

### Características sociodemográficas del asentamiento poblacional en la frontera norte de México

Humberto González Galbán, Rafael Vela González†  
y Ana María Navarro Ormelas

### Implementación de datos abiertos gubernamentales en México: diagnóstico estatal 2015-2016

Rodrigo Sandoval-Almazán

### El riesgo ante la sequía meteorológica en México

Víctor Magaña, Baldemar Méndez, Carolina Neri y Gustavo Vázquez

### Indicadores socioeconómicos y productivos del guajolote mexicano (*Meleagris gallopavo gallopavo*) en la región del Istmo de Tehuantepec, Oaxaca, México

Soledad Nava Reyes, Carlos A. Romero Tapia, Ramón Soriano Robles y Carlos M. Romero Ramírez

### Atrición en encuestas de panel en México: la Encuesta Nacional sobre Salud y Envejecimiento en México (ENASEM)

Karina Orozco-Rocha, Rebeca Wong y Alejandra Michaels Obregón

### Almacenamiento *raster* implementando *GridFS* en la base de datos *MongoDB*

Marco Antonio López Vega, Stéphane Couturier y Daniel Gonzalo Hernández Rivera

### Propuesta metodológica interdisciplinaria y multiescalar para el estudio de la vulnerabilidad del paisaje

María del Carmen Hernández Moreno y Araceli del Carmen Andablo Reyes, Miguel Ángel Castillo Santiago, Jean Francois Mas, Azucena Pérez Vega y Alejandro Flamenco Sandoval





# ¿Cómo anda el ánimo de los tuiteros en México?


En el sitio del INEGI puedes averiguarlo por hora, día, semana o mes y asociarlo con eventos y noticias relacionados.

Es un estudio experimental del INEGI que aprovecha *Big Data* a partir de la carga anímica en los mensajes publicados en *Twitter*.

**TÚ HACES**  
LA ESTADÍSTICA

01 800 111 46 34  
[www.inegi.org.mx](http://www.inegi.org.mx)  
[atencion.usuarios@inegi.org.mx](mailto:atencion.usuarios@inegi.org.mx)

 INEGI Informa

 @INEGI\_INFORMA



INSTITUTO NACIONAL  
DE ESTADÍSTICA Y GEOGRAFÍA

## Contenido

<b>Características sociodemográficas del asentamiento poblacional en la frontera norte de México</b>	<b>4</b>
<i>Socio-demographic Characteristics of the Settlement in the Northern Border of Mexico</i> Humberto González Galbán, Rafael Vela González† y Ana María Navarro Ornelas	
<b>Implementación de datos abiertos gubernamentales en México: diagnóstico estatal 2015-2016</b>	<b>18</b>
<i>Open Government Data Implementation in Mexico: A State Diagnosis 2015-2016</i> Rodrigo Sandoval-Almazán	
<b>El riesgo ante la sequía meteorológica en México</b>	<b>30</b>
<i>Meteorological Drought Risk in Mexico</i> Victor Magaña, Baldemar Méndez, Carolina Neri y Gustavo Vázquez	
<b>Indicadores socioeconómicos y productivos del guajolote mexicano (<i>Meleagris gallopavo gallopavo</i>) en la región del Istmo de Tehuantepec, Oaxaca, México</b>	<b>42</b>
<i>Socio-economic and Productive Indicators of Mexican Turkey (<i>Meleagris gallopavo gallopavo</i>) in the Region of Tehuantepec Isthmus in Oaxaca, Mexico</i> Soledad Nava Reyes, Carlos A. Romero Tapia, Ramón Soriano Robles y Carlos M. Romero Ramírez	
<b>Atrición en encuestas de panel en México: la Encuesta Nacional sobre Salud y Envejecimiento en México (ENASEM)</b>	<b>54</b>
<i>Attrition in Panel Surveys in Mexico: The Mexican Health and Aging Study (MHAS)</i> Karina Orozco-Rocha, Rebeca Wong y Alejandra Michaels Obregón	
<b>Almacenamiento <i>raster</i> implementando <i>GridFS</i> en la base de datos <i>MongoDB</i></b>	<b>72</b>
<i>Raster Data Storage in Big Data Infrastructures: Implementing the GridFS Tool for a MongoDB Database</i> Marco Antonio López Vega, Stephane Couturier y Daniel Gonzalo Hernández Rivera	
<b>Propuesta metodológica interdisciplinaria y multiescalar para el estudio de la vulnerabilidad del paisaje</b>	<b>82</b>
<i>Interdisciplinary and Multi-scale Methodological Proposal for the Study of Landscape Vulnerability</i> María del Carmen Hernández Moreno y Araceli del Carmen Andablo Reyes, Miguel Ángel Castillo Santiago, Jean Francois Mas, Azucena Pérez Vega y Alejandro Flamenco Sandoval	
<b>Colaboran en este número</b>	<b>100</b>



## INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y GEOGRAFÍA

### Presidente del Instituto

Julio Alfonso Santaella Castell

### Vicepresidentes

Enrique de Alba Guerra

Mario Palma Rojo

Paloma Merodio Gómez

### Dirección General de Estadísticas Sociodemográficas

Edgar Vielma Orozco

### Dirección General de Estadísticas de Gobierno, Seguridad Pública y Justicia

Adrián Franco Barrios

### Dirección General de Estadísticas Económicas

José Arturo Blancas Espejo

### Dirección General de Geografía y Medio Ambiente

Carlos Agustín Guerrero Elemen

### Dirección General de Integración, Análisis e Investigación

Enrique Jesús Ordaz López

### Dirección General de Coordinación del Sistema Nacional de Información Estadística y Geográfica

María Isabel Monterrubio Gómez

### Dirección General de Vinculación y Servicio Público de Información

Eduardo Javier Gracida Campos

### Dirección General de Administración

Marcos Benerice González Tejeda

### Contraloría Interna

Alonso Araoz de la Torre, encargado del despacho

### REALIDAD, DATOS Y ESPACIO REVISTA INTERNACIONAL DE ESTADÍSTICA Y GEOGRAFÍA

#### Editor responsable

Enrique Jesús Ordaz López

#### Editor técnico

Gerardo Leyva Parra

#### Coordinación editorial

Virginia Abrín Batule y Mercedes Pedrosa Islas

#### Corrección de estilo

José Pablo Covarrubias Ordiales y Laura Elena López Ortiz

#### Corrección de textos en inglés

Gerardo Piña

#### Diseño y edición

Juan Carlos Martínez Méndez y Eduardo Javier Ramírez Espino

Indizada en: Sistema Regional de Información en Línea para Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal *Latindex Catálogo*; Citas Latinoamericanas en Ciencias Sociales y Humanidades (*CLASE*) y en la Red Iberoamericana de Innovación y Conocimiento (*REDIB*).

REALIDAD, DATOS Y ESPACIO REVISTA INTERNACIONAL DE ESTADÍSTICA Y GEOGRAFÍA, Vol. 9, Núm. 1, enero-abril 2018, es una publicación cuatrimestral editada por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía, Avenida Héroe de Nacozari Sur 2301, Fraccionamiento Jardines del Parque, 20276 Aguascalientes, Aguascalientes, Aguascalientes, entre la calle INEGI, Avenida del Lago y Avenida Paseo de las Garzas, México. Teléfono 55 52781069. Toda correspondencia deberá dirigirse al correo: [rde@inegi.org.mx](mailto:rde@inegi.org.mx)

Editor responsable: Enrique Jesús Ordaz López. Reserva de Derechos al Uso Exclusivo del Título Núm. 04-2012-121909394300-102, ISSN Núm. 2007-2961, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Certificado de Licitud de Título y Contenido Núm. 15099, otorgado por la Comisión Calificadora de Publicaciones y Revistas Ilustradas de la Secretaría de Gobernación. Domicilio de la publicación, imprenta y distribución: Avenida Héroe de Nacozari Sur 2301, Fraccionamiento Jardines del Parque, 20276 Aguascalientes, Aguascalientes, Aguascalientes, entre la calle INEGI, Avenida del Lago y Avenida Paseo de las Garzas, México.

El contenido de los artículos, así como sus títulos y, en su caso, fotografías y gráficos utilizados son responsabilidad del autor, lo cual no refleja necesariamente el criterio editorial institucional. Asimismo, la Revista se reserva el derecho de modificar los títulos de los artículos, previo acuerdo con los autores. La mención de empresas o productos específicos en las páginas de la Revista no implica el respaldo por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía.

Se permite la reproducción total o parcial del material incluido en la Revista, sujeto a citar la fuente. Esta publicación consta de      ejemplares y se terminó de imprimir en      del 2018.

Versión electrónica: <http://rde.inegi.org.mx>  
ISSN 2395-8537

## CONSEJO EDITORIAL

Enrique de Alba Guerra  
Presidente del Consejo

Fernando Cortés Cáceres  
Profesor Emérito de FLACSO  
PUED de la UNAM  
México

Gerardo Bocco Verdinelli  
Universidad Nacional Autónoma de México  
México

Ignacio Méndez Ramírez †  
Universidad Nacional Autónoma de México  
México

Juan Carlos Chávez Martín del Campo  
Banco de México  
México

Lidia Bratanova  
UNECE Statistical Division  
Switzerland

José Antonio de la Peña Mena  
Centro de Investigación en Matemáticas, AC  
México

Tonatiuh Guillén López  
El Colegio de la Frontera Norte, AC  
México

Víctor Manuel Guerrero Guzmán  
Instituto Tecnológico Autónomo de México  
México

## Editorial

Con el primer número del 2018, REALIDAD, DATOS Y ESPACIO REVISTA INTERNACIONAL DE ESTADÍSTICA Y GEOGRAFÍA inicia su noveno año de publicación ininterrumpida, ahora sin uno de los miembros del Consejo Editorial, el doctor Ignacio Méndez Ramírez, destacado especialista en Estadística e incondicional colaborador en distintas tareas del Instituto, a quien por su fallecimiento dedicamos esta edición como un sencillo homenaje; asimismo, queremos expresar a sus familiares y amigos nuestro más sentido pésame.

En esta ocasión son siete los artículos de diversa temática; enseguida se presenta una breve descripción de cada uno de ellos:

*Características sociodemográficas del asentamiento poblacional en la frontera norte de México (Socio-demographic Characteristics of the Settlement in the Northern Border of Mexico)*, con las cuales se trata de encontrar elementos explicativos, fundamentados estadística y espacialmente, de peculiaridades de las problemáticas actuales y perspectivas de la distribución de la población y los cambios al respecto según su cercanía al país de más desarrollada economía del mundo.

*Implementación de datos abiertos gubernamentales en México: diagnóstico estatal 2015-2016 (Open Government Data Implementation in Mexico: A State Diagnosis 2015-2016)* es un análisis comparativo y descriptivo de los avances en esta materia a partir de los sitios de transparencia de los 32 gobiernos estatales en el país.

Ante la falta de una metodología aceptada de forma universal de cuantificación, el artículo *El riesgo ante la sequía meteorológica en México (Meteorological Drought Risk in Mexico)* presenta la propuesta de un método de caracterización del peligro, la vulnerabilidad y el riesgo para entender e identificar los factores detonantes que permitan definir acciones que reduzcan la magnitud del desastre.

En *Indicadores socioeconómicos y productivos del guajolote mexicano (Meleagris gallopavo gallopa-*

*vo) en la región del Istmo de Tehuantepec, Oaxaca, México (Socio-economic and Productive Indicators of Mexican Turkey (Meleagris gallopavo gallopavo) in the Region of Tehuantepec Isthmus in Oaxaca, Mexico)* se hace una evaluación de indicadores de la cría de esta ave para identificar los factores que han incidido en la disminución de su población en esa zona del país, ya que representa un soporte de la economía rural.

*Atrición en encuestas de panel en México: la Encuesta Nacional sobre Salud y Envejecimiento en México (ENASEM) (Attrition in Panel Surveys in Mexico: The Mexican Health and Aging Study (MHAS))* es un estudio entre el 2001 y 2012 basado en ese proyecto longitudinal sobre adultos mayores que en general lo examina de forma prospectiva y también a las cargas de enfermedades y discapacidades usando un gran panel representativo de la población adulta mayor mexicana.

Organizar los datos espaciales en los sistemas de información geográfica es un gran reto debido a su tamaño y complejidad. En este sentido, *Almacenamiento raster implementando GridFS en la base de datos MongoDB (Raster Data Storage in Big Data Infrastructures: Implementing the GridFS Tool for a MongoDB Database)* muestra la investigación que permitió el desarrollo de esta tecnología para robustecer el almacenamiento, la gestión y el despliegue de datos *raster* en plataformas nacionales.

Por último, *Propuesta metodológica interdisciplinaria y multiescalar para el estudio de la vulnerabilidad del paisaje (Interdisciplinary and Multi-scale Methodological Proposal for the Study of Landscape Vulnerability)* es un trabajo que analiza las megatendencias de la globalización y el cambio climático como los dos grandes *estresores* sobre los suelos (modificaciones de cubiertas y su uso) y que ponen en riesgo la viabilidad de un sistema siconatural específico.

<http://rde.inegi.org.mx>

# Características sociodemográficas

*del asentamiento poblacional en la  
frontera norte de México*

## Socio-Demographic Characteristics

*of the Settlement in the Northern Border of Mexico*

Humberto González Galbán,\* Rafael Vela González<sup>†</sup>\*\* y Ana María Navarro Ornelas\*\*\*

\*El Colegio de la Frontera Norte, hggalban@colef.mx

\*\*El Colegio de la Frontera Norte

\*\*\* El Colegio de la Frontera Norte, anavarro@colef.mx



San Ysidro Border Crossing /Underwood Archives/ Colaborador /Getty Images

En este artículo se muestran características sociodemográficas del poblamiento en la frontera norte de México. Con ello se pretende encontrar elementos explicativos, fundamentados estadística y espacialmente, de peculiaridades de las problemáticas actuales y perspectivas de la distribución de la población y los cambios al respecto según su cercanía al país de más desarrollada economía del mundo.

El importante crecimiento demográfico y la peculiar distribución de la población de esta región fronteriza están sustentados en la voluminosa corriente migratoria que han recibido y en el crecimiento natural, puntos en los que la relación bilateral con Estados Unidos de América juega un papel relevante.

**Palabras clave:** población; distribución espacial; frontera norte; México.

Recibido: 8 de septiembre de 2016.

Aceptado: 23 de mayo de 2017.

This article shows socio-demographic characteristics of human settlements on the northern border of Mexico. The aim is to find explanatory elements, statistics, and spatially grounded peculiarities of the current problems and prospects of the distribution and changes of the population, due to its proximity to the world's most powerful country.

The significant population growth and its peculiar distribution along this border are founded on the great migratory flow, and the natural growth of the population. The bilateral relationship with the US plays a relevant role on both elements.

**Key words:** population; spatial distribution; northern border; Mexico.

## Introducción

El trabajo está centrado, básicamente, en la región mexicana que comprende el territorio más cercano a la frontera con Estados Unidos de América (EE. UU.) —aquí nombrada franja fronteriza— y, en particular, en la distribución de las localidades urbanas donde se asienta la mayor parte de la población en esa zona.

De acuerdo con el Consejo Nacional de Población (Mojarro, 2002), la franja fronteriza es aquella que se encuentra a lo largo de la línea divisoria de 3 152 kilómetros de este a oeste que separa a México de EE.UU. y a una distancia de 105 kilómetros al sur; comprende 38 municipios de los estados fronterizos de México.

Para desarrollar esta investigación, se abordaron elementos de la distribución espacial de la población residente de acuerdo con diversas características demo-espaciales de interés para los estudios de población, limitando los análisis a la franja fronteriza antes referida en unos casos y, en otros, a los seis estados norteños, contrastándolos con las otras entidades, a las cuales se hará referencia con el término resto de México, centrando más la atención de los análisis en el principal tipo de asentamiento espacial de la población que son las localidades urbanas.<sup>1</sup>

El objetivo general de este trabajo es conocer la existencia de particularidades demo-espaciales en el asentamiento de la población en la red de ciudades en la zona más cercana de México al vecino país del norte, de lo que se derivan las siguientes preguntas de investigación:

- ¿Es elevada la concentración de población en localidades urbanas de gran tamaño en esta región mexicana?

<sup>1</sup> La definición de las localidades como urbanas se establece en los censos de población de los países atendiendo a diferentes criterios de clasificación, como: los cuantitativos, aspectos infraestructurales y/o servicios, tipo de actividad socioeconómica dominante de los residentes, posición político-administrativa de la localidad o la denominación asignada por decreto legal como urbano de la misma, entre otros aspectos. En algunos casos se combinan dos o más de los referidos criterios.

- ¿El crecimiento de la población fronteriza está potenciado por la inmigración procedente del centro y sur de México en mayor medida que por el crecimiento natural?
- ¿La fuerte interrelación económica y laboral, entre otras variables, que facilitan la cercanía con EE.UU. condiciona particularidades socio-demográficas evidenciadas en la región fronteriza del norte de México?

Con el fin de tener elementos que permitan probar los aspectos referidos, en el presente trabajo se presenta información que es resultado de análisis elaborados por los autores a partir de fuentes primarias de datos, como los censos de población y vivienda más recientes del país. Los resultados obtenidos pueden ser empleados como insumos para investigaciones posteriores que contribuyan a ampliar la interrelación del análisis de la distribución espacial de la población en la frontera norte de México con la sociodemografía, relación trascendente pero relativamente poco explorada en esta parte del país.

## Breves consideraciones teóricas previas

El poblamiento del norte de México se experimentó en el inicio del periodo colonial de manera peculiar en el contexto nacional porque estos territorios estaban aislados del centro del país, no solo por una gran distancia sino, también, por importantes obstáculos naturales, como desiertos y cadenas montañosas que hacían difícil el acceso; ello, unido a una relativamente escasa existencia de recursos naturales, condicionó a que recibieran una atención política y económica menor por parte del gobierno mexicano.

De manera contraria, la proximidad geográfica y la fácil comunicación con EE.UU., así como el importante desarrollo económico de regiones cercanas al norte de la frontera mexicana, entre otros aspectos, incrementó el interés norteamericano por la mano de obra, bienes prececeros y servicios, lo que propició una creciente interrelación en



el campo comercial, demográfico y laboral entre ambas partes de la frontera, lo cual impulsó la interacción subregional, promoviendo la vinculación física a través de obras viales, interconexión de sistemas eléctricos y el aprovechamiento de recursos naturales compartidos entre ambos países (CEPAL, 2002). Lo anterior fue tornándose más intenso aunque variable, de acuerdo con lo acontecido al norte de México y en el resto del panorama nacional.

Los referidos aspectos contrapuestos —por una parte la generalmente intensa interrelación con EE.UU. y, por la otra, su distanciamiento físico y económico con el resto de México— se reflejaron en el poblamiento de esta región fronteriza;<sup>2</sup> caracterizado por un crecimiento poblacional lento desde la colonización, que en el siglo pasado —en particular desde la segunda mitad del mismo— cambió a ser muy acelerado con respecto al de la generalidad del país, en especial en la franja fronteriza más cercana con EE.UU., lo que estuvo determinado sobre todo por una importante corriente migratoria procedente de otras partes de México. Conforme se aleja de la frontera, el ritmo de crecimiento demográfico reciente ha sido heterogéneo.

Es, también, generalizado el padrón de asentamiento caracterizado por una gran concentración de la población en un pequeño número de ciudades consideradas grandes —en relación con el contexto regional—,<sup>3</sup> por un lado, y pocos habitantes distribuidos en un mayor número de localidades rurales, por otro (Secretaría de Gobernación y Secretaría de Desarrollo Social, 2007).

2 Esto puede ser tomado de manera general, pues ésta es una región heterogénea; así se señalan, por ejemplo, diferencias entre los estados fronterizos del noroeste y el noreste en cuanto a los procesos económicos y sociales que experimentaron a través del tiempo y su incidencia en la configuración de los sistemas territoriales actuales. Mientras Baja California, Sonora y Chihuahua se mantuvieron por mayor tiempo menos poblados, con una casi nula comunicación terrestre con el resto de México y escasa diversificación económica, en los estados del noreste —en particular Nuevo León— el aislamiento del resto del país se hizo menos evidente con la construcción del ferrocarril que unía Monterrey con el centro de la República. Resultó también más temprano el pujante desarrollo industrial y de la agricultura de exportación hacia el noreste de la frontera mexicana (Secretaría de Gobernación y Secretaría de Desarrollo Social, 2007).

3 La clasificación de las localidades como pequeñas, medianas, grandes, etc. según el número de residentes en las mismas es convencional y, por lo tanto, variable de acuerdo con el contexto tomado en cuenta y el criterio de la institución o el analista. Así, por ejemplo, las aquí señaladas como grandes son consideradas como medianas en el entorno nacional mexicano.

Buena parte de la *región* se ha poblado a través de importantes corrientes migratorias procedentes casi todas del centro y sur del país, lo que puede haberse reforzado en periodos de crisis económica en que la frontera se ha comportado como válvula de escape poblacional para el resto de México. Esto ha provocado presiones adicionales a los gobiernos locales al sobrepasar las posibilidades de brindar los servicios necesarios de infraestructura y equipamiento, lo cual se refleja en procesos de urbanización con ausencia de planeación en el mediano y largo plazos para las localidades de la región, así como en las problemáticas asociadas a ello.

El poblamiento se inició a través del desarrollo y crecimiento de sus ciudades, sin la mediación previa de un gran desarrollo agrícola o minero y, por lo tanto, fue de origen secundario y terciario, diferenciándose del centro y sur del país en ello. Es de destacar, también, que la peculiar forma de ocupación del territorio no estuvo determinada, en primera instancia, por políticas del gobierno central mexicano (Canales, 1995).

