipal, se catalogan de mayor a menor; de esa manera, el primer lugar es ocupado por quien sufre las mayores carencias y el último lugar por el que tiene el mejor desempeño.

Esta falta de ingreso decoroso y suficiente es una gran limitante para el desarrollo y mantiene hundidas en la pobreza a las familias michoacanas. No obstante, a pesar de que en la entidad aumentó la marginación, se redujo el porcentaje de personas que obtiene como máximo dos salarios mínimos en 44 %. Estas cifras no fueron tan optimistas en Cojumatlán y ahí 51 % de los trabajadores obtienen como límite superior dichos ingresos. Además de lo anterior, el porcentaje de población con salarios inferiores a la línea mínima de bienestar era de 27 % en Cojumatlán y 21 % en Michoacán (Coneval 2012); es decir, para casi una tercera parte de los habitantes del municipio su ingreso los colocaba como pobres extremos, aunque oficialmente sólo 14 % estaba registrado como tal.

Por otra parte, a pesar del avance en la marginación estatal, hasta 2010 hubo mejoras en el apartado educativo pues ahora en promedio sólo 10 % de los michoacanos son analfabetas. En cuanto a Cojumatlán, mantuvo casi inalterada su marginación y mejoró dos posiciones; lamentablemente, todavía 29 % de los niños dejan la primaria antes de concluirla. Por desgracia, en esas mismas fechas los indicadores educativos están más rezagados en ese municipio, pues ahí 15 % de la población es analfabeta y casi la mitad de sus estudiantes de primaria abandonan sus estudios (**Cuadro IV**).

Cuadro IV. Índice y grado de marginación en Cojumatlán

	Marginación	Michoacán	Cojumatlán
marginación 2000	Población total	3 985 667	9905
	% Población de 15 años o más analfabeta	13.90	20.14
	% Población sin primaria completa ^A	40.19	53.76
	% Población con hasta 2 salarios mínimos ^B	57.29	65.79
	Índice de marginación	0.4491	-0.5802
	Grado de marginación	Alto	Medio
	Lugar que ocupa nacional/estatal	10	80
Marginación 2010	Población total	4 351 037	9980
	% Población de 15 años o más analfabeta	10.25	15.33
	% Población sin primaria completa ^A	29.19	41.78
	% Población con hasta 2 salarios mínimos ^B	43.69	50.84
	Índice de marginación	0.5258	-0.5117
	Grado de marginación	Alto	Medio
	Lugar que ocupa nacional/estatal	8	82
Marginación 2015	Población total	4 584 471	10 450
	% Población de 15 años o más analfabeta	8.35	12.87
	% Población sin primaria completa ^A	25.35	36.48
	% Población con hasta 2 salarios mínimos ^B	44.88	53.45
	Índice de marginación	0.498	-0.450
	Grado de marginación	Alto	Medio
	Lugar que ocupa nacional/estatal	8	77

Fuente: Elaboración propia con base en datos de Conapo, Índice de marginación municipal, 2000, 2010 y 2015. ^A Se refiere a la población de 15 años o más. ^B Es la población ocupada que obtiene como ingreso hasta dos salarios mínimos.

Para concluir con el tema de la marginación, solamente 8 % de los michoacanos eran analfabetas en 2015, mientras en Cojumatlán ese porcentaje se eleva hasta 13 %. Más aún, uno de cada cuatro michoacanos abandona la primaria antes de terminar sus estudios y en Cojumatlán lo hace uno de cada tres. Por otra parte, 45 % de los michoacanos recibe a lo más dos salarios mínimos y en Cojumatlán 53 % percibe ese monto (**Cuadro IV**).

Como resumen, los datos sobre marginación y pobreza en Cojumatlán señalan que las condiciones de vida en el municipio han empeorado en las últimas dos décadas; por un lado, la pobreza se ha incrementado en casi siete unidades; de esa manera, mientras que 6379 personas eran pobres en el año 2000, en 2015 ya son 7419 en el municipio. La causa de esto se debe a que más de la mitad de su población obtiene a lo mucho dos salarios mínimos como ingreso.

A pesar de que Cojumatlán ha mantenido su grado medio de marginación, su índice de marginación se incrementó en 13 centésimas y por ello retrocedió tres posiciones de bienestar en ese mismo periodo. Esto tiene su explicación, en parte, porque el factor educativo de Cojumatlán sigue siendo de los más rezagados en todo Michoacán.

Conclusiones

Cojumatlán de Régules es un ayuntamiento michoacano ubicado al noroeste de la entidad y, por sus características geográficas, forma parte de la región Ciénega. Este municipio comparte varios indicadores con la región, sobre todo, el ele-

vado porcentaje de población ocupada en actividades primarias de subsistencia. Ello determina enormemente el reducido ingreso que recibe gran parte de la población.

Hasta el día de hoy no existe en el municipio una dinámica económica que ofrezca empleos bien remunerados, así que la población debe incorporarse a trabajos agrícolas y auto empleo de subsistencia mal pagados y sin seguridad social, o en caso contrario deben buscar opciones laborales fuera de sus localidades, ya que la pesca en la laguna de Chapala, que anteriormente era una opción viable, hoy en día prácticamente ha desaparecido por la contaminación de sus aguas.

La falta de ingreso y oportunidades laborales generan incertidumbre en los michoacanos, detonando la migración y el abandono del campo. Esa falta de opciones laborales en Cojumatlán, y en general en la región, también se debe a que sus indicadores educativos siguen siendo el rubro más débil y son los causantes de que ese territorio se esté despoblando gradualmente y al día de hoy su futuro es incierto.

Todo lo anterior, a su vez, explica la creciente pobreza y marginación en esa demarcación que coloca a sus habitantes en una situación muy vulnerable; ante esa situación, la respuesta ha sido el éxodo paulatino de la población, que determina las constantes tasas negativas de crecimiento demográfico en Cojumatlán de Régules, en la Ciénega y, en general, en todo Michoacán.

REFERENCIAS

Aguilar T. (2018). Población y migración en Michoacán. Un análisis regional. UNAM, México, 227 pp.

Aguilar T. (2015). Migración cultural y redes en la región Lerma-Chapala de Michoacán. En: Migración a debate. Surcando el norte. (R. Ramírez y R. Domínguez, coord.). Universidad de la Ciénega del Estado de Michoacán de Ocampo, México, pp. 221-240.

Aguilar T. (2013). Crisis económica y migración en la región Lerma-Chapala de Michoacán. En: Migración latinoamericana: experiencias regionales (siglo XXI). (A. Santana, coord.). CIALC-UNAM, México, pp. 101-114.

Aguilar T. (2012). Desarrollo económico e integración territorial de la región Lerma-Chapala de Michoacán. UNAM, México, 430 pp.

Aguilar T. (2009). Regiones dinámicas o competitivas de espacios finitos. En: Principios de estudio regional. Espacios concluidos en red y regiones sin límites. (M. Camarena y T. Aguilar, coord.). Universidad de Guadalajara-UCLA-Prof-mex-Juan Pablos Editor, México, pp. 91-116.

Bassols Á. (1993). La teoría, el conocimiento de las regiones. En: Lecturas de análisis regional en México y América Latina. (H. Ávila, comp.). Universidad Autónoma Chapingo, México, pp. 121-152.

Bassols Á. (1992). Una regionalización para el desarrollo. En: El desarrollo regional en México: teoría y práctica. (Á. Bassols et al., coord.). IIEc-UNAM, México, pp. 49-58.

Carmona D. (2017). Memoria política de México. Instituto Nacional de Estudios Políticos [en línea]. <http://www.memoriapoliticademexico.org/Efemerides/4/11041865-GR-PB.html> 01/12/2017.

Carrillo M. (2002). Estudios regionales en México. Selección de Teoría y Evidencia Empírica: Desarrollo regional. México. Universidad de Puebla, México, 472 pp.

Cedeño del Olmo M. (1998). Planteamiento sobre metodología regional. En: El desarrollo regional en México. (S. Rodríguez et al., coord.). Primera reimpresión. Amecider, UAQ y IIEC-UNAM, México, pp. 117-130.

Conapo (2012). Índices de intensidad migratoria México-Estados Unidos 2010. Consejo Nacional de Población, México, 248 pp.

Coneval (2005). Cambios en la incidencia de la pobreza 2000-2005. [en línea]. Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social <https://www.coneval.org.mx/Medicion/EDP/MP/Paginas/Cambios-2000-2005.aspx> 05/10/2017.

Coneval (2010). Porcentaje de población en situación de pobreza, 2010. Michoacán. [en línea]. Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social <https://www.coneval.org.mx/coordinacion/entidades/Documents/Michoacan/principal/16triptico.pdf> 30/09/2017.

Coneval (2017). La pobreza en los municipios de México 2010-2015. [en línea] Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social <https://www.coneval.org.mx/Medicion/Paginas/Pobreza-municipal.aspx> 15/09/2017.

Gasca J. (2009). Geografía regional. La región, la regionalización y el desarrollo regional en México. Instituto de Geografía-UNAM, México, 161 pp.

Giménez G. (2000). Territorio, cultura e identidades. La región socio cultural. En: Globalización y regiones en México. (R. Rosales, coord.). FCPyS-UNAM, México, pp. 19-51.

INAFED (2016). Enciclopedia de Los Municipios y Delegaciones de México. Estado de Michoacán de Ocampo. [en línea]. Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal <http://siglo.inafed.gob.mx/enciclopedia/EMM16michoacan/index.html> 21/11/2017.

INEGI (1971). IX Censo de Población y Vivienda 1970. [en línea]. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática <https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/1970/default.html> 16/11/2017.

INEGI (1981). X Censo General de Población y Vivienda 1980. [en línea] Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. <https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/1980/15/10/2017>.

INEGI (1991). XI Censo General de Población y Vivienda 1990. [en línea]. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática <https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/1990/default.html> 18/10/2017.

INEGI (1999). Cuaderno Estadístico Municipal, Cojumatlán de Régules, Michoacán. [en línea]. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/historicos/2104/702825931353/702825931353_1.pdf 27/11/2017.

INEGI (2001). XII Censo General de Población y Vivienda 2000. [en línea]. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática <https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2000/default.html> 16/08/2017.

INEGI (2011). Censo de Población y Vivienda 2010. [en línea]. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática <https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2010/default.html> 16/10/2017.

INEGI (2016). Cuéntame, Información por entidad, Número de habitantes por municipios. [en línea]. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática <http://cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/mich/poblacion/> 16/08/2018.

INEGI (2016a). Encuesta Intercensal 2015. [en línea]. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática <https://www.inegi.org.mx/programas/intercensal/2015/> 16/11/2017.

INEGI (2018). Encuesta nacional de ocupación y empleo. [en línea]. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática <https://www.inegi.org.mx/programas/enoe/15ymas/> 19/11/2017.

Pérez F. (2016). Territorios, reinos, regiones y estudios regionales. En: Sociedad y recursos naturales. La cuenca Lerma-Chapala, (F. Pérez, coord.). UNAM, México, pp. 7-41.

Presidencia de la República (2016). Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, Presidencia de la República, México, 110 pp.

Sepúlveda L. (2001). Construcción regional y desarrollo productivo en la economía de la globalidad. CEPAL, Argentina, 91 pp.



La contaminación con agroquímicos en la subcuenca del lago de Chapala

Carlos Escalera–Gallardo¹,
Rodrigo Moncayo–Estrada², Maribel Rivera–Chávez¹,
Miriam Arroyo–Damián³ y Alejandro Juárez–Aguilar⁴

¹Instituto Politécnico Nacional, Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, Unidad Michoacán, México. Justo Sierra 28, COFAA, Jiquilpan, Michoacán, C.P. 59510 México.

²Instituto Politécnico Nacional, Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas. Avenida Instituto Politécnico Nacional s/n, Col. Playa de Santa Rita, COFAA, La Paz, BCS, C.P. 23096 México.

³Universidad de la Ciénega del Estado de Michoacán de Ocampo. Las Higueras 3000, Lomas de Universidad, C.P. 59103 Jiquilpan, Michoacán, México

⁴Corazón de la Tierra A.C. Paseo de los Filósofos 1175, Colinas de la Norma, C.P. 44270 Guadalajara, Jalisco

RESUMEN

La contaminación derivada de la producción agrícola es el problema más grave en la Ciénega de Chapala, porque se utiliza un exceso de agroquímicos y parte de ellos terminan en el lago de Chapala. El presente trabajo realiza un diagnóstico, estructura una planeación y establece las estrategias de acción para el manejo y control de la contaminación. Se trabajó en 15 municipios en la región de la subcuenca del lago de Chapala, diez en Jalisco y cinco en Michoacán. Se determinaron los principales cultivos, superficie cultivada, valores de producción, precio, aspecto socioeconómico e impacto a la calidad del recurso hídrico por medio de encuestas. Se aplicaron el método de varianza de una vía y técnicas multivariadas para analizar diferencias entre categorías y la clasificación de la información. También, se estructuró una Plataforma de Participación Múltiple. Se encontró bajo reclutamiento por la edad promedio (53.3 años), siendo mayor para Michoacán (55.2) que en Jalisco (51.9). En Jalisco el 89 % se dedicaron exclusivamente a la agricultura y entre el uno y 10 % a la ganadería o ambas; en Michoacán, la mitad desarrolla sólo agricultura (48 %) y la otra mitad la agricultura y ganadería simultáneamente (47 %). La siembra de temporal representa el 45 y 53 % en Jalisco y Michoacán, respectivamente, en temporal riego en Jalisco fue 38 % y en Michoacán fue 46 %. Son ejidatarios con una superficie de siembra de 1 a 6 hectáreas. La asesoría se hace por ingenieros agrónomos y comercializadoras, en Jalisco fue del 62 y 17 %, mientras que en Michoacán fue del 38 y 42 % respectivamente. Se aplicaron siete fertilizantes principales, 16 herbicidas y 21 plaguicidas. Se concluye que existe una gran cantidad de productores pequeños, poco organizados y compras individuales, lo que promueve el uso indiscriminado de agroquímicos.

ABSTRACT

Pollution derived from agricultural production is the most serious problem in the Cienega de Chapala, because an excess of agrochemicals is used and part of them ends up in Lake Chapala. The present study performed a diagnosis, structured a planning and established the action strategies for the management and control of contamination. We study 15 municipalities within the region of the Lake Chapala sub-basin, ten in Jalisco and five in Michoacán. The main crops, cultivated area, production values, price, socio-economic aspect and impact on the quality of the water resource were determined through structured questionnaires. One-way analysis of variance and multivariate techniques were applied to analyze differences between categories and the classification of information. Also, a Multiple Participation Platform was structured. Recruitment was low due to the average age (53.3 years), with higher age in Michoacán (55.2) than in Jalisco (51.9). In Jalisco, 89 % were dedicated exclusively to agriculture and between one and 10 % to livestock or both; in Michoacán, half develop only agriculture (48 %) and the other half simultaneously agriculture and livestock (47 %). Seasonal agriculture represents 45 and 53 % in Jalisco and Michoacán, respectively, irrigated agriculture was 38 % in Jalisco and 46 % in Michoacán. Farmers are ejidatarios with a planting area from 1 to 6 hectares. The professional advice was done by agronomists and agrochemical marketers, in Jalisco it was 62 and 17 %, while in Michoacán it was 38 and 42 % respectively. Seven main fertilizers, 16 herbicides and 21 pesticides were applied. We concluded that there is a large number of small, poorly organized producers and individual purchases, which promotes the indiscriminate use of agrochemicals.

INTRODUCCIÓN

En México se presenta un desarrollo de la actividad agrícola sin una planificación adecuada, dando como consecuencia el deterioro de los ecosistemas (Quiroz et al. 2004). Particularmente, los compuestos químicos utilizados en la agricultura para el control de plagas y enfermedades (agroquímicos) ocupan un papel importante en la contaminación e impactan tanto al hombre como a la biota. Es evidente que se está generando una crisis ambiental causada por la degradación de los recursos naturales, especialmente el agua. Por esta razón existe la gran necesidad de tomar una iniciativa incluyente y consensada para realizar acciones que la reviertan. Lamentablemente, dada la complejidad de los factores y los usuarios involucrados, las propuestas no se llegan a concretar. Este es el caso de la cuenca Lerma-Chapala-Santiago y del lago de Chapala, donde se tienen una gran cantidad de estrategias que no han sido aterrizadas adecuadamente.

La subcuenca del lago de Chapala presenta problemas de contaminación generadas por la descarga de aguas residuales municipales, industriales y agroindustriales dentro del contexto de la contaminación puntual. Este tipo de contaminación se define como la producida por un foco emisor determinado afectando a una zona concreta, por lo que su detección y su control son relativamente sencillos. Pero también se presenta el arrastre de sólidos derivados de la erosión, agroquímicos y nutrientes, a partir de las actividades agrícolas como parte de las fuentes de contaminación difusas (Cotler et al. 2006). El origen de la fuente difusa no está claramente definido, lo que dificulta el estudio de los contaminantes y su control individual. Desafortunadamente, la información pre-

cisa sobre las fuentes, la cantidad de contaminantes emitidos y los actores involucrados en el proceso es poco precisa, lo que dificulta la estructuración de políticas de prevención y control (Hansen y van Afferden 2001). Una de las principales actividades productivas que se desarrolla en la subcuenca del lago de Chapala es la agricultura. Para el año 2007 la región Ciénega de Chapala fue la más productiva de maíz a nivel nacional, con rendimientos promedio de 17 ton/ha y en 2009 se tiene en los cultivos de riego de maíz una producción de 9 ton/ha y en sorgo de 5 ton/ha (Sandoval-Moreno y Ochoa 2010). Sin embargo, una preocupación por la intensificación de las prácticas agrícolas es el creciente uso de fertilizantes y pesticidas, que crea un impacto importante en el agua como en el suelo (Gevaert et al. 2008). En esta región, un análisis de la hidroquímica de las aguas superficiales e índices de calidad del agua destacó un incremento de contaminantes aguas abajo en la Ciénega de Chapala y la zona litoral del lago por la presencia de sustancias derivadas de agroquímicos en general (Chávez-Alcántar et al. 2011).

En el presente trabajo se realizó un diagnóstico sobre el uso de agroquímicos, haciendo una comparación entre las dos entidades federativas presentes en la zona (Michoacán y Jalisco), pero además se estructuró una planeación y establecimiento de estrategias de acción para el manejo y control de la contaminación difusa. En él se reconoció a los actores involucrados directamente con cada uno de los tipos de contaminantes que causan el problema en la subcuenca del lago de Chapala y se identificaron los conflictos actuales y potenciales a los que puede acarrear el problema de la contaminación. Toda esta información se recopiló a partir de encuestas aplicadas a productores agrícolas e instituciones de gobierno relacionadas con el recurso agua y se utilizó en la

estructura de la Plataforma de Participación Múltiple (PPM; Warner 2006). Esta plataforma impulsa la participación en la gestión de los recursos naturales a largo plazo. Incluye la identificación de las fuentes de contaminación, la selección de actores clave dentro de cada uno de los sectores productivos y gubernamentales relacionados con la misma, la planificación participativa para reconocer los problemas y proponer estrategias de solución y, finalmente, la implementación de dichas estrategias por medio de organizaciones sociales e instituciones para la gestión de recursos comunes (Sultana y Thompson 2003).

METODOLOGÍA

La zona de estudio comprende la subcuenca del Lago de Chapala, con una superficie de 6644 km² e incluye en total 15 municipios, diez en el estado de Jalisco (La Barca, Jamay, Ocotlán, Atotonilco, Poncitlán, Zapotlán del Rey, Chapala, Jocotepec, Tuxcueca y Tizapán El Alto) y cinco en Michoacán (Briseñas, Venustiano Carranza, Sahuayo, Cojumatlán de Regules y Marcos Castellanos; Fig. 1). Geográficamente se ubica entre las coordenadas 19°45' y 20°30' N y 102°00' y 103°30' W (Conagua 2003).

Diagnóstico y encuestas

Debido a que una de las principales actividades productivas presentes en la región es la agricultura, se consultó la

información del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). Los datos estadísticos se obtuvieron por cada uno de los municipios que conforman parte de la subcuenca dentro de dos distritos de desarrollo rural (070 La Barca y 088 Sahuayo). Aquí se determinaron los principales cultivos, la superficie cultivada y los valores de producción y precio (SIAP 2011). Adicionalmente, una parte importante de la información se recabó entre los años 2010-2012 por investigadores del CIIDIR-IPN-Unidad Michoacán, la Universidad Veracruzana y Corazón de la Tierra A. C. como parte del proyecto Caracterización y Diagnóstico de las Fuentes de Contaminación en la Subcuenca Chapala (Cuenca Lerma-Chapala) e Instrumentos de Participación Plural para su Prevención y Control.

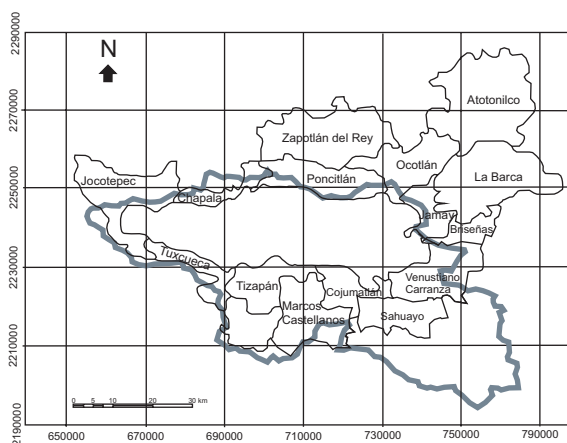


Fig. 1. Localización de la subcuenca del lago de Chapala (línea gris). Se señalan los municipios que se estudiaron.

Con la finalidad de describir la manera como se desarrolla la actividad y la forma como impacta en la calidad del recurso hídrico, se aplicaron encuestas a los productores de los municipios que conforman dicha subcuenca. Estas encuestas están orientadas para obtener información tanto en los aspectos social y económico, como de las características de la actividad, incluyendo la localidad. Algunas variables comprenden: edad del productor, apoyo del gobierno, tenencia de la tierra, temporada de siembra (temporal y riego), semillas e insumos, cosecha y venta, recomendación de adquisición de los productos químicos incorporados al cultivo como herbicidas, plaguicidas y fertilizantes.

