

Percepción del riesgo en salud por exposición a mezclas de contaminantes: el caso de los valles agrícolas de Mexicali y San Quintín, Baja California, México

Health risk perception by exposure to pollutant mixtures: the case of agricultural valleys in Mexicali and San Quintín, Baja California, Mexico

Evarista Arellano¹; Lourdes Camarena²; Christine von Glascoe³; Walter Daesslé⁴.

¹ Profesora titular de la Facultad de Ciencias de la Universidad Autónoma de Baja California, doctora en medio ambiente y desarrollo, Universidad Autónoma de Baja California, México. Correo electrónico: earellano@uabc.mx

² Doctora en ciencias sociales con maestría en salud pública, Facultad de Ciencias Administrativas y Sociales, Universidad Autónoma de Baja California, México. Correo electrónico: lcamarena@uabc.mx

³ Doctora en medicina y en ciencias sociales, Departamento de Estudios de Población, El Colegio de la Frontera Norte, Tijuana, México. Correo electrónico: cglascoe@colef.mx

⁴ Investigador del Instituto de Investigaciones Oceanológicas de la Facultad de Ciencias Marinas de la Universidad Autónoma de Baja California, México

Recibido: 13 de marzo de 2009. Aprobado: de septiembre de 2009

Arellano E, Camarena L, Von C, Daesslé W. Percepción del riesgo en salud por exposición a mezclas de contaminantes: el caso de los valles agrícolas de Mexicali y San Quintín, Baja California, México. Rev. Fac. Nac. Salud Pública 2009; 27(3): 291-301.

Resumen

Objetivo: analizar la percepción del riesgo con base en principios de la toxicología intuitiva y las características de exposición a mezclas de contaminantes en residentes de dos sitios en Baja California, México: el estuario del río Colorado en la intersección de los ríos Hardy y Colorado y el valle de San Quintín. **Metodología:** se aplicó un cuestionario a 166 participantes y se analizaron cuatro criterios de exposición a los contaminantes: tipos, grados, niveles e intensidad. Mediante la toxicología intuitiva, se clasificaron tres elementos de percepción del riesgo: exposición laboral, exposición ambiental y efectos en la salud. Se aplicó un análisis de conglomerados (AC) para la clasificación exploratoria y un análisis de componentes

principales (ACP) para explicar las relaciones entre las variables. **Resultados y discusión:** los participantes vulnerables a sufrir efectos en salud por exposición a mezclas de contaminantes y su discernimiento del riesgo están relacionados con las características de exposición, ya que solo perciben padecimientos agudos y excluyen los crónico-degenerativos, lo cual se explica con el concepto de toxicología intuitiva. La percepción del riesgo está medida por la escolaridad y el ingreso salarial; los trabajadores agrícolas no detectan efectos de tipo crónico en la salud por exposición a las mezclas de contaminantes.

-----**Palabras clave:** efectos en salud, contaminantes ambientales, percepción del riesgo, toxicología

Abstract

Objective: To examine risk perception based on principles of intuitive toxicology and characteristics of exposure to mixtures of contaminants in residents of two sites in Baja California, Mexico: the Colorado River estuary at the intersection of Hardy and Colorado rivers and San Quintin Valley. **Methodology:** A questionnaire was applied to 166 participants and it was analyzed four criteria of exposure to contaminants: types, grades, levels and intensity. Through intuitive toxicology, three elements of perception risk were classified: occupational exposure, environmental exposures and health effects. It was applied a cluster analysis (CA) for exploratory classification and principal

component analysis (PCA) to explain the relationships between variables. **Results and discussion:** vulnerable participants to health effects from exposure to mixtures of pollutants and understanding of risk are related to exposure characteristics, as only they perceive acute complaints and they exclude chronic degenerative, which is explained by the concept of intuitive toxicology. The perception of risk is measured by schooling and wage income, agricultural workers do not detect effects of such chronic health from exposure to mixtures of pollutants

-----**Key words:** health effects, environmental contaminants, risk perception, toxicology

Introducción

Los residentes de los centros de población de la zona de influencia de la desembocadura de río Colorado, intersección de los ríos Hardy y Colorado al norte del golfo de California y del valle de San Quintín, en la costa del Pacífico de Baja California (figura 1), son vulnerables a sufrir los efectos en la salud debido a su potencial exposición crónica a agroquímicos y otros contaminantes disponibles en sus zonas de residencia y trabajo. A pesar del riesgo que representa para la salud la exposición constante a pesticidas en estas zonas de intensa actividad agrícola, las personas expuestas laboralmente no perciben claramente dichos efectos. Este factor limita y dificulta la prevención y otros procesos de intervención para el cuidado de su salud.^{1,2}

Según Cardona,³ el concepto de vulnerabilidad se presenta “como un sistema articulado en torno a gran número de variables y puede definirse como la propensión de una sociedad dada a sufrir daños en caso de desastre”. En el caso que nos ocupa, el concepto de vulnerabilidad se basa en la identificación y el análisis de factores que inciden en la exposición ambiental y ocupacional a los contaminantes en las zonas de estudio.

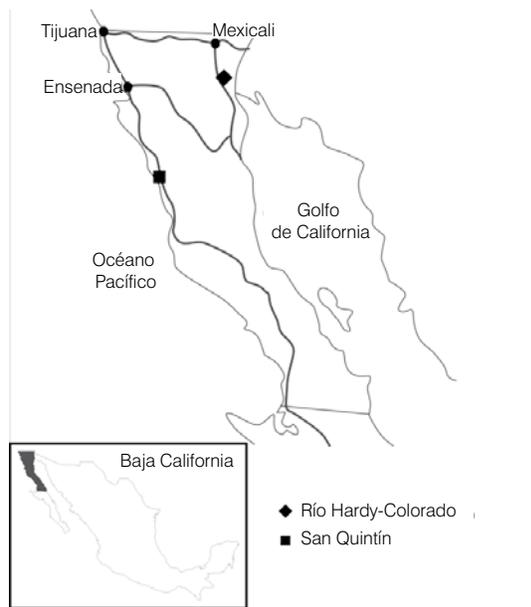


Figura 1. Ubicación de los sitios de estudio: la zona de influencia del Río Hardy-Colorado y el centro de población del valle de San Quintín