Uno de los condicionantes del poblamiento en la frontera a través de la migración y, con ello, el crecimiento demográfico de los asentamientos urbanos fronterizos, fue el auge agrícola norteamericano que propició el programa de braceros a comienzos del pasado siglo. Una de las características de dicho movimiento poblacional es que era de hombres de origen rural cuyos familiares no cruzaban hacia el país vecino y se quedaban residiendo en las localidades de la frontera mexicana (Zenteno, 1993).

Otros aspectos influyentes en la temática aquí tratada durante las décadas iniciales del pasado siglo fueron la entrada de EE.UU. en la Primera Guerra Mundial y el decreto de la *Ley Seca*, los cuales propiciaron el desarrollo de diversas actividades económicas, como el turismo y el comercio, en particular en la ciudad de Tijuana.

Estos sucesos dejaron de surtir sus efectos sociodemográficos benéficos, lo que requirió la intervención del gobierno, quien tomó medidas como

el establecimiento de zonas libres con lo que, de nuevo, se incentivó, aunque de forma coyuntural, la economía fronteriza.

Más adelante, en la década de los 40, los norteamericanos se involucraron en la nueva configuración mundial, lo cual requirió de mano de obra, bienes materiales y servicios; ello estimuló, otra vez, la migración y, vinculado a esto, el crecimiento urbano de la frontera con un nuevo programa de braceros; tiempo después, con el debilitamiento de éste, entre otros, surgieron nuevas propuestas gubernamentales, como el Programa de Industrialización Fronteriza, el cual permitió el surgimiento de la industria maquiladora de exportación que, de manera similar a otras políticas implementadas para el desarrollo de la *región*, tuvieron efectos económicos contraproducentes y, en el mismo sentido, afectaron el crecimiento urbano (Zenteno, 1993).

La concentración temprana de la población, sobre todo en localidades urbanas con gran vinculación socioeconómica y cultural con la región del suroeste norteamericano, condicionó la avanzada transición demográfica de la región de la frontera norte de México, esquema complejizado por las importantes corrientes migratorias que llegaron desde el resto del país.

Todo lo antes señalado incidió en la diferenciación socioeconómica regional y, relacionado a ello, la demográfica del territorio y los asentamientos de esta zona geográfica, que constituye el motivo de interés en este trabajo limitado a la llamada región de la frontera norte de México, la cual ha estado referida, en general, a los seis estados colindantes con el vecino país del norte,<sup>4</sup> sin embargo, la heterogeneidad de la intensidad en la interrelación con EE.UU. y sus implicaciones han motivado a autores de varias instituciones a proponer diferentes regionalizaciones al interior de las mencionadas entidades de acuerdo con diver-

sas dimensiones, entre las que se destacan la demográfica, laboral, productiva y cultural (Tuirán y Ávila, 2002).<sup>5</sup>

## Distribución espacial de la población<sup>6</sup>

Entre los índices más utilizados en el presente tipo de análisis se encuentra la densidad poblacional, definida como el promedio de personas por kilómetro cuadrado, lo cual puede tener poco valor heurístico cuando está referido a unidades territoriales político-administrativas mayores, pues solo expresa promedios generales sin lograr detectar, en muchos casos, las zonas donde la concentración de habitantes alcanza valores específicos. Una alternativa para minimizar la referida limitación puede ser el que la densidad se exprese en unidades de superficie más pequeñas u homogéneas en cuanto a las formas de ocupación o explotación del suelo.

En relación con ello, la distribución de la población en la región de la frontera norte de México se visualiza en el mapa donde se aprecia una densidad de población rural inferior a 30 habitantes por kilómetro cuadrado, lo que representa una baja ocupación del territorio. Solo al sur de Nuevo León y Tamaulipas, así como en el este y sur de Sonora, la densidad rural es más elevada, lo que pudiera explicarse por la existencia en las mismas de condiciones naturales que contrastan con buena parte de la región, permitiendo el desarrollo de la agricultura u otras actividades económicas primarias.<sup>7</sup>

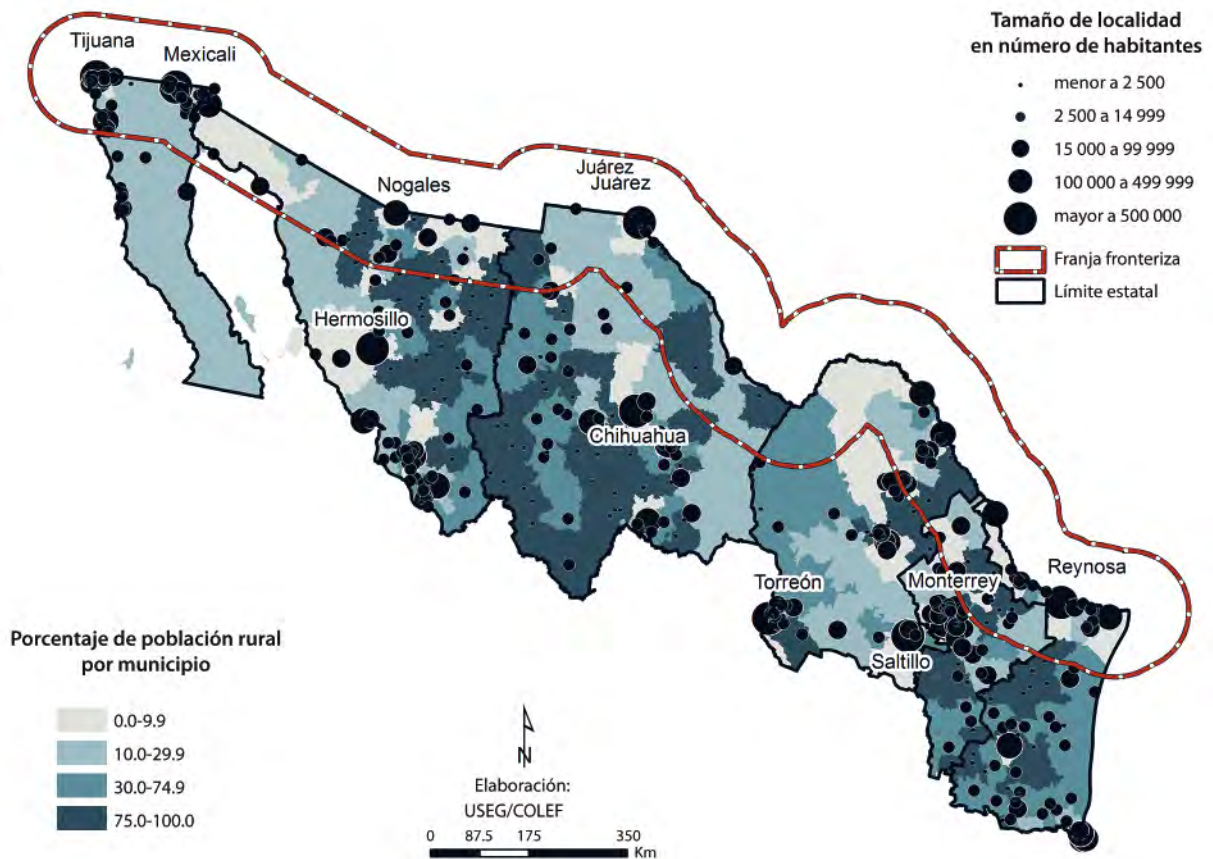
5 Algunos autores, Mendoza (2002) por ejemplo, destacan como zonas más interrelacionadas con EE.UU. básicamente las que se encuentran en torno a corredores viales entre México y el referido país del norte, mientras otros investigadores hacen hincapié en la cercanía a Estados Unidos de América (Zenteno y Cruz; 1992).

6 Para reflejar los aspectos presentados a continuación, se tomó información de fuentes primarias, como el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) y el Consejo Nacional de Población (CONAPO), la cual ha sido procesada y presentada a través de tabulaciones, gráficos, mapas e indicadores elaborados por los autores de este artículo siguiendo diferentes metodologías desarrolladas en los campos de la geografía y la demografía.

7 Las zonas naturales no propicias a que se hacen referencia serían, básicamente, el desierto de Sonora, la cordillera de la Sierra Madre en Chihuahua y los humedales de Tamaulipas, que se encuentran fuera de las áreas referidas, ocupando en conjunto una importante parte del territorio fronterizo.

4 Baja California, Sonora, Chihuahua, Coahuila de Zaragoza, Nuevo León y Tamaulipas.

## Distribución de la población por tamaño de localidad, 2010



Fuente: elaboración propia a partir de datos del INEGI, 2010.

En la franja fronteriza no es posible visualizar (a través de la escala de trabajo del mapa aquí empleado para el indicador de densidad rural) un patrón definido, sin embargo, atendiendo a otros indicadores extraídos de las fuentes de información disponibles, se puede plantear la hipótesis —en particular válida para algunos territorios de la región— sobre la existencia de una ruralidad más moderna “...bajo la cual vivir en las zonas rurales no supone tan contrastantes limitaciones respecto a vivir en la ciudad, pues hay conexiones fluidas entre ambas zonas y en las dos se presentan condiciones de vida y equipamiento similares...” (Rodríguez, 2002).

Finalmente, el equipamiento y confort de las viviendas (según la información del Censo de Población y Vivienda, 2010) puede aportar ciertos elementos en el sentido antes planteado (ver cuadro 1). Como es posible apreciar, las diferencias re-

lativas en la disponibilidad de bienes y servicios de las viviendas entre las zonas urbanas y rurales de la franja fronteriza son de poca magnitud si las comparamos con el resto de los municipios de la frontera, lo que hace sostenible, desde este punto de vista, la hipótesis de la existencia, en los municipios más cercanos a EE.UU., de una ruralidad de nuevo tipo que se acerca a las características que igualmente hacen ventajoso el residir en una u otra región (urbana o rural).

Otra información a la que se alude usualmente como indicador de nivel de vida es la referida a la disponibilidad de espacio en la vivienda. El grado de hacinamiento muestra menores valores en la franja fronteriza que en el resto de las municipalidades fuera de la misma; en igual sentido, las diferencias urbana-rural al respecto son menores en las unidades territoriales más cercanas a la frontera; así, las viviendas con dos personas o menos por ha-

Cuadro 1

**Equipamiento y servicios disponibles en las viviendas de la frontera norte de México, 2010**

	Estados fronterizos			Municipios fronterizos		
	Rural	Urbano	Diferencia	Rural	Urbano	Diferencia
<b>Equipamiento y servicios</b>	%	%		%	%	
Tiene electricidad	89.27	98.14	8.87	91.68	97.84	6.16
Dotación de agua diaria	66.71	90.92	24.21	72.84	93.82	20.98
Tiene servicio sanitario	91.19	97.87	6.68	95.69	97.68	1.99
Tiene servicio sanitario exclusivo	79.19	88.67	9.48	83.39	88.76	5.37
Cocina con gas	75.47	96.45	20.98	94.34	96.37	2.03
Tiene calentador de agua	29.77	57.59	27.83	40.62	57.72	17.10
Tiene radio	71.61	83.96	12.35	76.53	84.61	8.08
Tiene televisor	83.43	96.73	13.29	90.98	96.55	5.57
Tiene refrigerador	77.36	94.02	16.66	86.32	93.44	7.11
Tiene lavadora	59.90	82.31	22.42	75.11	79.94	4.84
Tiene automóvil o camioneta propia	54.28	62.58	8.31	71.31	65.90	-5.4
Tiene computadora	10.70	39.60	28.90	21.75	38.44	16.68
Tiene teléfono celular	56.53	79.22	22.68	73.80	81.13	7.33

Fuente: cálculos propios con información de la base de datos del Censo de Población y Vivienda 2010.

bitación representan aproximadamente 70% en las localidades urbanas y en las no urbanas, poco menos de 67%, con apenas 3.5 puntos porcentuales de diferencia. Las residencias con mayor hacinamiento (más de cuatro personas por cuarto) son 6.7% en zonas rurales y 4.5% en áreas urbanas (INEGI, 2010).

Otra perspectiva para el análisis de la distribución de la población se refiere a la red de asentamientos según el tamaño de los mismos, ello para los residentes no dispersos. Al respecto, llaman la atención algunos indicadores que sugieren un comportamiento diferencial en la evolución, durante el último periodo censal (2000-2010), de las localidades de la franja fronteriza en relación con el resto de los estados del norte de México. Así, se aprecia en las entidades consideradas un incremento de la población residente en todas las categorías de asentamientos, en particular en las localidades grandes (de 100 mil a 499 mil habitantes). Las ciudades muy grandes en conjunto (Monterrey y su zona conurbada, así como Hermosillo, Chihuahua, Torreón y Saltillo) también

aumentan su población, aunque en valores relativos de forma más discreta que el conjunto de las 18 localidades de 100 mil a 500 mil habitantes.

Por el contrario, en la franja fronteriza solo las ciudades de 500 mil y más habitantes crecieron de manera significativa, entrando a esta categoría Reynosa, Tamaulipas, y aumentando el peso relativo Tijuana, Ciudad Juárez y Mexicali, Baja California; lo que permite afirmar la preferencia de la población por las urbes muy grandes, mientras que en el resto de la zona fronteriza, más alejada de la frontera, la preferencia, al igual que en el resto del país, es compartida también con las ciudades medianas.

La mayor parte de las localidades continúan siendo, con muy poca variación, rurales,<sup>8</sup> sin embargo, la población está muy concentrada en po-

<sup>8</sup> En la región fronteriza poco más de 10% de la población reside en zonas con menos de 2 500 habitantes lo que, según el criterio seguido en el país, se denominan como localidades rurales: en la franja fronteriza dicha proporción se reduce de forma apreciable.

cas urbes, por lo general grandes o muy grandes (de 100 mil y más habitantes), tendencia que se ha reforzado en la última década, en particular en los municipios de la franja fronteriza (ver cuadro 2).

El análisis de la distribución de la población en los distintos aglomerados urbanos a través del coeficiente de Gini<sup>9</sup> sugiere que, para la región fronteriza en conjunto, la población se encuentra distribuida de forma más desigual que en el resto de México, aspecto que es común para los seis estados de la frontera norte, particularmente en Chihuahua y Baja California. En la franja fronteriza, dicha situa-

ción es aún más aguda, sin embargo, en el último periodo intercensal, el ritmo de crecimiento de la desigual distribución de la población (medido a través del coeficiente de Gini) se ha hecho más lento con respecto a la región frontera norte; así, mientras en ésta la concentración se incrementó 9.1%, en el caso de la franja fronteriza fue de solo 1.1% (ver gráfica 1).

La desigual distribución con alta concentración de la población en pocas localidades en la franja fronteriza puede tener como consecuencias no deseadas, entre otras, la limitación del desarrollo regional a solo una parte del territorio, en detrimento de las otras zonas hacia donde fluyen menores recursos gubernamentales por contar con menos residentes. En el plano positivo, ello permite el desarrollo de servicios muy especializados en algunos puntos de la región, lo cual, por lo general, solo es posible en las zonas metropolitanas con alta o muy alta concentración poblacional.

<sup>9</sup> El coeficiente de Gini es uno de los indicadores matemáticos más conocidos en el análisis de los ingresos de la población, sin embargo, también puede ser utilizado en el estudio de otras problemáticas, en este caso para medir la distribución de la población en los distintos aglomerados, relacionando las proporciones acumuladas de localidades según tamaño de las mismas con la población en ellas residentes. Para la interpretación de la referida medida, se puede plantear, a grandes rasgos, que la máxima equidad distributiva de la población en las localidades de diferente tamaño se presentaría un valor del índice de 0 y a medida que se aleja de dicho valor y se acerca a 1 sugiere una mayor desigualdad o concentración de la población en una o pocas localidades.

**Cuadro 2**

### Localidades y población

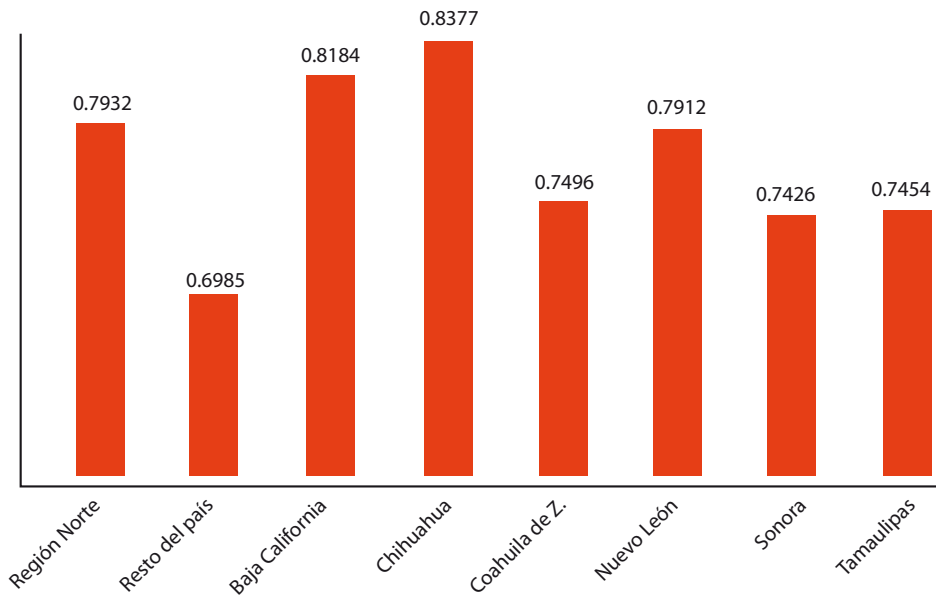
Año 2000								
Número de residentes	Frontera norte				Franja fronteriza			
	Localidades	%	Población	%	Localidades	%	Población	%
Menos de 2 500	34 984	99.39%	1 681 004	15.13%	8 549	99.16%	334 055	6.04%
2 500 a 14 999	157	0.45%	872 302	7.85%	49	0.57%	266 632	4.82%
15 mil a 99 999	42	0.12%	1 763 895	15.88%	13	0.15%	438 628	7.93%
100 mil a 499 999	11	0.03%	2 743 356	24.69%	7	0.08%	1 606 869	29.05%
Más de 500 mil	6	0.02%	4 050 106	36.45%	3	0.03%	2 885 829	52.17%
<b>Total</b>	<b>35 200</b>	<b>100.00%</b>	<b>11 110 663</b>	<b>100.00%</b>	<b>8 621</b>	<b>100.00%</b>	<b>5 532 013</b>	<b>100.00%</b>
Año 2010								
Número de residentes	Frontera norte				Franja fronteriza			
	Localidades	%	Población	%	Localidades	%	Población	%
Menos de 2 500	32 459	99.26%	1 702 382	12.95%	7 721	98.94%	351 616	5.21%
2 500 a 14 999	174	0.53%	989 245	7.52%	53	0.68%	301 253	4.46%
15 mil a 99 999	44	0.13%	1 721 941	13.10%	20	0.26%	714 749	10.59%
100 mil a 499 999	18	0.06%	4 081 503	31.05%	6	0.08%	1 478 573	21.91%
Más de 500 mil	6	0.02%	4 651 928	35.38%	4	0.05%	3 901 228	57.82%
<b>Total</b>	<b>32 701</b>	<b>100.00%</b>	<b>13 146 999</b>	<b>100.00%</b>	<b>7 804</b>	<b>100.00%</b>	<b>6 747 419</b>	<b>100.00%</b>

**Nota:** la frontera norte es los estados fronterizos sin la franja fronteriza.

**Fuente:** elaboración propia con base en INEGI. *Principales resultados por localidad (ITER) del XII Censo General de Población y Vivienda 2000* e INEGI. *Censo de Población y Vivienda 2010*.

Gráfica 1

### Distribución de la población según el coeficiente de Gini



Fuente: elaboración propia con datos del INEGI, 2010.