Considerando que el número total de productores de los 15 municipios no podría ser entrevistado se procedió a calcular el tamaño de muestra, por lo que se utilizó el principio de muestreo aleatorio simple, utilizando como parámetro estimado en función del error la proporción y con una población infinita, por medio de la siguiente fórmula:

$$n = \frac{Z_{\alpha/2}^2 pq 100}{E^2}$$

Donde n es el tamaño de la muestra, $Z_{\alpha/2}$ es el nivel de confianza (distribución normal estándar), pq es la varianza y E^2 es el nivel de precisión. Partiendo de la definición de parámetros, en donde $Z_{\alpha/2}$ al 95 % es 1.96, pq se relacionan con la utilización de agroquímicos en las actividades y están definidos por los valores 60 % que sí utilizan los agroquímicos y 40 % como el complementario que no los utilizan, y E se define como 5 %, se obtiene el siguiente valor:

$$n = \frac{(1.96)^2 (0.6)(0.4)(100)}{(0.5)^2} = 368$$

Finalmente se realizaron además de las 368 determinadas, seis encuestas adicionales en las reuniones con los productores, dando un total de 374 encuestas. El número aplicado en cada uno de los 15 municipios varió dependiendo principalmente de la cantidad de productores, además de la extensión territorial

Plataforma de Participación Múltiple

Para este trabajo se estructuró una Plataforma de Participación Múltiple (PPM), de acuerdo con la metodología planteada por Sultana y Thompson (2003).

La caracterización de actores vinculados a las fuentes de contaminación puntual y difusa, requerida por la plataforma, se realizó utilizando la siguiente tipología: sector agrícola (de riego y de temporal), sector forestal, sector pecuario, sector pesquero, sector industrial, sector urbano y sector gubernamental. Este último es importante en especial en el contexto municipal, al ser el más cercano al resto de los actores y por la percepción directa derivada de esta cercanía. Se analizó el conjunto de información para generar propuestas de Líneas de Acción que integraran los factores ecológicos, productivos y sociales analizados, las cuales fueron incorporadas a la versión final de la PPM.

La PPM contiene un componente de Estructura Básica (Objetivos, Alcances, Atribuciones y Composición) y una Estructura de Negociación (Puntos de análisis, Estructura de trabajo, Mecanismos de toma de decisiones y Herramientas de

apoyo), así como la identificación de las características de dos componentes clave para su aplicación: el Grupo convocante del proceso (pudiendo ser éste una institución, un consejo o un sector) y el Facilitador, que define el nivel de capacitación óptimo, el manejo de la información y los requerimientos técnicos, materiales y de personal.

La metodología consiste en tres fases que conducen a la participación en la gestión de los recursos a largo plazo. En la fase I o de Alcance, se identificó las fuentes de contaminación. Particularmente, la PPM tuvo como elementos rectores los agroquímicos (fertilizantes y plaguicidas). A partir de las entrevistas y otras visitas de campo, se seleccionó a los actores clave dentro de cada uno de los sectores, por medio de la técnica de la “bola de nieve” (Hanneman y Riddle 2005) que consiste en identificar sujetos que se incluirán en la muestra a partir de los propios entrevistados. Partiendo de una pequeña cantidad de individuos que cumplen los requisitos necesarios, éstos sirven como localizadores de otros con características semejantes, efecto llamado como “ola cero”. Con esta información se estructuraron bases de datos describiendo a cada grupo de actores clave: características de sus miembros, nivel de influencia, visiones e intereses, tipo de liderazgo, mandatos, uso del territorio, así como tipo de fuente contaminante asociada (Juárez y Velázquez 2013).

En la fase II o de Planificación participativa, se realizaron dos talleres sectoriales con actores clave, asimismo se efectuaron reuniones de manera particular con autoridades con el propósito de analizar los problemas que existen en cada municipio. Los actores se expresaron libremente tanto del problema de contaminación como la posible solución al mismo. Aquí se trata de una mayor contribución y convicción

en la aplicación de un manejo integral en la subcuenca, obteniendo mejores resultados de participación. Se clasificaron los problemas y se recopilaban por los facilitadores de cada uno de los grupos de actores. En conjunto con los representantes de las partes interesadas y líderes locales se revisaron los problemas, se determinaron las posturas por sector y el nivel de coincidencia. Se analizó el impacto de los problemas, tanto en la sociedad como en el ambiente, se hizo conciencia de las consecuencias probables a largo plazo de las actividades y prácticas actuales. Adicionalmente se compartieron puntos de vista sobre cómo superar los problemas, comenzando a buscar soluciones con cada grupo, especialmente a través de una mejor gestión de los recursos.

A consecuencia de los talleres, se hizo la estructuración de la Matriz de Conflicto-Colaboración a partir del modelo de Grimble et al. (1995) modificado. Particularmente, en el análisis se tuvo la condición del conflicto sobre todo en el tema del manejo del agua y la modificación de esta condición se relacionó con la confluencia de temas, que se separaron en sus componentes (Inciarte 2009).

La fase III o de Implementación incluye el desarrollo de organizaciones comunitarias y su adaptación a instituciones para la gestión de recursos comunes, así como la estructuración de un plan detallado en la organización comunitaria para implementar las soluciones acordadas en la fase II. Esta fase también incluye la revisión de los planes de las comunidades en general y su ajuste de acuerdo con el plan para mitigar o evitar impactos adversos en particular. De existir coincidencias con planes previos, estos se utilizan para resolver los conflictos locales en el marco de un consenso general o visión compartida de los problemas y soluciones. El siguiente

paso implica la etapa de trabajo, donde se aplica el plan de acción, realizando las actividades y la aplicación de las normas. Aquí se busca el apoyo para obtener recursos a través de la institucionalización de los arreglos de gestión, incluyendo las políticas locales para lo que se utiliza una Plataforma de Negociación de las diferentes partes interesadas.

Análisis estadístico

En cuanto a las encuestas y considerando los valores de la edad, los datos se sometieron a un análisis de varianza de una vía (ANOVA). Para este análisis estadístico se determinaron las diferencias entre medias, con un intervalo de confianza del 95 % ($p = 0.05$). Se graficaron los valores medios y el intervalo de confianza para la variable.

Para interpretar las encuestas se aplicaron técnicas multivariadas porque están dirigidas principalmente a la reducción de la estructura de datos y a la clasificación de las unidades de análisis o las variables en grupos. Además, el análisis permite evaluar la consistencia de las bases de datos de las encuestas de productores. Se utilizó el análisis de componentes principales categórico (CATPCA, por sus siglas en inglés) con escalamiento óptimo porque permite el estudio de variables cualitativas con diferente número de categorías (nominal y ordinal). Así, se puede estudiar la actividad productiva aplicando un modelo confirmatorio, con las distintas variables seleccionadas de la base de datos que se aplicaron en toda la subcuenca.

Para realizar el CATPCA se siguió una formulación de la hipótesis con las siguientes preguntas: ¿Cuáles son los factores explicativos del desarrollo de la actividad? ¿Qué variables contribuyen más a explicar estos factores? Entonces se escribieron de la siguiente manera: (1) La actividad productiva (temporalidad y producto) está determinada por factores relacionados a la división política. (2) Los apoyos gubernamentales son las variables determinantes en la condición de la actividad agropecuaria.

En seguida se hizo la definición de las variables explicativas, donde se analizaron 17 de ellas que presentan principalmente una escala nominal, algunas de las cuales han sido convertidas en dicotómicas. Una en particular, la que se refiere a apoyo del gobierno, es ordinal dicotómica, codificándose sus categorías con 1 y 2. El valor 2 indica la presencia de la cualidad correspondiente a una de las dos categorías y el 1 la ausencia de dicha cualidad y que implica una desventaja. Este artificio permite obtener el valor analítico (signo) de los coeficientes estimados, al margen de la escala en que se han medido estas variables. Entre las variables de intervalo, se tiene a la edad, la gente que habita las casas, cuartos y número de hectáreas del terreno (**Cuadro I**). Se utilizó el programa SPSS Statistics Ver. 17.0 (2008) en los análisis y gráficos.

Cuadro I. Descripción de las características de las variables utilizadas en el análisis multivariado.

No.	Variable	Tipo	Código	Categorías
1	Municipio	Nominal-dicotómica	Mun	1 = Atotonilco; 2 = La Barca; 3 = Marcos Castellanos; 4 = Jocotepec; 5 = Tuxcueca; 6 = Poncitlán; 7 = Chapala; 8 = Tizapán; 9 = Ocotlán; 10 = Jamay; 11 = Zapotlán; 12 = Briseñas; 13 = Cojumatlán; 14 = Sahuayo; 15 = Venustiano Carranza.
2	Edad	Intervalo	Eda	La edad como se menciona
3	Actividad adicional	Nominal-dicotómica	AA	1 = no; 2 = si
4	Apoyo de gobierno	Ordinal-dicotómica	AG	1 = no; 2 = si
5	Tipo de apoyo	Nominal	TAG	1 = Procampo; 2 = Diésel; 3 = Progan; 4 = Oportunidades; 5 = 70 y más; 6 = 1+2; 7 = 1+3; 8 = 1+4; 9 = 1+5; 10 = 3 programas
6	Terreno	Nominal	Ter	1 = propio; 2 = rentado; 3 = ambos.
7	Hectáreas	Nominal	Ha	1 = 1 a 2; 2 = 3 a 5; 3 = 6 a 9; 4 = 10 a 20; 5 = 21 o más
8	Temporada	Nominal-dicotómica	Tem	1 = temporal; 2 = riego
9	Semilla	Nominal-dicotómica	Sem	1 = propia; 2 = comprada
10	Insumos	Nominal-dicotómica	Ins	1 = individual; 2 = asociación
11	Cosecha	Nominal	Cose	1 = venta; 2 = autoconsumo; 3 = ambos
12	Venta	Nominal	Ven	1 = contrato; 2 = informal; 3 = ninguno
13	Recomendación	Nominal	Reco	1 = comercializadora; 2 = Ing. Agrónomo; 3 = Experiencia
14	Herbicida	Nominal	Herb	Hasta 127 categorías incluyendo combinaciones en su uso
15	Plaguicida	Nominal	Plag	Hasta 74 categorías incluyendo combinaciones en su uso

RESULTADOS Y DISCUSION

Diagnóstico y análisis de las encuestas

En las encuestas el análisis de varianza muestra una diferencia significativa entre los dos estados ($F = 4.304$, $p = 0.039$) (**Fig. 2**). Se encontró una edad promedio de 53.3 años, lo cual refleja un bajo reclutamiento en la actividad y, en parte, un amplio proceso de emigración fuera del municipio. En el mismo contexto, en términos de entidad federativa, es más elevado el promedio de edad para el estado de Michoacán (55.2) que en Jalisco (51.9). La mayor cantidad de encuestados en Michoacán corresponden al intervalo de edad de 61-70 años, mientras que en Jalisco fue de 51-60 años (Fig. 3).

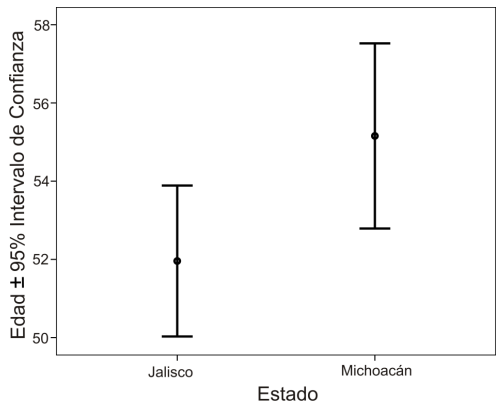


Fig. 2. Promedio de la edad de los productores con el intervalo de confianza para cada estado de la subcuenca del lago de Chapala.

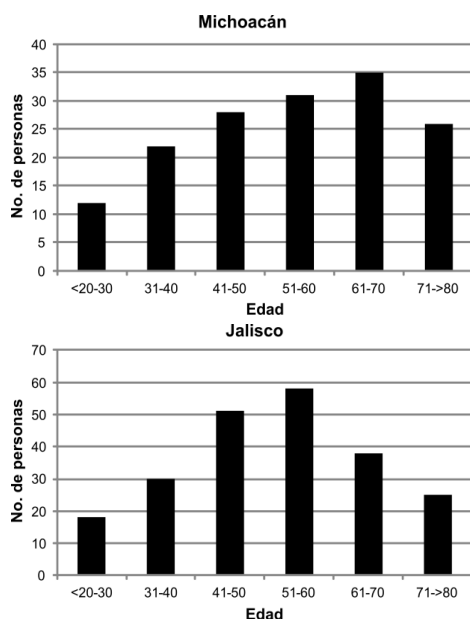


Fig. 3. Frecuencia de edades de los encuestados por estado.

Cabe destacar que la menor edad se presenta en Jalisco (19 años) mientras que la mayor edad se documentó en Michoacán (86 años). Es importante considerar estos factores porque nos indican la potencial resistencia de los productores a implementar diferentes medidas que puedan coadyuvar al mejoramiento de la calidad ambiental.

Dentro del mismo aspecto social, con respecto al número de personas que habitan en la casa, en Jalisco más de la mitad presentan de 1 a 3 (61 %), mientras que en Michoacán la mayoría muestran de 4 a 6 (58 %). En términos de la esco-

laridad de los habitantes de la casa, en Jalisco se reporta un mayor porcentaje de personas con estudios universitarios que en Michoacán (Fig. 4). En cuanto a una ocupación adicional a la actividad agropecuaria, menos del 10 % de los encuestados respondieron afirmativamente (5 % en Jalisco y 8 % en Michoacán). Los resultados sobre ocupación revelan una gran dependencia económica en la agricultura.

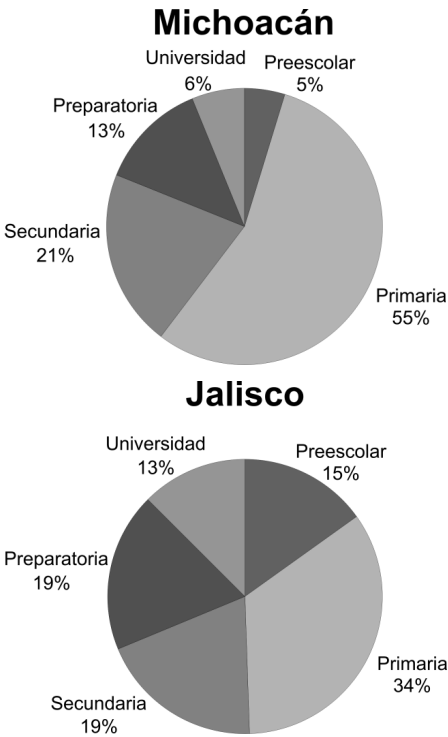


Fig. 4. Grado de escolaridad de los habitantes de la casa de los encuestados por estado.

En cuanto a la actividad productiva, se presentaron diferencias importantes entre los dos estados. En Jalisco, la gran mayoría de los productores se dedican exclusivamente a la agricultura (89 %) y un porcentaje reducido a la ganadería o bien a las dos (1 y 10 %, respectivamente). Por su parte, en Michoacán, prácticamente la mitad desarrolla sólo agricultura (48 %) y la otra mitad la agricultura y ganadería simultáneamente (47 %). Esto es un reflejo de los aspectos culturales que tradicionalmente se han desarrollado en los dos estados, en Michoacán por la presencia de la Ciénega y en Jalisco por el desarrollo tecnológico. Esto es reflejo de diferentes aspectos como son (1) los culturales, incluyendo la manera como tradicionalmente se ha desarrollado la actividad en ambos estados, (2) topográficos, por la presencia de la Ciénega en el lado de Michoacán y (3) tecnológicos, ya que la actividad ganadera está más tecnificada en Jalisco.

En lo que respecta a la temporada de siembra ambos estados presentan porcentajes similares, ya que la de temporal abarca cerca de la mitad (45 y 53 % en Jalisco y Michoacán, respectivamente), mientras que el uso de la tierra en la modalidad riego presenta un valor un poco menor (38 y 46 % en Jalisco y Michoacán, respectivamente). Cabe señalar que en el caso de Jalisco se incorporó la modalidad del ecuario (17 %) o cultivo en laderas que no es tan significativo en Michoacán por la poca pendiente del terreno.

Para la superficie del terreno, la gran mayoría de los encuestados son pequeños propietarios (1 a 6 ha), pertenecientes a ejidos (Fig. 5). En lo que respecta a si se cuenta con apoyo de gobierno, cabe destacar que Jalisco presenta un mayor número de productores con apoyo (82 %) que Michoacán (67 %) y esto puede estar relacionado con la manera como se asocian y el grado de tecnificación.

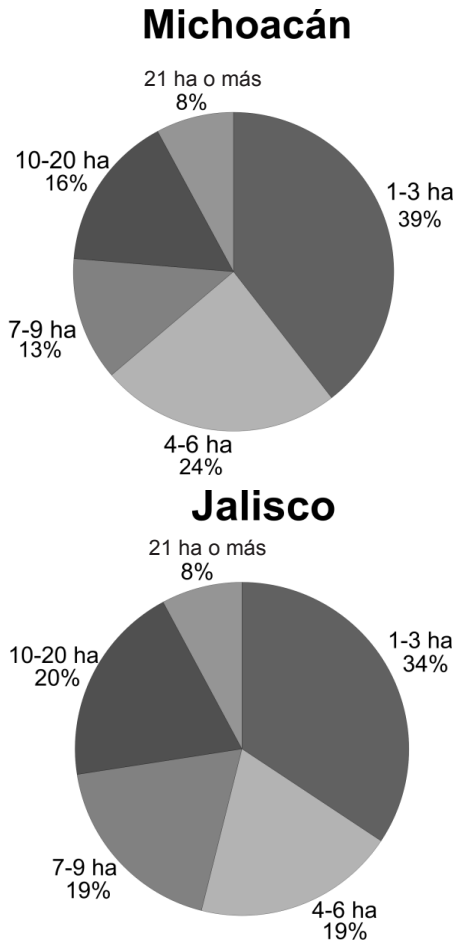


Fig. 5. Superficie sembrada en hectáreas, incluyendo las diferentes extensiones de tenencia de la tierra.

Ante la pregunta de si se deja descansar la tierra, la generalidad de los productores no lo hace y esto es mayor en Michoacán (99 %) que en Jalisco (86 %). Este aspecto es importante porque representa un agotamiento de nutrientes del suelo, debido a que aún con la rotación de cultivos no se siembran necesariamente aquéllos que pueden reintegrar elementos (i.e., leguminosas), lo que redundaría en el empleo continuo de agroquímicos. El principal instrumento de labranza es el tractor (96.5 % en Jalisco y 99.3 % en Michoacán). Sin embargo, cuando se considera el ekuaro cambian los porcentajes, siendo mayor el azadón (56 %), luego el tractor (26 %) y finalmente la tracción animal (18 %).

En ambos estados, la compra de los insumos que se utilizan en la producción se hace de manera individual, más que por asociación, esto cuando se trata del cultivo en temporal (81 % en Jalisco y 97 % en Michoacán). Aunque en la modalidad de riego se incrementa el porcentaje de los que lo hacen por asociación en Jalisco (35 %). La cosecha se destina principalmente para la venta y es menor el porcentaje en Michoacán (57 %) que en Jalisco (63 %), lo cual se relaciona con que en el primer estado se practica más la agricultura y la ganadería juntas. En los sistemas de producción donde se utiliza el riego el destino del producto es hasta en un 78 % a la venta y, en contraste, cuando es por ekuaro sólo el 28 %, por su carácter de actividad de subsistencia. Para la venta de la cosecha es muy similar el porcentaje de quienes la hacen por contrato o de manera informal, siendo más alto en Michoacán el de forma informal (52 %) que en Jalisco (48 %).

En lo que respecta a los agroquímicos, el factor de quién recomienda el producto es muy importante para entender la manera en que impacta la actividad. En Jalisco se recurre más

a la asesoría por parte de ingenieros agrónomos (62 %) que en Michoacán (38%), en este último estado la aplicación de los agroquímicos se hace por recomendación de la comercializadora (42 % en Michoacán y 17 % en Jalisco). De acuerdo con la precaución en la aplicación de los agroquímicos, en Michoacán se tiene menos cuidado (32 % aplica sin tener ningún protocolo de seguridad) que en Jalisco (15 %). La alternativa o complementación con el aporte de fertilizantes orgánicos es una práctica más común en Michoacán (36 %) que en Jalisco (25 %), aunque los valores siguen siendo bajos.

Contaminación

Se identificaron siete fertilizantes (urea, fórmula triple, sulfato de amonio, nitrato, potasio, fosfonitrato y mezcla física), 16 herbicidas y 21 plaguicidas de otros tipos (**Cuadro II**). En cuanto a los fertilizantes, en ambos estados se utilizaron principalmente la urea, el sulfato de amonio y la fórmula triple, correspondiendo al 87 % en Jalisco y al 90 % en Michoacán. Cabe mencionar que en algunos municipios como son Marcos Castellanos y Venustiano Carranza en Michoacán se utiliza más la fórmula triple que la urea. Mientras que la urea se empleó más en el temporal en Jalisco. Se tiene una aplicación promedio de urea de 260.8 kg/ha, siendo mayor en Michoacán (297 kg/ha) que en Jalisco (224.5 kg/ha), De la fórmula triple se aplica en promedio 391.9 kg/ha y de sulfato de amonio con 110.4 kg/ha. El fosfonitrato se utilizó mucho más en Michoacán que en Jalisco, especialmente en Cojumatlán.

Los fertilizantes utilizados se relacionan con la problemática de la pérdida de fertilidad de los suelos, que en la subcuenca se presenta con mayor intensidad en los municipios de Sahuayo, Cojumatlán de Régules, Venustiano Carranza, Villamar, Jiquilpan, Tizapán el Alto y Tuxcueca (Sotelo et al. 2005). Esto crea un círculo vicioso, en el cual se debe incrementar la cantidad de fertilizantes para mantener la productividad, en lugar de atender elementos críticos como mejores prácticas de manejo, iniciativas para la restauración de los suelos y la reducción del uso de agroquímicos.

En cuanto a los herbicidas, a pesar de que la información es más restringida en Michoacán, se tienen patrones comunes para ambos estados (Fig. 6). El paraquat es el más utilizado en porcentajes similares del 35 y 37 % (Jalisco y Michoacán, respectivamente). Del glifosato se utilizan 1.95 kg en promedio por hectárea en Jalisco y 1.37 kg en Michoacán. La atrazina, que es el otro compuesto más común, tiene un mayor promedio de aplicación por hectárea en ambos estados (2.79 kg en Jalisco y 2.83 kg en Michoacán).

Cuadro II. Agroquímicos utilizados en la subcuenca del lago de Chapala, donde se describe el principio activo y los gramos por litro o por kilogramo de sustancia activa, así como su nivel de toxicidad (I-IV, donde I es la más alta).