En el valle de Mexicali, las mezclas de contaminantes se originan principalmente a partir de dos componentes: los agroquímicos y los metales pesados. El uso de agroquímicos en esta zona inició en la década de 1920 mediante la aplicación de arseniatos de plomo, cobre y calcio, principalmente para el control del gusa-

no bellotero y la chinche *Lygus* en los cultivos de algodón. Posteriormente, entre 1948 y 1965, los plaguicidas empleados de forma preponderante eran los compuestos organoclorados aplicados a más de 100 hectáreas sembradas. Tras el auge de los persistentes y altamente tóxicos compuestos organoclorados como el DDT, se comenzaron a usar los compuestos organofosforados entre 1965 y 1980. Desde entonces, hasta la fecha se ha empleado una diversidad de plaguicidas organoclorados y organofosforados, así como nuevos compuestos como piretrinas y piretroides, entre otros.¹ Con excepción del plomo y el cobre usados durante las primeras etapas de aplicación de pesticidas, los metales pesados y metaloides, como el arsénico y el selenio, tienen un origen menos preciso pero más diverso en la zona. Por ejemplo, los aportes de la industria metal-mecánica a ambos lados de la frontera, los lixiviados de la antigua actividad minera en Baja California, sur de California, Arizona y Nuevo México,⁴ las emisiones a la atmósfera y sales residuales de la geotérmica de Cerro Prieto,^{5,6} así como los elementos que geogénicamente están disponibles por la naturaleza de los sedimentos en esta región, como son los casos del selenio y el arsénico.⁷⁻⁹

En el valle de San Quintín, el auge agrícola inició en la segunda mitad del siglo XIX.^{10,11} Sin embargo, el volumen de agroquímicos aplicados para la producción de hortalizas de exportación es similar al que se presenta en el valle de Mexicali.² Aunque hace más de 20 años que se creó la Comisión Intersecretarial para el Control del Proceso y Uso de Plaguicidas y Sustancias Tóxicas (Cicloplafest),⁴ hasta el presente no hay regulaciones que obliguen a los agricultores a conservar registros del uso de plaguicidas, por lo cual hasta ahora no se ha encontrado en la literatura una evaluación precisa de los volúmenes de agroquímicos empleados para la producción agrícola en la región de San Quintín;¹² no obstante, algunos autores consideran que se aplican más de 50 millones de kilogramos de agroquímicos cada año.^{2,13}

Desde el punto de vista del desarrollo agrícola, ambas regiones tienen historias semejantes en cuanto a la aplicación de agroquímicos y la participación de capital extranjero para costear su desarrollo.¹⁴ Sin embargo, en otros aspectos tienen diferencias notables. El valle de Mexicali tiene un aporte de agua continuo gracias al río Colorado, cuyo volumen ha fluctuado significativamente debido al represamiento del río en los Estados Unidos.¹⁵ En cambio, en el valle de San Quintín, el abasto de agua procede de pozos profundos que extraen agua del subsuelo.^{11,16}

Ambos valles agrícolas son representativos de agricultura altamente tecnificada, cuentan con sistemas de riego y cultivo de alta tecnología, implicando el uso de grandes volúmenes de fertilizantes y pesticidas. Su aplicación ha redundado en cosechas de alto

rendimiento con beneficio económico para la región; no obstante, el pasivo ambiental no ha sido del todo cuantificado. Por ejemplo, el deterioro del suelo, el agotamiento de los mantos freáticos, la pérdida de la cobertura vegetal natural, la pérdida de la biodiversidad, así como el deterioro de la salud de los trabajadores agrícolas y las personas residentes en las inmediaciones de los campos de cultivo.^{1,2,7,9}

Dado que el presente estudio explora las percepciones acerca del origen de la contaminación en el área de residencia y de riesgos futuros para la salud, a continuación se describen de manera sucinta algunos de los modelos de la percepción del riesgo.

Modelos de la percepción del riesgo

La percepción de riesgo se define como el juicio subjetivo que hacen las personas sobre las características y severidad de un riesgo, principalmente con referencia a peligros naturales y amenazas al medio ambiente o la salud.¹⁷ Diversas teorías se han propuesto para explicar por qué diferentes personas hacen diferentes estimaciones de la peligrosidad de los riesgos.¹⁸ Las percepciones de riesgo se centran en teorías de la conducta relacionada con la salud.¹⁹ No obstante, la relación entre las percepciones de riesgo y la conducta suele parecer débil, debido al uso de métodos inapropiados de valoración y análisis. Los autores sustentan que existen relaciones consistentes entre las percepciones de riesgo y la conducta, lo cual avala la idea de que dichas percepciones funcionan como conceptos medulares en las teorías de la conducta hacia la salud.^{20,21} Según Sjöberg,¹⁸ la percepción del riesgo es un fenómeno en búsqueda de una explicación. Propone un modelo en el cual se utilizan la actitud, la sensibilidad al riesgo y el temor específico como variables explicativas; este modelo ofrece un tipo de explicación psicológica diferente de la percepción del riesgo y posee implicaciones para el entendimiento de la relación entre actitud y percepción de riesgo, en comparación con el análisis cognitivo de las actitudes.^{17,21,22}

Dentro de la literatura sobre la percepción del riesgo, se encuentra la noción de toxicología intuitiva.¹⁷ Este concepto, desarrollado por psicólogos sociales, da cuenta de cómo una audiencia leiga o inexperta comprende y reacciona de manera diferente a un grupo de expertos. Dichas diferencias se basan en diversas suposiciones, concepciones y valores que subyacen en la discrepancia de opiniones entre expertos y legos sobre los riesgos químicos. Por ejemplo, si se involucra un sentido primario como el olfato, tacto o no, la población inexperta puede percibir los riesgos intuitivamente y no objetivamente.¹⁷ Berube basa su concepto en la definición de Sunstein,²³ acerca de que la toxicología intuitiva se refiere a la asignación de riesgo que in-

volucra sesgos que pueden excluir las probabilidades y valoraciones de peligros cuantificados por la investigación empírica. Asimismo, Finucane¹⁹ señala que la población no experta percibe una relación negativa entre los riesgos y beneficios de un peligro aunque no exista alguna relación, y más aun cuando existe relación positiva.