Centrando la atención en las ciudades de 100 mil y más habitantes, donde residen casi cuatro de cada cinco pobladores de esta zona y cinco de cada seis de los que habitan en las zonas urbanas, se aprecia que el crecimiento poblacional de dichas localidades de la región fronteriza ha sido variable y diferencial en relación con el del resto del país (ver gráfica 2), lo cual puede estar vinculado a eventos económicos y políticos que afectaron a México en general, o a la frontera de manera particular, e incidieron en la migración hacia la región y, por lo tanto, en el crecimiento de las ciudades de la misma.<sup>10</sup>

En este sentido, Tito Alegría (en Garza, Gustavo y Martha Schteingant, 2010) plantea que las ciudades fronterizas crecen en mayor medida cuando las diferencias económicas entre EE.UU. y México se incrementan, lo que trae como consecuencias una mayor inversión estadounidense y, con ello,

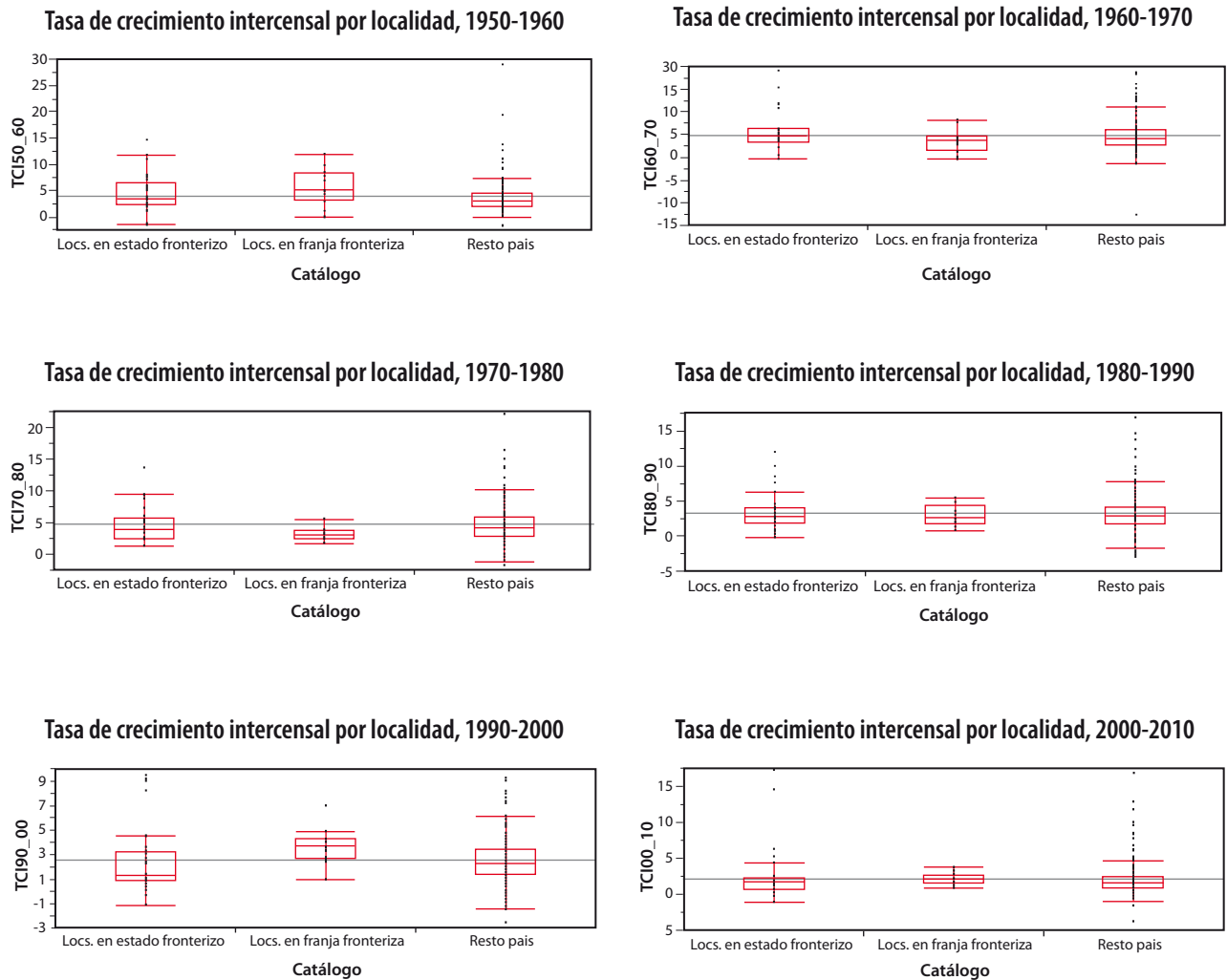
una mayor generación de empleos en las ciudades fronterizas, lo que eleva la atracción para los migrantes del resto de México. También, destaca el reforzamiento de las políticas migratorias restrictivas por parte del país vecino, lo cual hace que una parte importante de potenciales migrantes internacionales tengan que quedarse residiendo en esta frontera mexicana.

Otra hipótesis que sostiene Alegría (2010) es que el crecimiento en las ciudades de la frontera se comporta inversamente del salario y el empleo en el resto de México y que es por ello que el periodo de bonanza económica de la década de los 40 a la de los 60 se reflejó en el sentido antes señalado en detrimento de la urbanización en el norte del país, y que a partir de 1980 hasta la fecha los indicadores macroeconómicos, el salario real y el empleo descendieron de manera significativa, lo cual redundó de forma positiva en el crecimiento de las urbes de la frontera norte. Esto corresponde, en sentido general, con lo observado para las ciudades mayores de la llamada franja fronteriza.

<sup>10</sup> No obstante, es de señalar que los procesos demográficos poseen su propia dinámica, por lo que no es totalmente seguro establecer, en muchos casos, una relación directa entre los aspectos referidos.

Gráfica 2

## Crecimiento poblacional de las localidades de 100 mil y más habitantes según ubicación de las mismas en la franja fronteriza, en los estados fronterizos o en el resto del país, 1950-2010



Fuente: elaboración propia con datos del INEGI; censos de población y vivienda 1950, 1960, 1970, 1980, 1990, 2000 y 2010.

Así, de 1950 a 1960, las mayores tasas promedio de crecimiento poblacional de las ciudades de más de 100 mil habitantes de México se registraron en los estados norteros, sobre todo en la franja fronteriza, destacando Mexicali y Ciudad Juárez, situación que cambió para la siguiente década en la que las localidades grandes del resto del país presentaron el mayor crecimiento demográfico, aunque en ninguna de las fronteras se observó decremento, lo que las diferencia de algunas del resto de México. En este periodo destacaron, por su elevado

incremento de habitantes, Tijuana y Monterrey en la región fronteriza.

De 1970 a 1980 fue en la franja fronteriza donde se registraron los más bajos valores promedio de la tasa de crecimiento de las ciudades grandes. En los estados fronterizos se presentaron valores más bajos que la media nacional, pero ninguno negativo, lo que sí se apreció para algunas localidades del resto del país. En la siguiente década (1980-1990), la situación se mantuvo de manera similar, equi-

librándose en buena medida el crecimiento medio de los diferentes niveles territoriales analizados. En la franja fronteriza destacó el crecimiento de la ciudad de Tijuana con una tasa de poco menos de 4%, mientras que Mexicali, Nogales, Ciudad Juárez, Matamoros, Piedras Negras y Reynosa también crecieron, pero en menor medida que la metrópoli bajacaliforniana.

Los años finales del siglo pasado marcaron un nuevo auge del crecimiento de las grandes ciudades en la región más cercana a EE.UU., destacando Tijuana y Ciudad Acuña y, aunque con un crecimiento ligeramente inferior, Reynosa, Ciudad Juárez, Matamoros, Piedras Negras y Nogales, situación que se ha seguido apreciando en la década recientemente concluida, aunque la tasa de crecimiento medio de las localidades de más de 100 mil habitantes se ha atenuado de forma ligera.

Es destacable que en las 10 ciudades de más de 100 mil habitantes se concentra 80% de la población total de la franja fronteriza, la cual, como se apreció con anterioridad, es básicamente urbana. En igual sentido, en tres de las seis entidades del norte (Baja California, Chihuahua y Tamaulipas), la ciudad primada se encuentra en la franja fronteriza, mientras que Monterrey, Nuevo León —aun cuando está fuera del límite territorial aquí señalado—, presenta una fuerte interrelación con Estados Unidos de América.

En la jerarquía urbana del sistema regional de ciudades, si bien continúa incrementándose el número de municipios que integran la zona metropolitana de Monterrey, ésta ha perdido ligeramente su primacía en los últimos años ya que, mientras en 1970 tenía 1.51 veces más población que las dos ciudades que le sucedían en importancia por el número de habitantes en la frontera norte (Ciudad Juárez y Mexicali), en la actualidad es solo 1.36 veces más grande en conjunto a las dos urbes millonarias de la región: Tijuana y Ciudad Juárez.

Otro aspecto de interés es que a nivel estatal se observan otros modelos de primacía —aparte de la más clara monocefalia en Nuevo León, donde se hace evidente la importante concentración

poblacional en Monterrey y su área conurbada, así como Sonora, donde Hermosillo se destaca del resto de las agrupaciones urbanas—, como la bicefalía en Baja California con Tijuana y Mexicali; en Chihuahua, donde presenta la supremacía poblacional de Ciudad Juárez y la ciudad capital del estado; Coahuila de Zaragoza, con Saltillo y Torreón; además de Tamaulipas con Reynosa y Matamoros, aunque Nuevo Laredo también alcanza un tamaño poblacional significativo y en ascenso, por lo que la tendencia es a una tricefalía.

La comparación del crecimiento poblacional de las localidades fronterizas en el periodo intercensal más reciente, de acuerdo con su tamaño poblacional (ver cuadro 3), permite plantear que la población rural creció de manera muy discreta en los municipios no fronterizos y decreció muy fuerte en los colindantes con la línea divisoria entre los dos países. De igual forma, es destacable que, en la franja fronteriza, solo en las ciudades de mayor tamaño poblacional el número de residentes se incrementó de manera muy significativa en el último periodo censal, lo que puede estar sugiriendo un importante desplazamiento rural-urbano y urbano-urbano hacia las urbes mayores.

Por último, resulta de interés conocer cómo ha variado de manera diferencial la tasa de crecimiento poblacional en el periodo 2000-2010 (ver gráfica 3). La población rural de la franja fronteriza ha crecido poco, pero en mayor grado que la asentada en el resto de la zona fronteriza. En similar sentido, las localidades medianas y muy grandes presentan una tasa de crecimiento muy superior, cercana a las de la frontera, mientras que las de tamaño grande (100 mil a 499 999), ubicadas fuera de la franja fronteriza, presentan una tasa de crecimiento más elevada de manera significativa a las localidades de igual tamaño localizadas en la franja fronteriza. Ello puede estar sugiriendo que la inmigración se asienta en su mayoría en las ciudades muy grandes o medianas de la región más cercana a la frontera norte, así como en las zonas rurales de la misma; no obstante, este corolario requeriría de una investigación más amplia en posteriores análisis al respecto.



Cuadro 3

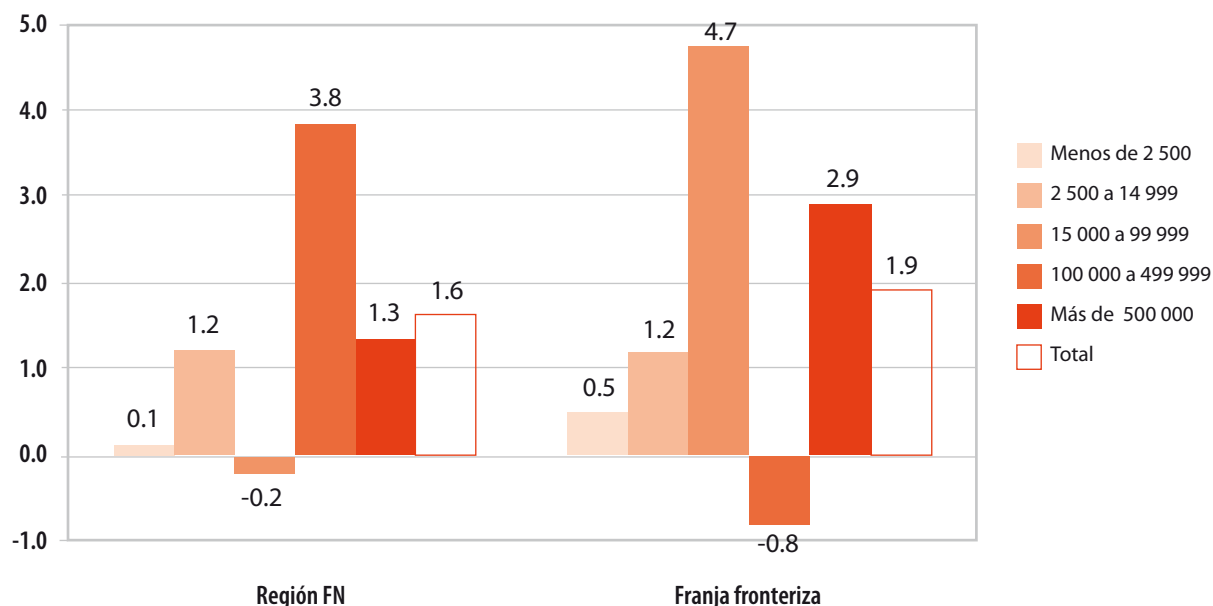
### Crecimiento poblacional de las localidades en el periodo 2000-2010, en la región frontera norte y la franja fronteriza según número de residentes de las localidades

Número de residentes	Región frontera norte			Franja fronteriza		
	Población 2000	Población 2010	Crecimiento poblacional	Población 2000	Población 2010	Crecimiento poblacional
Menos de 2 500	1 681 004	1 702 382	1.27%	334 055	351 616	5.26%
2 500 a 14 999	872 302	989 245	13.41%	266 632	301 253	12.98%
15 mil a 99 999	1 763 895	1 721 941	-2.38%	438 628	714 749	62.95%
100 mil a 499 999	2 743 356	4 081 503	48.78%	1 606 869	1 478 573	-7.98%
Más de 500 mil	4 050 106	4 651 928	14.86%	2 885 829	3 901 228	35.19%
<b>Total</b>	<b>11 110 663</b>	<b>13 146 999</b>	<b>18.33%</b>	<b>5 532 013</b>	<b>6 747 419</b>	<b>21.97%</b>

Fuente: elaboración propia con base en INEGI. Principales resultados por localidad (ITER) del XII Censo General de Población y Vivienda 2000 e INEGI. Censo de Población y Vivienda 2010.

Gráfica 3

### Tasas de crecimiento media anual en el periodo 2000-2010, en la región frontera norte y la franja fronteriza según número de residentes de las localidades



Fuente: cálculos propios con base en INEGI. Principales resultados por localidad (ITER) del XII Censo General de Población y Vivienda 2000 e INEGI. Censo de Población y Vivienda 2010.

## Conclusiones

Con lo presentado en el actual artículo se brinda una visión del poblamiento y de las problemáticas de la distribución espacial de la población en la frontera norte de México, evidenciando algunas relaciones que se establecen entre el espacio y los aspectos demográficos. Entre los planteamientos que se pueden realizar acerca de ello destacan la correspondencia de una transición urbana avanzada que corresponde con una transición demográfica que se puede calificar en igual sentido, aunque con ciertas particularidades, aspecto al que se adelanta con respecto a la generalidad del resto de la República. En ello puede haber incidido la mayor cercanía o interrelación con EE.UU. y el tipo de poblamiento preponderantemente urbano.

En este sentido, es necesario destacar que, aunque el significativo crecimiento poblacional de las zonas urbanas se ha dado gracias a la inmigración, en la actualidad el crecimiento natural por natalidad está incrementándose en similar grado, proveniente en particular de las personas más jóvenes, las cuales están jugando un papel de importancia al respecto (González, 2013).

Según evidencias existentes, el proceso de urbanización que se aprecia en la región implica no solo el residir en zonas definidas como urbanas sino, también, el habitar en regiones rurales que disponen de los servicios que permiten mantener las formas y niveles de vida similares a los centros urbanos, lo cual es uno de los fenómenos importantes que parece estar experimentándose. A pesar de ello, la urbanización continúa estudiándose de forma parcial, tomando en cuenta solo lo relacionado con la convivencia en los lugares clasificados como urbanos y no de forma más comprensiva al incluir las zonas rurales con formas de vida urbanas.

En la actualidad, el patrón de asentamientos humanos del país se caracteriza por una gran concentración de la población en pocos centros urbanos y una acentuada dispersión en numero-

sas y pequeñas localidades, las que generalmente están asociadas a condiciones de pobreza, marginación y rezago demográfico, lo que parece manifestarse de forma diferente en estas zonas fronterizas del país.<sup>11</sup> Tanto la concentración urbana como la dispersión rural plantean retos para el desarrollo regional, por lo que el conocimiento de la distribución poblacional, según esta dicotomía del tipo de lugar de residencia, es fundamental para la formulación de programas de desarrollo y reordenamiento territorial de la población.

En el comportamiento del crecimiento demográfico regional, presumiblemente diferencial de acuerdo con el tamaño de la localidad de residencia, deben considerarse además de la fecundidad, la mortalidad y las migraciones, las condiciones socioeconómicas, políticas y culturales que, en última instancia, son las que condicionan a las variables demográficas señaladas; en ello intervienen aspectos de orden nacional y binacional.

Lo expuesto son aspectos que, a grandes rasgos, pueden dar una visión fundamentada de las peculiaridades de las problemáticas asociadas a la distribución espacial de la población en la importante región de la frontera norte de México, llamando la atención a la vez sobre la necesidad de ampliar los análisis de las temáticas poblacionales que involucren la dimensión espacial en este peculiar contexto del país.

## Fuentes

- Alegría, Tito. "Estructura de las ciudades de la frontera norte", en: Garza, Gustavo y Martha Schteingant (coords.). *Los grandes problemas de México. II Desarrollo urbano y regional*. México, DF, El Colegio de México, 2010, pp. 259-304.
- Canales Cerón, Alejandro. "El poblamiento de Baja California. 1848-1950", en: *Frontera Norte*. Vol. 7, núm. 13, enero-junio de 1995, pp. 5-23.
- Comisión Económica para América Latina y El Caribe (CEPAL). *Globalización y Desarrollo*. Santiago de Chile, 2002.

<sup>11</sup> Esto puede manejarse como un supuesto duro en tanto no se analicen más indicadores al respecto sustentados en mayores desarrollos teóricos.

- Consejo Nacional de Población (CONAPO). *Índice de marginación urbana en México*. 2005.
- González Galbán, Humberto. "La reproducción de las jóvenes de la frontera norte de México. Niveles territoriales y factores condicionantes", en: *Estudios Fronterizos, nueva época*. Vol. 14, núm. 27, enero-junio de 2013, pp. 65-96.
- INEGI. *Séptimo Censo General de Población*. México, 1950.
- \_\_\_\_\_. *VIII Censo General de Población*. México, 1960.
- \_\_\_\_\_. *IX Censo General de Población*. México, 1970.
- \_\_\_\_\_. *X Censo General de Población y Vivienda*. México, 1980.
- \_\_\_\_\_. *XI Censo General de Población y Vivienda*. México, 1990.
- \_\_\_\_\_. *XII Censo General de Población y Vivienda*. México, 2000.
- \_\_\_\_\_. *Censo de Población y Vivienda*. México, 2010.
- \_\_\_\_\_. *Síntesis metodológica y conceptual de la infraestructura y características del entorno urbano del Censo de Población y Vivienda, 2010*. México, 2010.
- Mendoza, Cristóbal. *Migración, empleo y vivienda en los municipios y condados de la frontera internacional México-Estados Unidos. Informe del proyecto 130115-5*. Departamento de Estudios de Población, El Colegio de la Frontera Norte (*mimeo*). Tijuana, BC, 2002.
- Mojarro, Octavio. "Dinámica, estructura y distribución de la población en la franja fronteriza del norte de México", en: *Situación Demográfica en México*. México, DF, Consejo Nacional de Población, 2002, pp. 101-111.
- Rodríguez Vignoli, Jorge. "Distribución territorial de la población de América Latina y el Caribe: tendencias, interpretaciones y desafíos para las políticas públicas", en: *Serie Población y Desarrollo*. Núm. 32. Santiago de Chile, CEPAL, 2002.
- Secretaría de Gobernación (Comisión para Asuntos de la Frontera Norte) y Secretaría de Desarrollo Social. *Programa de Desarrollo Regional Frontera Norte 2001-2006*. México, 2007.
- Tuirán, Rodolfo y José Luis Ávila. "Delimitación de la franja fronteriza del norte de México", en: *Situación Demográfica en México*. México, DF, Consejo Nacional de Población, 2002, pp. 89-100.
- Zenteno Quintero, René M. *Del rancho de la tía Juana a Tijuana: una breve historia de desarrollo y población en la frontera norte de México*. El Colegio de La Frontera Norte, 1993.
- Zenteno Quintero, René M. y Rodolfo Cruz Piñeiro. "A geodemographic definition of the northern border of Mexico", en: Weeks, John R. & Roberto Ham Chande (editors). *Demographic Dynamics of the US-Mexico Border*. Texas, Western Press, 1992.

# Implementación de datos abiertos gubernamentales en México:

## *diagnóstico estatal 2015-2016*

### Open Government Data Implementation in Mexico:

#### *A State Diagnosis 2015-2016*

Rodrigo Sandoval-Almazán\*

Los datos abiertos gubernamentales se han convertido en un componente central del gobierno abierto. No obstante, existen pocas evidencias de cómo se ha implementado esta nueva práctica en la administración pública mexicana. Tomando los datos recolectados por el *Ranking* de Portales Estatales de Transparencia en el 2015 y el 2016, se realizó un análisis comparativo descriptivo de los avances en la implementación de datos abiertos en los 32 estados de México. Entre los principales hallazgos se observa que la mayoría de las entidades no ha cumplido con la normatividad básica y que su interpretación de esta tendencia aún está muy limitada y lejos de la práctica internacional.

**Palabras clave:** datos abiertos; gobierno abierto; transparencia; acceso de información; administración pública.

Recibido: 23 de febrero de 2017.  
Aceptado: 23 de junio de 2017.

\* Universidad Autónoma del Estado de México, rsandovala@uaemex.mx

Open Government Data have become a central element of the Open Government trend. However, very few research has been done to understand how this practice is being implemented in the Mexican Public Administration. Using the data from the national ranking on Government Transparency in Mexico from 2015 and 2016, I perform a comparative descriptive analysis on the progress of open data's implementation in the 32 local governments of Mexico. Among the main findings, we can identify that most of the local governments have not complied with the basic regulations, and that their interpretation of open data is not at the International standards.

**Key words:** Open Data; Open Government; Transparency; Information Access; Public Administration.



Businessman opening drawer containing co-worker /Jonathan McHugh/Getty Images

## Introducción

Una manera de interpretar la actual tendencia del gobierno abierto es a través de la implementación de los datos abiertos gubernamentales; por ello, considero que se está viviendo una revolución en este ámbito, la cual puede definirse como el establecimiento de sistemas de información que organicen la apertura y distribución de datos con garantía de acceso a los ciudadanos. No obstante, dicho sistema aún está muy limitado para la población que tiene que *traducir* o interpretar los datos del gobierno para crear valor.