Sustancia activa	Nombres comerciales encontrados	Concentración		Toxicidad
		g/L	g/kg	
HERBICIDAS				
PARAQUAT	Gramoxone, Gramocil, Gemelos 22%, Transquat, Prelude	250		II
DICAMBA	Marvel, Banvel	480		IV
2,4-D	Hierbamina no menor de 83%, Hacha, Esteron 47, Dacamine	480		III
GLIFOSATO	Coloso Total 360 28%, Glif 300, Faena, Roundup	480		IV
OXADIAZON	Ronstar	250		IV
CLODINAFOP-PROPARGYL	TOPIK® 240 EC 23,6%, Topik Gold 8.3% (NO INCLUIDO EN LA USE-PA/OPP Code)			IV
NICOSULFURON	Sanson 4 sc (NO INCLUIDO EN LA USEPA/OPP Code)			IV
ATRAZINA	Calibre 90 GDA, Primagram Gold 33.7%, Guardsman 35.30%, Gesa-prim, Aatrex	900		IV
METSULFURON METIL	Sigma Forte 1.0 %, Ally	600		II
TRIASULFURON	Amber 75 GS (NO INCLUIDO EN LA USEPA/OPP Code)			III
DIMETHENAMIDA	Guardsman 18.20%, Pursuit	900		III

(continúa)

Cuadro II. Agroquímicos utilizados en la subcuenca del lago de Chapala, donde se describe el principio activo y los gramos por litro o por kilogramo de sustancia activa, así como su nivel de toxicidad (I-IV, donde I es la más alta).

Sustancia activa	Nombres comerciales encontrados	Concentración		Toxicidad
		g/L	g/kg	
PICLORAM	Hacha, Tordon	240		IV
S METOLACLOR	Lumax 29.40%, Dual	915		IV
DIURON	Gemelos 10 %, Karmex	800		IV
GLUFOSINATO DE AMONIO	Finale 13.50 %, Basta	150		II
FLUCARBAZONE SODIO	Everest, Everest Ultra,Vigia (NO INCLUIDO EN LA USEPA/OPP Code)			II
OTROS PLAGUICIDAS				
CIPERMETRINA	Arrivo 21.42%, Tirano, Ammo	200		III
CLORPIRIFOS	Lorsban, Foley rey 33.8%	480	10	III
PARATION METILICO	Flash 2%, Folodol-M72, Penn-cap-M	540	30	I
CARBOFURAN	Furadan	100	50	II
METAMIDOFOS	Tamaron 43.3 Tramofos (NO INCLUIDO EN LA USEPA/OPP Code)			I
DIMETOATO	Dimetoato, Cygon	480	48	III
DIAZINON	Dragon 25%, Basudin 600, EC 60%, Spectracide	236	42	III
PYRACLOSTROBIN	Headline 23.6% (NO INCLUIDO EN LA USEPA/OPP Code)			II
LAMDA CYALOTRINA	Karate 5%	70		III

(continúa)

Cuadro II. Agroquímicos utilizados en la subcuenca del lago de Chapala, donde se describe el principio activo y los gramos por litro o por kilogramo de sustancia activa, así como su nivel de toxicidad (I-IV, donde I es la más alta).

Sustancia activa	Nombres comerciales encontrados	Concentración		Toxicidad
		g/L	g/kg	
PIRIMICARB	Pirimor 50 % (NO INCLUIDO EN LA USEPA/OPP Code)			II
ENDOSULFÁN	Thiodan	375		I
IMIDACLOPRID	Muralla (NO INCLUIDO EN LA USEPA/OPP Code)			III
MALATIO	Malatión, Cythion	520	40	IV
ETIÓN	Etion, Ethanox	500		II
PERMETRINA	Ambush 48.34%, Maton 90%, Pounce	340		I
TERBUFOS	Triunfo 5%, Vikingo 5%, Counter 15%, Acance 5%	150	50	II
CIPERMETRINA (ZETA-CI-PERMETRINA)	Mustang 12%, Ammo	200		III
METOMILO	Lannate	214		II
BENZOATO DE EMAMEC-TINA	NO INCLUIDO EN LA USEPA/OPP Code			IV
TEBUPIRIMIPHOS	Azteca, 2.000, Granulado 2.0% (NO INCLUIDO EN LA USEPA/OPP Code)			III
ALDRÍN	(NO INCLUIDO EN LA USEPA/OPP Code) PROHIBIDO		72	I

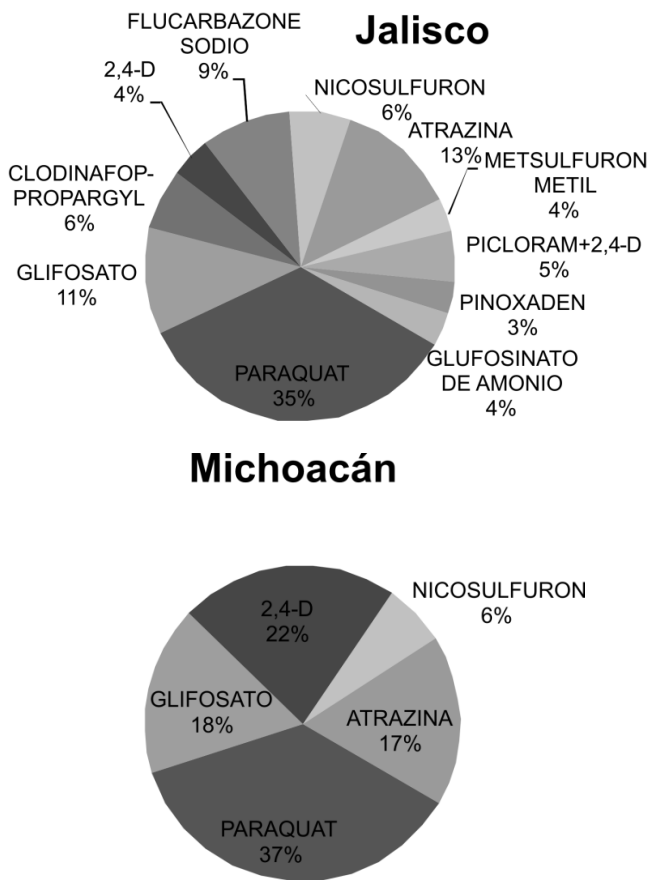


Fig. 6. Porcentaje de uso de herbicidas en la subcuenca del lago de Chapala.

Entre los herbicidas más empleados se tiene al paraquat con una categoría toxicológica II (producto moderadamente peligroso, nocivo). Es importante considerar esto porque es

altamente persistente, con una vida media estimada de 1000 días, aunque su degradación es rápida (INE 2013). La atrazina, con categoría toxicológica IV (productos que normalmente no ofrecen peligro), en términos generales es poco persistente, mas representa un riesgo elevado de contaminación para las aguas subterráneas por su larga vida media (hasta 5824 días; INE 2013).

La aplicación de otros plaguicidas (no herbicidas), y consecuentemente su sustancia activa, varía entre los estados siendo en Jalisco la cipermetrina la más empleada con 1.97 kg/ha en promedio, mientras que en Michoacán fue el carbofuran con 0.27 kg/ha en promedio. Coinciden ambos estados en el uso de clorpirifos tanto en porcentaje (aproximadamente 16 %), como en cantidad promedio aplicada (1.12 kg/ha en Jalisco y 1.06 kg/ha en Michoacán). Es importante señalar que el paratión metílico con alta toxicidad se utiliza en buen porcentaje en Jalisco, mientras que en Cojumatlán y Briseñas, Michoacán, diferentes productores mencionaron la sustancia prohibida aldrín.

Entre las sustancias activas de los plaguicidas se emplea principalmente el clorpirifos etil con categoría toxicológica III (producto menos tóxico en animales grandes). Sin embargo, éste implica un grave riesgo para la vida silvestre al ser extremadamente tóxico para animales pequeños como peces e invertebrados acuáticos. En la descendencia de animales expuestos produce malformaciones y disminución de la sobrevivencia, crecimiento, reproducción y producción de biomasa, siendo especialmente afectadas las poblaciones de larvas de artrópodos y moluscos. En ecosistemas acuáticos reduce la diversidad y abundancia de especies (INE 2013).

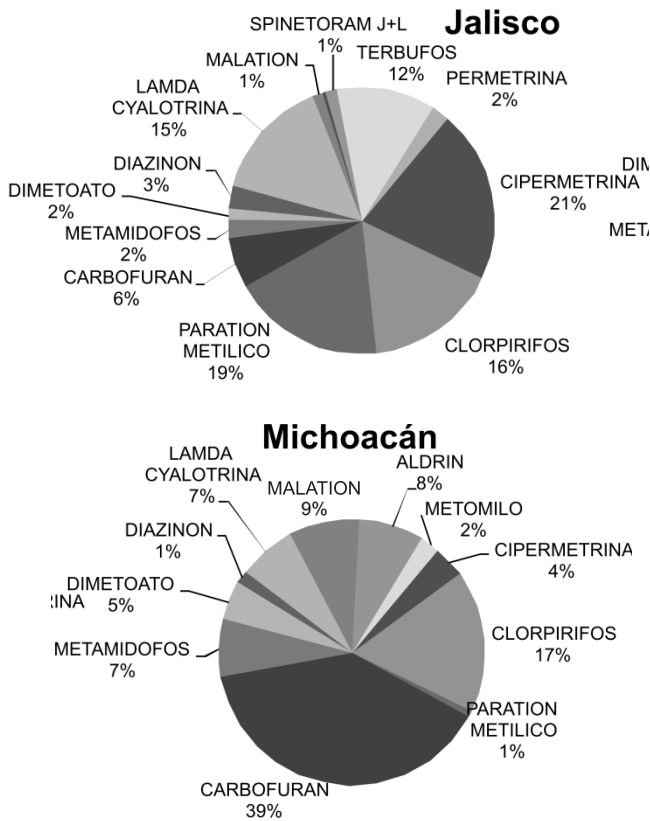


Fig. 7. Porcentaje de uso de plaguicidas (no herbicidas) en la subcuenca del lago de Chapala.

Otra sustancia activa comúnmente empleada es el paration metílico con una categoría toxicológica I (producto muy peligroso, tóxico). Dicho compuesto, en peces y zooplancton, tiene una toxicidad de ligera a extremadamente alta. Según

el INE (2013): “en aguas contaminadas puede reducir el crecimiento de las algas, aunque algunas especies pueden generar resistencia después de varias semanas de exposición. Los efectos de este plaguicida sobre las poblaciones de animales son poco probables en el campo. Sin embargo, pueden presentarse cuando se aplica a concentraciones elevadas”.

Algo sobresaliente es el uso del aldrín: en varios países, desde comienzos de la década de 1970, se limitó estrictamente o se prohibió su uso en la agricultura. El aldrín se convierte rápidamente en dieldrín en la mayoría de las condiciones ambientales y en el organismo. El dieldrín es un compuesto organoclorado muy persistente, con movilidad en el suelo baja, volátil y bioacumulable. El paraquat y el aldrín son compuestos muy tóxicos en animales de experimentación y se han dado casos de envenenamiento en personas. Los sistemas y órganos afectados son el nervioso central y el hígado (OMS 1996).

De acuerdo con trabajos desarrollados para la región, en lo referente al empleo de agroquímicos, los productores señalan que hace más de 20 años no se usaban en las zonas de temporal, mientras que en las partes destinadas al riego se emplean desde mediados del siglo pasado (Sandoval-Moreno y Ochoa 2010). Se espera que dicho empleo vaya creciendo sin una asesoría técnica adecuada. Además, esto acarrea un costo importante en todo el proceso de la actividad, ya que para maíz y sorgo, el 49 % de los gastos es para la semilla y los agroquímicos, seguido de un 30 % de mantenimiento y 21 % en mano de obra.

El análisis multivariado se realizó utilizando el total de las encuestas y por estado. De acuerdo con los eigen valores para cada iteración se obtuvieron cantidades arriba de 1 (≥ 5.34 en

Jalisco, ≥ 5.4 en Michoacán y ≥ 4.92 en la subcuenca), lo que hace conveniente el análisis para determinar el porcentaje de varianza en todos los casos. En el resumen del modelo un aspecto importante a considerar es el valor alfa de Cronbach, que representa una medida de la consistencia interna, esto es, qué tan cercanamente relacionados están un cúmulo de variables como grupo (**Cuadro III**). Su interpretación es que un valor alto representa mayor consistencia interna; un valor mayor o igual a 0.7 se considera “aceptable” en investigación relacionada con las ciencias sociales. Por lo tanto, la primera dimensión y la combinación de las dos dimensiones (total), son las que mejor explican las características de la información en todos los casos. Tanto para los estados considerados de manera individual y para la subcuenca en forma regional, los valores del alfa de Cronbach fueron mayores a 0.7. El porcentaje de varianza acumulado en las primeras dimensiones presenta cantidades próximas o mayores al 45 %, lo cual es un valor consistente con estudios donde se involucran este tipo de variables nominales.

De la matriz de correlación resultante para las variables transformadas, en Jalisco la correlación entre municipio y aplicación de herbicidas es la más alta (0.717), lo que significa que existen diferencias importantes en cuanto a la apropiación de la tecnología y específicamente en el uso de agroquímicos por este nivel de entidad. De igual manera, se presentan otras correlaciones significativas como temporada de siembra con aplicación de herbicidas y plaguicidas que están inversamente relacionadas (-0.634 y -0.524 , respectivamente) lo que diferencia el uso de estos compuestos químicos dependiendo de la modalidad y la tradición de cultivo.

Cuadro III. Resumen del modelo CATPCA aplicado en las encuestas.

Dimensiones	Alfa de Cronbach	Varianza total (eigen valor)	% varianza acumulada
Jalisco			
1	0.823	4.237	30.264
2	0.596	2.239	15.993
Total	0.911	6.476	46.257
Michoacán			
1	0.783	3.665	26.179
2	0.665	2.616	18.686
Total	0.905	6.282	44.864
Subcuenca			
1	0.828	4.329	30.921
2	0.575	2.144	15.314
Total	0.911	6.472	46.236

Para Michoacán, se tiene una alta correlación entre tipo de venta y aplicación de herbicidas (0.657), lo que se debe tomar con cierta cautela, ya que la información de la segunda variable fue algo irregular, pero que a su vez puede delatar ciertos condicionamientos para la compra de los productos. El municipio y la temporada de siembra tienen la segunda correlación positiva más alta (0.556) y esto tiene que ver con la topografía que diferencia la parte cerril con la Ciénega. De manera negativa se tiene tipo de venta y plaguicidas lo cual debe seguir la misma nota precautoria.

Las correlaciones entre las dos entidades se reflejan en parte en la subcuenca, destacando en forma positiva no sólo

la relación municipio y la temporada de siembra (0.688), sino el municipio con el tipo de venta (0.537). Se presenta una relación inversa entre municipio y aplicación de herbicidas (-0.767) y en la temporada de siembra con aplicación de herbicidas (-0.711) lo que implica que en algunos sitios algunos grupos de productores tengan una mayor atención y cuidado en el empleo de agroquímicos.

En cuanto al aporte de las variables a cada uno de los componentes y una fuerte asociación con la dimensión de la solución, se consideraron valores grandes a los mayores a 0.5. La primera dimensión separa, en el caso del estado de Jalisco, con valores positivos relativamente grandes las variables aplicación de herbicida, municipio y temporada de siembra, mientras que de manera negativa aplicación de plaguicidas y tipo de venta. A este factor se le puede denominar "Desarrollo de la actividad". La segunda dimensión se relaciona positivamente con la edad y negativamente con la posesión del terreno. Este factor puede ser mejor definido como "Características de los productores".

En el caso de Michoacán, en la primera dimensión, las variables municipio, temporada de siembra y destino de la cosecha tienen mayor peso y se asemejan a las características de Jalisco. En el segundo factor denominado "Aplicación de agroquímicos" tienen mayor importancia las variables tipo de venta, aplicación de herbicidas de manera positiva y edad y aplicación de plaguicidas de forma negativa.

En la **figura 8** se destacan aquellos municipios que están más relacionados con alguna variable en el estado de Jalisco. Poncitlán se relaciona más a un mayor consumo de herbicidas y combinación de los mismos, mientras que Atotonilco y Jo-

cotepec al de plaguicidas y al tipo de venta dada más hacia el exterior que al autoconsumo. Ocotlán se caracteriza por contener productores que en promedio poseen una mayor edad y por su búsqueda de más apoyos económicos combinados.

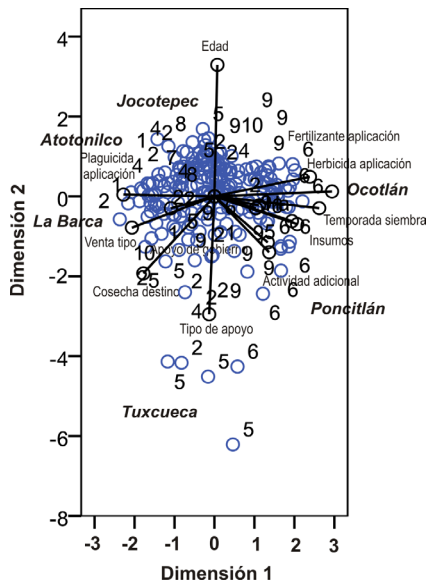
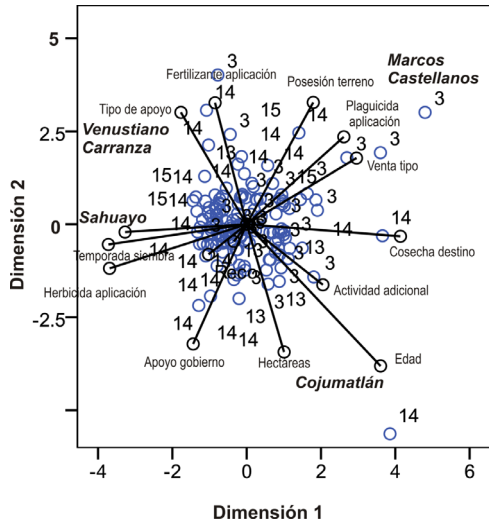


Fig. 8. Representación de las dos primeras dimensiones del CATPCA en Jalisco. Los números son los códigos de los municipios.

En la **figura 9** destacan aquellos municipios que están más relacionados con alguna variable en el estado de Michoacán. En el municipio de Briseñas se tiene una mayor aplicación de plaguicidas a diferencia de Marcos Castellanos en donde se muestra un diferente destino de la cosecha, lo



cual está relacionado a una importante actividad ganadera y a que se goza de un mayor número de apoyos económicos. En Sahuayo, por su parte, hay productores más longevos, se tiende a la aplicación de herbicidas y el tipo de venta es hacia el exterior.

Fig. 9. Representación de las dos primeras dimensiones del CATPCA en Michoacán. Los números son los códigos de los municipios.

Plataforma de Planeación Participativa

En la fase I o de *Alcance* además del diagnóstico descrito anteriormente, se identificaron un total de 53 instancias vinculadas con el tema de contaminación difusa agrupados en cinco sectores. Se tuvieron seis organizaciones de la sociedad civil (Instituto de Derecho Ambiental, Sociedad de Amigos del Lago, Luz de Malla, Fundación Lerma-Chapala-Santiago,

Living Lakes y Clubes Rotarios). Entre los consejos y comisiones figuran cinco (Comité Estatal para la Protección Ambiental de los Humedales de Jalisco [CEPAHJ], Fideicomiso para el Desarrollo de la Región Centro-Occidente [FIDERCO], Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas [Comisión RAMSAR], Consejo de Cuenca Lerma-Chapala y Red de Subcuencas Lerma-Chapala).

En el sector productivo hay nueve actores principales (Distritos de riego, Cooperativas, Ganaderos, Ejidos, Comunidades indígenas, Comercializadores de agroquímicos, Agricultores de ladera o de ecuaro, Productores orgánicos y Productores de invernadero). En el aspecto gubernamental se pueden destacar 21 (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales [SEMARNAT], Comisión Nacional Forestal [CONAFOR], Secretaría de Desarrollo Social [SEDESOL], Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable [SEMADES], Secretaría de Desarrollo Rural [SEDER], Congreso Federal, Congresos Estatales, Comisión Estatal de Derechos Humanos [CEDH], Comisión Estatal del Agua en Jalisco [CEA], Comisión Estatal del Agua y Gestión de Cuencas del Estado de Michoacán [CEAC], Comisión Nacional para el Uso y Conocimiento de la Biodiversidad [CONABIO], Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas [CONANP], Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología [CONACYT], Instituto Nacional de Ecología [INE], Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación [SAGARPA], Comisión Forestal del Estado de Michoacán [COFOM], Secretaría de Urbanismo y Medio Ambiente [SUMA], Comité de Planeación para el Desarrollo del Estado [COPLADE], Gobiernos municipales y Asociaciones intermunicipales).

También participan 12 instituciones de investigación (Universidad de Guadalajara [U de G], Universidad Autónoma de Guadalajara [UAG], Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Occidente [ITESO], Universidad Veracruzana, Instituto Politécnico Nacional [IPN], Universidad Nacional Autónoma de México [UNAM], Texas State University [TSU], Colegio de Michoacán A. C. [COLMICH], Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo [UMSNH], Baylor University [BU], Corazón de la Tierra A. C.-Instituto de Desarrollo Ambiental e Internacional, Lake Environment Committee Foundation [ILEC]).

Finalmente, están las ocho cabeceras municipales, 10 áreas rurales y cinco elementos extranjeros relacionados con la presencia de asentamientos de ciudadanos americanos y canadienses principalmente. Además, se identificó una participación indirecta de la Ciudad de México y otros 14 estados inmersos en la cuenca Lerma-Chapala, además de los que estando fuera de la cuenca la afectan por trasvase de agua entre cuencas contiguas, y con los que se tiene una participación económica.

En la fase II de Planeación participativa a través de entrevistas se eligieron trece informantes clave identificados previamente. Cada uno de ellos correspondientes a los 15 municipios en estudio, los cuales llevaron a los más implicados o en este caso a los que eran clave para identificar a otros.

Estos informantes condujeron a una “primera ola” de 30 actores entrevistados, esto arrojó una segunda ola con un total de 60 nuevos sujetos, y estos llevaron a 10 actores clave más, dado que la información recopilada nos llevaba a los mismos identificados anteriormente, dando entonces un total de 100 actores. Los apartados considerados para la captura de información fueron: identificación del entrevistado

(nombre completo, datos de contacto, edad, tipo de actividad y/o cargo desempeñado) y principales problemas percibidos.

Los actores corresponden a los diferentes sectores implicados: del agrícola son 50 actores, del forestal 6, del industrial 13, del urbano 15, del pecuario 4 y del gubernamental 12, mostrando una mayor representatividad el sector agrícola (**Fig. 10**).

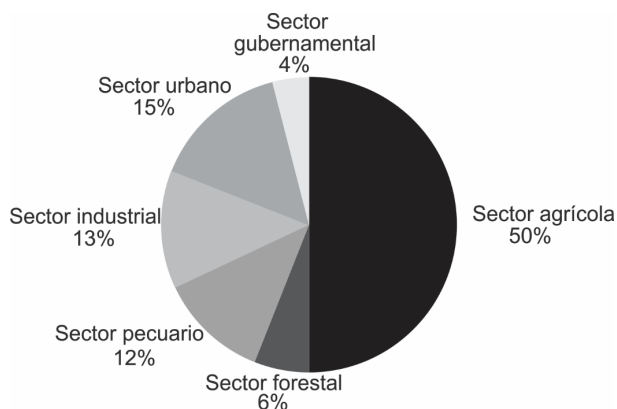


Fig. 10. Actores clave identificados.