Los seres humanos siempre han sido toxicólogos intuitivos,¹⁷ puesto que han dependido de los sentidos de la vista, el gusto y el olfato para detectar alimentos, agua y aire. También comentan que en la vida moderna ya no es siempre posible detectar y valorar los peligros inherentes a la exposición a sustancias químicas con los sentidos. Sin embargo, la creación de las disciplinas de la toxicología y la valoración del riesgo no elimina los juicios subjetivos por parte de los científicos para inferir los riesgos químicos para la salud humana, lo cual señala la necesidad de llevar a cabo estudios que examinen los elementos intuitivos o subjetivos en los juicios sobre el riesgo, tanto de expertos como de legos, indagando sobre sus conceptos, suposiciones e interpretaciones. Los resultados de este tipo de estudios han mostrado amplias diferencias entre toxicólogos y legos, al igual que entre los toxicólogos que trabajan en la industria,²³ la academia y el gobierno.

Se llevó a cabo un estudio a través de una encuesta para determinar actitudes, creencias y percepciones con relación a riesgos químicos. Se encontró que, por lo general, los gerentes de mando superior tienden a juzgar los riesgos como mínimos para la mayor parte de los químicos. Esta tendencia minimiza la percepción de los riesgos en comparación con la determinación de los riesgos por parte de los miembros de la Sociedad Británica de Toxicología.²⁴ Otros estudios han encontrado que entre los mismos toxicólogos existen marcadas diferencias de opinión sobre la predicción del efecto de un químico en la salud humana con base en estudios con animales. Dichos estudios sugieren la necesidad de superar algunos problemas para comunicar el riesgo y así identificar ideas falsas de la población no experta. Además, sugieren que las controversias sobre los riesgos químicos pueden ser exacerbadas, tanto por las limitaciones de la ciencia de la valoración de riesgo y desacuerdos entre los expertos, como por las ideas falsas de la población no experta.²³

En el caso del presente trabajo, las variables relacionadas con las percepciones acerca del origen de la contaminación en el área de residencia y de los riesgos futuros para la salud se enmarcan en el último concepto citado, es decir, en el de la toxicología intuitiva.

El propósito de este trabajo es identificar los factores que inciden en la manera en que los residentes de dos zonas agrícolas en Baja California perciben el riesgo que representa para su salud, presente y futura, la

exposición ocupacional y ambiental a la contaminación por pesticidas y otras sustancias tóxicas.

Metodología

El estudio se aborda desde una perspectiva cualitativa de tipo descriptivo-inferencial, para lo cual se diseñó un cuestionario que se aplicó a un total de 166 personas con preguntas abiertas y cerradas. La composición de la muestra se logró mediante un muestreo intencional de oportunidad a partir de recorridos por los centros rurales de población, tomando en cuenta solo la fracción adulta de los residentes en la zona de influencia del río Hardy-Colorado del valle de Mexicali y en el valle de San Quintín, con la finalidad de conocer los tipos, niveles y grados de exposición a mezclas de contaminantes, y la percepción social acerca de los riesgos que representa para la salud presente y futura de estas personas la exposición ambiental y ocupacional a estas mezclas. Esta información se relaciona con otras variables socio-ambientales de los residentes y los trabajadores agrícolas en las zonas de estudio.

La exposición a mezclas de contaminantes fue uno de los principales ejes de este análisis, cuyas variables se operacionalizaron, como lo muestra la tabla 1. Para determinar el tipo de exposición ocupacional o ambiental, se plantearon preguntas enfocadas en este aspecto: ¿ha trabajado en las labores del campo? Adicionalmente, para conocer el nivel de exposición, se preguntó, por ejemplo: ¿qué tipo de actividad realizaba en su trabajo? El grado de exposición, en cambio, se determinó con base en las preguntas: ¿por cuánto tiempo se dedicó a las labores del campo? y ¿cuánto tiempo estuvo en ese trabajo?

Para evaluar la percepción del riesgo con base en los principios de la toxicología intuitiva, se consideraron dos aspectos principales: el origen de los factores de riesgo y la percepción de los riesgos futuros en la salud. En el primer aspecto se consideró si el origen

de los factores de riesgo se concentraba en la actividad laboral de los participantes o en los factores asociados al sitio donde estas personas residen. En cambio, para la percepción de los riesgos futuros en la salud, se tomó en cuenta si ésta se enfocaba a padecimientos agudos o a efectos crónico-degenerativos.

Desde la perspectiva de la toxicología intuitiva, se preparó la tabla 2, que expresa las variables y los indicadores considerados para dar cuenta de los elementos de percepción del riesgo sobre la salud de los residentes de las zonas estudiadas, en cuanto al origen de las sustancias contaminantes y sus efectos futuros sobre la salud.

Las respuestas a las siguientes preguntas se utilizaron para formar la escala nominal de la percepción intuitiva del riesgo con base en el análisis de contenido de las mencionadas respuestas: ¿estuvo expuesto a sustancias peligrosas en su trabajo?, ¿ha tenido trabajos en los que haya estado expuesto a sustancias tóxicas o contaminantes?, ¿qué trabajo era?, ¿a qué sustancias estuvo expuesto?, ¿cuánto tiempo duró en ese trabajo?, ¿está actualmente expuesto a sustancias peligrosas para su salud y por qué?, ¿cuáles? De manera similar, las respuestas a: ¿existen problemas de contaminación en el área donde vive? y ¿por qué? contribuyeron a desarrollar una escala nominal acerca de la percepción del origen de la contaminación en su área de residencia, así como la percepción de riesgos futuros para la salud se conformó mediante el análisis de contenido de las respuestas a las preguntas: ¿considera que su salud ya está dañada? y ¿considera que existen riesgos para la salud en el futuro por la contaminación?; ¿por qué?