Los beneficios de esta revolución silenciosa son muchos, no solo implica una obligada rendición de cuentas por parte de funcionarios públicos y sus presupuestos (Quintanilla Mendoza, 2012) sino, también, reducirle espacios a la corrupción, ya que al permitir el acceso se exponen resultados de políticas públicas, procesos de toma de decisiones, presupuestos ejercidos y datos estadísticos que puedan ser comparados de forma pública (Mariñez Navarro, 2013).

Así como existe un impacto en la corrupción y rendición de cuentas, también pareciera tener consecuencias directas en la organización de funciones al interior de los organismos públicos, pues los obliga a registrar de manera sistemática datos, operaciones y procedimientos que antes se hacían manualmente o por decisiones personales.

Por último, las tecnologías de la información y comunicación (TIC) generan las condiciones materiales para que ocurra la apertura de los datos al proporcionar bajos costos, rapidez en la difusión de la información y controles más estrictos para su acceso y actualización (Meijer, 2009).

En todo el mundo se han hecho estudios acerca de cómo implementar el gobierno abierto y, por ende, los datos abiertos (Hartog *et al.*, 2014; Veljković *et al.*, 2014; Worthy, 2015), algunos mediante la idea de ecosistemas (Dawesa *et al.*, 2016; Harrison, Pardo & Cook, 2012; Heimstädt *et al.*, 2014; Najafabadi & Luna-Reyes, 2017), unos simplemente a través de la estandarización de procesos y

registros, como los catálogos de datos (Lourenço, 2013; Sayogo & Pardo, 2013), y otros van más lejos con la interoperabilidad (Lodi *et al.*, 2012; Luna-Reyes *et al.*, 2012).

Recientemente, se han impulsado políticas públicas relacionadas con los datos abiertos. En el ámbito internacional se desarrolla la *Carta internacional de datos abiertos*, impulsada por la Alianza para el Gobierno Abierto (AGA, 2015), reuniendo un conjunto de principios comunes, como: datos abiertos por defecto, calidad y cantidad, utilizables para todos, además de publicación de datos para mejorar gobernanza y para la innovación. En México están el esfuerzo de crear la *Guía de datos abiertos anticorrupción* por la Coordinación de Estrategia Digital Nacional (2017) y el lanzamiento de la página de datos abiertos del gobierno federal (datos.gob.mx). Ambos casos son acciones aisladas entre ellas, pero son complementarias en su conjunto.

Por otro lado, la implementación de datos abiertos ha sido evaluada en fecha reciente por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), que publicó el índice *Open, Useful, Reusable Government Data (OUR)* en el 2016, donde México se ubicó en el décimo lugar. En cambio, el *Open Data Barometer* (Barómetro de Datos Abiertos), en su medición del 2016, lo situó en la undécima posición de los países latinoamericanos y en el lugar 73 de todo el *ranking*. Ambas mediciones son un punto de partida para el análisis y la posibilidad de compararse con los esfuerzos de otros países.

En todo caso, el problema de los datos abiertos gubernamentales es más amplio que solo su medición; abarca tanto su definición e implementación como mejores prácticas. El objetivo de esta investigación es observar la madurez en el establecimiento de datos abiertos en los portales de transparencia de las 32 entidades federativas de México; para ello, se utilizaron los datos del *Ranking de Portales Estatales de Transparencia (RPET)* del 2015 y 2016, en su apartado de datos abiertos, para comparar su evolución o grado de

madurez en el país bajo el enfoque del decreto de datos abiertos publicado en el 2015 (DOF, 2015).

Este artículo reporta los resultados de esta comparación, así como los principales retos que han tenido las entidades mexicanas en materia de datos abiertos en este par de años. Para ello, se ha dividido en cuatro apartados: el primero es esta introducción, el segundo recoge un conjunto de conceptos y teorías relacionadas con los datos abiertos tanto en México como en el mundo, el tercero aborda la metodología de recolección de datos y el cuarto describe los hallazgos más importantes; al final se presentan algunas conclusiones y estudios futuros sobre este tema.

## Marco teórico conceptual de los datos abiertos

La tecnología se ha utilizado siempre en el gobierno con fines militares y de administración. En las últimas décadas ha crecido la utilidad de las computadoras en la administración pública, desde el uso de los servidores para leer las tarjetas perforadas y facilitar el cobro de impuestos a inicios del siglo pasado, hasta que con la comercialización de las computadoras personales y el acceso a internet en la década de los 90 se llegó a consolidar la tendencia que hoy se conoce como gobierno digital (Luna Reyes *et al.*, 2015). Una siguiente etapa ha sido el avance del gobierno abierto; la idea de datos abiertos surgió de manera simultánea dado que es una manera de implementar esta nueva práctica (Veljković *et al.*, 2014).

El vínculo del gobierno electrónico con el combate a la corrupción ha ocurrido desde sus inicios. Varios estudios así lo demuestran, por ejemplo, Shim y Eom (2008), usando datos a nivel nacional, encontraron que el gobierno digital tiene "...consistentemente un impacto positivo en reducir la corrupción y los factores anticorrupción...". Por su parte, Andersen *et al.* (2010) evaluaron un sistema anticorrupción en Corea llamado *Online Procedures Enhancement for civil application (OPEN)* a partir de cuatro dimensiones: regulatoria, coercitiva, mimé-

tica y normativa; esta última resultó ser la de mayor impacto en el sistema anticorrupción.

Siguiendo esta idea, García-Murillo (2013), utilizando un modelo estadístico que analiza factores de gobernabilidad (en especial eficiencia y rendición de cuentas de los gobiernos, así como los portales web de los gobiernos), encontró que la presencia en internet reduce la percepción de corrupción en las naciones estudiadas. Los investigadores Zhao & Xu (2015), después de hacer un análisis de 80 países, sugirieron que el desarrollo del e-gobierno está correlacionado con bajos niveles de corrupción, además de otros factores, incluyendo eficiencia y tamaño del gobierno, así como el de género. Este breve recorrido histórico demuestra la relación entre el uso de la tecnología en el gobierno y los esfuerzos hacia una instancia más abierta, con menos posibilidades de corrupción y mayor rendición de cuentas.

La tendencia del gobierno abierto es la siguiente etapa, considerada como la apertura gubernamental que permita a los ciudadanos el monitoreo y la posibilidad de intervenir en sus procesos (tomar decisiones e influir en políticas públicas) a partir del acceso libre de los datos (Sandoval Almazán, 2013). Para Mariñez (2013), "...el Gobierno Abierto como modelo de gestión y visto como plataforma de democracia colaborativa se convierte en el contexto fundamental de la transparencia..." (p. 303).

La conceptualización de datos abiertos (término que se encuentra en construcción) es compleja, por su rápida adopción y los cambios tan vertiginosos que sufren las TIC. Una primera aproximación proviene de Ding *et al.* (2010), quienes comentaron que éstos deben conceptualizarse como aquellos que "...están disponibles gratuitamente y se pueden utilizar, así como poder publicarlos de nuevo por todo el mundo sin restricciones de derechos de autor o patentes..." (traducción propia). Al-Khoury (2014) aportó su concepto: "Un pedazo de datos o contenido es abierto si cualquiera es libre de utilizar, reutilizar y redistribuir —con sujeción únicamente, a lo sumo, a la obligación de atribuir y/o compartir— por igual..." (p. 220, traducción

propia). En cambio, Ubaldi (2013) precisó los datos abiertos gubernamentales (OGD, por sus siglas en inglés) a partir de dos características:

- *Data* gubernamental: es cualquier dato producido o comisionado a organismos públicos.
- Datos abiertos: son los que se pueden utilizar de forma libre, reutilizarlos y distribuirlos por cualquier persona.

Gonzalez-Zapata y Heeks (2015) hicieron un análisis de las distintas acepciones de datos abiertos gubernamentales a partir de cuatro perspectivas: burocrática, tecnológica, política y económica, en cada una de las cuales el concepto y la naturaleza de los mismos es diferente, lo cual demuestra la complejidad que existe para definir este término.

Finalmente, Yang y Wu (2015) propusieron un concepto más aproximado a la discusión actual: los datos abiertos se deben conceptualizar como "...un proceso de aceptación de la tecnología que las agencias gubernamentales tienen que adoptar el concepto a través de preparar los conjuntos de datos en formatos de código abierto, implementaciones de interfaz de programación de aplicaciones y distribución de datos utilizando plataformas de datos abiertas para proporcionar acceso público..." (p. 379).

En México se ha realizado poca investigación acerca de este tema, pues es muy reciente y porque el decreto de datos abiertos fue publicado apenas en el 2015; su definición dice así: "Datos Abiertos: los datos digitales de carácter público son accesibles en línea y pueden ser usados, reutilizados y redistribuidos, por cualquier interesado..." (DOF, 2015). Dos investigaciones recientes en el país sobre esto han sido a partir de la representación política y la redistribución con el trabajo de Trelles *et al.* (2015), así como el estudio de Quintanilla y Gil-García (2016) para entender los datos abiertos y los vinculados, además de la manera en que producen valor público en la sociedad.

En resumen, el concepto puede entenderse, a partir de elementos comunes, como datos que

permiten ser reutilizados, compartidos y distribuidos por otros y que son generados por organismos gubernamentales de cualquier índole mediante un proceso de aceptación de tecnología. Janssen *et al.* (2012) lo plantearon así: "Los datos abiertos significan que el gobierno actúa como un sistema abierto que interactúa con su ambiente social...".

## Metodología

El objetivo de esta investigación es entender la implementación de datos abiertos en los gobiernos estatales del país a partir de la siguiente pregunta: ¿los sitios web de los estados de México han comenzado a adoptar prácticas de datos abiertos según el decreto publicado en la materia en el 2015? La hipótesis del estudio es que las páginas en internet de las entidades no han adoptado la mayoría de las prácticas que sugiere este decreto.

Los insumos para apoyar este trabajo se obtuvieron de los resultados del componente de datos abiertos que forma parte del RPET. En este artículo se compara la información que presentan los portales de transparencia en el 2015 y sus cambios en el 2016.

El RPET se ha realizado cada año desde el 2006; a partir del 2015 se ha evaluado mediante un modelo teórico de cinco componentes: arreglos institucionales, datos abiertos, colaboración vertical, colaboración horizontal o co-producción e interfa- ce (Sandoval-Almazán, 2015).

El análisis sobre los portales de transparencia gubernamental es un claro ejemplo de investigación en internet, cuyos procesos son distintos, porque el objeto de estudio no es físico y cambia de manera constante, por lo que los resultados pueden variar con el tiempo (Estalella & Ardevol, 2011). En este caso, se evaluó el universo completo de sitios de transparencia en la red de los 32 estados de México. La metodología consistió en cuatro etapas:

- Validación de los sitios web de transparencia.
- Recolección de datos a través de visitas a los portales de transparencia.

- Captura de datos en el cuestionario.
- Análisis de datos.

Para esta evaluación, se visitaron los portales de transparencia en más de dos ocasiones, con una duración de 30 a 40 minutos, para observar si cumplían o no con los puntos del cuestionario. Fue dicotómica (1, 0) colocando 0 si no cumplía o no aparecía el componente y 1 cuando sí existía. Esta medición se realizó durante marzo del 2015 y del 2016 en forma aleatoria tanto en el día como en la hora de visita.

En todos los casos se visitó la página principal, así como todos los vínculos que aparecieron en ella. Se bajaron los formatos en PDF y se consultaron los informes. Posteriormente, se validó la captura a través de la revisión de dos especialistas y se procedió a realizar el análisis de los datos con la ponderación de 1 a 100 en cada componente.

## Hallazgos y discusión

El análisis de los datos abiertos obtenidos por el RPET se describe a continuación bajo un enfoque descriptivo, lo cual permite una primera exploración de ellos para que, posteriormente, puedan ser analizados con otras técnicas estadísticas, pero que son suficientes para mostrar los cambios en materia de datos abiertos.

Los estados que presentaron mejor evaluación son Coahuila de Zaragoza, Baja California y Ciudad de México, que alcanzaron 56 puntos en el 2015. Al siguiente año, lo más relevante es el puntaje que obtuvieron los primeros lugares: Coahuila de Zaragoza alcanzó 84 puntos y Ciudad de México, 72. Esto apunta a que con el mismo instrumento las entidades realizaron más acciones en materia de datos abiertos. En cambio, Baja California sufrió una caída importante (ver tabla 1).

Por otro lado, un cambio importante en los resultados de la medición del 2016 destaca el avance de Oaxaca con 64 puntos, mientras que Puebla y San Luis Potosí obtuvieron 60, todos por encima



Tabla 1

**Comparativo del Ranking de datos abiertos 2015 y 2016**

Estado	2015	Estado	2016
Baja California	56	Coahuila de Zaragoza	84
Ciudad de México	56	Ciudad de México	72
Coahuila de Zaragoza	56	Nuevo León	64
Chihuahua	52	Oaxaca	64
Durango	52	Puebla	60
Michoacán de Ocampo	52	San Luis Potosí	60
Puebla	52	Guanajuato	56
Guanajuato	48	Chiapas	52
Hidalgo	48	Querétaro	52
Jalisco	48	Baja California	48
Sonora	48	Sinaloa	48
Veracruz de Ignacio de la Llave	48	Zacatecas	48
Zacatecas	48	Aguascalientes	44
Aguascalientes	44	Quintana Roo	44
Nuevo León	44	Sonora	44
Oaxaca	44	Yucatán	44
Querétaro	44	Michoacán de Ocampo	40
Colima	40	Campeche	36
Guerrero	40	Chihuahua	36
Sinaloa	40	Colima	36
Tabasco	40	Estado de México	36
Yucatán	40	Tabasco	36
Chiapas	36	Durango	32
Morelos	36	Hidalgo	32
Nayarit	36	Baja California Sur	28
Tamaulipas	36	Jalisco	28
San Luis Potosí	32	Nayarit	28
Campeche	28	Tamaulipas	28
Estado de México	28	Guerrero	24
Quintana Roo	28	Veracruz de Ignacio de la Llave	24
Baja California Sur	24	Morelos	16
Tlaxcala	16	Tlaxcala	16
<b>Promedio 41.88</b>		<b>Promedio 45.50</b>	

Fuente: elaboración propia con datos del RPET 2015 y 2016.

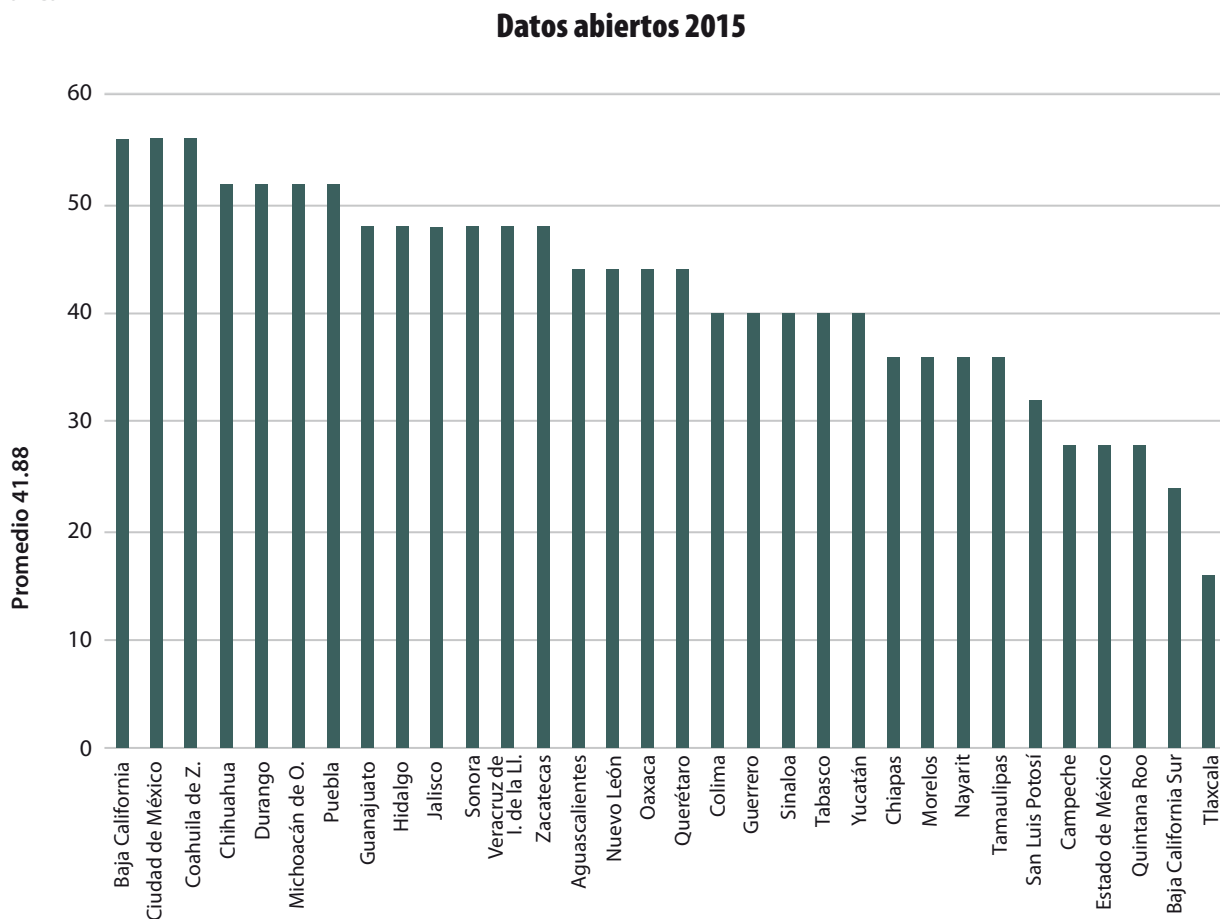
del mejor resultado obtenido en el 2015. En contraste, se observa que para el 2015 Baja California Sur presentaba 24 puntos y Tlaxcala, 16 de lo requerido en el componente de datos abiertos; para el 2016, Baja California Sur aumentó a 28 puntos, mientras que Tlaxcala continuó con el mismo puntaje, permaneciendo en el último lugar de la lista. En este sentido, destaca que el promedio para el 2016 fue menor que el año anterior, lo cual representa que si bien las entidades ubicadas en los primeros lugares realizaron más labores de datos abiertos, el resto de los estados no lo hizo y, en muchos casos, dejaron de hacer acciones en esta dirección.

En la gráfica 1 se muestran los resultados del 2015, y se puede apreciar una gran heterogeneidad en los estados; hay entidades con grandes

avances en la materia, otras con pocos y algunas con nullos. Si bien hay una aparente segmentación, no se observa una regionalización de los datos, ya que están mezclados estados del norte, centro y sur del país en el *Ranking*.

El caso contrario sucede con la gráfica 2, que muestra los resultados del 2016: se observa una clara dirección descendente. Los estados en los primeros lugares del *Ranking* realizaron grandes esfuerzos, pero se fueron perdiendo en el resto de las entidades. Esto confirma la disminución en el promedio y señala un área de oportunidad para desarrollar políticas públicas de datos abiertos en estados que menos las han desarrollado e, incluso, identificar problemáticas o debilidades que les estén impidiendo la implementación de esta nueva práctica.

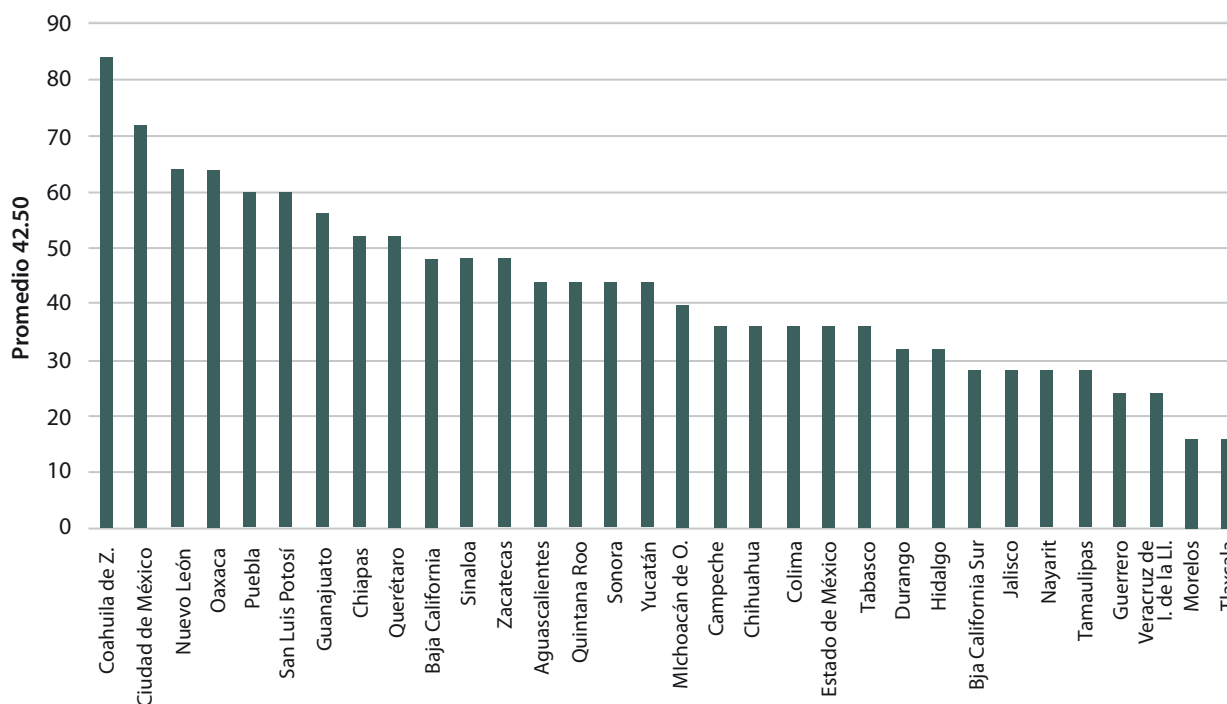
Gráfica 1



Fuente: elaboración propia con datos del RPET 2015.