Dicho padrón de actores clave se realizó con la idea de personalizar las invitaciones de los asistentes a los dos talleres de planeación estratégica participativa realizados en el municipio de Ocotlán. Con los asistentes a los talleres se procedió a recabar la información del instrumento de colecta de datos. En promedio, se contó con 80 asistentes al taller, una afluencia del 80 % de los actores clave identificados inicialmente.

El municipio con mayor representatividad fue Chapala con 22 personas. La Barca, Jamay, Poncitlán, Jocotepec, Venustiano Carranza, Marcos Castellanos y Sahuayo, tuvieron una asistencia de seis. Finalmente, los municipios de Tuxcueca, Tizapán El Alto, Briseñas y Cojumatlán de Regules, tuvieron cuatro.

El perfil de los actores clave que acudieron a los talleres, considera en el 40 % de los casos, a instituciones de los tres niveles de gobierno (municipal, estatal y federal), integrado por regidores, directores municipales y de los sistemas de agua potable y alcantarillado, además de auxiliares técnicos de dependencias de gobierno (Secretaría de Urbanismo y Medio Ambiente: SUMA, Secretaría de Desarrollo Rural: SEDRU, Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación: SAGARPA), entre otras.

Por otra parte, un 50 % de los asistentes fueron actores de la sociedad civil con funciones múltiples (comercializadores, industriales, agricultores y prestadores de servicios profesionales, entre otros). Asimismo, se consideró la conveniencia de incluir a los organismos operadores como los OOAPAS (Organismo Operador de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento) y los módulos y distritos de riego. Los actores clave asistentes a los talleres promedian una media de edad de 52 años, hecho que da cuenta del conocimiento de su entorno y de la problemática en torno al saneamiento de la cuenca.

Dentro de los talleres de planeación participativa, primeramente, se planteó el objetivo de la reunión y se les explicó a los participantes la importancia de la planeación, con el propósito de jerarquizar los problemas y darles solución en diferentes tiempos.

Planeación implica identificar y/o formular las metas deseadas o convenientes de alcanzar, en un entorno reflexivo y de sistematización de acciones:

1. Lograr lo esperado de manera sistemática.
2. Proyectar primeramente cómo y dónde es que se va a actuar.
3. Aplicar lo establecido en el proceso de planeación.

La información obtenida por las encuestas aplicadas a los actores clave fue complementada en los talleres de planeación participativa, así como con la información recabada en el diagnóstico de la situación actual (evidencias en campo y la determinación del estado del problema).

Se identificaron 11 principales problemas en la subcuenca de la Ciénega de Chapala:

1. Gran uso de plaguicidas y fertilizantes
2. Poco control de plagas
3. Baja rentabilidad de la actividad productiva
4. Pérdida importante de la fertilidad de los suelos de la subcuenca
5. Importante proceso de erosión y sedimentación en los recursos hídricos

6. Aumento de la tasa de deforestación
7. Continuo cambio del uso del suelo con diferente vocación
8. Aumento de la pobreza en la región
9. Mala calidad del agua
10. Destrucción de la flora y fauna
11. Problemas de salud humana

El análisis de las posturas de los sectores y coincidencias se llevó a cabo con 16 componentes, los cuales, en la mayoría, agruparon diferentes individuos, grupos o instituciones y fueron definidos de la siguiente manera:

1. Agricultores de riego
2. Agricultores de temporal
3. Agricultores de ladera

Agricultores orgánicos

4. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA)
5. Desarrollo rural de Michoacán y Jalisco
6. Gobiernos municipales

7. Comisión Nacional del Agua (CONAGUA)
8. Comisión Estatal del Agua (CEA) de Michoacán y Jalisco
9. Comisión Nacional Forestal (CONAFOR)
10. Comisión Forestal del Estado de Michoacán (COFOM)
11. Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL)
12. Desarrollo social de Michoacán y Jalisco
13. Grupos ambientalistas
14. Universidades
15. Organismos internacionales

Las soluciones implican el opuesto a las problemáticas, la manera de cómo resolverlas y en ese contexto se estructuraron las posturas de los sectores (**Cuadro IV**).

De lo que se presenta, se puede interpretar que existe rechazo mayoritario por parte del sector agrícola sobre reducir el uso de plaguicidas y fertilizantes, su percepción es que eso amenazaría la producción y por tanto les afectaría económicamente. El tema resulta alarmantemente indiferente al conjunto de instancias gubernamentales, lo que indica muy posiblemente falta de información sobre los riesgos derivados tanto para el ambiente como a la salud humana. Los únicos temas que generen acuerdo de todos los sectores evaluados son los referentes al combate a la pobreza y la protección a la salud humana, por

Cuadro IV. Posturas sobre temas clave de la actividad productiva y el manejo y conservación de los recursos por cada sector en la subcuenca del lago de Chapala.

TEMAS CLAVE		POSTURAS POR SECTOR															
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	Reducción de plaguicidas																
2	Control efectivo de plagas																
3	Aumento de rentabilidad																
4	Recuperación de fertilidad																
5	Reducción de fertilizantes																
6	Control de la erosión																
7	Reducción de deforestación																
8	Controlar cambio de uso de suelo																
9	Reducción de pobreza																
10	Asegurar calidad de agua																
11	Protección de flora y fauna																
12	Protección a salud humana																

A favor

Indiferente

1. Agricultores de riego, 2. Agricultores de temporal, 3. Agricultores de ladera, 4. Agricultores orgánicos, 5. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), 6. Desarrollo rural de Michoacán y Jalisco, 7. Gobiernos municipales, 8. Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), 9. Comisión Estatal del Agua (CEA) de Michoacán y Jalisco, 10. Comisión Nacional Forestal (CONAFOR), 11. Comisión Forestal del Estado de Michoacán (COFOM), 12. Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL), 13. Desarrollo social de Michoacán y Jalisco, 14. Grupos ambientalistas, 15. Universidades, 16. Organismos internacionales

lo que el tema de reducción de plaguicidas debe abordarse bajo esa lógica, destacando los incrementos tendenciales en los costos de producción agrícola y los riesgos a la salud de los propios agricultores, así como los posibles efectos por acumulación en agua superficial y subterránea. El nivel de coincidencia se analizó a través de la construcción de la matriz de conflicto-colaboración en aquellos temas donde existen posturas encontradas tal es el caso del uso de agroquímicos (**Cuadro V**).

Existe una postura en contra de la reducción de plaguicidas del sector agrícola (riego, temporal y ladera); (letra A), contrapuesta a la de los agricultores orgánicos y los grupos ambientalistas (a favor o letra C). El sector gubernamental no se opone al uso de los plaguicidas al considerar de poca importancia sus efectos negativos en consideración de asegurar los volúmenes de producción de alimentos (neutro). Hay concordancia de las agencias gubernamentales entre sí con respecto a no tener una postura activa a favor de reducir el volumen de estos productos (indiferente o letra B).

En cuanto al uso de fertilizantes, la matriz de conflicto-colaboración resultaría igual que la de plaguicidas, porque involucra la actitud de resistencia del sector agrícola (**Cuadro V**). Donde sí se modifica un poco la matriz es en cuanto a los otros temas con posturas encontradas, relacionadas a la erosión, deforestación y cambio de uso del suelo. Esto debido a que ya existe un esquema de distribución de tierras y la pertenencia a un grupo de producción (comunidad, ejido, particular, etc.). En consecuencia, los agricultores de riego y temporal se muestran indiferentes, mientras que los de ecuaro ven amenazada su permanencia o expansión (**Cuadro VI**). Por su parte, las instituciones que se ubican directamente relacionadas con el recurso sí presentan una postura encontrada.

Cuadro V. Matriz de conflicto-colaboración entre los diferentes sectores de la subcuenca sobre el uso de plaguicidas

SECTORES INVOLUCRADOS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1 Agricultores de riego		A	A													
2 Agricultores de temporal	A		A													
3 Agricultores de ladera	A	A														
4 Agricultores orgánicos																
5 SAGARPA																
6 Desarrollo rural-Mich. y Jal.																
7 Gobiernos municipales																
8 CONAGUA																
9 CEA Mich y Jal																
10 CONAFOR																
11 COFOM																
12 SEDESOL																
13 Desarrollo social-Mich y Jal.																
14 Grupos ambientalistas																
15 Universidades																
16 Organismos internacionales																

- A

Oposición a reducción de plaguicidas
- B

Postura indiferente al tema
- C

A favor de la reducción de plaguicidas
- Neutro
- Diferencia en postura

Quienes mantienen una postura indiferente son las instancias gubernamentales ligadas al aspecto social, probablemente por no verlo como un problema relevante en relación con sus actividades.

Con base en lo anterior se construyó la Plataforma de Participación Múltiple considerando los elementos que la componen. El problema se dividió en tres partes: (1) pérdida del suelo, (2) uso de fertilizantes y (3) empleo de plaguicidas. Las causas entre otras están relacionadas con: (1) deforestación, cultivos en zonas de pendientes altas, falta de actividades de conservación y desconocimiento de la magnitud del problema, (2) falta de asesoría, promoción institucional del uso, pérdida de la fertilidad del suelo, carencia de actividades de conservación y falta de regulación y (3) desconocimiento de los efectos tóxicos y la no implementación de alternativas de control de plagas.

Dados los resultados de la evaluación tanto de las condiciones y acciones negativas como de la presencia de aspectos positivos, la aplicación de la Plataforma de Participación Múltiple para abordar el tema es importante y existen las condiciones para su realización. Quedan como Objetivos y Alcance: i) Reducir la pérdida de suelo agrícola, ii) mejorar el margen de las ganancias por las actividades productivas, iii) reducir la afectación de los agroquímicos, iv) proteger los ecosistemas y sus componentes.

El Alcance Territorial contempla tres elementos: a) el noroeste de la subcuenca (Ocotlán, La Barca, Jamay y Poncitlán), b) el sureste (Briseñas, Sahuayo, Venustiano Carranza, Jiquilpan y Cojumatlán) y el oeste (Chapala, Jocotepec, Tuxcueca y Tizapan El Alto). Las Líneas de Acción son: 1) Información,

[illegible]

Diferencia en postura

2) infraestructura, 3) gestión institucional, 4) investigación y monitoreo, 5) conservación y restauración ambiental y 6) innovación tecnológica y crédito. La Composición trata de los actores que pueden incidir, planteando el tema en la óptica de reducir los agroquímicos en pro de mejorar el rendimiento económico y proteger la salud humana, relacionado a los agricultores e instancias de gobierno.

La Estructura de negociación se compondría de dueños y usuarios, el municipio y entidades estatales y federales, y dos consejos, uno técnico de investigadores y representantes de gobierno y otro ciudadano compuesto por organizaciones civiles. El Facilitador debe ser una institución neutral que se debería definir por toda la estructura de negociación. Adicionalmente, el Convocante deben ser diferentes instancias gubernamentales, que dado los tres elementos del alcance territorial en los que se dividió la subcuenca, pueden ser federales, estatales o municipales. Es fundamental un cambio de información y experiencias en proyectos.

Finalmente es importante señalar que la fase III o de Implementación está en proceso y se encuentra fuera del alcance del presente trabajo.

CONCLUSIONES

Se presentan una gran cantidad de unidades de producción en superficies reducidas, con poca organización entre los productores, reflejado generalmente por una compra individual de insumos y venta de manera informal de los productos. Esta misma falta de organización promueve un uso diferencial y en algunos casos indiscriminado de agroquímicos por entidad

estatal y municipal. Tanto la agricultura como la ganadería son dos sectores económicos que tienden a desaparecer por cambios generacionales en estas comunidades.

En Jalisco se procuran más apoyos y, principalmente, se accede a ellos de manera simultánea. En la parte del cultivo de riego se procuran adquisición de recursos e insumos a través de asociaciones.

Dadas las características del terreno en Michoacán, sobre todo en la parte de la Ciénega, se emplean los terrenos con ambas modalidades de temporal y riego. También en este estado los productores realizan actividades adicionales, tanto combinando la agricultura y la ganadería, como de otros empleos fuera del ámbito agropecuario.

Diferentes autores coinciden en que, a pesar de la intervención de las instancias gubernamentales los proyectos, como los de la SEMARNAT en relación con el manejo eficiente de las labores agrícolas en la Ciénega de Chapala, han tenido poco impacto. Esto se debe a que demandan la participación económica de los agricultores, que no cuentan con el capital necesario para ello, además de que las recomendaciones emitidas son demasiado generales y presentan problemas en el momento de su aplicación (Bohem 2002, Escobar, 2006).

El Grupo de Seguimiento y Evaluación del Consejo de la Cuenca Lerma-Chapala-Santiago ha propuesto una búsqueda de alternativas para evitar que los recursos hídricos se sigan sobreexplotando. Entre las principales iniciativas se tiene la implementación de sistemas de producción y rotación de cultivos que no impliquen una mayor demanda de agua,

disminuir el consumo de energéticos y la aplicación de cultivos orgánicos (Juhasz 2002).

En general, las autoridades de los municipios de la subcuenca están conscientes de las diferentes actividades que provocan contaminación y sus efectos en la reducción de la calidad de vida de sus pobladores, por lo que están estableciendo proyectos que corrijan o que se asemejen más a la sustentabilidad.

REFERENCIAS

Boehm B. (2002). Características Hidrológicas e Historia Hidráulica de la Ciénega de Chapala. En: P. Ávila (ed.). Agua Cultura y Sociedad. El Colegio de Michoacán e Instituto Mexicano de Tecnología del Agua.

Chávez-Alcántar A., Velázquez-Machuca M., Pimentel-Equihua J. L., Venegas-González J., Montañez-Soto J. L. y Vázquez-Gálvez G. (2011). Hidroquímica de las aguas superficiales de la Ciénega de Chapala e índice de calidad del agua. *Terra Latinoamericana*, 29, 83-94.

CNA (2003). Programa Hidráulico Regional 2002-2006. Lerma Santiago Pacífico. Comisión Nacional del Agua, México.

Cotler H., Mazari M. y de Anda J. (2006). Atlas de La Cuenca Lerma Chapala: Construyendo una visión conjunta. Instituto Nacional de Ecología, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales/Instituto de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F.

Escobar B. (2006). La cuenca Lerma-Chapala. El agua de la discordia. *Gestión y Política Pública*, XV, 369-392.

Gevaer, V., Van Griensve, A., Holvoet K., Seuntjens P. y Vanrolleghem P. (2008). SWAT developments and recommendations for modelling agricultural pesticide mitigation measures in river basins. *Hydrological Sciences Journal* 53, 1075-1089.

Grimble R., Chan M. K., Aglionby J. y Quan, J. (1995). Trees and trade-offs: A stakeholder approach to natural resource management. IIED, Gatekeeper Series No.2, Londres. Reino Unido, 18 pp.

Hanneman R. y Riddle M. (2005). Introduction to social network methods. Riverside, CA: University of California, Riverside (<http://faculty.ucr.edu/~hanneman/>)

Hansen A. M. y Van Afferden M. (2001). Toxic substances. Sources, accumulation and dynamics. En: *The Lerma-Chapala Watershed: Evaluation and Management* (A. M. Hansen y M. Van Afferden, Eds.) Kluwer Academic/Plenum Press, New York, Estados Unidos de América, pp. 95-121.

Inciarte D., L. (2009). Análisis de los conflictos socio-ambientales, represa El Cercado-río Ranchería. Reporte Técnico Final. Corporación Autónoma Regional de la Guajira. Colombia.

INE (2013). Sistema de Consulta de Plaguicidas. Instituto Nacional de Ecología, México <http://www2.ine.gob.mx/sistemas/plaguicidas/pdf/paraquat.pdf>

Juárez A. y Velázquez R. (2013). Plataforma de Participación Múltiple para el Control de Contaminación Difusa en la Subcuenca Chapala. En: *Contaminación Agrícola y Erosión en la Cuenca del Lago de Chapala* (A. Juárez, Ed.), Corazón de la

Tierra-Instituto de Desarrollo Ambiental, Guadalajara, México, pp. 147-162.

Juhasz M. (2002). Cambio tecnológico y agricultura sustentable en la Ciénega de Gestión y Política Pública. En: Los estudios del agua en la cuenca Lerma-Chapala-Santiago. (J. J. M Durán, B. B. Schöendube, R. M. Sánchez y R. A. Torres, Eds.) II Encuentro de Investigadores del Agua en la Cuenca Lerma-Chapala-Santiago. Centro Universitario de Ciencias Sociales y Humanidades-Universidad de Guadalajara/El Colegio de Michoacán, Guadalajara, México.

OMS (1996). The WHO recommended classification of pesticides by hazard and guidelines to classification 1996-1997. International Programme on Chemical Safety (IPCS), Organización Mundial de la Salud. OMS/PCS/96.3. Ginebra, Suiza.

Quiroz C. H., Mora Z. M. L., Molina A. I. y García R. V. (2004). Variación de los organismos fitoplanctónicos y la calidad del agua en el Lago de Chapala, Jalisco, México. *Acta Universitaria*, 14, 47-57.

Sandoval A. y Ochoa M. A. (2010). Grupos locales, acceso al agua y su problemática de contaminación en la Ciénega de Chapala, Michoacán. *Economía, Sociedad y Territorio* 34, 683-719.

SIAP (2011). Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera con información de las Delegaciones de la SAGARPA. <http://www.sagarpa.gob.mx>.

Sotelo N., Cardona N., Fregoso A., Enríquez C., Garrido A., Caire G. y Cotler H. (2005). Acciones estratégicas para la recuperación de la cuenca Lerma-Chapala: Recomendaciones técnicas para las diecinueve subcuencas. Dirección de

Manejo Integral de Cuencas Hídricas y Dirección General de Investigación de Ordenamiento Ecológico y Conservación de Ecosistemas, México.

Sultana P. y Thompson P. (2003). Methods of consensus building for community based fisheries management in Bangladesh and the Mekong Delta. CAPRI Working paper No. 30. CGIAR. IFPRI; Washington D.C., EUA.

Warner J. F. (2006). More sustainable participation? Multi-stakeholder platforms for integrated catchment management. International Journal of Water Resources Development 22(1), 15-35.



EXPOSICIÓN A PLAGUICIDAS EN COJUMATLÁN, EL COMPORTAMIENTO DE LOS BIOMARCADORES

Sandra Gómez–Arroyo¹, Denisse Badillo–Velázquez¹,
Adriana García–Romero¹, Ximena Huerta–Cordero¹,
Zeltzin Muñoz–Juárez¹, Juana Sánchez–Alarcón²
y María Antonieta Ochoa–Ocaña³

¹ Laboratorio de Genotoxicología y Mutagénesis Ambientales, Centro de Ciencias de la Atmósfera, Universidad Nacional Autónoma de México. Circuito Exterior Ciudad Universitaria, Coyoacán 04510, Ciudad de México

² Laboratorio “Rafael Villalobos Pietrini” de Toxicología Genómica y Química Ambiental, Ambiente y Genética UAT-LX-CA-223 Facultad de Agrobiología, Universidad Autónoma de Tlaxcala

³ Unidad Académica de Estudios Regionales de la Coordinación de Humanidades de la UNAM. Av. Lázaro Cárdenas s/n Esquina Felicitas del Río, Jiquilpan, Michoacán. CP. 59510

RESUMEN

En México, como en otros países, el uso de plaguicidas se ha incrementado. Algunos están prohibidos o restringidos debido a su toxicidad, no obstante su indiscriminado empleo incrementa el riesgo de exposición, que en regiones tropicales aumenta, debido a las elevadas temperaturas y humedad relativa. Uno de los problemas actuales más importantes es la exposición ocupacional a estos compuestos, por lo que se han realizado diversos estudios con la finalidad de evaluar el riesgo que implican, sobre todo para los trabajadores agrícolas, a través de las pruebas de aberraciones cromosómicas (AC), micronúcleos (MN), intercambio de cromátidas hermanas (ICH) y electroforesis alcalina o ensayo cometa unicelular (EC). Los resultados de estas investigaciones han sido controvertidos, pues existen varios factores capaces de causar diferencias, como pueden ser el grupo químico al que pertenecen los plaguicidas, la formulación comercial y el ingrediente activo que constituye el producto, el tipo de exposición (crónica o aguda; directa o indirecta), la cantidad empleada, la exposición a mezclas, el clima y la temporada del año en el que se asperjan, así como la edad de las personas, entre otros factores. En el trabajo que se reporta se evaluó la genotoxicidad de plaguicidas mediante el análisis de MN en linfocitos de sangre periférica y en células de epitelio bucal y el EC en sangre de trabajadores expuestos de Cojumatlán de Régules, Michoacán, México. En el estudio participaron 27 personas, 17 mujeres y 10 hombres con promedio de 12 años de exposición a mezclas de plaguicidas organofosforados, carbamatos y piretroides. La población testigo estuvo constituida por 29 personas, 22 mujeres y 9 hombres de Sahuayo de Morelos, ambas poblaciones pertenecientes a la Ciénega Lerma-Chapala en Michoacán. Los participantes dieron su consentimiento escrito y contestaron un cuestionario aportando sus datos socio

demográficos y de estilo de vida. Los resultados mostraron que en los trabajadores agrícolas de esta región las frecuencias de MN y anormalidades nucleares, en sangre periférica y en mucosa bucal, así como el daño al ADN evaluado mediante el EC, fueron significativamente mayores que en los individuos no expuestos. Al evaluar el efecto de algunas variables de confusión se determinó que ni el hábito de fumar ni el de ingerir bebidas alcohólicas tuvieron efecto sobre las variables estudiadas.

ABSTRACT

In Mexico, as in other countries, the use of pesticides has increased, some of them are forbidden or restricted due to their toxicity. However, their indiscriminate use increases the risk of exposure, which in tropical regions is higher due to the elevated temperatures and relative humidity. One of the most relevant problems nowadays is the occupational exposure to these compounds, which is why several studies have been carried out to evaluate the involved risk, especially for agricultural workers, through different assays and tests like chromosomal aberration tests (CA), micronuclei (MN), sister chromatid exchange (SCE) and single cell gel electrophoresis or comet assay (Ca), whose results have been controversial, as there are multiple factors that can induce different outcomes such as the chemical structure to which the pesticides belong, the commercial formulation and the active ingredient of the product, the type of exposure (chronic or acute; direct or indirect), the time that the individual has been exposed, the amount used, the exposure to mixtures, the climate and the season of the year in which they were sprayed, as well as the age of the people, among other factors. In this study, genotoxicity was evaluated through the analysis of MN in peripheral blood lymphocytes and buccal

epithelium cells and, through Ca in the blood of workers exposed to pesticides from Cojumatlán de Régules, Michoacán, Mexico. The study included 27 people, 17 women and 10 men with an average of 12 years of exposure to mixtures of organophosphates, carbamates and pyrethroids. The control population was constituted by 29 people, 22 women and 9 men from Sahuayo de Morelos, both populations from the Ciénega Lerma-Chapala in Michoacán. The participants gave their written consent and answered a questionnaire providing their socio-demographic and lifestyle information. The results showed that for the agricultural workers of this region the frequencies of MN and nuclear abnormalities in peripheral blood and in oral mucosa, as well as the damage in the DNA evaluated by Ca, were significantly higher than in the non-exposed individuals. By assessing the effect of some confounding variables, it was determined that neither smoking nor drinking alcohol had an effect on the variables studied.