Una vez codificada la información, se preparó una hoja electrónica en el paquete estadístico StatSoft® y con esta misma herramienta se efectuó una primera exploración descriptiva mediante tablas y gráficas de cada una de las variables. Posteriormente, se practicó una prueba U de Mann-Whitney para determinar diferencias signifi-

Tabla 1. Operacionalización de las variables de exposición utilizadas para el análisis de los resultados

Tipos	1) Ambiental: cuando la persona reside de manera permanente en la zona de estudio 2) Ocupacional: cuando la persona, aparte de residir en la zona de estudio, se dedica a las labores del campo
Grados	1) Bajo: cuando las actividades laborales se reducen al empaque de productos agrícolas 2) Medio: cuando hay dedicación a actividades directamente relacionadas con la tierra: siembra, barbecho, desyerbe y pizca 3) Alto: cuando la persona se dedica a actividades relacionadas con el manejo directo de sustancias tóxicas de fertilización y fumigación en campo, solventes, etc.
Niveles	1) Habitual: cuando la persona se dedica a las actividades agrícolas diariamente 2) Temporal: cuando la persona se dedica por temporadas a las labores agrícolas
Duración	1) Corto plazo: de 1 a 3 años 2) Mediano plazo: de 4 a 9 años 3) Largo plazo: 10 años o más

Tabla 2. Operacionalización de las variables utilizadas para revelar la percepción del riesgo para la salud

Variable	Indicador	Factores a interpretar positivamente a partir de las respuestas
Origen del Riesgo para la Salud	Riesgo laboral	<ul style="list-style-type: none"> • La persona expresa que está expuesta a sustancias tóxicas como insecticidas herbicidas, fungicidas, fertilizantes, solventes o metales pesados, por las actividades laborales del campo. • La persona puede describir claramente las sustancias a las que estuvo expuesta por su actividad laboral.
	Riesgo ambiental	<ul style="list-style-type: none"> • La persona puede expresar que está expuesta a sustancias tóxicas o contaminantes por vivir alrededor de las zonas agrícolas. • La persona expresa preocupación o temor debido a las actividades de fumigación o fertilización que se llevan a cabo en los campos de cultivo alrededor de los cuales reside. • La persona expresa preocupación o temor por focos de contaminación en el entorno donde reside.
Riesgos futuros para la salud	Efectos de tipo agudo	<ul style="list-style-type: none"> • La persona solamente expresa preocupación o temor por manifestaciones de tipo agudo en la salud, debidas a la exposición a sustancias tóxicas u otros contaminantes ambientales, como asma, enfermedades respiratorias o intoxicación.
	Efectos de tipo crónico	<ul style="list-style-type: none"> • Las personas expresan su preocupación o temor por el desarrollo de padecimientos crónico-degenerativos como consecuencia de la exposición a sustancias tóxicas u otros contaminantes ambientales, tales como defectos de nacimiento, diabetes, hipertensión, cáncer, etc.

cativas entre las dos zonas de estudio, para posteriormente efectuar un análisis de agregamiento (*cluster analysis*), para lo cual se utilizó el método de Ward como regla de agrupamiento y como medida de distancia, el coeficiente 1-R de Pearson, para revelar la asociación entre las variables consideradas en el estudio.

Con la finalidad de confirmar la asociación entre los grupos de variables que reveló el análisis de agregamiento (AA), se efectuó un análisis de factores (AF) utilizando el análisis de componentes principales (ACP) como método de extracción de los dos factores perpendiculares con mayor carga de variabilidad, sobre los cuales se graficaron cada una de las variable consideradas en este estudio.

Una vez establecidos los grupos de variables con mayor vínculo, se procedió a explicar, con un enfoque más cualitativo y con la ayuda de las observaciones realizadas *in situ*, el análisis de la percepción, las gráficas y el ACP, así como los factores que inciden en la manera cómo los residentes del valle de Mexicali y San Quintín perciben el riesgo que representa para su salud, presente y futura, la exposición ocupacional y ambiental a la contaminación por pesticidas y otras sustancias tóxicas.

Resultados

Características socioeconómicas de las personas en los sitios de estudio

La tabla 3 presenta las características de las 166 personas que tomaron parte en este estudio: 99 residen en la zona de influencia del río Hardy-Colorado en el valle

de Mexicali y 67, en San Quintín. Ya que las visitas se hicieron a los domicilios en fin de semana, las mujeres estuvieron más disponibles para intervenir en el estudio, por lo cual 123 de los participantes fueron mujeres y solo 43, hombres.

Características de exposición

El porcentaje de personas ocupacionalmente expuestas en ambos sitios de estudio fue proporcionalmente similar, con 69% en el valle de Mexicali y 78% en San Quintín, como se muestra en la tabla 4. En la misma tabla se aprecia que la duración de la exposición ocupacional es de alrededor de 20 años y en ambos sitios es aproximadamente similar. La edad en la que se inicia a trabajar en el campo es desde los cinco años de edad en ambos sitios, y el grupo de edad de inicio más frecuente es de los diez a los quince años. Es poco frecuente que las personas se inicien como trabajadores agrícolas después de cumplir los 20 años.

En cuanto a los grados y niveles de exposición que se muestran en la tabla 5, llama nuevamente la atención la similitud proporcional en ambos sitios; los niveles de exposición más frecuentes son el trabajo temporal en comparación con el habitual, y en relación con el grado de exposición, puede decirse que la mayor proporción en ambos sitios ocurre en niveles medios de exposición; es decir, el trabajo directo con la tierra en los campos de cultivo. Solo entre 2 y 8% se desarrollan actividades altamente expuestas; en contraste, solo 2% desarrolla solamente actividades de empaque de productos agrícolas, actividades categorizadas como de bajo grado de exposición.

Tabla 3. Características demográficas de los participantes del estudio

Características demográficas	n	Media	Mediana	Mínimo	Máximo	DE
Edad	163	40,7	39	16	81	1,3
Escolaridad	148	Primaria	Primaria	No estudió	Licenciatura	n/a
Ingreso personal semanal*	69	67	64	0	240	7
Ingreso familiar semanal*	67	121	72		320	11
Tiempo de residencia	158	23,6	22	0,25	70	1,3
Edad de inicio del trabajo en el campo	117	16,5	14	5	40	0,8
Años de trabajo en el campo	117	11,0	7	0	30	0,9

* Expresado en dólares americanos.

Tabla 4. Porcentaje de las características de exposición en ambos sitios de estudio

Características de exposición		Valle de Mexicali (%)	Valle de San Quintín (%)
Exposición	Ambiental	31	22
	Ocupacional	69	78
Duración de la exposición ocupacional	Menos de 10 años	65	74
	Más de 10 años	35	26
Edad de inicio en el trabajo agrícola	Menos de 10 años	19	25
	De 11 a 15 años	36	29
	De 16 a 20 años	34	15
	Mayores de 20 años	11	31

Tabla 5. Porcentaje de los niveles de riesgo por exposición ocupacional y la percepción del riesgo por exposición ocupacional y ambiental

Nivel de riesgo	Mexicali			San Quintín		
	Alto (%)	Medio (%)	Bajo (%)	Alto (%)	Medio (%)	Bajo (%)
Expuestos por temporada	15	85	0	23	68	9
Expuestos diariamente	9	83	9	30	60	10
Percepción del riesgo	No sabe %	No %	Si %	No sabe %	No %	Si %
Ocupacional	10	58	34	5	60	35
Ambiental	0	16	84	0	22	78

La percepción del riesgo sobre la salud por exposición ocupacional y ambiental

A pesar de que las personas trabajan en contacto con sustancias tóxicas y peligrosas, como los agroquímicos, por su actividad laboral, una alta proporción no percibe que está expuesta a sustancias peligrosas en ambos sitios. La percepción que tienen los residentes de ambos centros de población en torno al riesgo de exposición ocupacional mostró que una alta proporción niega estar expuesta a sustancias peligrosas, y solo 12% en Mexi-

cali y San Quintín, respectivamente, aprecian que han estado expuestas a xenobióticos en su trabajo.