Gráfica 2

## Datos abiertos 2016



Fuente: elaboración propia con datos del RPET 2016.

## Análisis por pregunta

Esta parte del trabajo permitió profundizar en cada elemento a partir del cuestionario utilizado por el *Ranking*. La tabla 2 muestra los resultados absolutos y porcentuales del 2015 y 2016 por cada ítem de la sección de datos abiertos extraída del RPET México.

Esta radiografía está llena de claroscuros; por ejemplo, a partir del decreto de datos abiertos del 2015 se establecieron componentes que deberían existir en los estados para comenzar la implementación de datos abiertos; el caso de un plan de apertura nada más se encontró en tres entidades; el inventario de datos, en ocho; y los catálogos de datos abiertos, solo en cuatro. Destaca que el repositorio de datos compartidos (tres estados lo presentaron) y la variable motor de búsqueda (en 13 entidades se registraron) no sufrieron ningún cambio de un año a otro; esto resulta alarmante, pues los repositorios contienen datos que deben ser liberados: solo ocho estados permitían la visualización de datos con otras herramientas y 11 tenían claramente identificado al equipo de tra-

bajo que los libera (el Consejo Estatal de Datos Abiertos); también, únicamente 13 permitían la descarga en formatos editables. Por último, cabe mencionar que los datos abiertos gubernamentales aún no están libres de legalismos y tecnicismos para ser consultados por los ciudadanos; esta tendencia aumentó en el 2016 en lugar de caer.

Por otra parte, es alentador que cinco estados tuvieran una liga directa al repositorio de datos abiertos federal ([www.datos.gob.mx](http://www.datos.gob.mx)), cuando en el 2015 nadie contaba con esto; de igual forma, 26 entidades —más del doble que el periodo anterior— presentaron procedimientos para la toma de decisiones internas; 19 (ocho más que en el 2015) permitían desagregar datos en su máximo nivel; además, ocho contaban con un catálogo de *Apps* vinculadas a los datos abiertos gubernamentales, cuando el año anterior nadie lo tenía.

Otro enfoque es analizar estos datos directamente desde los estados. Así, es posible observar que no existe una tendencia por regiones, pues los hay del norte, centro o del sur del país que no

Tabla 2

## Comparativo de ítems de la sección de datos abiertos, 2015 y 2016

		2015		2016
		%		%
1. Presenta procedimientos para la toma de decisiones internas (manuales, juntas)	12	37.50	26	81.25
2. Muestra catálogo de datos sobre contrataciones, permisos y concesiones	21	65.62	28	87.50
3. Presenta en un motor de búsqueda con parámetros y variables, contratos, permisos, licitaciones que incluyan información sobre el bien o servicio, el pago, fechas límites y nombre del proveedor	13	40.62	13	40.62
4. Se observa un plan de apertura estatal de datos	6	18.75	3	9.37
5. Muestra un inventario de datos actualizado al día de la visita <i>online</i>	14	43.75	8	25.00
6. El inventario general de datos permite descargar los datos sin solicitar información personal	18	56.25	11	34.37
7. Los datos se pueden visualizar con otras herramientas, como: mapas, gráficas y tablas interactivas	16	50.00	6	18.75
8. Presenta un catálogo de datos abiertos estatal	12	37.50	4	12.50
9. Existe una herramienta (buscador) para encontrar datos abiertos	10	31.25	8	25.00
10. El sitio identifica al equipo de trabajo de datos abiertos (enlace, director de TIC y órganos internos de control)	16	50.00	11	34.37
11. Tiene activo algún repositorio de archivos compartidos para actualizar los avances de datos abiertos	3	9.37	3	9.37
12. El portal muestra la liga de los datos en el repositorio federal ( <a href="http://www.datos.gob.mx">www.datos.gob.mx</a> )	0	0.00	5	15.62
13. Aplica un criterio (estándar) de homologación propia o externa (ISO o IWA) para comparar su eficiencia en transparencia	4	12.50	2	6.25
14. Permite consultar los datos gubernamentales sin costo	30	93.75	31	96.87
15. El sitio en ningún momento requiere algún tipo de identificación para acceder y descargar datos	20	62.50	27	84.37
16. Los datos pueden descargarse en algún tipo de formato editable o tabular (CSV, XLSX, RTF, TXT)	18	56.25	13	40.62
17. Los datos están libres de legalismos y lenguaje técnico	26	81.25	24	75.00
18. Los metadatos son suficientes y van de acuerdo con la información solicitada (chechar información del documento)	26	81.25	11	34.37
19. Los datos se pueden desagregar hasta su máximo nivel	11	34.37	19	59.37
20. Los datos anuales están actualizados un año antes de la visita al portal	24	75.00	23	71.87
21. Los datos mensuales o diarios están actualizados, mínimo, seis meses antes	20	62.50	22	68.75
22. El sitio muestra antecedentes o historias de uso u origen de los datos (párrafo, audio y video)	3	9.37	8	25.00
23. Existe un catálogo de <i>Apps</i> vinculadas a la información de este sitio	0	0.00	9	28.12
24. Se observa el vínculo de la <i>App</i> que utiliza este conjunto de datos	0	0.00	8	25.00
25. Se puede consultar un repositorio de versiones históricas de los datos	12	37.50	17	53.12

Fuente: elaboración propia con datos del RPET 2015 y 2016.

presentaron algún componente. Las tablas 3 y 4 muestran aquellos criterios que no cumplieron los estados por cada año. Destaca la pregunta 17 que se repite en ambas tablas y que se refiere a los legalismos y lenguaje técnico de los datos abiertos; igualmente, ninguna entidad repitió.

Para el caso de la medición del 2016, se presentaron cambios en los criterios, manteniendo el mayor puntaje la pregunta: *Permite consultar los datos*

*gubernamentales sin costo*, donde exclusivamente Morelos no cumplía con este criterio.

En la tabla 4 se presentan los criterios que tuvieron mejores resultados en el 2016, acompañados de los estados que no cumplieron con lo solicitado.

Se puede observar que para el 2015 se presentaron tres criterios donde ninguno de los estados cumplía; sin embargo, en el 2016, el criterio donde

Tabla 3

### Estados que no cumplían con criterios de datos abiertos en el 2015

Criterio	Estados que no cumplían	Sí cumplían	
			%
14. Permite consultar los datos gubernamentales sin costo	Ciudad de México y Durango	30	94.75
17. Los datos están libres de legalismos y lenguaje técnico	Aguascalientes, Baja California, Baja California Sur, Coahuila de Zaragoza, Yucatán, Zacatecas	26	81.25
18. Los metadatos son suficientes y van de acuerdo con la información solicitada (chechar información del documento)	Baja California Sur, Durango, Sinaloa, Tabasco, Tlaxcala, Veracruz de Ignacio de la Llave	26	56.25
20. Los datos anuales están actualizados un año antes de la visita al portal	Baja California Sur, Campeche, México, Morelos, Nayarit, Nuevo León, San Luis Potosí, Sinaloa	24	75.00
15. El sitio en ningún momento requiere algún tipo de identificación para acceder y descargar datos	Baja California, Puebla, Querétaro, Quintana Roo, San Luis Potosí, Sinaloa, Sonora, Tabasco, Tamaulipas, Tlaxcala, Veracruz de Ignacio de la Llave, Yucatán	20	62.50
21. Los datos mensuales o diarios están actualizados, mínimo, seis meses antes	Campeche, México, Jalisco, Morelos, Nayarit, Nuevo León, San Luis Potosí, Sinaloa, Tabasco, Tamaulipas, Tlaxcala, Yucatán	20	62.50

Fuente: elaboración propia con datos del RPET 2015.

Tabla 4

### Estados que no cumplían criterios de datos abiertos en el 2016

Criterio	Estados que no cumplían	Sí cumplían	
			%
2. Muestra catálogo de datos sobre contrataciones, permisos y concesiones	Chiapas, Durango, Morelos, Querétaro	28	87.50
15. El sitio en ningún momento requiere algún tipo de identificación para acceder y descargar datos	Chihuahua, Guerrero, Morelos, Tlaxcala, Veracruz de Ignacio de la Llave	27	84.37
1. Presenta procedimientos para la toma de decisiones internas (manuales, juntas)	Colima, México, Hidalgo, Jalisco, Nuevo León, Zacatecas	26	81.25
17. Los datos están libres de legalismos y lenguaje técnico	Morelos, Sinaloa, Tabasco, Tamaulipas, Tlaxcala, Veracruz de Ignacio de la Llave, Yucatán, Zacatecas	24	75.00
20. Los datos anuales están actualizados un año antes de la visita al portal	Baja California Sur, Campeche, Guanajuato, Guerrero, Jalisco, Querétaro, Tamaulipas, Tlaxcala, Veracruz de Ignacio de la Llave	23	71.87
21. Los datos mensuales o diarios están actualizados, mínimo, seis meses antes	Baja California Sur, Guanajuato, Guerrero, Jalisco, Morelos, Oaxaca, Querétaro, Quintana Roo, Tamaulipas, Veracruz de Ignacio de la Llave	22	68.75

Fuente: elaboración propia con datos del RPET 2016.

solo dos estados cumplían fue: *Aplica un criterio (estándar) de homologación propia o externa (ISO o IWA) para comparar su eficiencia en transparencia*. Este punto lo cumplían Oaxaca y Puebla, ya que estas entidades sí presentaron otro criterio para comparar su eficiencia en transparencia. De igual forma, destaca el cambio en el criterio de que los estados solicitaban un pago por algún servicio de datos abiertos en el 2015, solamente Ciudad de México y Durango lo cumplían. De todas maneras, en el 2016 ninguna entidad solicitó pago alguno por estos servicios.

## Conclusiones

Este artículo analiza la implementación de datos abiertos a partir de los sitios de transparencia de los 32 gobiernos estatales en México. Se realizó una comparación entre el 2015 y 2016. Los datos observados permiten confirmar la hipótesis de que la aplicación de políticas de datos abiertos no se ha hecho de forma suficiente a nivel local; por el contrario, hay retrocesos tanto en el lenguaje de los datos como en la falta de repositorios, catálogos y organismos (crear, por ejemplo, un consejo estatal de datos abiertos) que permitan cumplir el decreto establecido para ello.

Aun cuando las mediciones del Barómetro de Datos Abiertos y el índice OUR colocan a México en niveles de desempeño relativamente buenos, los datos analizados a partir de la recolección del RPET demuestran que a nivel estatal son lo contrario.

Los datos abiertos gubernamentales en México requieren un mayor impulso, no solo de forma legal, sino operativa, además de brindar a los estados más conocimiento técnico de cómo abrir los datos y más personal capacitado, así como fortalecer los sistemas informáticos para el procesamiento, captura y administración de los mismos.

A pesar de haberse impulsado las políticas de datos abiertos en México, como la página oficial [datos.gob.mx](http://datos.gob.mx) y la *Guía de datos abiertos anticorrupción*, estos esfuerzos buscan seguir los lineamien-

tos de la *Carta internacional de datos abiertos*, pero en ningún caso parecen estar alineados con políticas de nivel estatal, y sería recomendable conocer su estado a nivel municipal.

Para ordenar la información y colocarla a disposición del público, se deben generar herramientas organizacionales (escuadrón de datos) y tecnológicas que faciliten este proceso.

Si se observa hacia el futuro, estamos hablando del *Big Open Data*, la seguridad de los datos abiertos, la innovación pública con tecnología y, sobre todo, la construcción de valor público a partir de estos datos. Los retos en esta materia son demasiado amplios como para esperar una lenta y compleja implementación.

## Fuentes

- Al-Khouri, A. M. "Open Data: A Paradigm Shift in the Heart of Government", en: *Journal of Public Administration and Governance*. 4(3), 2014, pp. 217-244 (DE): <https://doi.org/10.5296/jpag.v4i3.6407>
- Alianza para el Gobierno Abierto (AGA). *Carta internacional de datos abiertos*. 2015 (DE): <http://gobabiertomx.org/noticias/492/>
- Andersen, K. N.; H. Z. Henriksen; R. Medaglia; J. N. Danziger; M. K. Sannarnes & M. Enemærke. "Fads and Facts of E-Government: A Review of Impacts of E-government (2003-2009)", en: *International Journal of Public Administration*. 33, 2010, pp. 564-579 (DE): <http://www.informaworld.com/10.1080/01900692.2010.517724>
- Coordinación Estrategia Digital Nacional. *Nueva guía de datos abiertos contra la corrupción*. 17 de mayo de 2017. (DE): <http://tinyurl.com/y9cv39zt>
- Dawesa, S.; L. Vidiasovab & O. Parkhimovich. "Planning and designing open government data programs: An ecosystem approach", en: *Government Information Quarterly*. 33(1), 2016, pp. 15-27 (DE): <https://doi.org/10.1016/j.giq.2016.01.003>
- Ding, L.; J. R. Michaelis; D. L. McGuinness & J. Hendler. "Making Sense of Open Government Data", en: *Library*. 2010, pp. 1-4 (DE): <http://journal.webscience.org/394/>
- Diario Oficial de la Federación (DOF). *Decreto por el cual se establece la regulación de datos abiertos*. 20 de febrero de 2015. (DE): [http://www.dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5382838&fecha=20/02/2015](http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5382838&fecha=20/02/2015) (última consulta: 8 de agosto de 2017).
- Estalella, A. & E. Ardevol. "e-research: challenges and opportunities for social sciences", en: *Convergencia Revista de Ciencias Sociales*. 18(55), 2011, pp. 87-111.

- García-Murillo, M. "Does a government web presence reduce perceptions of corruption?", en: *Information Technology for Development*. 19(2), 2013, pp. 151-175 (DE): <https://doi.org/10.1080/02681102.2012.751574>
- Gonzalez-Zapata, F. & R. Heeks. "The multiple meanings of open government data: Understanding different stakeholders and their perspectives", en: *Government Information Quarterly*. 2015 (DE): <https://doi.org/10.1016/j.giq.2015.09.001>
- Harrison, T. M.; T. A. Pardo & M. Cook. "Creating Open Government Ecosystems: A Research and Development Agenda", en: *Future Internet*. 4(4), 2012, pp. 900-928 (DE): <https://doi.org/10.3390/fi4040900>
- Hartog, M.; B. Mulder; B. Spée; E. Visser & A. Gribnau. "The Structural Adoption of Open Data in Governmental Organisations: Technology and Organisation in Practice", en: *Proceedings of the 4th Conference for E-Democracy and Open Government (CeDEM 2014)*. Danube University Krems, Austria, Edition Donau-Universität Krems, 2014.
- Heimstädt, M.; F. Saunderson & T. Heath. "From Toddler to Teen: Growth of an Open Data Ecosystem", en: *JeDEM. eJournal of eDemocracy and Open Government*. 6(2), 2014, pp. 123-135 (DE): <http://www.jedem.org/index.php/jedem/article/view/330>
- Janssen, M.; Y. Charalabidis and A. Zuiderwijk. *Benefits, adoption barriers and myths of open data and open government. Information Systems Management*. 29(4), 2012, pp. 258-268.
- Lodi, G.; A. Maccioni & F. Tortorelli. "Linked open data in the italian e-government interoperability framework", en: *6th International Conference on Methodologies, Technologies, and Tools Enabling e-Government (MeTTeG12)*. Belgrade, Serbia, 2012, pp. 159-170.
- Lourenço, R. P. "Data disclosure and transparency for accountability: A strategy and case analysis", en: *Information Polity: The International Journal of Government & Democracy in the Information Age*. 18, 2013, pp. 243-260.
- Luna-Reyes, Luis F.; Theresa A. Pardo; Djoko Sigit Sayogo; Giri Kumar Tayi; David F. Andersen; Jing Zhang & Jana Hrdinova. *Ontologies and Data Architectures to Support Ethical Consumption*. Albany, NY, 2012, pp. 1-4.
- Luna Reyes, L. F.; J. R. Gil García & R. Sandoval Almazán. *Avances y retos del gobierno digital en México*. Toluca, México; IAPEM-UAEMEX; 2015 (DE): <http://iapem.mx/Libros/Avances-y-Retos-del-Gobierno-Digital-en-Mexico.pdf>
- Mariñez Navarro, F. "¿Qué transparencia requiere el gobierno? (*Which Transparency Does the Open Government Require?*)", en: *Revista de Gestión Pública*. 2(2), 2013, pp. 303-333 (DE): [http://www.revistadegestionpublica.cl/Vol\\_II\\_No\\_2/Marinez.pdf](http://www.revistadegestionpublica.cl/Vol_II_No_2/Marinez.pdf)
- Meijer, A. J. "Understanding Modern Transparency", en: *International Review of Administrative Sciences*. 75(2), 2009, p. 255 (DE): <http://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/0020852309104175>
- Najafabadi, M. M. & L. F. Luna-Reyes. *Open Government Data Ecosystems: A Closed-Loop Perspective*. 2017, pp. 2711-2720. HICSS (DE): <http://hdl.handle.net/10125/41483>
- OCDE. *OUR Data Index: Open, Useful, Reusable Government Data*. 2015 (DE): DOI: 10.1787/gov\_glance-2015-70-en
- Quintanilla, G. & J. R. Gil-García. "Gobierno abierto y datos vinculados: conceptos, experiencias y lecciones con base en el caso mexicano", en: *Revista del CLAD Reforma y Democracia*. (65), 2016, pp. 69-102 (DE): <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=357546620003>
- Quintanilla Mendoza, G. "E-transparencia y E-rendición de cuentas en los sitios web mexicanos", en: *Espacios Públicos*. 15(34), 2012, pp. 95-119.
- Sandoval-Almazán, R. "Midiendo el gobierno abierto: hallazgos del ranking de portales estatales 2015", en: *Revista Digital Universitaria*. 16(12), 2015, pp. 1-15 (DE): <http://www.revista.unam.mx/vol.16/num12/art100/>
- Sandoval Almazán, R. *La larga marcha del gobierno abierto. Teoría, medición y futuro*. Ciudad de México, INAP, 2013 (DE): [http://www.inap.mx/portal/images/pdf/book/larga\\_marcha.pdf](http://www.inap.mx/portal/images/pdf/book/larga_marcha.pdf)
- Sayogo, D. S. & T. A. Pardo. "Understanding Smart Data Disclosure Policy Success: The Case of Green Button", en: *Proceedings of the 14th Annual International Conference on Digital Government Research*. 2013, pp. 72-81 (DE): <https://doi.org/10.1145/2479724.2479737>
- Shim, D. C. & T. H. Eom. "E-government and anti-corruption: Empirical analysis of international data", en: *Intl Journal of Public Administration*. 31(3), 2008, pp. 298-316.
- Trelles, A.; M. Altman; E. Magar & M. P. McDonald. *Datos abiertos, representación política y redistribución en México (Open Data, Political Representation and Redistricting in Mexico)*. Rochester, NY, Social Science Research Network, 2015 (DE): <http://papers.ssrn.com/abstract=2591862>
- Ubaldi, B. "Open Government Data: Towards Empirical Analysis of Open Government Data Initiatives", en: *OECD Working Papers on Public Governance*. 22(22), 2013, p. 61 (DE): <https://doi.org/10.1787/5k46bj4f03s7-en>
- Veljković, N.; S. Bogdanović-Dinić & L. Stoimenov. "Benchmarking open government: An open data perspective", en: *Government Information Quarterly*. 31(2), 2014, pp. 278-290 (DE): <https://doi.org/10.1016/j.giq.2013.10.011>
- Worthy, B. "The Impact of Open Data in the UK: Complex, Unpredictable, and Political", en: *Public Administration*. 93, 2015, pp. 788-805 (DE): <https://doi.org/10.1111/padm.12166>
- Yang, T. M. & Y. J. Wu. "Examining the socio-technical determinants influencing government agencies' open data publication: A study in Taiwan", en: *Government Information Quarterly*. 33(3), 2015, pp. 378-392 (DE): <http://doi.org/10.1016/j.giq.2016.05.003>
- Zhao, X. & H. D. Xu. "E-Government and Corruption: A Longitudinal Analysis of Countries", en: *International Journal of Public Administration*. 38, 2015, pp. 410-421 (DE): <https://doi.org/10.1080/01900692.2014.942736>

# *El riesgo ante la sequía* **meteorológica en México**

## *Meteorological Drought* **Risk in Mexico**

**Víctor Magaña,\* Baldemar Méndez,\*\* Carolina Neri\*\*\* y Gustavo Vázquez\*\*\*\***

“...el mejor momento para actuar contra la sequía es cuando no la hay...”

\* Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), victormr@unam.mx

\*\* Universidad de Sonora, baldemar.ma@gmail.com

\*\*\* UNAM, Posgrado en Ciencias de la Tierra, UNAM, caro.neri@gmail.com

\*\*\*\* UNAM, gvc@unam.mx

**Nota:** el presente trabajo se desarrolló con el apoyo financiero del Fondo Sectorial CONACYT-INEGI, proyecto 209932: *Una metodología para generar información de sequía meteorológica, agropecuaria e hídrica*; el apoyo técnico del maestro en Geografía Luis Manuel Galván y de la ingeniera en Recursos Naturales Renovables Tania Pérez es altamente apreciado, así como el del señor Álvaro Morales, por el procesamiento de datos básicos del Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta (SIACON); los comentarios al trabajo de la maestra en Ciencias Ambientales Nuria Vargas constituyeron una valiosa aportación al trabajo; agradecemos también el apoyo brindado por los ingenieros Felipe Arreguín y Mario López para la realización de este trabajo.



Cardon cacti (*Pachycereus pringlei*) at the Bahía Concepcion in Loreto, Baja California Sur, Mexico, North America. /Horst Mahir/Getty Images



La sequía meteorológica, es decir, la condición climática en la que las lluvias acumuladas en una estación o en años están significativamente por debajo de lo normal, constituye uno de los mayores peligros climáticos para México. Con frecuencia, el problema de los impactos de la sequía meteorológica se aborda desde un punto de vista naturalista, en el que la magnitud del desastre es consecuencia directa de la intensidad del fenómeno natural, sin tomar en cuenta el contexto de vulnerabilidad en que ocurre. No existe una metodología aceptada de forma universal para cuantificarla y, por ello, el presente trabajo propone un método de caracterización del peligro, la vulnerabilidad y el riesgo que explique algunas características de la sequía agrícola e hidrológica. La identificación de los factores que hacen a un sector o a una región vulnerable a la sequía meteorológica permite también definir las acciones que reduzcan la magnitud del desastre, por lo que su uso puede convertirse en un paso útil para hacer gestión de riesgo o adaptación al cambio climático.

**Palabras clave:** sequía; vulnerabilidad climática; riesgo climático.

**Recibido:** 3 de mayo de 2017.

**Aceptado:** 15 de junio de 2017.

## El concepto de sequía desde la perspectiva de riesgo

El manejo de los recursos hídricos es un gran reto en un mundo de cambios globales. El crecimiento de la demanda de agua, su contaminación, un clima cambiante y las alteraciones en los ecosistemas que regulan el ciclo hidrológico son algunos de los factores que han llevado a una crisis hídrica a nivel mundial. Es en este contexto que la sequía meteorológica (entendida como la condición en que las lluvias acumuladas en una estación o en un periodo más largo están significativamente por debajo de lo normal) se vuelve un peligro climático que puede tener grandes costos sociales, ambientales y económicos. A pesar de ello, en la mayor parte del mundo solo se atienden los impactos, más que prevenirlos. Así, la sequía meteorológica resulta,

Meteorological drought, that is, the climatic condition in which the accumulated rains in a season (or in years) are significantly below normal, constitutes one of the greatest climatic hazards for Mexico. Frequently, the problem of the impacts of meteorological drought is analyzed with a naturalistic focus, where the magnitude of the disaster is a direct consequence of the intensity of the natural phenomenon, without considering the context of vulnerability in which it occurs. There is no universally accepted methodology to quantify it. Therefore, the present work proposes a method to characterize the hazard, vulnerability, and risk to explain some characteristics of agricultural and hydrological droughts. The identification of the factors that make a sector or region vulnerable to meteorological drought also allows defining actions that reduce the magnitude of a climatic disaster, so that its use can become a useful step to do risk assessment and management, or even adaptation to change climate.

**Key words:** drought; climatic vulnerability; climatic risk.

con frecuencia, en desastre, es decir, en sequía agrícola, hidrológica o socioeconómica (Wilhite y Glantz, 1985).

En México, las sequías meteorológicas ocurridas entre el 2000 y el 2002 y entre el 2011 y el 2013 se convirtieron en grandes desastres económicos y ambientales (Neri y Magaña, 2016). La alta vulnerabilidad del país ante dichas condiciones climáticas se debe, entre otras cosas, a que muchos aun consideran que la sequía meteorológica es impredecible por lo que solo queda responder ante la ocurrencia de un evento de este tipo, dominando así el paradigma naturalista en el que los desastres se explican nada más por la ocurrencia del fenómeno natural; en otras palabras, no se analiza el riesgo ante el evento considerando la vulnerabilidad del sistema sino únicamente el peligro y su

relación con los impactos. Analizando el problema desde una perspectiva de riesgo, es posible identificar los factores que lo generan y así prepararse para evitar, o al menos disminuir, la magnitud del impacto. Las acciones antes, durante y después del fenómeno parten de reconocer y reducir los factores de vulnerabilidad más importantes.

Algunos pasos para gestionar el riesgo ante la sequía meteorológica en México se dieron con el Programa Nacional Contra la Sequía (PRONACOSE), de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). Una de las acciones propuestas en el PRONACOSE fue mejorar el monitoreo de la sequía y sus impactos con el fin de establecer esquemas de prevención o mitigación. Pero dicha iniciativa requirió cambiar la forma tradicional en la que se analizaba el tema para pasar a una perspectiva de riesgo reconociendo, en primer término, que el peligro natural es la sequía meteorológica y que las sequías agrícola, hidrológica y socioeconómica corresponden a los impactos, las cuales dependen también del contexto de vulnerabilidad en que la falta de lluvias ocurre. En este trabajo se presenta una propuesta metodológica de monitoreo de las sequías que tome en cuenta no solo las características del peligro climático y de los impactos, sino también las de la vulnerabilidad y, por lo tanto, del riesgo como modulador de la magnitud de los impactos.

## El peligro de sequía meteorológica

Los avances en el conocimiento de la variabilidad del clima regional han llevado a proponer esquemas de monitoreo de la sequía meteorológica y sus causas (e. g. Hayes *et al.*, 2011). En México, como en otras partes del mundo, este peligro aumenta cuando las anomalías en la temperatura de la superficie del mar generan cambios en las circulaciones atmosféricas; por ejemplo, la llamada Oscilación Multidecadal del Atlántico en su fase positiva, en conjunto con la Oscilación Decadal del Pacífico (Talley *et al.*, 2011) en su fase negativa, genera peligro de sequía meteorológica prolongada en el norte de México (Méndez y Magaña, 2010) al intensificar la subsidencia y modificar los flujos

de humedad. También, cuando se presenta la condición *El Niño* en el verano, las probabilidades de una sequía estacional en el centro-sur de México aumentan (Magaña, 1999). Por lo anterior, hay predictibilidad de este fenómeno en México a escala regional y, con ello, aumentan las posibilidades de actuar de manera preventiva. Así, resulta importante mantener un monitoreo tanto de los déficits de lluvia o las anomalías de la temperatura del aire como de las condiciones oceánicas de temperatura de la superficie del mar y de las circulaciones atmosféricas que resultan en sequía meteorológica (Magaña, 2016).

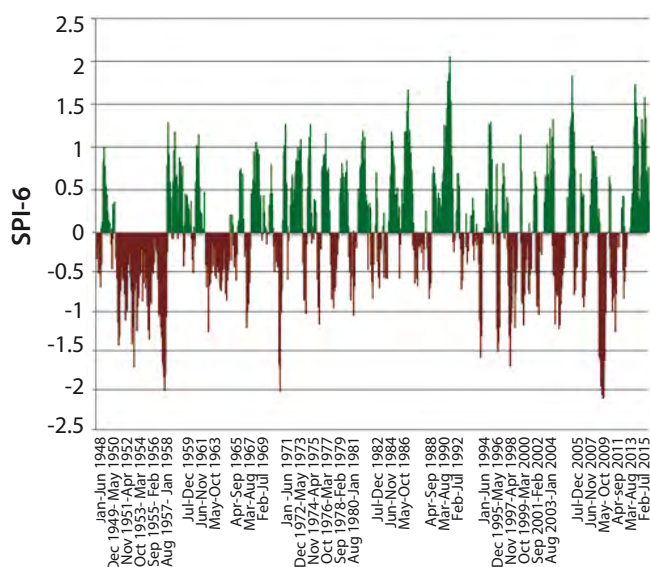
La magnitud de la sequía meteorológica se puede dar de diversas maneras. La más común es a partir de las anomalías negativas de precipitación. Una forma de referirse a dichos déficits de lluvia es en términos de desviaciones estándar con respecto a la media esperada. El índice estandarizado de precipitación<sup>1</sup> (SPI, por sus siglas en inglés) hace referencia a desviaciones estándar en la lluvia acumulada por periodos de uno a varios meses (McKee *et al.*, 1993); brinda información sobre la persistencia de la sequía dependiendo de la escala temporal para la que se calcule: 1, 3, 6, 12 ó 24 meses. Si la lluvia en una estación o año en particular está una o dos desviaciones estándar por debajo de la media, se considera un SPI de -1 o de -2, respectivamente. El SPI-6 (de seis meses) es útil cuando se trata de caracterizar el peligro para el sector agrícola. La sequía del 2011 en el norte de México alcanzó un SPI-6 menor a -2 (muy seco), por ejemplo, en zonas boscosas de Coahuila de Zaragoza, donde diversas acciones humanas ocasionaron incendios forestales (ver gráfica 1).

Otros índices para describir la sequía meteorológica hacen referencia a la temperatura, radiación o evapotranspiración con el fin de diagnosticar los posibles impactos en la agricultura o los ecosistemas. Sin embargo, para hablar de impactos, es mejor considerar el riesgo ante este fenómeno, pues también de la vulnerabilidad dependerán las características de la sequía agrícola o hidrológica.

<sup>1</sup> El rango de SPI va de -3 (extremadamente seco) a +3 (extremadamente húmedo).

Gráfica 1

### SPI-6 en el norte de México entre 1948 y el 2015



## Vulnerabilidad y riesgo ante la sequía meteorológica

La vulnerabilidad da una idea de la condición de las personas, sistemas económicos o ecosistemas de ser potencialmente afectados por algún factor externo; por lo tanto, su evaluación contribuye en forma fundamental al conocimiento del riesgo de desastre. Para estimar el impacto que un clima adverso puede tener sobre un sistema, es necesario cuantificarlo. Desafortunadamente, no es sencillo establecer una medida de vulnerabilidad climática, pues no existe una metodología aceptada de manera universal para este fin. En el caso de la sequía meteorológica se debe reconocer que la crisis hídrica mundial genera una mayor vulnerabilidad ante un déficit de lluvias.

Una propuesta metodológica para la evaluación de la vulnerabilidad a la sequía meteorológica parte de un modelo conceptual que relaciona factores físicos, sociales, económicos y ambientales que modulan el impacto de una anomalía negativa en las lluvias estacionales (Neri y Magaña, 2016), elementos que pueden representarse por un indicador que cambia con el tiempo; por ejem-

plo, el grado de presión sobre el recurso hídrico hace más o menos vulnerable a un sistema ante la sequía meteorológica; lo mismo se puede decir de otros factores que hacen a un sistema más o menos vulnerable ante este fenómeno (ver cuadro).

Los datos de los indicadores del cuadro para el periodo 2002 al 2015 se pueden obtener de información que cada año publican la CONAGUA, el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) u organismos internacionales, como el Banco Mundial. Los valores normalizados de los indicadores (por ejemplo entre 0 y 1) permiten comparar su importancia cuando se construye un solo índice de vulnerabilidad; en la evaluación de

Cuadro

### Indicadores de vulnerabilidad ante sequía meteorológica

Indicador	Definición
Grado de presión sobre el recurso hídrico	Proporción del agua empleada en usos consuntivos con respecto a la disponible
Contaminación de fuentes de agua	Porcentaje de acuíferos sobreexplotados y con problemas de contaminación o intrusión salina
Capacidad de tratamiento de aguas y uso	Proporción de agua residual municipal tratada, en comparación con el volumen usado para abastecimiento público urbano
Tarifa de consumo de agua	Tarifas de agua potable en ciudades (representativas por región hidrológica administrativa) comparadas con un precio de referencia por m <sup>3</sup>
Productividad agrícola del agua	Productividad agrícola en relación con el agua utilizada para riego (m <sup>3</sup> )
Capacidad de almacenamiento de presas y niveles existentes medios	Almacenamiento de agua en infraestructura hidráulica con respecto a la capacidad de almacenamiento

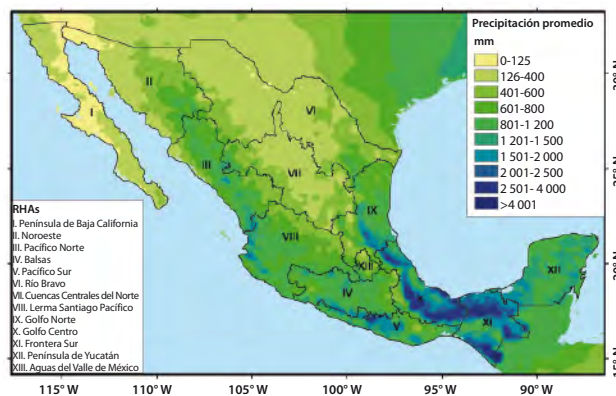
ella es importante considerar la historia reciente de cada indicador para saber con qué velocidad cambia, pues ésta habla de su flexibilidad o de su robustez en el tiempo; por ejemplo, la condición de un acuífero cambia de forma lenta por lo que se convierte en un factor de vulnerabilidad robusto. Por otro lado, las medidas de emergencia ante la sequía (como reducir el abasto de agua) pueden tener un efecto inmediato, pero difícilmente se mantienen por periodos prolongados, por lo que se considera un factor flexible.

Las medidas que reducen factores robustos de vulnerabilidad por lo general corresponden a acciones de fondo o estructurales (e. g., programas de cultura del agua, restauración de cuencas, infraestructura hidráulica), mientras que las emergentes o coyunturales actúan en esencia sobre los factores flexibles. Estas últimas corresponden, por ejemplo, a los sistemas de alerta temprana (SIAT), en los que se ejecutan acciones previamente acordadas de acuerdo con el riesgo que enfrente una región, sector o grupo social, conforme evoluciona la sequía meteorológica. La valoración temporal de la vulnerabilidad para cada una de las regiones hidrológicas administrativas (RHA) del país (ver mapa 1) permite establecer dónde es mayor el riesgo ante una sequía meteorológica. Usando los indicadores del cuadro, se establece que en la RHA XIII Valle de México, la vulnerabilidad es alta, con un índice promedio de 0.72 (ver gráfica 2) debido, sobre todo, al grado de presión sobre el recurso agua. Pero dado que las sequías meteorológicas (el peligro) son por lo general menos severas que en la RHA II, por ejemplo, el riesgo de sequía hidrológica o agrícola es mayor en Sonora. Cabe mencionar que bajo esta métrica, en casi todas las RHA del país la vulnerabilidad ha disminuido gracias a algunas acciones de tratamiento y reuso de agua, aunque continúa siendo alta.

El seguimiento de las condiciones de riesgo ante sequía meteorológica se puede realizar a través del monitoreo de la lluvia y de la vulnerabilidad, evaluando el contexto socioeconómico y ambiental en que ocurren los impactos, es decir, la sequía

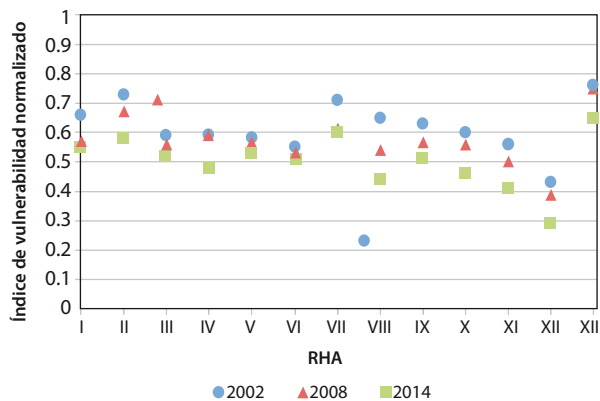
Mapa 1

**Regiones hidrológicas administrativas (RHA) de la CONAGUA y precipitación promedio anual (mm)**



Gráfica 2

**Índice de vulnerabilidad ante sequías meteorológicas en cada RHA en el 2002, 2008 y 2014**



Nota: adaptado de Neri y Magaña, 2016.

agrícola o hidrológica. En el caso de la primera es común referirse a las áreas de cultivo siniestradas, al estrés hídrico de la vegetación o a los cambios en la productividad, mientras que en el segundo se trata de la disponibilidad de agua en ríos o lagos, acuíferos o presas. Tanto en el caso de los peligros como en el de los impactos se cuenta con mediciones, mientras que para la vulnerabilidad solo se hacen estimaciones, por ello, el riesgo es estimado, a pesar de lo cual debe explicarse en buena medida las características espaciales y temporales de los impactos.

## Sequía agrícola

Una sequía meteorológica impacta a la agricultura cuando el agua disponible es insuficiente para producir. En la RHA I, por ejemplo, la precipitación media anual es de 165 mm, lo cual la convierte en una zona árida. Esta cantidad de lluvia resulta en una disponibilidad promedio de agua de 4 625 hm<sup>3</sup>/año, aproximadamente. El volumen concesionado en el 2010 se estimó en 3 733 hm<sup>3</sup>, por lo que una disminución de la lluvia alrededor de 19% o más (precipitación anual acumulada de 130 mm o menos) reduciría la disponibilidad de agua a un nivel crítico bajo las condiciones de demanda o grado de presión actual (vulnerabilidad), lo que llevaría a una sequía agrícola. La probabilidad de que esta condición (que puede considerarse sequía meteorológica) se presente en un año en particular para la RHA I es de 36%, por lo que el peligro es grande.

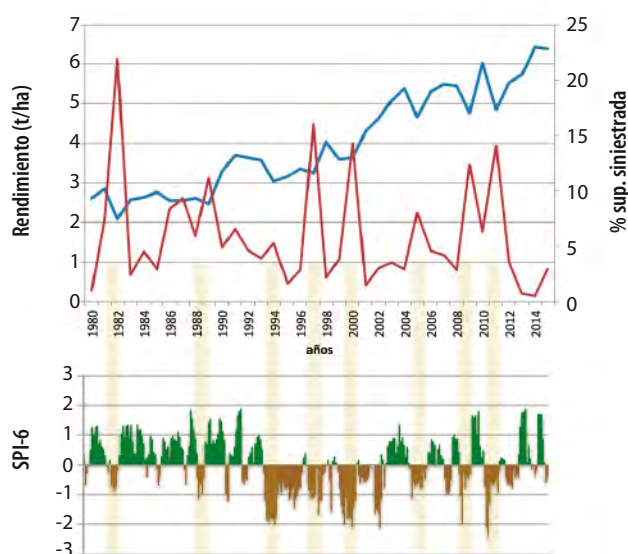
Otras RHA del norte también enfrentan un peligro de sequía y un riesgo alto, ya que en la mayoría de ellas la disponibilidad de agua es cercana a los volúmenes concesionados. Para mantener actividades agropecuarias, aun con sequía meteorológica, se recurre con frecuencia a la sobreexplotación de acuíferos, lo cual termina por aumentar la vulnerabilidad. En las RHA del centro-sur de México, el agua disponible es, en general, suficiente, pero las prácticas de manejo (vulnerabilidad) llevan a niveles de riesgo altos. Los impactos a consecuencia de las sequías meteorológicas en estas RHA están relacionados frecuentemente con problemas de distribución del recurso hídrico. En la RHA XIII, por ejemplo, se requiere de los aportes de agua de otras cuencas, pues el volumen concesionado supera el agua disponible, razón por la que esta zona está en riesgo alto de ser afectada por la sequía.

La sequía meteorológica explica con frecuencia el porqué la productividad agrícola es baja y la siniestralidad en los cultivos, en ciertos años, alta; pero establecer una relación funcional lineal entre sequía meteorológica y siniestralidad en el sector agrícola no es adecuado, pues se requiere incluir el factor modulador de baja frecuencia que deter-

mina la magnitud del impacto, es decir, la vulnerabilidad. Un modelo de riesgo de sequía agrícola debe, por supuesto, incluir un indicador de déficit de lluvia (e. g., el SPI-6), pero también debe considerar factores de vulnerabilidad, como la productividad agrícola. La función de riesgo de sequía agrícola se puede construir a través de un esquema de regresión por pasos entre impactos (productividad agrícola o siniestralidad), peligro (SPI) y factores de vulnerabilidad (ver cuadro). Aquellos factores que expliquen la mayor cantidad de varianza tendrán mayor peso. Al final, se puede tener una función de riesgo de sequía agrícola, multifactorial para cada RHA o cada estado del país.

En el caso de Jalisco, la producción de maíz grano de temporal ha aumentado en décadas recientes, mientras que la siniestralidad ha disminuido (ver gráfica 3). La mayoría de los años que corresponden a alta siniestralidad o disminución en la productividad son de sequías meteorológicas aso-

**Gráfica 3**  
**Agricultura maíz grano de temporal primavera-verano en Jalisco y SPI-6 para el occidente de México**



**Nota:** rendimiento (t/ha) de maíz grano de temporal (línea azul) en el ciclo primavera-verano, así como superficie siniestrada, i. e., porcentaje de hectáreas afectadas por eventos climáticos (línea roja), para Jalisco; las barras corresponden a periodos de sequía entre 1980 y el 2015 con impacto en la agricultura del estado.