INTRODUCCIÓN

Los plaguicidas son productos químicos muy empleados por el hombre para el control de plagas agrícolas, su aplicación correcta es la medida más aceptada y efectiva para lograr la máxima producción y mejor calidad de los cultivos, ya que sin ellos habría la pérdida de cosechas de entre el 30 y 70 % debido a las plagas (Bolognesi 2003, Mansour 2004). Lo anterior ha propiciado el progreso de la industria de agroquímicos que a su vez ha originado gran cantidad de compuestos de alta agresividad para el hombre y efectos nocivos que han alterado el equilibrio de los ecosistemas. En mayor o menor grado

la población humana está inevitablemente expuesta a estos agentes que contribuyen a la contaminación ambiental por medio de productos degradados en aire, suelo, agua y alimentos.

Clasificación de los plaguicidas

Debido a la amplia variedad de sustancias y combinaciones de compuestos, los plaguicidas se han clasificado de diferente forma. Por su uso se han agrupado en: insecticidas, acaricidas, herbicidas, nematocidas, fungicidas, molusquicidas y rodenticidas. La Organización Mundial de la Salud (OMS) propone una clasificación en función de su riesgo para la salud, basándose en su comportamiento tóxico en ratas u otros animales de laboratorio, administrándolos por vía oral y dérmica y estimando la dosis letal media (LD_{50}) que produce muerte en el 50 % de los animales expuestos (OMS 1990, 2019). El orden propuesto, de mayor a menor peligrosidad es el siguiente: Ia, extremadamente peligrosos, Ib, muy peligrosos, II, moderadamente peligrosos, III, ligeramente peligrosos y U, poco probable que sean peligrosos por exposición aguda (OMS 2019). Sin embargo, la manera más frecuente de clasificarlos es con base en su estructura química, identificándose los siguientes grupos principales: organoclorados, organofosforados, carbamatos, piretroides y neonicotinoides, así como los herbicidas triazínicos, ureícos, hormonales, amidas, compuestos nitrados, benzimidazoles, ftaleimidias, compuestos bupiridílicos, dibromuro de etileno, y compuestos que contienen azufre, cobre o mercurio, entre otros (OMS 2019).

PLAGUICIDAS EN MÉXICO

De acuerdo con los datos del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) recopilados en la Encuesta Mensual de la Industria Manufacturera (EMIM), durante el primer semestre de 2010 en México se elaboraron 25,546 toneladas de insecticidas, 25,862 de fungicidas y 18,980 de herbicidas, sumando un total de 58,451 toneladas de plaguicidas de uso agrícola con un valor estimado de \$ 3,872,437.00 MX (INEGI 2011), mientras que para 2012, en el Boletín de información oportuna del sector alimentario se reportan 37,501 toneladas de insecticidas de uso agrícola y 37,684 toneladas de herbicidas y defoliantes (INEGI 2013). Asimismo, en México aún se emplean plaguicidas restringidos y/o prohibidos que se encuentran en la lista de los considerados altamente peligrosos, debido a su elevada toxicidad y efectos adversos en la salud humana, los cuales aparecen en la clasificación recomendada para el empleo de plaguicidas por peligrosidad y guía para clasificación de la Organización Mundial de la Salud (OMS 2019).

En México se encuentran alrededor de 275 empresas nacionales e internacionales que fabrican, formulan, maquilan e importan plaguicidas para empleo agrícola, y la cantidad de estos compuestos o de sus ingredientes activos se calcula en alrededor de 55,000 toneladas anuales, de las cuales 5 toneladas son para uso urbano en campañas para control de plagas y vectores de enfermedades, lo que genera un desecho de 7000 toneladas de envases vacíos (AMIFAC 2012).

Según el Sistema Nacional de Vigilancia Epidemiológica para Intoxicaciones Agudas por Plaguicidas (2001), en México

en el lapso comprendido entre 2005 y 2009, las cifras de intoxicaciones por plaguicidas aumentaron de 3174 a 3229 casos, registrados principalmente en los estados de Jalisco, Michoacán, Veracruz, Nayarit, Guerrero, Chiapas, Estado de México, Sinaloa y Morelos (AMIFAC 2012).

En 2010 se reportaron 3068 casos de intoxicación con plaguicidas en la República Mexicana, siendo Jalisco el que presenta la mayor cantidad, seguido del Estado de México, Guerrero, Chiapas, Veracruz, Nayarit, Michoacán, Morelos y Oaxaca. La mayor parte de dichas intoxicaciones se manifestó en hombres con 2167 casos y 901 en mujeres (Secretaría de Salud 2010, Guzmán-Plazola et al. 2016).

Otro aspecto importante relacionado con el uso inadecuado de plaguicidas es el manejo de los envases vacíos, los cuales deben ser considerados residuos peligrosos que están siendo depositados en suelos, barrancas y cuerpos de agua, creando un problema grave de contaminación, tanto para el ambiente como para personas que no tienen contacto directo con estas sustancias. De estos desechos y de acuerdo con la Asociación Mexicana de la Industria Fitosanitaria, el 90 % carecen del tratamiento apropiado; esta misma Asociación informa que, de las 3000 toneladas (30 millones de envases) que se generan de dichos restos, únicamente se recolectan 300 mil en sus centros de acopio (AMIFAC 2012).

Por tales razones, es necesario que exista vigilancia médica que permita evaluar el riesgo que implica para las personas la exposición a plaguicidas, sobre todo cuando se alteran los sistemas heredables; por lo anterior, el objetivo de este estu-

dio fue hacer un análisis de los biomarcadores utilizados en la evaluación de daño genotóxico en una población laboralmente expuesta a plaguicidas y considerar los estudios que se han desarrollado en México, en poblaciones que están en contacto de manera ocupacional con estas sustancias.

BIOMARCADORES UTILIZADOS EN ESTUDIOS DE BIOMONITOREO CITOGENÉTICO EN POBLACIONES EXPUESTAS A PLAGUICIDAS

Los biomarcadores son medidas biológicas que aportan información sobre estados normales o patológicos de un individuo o de una población; éstos se clasifican en biomarcadores de exposición, susceptibilidad y efecto (Aiassa 2018).

Pueden ser utilizados en poblaciones expuestas a agentes genotóxicos para evidenciar exposición ocupacional en las comunidades, pues permiten clasificar y cuantificar el daño ocasionado por agentes químicos en el ambiente de trabajo. Para lograr que la evaluación sea confiable se deben conocer y tomar en cuenta los siguientes aspectos:

- El tiempo y la fuente de exposición.
- El estilo de vida y la susceptibilidad de la población.
- El tipo de sustancias que emplean y aquellas que pueden estar presentes en el ambiente que posiblemente causen un efecto.

El biomonitoreo de poblaciones humanas a través de diferentes biomarcadores es capaz de proveer un sistema de detección de grupos de individuos con un riesgo mayor a padecer enfermedades o una identificación temprana del inicio de una disregulación de células que derive en enfermedades crónico degenerativas como lo es el cáncer; además de coadyuvar en el desarrollo de políticas en salud ocupacional (Valverde y Rojas 2009, Arango 2011).

Algunos de los biomarcadores más frecuentes para evaluar el efecto provocado por plaguicidas son el intercambio de cromátidas hermanas (ICH), aberraciones cromosómicas (AC), micronúcleos (MN) con bloqueo de la citocinesis en linfocitos, MN en células de la mucosa oral y por último la electroforesis unicelular alcalina o ensayo cometa (EC) (Kaur et al. 2011, Gómez-Arroyo et al. 2013). A continuación se realiza una breve descripción de cada uno de ellos.

Intercambio de cromátidas hermanas (ICH)

Los ICH son eventos que se producen de manera normal en la fase de síntesis del ADN. Representan el intercambio simétrico de loci homólogos de productos de la replicación, ocurren sin pérdidas de ADN y sin cambio en la morfología cromosómica y es posible detectarlas en preparaciones de cromosomas obtenidas de cultivos adicionados con 5-bromodesoxiuridina, un análogo de la base nitrogenada timina. En condiciones normales las células humanas tienen una frecuencia constante y baja de intercambios, sin embargo en presencia de agentes productores de mutaciones y/o aberraciones, dicha frecuencia aumenta, esto ha permitido que

se reconozca como un indicador de daño en el genoma por lo que esta prueba ha sido utilizada en el biomonitoreo de poblaciones expuestas a agentes genotóxicos (Gómez-Arroyo et al. 2000, Martínez-Valenzuela et al. 2009).

Aberraciones cromosómicas (AC)

Existen muy pocos métodos directos para evaluar las mutaciones y otras formas de daño en seres humanos expuestos; uno de ellos es el análisis de los grandes cambios en el material genético, que pueden ser visualizados en los cromosomas. Las alteraciones cromosómicas estructurales son producidas por agentes físicos y químicos, resultando en rompimiento y rearreglo de cromosomas completos de manera anormal.

Estas alteraciones pueden ser inestables como los cromosomas dicéntricos, anillos, fragmentos acéntricos y otros rearreglos asimétricos, que pueden resultar en la pérdida de material genético en las células hijas, por el contrario los cambios estables son translocaciones balanceadas, inversiones y rearreglos simétricos ya que se pueden transmitir a las siguientes generaciones celulares (Carrano y Natarajan 1988, Patiño et al. 2000).

Las AC estructurales se han usado como biomarcadores de exposición ocupacional o ambiental por más de 30 años para evaluar el daño genotóxico (Mateuca et al. 2012). Se han considerado como un biomarcador de efectos tempranos en la predicción de cáncer ya que suelen ser persistentes y afectan significativamente la integridad cromosómica y por lo tanto la del genoma (Obe et al. 2002, Hagmar et al. 2004, Bonassi et al. 2008).

Micronúcleos (MN)

Ensayo de micronúcleos con bloqueo de la citocinesis (MNBC)

El MNBC se ha convertido en uno de los métodos preferidos para la evaluación de daños cromosómicos, ya que permiten medir la pérdida y rompimiento de cromosomas de una manera confiable. Esta prueba es considerada práctica, estandarizada, accesible tecnológicamente, relativamente de bajo costo y útil para evaluar la inestabilidad genética inducida por agentes genotóxicos. Además de los micronúcleos (MN), se ha establecido que otras alteraciones como los puentes nucleoplásmicos (PN) y las yemas o brotes nucleares (bN) indican daño clastogénico y aneugénico en células binucleadas (Zuñiga Violante et al. 2012).

El incremento en la frecuencia de células micronucleadas sugiere inestabilidad genómica, mayor propensión a rupturas y alteraciones a nivel de los cromosomas, incluyendo riesgos de aneuploidía (pérdida del número normal de cromosomas). Hay indicios que señalan una relación entre el aumento en el número de células con MN y un mayor riesgo de padecer cáncer (Bonassi et al. 2009, Peralta et al. 2011).

Los MN (**Fig. 1a**), son fragmentos de cromosomas o cromosomas completos que no se integran a los núcleos hijos después de la división celular. Tienen la forma de pequeños núcleos y se encuentran cerca del núcleo principal en las células interfásicas. Su diámetro varía entre 1/16 y 1/3 del diámetro del núcleo principal, poseen una forma redonda u ovalada y no muestran ningún tipo de unión al núcleo. Los puentes de

cromatina o nucleoplásmicos (PN) (**Fig. 1b**) son finas uniones nucleoplasmáticas que conectan los núcleos de una célula binucleada y son evidencia de daño clastogénico originado por cromosomas dicéntricos cuyos centrómeros fueron jalados a polos opuestos de la célula durante la anafase, lo que producirá la fragmentación de este cromosoma y por lo tanto, pérdida de material genético, la extensión de dichos “enlaces” no excede a un cuarto del diámetro de la célula.

Por último, las yemas o brotes nucleares (bN) son protuberancias que muestran una unión nucleoplasmática al núcleo principal, presentan formas redondas u ovaladas (**Fig. 1c**). La evidencia indica que éstas provienen de la eliminación de ADN amplificado que es resultado del intento de la célula por reparar el daño.

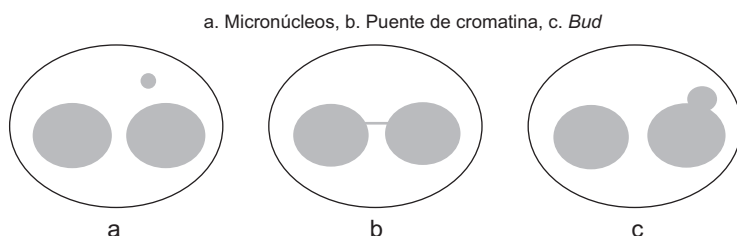


Fig. 1. Células que se pueden observar en el ensayo de MNBC en donde a) célula con MN; b) célula con PN y c) célula con bN (tomada de Zuñiga Violante et al. 2012)

Los tres biomarcadores antes mencionados son indicadores de alteraciones en el material genético, sin embargo los MN son la evidencia más clara y contundente de la presencia de dicho daño (Zuñiga Violante et al. 2012).

Ensayo de micronúcleos en células de epitelio bucal

Consiste en observar al microscopio la morfología de las células epiteliales superficiales, ofrece una oportunidad en el monitoreo del daño genético en las poblaciones expuestas a agentes genotóxicos. La prueba es rápida, sencilla, económica, poco invasiva, relativamente indolora y bien aceptada por las personas participantes en el estudio; además, no es necesario realizar cultivo celular, por lo que puede ser utilizada en el diagnóstico precoz del daño genotóxico derivado de la exposición laboral (Bonassi et al. 2011, Torres et al. 2013).

Los micronúcleos (MN), como se comentó anteriormente, son fragmentos de cromosomas o cromosomas completos que evidencian una alteración en la segregación de los mismos, formando un núcleo de menor tamaño al del núcleo celular. Otras anomalías que se pueden observar en células de epitelio bucal (**Fig. 2**) son:

- Células binucleadas: con presencia de dos núcleos dentro de la célula, son producidas por procesos de interferencia que ocurren tarde en la división celular.
- Células con yemas o brotes nucleares: el núcleo aparece con una protuberancia de tamaño variable.
- Células con núcleo picnótico: donde éste se observa disminuido, en altos niveles es una respuesta de lesión o daño celular.
- Células con núcleo en cariorrexis o desintegración nuclear: la membrana nuclear desaparece y la cromatina se observa condensada en grupos.

- Células con núcleo donde la cromatina está condensada: en altos niveles es una respuesta de lesión celular, se distingue de la cariorrexis porque la membrana nuclear está intacta.
- Células con núcleos en cariólisis o disolución nuclear: la membrana nuclear se conserva y la cromatina está en disolución (Tolbert et al. 1992, Castro et al. 2004, Thomas et al. 2009).

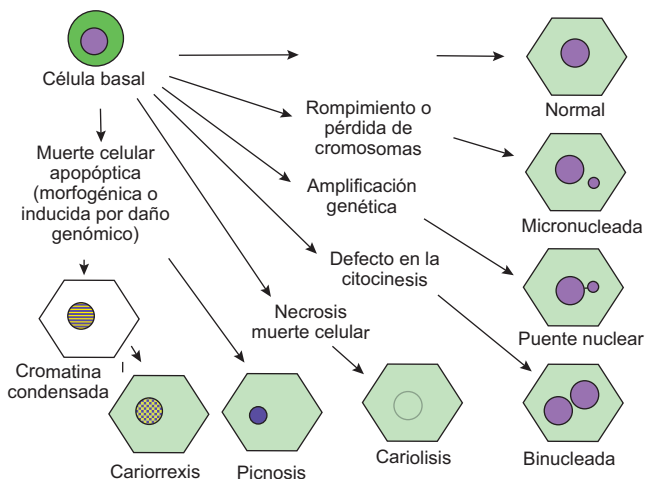


Fig. 2. Origen y tipos celulares de MN y otras anomalías que se pueden observar en células de epitelio bucal (Tomada de Thomas et al. 2009)

Electroforesis unicelular alcalina o ensayo cometa (EC)

El EC, debido a su gran sensibilidad para la detección de daño a bajas concentraciones de exposición, su rápida realización, el análisis de datos a nivel de células individuales, el empleo de una

cantidad pequeña de muestra y el costo relativamente bajo, se ha convertido en un biomarcador ampliamente utilizado (Zeljezic y Garaj-Vrhovac 2001, Carbajal-López et al. 2016). Esta metodología puede ser aplicada a células proliferantes o no proliferantes o a células pertenecientes a tejidos que tienen el primer contacto con las sustancias carcinógenas o mutagénicas (Kassie et al. 2000). La mayoría de los estudios realizados con esta metodología utiliza células sanguíneas, debido a que se obtienen fácilmente y pueden considerarse dentro de los primeros tipos celulares que tienen contacto con los agentes genotóxicos.

El EC es una técnica de electroforesis de alta sensibilidad que se realiza en geles de agarosa que puede detectar diferentes tipos de daño al ADN a nivel de células individuales. Evidencia rupturas de cadena sencilla y doble del ADN, sitios álcali lábiles (sitios apurínicos y apirimídicos) y entrecruzamientos ADN/ADN o ADN/proteína asociados con sitios de reparación incompleta por escisión en células individuales (Valverde y Rojas 2009, Aiassa et al. 2012).

La prueba se basa en la migración del material genético en un campo eléctrico, el material genético con rupturas migra del núcleo al ánodo (dando apariencia de un cometa, la cabeza es el material intacto, la cauda son los fragmentos producidos por la exposición a los agentes genotóxicos) y su desplazamiento puede ser utilizado como indicador de daño; ya que a mayor fragmentación se observa más cantidad de ADN en la cauda y esto se debe a que las cadenas rotas migran libremente a diferencia de las que se encuentran súper enrolladas (Kassie et al. 2000, Duez et al. 2003, Gómez-Arroyo et al. 2013).

Los parámetros que se consideran principalmente en este ensayo son: la longitud, el momento y la intensidad de la cauda (Burlison et al. 2007). La definición de estos es la siguiente:

Longitud de la cauda: medida de la migración del ADN, se basa en el tamaño de los fragmentos y será proporcional al nivel de los rompimientos de cadena sencilla y de doble cadena. Se mide la distancia desde el final de la cabeza del cometa, hasta la última señal visible de la cauda (**Fig. 3**).

- Momento de la cauda: hace referencia al producto del valor de la longitud y la cantidad de ADN presente en la cauda (representado por la intensidad de la cauda).
- Intensidad de la cauda: especifica la cantidad de ADN presente en la cauda (Tice et al. 2000, Burlison et al. 2007).

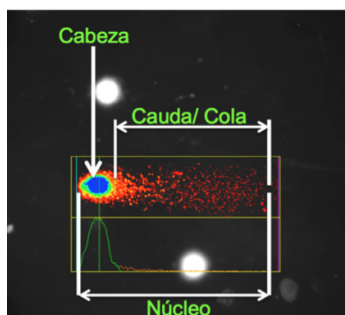


Fig. 3. Desglose de un núcleo con cometa en un programa de análisis de imagen

Los parámetros se pueden medir de manera manual o por programas especializados como el “Comet Assay IV”, que basándose en la fluorescencia de la tinción recopilan los datos.

EVALUACIÓN DE DAÑO GENOTÓXICO EN UNA POBLACIÓN EXPUESTA A PLAGUICIDAS EN COJUMATLÁN DE RÉGULES, MICHOACÁN

La actividad genotóxica de algunos agroquímicos ha sido documentada previamente. Diversos estudios en la literatura señalan efectos genotóxicos asociados a las mezclas de plaguicidas sobre los trabajadores agrícolas y métodos *in vivo* e *in vitro* revelan que ciertos compuestos tales como herbicidas, insecticidas y fungicidas ejercen efectos mutagénicos (Zuñiga Violante et al. 2012). Actualmente existen metodologías citogenéticas capaces de detectar cambios o alteraciones que constituyen antecedentes para tomar las medidas pertinentes para disminuir el riesgo a la salud. Para la estimación de daño genético en poblaciones expuestas a los plaguicidas utilizados para control de plagas se han desarrollado diferentes pruebas que analizan distintos biomarcadores (Gómez-Arroyo et al. 2000, Kaur et al. 2011, Carbajal-López et al. 2016). Para evaluar el daño ocasionado por plaguicidas en la población de Cojumatlán de Régules, Michoacán se realizaron, el ensayo de MN con bloqueo de la citocinesis en linfocitos, MN en células de la mucosa bucal y la prueba de electroforesis unicelular alcalina o EC en sangre periférica.

Selección de las poblaciones y muestreo

El trabajo se llevó a cabo en dos municipios pertenecientes a la Ciénega Lerma-Chapala, Michoacán, Cojumatlán de Régules y Sahuayo de Morelos. El primero principalmente dedicado a la agricultura por lo que en su mayoría los participantes de la región pertenecen al grupo de expuestos, mientras que el grupo testigo estuvo conformado por habitantes de Sahuayo de Morelos, todos ellos de condiciones socioeconómicas semejantes a las del grupo expuesto pero sin contacto con plaguicidas.

La población fue previamente consultada y estuvo de acuerdo en participar en la investigación. Antes de la toma de muestras se informó el propósito del estudio y se llenó un cuestionario con información médica y sobre la historia de exposición a los plaguicidas, finalmente se solicitó la firma de una carta de consentimiento informado sobre el uso de los datos obtenidos. Este estudio se llevó a cabo de acuerdo con los principios manifestados en la Declaración de Helsinki y fue aprobado por la Comisión Estatal de Bioética de Michoacán. Se consideraron como criterios de inclusión a los adultos expuestos a plaguicidas cuya participación fue voluntaria y que no presentaron alguna enfermedad crónico-degenerativa.

Posterior a la entrega del cuestionario y firma del consentimiento, a cada individuo se le tomó una muestra de sangre periférica con jeringa heparinizada y agujas estériles nuevas; la muestra de epitelio bucal se tomó con una cucharilla de plástico; cada uno de los materiales utilizados fue abierto y etiquetado en presencia de los voluntarios. Las muestras fueron transportadas al Laboratorio de Genotoxicología y Mutagénesis Ambientales del Centro de Ciencias de la Atmósfera,

UNAM, para dar inicio al procedimiento de los ensayos de MN en linfocitos con bloqueo de la citocinesis, MN en células de epitelio bucal y EC en sangre periférica.