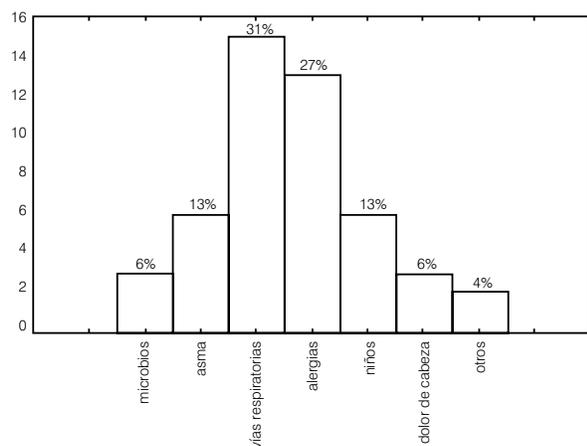
En la tabla 6 se muestra cómo las personas en ambos sitios de estudio coinciden en percibir la existencia de problemas de contaminación ambiental, independientemente de si se dedican o no a labores en campo; en cambio, en cuanto a la percepción del origen de la contaminación, difieren ambos lugares, ya que en Mexicali se identifica la quema de basura (38%) y la contaminación de los drenes agrícolas del río Hardy-Colorado (30%)

Tabla 6. Percepción del origen de la contaminación ambiental en la zona donde vive

Origen de contaminación	Valle de Mexicali (%)	Valle de San Quintín (%)
Contaminación del río Hardy y canales de irrigación agrícola	30	0
Polvo	12	9
Aguas negras	11	3
Animales muertos	4	9
Basura y quema de parcelas y basura	38	43
Cuando fumigan los campos de cultivo	6	26

como los principales causantes de la contaminación. En cambio, en San Quintín, en primer lugar, 43% de los encuestados identifican la basura como el problema de contaminación ambiental y 26% atribuyen el origen a las prácticas de fumigación de los campos de cultivo.

La percepción de los efectos futuros sobre la salud se presentan en la figura 2, donde puede observarse que en las zonas de estudio, las personas perciben que los efectos sobre la salud, por exposición a las mezclas de contaminantes, se presentan principalmente como enfermedades en vías respiratorias, alergias y asma; en cambio, otros padecimientos, como enfermedades cardiovasculares, diabetes, cáncer y otras enfermedades crónico-degenerativas, solo se percibieron en 4%.

**Figura 2.** Percepción de los efectos futuros sobre la salud por la contaminación

Después del análisis descriptivo, se practicó una prueba de Mann-Whitney para detectar diferencias significativas entre los residentes de la zona de influencia del río Hardy-Colorado y el valle de San Quintín. Tal prueba reflejó que de las 15 variables comparadas, so-

lamente cuatro revelaron diferencias, como lo muestra la tabla 7, la percepción del tipo de efectos futuros en la salud, lo cual refleja que en la localidad de valle de Mexicali se liga principalmente a efectos de tipo agudo; en cambio, en el valle de San Quintín, esta percepción es un tanto más equilibrada con relación a los crónico-degenerativos.

Otra variable que mostró diferencias significativas es la proporción de sexos, ya que en el valle de Mexicali participaron más mujeres que hombres, en cambio, en San Quintín, aunque las mujeres fueron también mayormente participativas, en relación con los hombres la proporción fue más equilibrada en esta localidad. En cuanto al estado de procedencia, en el valle de Mexicali las personas son principalmente originarias del Baja California, en cambio en San Quintín hay más personas inmigrantes de otros estados de la República mexicana, lo cual se ve reflejado en el ingreso, que es mayor en San Quintín que en Mexicali.

El análisis agregado que se presenta en la figura 3 reveló tres grupos de variables: el grupo A se aglutinó a una distancia de 1,0 unidades con cuatro variables: escolaridad (ESC), percepción del tipo de efecto sobre la salud (PTES), ingreso semanal (ING) y lugar de residencia (VALLE); en el grupo B se aglomeraron seis variables más a 1,02 unidades de distancia: sexo (SEX); estado de procedencia en la República mexicana (EDO), edad de la persona (ED), tiempo de residencia en el lugar (TRES), percepción del riesgo en salud (PRS) y percepción del riesgo por exposición ambiental (PRA); por último, en el grupo C se aglomeraron, a una distancia aproximada de 0,25 unidades, seis variables: edad de inicio en las labores del campo (EIN), percepción del riesgo por exposición laboral (PRL), grado de exposición (GEX), nivel de exposición (NEX), duración de la exposición (DEX) y tipo de exposición (TEX).

En la tabla 8 se presentan los dos factores que extrajeron el 38% de la variación. Las variables que mostraron mayor carga en el primer factor fueron: tipo de exposición (TEX), edad de inicio en trabajo agrícola (EIN), duración de la exposición laboral (DEX), nivel de exposición laboral (NEX), grado de exposición laboral (GEX), percepción del riesgo laboral (PRL) e ingreso semanal (ING); en cambio, en el segundo factor, los que ostentaron mayor carga fueron: lugar de residencia (VALLE), percepción del origen del riesgo ambiental (PRA), percepción del riesgo en salud (PRS), percepción del tipo de efecto sobre la salud (PTES), escolaridad (ESC), sexo (SEX) y estado de procedencia (EDO).