**Fuente:** SIACON-SAGARPA.

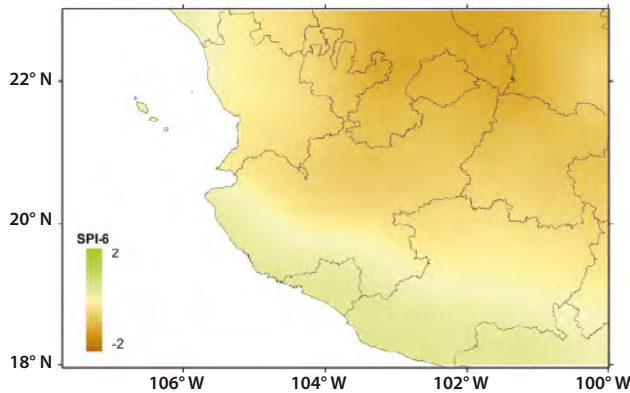
ciadas a condiciones de *El Niño* durante el verano. Sin embargo, en el largo plazo, existe una tendencia a la baja de la superficie siniestrada por la sequía meteorológica, mientras que la productividad es cada vez mayor. La clave está en que el sector es cada vez menos vulnerable.

El riesgo ante la sequía meteorológica para la zona occidente de México (RHA VIII Lerma Santiago) ha disminuido, y un factor que determinó esto son los apoyos que se otorgan a los pro-

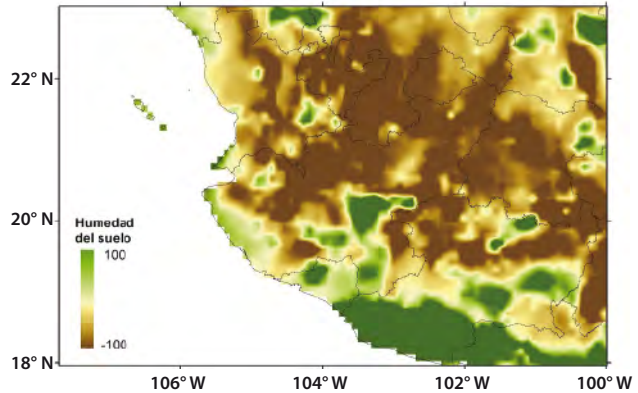
ductores. A pesar de ello, las sequías aún ocasionan desastres en el sector agrícola; en el 2011 ocurrió el más reciente, cuando el SPI-6 llegó a -3 hacia el centro-norte de México, alcanzando las regiones agrícolas de Jalisco con SPI = -2 (ver mapa 2a). El déficit de humedad de suelo (ver mapa 2b) impactó la salud de la vegetación (ver mapa 2c), sobre todo en las zonas de agricultura de temporal (ver mapa 2d), entre los municipios de la región centro del estado de Jalisco, principalmente Ixtlahuacán del Río, Cuquío y Tepatitlán.

**Mapas 2**

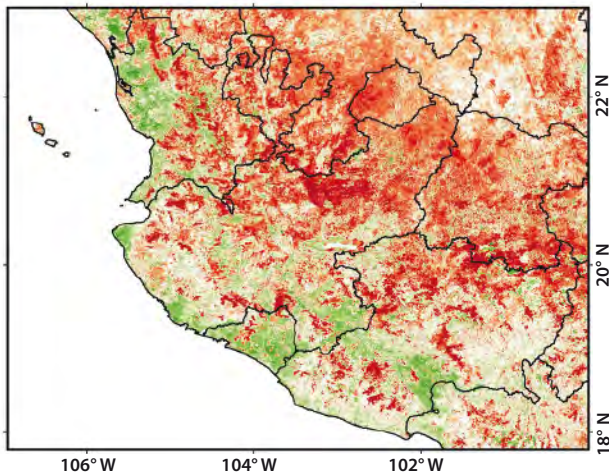
**a. Índice SPI-6 para abr.- sept. del 2011 en el occidente de México**



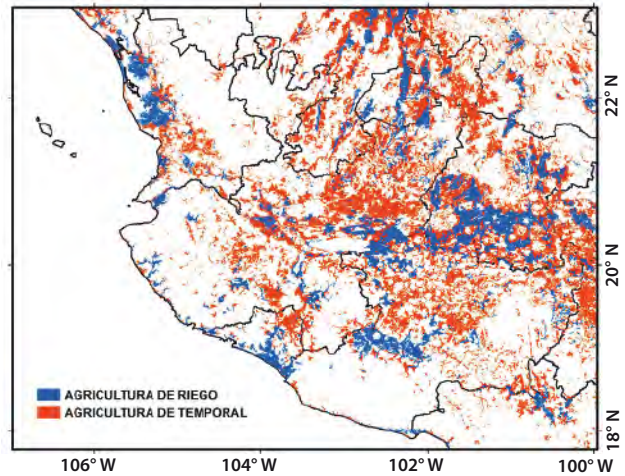
**b. Anomalía de humedad de suelo (mm) en junio del 2011**



**c. Anomalía de NDVI para el periodo 26 de jun. al 11 de jul. de 2011**



**d. Regiones donde se practica agricultura**



Bajo tal perspectiva, es posible establecer, aun con un patrón de peligro de baja resolución espacial (ver mapa 2a), las regiones agrícolas en riesgo ante la sequía meteorológica tomando en cuenta tanto el nivel de exposición (ver mapa 2d) como el grado de vulnerabilidad del cultivo en cuestión.

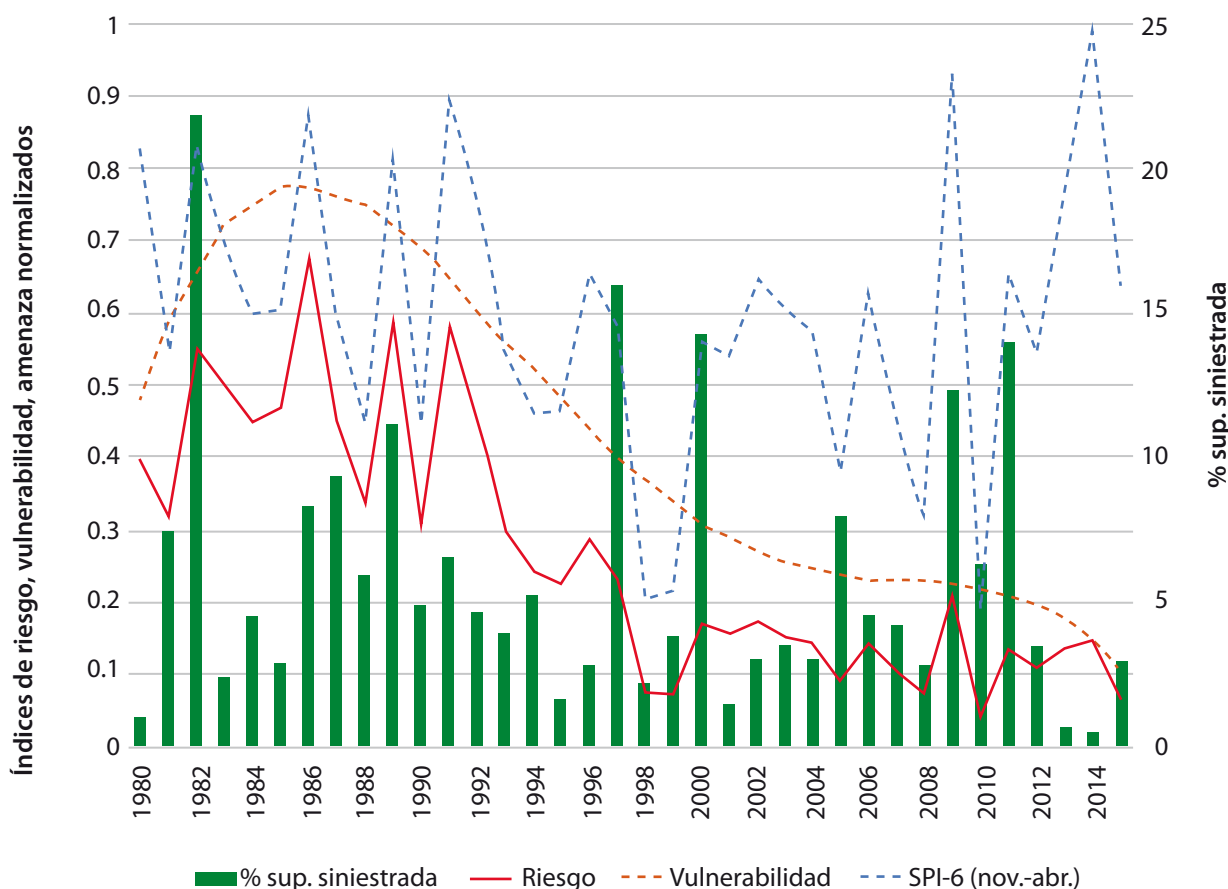
Un modelo de riesgo de sequía agrícola debe tomar en cuenta factores de vulnerabilidad económica, por ejemplo, aquéllos relacionados con el ingreso per cápita y la inflación, los cuales actúan también como moduladores de baja frecuencia de la magnitud del impacto. Solo eventos de sequía meteorológica de gran intensidad (como los del

2009 y el 2011) llevan el riesgo a niveles críticos e impactos importantes, aunque sin alcanzar la magnitud de los desastres de la década de los 80, cuando la vulnerabilidad era mucho mayor (ver gráfica 4). Es claro que la vulnerabilidad depende de diferentes factores físicos y ambientales, pero el contexto económico es primordial en las estimaciones de riesgo de sequía agrícola.

Por ello, hablar de sequía agrícola futura depende no solo de escenarios de sequía meteorológica sino, también —y quizá en mayor medida—, del contexto socioeconómico dominante. La adaptación al cambio climático dependerá de él como modulador del riesgo.

Gráfica 4

**Modelo de riesgo de sequía agrícola de cultivo de maíz grano en el estado de Jalisco entre 1980 y el 2015 considerando factores de vulnerabilidad, como el PIB per cápita y la inflación nacionales**



Fuente: Banco Mundial. <http://datos.bancomundial.org>

## Sequía hidrológica

Las anomalías negativas en la disponibilidad de agua superficial o subterránea pueden considerarse como señales de una sequía hidrológica. Por lo general, ésta se detecta a través de diversos indicadores relacionados con la disponibilidad, como: los déficits en escurrimiento o en los niveles de lagos, embalses o acuíferos, así como en los caudales de los ríos, los cuales se deben, con frecuencia, a sequías meteorológicas; pero, también, al manejo inadecuado del recurso, lo que exagera la magnitud de la sequía hidrológica. Algunas semanas o meses después de presentarse un déficit significativo de lluvia (sequía meteorológica), los sistemas hidrológicos de superficie disminuyen la cantidad de agua que almacenan, dependiendo de las características físicas del sistema, así como del uso que se haga del agua. El retraso en la señal de se-

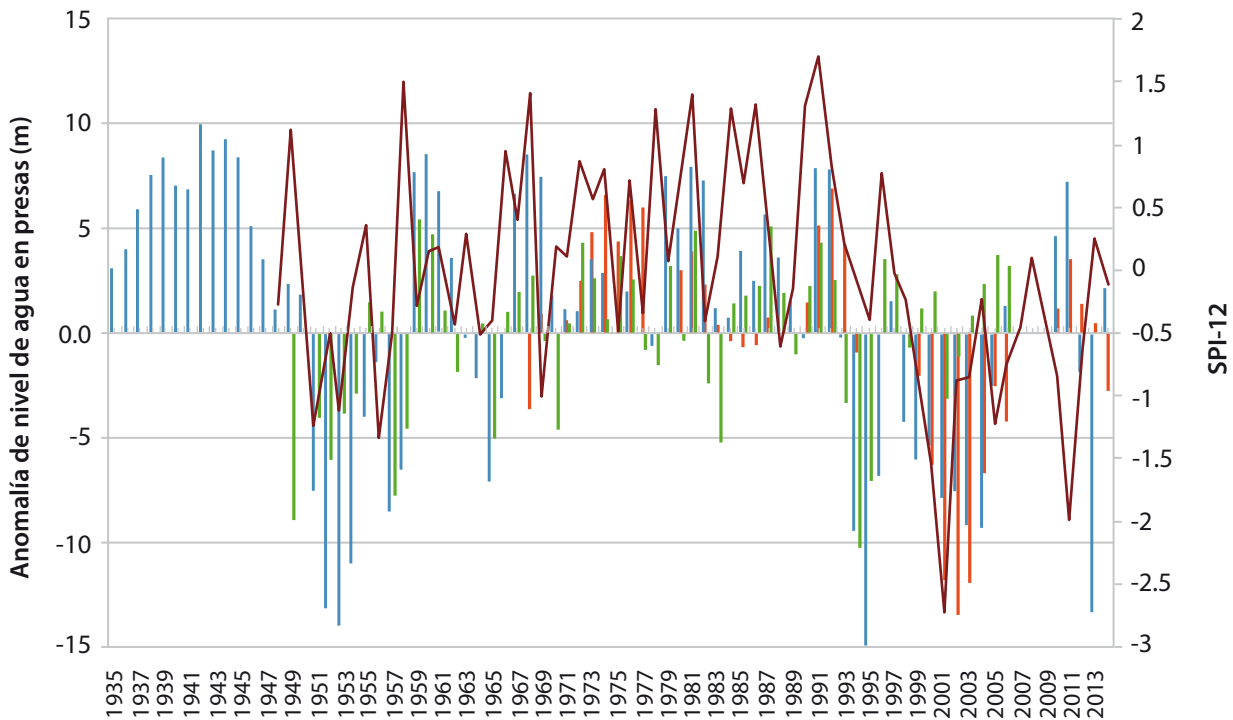
quía hidrológica con respecto de la meteorológica es mayor cuando se trata de aguas subterráneas.

Para estimar el impacto de la sequía meteorológica, es posible usar el registro de almacenamiento de agua en presas y analizar la relación lluvias y niveles promedio en los cuerpos de agua. En Chihuahua, por ejemplo, se observa que las variaciones de baja frecuencia en la precipitación anual son coherentes con las que se presentan en los niveles de las presas (ver gráfica 5). Este acoplamiento entre precipitación y disponibilidad muestra la relación entre sequías meteorológicas e hidrológicas en gran parte del norte de México a finales de la década de los 40 y principios de la de los 50.

En décadas recientes, sin embargo, el factor manejo del agua es clave para entender una sequía hidrológica; un ejemplo fue en el periodo 2000-2002,

Gráfica 5

### Acoplamiento entre precipitación y disponibilidad de agua en Chihuahua



Anomalías en los niveles (m) de las presas La Boquilla (barras azules), Las Vírgenes (barras verdes) y el Granero (barras naranjas), así como SPI-12 (línea roja) en Chihuahua.  
Fuente: CONAGUA.



cuando la sequía hidrológica no permitió cumplir con los tratados binacionales de agua con los Estados Unidos de América, pues la sequía meteorológica ( $SPI-12 < -2.5$ ) generó severos déficits de agua superficial en la región. Previo a tal situación, ya se tenían niveles de agua menores a lo esperado en algunas presas de Chihuahua, aun cuando no existía un déficit de lluvia antecedente. La sequía meteorológica del 2011-2012, sin embargo, bajo un esquema de manejo diferente, no generó déficit en los niveles de las presas.

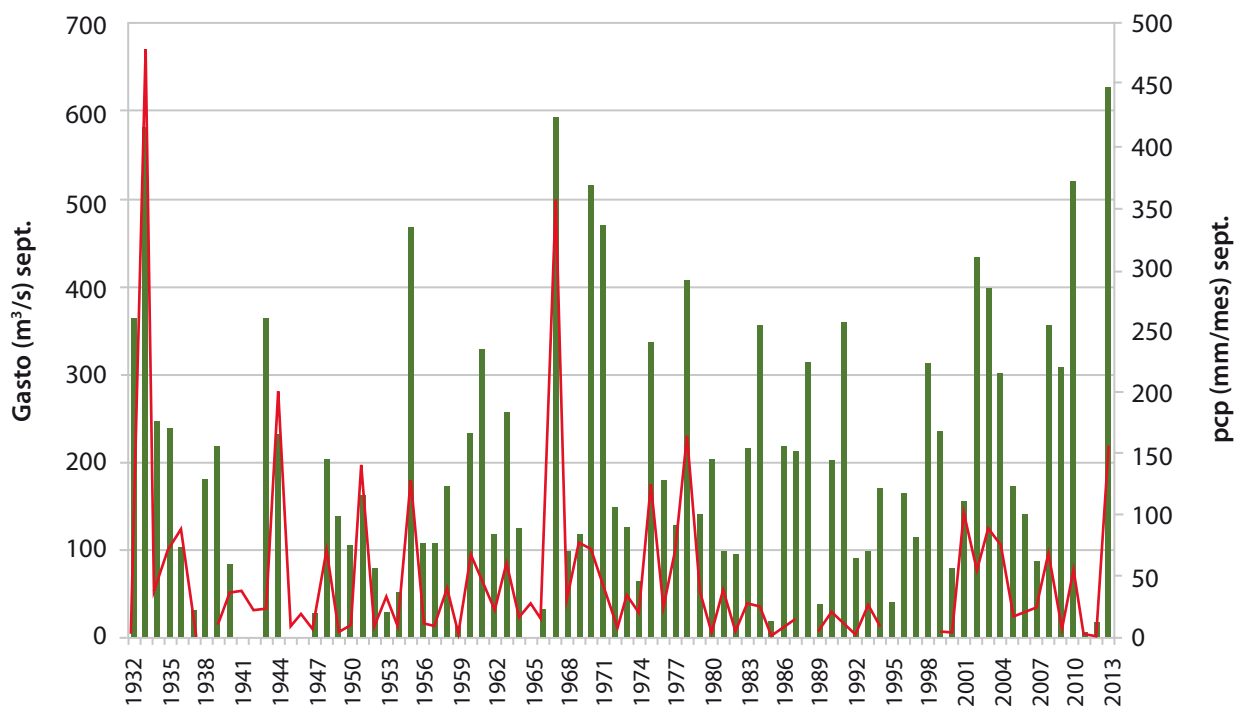
En ciertas regiones, la sobreexplotación del recurso agua o su manejo sin planeación puede llevar a disminuciones en los escurrimientos y caudales e, incluso, resultar en sequías hidrológicas. Tal es el caso del río San Fernando, en Tamaulipas, después de la década de los 80. A pesar de no observarse

una señal de tendencia a la disminución en las lluvias anuales en ese periodo, como sucedió en las décadas de los 40 y 50, los datos de gasto existentes indican que se llegó con frecuencia a escurrimientos muy por debajo de la media y cercanos a cero en condiciones de sequía (ver gráfica 6). El contexto de crisis por alta vulnerabilidad estuvo asociada a problemas en el manejo de agua (Jiménez *et al.*, 2010).

La falta de infraestructura hidráulica, la contaminación de cuerpos de agua y la baja productividad agrícola del agua llevan a sobreexplotación del recurso, lo que hace vulnerables a la sequía meteorológica a regiones como la de San Fernando, como sucedió en el ciclo 2011-2012, cuando se presentó una sequía hidrológica severa. Incluso con episodios de lluvia intensa, por

Gráfica 6

### Caudales ( $m^3/s$ ) y precipitación acumulada ( $mm/mes$ ) en septiembre en el río San Fernando, en Tamaulipas, 1932-2013



Gasto medio ( $m^3/s$ ) en septiembre (línea naranja) y precipitación acumulada en septiembre (barra verde) en la estación San Fernando, en Tamaulipas, entre 1932 y el 2013.

lo general asociados a la entrada de ciclones tropicales con precipitaciones mensuales de más de 400 mm en septiembre, los caudales en el río San Fernando fueron cada vez menores.

Cambios en la condición de la cuenca o en el manejo del agua modulan las tendencias a largo plazo del ciclo hidrológico. De esta forma, la sequía hidrológica se debe analizar por el déficit en los niveles de los cuerpos de agua o los caudales, entendiendo que su magnitud no es solo cuestión de sequía meteorológica, sino de los esquemas de manejo del recurso hídrico.

## Propuesta de monitoreo de la sequía

Los elementos analizados hasta ahora diferencian la sequía meteorológica de la agrícola, la hidrológica o la socioeconómica esencialmente en que las tres últimas contienen una componente de manejo de agua que está determinada por factores socioeconómicos y ambientales. Así, mientras que la primera se refiere en esencia a mantener un monitoreo de los datos de precipitación expresados como anomalías de lluvia con respecto a lo esperado, en el caso de las otras se debe contemplar el contexto de manejo, disponibilidad y demanda para tener una mejor idea del riesgo (magnitud y duración).

Para dar una descripción del contexto que hace a una región sector o grupo social vulnerable, se debe describir con periodicidad mensual o estacional la disponibilidad de agua, las demandas esperadas y las acciones que se pueden implementar en caso de presentarse la sequía. Esta filosofía de trabajo es parte de los desarrollos del PRONACOSE, pero debe resultar en escenarios bajo los cuales se determine el nivel de riesgo de sequía agrícola o social. Es necesario, por lo tanto, mantener un monitoreo de forma estructural de los factores de vulnerabilidad ante la sequía meteorológica y mostrar cada año cómo se avanza para reducirlos. De esta manera, al presentarse una sequía se sabrá cuál es el riesgo y los posibles efectos de aplicar medidas

preventivas o de respuesta como las contempladas en los sistemas de alerta temprana.

El monitoreo de la sequía meteorológica se realiza evaluando el riesgo con el factor peligro, el cual provee información cuantitativa de qué tan preparados se encuentran sectores o regiones ante un déficit prolongado de lluvia en un marco de crisis hídrica, es decir, cuantificando año con año el riesgo ante déficits prolongados de lluvia a nivel RHA para conocer cómo se avanza en reducir los elementos que hacen vulnerable a una región (ver cuadro). De manera similar, al presentarse una sequía y contarse con predicciones climáticas estacionales, se puede evaluar el riesgo estacional con información de amenaza de cómo se espera se presente la sequía para definir el nivel de respuesta dentro de un SIAT, como se contempla en el PRONACOSE. La interacción entre instituciones como la CONAGUA, el INEGI y la SAGARPA resulta fundamental para disponer de datos necesarios con el fin de estimar el riesgo climático y definir formas de aplicar las políticas públicas frente a la sequía.