Procedimiento en laboratorio

Para realizar el análisis de micronúcleos en células binucleadas, se tomaron muestras de sangre periférica las cuales son sometidas a cultivo celular de 72 h; se depositaron 500 μ L en tubos cónicos con medio RPMI 1640 suplementado con fitohemaglutinina para estimular la división celular en los linfocitos, los tubos se colocaron en la incubadora a 37 °C. A las 48 h de la siembra se agregó a cada tubo citocalasina-b a la concentración final de 6 μ g/mL, los cultivos se regresaron a la incubadora 24 h más, a las 72 h de iniciado el cultivo los tubos fueron centrifugados en fijador metanol-ácido acético (3:1) para obtener un botón celular de color blanquecino. Por último se prepararon laminillas a partir del botón celular obtenido, se tiñeron con Giemsa y las preparaciones se observaron al microscopio óptico en campo claro. Se realizó un conteo celular al azar de 1000 células binucleadas consecutivas para así obtener la frecuencia de MN, puentes nucleoplásmicos (PN) y yemas o brotes nucleares (bN). También se registraron las primeras 500 células multinucleadas, ya sean mono, bi, tri y tetranucleadas, con la finalidad de obtener el índice de división nuclear (IDN) y el índice de proliferación celular con bloqueo de citocinesis (IPBC). Los criterios para contabilizar las células se basaron en la descripción detallada del proyecto humano de micronúcleos (HUMN project) propuesta por Fenech et al. (2003) y Fenech (2006).

En el caso del análisis de MN en células exfoliadas del epitelio bucal, antes de tomar la muestra se pidió a los individuos enjuagarse la boca con agua purificada, se obtuvo la muestra con una cucharilla de plástico nueva, limpia y desechable, la cual fue introducida en la cavidad bucal raspando la cara interna de la mejilla. La muestra fue colocada en un portaobjetos limpio a manera de frotis, se dejó secar y posteriormente se fijó en una solución de metanol-ácido acético (3:1). Las laminillas se tiñeron mediante la técnica de la reacción de Fuelgen, utilizando el reactivo de Schiff. Los frotis fueron sometidos a un tratamiento de hidrólisis con una solución 1N de HCL durante 10 min a temperatura ambiente, a continuación fueron colocados en una solución 1N de HCL a 60 °C durante 10 min, se enjuagaron con agua destilada y se colocaron en el reactivo de Schiff durante 90 min; por último, se enjuagaron en agua corriente. Se registraron 3000 células por individuo para determinar la frecuencia de micronúcleos (MN) y otras anomalías nucleares como yemas o brotes nucleares (bN), cariólisis (CL), cromatina condensada (CC), picnosis (PC), cariorrexis (CR) y células binucleadas (BN) (Carbajal-López et al. 2016).

Para el ensayo cometa, se utilizaron 10 µL de muestra sanguínea y ésta se mezcló cuidadosamente en agarosa de bajo punto de fusión, para después colocar esta suspensión en un portaobjetos previamente cubierto con una capa de agarosa de punto de fusión normal; se dejaron solidificar sobre una placa de hielo. Posteriormente, se recubrieron con una tercera capa de agarosa de bajo punto de fusión. Después de la solidificación las laminillas se introdujeron en una solución de lisis en oscuridad durante 1 hora. Una vez transcurrido el tiempo se colocaron en una cámara de electroforesis con amortiguador alcalino por 20 minutos para permitir que se

desenrolle el ADN. A continuación, se llevó a cabo la electroforesis a 25 V y 300 mA, al finalizar se lavaron las laminillas con TRIS pH = 7.5, por último las preparaciones se fijaron con etanol al 100% durante 15 minutos.

Para la observación las preparaciones se tiñeron con bromuro de etidio (0.2 mg/mL), se evaluaron 100 núcleos por laminilla en un microscopio de epifluorescencia Axiostar Plus Carl Zeiss con un filtro de excitación de 515-560 nm y un filtro de barrera de 590 nm, equipado con el programa de análisis de imágenes "Comet assay IV" (Perceptive Instruments), los tres parámetros considerados para determinar la presencia de daño al ADN fueron: la longitud, la intensidad y el momento de la cauda del cometa, a través de los cuales fue posible evaluar la fragmentación del ADN.

En todos los casos se llevó a cabo el análisis estadístico de los datos obtenidos, aplicando un análisis de varianza y la prueba de comparación múltiple de Newman Keuls.

RESULTADOS

Se compararon las muestras de la población expuesta a plaguicidas (Cojumatlán de Régules) y la población testigo (Sahuayo de Morelos), ambas poblaciones pertenecientes a la Ciénega Lerma-Chapala en Michoacán, México. En el **Cuadro I** se indican los principales plaguicidas utilizados en esta región, incluyendo la toxicidad de cada uno de ellos.

CUADRO I. PLAGUICIDAS QUE SON UTILIZADOS EN LA REGIÓN ESTUDIADA DE COJUMATLÁN DE RÉGULES, MICHOACÁN.

Organoclorados	Organofosforados	Carbamatos	Piretroides	Otros
Insecticidas				
Endosulfán (II)	Malatión (III)	Carbofurán (Ib)	Alfa-cipermetrina (II)	Fipronil (II) ^c
Aldrín (Ia) ^a	Metamidofos (Ib)	Metomilo (Ib)	Cipermetrina (II) ^b	Fosfuro de aluminio*
Dieldrín (Ia) ^a	Metil paratión (Ia)	Oxamilo (Ib)	Lamda-cialotrina (II)	Diflobenzuron (III)
Mirex (Ia) ^b			Beta ciftutrina (Ib)	Tiacloprid (II) ^c
			Permetrina (II) ^c	
Herbicidas				
				Paraquat (II) ^c
				Terbutrina (III)
				Glifosato (III) ^{a,c}
Fungicidas				
				Clorotalonil (U)
				Óxido cúprico (II)

Clasificación OMS (2010): Ia = extremadamente peligroso, Ib = altamente peligroso, II = moderadamente peligroso, III = ligeramente peligroso, U = poco probable que sea peligroso por exposición aguda.

^aARC (2015) = probable carcinógeno para seres humanos (2a).

^bARC (2015) = posible carcinógeno para seres humanos (2b).

^cEPA (2009) = probable carcinógeno en seres humanos (B1).

*No clasificado por la OMS.

Micronúcleos con bloqueo de citocinesis en linfocitos de sangre periférica

Se observaron MN, (**Figs. 4a, b**) puentes nucleoplásmicos (**Fig. 4c**) y yemas nucleares (**Fig. 4d**). Al comparar las dos poblaciones estudiadas se encontró que los valores de MN y bN son mayores en la población expuesta a plaguicidas (**Cuadro II**), lo que indicó que existe daño cromosómico y amplificación génica, no se encontró diferencia estadísticamente significativa entre la subpoblación femenina y la masculina del grupo expuesto.

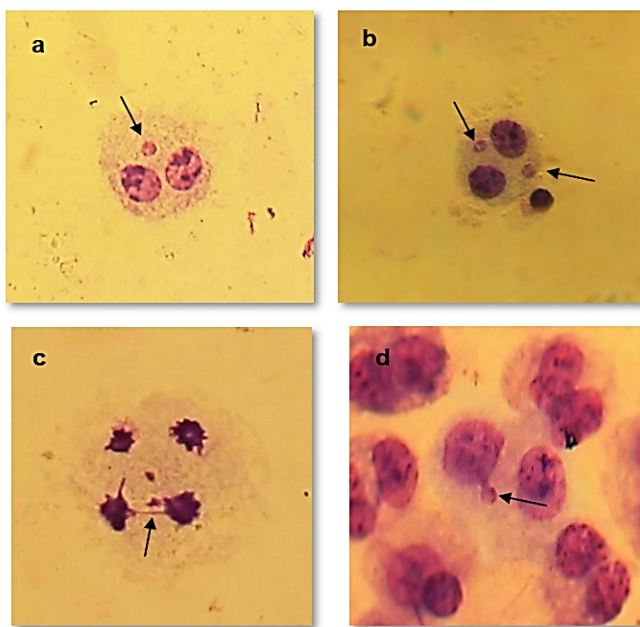


Fig. 4. Célula binucleada (a) con un micronúcleo, (b) célula binucleada con dos micronúcleos, (c) célula con puente nucleoplásmico, (d) célula binucleada con yema o brote nuclear

Asimismo se obtuvieron los valores de IDN e IPBC en la población expuesta y testigo; sin embargo los datos obtenidos no arrojaron diferencias estadísticamente significativas indicando que no hay efectos sobre la progresión del ciclo celular.

Micronúcleos en mucosa oral

Se encontraron diferencias significativas entre las poblaciones expuesta y testigo en los valores de MN (**Fig. 5b**), cariolisis y cariorrexis (**Cuadro II**), lo que indicó que existe daño cromosómico y muerte celular en la población expuesta a plaguicidas, al comparar ambas subpoblaciones (femenina y masculina del grupo de expuestos), no se encontró diferencia estadísticamente significativa.

Ensayo cometa

Se encontraron diferencias significativas en la longitud de la cauda del cometa, siendo el grupo expuesto el que presentó mayor nivel de daño. Entre las subpoblaciones masculina y femenina del grupo expuesto, se apreció diferencia estadísticamente significativa de daño al ADN en la intensidad y momento de la cauda, siendo las mujeres las que presentaron valores mayores (**Cuadro III**). Debido a estos resultados se compararon las poblaciones de mujeres expuestas y testigo, de la que se obtuvieron diferencias significativas en la longitud y el momento de la cauda. Con estos resultados se concluyó que el nivel de daño en la población expuesta es

mayor que en la testigo y que las mujeres del grupo expuesto tuvieron más rompimientos de ADN que los hombres. La **figura 6a** muestra un núcleo que no ha sufrido rompimientos en el ADN, mientras que las **figuras 6b y c** presentan la cauda formada por los fragmentos de ADN, la longitud de la misma indicó el grado de daño ocasionado por los plaguicidas.

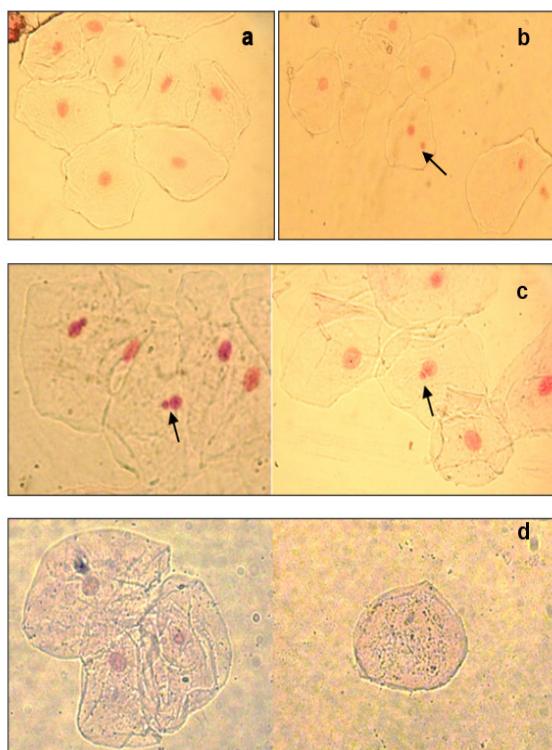


Fig. 5. Células exfoliadas de epitelio bucal, (a) células normales, (b) célula con micronúcleo (c) células con yemas o brotes nucleares, (d) células con picnosis

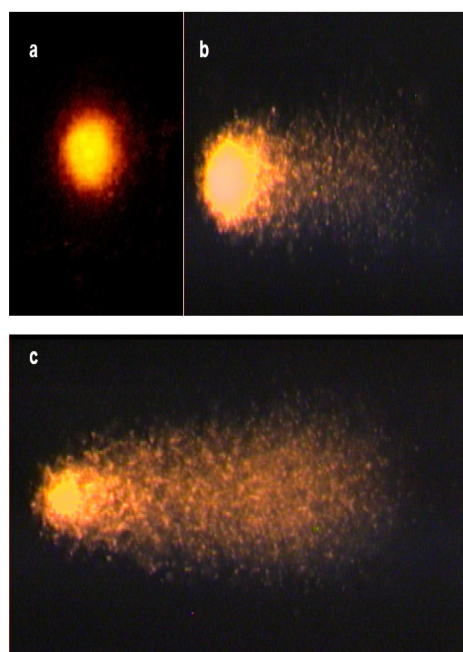


Fig. 6. Célula sin daño (a), célula con daño (b y c) el cual se presenta con cometas de diferente longitud

DISCUSIÓN

En México se han realizado varios estudios relacionados con la genotoxicidad de plaguicidas. El primero fue realizado por Gómez-Arroyo et al. (1992) en una población campesina de Tlaxcala expuesta a mezclas de plaguicidas empleando ICH; los resultados fueron negativos. Más adelante en floricultores

de invernaderos de Morelos, aplicando las pruebas de ICH en sangre y MN en células de epitelio bucal se encontraron resultados positivos (Gómez-Arroyo et al. 2000). En mujeres crónicamente expuestas a DDT se encontró daño al ADN (Yañez et al. 2004). En sangre periférica de madres expuestas a plaguicidas y en sangre del cordón umbilical de sus hijos recién nacidos se analizó la frecuencia de MN, los resultados fueron negativos (Levario-Carrillo et al. 2005). Mediante el EC en floricultores de invernadero del Estado de México, se obtuvieron resultados positivos (Castillo-Cadena et al. 2006, Castillo-Cadena y Montenegro-Morales 2017). Pérez-Herrera et al. (2008) mostraron modificaciones en el polimorfismo genético PON1Q192R causado por plaguicidas organofosforados, así como el efecto de estos compuestos en la calidad del semen y la integridad del ADN en agricultores del sureste de México. En trabajadores agrícolas expuestos a mezclas de plaguicidas en Sinaloa, Martínez-Valenzuela et al. (2009) analizando ICH en linfocitos de sangre periférica y MN en células de epitelio bucal encontraron resultados positivos; en el primer caso establecieron correlación con el tiempo de exposición. Zúñiga Violante et al. (2012) y Arellano García et al. (2013) utilizando MN en linfocitos de sangre periférica describieron resultados positivos en campesinos de Baja California, expuestos a mezclas de plaguicidas. Blanco-Muñoz et al. (2013) relacionaron polimorfismos genéticos de PON1 con abortos en mujeres expuestas a plaguicidas o esposas de trabajadores agrícolas en el Estado de México y Morelos. Martínez-Luna et al. (2014), detectaron alteraciones en la calidad de espermatozoides en floricultores del Estado de México. Carbajal-López et al. (2016) en campesinos de Guerrero, al utilizar la prueba de MN y EC, ambas en células de epitelio bucal, reportaron datos positivos en los dos casos.

Los resultados obtenidos en Cojumatlán de Régules, Michoacán, coinciden con los estudios realizados previamente por Gómez-Arroyo et al. (2000), Martínez-Valenzuela (2009) y Carbajal-López et al. (2016), respecto a la frecuencia significativa de MN en células exfoliadas de mucosa bucal en las personas expuestas a mezclas de plaguicidas y con Zúñiga Violante et al. (2012) y Arellano García et al. (2013) en los resultados positivos de MN en linfocitos de sangre periférica de trabajadores agrícolas expuestos a estos compuestos. Asimismo, en relación al EC, los datos obtenidos en Michoacán coincidieron con los reportados en el Estado de México por Castillo-Cadena et al. (2006) y Castillo-Cadena y Montenegro-Morales (2017), así como por Carbajal-López et al. (2016) en Guerrero. Los datos estadísticos de MN en linfocitos de sangre periférica y células de epitelio bucal se pueden observar en el **Cuadro II**, mientras que los resultados de EC se presentan en el **Cuadro III**.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en Cojumatlán de Régules, Michoacán coinciden con los descritos en otros estudios llevados a cabo en poblaciones humanas expuestas a plaguicidas tanto en México como en otras partes del mundo. Asimismo, tanto los resultados obtenidos en esta población como los previamente mencionados en la literatura mundial, ponen de manifiesto que AC, MN, ICH y EC son pruebas adecuadas, con buen porcentaje de resultados positivos, siendo relevante destacar que las investigaciones realizadas utilizando AC y MN, como se ha mencionado anteriormente, han sido correlacionadas como predictores tempranos de riesgo de cáncer.

CUADRO II. DATOS DE MN Y OTRAS ANORMALIDADES NUCLEARES EN CÉLULAS BINUCLEADAS EN LINFOCITOS DE SANGRE PERIFÉRICA Y EN CÉLULAS DE EPITELIO BUCAL DE LAS POBLACIONES TESTIGO Y EXPUESTA A PLAGUICIDAS DE LA CIÉNEGA DE CHAPALA, MICHOACÁN.

Población	MN en linfocitos de sangre periférica		MN en células de la mucosa oral		
	MN	bN	MN	Carlolis	Carlörrexis
Testigo	9.894 ± 1.710	1.330 ± 0.380	4.285 ± 0.458	18.530 ± 2.311	14.244 ± 1.281
Expuesta	17.222 ± 1.328*	4.660 ± 0.920*	6.755 ± 0.845*	20.022 ± 2.647*	15.866 ± 1.564*

Los datos presentados se basan en frecuencias por cada 1000 células binucleadas en linfocitos y por cada 3000 células en mucosa oral.

Media ± error estándar

*Diferencias significativas con respecto al testigo, p<0.05.

CUADRO III. DATOS OBTENIDOS MEDIANTE EL ENSAYO COMETA EN LINFOCITOS DE SANGRE PERIFÉRICA DE LAS POBLACIONES TESTIGO Y EXPUESTA A PLAGUICIDAS DE LA CIÉNEGA DE CHAPALA, MICHOACÁN.

Población	Parámetros del IEC en linfocitos de sangre periférica		
	Longitud de la cauda	Intensidad de la cauda	Momento de la cauda
Testigo	Mujeres	25.07 ± 0.20	6.70 ± 0.20
	Hombres	26.70 ± 1.80	10.40 ± 1.50
	Total	25.50 ± 0.23	7.69 ± 0.23
Expuesta	Mujeres	30.35 ± 0.33*	9.68 ± 0.20°
	Hombres	30.53 ± 0.28	7.36 ± 0.23
	Total	30.45 ± 0.32**	8.42 ± 0.17

Los datos presentados se basan en frecuencias por cada 300 núcleos de linfocitos
Media ± error estándar

°p<0.05, comparación entre poblaciones de mujeres y hombres de los grupos testigo y expuesto

* p<0.05, comparación entre mujeres con y sin exposición a plaguicidas

** p<0.05, comparación entre población testigo y expuesta

Es muy importante realizar un biomonitoreo genotóxico en estas poblaciones debido a que puede ser considerado como una base sólida para integrar vigilancia médica, que ayude a evaluar el riesgo potencial de exposiciones ocupacionales y que permita seguir protocolos adecuados para detectar el riesgo genético tempranamente.

REFERENCIAS

Aiassa D.E., Mañas F., Bosch B., Gentile N., Bernanrdi N. y Gorla N. (2012). Biomarcadores de daño genético en poblaciones humanas expuestas a plaguicidas. *Acta Biol. Colomb.* 17 (3), 485-510.

Aiassa D.E. (2018). Genotoxic risk in human populations exposed to pesticides. En: *Genotoxicity: A predictable risk to our actual world.* (M. Larramendy y S. Soloneski, Eds.). INTECH Open Access Publisher, pp. 95-112.

AMIFAC (2012). Asociación Mexicana de la Industria Fitosanitaria, A.C. Informe Anual 2010-2011 SINTOX, Servicio de Información Toxicológica. <http://www.amifac.org.mx/pdf/informe2012.pdf>, 28/06/2013.

Arango S. (2011) Biomarcadores para la evaluación de riesgo en la salud humana. *Rev. Fac. Nac. Salud Pública* 30 (1), 75-82.

Arellano García M.E., Camarena Ojinaga L., Von-Glascoe C.A., Ruiz Ruiz B., Zúñiga Violante E. y Montañón Soto T. (2013). Daño genotóxico en mujeres y hombres expuestos en cuatro localidades de Baja California. En: *Género, Ambiente y Contaminación por Sustancias Químicas.* Secretaría de Me-

dio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). Instituto Nacional de Ecología, México, pp. 95-113.

Blanco-Muñoz J., Aguilar-Garduño C., Gamboa-Ávila R., Rodríguez-Barranco M., Pérez-Méndez O., Huesca-Gómez C., González-Alzaga B. y Lacasaña M. (2013). Association between PON1 genetic polymorphisms and miscarriage in Mexican women exposed to pesticides. *Sci. Tot, Environ.* 449, 302-308. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2013.01.034>

Bolognesi C. (2003). Genotoxicity of pesticides: A review of human biomonitoring studies. *Mutat. Res.* 543, 251-272. [https://doi.org/10.1016/s1383-5742\(03\)00015-2](https://doi.org/10.1016/s1383-5742(03)00015-2)

Bonassi S., Norppa H., Ceppi M., Strongberg U., Vermeulen R., Znaor A., Cebulska-Wasilewska A., Fabianova E., Fucic A., Gundy S., Hansteen I.L., Knudsen L.E., Latzuka J., Rossner P., Sram R.J. y Boffeta P. (2008). Chromosomal aberrations frequency in lymphocytes predicts the risk of cancer: Results from a pooled cohort study of 22,358 subjects in 11 countries. *Carcinogenesis* 29 (6), 1178-1183. <https://doi.org/10.1093/carcin/bgn075>

Bonassi S., Biasonti B., Kirsch-Volders M., Knasmueller S., Zeiger E., Burgaz S., Bolognesi C., Holland N., Thomas P. y Fenech M. (2009). State of the art survey of the buccal micronucleus assay-a first stage in the HUMNXL project initiative. *Mutagenesis* 24 (4), 295-302. <https://doi.org/10.1093/mutage/gep019>

Bonassi S., Coskun E., Ceppi M., Lando C., Bolognesi C., Burgaz S., Holland N., Kirsh-Volders M., Knasmueller S., Zeiger E., Carnesoltas D., Cavallo D., da Silva J., de Andrade V.M., Cackmak Demircigil G., Dominguez Odio A., Donmez-Altuntas

H., Gattas G., Giri A., Giri S., Gómez-Meda B., Gómez-Arroyo S., Hadjidekova V., Haveric A., Kamboj M., Kurteshi K., Martino-Roth M.G., Montero-Montoya R., Nersesyan A., Pastor Benito S., Favero Salvadori D.M., Shaposhnikova A., Stopper H., Thomas P., Torres-Bugarín O., Singh Yadav A., Zúñiga González G. y Fenech M. (2011). The human micronucleus project on exfoliated buccal cells (HUMNXL): The role of life-style, host factors, occupational exposures, health status, and assay protocol. *Mutat. Res.* 728 (3), 88-97. <https://doi.org/10.1016/j.mrrev.2011.06.005>

Burlison B., Tice R.R., Speit G., Agurell E., Brendler-Schwaab S.Y., Collins A.R., Escobar P., Honma M., Kumaravel T.S., Nakajima M., Sasaki Y.F., Thybaud V., Uno Y., Vázquez M. y Hartmann A. (2007). Fourth international work group on genotoxicity testing: results of the in vivo comet assay work group. *Mutat. Res.* 627 (1), 31-35. <https://doi.org/10.1016/j.mrgentox.2006.08.011>

Carbajal-López Y., Gómez-Arroyo S., Villalobos-Pietrini, R. Calderón-Segura M.E. y Martínez-Arroyo A. (2016). Biomonitoring of agricultural workers exposed to pesticide mixture in Guerrero state, Mexico, with comet assay and micronuclei test. *Environ. Sci. Pollut. Res.* 23 (3), 2513-2520. <https://doi.org/10.1007/s11356-015-5474-7>

Carrano A.V. y Natarajan A.T. (1988). Considerations for population monitoring using cytogenetics techniques. *Mutat. Res.* 204 (3), 379-406. [https://doi.org/10.1016/0165-1218\(88\)90036-5](https://doi.org/10.1016/0165-1218(88)90036-5)

Castillo-Cadena J., Tenorio-Vieyra L.E., Quintana-Carabia A.I., García-Fabila M.M., Ramírez-San Juan E. y Madrigal-Bujaidar E. (2006). Determination of DNA damage in floriculturists

exposed to mixtures of pesticides. *J. Biomed. Biotechnol.* 2, 1-12. <https://doi.org/10.1155/JBB/2006/97896>

Castillo-Cadena J. y Montenegro-Morales L.P. (2017). El uso de plaguicidas altamente peligrosos en la floricultura en el Estado de México y el efecto sinérgico de las mezclas. En: *Los plaguicidas altamente peligrosos en México.* (F. Bejarano-González, Ed.). RAPAM, CIAD, Red Temática de Toxicología de Plaguicidas. UAEMEX, INIFAP, UCCS, IPEN, PNUD. México, pp. 203-2018.