Una vez calculadas las coordenadas de cada variable a partir de las cargas y los coeficientes de correlación, se dispusieron los dos factores de manera perpendicular en la figura 4. Sobre este plano, se plasmaron las 16 variables, formando tres conjuntos: el grupo A, conforma-

Tabla 7. Resultados de la prueba U-Mann-Whitney para detectar diferencias significativas, con $p < 0,05$ entre el valle de Mexicali y San Quintín

Variable	Rangos Mexicali	Rangos San Quintín	U	Z	p-nivel
Tiempo de exposición	9.010,5	5.354,5	3.076,5	1,09	0,27
Edad de inicio	8.578,5	5.786,5	3.325,5	-0,29	0,77
Duración de la exposición	9.096	5.269	2.991	1,37	0,17
Nivel de exposición	8.348,5	5.679,5	3.298,5	-0,17	0,87
Grado de exposición	8.347,5	5.513,5	3.235,5	0,27	0,79
Percepción del riesgo laboral	8.595	5.601	3.342	-0,08	0,94
Percepción del riesgo ambiental	8.593	5.772	3.340	-0,25	0,8
Percepción del riesgo en salud	8.641,5	5.723,5	3.388,5	-0,09	0,93
Percepción del tipo de efecto en salud	7.724	6.641	2.471	-3,04	0
Escolaridad	8.295	6.070	3.042	-1,21	0,23
Tiempo de residencia	8.260,5	6.104,5	3.007,5	-1,32	0,19
Edad	8.601,5	5.426,5	3.215,5	0,38	0,7
Sexo	8.053	6.312	2.800	-1,98	0,05
Estado de procedencia	7.831	6.534	2.578	-2,7	0,01
Ingreso	6.761,5	7.603,5	1.508,5	-6,13	0

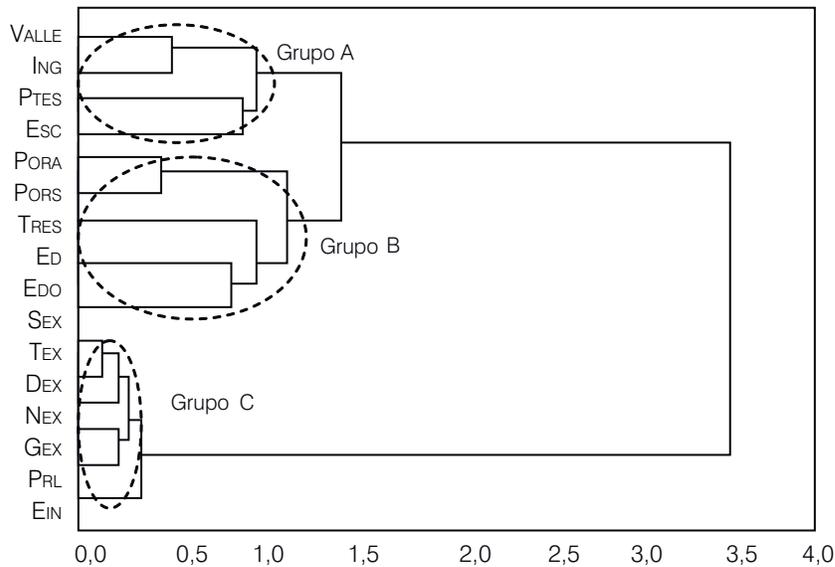


Figura 3. Esquema de los grupos que se revelaron a partir del análisis de agrupamiento (*cluster analysis* o *ca*)

do por tres variables: percepción del riesgo ambiental (PRA), percepción del riesgo en salud (PRS) y sexo (SEX); el grupo B, conformado por siete variables: lugar de residencia (VALLE), percepción del tipo de efecto sobre la salud (PTES), escolaridad (ESC), tiempo de residencia en la localidad (TRES), edad (ED), estado de procedencia

(EDO) e ingreso semanal (ING) y, por último, el grupo C, conformado por seis variables: tipo de exposición (TEX), edad en la que empiezan a trabajar en los campos agrícolas (EIN), duración de la exposición (DEX), nivel de exposición (NEX), grado de exposición (GEX) y percepción del riesgo laboral (PRL); este último grupo de variables

Tabla 8. Cargas de los dos factores principales para cada una de las variables

Variables	Factor 1	Factor 2
1. Lugar de residencia (VALLE)	-0,02	0,26
2. Tipo de exposición (TEX)	0,97	-0,08
3. Edad de inicio en trabajo agrícola (EIN)	0,82	0,05
4. Duración de la exposición laboral (DEX)	0,89	0,00
5. Nivel de exposición laboral (NEX)	0,85	0,01
6. Grado de exposición laboral (GEX)	0,88	0,04
7. Percepción del origen del riesgo laboral (PORL)	0,87	-0,09
8. Percepción del origen del riesgo ambiental (PORA)	0,09	0,52
9. Percepción del riesgo en salud (PRS)	0,00	0,62
10. Percepción del tipo de efecto sobre la salud (PTES)	0,09	0,29
11. Escolaridad (ESC)	0,06	0,16
12. Tiempo de residencia (TRES)	0,02	0,08
13. Edad (ED)	-0,03	0,30
14. Sexo (SEX)	0,01	0,54
15. Estado de procedencia (EDO)	-0,06	0,32
16. Ingreso semanal (ING)	0,17	0,10
<i>Varianza explicada</i>	4,74	1,36
<i>Porcentaje de varianza explicada</i>	29%	8%

Nota: en negritas se anotan las variables con mayor carga; los dos últimos renglones presentan la varianza explicada de cada factor.

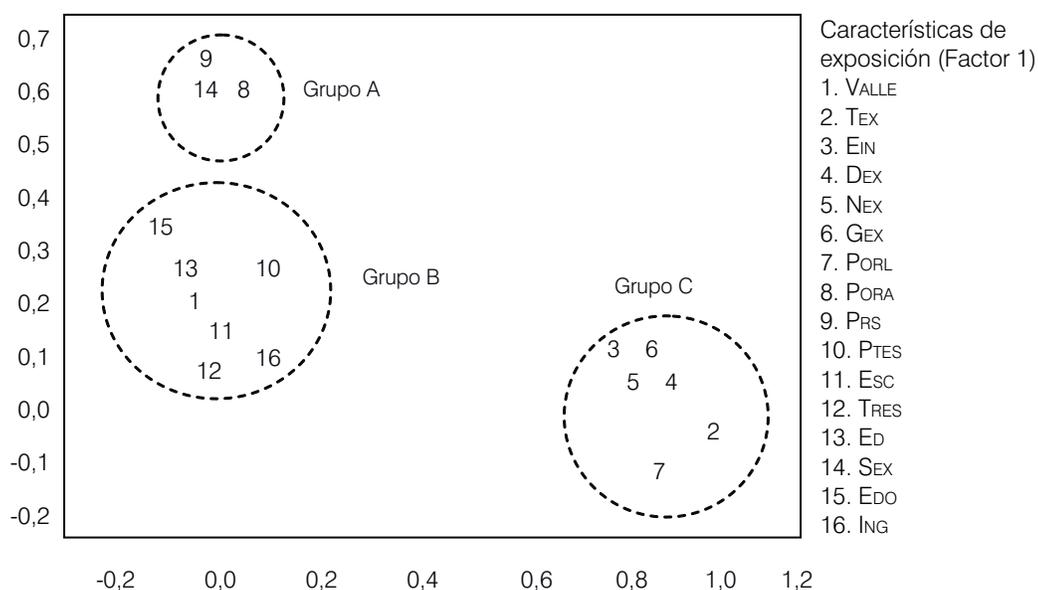


Figura 4. Grupos de variables a partir de los dos factores que explican la mayor proporción de varianza

es el que presentó mayor carga en el primer factor, por encima de 0,8, como se muestra en la tabla 8.

Discusión

Las personas residentes en ambas zonas de estudio presentan características socioeconómicas y de exposición a mezclas de contaminantes similares. A pesar de que estos lugares tienen particularidades en cuanto al clima y aporte de agua distintos, los residentes de ambas zonas agrícolas perciben y enfrentan situaciones de riesgo laboral semejantes en cuanto a los tipos, niveles, grados y duración de exposición considerados en este estudio.

Por otra parte, en cuanto a la percepción del origen de la contaminación, las personas que residen y trabajan en el valle de San Quintín expresan una mayor preocupación por los eventos de fumigación de los campos agrícolas, en tanto que las personas del valle de Mexicali ligan su mayor temor al deterioro de la calidad del agua en los canales de irrigación y del Río Hardy; en cambio, en cuanto al problema de presencia y quema de basura en ambos sitios, las personas coinciden en percibirlo como una inquietud importante. Estos dos aspectos pueden ser interpretados desde la perspectiva de Berube,¹⁶ quien menciona que las personas, como toxicólogos intuitivos que son, utilizan los sentidos de la vista, el gusto y el olfato para detectar alimentos, agua y aire peligroso inseguro o insalubre; de esta forma, se explica cómo los residentes del valle de Mexicali ligan más su temor a los cuerpos de agua —que son más conspicuos— que a los eventos de fumigación, como lo aprecian los vecinos del valle de San Quintín, donde el agua para los cultivos viene de los mantos freáticos.¹⁶

Las variables clasificadas en el grupo C del análisis de factores de la figura 4 permiten explicar que la percepción del origen del riesgo por exposición laboral está vinculada a los factores de exposición ocupacional más que los factores socioeconómicos, como el ingreso salarial y la escolaridad; en cambio, en cuanto a la percepción del origen del riesgo por exposición ambiental que se encuentra, el grupo A revela que los riesgos ambientales y los efectos en la salud por exposición a contaminantes está mediada por el género, ya que fueron las mujeres quienes mayor inquietud expresaron, y por esto el sexo se ubicó en este grupo de variables en la figura 4.

Ya que en el grupo B de la figura 4 se encuentra la variable que expresa la percepción del riesgo acerca de los efectos futuros sobre la salud —junto con otras variables socioeconómicas, como la edad, escolaridad, ingreso y tiempo de residencia—, se puede considerar que dicha percepción está culturalmente construida en los residentes de las zonas de estudio, en el sentido mencionado por Susteín,²³ quien establece que diferentes grupos, con diversas orientaciones culturales, enfocan su percepción

en fuentes de peligro y riesgos diversos. En este mismo sentido, de las diferencias que encuentra Mertzl²⁴ en los puntos de vista de los gerentes de la industria química con toxicólogos que trabajan para el gobierno, y de los toxicólogos del sector académico con el público en general, se puede comentar que ésta también es una construcción cultural en torno a cómo grupos con distinta escolaridad, intereses e ingreso determinan hasta cierto punto la severidad con la que se percibe el riesgo.

Adicionalmente, y a partir del análisis de los padecimientos más señalados por las personas, en la figura 2 se puede admitir que los residentes de los valles de Mexicali y San Quintín solo detectan como efectos reales aquellos cuyas consecuencias son perceptibles de manera aguda, como el asma y las enfermedades en vías respiratorias, sin considerar de manera clara los efectos crónicos, que son señalados por los expertos como los efectos reales a largo plazo por exposición prolongada a mezclas complejas de contaminantes, como las enfermedades crónico-degenerativas: hipertensión, diabetes e incluso cáncer, lo cual corrobora lo que indica Malmfors,²⁵ en el concepto de toxicología intuitiva, ya que no es siempre posible detectar y valorar los peligros inherentes a la exposición a los agroquímicos utilizando simplemente los sentidos.

Ya que la percepción de los efectos futuros para la salud está ligada al grado escolar, y al ingreso salarial, como se observa en el grupo C de la figura 4, entre más tiempo pasen las personas en esta actividad laboral, se limita su acceso a niveles superiores de escolaridad; así, por cada año que permanezca un niño en las labores agrícolas, se reduce su acceso a la escolaridad, como lo han mencionado otros autores,¹ quienes han explicado cómo un niño que empieza a ocuparse en el campo a los cinco años y permanece por diez años trabajando en esta actividad, es muy probable que no termine la educación primaria;¹⁰ de esta forma, conjuntamente la pobre escolaridad limitará su percepción acerca de los riesgos por las sustancias a las que está expuesto ocupacionalmente. Por lo anterior puede señalarse que:

1. Las personas que residen en los centros de población de la zona de influencia del río Hardy-Colorado y San Quintín son vulnerables a los efectos en su salud por exposición ocupacional y ambiental a mezclas de contaminantes, aun cuando no perciban el riesgo a largo plazo en el mismo sentido que los expertos mencionan.
2. La percepción que tienen los residentes de las zonas estudiadas acerca de los efectos futuros en la salud no incluye las enfermedades crónico-degenerativas, y se limita a aquellas condiciones que causan más molestias en cuanto a su sintomatología, como son el asma y las alergias, lo cual se explica a partir del concepto de toxicología intuitiva.