Castro R., Ramírez V. y Cuenca P. (2004). Micronúcleos y otras anomalías nucleares en el epitelio oral de mujeres expuestas ocupacionalmente a plaguicidas. *Rev. Biol. Trop.* 52 (3), 611-621.

Duez P., Dehon G., Kumps A. y Dubois J. (2003). Statistics of the comet assay: a key to discriminate between genotoxic effects. *Mutagenesis* 18 (2), 159-166. <https://doi.org/10.1093/mutage/18.2.159>

EPA (2009). Pesticides. United States Environmental Protection Agency. <https://www.epa.gov/pesticides>

Fenech M., Chang W., Kirsch-Volders M., Holland N., Bonassi S. y Zeiger E. (2003). HUMN project: Detailed description of the scoring criteria for the cytokinesis-block micronucleus assay using isolated human lymphocytes cultures. *Mutat. Res.* 534 (1-2), 65-75. [https://doi.org/10.1016/s1383-5718\(02\)00249-8](https://doi.org/10.1016/s1383-5718(02)00249-8)

Fenech M. (2006). Cytokinesis-block micronucleus assay evolves into a "cytome" assay of chromosomal instability, mitotic dysfunction and cell death. *Mutat. Res.* 600 (1-2), 58-66. <https://doi.org/10.1016/j.mrfmmm.2006.05.028>

Gómez-Arroyo S., Noriega-Aldana N., Osorio A., Galicia F., Ling S. y Villalobos-Pietrini R. (1992). Sister-chromatid exchange analysis in a rural population of Mexico exposed to pesticides. *Mutat. Res.* 281 (3), 173-179. [https://doi.org/10.1016/0165-7992\(92\)90005-3](https://doi.org/10.1016/0165-7992(92)90005-3)

Gómez-Arroyo S., Díaz-Sánchez Y., Meneses-Pérez M.A., Villalobos-Pietrini R. y de León Rodríguez J. (2000). Cytogenetic biomonitoring in a Mexican floriculture worker group exposed to pesticides. *Mutat. Res.* 466 (1), 117-124. [https://doi.org/10.1016/s1383-5718\(99\)00231-4](https://doi.org/10.1016/s1383-5718(99)00231-4)

Gómez-Arroyo S., Martínez-Valenzuela C., Carbajal-López Y., Martínez-Arroyo A., Calderón-Segura M.E., Villalobos-Pietrini R. y Waliszewski S. (2013). Riesgo genotóxico por la exposición ocupacional a plaguicidas en América Latina. *Rev. Int. Contam. Ambie.* 29 (Número especial), 159-180.

Guzmán-Plazola P., Guevara-Gutiérrez R.D., Olguín-López J.L. y Mancilla-Villa O. R. (2016). Perspectiva campesina, intoxicaciones por plaguicidas y uso de agroquímicos. *Idesia (ARICA)* 34 (3), 69-80.

Hagmar I., Stromberg U., Bonassi S., Hansteen I., Knudsen I.E., Lindholm C. y Norppa H. (2004). Impact of types of lymphocyte chromosomal aberrations on human cancer risk: results from Nordic and Italian cohorts. *Cancer Res.* 64 (6), 2258-2263. <https://doi.org/10.1158/0008-5472.CAN-03-3360>

IARC (2015). International Agency for Research on Cancer. Monographs on the identification of carcinogenic hazards to humans. Organización Mundial de la Salud. http://monographs.iarc.fr/ENG/Classification/latest_classif.php 20/08/2014

INEGI (2011). Encuesta Mensual de la Industria Manufacturera EMIM: SCIAN 2007. Resumen anual Enero - Junio, 2010.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. México, 618 pp. [en línea]. http://www.inegi.org.mx/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/encuestas/establecimientos/indus_manu/resumanul_ene_jun2010/EMIM_20101er.pdf 21/06/2013

INEGI (2013). Boletín de información oportuna del sector alimentario. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. México, 106 pp. [en línea]. http://www.inegi.org.mx/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/integracion/sectorial/biosa/biosa.pdf 19/06/2013.

Kassie K., Paszefall W. y Knasmüller S. (2000). Single cell gel electrophoresis assay: a new technique for human biomonitoring studies. *Mutat. Res.* 463 (1), 13-31. [https://doi.org/10.1016/s1383-5742\(00\)00041-7](https://doi.org/10.1016/s1383-5742(00)00041-7)

Kaur R., Kaur S. y Lata M. (2011). Evaluation of DNA damage in agricultural workers exposed to pesticides using single cell gel electrophoresis (comet) assay. *Indian J. Hum. Gen.* 17 (3), 179-187. <https://doi.org/10.4103/0971-6866.92100>

Levario-Carrillo M., Sordo M., Rocha F., González-Horta C., Amato D. y Ostrosky-Wegman P. (2005). Micronucleus frequency in human umbilical cord lymphocytes. *Mutat. Res.* 586 (1), 68-75. <https://doi.org/10.1016/j.mrgen-tox.2005.05.006>

Mansour S. (2004). Pesticide exposure-Egyptian scene. *Toxicology* 198(2), 91-115. <https://doi.org/10.1016/j.tox.2004.01.036>

Martínez-Luna G., Mejía-Sánchez F., Serment-Guerrero J.H. y Castillo Cadena, J. (2014). Quality spermatic alterations in

floriculturists exposed to pesticides in Villa Guerrero, State of Mexico. *Am. J. Agric. Forest.* 2 (6), 284-28. <https://doi.org/10.11648/j.ajaf.20140206.19>

Martínez-Valenzuela C., Gómez-Arroyo S., Villalobos-Pietrini R., Waliszewski S., Calderón-Segura M.E., Félix-Gastélum R. y Álvarez-Torres A. (2009). Genotoxic biomonitoring of agricultural workers exposed to pesticides in the north of Sinaloa state, Mexico. *Environ. Int.* 35 (8), 1155-1159. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2009.07.010>

Mateuca R.A., Decordier I. y Kirsch-Volders M. (2012). Cytogenetics methods in human biomonitoring: principles and uses. En: *Genetic toxicology: Principles and methods in molecular biology.* (J.M. Parry y E.M. Parry, Eds.). Springer, pp. 305-333.

Obe G., Pfeiffer P., Savage J.R.K., Johannes C., Godecke W., Jeppesen P., Natarajan A.T., Martínez-López W., Folle G.A. y Drets M.E. (2002). Chromosomal aberrations formation, identification and distribution. *Mutat. Res.* 504 (1-2), 17-36. [https://doi.org/10.1016/s0027-5107\(02\)00076-3](https://doi.org/10.1016/s0027-5107(02)00076-3)

OMS (1990). Plaguicidas. Informe Técnico No. 12. Organización Mundial de la Salud.

OMS (2019). Organización Mundial de la Salud. La clasificación recomendada por la OMS de plaguicidas, por peligrosidad y guía para clasificación 2019. Programa Internacional de Seguridad Química (IPCS) y Organización Mundial de la Salud (OMS), Ginebra, Suiza.

Patiño A., López R. y Sierrasesúmaga L. (2000). Alteraciones genéticas inducidas por los tratamientos antitumorales en pacientes pediátricos con cáncer. *An. Sist. Sanit. Navar.* 23 (1), 7-17.

Peralta L., Mañas F., Gentile N., Bosch B., Méndez A. y Aiasa D. (2011). Evaluación del daño genético en pobladores de Marcos Juárez expuestos a plaguicidas: estudio de un caso en Córdoba, Argentina. *Diálogos* 2, 7-26.

Pérez-Herrera N., Polanco-Minaya H., Salazar-Arredondo E., Solís-Heredia M.J., Hernández-Ochoa I., Rojas-García E., Alvarado-Mejía J., Borja-Aburto V.H. y Quintanilla-Vega B. (2008). PON1Q192R genetic polymorphisms modifies organophosphorus pesticide effects on semen quality and DNA integrity in agricultural workers from southern Mexico. *Toxicol. Appl. Pharmacol.* 230 (2), 261-268. <https://doi.org/10.1016/j.taap.2008.02.021>

Secretaría de Salud (2010). Información Epidemiológica de Morbilidad, Anuario (2010). Panorama Epidemiológico y Estadístico de la Mortalidad en México http://www.epidemiologia.salud.gob.mx/dgae/infoepid/inicio_anuarios.html 26/06/2013.

Sistema de Vigilancia Epidemiológica para Intoxicaciones Agudas por Plaguicidas. (2001). *Boletín Epidemiológico* 22 (4). https://www.paho.org/spanish/sha/be_v22n4-plaguicidas.htm

Tice R.R., Agurell E., Anderson D., Burlison B., Hartmann A., Kobayashi H., Miyamae Y., Rojas E., Ryu J.C. y Sasaki Y.F. (2000). Single cell gel/comet assay: guidelines for in vitro and in vivo genetic toxicology testing. *Environ. Mol. Mutagen.* 35 (3), 206-22. [https://doi.org/10.1002/\(sici\)1098-2280\(2000\)35:3<206::aid-em8>3.0.co;2-j](https://doi.org/10.1002/(sici)1098-2280(2000)35:3<206::aid-em8>3.0.co;2-j)

Thomas P., Holland N., Bolognesi C., Kirsch-Volders M., Bonassi S., Zieger E., Knasmueller S. y Fenech M. (2009). Buccal micronucleus cytome assay. *Nat. Protoc.* 4 (6), 825-837. <https://doi.org/10.1038/nprot.2009.53>

Tolbert P., Shy C. y Allen J. (1992). Micronuclei and other nuclear abnormalities in buccal smears: methods and development. *Mutat. Res.* 271 (1), 69-77. [https://doi.org/10.1016/0165-1161\(92\)90033-i](https://doi.org/10.1016/0165-1161(92)90033-i)

Torres O., Zavala M.G., Macriz N., Flores A. y Ramos M.L. (2013). Procedimientos básicos de la prueba de micronúcleos y anomalías nucleares en células exfoliadas de mucosa oral. *El Residente* 8 (1), 4-11.

Valverde M. y Rojas E. (2009) Environmental and occupational biomonitoring using the comet assay. *Mutat. Res.* 681 (1), 93-109. <https://doi.org/10.1016/j.mrrev.2008.11.001>

Yañez L., Borja-Aburto V.H., Rojas E., de la Fuente H., González-Amaro R., Gómez H., Jongitud A.A. y Díaz-Barriga F. (2004). DDT induces damage in blood cells. *Studies in vitro and in women chronically exposed to this insecticide.* *Environ. Res.* 94 (1), 18-24. [https://doi.org/10.1016/s0013-9351\(03\)00047-1](https://doi.org/10.1016/s0013-9351(03)00047-1)

Zeljezic D. y Garaj-Vrhovac V. (2001). Chromosomal aberration and single cell gel electrophoresis (comet) assay in the longitudinal risk assessment of occupational exposure to pesticides. *Mutagenesis* 16 (4), 359-363. <https://doi.org/10.1093/mutage/16.4.359>

Zúñiga Violante E., Arellano García E., Camarena Ojinaga L., Daesslé Heusse W., Von-Glascoe C., Leyva Aguilera J.C. y Ruiz B. (2012). Daño genético y exposición a plaguicidas en trabajadores agrícolas del Valle de San Quintín, Baja California, México. *Rev. Salud Ambient.* 12 (2), 93-101.



EXPOSICIÓN A PLAGUICIDAS ORGANOCLORA- DOS Y SU RELACIÓN CON DIABETES MELLITUS 2. EL CASO DE COJUMATLÁN, MICHUACÁN

María Antonieta Ochoa Ocaña

Unidad Académica de Estudios Regionales, Coordinación de
Humanidades, Universidad Nacional Autónoma de México,
Av. Lázaro Cárdenas s/n esquina Felicitas del Río, Jiquilpan,
Michoacán. CP. 59510

RESUMEN

La comunidad de Cojumatlán, Michoacán, México, situada en la ribera del lago de Chapala se ha dedicado de forma importante por más de 30 años a la producción de hortalizas para la venta en la segunda ciudad más grande del país: Guadalajara. Los productores agrícolas han hecho un uso indiscriminado de plaguicidas. A través del análisis celular previo de 67 muestras por biomarcadores, se considera a Cojumatlán como una población con riesgo genotóxico por exposición a plaguicidas, por lo que presentan mayor vulnerabilidad para enfermedades crónico degenerativas como diabetes mellitus 2 y cáncer. Teniendo estos antecedentes y considerando que los plaguicidas organoclorados afectan el metabolismo energético, se buscó identificar alguna relación entre la presencia de éstos y la diabetes mellitus 2. En un estudio piloto con 30 personas se encontraron, mediante la técnica de cromatografía de gases, niveles altos de algunos de estos compuestos en comparación con otros estudios en México, y particularmente cifras elevadas de DDE (metabolito del DDT) y lindano en pacientes con Diabetes mellitus 2 (DM 2) por lo que, este estudio exploratorio, sin alcances para generalizaciones podría dar luz sobre la incorporación de estas sustancias químicas, a través de la cadena trófica, estando así quizá relacionada con la alta prevalencia de esta patología entre la población de la comunidad. Este estudio se acompañó de una aproximación al entorno laboral de los trabajadores agrícolas con respecto a la salud y sus conocimientos sobre los plaguicidas.

ABSTRACT

The community of Cojumatlán, Michoacán, Mexico, located on the shore of Lake Chapala has been dedicated significantly for more than 30 years to the production of vegetables for sale in the second largest city in the country: Guadalajara. Agricultural producers have made indiscriminate use of pesticides. Through previous cellular analysis of 67 biomarker samples, Cojumatlán is considered to be a population at risk of genotoxic risk from exposure to pesticides, resulting in increased vulnerability to chronic degenerative diseases such as diabetes mellitus 2 (DM 2) and cancer. Having this background and considering that organochlorinated pesticides affect energy metabolism, it was sought to identify some relationship between the presence of these and diabetes mellitus 2. A pilot study of 30 people found, using the gas chromatography technique, high levels of some of these compounds compared to other studies in Mexico, and particularly high figures of DDE (DDT metabolite) and lindane in patients with Diabetes mellitus 2 so, this exploratory study, without scope for generalizations could shed light on the incorporation of these chemicals , through the trófica chain, thus perhaps related to the high prevalence of this pathology among the population of the community. This study was accompanied by an approximation of the working environment of agricultural workers with regard to health and their knowledge of pesticides.

INTRODUCCIÓN

Los agroquímicos son todas aquellas sustancias que se emplean en las actividades agrícolas a fin de dar mantenimiento y conservar a los cultivos desde la siembra hasta la cosecha.

Dentro de este grupo se encuentran fertilizantes, insecticidas, herbicidas y funguicidas; específicamente, las funciones de los agroquímicos son proporcionar nutrientes (fertilizantes), matar insectos y microorganismos (insecticidas), eliminar todo tipo de malezas (herbicidas) y eliminar hongos y algas de los cultivos (funguicidas).

En el siglo XIX se emplean los primeros productos químicos para el control de problemas fitosanitarios a base de fósforo, calcio, azufre y arsénico. Sin embargo, ya para mediados del siglo XX este empleo se disparó formando parte de los paquetes tecnológicos de la denominada Revolución Verde, la cual tuvo resultados espectaculares a corto plazo así, como de alto impacto político, pero se pasó por alto las consecuencias negativas en el afán de lograr grandes volúmenes de cosecha (Alemán Santillán 2014)

Esto ha derivado en opiniones encontradas con respecto a su utilización. Por un lado se siguen introduciendo productos más específicos acompañados de otras tecnologías como la ingeniería genética o la biotecnología, buscando acompañar a cultivos genéticamente modificados que requieren el uso de plaguicidas específicos y, por otro lado, se busca recuperar prácticas agrícolas que conserven o regeneren los suelos, incorporando elementos naturales, los cuales pueden utilizarse para la agricultura orgánica. Estas prácticas también se pue-

den combinar con plaguicidas químicos que tienen modos de acción diferente, que son efectivos a bajas dosis, que no son tóxicos para el usuario y que no tienen efectos adversos para el ambiente; es decir, un manejo se denomina bio racional cuando busca una agricultura sustentable para las siguientes generaciones (OIT 2000).

Actualmente la utilización de agroquímicos se encuentra descontrolada, lo que provoca severa contaminación. Por ello, antes de adquirir un plaguicida, toda persona debe conocer para qué tipo de plaga o cultivo sirve, cuáles son los riesgos que corre al aplicar dicho plaguicida, qué cantidades debe aplicar y cuáles son las normas establecidas para el manejo. También es recomendable que la persona lea la información que viene en la etiqueta del producto, sus precauciones o advertencias. En caso de que tenga dudas para su interpretación, deberá consultar a los técnicos en la materia. De esta manera se evitará que surjan problemas mayores por el mal manejo. Un elevado número de trabajadores agrícolas sufren cefaleas, vértigo, y náuseas después de haber asperjado con plaguicidas los cultivos e incluso al tiempo de hacer dicho trabajo.

La gran mayoría de los plaguicidas utilizados en la agricultura presentan una alta peligrosidad para el ambiente, en especial aquéllos como dieldrín, eldrín, aldrín, mirex, lindano, hecptacloro, clordano, pues permanecen en el ambiente largo tiempo (20 ó 30 años), pasando de la tierra a las plantas y luego al ganado, localizándose en las verduras, frutos, cereales, carne y leche, es decir, surcando la cadena trófica. De acuerdo con lo anterior, al ser consumidos estos productos por la especie humana pueden causar graves deterioros a la salud de forma crónica (Waliszewski et al. 2013).

Cabe señalar que si bien en el siglo XX surgieron los primeros insecticidas sintéticos, fue hasta la década de 1940 con el descubrimiento del insecticida DDT (dicloro difenil tricloroetano), un compuesto organoclorado, que se lograron obtener controles masivos sobre las plagas más importantes en la agricultura con lo que se incrementaron los rendimientos de los cultivos y se intensificó el uso de los agroquímicos, todo esto magnificado por la Revolución Verde.

El uso del DDT fue considerado como el control por excelencia de insectos no sólo para la agricultura sino también para la ganadería y contra los transmisores de enfermedades en la salud pública, por ejemplo enfermedades endémicas como el paludismo, la malaria y la fiebre amarilla; sin embargo, conforme se fue intensificando su uso se observaron también sus efectos en el ambiente, ya que se identificó una alta persistencia del compuesto, sobre todo en las cadenas tróficas, al acumularse en los tejidos grasos de los animales de sangre caliente, incluyendo el hombre. Su alta persistencia ambiental se identifica en los niveles de DDE-pp diclorodipenhildicloroetileno-, su principal metabolito, que se encuentra en tejido adiposo, suero y leche materna en grupos de individuos no expuestos ocupacionalmente, siendo la ingesta de alimentos contaminados la fuente principal de exposición (Pérez et al. 2013).

En las últimas décadas, han surgido preocupaciones en relación con otros compuestos orgánicos persistentes (COP), por ejemplo con los policlorobifenilos (PCB) ya que han demostrado la potencialidad de causar una serie de efectos adversos para la salud, incluyendo en la reproducción, efectos inmunológicos y neurológicos entre otros (Hallgren et al. 2006, Dingemans y Westerink 2011). El DDT y sus metaboli-

tos también se han asociado con efectos neurológicos, asma (Sunyer et al. 2006), inmunodeficiencia (Belles-Isles et al. 2002), apoptosis y daños en el ADN de las células del sistema inmune (Herrera-Portugal et al. 2000).

Diversos reportes científicos de varios países han demostrado asociación con patologías como la diabetes y la obesidad y la presencia de residuos de plaguicidas organoclorados (Mussalo-Rauhamaa et al. 1984, Rylander et al. 1995, Heindel y Vom-Saal 2009, Lee et al. 2009, Karami-Mohajeri y Abdollahi 2011 y Méndez et al. 2011). Estos compuestos químicos de alta persistencia actúan sobre el metabolismo de los hidratos de carbono y los lípidos y su incorporación al organismo no sólo se debe a la exposición directa sino también a su consumo a través de alimentos, particularmente de origen animal por sus características lipofílicas y amplificar su efecto (Bejarano 2002).

Diabetes y plaguicidas organoclorados

La DM 2 en la actualidad es un problema de salud con tendencia a transformarse en epidemia. La OMS reporta más de 180 millones de casos en el mundo con posibilidades de duplicarse en el año 2030, reportando el mayor número en India, EUA y China. Este aumento se atribuye al incremento en la esperanza de vida, la intensificación diagnóstica y los cambios en el estilo de vida en los países subdesarrollados. Es una enfermedad causal de muerte y discapacidad en adultos, con altos costos para su cuidado tanto en enfermos y su familia como para el sistema de salud (OMS 2013).

En 2013, la Federación Internacional de la Diabetes estimó que aproximadamente 382 millones de personas en edades de 20 a 79 años la padecen a nivel mundial y va en aumento en todos los países (IFD 2013).

Existen factores de riesgo conocidos para la diabetes como lo son la obesidad, el sedentarismo, los patrones alimentarios, la herencia, la etnia, etc. Sin embargo, debe destacarse que sólo un 6 % de la DM 2 podría explicarse por factores hereditarios, por lo que los factores ambientales poseen un rol preponderante en el desarrollo de la patología (Arroyo-Salgado y Olivero-Verbel 2014).