3. La percepción acerca del riesgo que representa la exposición a mezclas de contaminantes en las personas participantes en este estudio está mediada por la escolaridad, por lo cual no detectan el riesgo por exposición crónica a las mezclas de contaminantes.
4. El acceso a la escolaridad en las zonas de estudio se encuentra limitado por la temprana edad en que las personas se empiezan a trabajar en las labores del campo, además del tiempo que permanecen en esta actividad, lo cual contribuye a la privación cultural y la reproducción social de prácticas que ponen en riesgo la salud presente y futura de los trabajadores agrícolas del valle de Mexicali y San Quintín.

Agradecimientos

Los autores agradecen al programa de Fondos Mixtos del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología y el gobierno de Baja California, Fomix Conacyt-BC, por el apoyo financiero para la realización del presente trabajo, así como a la Universidad Autónoma de Baja California por contribuir con recursos de la XI Convocatoria Interna de Apoyo a Proyectos de Investigación.

Referencias

- 1 Moreno JA, López MG. Desarrollo agrícola y uso de agroquímicos en el valle de Mexicali. *Estudios Fronterizos UABC México* 2005; 6: 119-153.
- 2 Moreno JA, Niño L. El nivel de bienestar de los trabajadores agrícolas de San Quintín y Valle de Mexicali, Baja California. *Ciencias Marinas* 2004; 30(1): 133-143.
- 3 Cardona OD. Manejo ambiental y prevención de desastres: dos temas asociados. En: Fernández MA, editor. *Ciudades en Riesgo, Degradación Ambiental, Riesgos Urbanos y Desastres*. Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina 1996: 57-75.
- 4 Braud A. Inventario de Plaguicidas Agrícolas Usados en la Frontera México-Estados Unidos. Organización Panamericana de la Salud Informe Final de la Oficina de Campo México-Estados Unidos 2005.
- 5 Portugal E, Izquierdo G, Truesdell A, Álvarez J. The geochemistry and isotope hydrology of the Southern Mexicali Valley in the area of the Cerro Prieto, Baja California Mexico geothermal field. *Journal of Hydrology* 2005; 313(3): 4132-148.
- 6 Quintanilla A, Suárez F. Cerro Prieto and its relation to the Gulf of California spreading centers. *Ciencias Marinas* 1996; 22(1): 91-110.
- 7 Daesslé LW, Lugo KC, Tobschall HJ, Melo M, Gutiérrez EA, García LG. Accumulation of As, Pb; and Cu associated with the recent sedimentary processes in the Colorado Delta, South of the United States-Mexico Boundary. 2009, *Archives of Environmental Contamination and Toxicology* [En prensa].
- 8 García J, King KA, Velasco AL, Shumilin E, Mora MA, Glen E P. Selenium, selected inorganic elements, and organochlorine pesticides in bottom material and biota from Colorado River delta. *Journal of Arid Environments* 2001; 49: 65-89.
- 9 García J, Sapozhnikova YV, Schlenk D, Mason AZ, Hinojosa O, Rivera JJ, *et al.* Concentration of contaminants in breeding bird eggs from the Colorado-River-Delta, México. *Environmental Toxicology and Chemistry* 2006; 25: 1640-1647.
- 10 Garduño E, García E, Morán P. *Mixtecos en Baja California: El caso de San Quintín*. Mexicali, B. C., México. Universidad Autónoma de Baja California; 1989. 293 págs.
- 11 Arellano C. *Informe de Experiencias de Trabajo Docente en la Colonia Lázaro Cárdenas, San Quintín, B. C. Ensenada: Escuela Normal Estatal; 1975.*
- 12 Aguirre A, Buddemeier R, Camacho V, Carriquiry JD, Ibarra SE, Massey B, *et al.* Sustainability of Coastal Resource Use in San Quintin, Mexico. *AMBIO* 2001; 30:142-150.
- 13 Comisión Nacional del Agua. *Determinación de la disponibilidad de agua en el Acuífero Colonia Vicente Guerrero, Estado de Baja California*. Gerencia de Aguas Subterráneas; 2002.
- 14 Melo M, Daesslé LW, García J. Efectos del represamiento del Río Colorado en la sedimentación y abundancia de Hg en el Río Hardy-Colorado, Baja California, México. Pachuca; 2007.
- 15 Cohen M. *Entendiendo los flujos de agua en el Delta del Río Colorado: Recomendaciones para la instalación de estaciones hidrométricas y mejorar la recolección y reporte de datos hidrológicos*. Informe Técnico. Pacific Institute, Research for People and the Planet; 2005.
- 16 Zúñiga LW. *Ordenamiento ambiental para un plan de manejo integral de la cuenca del Arroyo Santo Domingo, Baja California, México*. [Tesis de Maestría]. México: UABC; 1995.
- 17 Berube DM. *Intuitive Toxicology: The Public Perception of Nanoscience*. En: Allhoff y P L. *Nanotechnology and Society*. Springer Netherlands 2008: 91-108.
- 18 Sjöberg LA. Discussion of the Limitations of the Psychometric and Cultural Theory Approaches to Risk Perception. *Radiation Protection Dosimetry* 1996; 68:219-225.
- 19 Finucane ML. Psychosocial and cultural factors affecting the perceived risk of genetically modified food: an overview of the literature. 2005, *Social Science & Medicine*; 60: 1603-1612.
- 20 Brewer NT, Chapman GB, Gibbons FX, Gerrard M, McCau KD, Weinstein ND. Meta-analysis of the relationship between risk perception and health behavior: The example of vaccination. *Health Psychology* 2007; 26: 136-145.
- 21 Berube DM. NanoHype: the truth behind the nanotechnology buzz. *Prometheus Books* 2006: 302 págs.
- 22 Marris C, Langford IH, O'Rio T. A Quantitative Test of the Cultural Theory of Risk Perceptions: Comparison with the Psychometric Paradigm *Risk Analysis* 2009; 18: 635-647.
- 23 Sunstein CR. On the divergent american reactions to terrorism and climate change. *Columbia Law Review* 2007; 107: 503-557.
- 24 Mertz CK, Slovic P, Purchase IF. Judgments of chemical risks: comparisons among senior managers, toxicologists, and the public. *Risk Analysis* 1998; 18: 391-404.
- 25 Malmfors T, Slovic P, Neil N. Intuitive toxicology: expert and lay judgments of chemical risks. *Toxicology and Pathology* 1994; 22: 198-201.