De acuerdo con la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2012, el 9.2 % de la población mexicana la padece. Es decir, aproximadamente 6.4 millones de personas han sido diagnosticadas con diabetes entre las edades de 20 a 79 años (Gutiérrez et al. 2012). Sin duda, los estilos de vida poco saludables son altamente prevalentes entre los adultos mexicanos, condicionando con esto a un aumento importante de la obesidad y el sobrepeso, principales factores de riesgo modificable de la diabetes (Escobedo de la Peña et al. 2011).

Ante el panorama anteriormente descrito, la diabetes está considerada por la Secretaría de Salud como el mayor reto sanitario y es un claro ejemplo de la transición epidemiológica que vive el país, así como de la transición de la atención a la salud. Se ha estimado que los costos de la atención a la diabetes en México superan los 300 millones de dólares al año y el comportamiento muestra un patrón ascendente en los próximos años (Mora-Morales 2014).

Sobre la relación entre la DM 2 y los plaguicidas organoclorados, en un estudio en el que participaron 386 adultos en Granada, España, se encontró una asociación estadísticamente significativa entre las concentraciones de DDE y el riesgo de diabetes tipo 2. Este riesgo ascendió cuatro veces más entre los de mayor exposición con respecto a los de baja exposición. Se evidenció además que el índice de masa corporal (IMC) fue un modificador importante de las asociaciones, de manera que no se registró un aumento lineal entre concentraciones de COP en individuos no obesos (IMC menor a 30) pero sí en los individuos con obesidad cuyo IMC fue mayor a 30 (Arrebola Moreno 2013).

Durante mucho tiempo se ha manifestado que el tejido adiposo juega un rol muy importante en la génesis de la diabetes, pero estudios recientes sugieren que los COP almacenados en el tejido adiposo podrían ser los disparadores de la patología pues se ha observado un bajo riesgo de diabetes en personas con bajas concentraciones de estos compuestos, independientemente de su IMC. Así entonces, diversos estudios sugieren que la exposición crónica a bajas dosis de contaminantes ambientales podrían formar parte del cúmulo de factores etiológicos de la alta prevalencia de diabetes a nivel mundial. Los posibles mecanismos podrían incluir el sinergismo entre el tejido adiposo y los COP, cambios epigenéticos y un "efecto cóctel" de las mezclas de estas sustancias y otros productos químicos de uso actual. El efecto obedecería a la unión de los COP con los receptores estrogénicos, lo cual conduce a un proceso inflamatorio, que aún leve, provocaría una disminución de la función mitocondrial, oxidación de ácidos grasos y aumento de la lipólisis, todos factores relacionados con resistencia a la insulina (Arrebola Moreno 2013).

Sobre las dimensiones epidemiológicas de esta patología, México ocupa el sexto lugar mundial en número de personas con diabetes (IFD 2013) y el primer lugar de mortalidad en la población económicamente activa, representando un problema de salud pública de primer orden (García-Domínguez y Morales-González 2008).

Cojumatlán de Régules

Generalidades geográficas

Cojumatlán de Régules es un municipio localizado al noroeste del estado de Michoacán, en México. El área municipal se divide en las siguientes localidades: La Casa de La Emperatriz, Gema I, Palo Alto, Callejón, Petatán, La Puerta, Puntita, Rincón de María, Puerto de León, El Nogal, San Isidro y Barranca del Zoromutal. Su superficie es de 129.83 km² y representa el 0.22 por ciento del total del estado.

Se ubica entre los paralelos 20°02' y 20°11' de latitud norte; los meridianos 102°46' y 102°58' de longitud oeste; altitud entre 1 600 y 2 400 m; pertenece a la denominada región Ciénega de Chapala, presentada en la **figura 1**, conformada esta región por los municipios de Marcos Castellanos, Villamar, Vistahermosa, Briseñas, Sahuayo, Jiquilpan, Venustiano Carranza y Cojumatlán (señalado en morado), la región es colindante con el estado de Jalisco. Específicamente el municipio de Cojumatlán colinda al norte y al este con el estado de Jalisco y los municipios de Venustiano Carranza y Sahuayo; al sur con los municipios de Sahuayo, Jiquilpan y Marcos Castellanos; al oeste con el municipio de Marcos Castellanos y el estado de Jalisco. Posee un clima que

oscila entre los 16 y los 20 °C. Las características de su suelo, predominantemente feozem, lo hace uno de los municipios de mayor rendimiento agrícola. Cabe señalar que tanto el municipio como la región Ciénega de Chapala se ubican dentro de la región hidrológica Lerma-Chapala-Santiago (INEGI 2010).



Fig. 1. Localización geográfica de Cojumatlán de Régules

Demografía y economía

El municipio cuenta con 9461 habitantes asentados en las 11 localidades que lo conforman, donde el 52.76 % de la población son mujeres y el 47.24 % son hombres. El grado medio de escolaridad es de 4.83 años. La población económicamente activa de Cojumatlán de Régules corresponde al 29.82 % del total de la población, predominando las actividades prima-

rias, específicamente la agricultura; la pesca y la ganadería (INEGI 2010). Destaca por ser el mayor municipio hortícola de la región, asimismo, por tener la concentración más elevada de procesamiento y distribución de pescado proveniente del lago de Chapala así como por contar con el número más grande de industrias lácteas.

Epidemiología

Con respecto a la salud poblacional, el municipio se caracteriza por tener un perfil epidemiológico donde la DM 2 se ubica en el periodo comprendido de 2000 a 2014 como una de las tres principales causas de morbilidad y mortalidad, además de tasas importantes de padecimientos oncológicos (Secretaría de Salud 2014).

Plaguicidas organoclorados y diabetes mellitus 2 en Cojumatlán de Régules

Contexto social

Antes de describir el entorno agrícola, es importante señalar que Rivera et al. (2013), identifican a Cojumatlán como uno de los municipios donde aún se emplean plaguicidas organoclorados.

Con el afán de conocer más acerca del entorno de la conflictiva estudiada se tomó una muestra de 30 jornaleros

agrícolas de la comunidad cuyas edades oscilaron entre los 16 y los 58 años, todos del sexo masculino. En promedio el trabajo agrícola oscila entre 8 y 10 horas diarias, aunque existieron datos de entre 12 y 15 horas. Sobre salud, más del 60 % de la muestra señaló que su estado de salud en general es bueno. El 70 % indicó contar con el Seguro Popular y el resto no refirió algún tipo de servicio. En cuanto a antecedentes familiares, destaca que un 30 % manifestó que alguno de sus padres padecía diabetes; en un 62 % la madre de los trabajadores padecía presión alta y en un 25 % de las familias de la muestra había algún familiar con cáncer. Al preguntar sobre los padecimientos que se consideran más frecuentes en la comunidad aparecen por importancia: dengue, diabetes mellitus 2, cáncer y enfermedades respiratorias agudas. Con respecto a si han presentado algún padecimiento o evento agudo por aplicar plaguicidas, sólo un 20 % lo señaló más como intoxicación aguda que como enfermedad crónica asociada. Al preguntar sobre cuáles son los problemas ambientales de mayor efecto a la salud comunitaria destacan las plagas (56 %) y la contaminación del agua (26 %). Sobre los conocimientos que poseen acerca de los riesgos a la salud, sólo un 30 % refirió que sabía los daños que provocan los plaguicidas y sólo un 10 % de la muestra ha recibido capacitación para la aplicación de estas sustancias. Sin embargo, pese a reconocer que es importante recibir la capacitación en las actividades desarrolladas sobre esto en espacios dedicados a la venta de agroquímicos, la asistencia por parte de los trabajadores y productores es baja. Sobre las medidas personales de protección que emplean para aplicar plaguicidas aparecen paliacate (8 %); guantes (19 %); cubre bocas o mascarillas (3 %); overol (52 %) y ninguna protección fue manifestada por el 57 %. Cabe señalar que pese a que en la encuesta dicen hacer uso de overol a lo largo del trabajo de campo, esta práctica no

fue percibida en varias visitas exploratorias. Los malestares que ellos manifiestan mayoritariamente son los asociados a las intoxicaciones agudas o envenenamientos tales como vómito, náuseas y pérdida de la conciencia. La relación entre la Diabetes Mellitus 2 con exposición a plaguicidas es desconocida y con cáncer es tan baja como en el caso de alergias o ceguera (5 %). Según los informantes, son los niños el sector de la población que mayormente pueden ser afectados por el uso de plaguicidas, seguidos por las mujeres embarazadas, los adultos mayores y sólo el 3 % fue el porcentaje de afectación a adultos en general.

Los plaguicidas mayormente referidos por la muestra fueron: tamafox (35 %); furadán (25 %); lanate y manzate (15 % cada uno) y dimetoato (10 %). Señalan que son las hortalizas las que más ocupan de estas sustancias químicas en comparación con los granos como maíz, o con el frijol que se cultivan en la comunidad.

Sobre el uso de organoclorados, los trabajadores señalaron que tanto antes como en la actualidad emplean aldrín y endosulfán (hasta 2014).

Aspectos cuantitativos

Cabe destacar que previo al análisis químico para determinar los niveles de compuestos orgánicos persistentes (COP) a través de cromatografía de gases empleando muestras de sangre se llevó a cabo una investigación en biomarcadores de genotoxicidad, encontrando en la población cifras importantes

de vulnerabilidad epidemiológica por daño genético debida a la exposición directa o indirecta a plaguicidas (Muñoz 2016). En el **Cuadro I** se muestran los valores encontrados en el presente estudio, al respecto, los niveles de lindano son similares a los descritos para otras regiones en México (Meza-Montenegro et al. 2013). Sin embargo, son altos comparados con los reportados en otras partes del mundo (NHANES IV 2009 y Schulz et al. 2009). Estos niveles pueden estar relacionados con el uso de este insecticida para control de piojos como lo reporta el trabajo de Avalos y Ramírez en 2003. Uno de los hallazgos más importantes encontrados en este trabajo fueron los niveles altos de DDT y su principal metabolito el DDE. Estos datos son altos en relación con los de investigaciones internacionales (CDC 2008) pero son similares a los mostrados en estudios en otras regiones de México (Orta-García et al. 2014), con excepción de los descritos en el sureste mexicano, los cuales son muy altos en comparación con la muestra estudiada. Los niveles de aldrín en este trabajo, también fueron altos en comparación con los de la National Health and Nutrition Survey IV (CDC 2009) y en relación con los apreciados en otras regiones en México, como los reportados por Meza-Montenegro et al. (2013).

CUADRO I. DETERMINACIÓN DE COMPUESTOS ORGÁNICOS PERSISTENTES -COP- EN INDIVIDUOS DE COJUMATLÁN, MICHOACÁN
(ng/g lípido) N=30

Compuesto	Valor promedio	Valor máximo	Valor mínimo
Lindano	3.4	5.91	2.25
DDT	5.07	8.39	4.61
DDE	10.18	20.94	3.54
Aldrín	2.24	5.50	0.50

En el **Cuadro II** se identifican las diferencias entre niveles de varios plaguicidas en individuos sin DM 2 y pacientes con esta patología. Especialmente es significativo en cuanto a la presencia de DDE, metabolito del DDT, donde el promedio de los individuos sanos fue de 5.60 ng/g-lípido y para pacientes con DM 2 de 13.10 ng/g-lípido. Por otra parte, en relación con el lindano el promedio para el primer grupo fue de 1.4 ng/g-lípido mientras que para el grupo de pacientes con DM 2 fue de 3.61 ng/g-lípido. En los otros compuestos detectables en la muestra- DDT y aldrín- no se logró identificar alguna diferencia importante en el comportamiento de ambos grupos.

CUADRO II. DATOS COMPARATIVOS DE COMPUESTOS ORGÁNICOS PERSISTENTES -COP- EN COJUMATLÁN, MICHOACÁN (ng/g lípido) N=30

Individuos (Sin DM 2). N= 13	Lindano	DDE	DDT	Aldrín
Media	1.43	5.60	3.70	1.58
Desviación estándar	1.63	3.47	2.11	1.53
Coefficiente de variación	114.13	61.86	57.03	96.84
Individuos (Con DM 2). N=17	Lindano	DDE	DDT	Aldrín
Media	3.36	13.10	2.25	1.42
Desviación estándar	1.38	4.07	2.90	1.70
Coefficiente de variación	41.07	31.07	128.89	119.72

Fuente: Ochoa Ocaña Ma. Antonieta y Pérez-Maldonado Iván N. (2019) “Presencia de plaguicidas organoclorados y su asociación con DM 2 en Cojumatlán de Régules, Michoacán”. En: Comunidad y Territorio: El caso del occidente michoacano. Chávez Jiménez Danir y Aguilar Ortega Teodoro (Coordinadores). Coordinación de Humanidades-UNAM. Pág. 178.

A manera de conclusiones se puede señalar que los individuos con DM 2 presentaron un nivel aproximado de 3:1 en cuanto al DDE, así como una mayor uniformidad en sus determina-

ciones del mismo compuesto con respecto a los individuos sin la patología. De manera general, la presencia del lindano, la persistencia del DDT y su metabolito DDE, así como el uso actual del aldrín conforman probablemente un panorama de riesgo de disrupción metabólica para la presencia de esta patología.

Estos resultados, sin buscar generalizaciones, son una aproximación a la búsqueda de factores etiológicos de DM 2 o para determinar si hay un mayor riesgo para presentar comorbilidades o complicaciones de esta patología derivados de la asociación con las prácticas agrícolas. Es importante señalar que se requiere una ampliación de la muestra para alcances interpretativos de mayor confiabilidad.

REFERENCIAS

Alemán Santillán T. (2014). Dilema de sobrevivencia para la humanidad. *Ecofronteras ECOSUR* 18 (51), 2-7.

Arrebola Moreno J.P. (2013). Diabetes, obesidad y alteradores endocrinos. *Revista de Salud Ambiental*. Número Extraordinario dedicado al XII Congreso de Salud Ambiental y VII Conferencia Nacional de Disruptores Endócrinos, pp. 63-82.

Arroyo-Salgado B. y Olivero-Verbel J. (2014). Aspectos Epidemiológicos de la Diabetes mellitus y su relación con los contaminantes ambientales. *Rev. Chil. Nutr.* 41 (1), 98-109. <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-75182014000100014>

Avalos Gómez M. y Ramírez Gutiérrez J. (2003). La situación del lindano en México *Gaceta. Ecológica*. 69, 92-100. ISSN: 1405-2849

Bejarano F. (2002). Guía ciudadana para la aplicación del convenio de Estocolmo. RAPAM (Red de Acción Ciudadana para Plaguicidas y Alternativas en México).

Belles-Isles M., Ayotte P., Dewailly E., Weber J.P. y Roy R. (2002). Cord blood lymphocyte functions in newborns from a remote maritime population exposed to organochlorines and methylmercury. *J. Toxicol. Environ. Health A* 65 (2), 165–182. <https://doi.org/10.1080/152873902753396794>

CDC (2009). Fourth National Report on Human Exposure to Environmental Chemicals. Atlanta, Georgia: Department of Health and Human Services Centers for Disease Control and Prevention.

Dingemans M.M., van den Berg M. y Westerink R.H. (2011). Neurotoxicity of brominated flame retardants: indirect effects of parent and hydroxylated polybrominated diphenyl ethers on the (developing) nervous system. *Environ. Health Perspect.* 119 (7), 900-907. <https://doi.org/10.1289/ehp.1003035>

Escobedo de la Peña J., Buitrón Granados L. y Ramírez Martínez J. (2011). Diabetes en México. Estudio CARMELA 79 (5), 424 – 431.

García-Domínguez B.A. y Morales-González J.A. (2008). Introducción. En: Diabetes. (J.A. Morales González, B.A. García Domínguez, E.O. Madrigal Santillán y C. Ramírez Farías, Editores), Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, México, pp. 3-8.

Gutiérrez J.P., Rivera J., Shamah T., Oropeza C y Hernández-Ávila M. (2012). Instituto Nacional de Salud Pública de México. Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (ENSANUT).

Hallgren S., Sinjari T., Håkansson H., Darnerud P.O. (2001). Effects of polybrominated diphenyl ethers (PBDEs) and polychlorinated biphenyls (PCBs) on thyroid hormone and vitamin A levels in rats and mice. *Arch. Toxicol.* 75 (4), 200-208. <https://doi.org/10.1007/s002040000208>

Herrera-Portugal C., Ochoa-Díaz H., Franco-Sánchez G., Díaz-Barriga F. (2005). DNA damage in children exposed to DDT in a malarious area of Chiapas, Mexico. *Acta Toxicol. Arg.* 13 (1), 12-16. ISSN: 0327-9286

Heindel J.J. y vom Sall S.S. (2009). Role of nutrition an environmental endocrin disrupting chemical during perinatal period on the aetiology of obesity. *Mol. Cell Endocrinol. J.* 304 (1-2), 90-96. <https://doi.org/10.1016/j.mce.2009.02.025>

INEGI (2010). Censo de Población y Vivienda 2010. Instituto Nacional de Geografía y Estadística. Censo. <https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2010/>

IFD (2008). Atlas de la Diabetes de la FID. Federación Internacional de Diabetes, Bruselas, Bélgica, pp. 11-13.

Karami-Mohajeri S. y Abdollahi M. (2011). Toxic influence of organophosphate, carbamate, and organochlorine pesticides on cellular metabolism of lipids, proteins, and carbohydrates: a systematic review. *Hum. Exp. Toxicol.* 30 (9), 1119-1140. <https://doi.org/10.1177/0960327110388959>

Lee D.H., Jacobs D.R. Jr. y Porta M. (2009). Hypothesis: a unifying mechanism for nutrition and chemicals as lifelong modulators of DNA hypomethylation. *Environ. Health Perspect.* 117 (2), 1799-1802. <https://doi.org/10.1289/ehp.0900741>

Méndez M.A., Garcia-Esteban R., Guxens M., Vrijheid M;Kogevinas M., Goñi F. y Fochs S. (2011). Prenatal organochlorine

compound exposure, rapid weight gain, and overweight in infancy. *Environ. Health Perspect.* 119 (2), 272-278. <https://doi.org/10.1289/ehp.1002169>

Meza-Montenegro M., Valenzuela-Quintanar A.I., Balderas-Corte J., Yáñez-Estrada L., Gutiérrez-Coronado M.L. Cuevas-Robles A. y Gandolfi A.J. (2013). Exposure assessment of organochlorine pesticides, arsenic and lead in children from the major agricultural areas in Sonora, México. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.* 64 (3), 519-527. <https://doi.org/10.1007/s00244-012-9846-4>

Mora Morales E. (2014). Estado actual de la diabetes mellitus en el mundo. *Acta Med. Costarric.* 56 (2), 44-46.

Muñoz Juárez Z. (2016). Evaluación del daño genotóxico ocasionado por plaguicidas en una población expuesta de la Ciénega de Chapala, Michoacán, México. Tesis. Licenciatura en Biología, Facultad de Ciencias UNAM, México.

Mussalo-Rauhamaa H., Pyysalo H. y Moilanen R. (1984). Influence of diet and other factors on the levels of organochlorine compounds in human adipose tissue in Finland. *J. Toxicol. Environ. Health* 13 (4-6), 689-704. <https://doi.org/10.1080/15287398409530532>

OIT (2000). Programa de Seguridad y Salud en el Trabajo y Medio Ambiente. Departamento de la Protección del Trabajo, Oficina Internacional del Trabajo.

OMS (2013). Diabetes. Nota descriptiva. Organización Mundial de la Salud. Nota descriptiva N° 312.

Orta-García S, Pérez-Vázquez F, González-Vega C, Varela Silva JA, Hernández-González L. y Pérez-Maldonado I. (2014)

Concentrations of persistent organic pollutants (POPs) in human blood samples from Mexico City, Mexico. *Sci Total Environ*; 472, 496–501. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2013.11.059>

Pérez M.A., Navarro H. y Miranda E. (2013). Residuos de plaguicidas en hortalizas: problemática y riesgo en México. *Rev. Int. Contam. Ambie.* 29 (Número especial sobre plaguicidas), 45-64.

Pérez-Maldonado I.N., Trejo-Acevedo A., Orta-García S.T., Ochoa-Martínez A.C. Varela-Silva J.A. y Pérez-Vázquez F.J. (2014). DDT and DDE concentrations in the blood of Mexican children residing in the southeastern region of Mexico. *J. Environ. Sci. Health B.* 49 (2), 87–93. <https://doi.org/10.1080/03601234.2014.846705>

Rivera M. Moncayo E.R., Escalera G.C., Juárez A.A. y Pérez O.N. (2013). La actividad agrícola y uso de agroquímicos en la subcuenca Chapala. En: *Contaminación Agrícola y Erosión en la Cuenca del Lago de Chapala.* (A.A. Juárez Ed.) Guadalajara, México. Corazón de la Tierra AC-FORDECYT, pp. 85-104.

Rylander L., Strömberg U. y Hagmar L. (1995). Decreased birthweight among infants born to women with a high dietary intake of fish contaminated with persistent organochlorine compounds. *Scand. J. Work Environ. Health* 21 (5), 368-375. <https://doi.org/10.5271/sjweh.51>

Secretaría de Salud (2014). Reportes Epidemiológicos Anuales. Jurisdicción Sanitaria Núm. 2 Zamora, Michoacán. México.

Schulz C, Angerer J., Ewers U., Heudorf H. y Wilhekm M. (2009). Revised and new reference values for environmental

pollutants in urine or blood of children in Germany derived from the German environmental survey on children 2003-2006 (GerES IV). *Int J Hyg. Environ. Health*, 212:637-647. <https://doi.org/10.1016/j.ijheh.2009.05.003>

Sunyer J., Torrent M., García-Esteban R., Ribas-Fitó N., Carri-
zo D., Romieu I., Antó J.M. y Grimalt J.O. (2006). Early ex-
posure to dichlorodiphenyldichloroethylene, breastfeeding
and asthma at age six. *Clin. Exp. Allergy* 36 (10), 1236-1241.
<https://doi.org/10.1111/j.1365-2222.2006.02560.x>

Trejo-Acevedo A, Díaz-Barriga F, Carrizales L, Domínguez
G, Costilla R, Ize-Lema I, Yarto Ramírez M, Gavilán-García
A, Mejía-Saavedra J, Pérez-Maldonado I.N.(2009). Exposure
assessment of persistent organic pollutants and metals in
Mexican children. *Chemosphere* 74, 974-980. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2008.10.030>

Waliszewski S.M., Caba M., Gómez-Arroyo S., Villalobos-Pie-
trini R., Martínez A., Valencia-Quintana R., Lozano Flores
M.E. y Regalado Torres M.A. (2013). Niveles de plaguicidas
organoclorados en habitantes de México. *Rev. Int. Contam.*
Ambie. 29 (Número especial sobre plaguicidas), 121-131.