## Conclusiones

Antes del PRONACOSE, la gestión oficial para la reducción del riesgo ante sequías meteorológicas en México parecía no ser un tema prioritario. La práctica común era pagar por los daños ocasionados por dicha condición climática, considerando que se trataba de un fenómeno impredecible ante el cual poco se podía hacer. Pero, poco a poco, se ha reconocido que los costos de las acciones preventivas siempre han sido menores que los de la recuperación del desastre; se intenta abandonar el paradigma naturalista e iniciar trabajos de gestión de riesgo ante sequía meteorológica. Hacer prevención requiere saber a qué se es vulnerable con el fin de diseñar acciones cuantificables que reduzcan el riesgo de sequía agrícola o hidrológica, por ejemplo. En varios casos, es necesario trabajar con eficiencia en el uso del agua tanto en el sector agropecuario como en el urbano, ya que son los principales consumidores de este recurso (76.3 y 14.6%, respectivamente). Un sector no conside-

rado por las estadísticas de la CONAGUA es el de los sistemas ecológicos, cuya importancia para el país debe destacarse por los servicios que de ellos recibimos; considerarlos en el problema general de gestión hídrica bajo sequía resulta prioritario.

Existen múltiples demandas de información sobre la sequía en escalas de tiempo estacional o interanual que incluyen la variabilidad climática en décadas y, por supuesto, en plazos más largos, como los relacionados con el cambio climático; pero basar las decisiones en tales proyecciones implica aceptar altos niveles de incertidumbre, por lo que una aproximación que parta de una estimación de la vulnerabilidad es más adecuada. Así, más que pensar en un pronóstico de muy largo plazo, se debe trabajar en medidas de fondo, robustas, como la implementación de programas de manejo hídrico, cuyo resultado en términos de reducción de vulnerabilidad sea cuantificable. También, el uso de la información climática por quienes toman decisiones es necesario, pero ello requiere mostrar que ésta tiene algún beneficio tangible o, por lo menos, uno potencial. Tal evidencia puede ser obtenida con algún estudio de caso relevante para un sector y región en particular.

A través de los sistemas de alerta temprana ante la sequía meteorológica se puede transitar de la respuesta al desastre a la prevención de los impactos en el corto plazo, cuando se presente o se espere una sequía en forma inminente. En este caso, el objetivo primordial del SIAT es generar información climática sobre la sequía y sus potenciales impactos que permitan diseñar estrategias de reducción de la vulnerabilidad ante dicho fenómeno con toma de decisiones oportunas (Neri, 2010).

La propuesta metodológica de estimación de vulnerabilidad y riesgo ante sequía meteorológica desarrollada en este trabajo contribuye a formu-

lar modelos de riesgo que, en combinación con el pronóstico climático estacional, permiten estimar los posibles impactos de una sequía y actuar en forma preventiva. Si la vulnerabilidad se proyecta, ya sea mediante el uso de su tendencia o considerando acciones estructurales para las próximas décadas, se puede tener una mejor idea de los impactos del cambio climático en el sector hidrológico o agrícola.

## Fuentes

- Hayes, M.; M. Svoboda; N. Wall y M. Widhalm. *The Lincoln Declaration on Drought Indices. Universal Meteorological Drought Index Recommended*. American Meteorological Society, April 2011, 485-488.
- Jiménez, B.; M. L. Torregosa y L. Aboites. *El agua en México: cauces y encauces*. México, Academia Mexicana de Ciencias-CONAGUA, 2010, 702 pp.
- Magaña, V. *Los impactos de El Niño en México*. Centro de Ciencias de la Atmósfera, Universidad Nacional Autónoma de México y Secretaría de Gobernación, 1999, 229 pp.
- \_\_\_\_\_. "Considerations for a Research Program on Drought in Mexico", en: *Revista Tecnología y Ciencias del Agua*. Vol. VII, núm. 5, septiembre-octubre. IMTA, 2016, pp. 115-133.
- McKee, T. B.; N. J. Doesken y J. Kleist. *The relationship of drought frequency and duration of time scales*. Anaheim, CA. Eighth Conference on Applied Climatology, American Meteorological Society, Jan. 17-23, 1993, pp.179-186.
- Méndez, M. y V. Magaña. "Regional aspects of prolonged meteorological droughts over Mexico and Central America", en: *J. Climate*. 23, 2010, pp. 1175-1188.
- Neri, C. *Elementos para un Sistema de Alerta Temprana ante Sequías*. Tesis de Maestría. Posgrado en Ciencias de la Tierra, UNAM, México, 2010, 105 pp.
- Neri, C. y V. Magaña. *Estimation of Vulnerability and Risk to Meteorological Drought in Mexico*. Weather Clim. Soc., 8, 2016, 95-110.
- Talley L. D.; G. L. Pickard; W. J. Emery y J. H. Swift. *Descriptive Physical Oceanography. An Introduction*. Sixth Edition. Elsevier-Academic Press, 2011, 555 pp.
- Wilhite, D. A. y M. H. Glantz. *Understanding the Drought Phenomenon: The role of definitions*. Drought Mitigation Center Faculty Publications, 20, 1985 (DE) consultado en: <http://digitalcommons.unl.edu/droughtfacpub/20>

# Indicadores socioeconómicos y productivos del guajolote mexicano (*Meleagris gallopavo gallopavo*) en la región del Istmo de Tehuantepec, Oaxaca, México

## Socio-economic and Productive Indicators of Mexican Turkey (*Meleagris gallopavo gallopavo*) in the Region of Tehuantepec Isthmus in Oaxaca, Mexico

Soledad Nava Reyes,\* Carlos A. Romero Tapia,\*\*Ramón Soriano Robles\*\*\* y Carlos M. Romero Ramírez\*\*\*\*

El guajolote mexicano (*Meleagris gallopavo gallopavo*) es un soporte de la economía rural, sin embargo, su población ha disminuido en las últimas décadas. Para identificar los factores que contribuyen al decremento, se evaluaron algunos indicadores de la cría de esta ave en la región del Istmo de Tehuantepec, Oaxaca, México, como: salud y composición de la parvada, escolaridad y edad promedio de los productores, actividades adi-

The Mexican Turkey (*Meleagris g. gallopavo*) is an important element within the rural economy, but its population has diminished in the last decades. In order to identify the reasons contributing to this reduction, some indicators of turkey breeding were evaluated through 65 surveys applied directly to the holders, most of them women of  $46 \pm 12.3$  years of age, in the Tehuantepec Isthmus region in Oaxaca, Mexico. Such indicators in-

\* Grupo Multidisciplinario de Investigación Ambiental para el Desarrollo Sustentable Mar de Fondo, AC, solecasiopea@gmail.com

\*\* Grupo Vidanta, biol.carlosart@gmail.com

\*\*\* Departamento de Biología de la Reproducción, Universidad Autónoma Metropolitana (UAM), ramon@xanum.uam.mx

\*\*\*\* Departamento de Biología de la Reproducción, UAM, crr@xanum.uam.mx

**Nota:** los autores agradecen a cada uno de los productores de guajolotes por preservar aún esta subespecie, así como por su colaboración para la realización de las encuestas; también, un reconocimiento a Marta y Flor Orrin Vázquez por su ardua labor de acompañamiento, guía y traducción; parte de este trabajo es resultado de las actividades del servicio social de Soledad Nava Reyes, y pertenece al Proyecto de Investigación para el Establecimiento de Biotecnologías Ecológicas, Productivas y Socioculturales para la Crianza del Guajolote Mexicano (*Meleagris gallopavo gallopavo*).

cionales además de la cría de guajolote, alimentación y reproducción de los animales, entre otros, a través de 65 encuestas aplicadas directamente a los poseedores, la mayoría mujeres (98.4%) de  $46 \pm 12.3$  años de edad. Las unidades de producción que formaron parte de este trabajo representaron una parvada de 630 animales.

**Palabras clave:** encuesta; enfermedades del guajolote; guajolote mexicano; socioeconomía rural.

Recibido: 24 de enero de 2017.

Aceptado: 16 de junio de 2017.

cluded turkey flock's health and structure, the education level, age, and additional economic activities of the turkey meat producers, as well as the turkey flock's nutrition and reproduction. The production units that were part of this study represent a flock of 630 turkeys.

**Key words:** Mexican turkey; polls; rural socio-economic; turkey diseases.



Adult Turkey Vulture, Cathartes aura, on Cardón Cactus, Mexico /John Cancalosi/Getty Images

## Introducción

El guajolote mexicano es la subespecie nominal del *Meleagris gallopavo*<sup>1</sup> Linnaeus, 1758. Estudios recientes indican que, al menos, uno de los sitios de su domesticación fue Mitla, en Oaxaca, hecha por los antiguos zapotecos (Lapham, *et al.*, 2016), desde donde se extendió por toda Mesoamérica dando origen, por un lado, al guajolote doméstico mexicano y, por el otro, junto con el *M. g. silvestris*, al híbrido del que derivan las razas de pavo híbrido industrializado (Lapham *et al.*, 2016).

La cría del guajolote doméstico —que en México se ha dado desde tiempos prehispánicos— era, hasta hace pocos años, una actividad pecuaria asociada a las mujeres, fuente de ingresos económicos e ingrediente principal de platillos en festividades especiales. Su población a nivel nacional ha descendido en las últimas décadas: de acuerdo con datos de Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP), bajó de 4 587 590 en el 2006 a 3 883 312 en el 2015 (SIAP, 2016); por otra parte, el consumo de carne de pavo híbrido industrializado en el país se ha incrementado 800% en los últimos 15 años, mientras que la producción de éste solo lo ha hecho 47% (Unión Nacional de Avicultores, 2016), dependiendo cada vez más de las importaciones.

Aunque son abundantes los estudios acerca de la biología y producción del pavo híbrido industrializado, los que existen sobre el *M. g. gallopavo* son escasos. La alta especialización y homogeneidad de aquél, así como las condiciones controladas en que se produce, contrastan tanto con la enorme biodiversidad que aún conserva el guajolote doméstico como con las distintas condiciones climáticas, zootécnicas y sociales en las que se reproduce, lo cual hace que no puedan extrapolarse, al menos sin una valoración previa, los conocimientos de un tipo a otro.

La biodiversidad del guajolote mexicano puede estar limitada, en parte, debido a la disminución de los productores y sus pequeñas poblaciones de animales y por la introducción del pavo híbrido industrializado en las comunidades. Hay registros de descensos importantes en entidades donde, presumiblemente, la población de guajolote criollo pudiera ser mayor, como el estado de México (712 634 cabezas en el 2006 y 640 338 en el 2015) y en Guerrero, Hidalgo, Oaxaca y Quintana Roo, que muestran tendencias a la baja (SIAP, 2016). Con los mismos datos del SIAP, puede observarse que en estados donde la producción era más de tendencia tradicional, a partir del 2006 se han registrado descensos en el número de este tipo de aves, sin embargo, a la postre, en el 2016 hubo ligeros aumentos; es probable que en estas entidades se comenzó a introducir el pavo híbrido industrializado en detrimento del criollo, por ejemplo Chiapas, que pasó de 254 217 cabezas en el 2006 a 310 653 en el 2016, y Puebla, de 428 314 a 616 791 en ese mismo periodo, entre otras.

Ante estas cifras, es posible mencionar otros factores que también han podido influir en la disminución de la población del guajolote criollo mexicano: la reducción de los terrenos de crianza, la cercanía y convivencia con predadores domésticos y el incremento de la densidad poblacional de otras aves domésticas que les transmiten enfermedades (Gallardo *et al.*, 2006).

Con el fin de tener un mayor acercamiento a estos factores, se llevó cabo este trabajo, el cual describe y caracteriza las formas de producción que adoptan los productores. Se evaluaron algunos indicadores de la composición de la parvada, así como la situación sanitaria y socioeconómica en 65 unidades de producción en la región del Istmo de Tehuantepec,<sup>2</sup> Oaxaca, México.

1 *Meleagris gallopavo* tiene seis subespecies: *M. g. gallopavo*, *M. g. mexicana*, *M. g. intermedia*, *M. g. silvestris*, *M. g. ocoala* y *M. g. merriami*; el guajolote mexicano es la subespecie nominal de la primera, al igual que los ejemplares domésticos. De acuerdo con las reglas de la nomenclatura zoológica, la subespecie recibe el mismo epíteto que la específica.

2 Esta región se localiza al sureste del país entre las coordenadas geográficas 15° 59' y 16° 58' de latitud norte y 94° 12' y 95° 40' de longitud oeste; sus altitudes van desde los 2 450 metros sobre el nivel del mar hasta llegar al nivel del mar; las temperaturas medias anuales, en general, son mayores a los 25° C y nunca menores a los 18° C; durante el mes más seco, la precipitación es de 60 mm y la cantidad de lluvia invernal es menor de 5% anual (Luna-Ruiz, 2003).

## Material y métodos

Se diseñó y aplicó una encuesta estructurada a 65 criadores de guajolote, quienes fueron identificados porque en sus patios o cerca de sus casas se veían estas aves, por comunicación personal o porque se encontraban vendiéndolos o comprándolos en la calle, mercados o tianguis, en los municipios de Asunción Ixtaltepec, Juchitán de Zaragoza, Salina Cruz, San Pedro Huilotepec, Santo Domingo Tehuantepec, San Blas Atempa y San Mateo del Mar, todos del Istmo de Tehuantepec.

La encuesta consistió de 40 preguntas que abarcaron la descripción del productor, la composición de la parvada, la situación sanitaria, la alimentación y el alojamiento, así como la situación socioeconómica. Las entrevistas se realizaron con apoyo de un guía y traductor, ya que en algunas localidades su lengua materna no es el castellano, sino el zapoteco y el huave.

En lo referente a presencia de enfermedades, las preguntas se dirigieron hacia los signos, principalmente los patognomónicos de cada enfermedad.

Los datos colectados fueron introducidos en una hoja de *Excel*, y se les calculó la frecuencia ex-

presada como porcentaje, los valores máximos y mínimos, además de la media y desviación estándar (Infante y Zárate, 2012).

Por otra parte, se analizó la mortalidad como variable dependiente previo análisis de normalidad y homogeneidad de varianzas, en un modelo de mediciones repetidas generalizado, con el método de máxima verosimilitud, por ser robusto para no normalidad. La variable repetida fue *SEMANA* (2, 8, 16, 20) (Kuehel, 2001). Las variables *Añoscriando* y *Nac* (% de nacidos) fueron tomadas como co-variables en el ajuste del modelo, mientras que la presencia de *Bebederos* (sí, no) y de *Vacuna* (sí, no), como factores fijos por considerarlos posibles factores de riesgo para la supervivencia de los animales (Kuehel, 2001). Los análisis se realizaron con el paquete estadístico IBM SPSS 19®. El valor para la significancia considerado fue  $\leq 0.05$ .

## Resultados y discusión

### Descripción del productor

Los encuestados pertenecían, principalmente, a las etnias huave y zapoteca; en el cuadro 1 se muestran los diferentes nombres con los que se conocen

Cuadro 1

### Nombres con los que se conoce al guajolote en los municipios del Istmo de Tehuantepec, Oaxaca

Idioma y lugar donde lo hablan	Guajolote en general	Guajolote macho	Guajolote hembra	Pollos de guajolote
Huave (San Mateo del Mar)	<i>Teel</i>	<i>Xeech xeeey</i>	<i>Ncheey teel</i>	<i>Naliüw teel</i>
Zapoteco del valle (Salina Cruz)	<i>Vibi</i>	<i>Vibin gul</i>	<i>Vibi</i>	<i>Vibi mutel</i>
Zapoteco del Istmo (San Blas Atempa, San Pedro Huilotepec, Juchitán de Zaragoza)	<i>Tao´</i>	<i>Tao´</i>	<i>Tao´ yaapa</i>	<i>Tao´ huiini</i>
Zapoteco del Istmo (Asunción Ixtaltepec)	<i>Tou´</i>	<i>Tou´</i>	<i>Tou´</i>	<i>Tou´ huiini</i>
Español (San Mateo del Mar)	<i>Golo</i>	<i>Golo</i>	<i>Gola</i>	<i>Golitos</i>
Español (Santo Domingo Tehuantepec)	<i>Total</i>	<i>Toto</i>	<i>Totola</i>	<i>Totalitos</i>
Español (Santo Domingo Tehuantepec, Salina Cruz)	<i>Cunes</i>	<i>Cune</i>	<i>Cuna</i>	<i>Cunitos</i> <i>Coconitos</i>

**Nota:** en la obtención de los nombres con los que se conoce al guajolote, los mismos productores los escribieron o indicaron cómo hacerlo; se debe tomar en cuenta que, en ocasiones, los productores no estaban seguros de las indicaciones porque saben hablar su idioma con gran facilidad, pero la escritura de palabras en su idioma se les dificulta o no saben escribirlo.

a estas aves en la región. De los 65 productores, 64 (98.46%) correspondían a mujeres. Los entrevistados tenían  $13 \pm 12.7$  años criando guajolotes. Quienes se encargaban de esta actividad pecuaria, en 35% de los casos eran solo las madres de familia; en 20%, la madre con los hijos; en 11%, la madre con el padre; en 8%, la madre, el padre y los hijos; en 11%, únicamente el padre; y en 1%, solo los hijos; el resto se trató de otras combinaciones.

Camacho-Escobar *et al.* (2009-A) afirmaron que en 67.2% de las unidades de producción eran las amas de casa las que llevaban a cabo el cuidado de estas aves. López-Zavala *et al.* (2008-A) indicaron que la participación de la mujer en las labores de crianza y atención de los guajolotes en Michoacán de Ocampo fue muy superior a la de otros miembros de la familia: las unidades de producción eran atendidas en 77% por la madre; 13%, por el padre; y solo 10%, por los hijos. Losada *et al.* (2006) encontraron que en Xochimilco, Ciudad de México, el manejo estaba dominado por la participación de la mujer. También, el resultado de Cigarroa-Vázquez (2012) fue similar, afirmó que en 83% de las unidades de producción de guajolote en Chiapas la mujer jugaba el papel principal.

En cuanto a la edad, las mujeres registraron en esta investigación una edad promedio de  $46 \pm 12.3$  años, y la oscilación estuvo entre los 74 y 15 años. Canul *et al.* (2011), por su parte, señalaron que las productoras en el centro y sur de Yucatán contaban con edades entre los 43 y 53 años. Cigarroa-Vázquez (2012) indicó que la edad promedio de los productores era de  $41.1 \pm 12.3$  años, y tenían  $14.6 \pm 10.8$  años criando guajolotes. Estrada-Mora (2007) encontró que la experiencia de crianza de los pobladores de Kapola, Puebla, era 26.9 años en promedio, con dos como mínimo y 40 como máximo.

En este trabajo, la escolaridad encontrada fue la siguiente: 23% no contaba con estudios; 46% tenía seis años de estudio; 28%, nueve; y 3%, 12. Nuestros resultados difieren de los otros estudios, lo cual revela la heterogeneidad, al menos en el rubro educativo, de los encuestados; por ejemplo, para Losada *et al.* (2006), 57% de los productores de pavos hí-

bridos industrializados comerciales y guajolotes en Xochimilco contaba con primaria y secundaria y 43%, con estudios de preparatoria y universitarios; por su parte, Cigarroa-Vázquez (2012) captó que 76% de los productores en Chiapas tenía primaria completa sin indicar qué sucedió con el restante 24%; más aún, en lo descrito por Canul *et al.* (2011), 64% no contaba con estudios básicos terminados.

Además de la crianza de los guajolotes, 85% de los productores tenía, al menos, otra actividad: 55.4% se dijo comerciante; 12.3%, obrero; 10.8%, campesino y 6.1% contaba con otros trabajos.

Respecto al cultivo de la tierra, 22% de los encuestados la trabajaba, algunos de ellos con más de un producto. De los 14 que cultivaban, 12 sembraban maíz; seis, árboles frutales; ocho, otros cereales aparte del maíz; cuatro, hortalizas; dos, flores; y dos, leguminosas.

En otros estudios también se encontró que, para la mayoría de los productores, la crianza de guajolotes es una actividad secundaria, sin embargo, la primaria puede diferir dependiendo de la región: Camacho-Escobar *et al.* (2009-A) captaron que la actividad principal en casi todos los encuestados de la costa de Oaxaca es el campo (64.3%); también, García-Flores *et al.* (2012) detectaron en Morelos que, sobre todo, eran campesinos dedicados, al igual que los de esta investigación, principalmente al cultivo de maíz, frijol, calabaza y cacahuete.

La mayoría de los entrevistados en el presente estudio (64/65, 98%) criaba otra especie animal además del guajolote; de ellos, 44% lo hacía únicamente con otras aves (gallinas y patos); 13%, con otras aves y cerdos; y 10%, con otras aves y ovinos.

En cuanto al sitio de la crianza de los guajolotes, 95% de los productores la desarrollaba en su propia casa y el resto, en gallinero, monte, en solar o parcela; el tiempo de atención era de 2.44 horas al día en promedio.

El patrón del porcentaje de crianza combinado con otras especies también fue heterogéneo entre



regiones de acuerdo con lo reportado por diversos investigadores; por ejemplo, Losada *et al.* (2006) determinaron que 58% de los productores en Xochimilco también criaba otras aves y Camacho-Escobar *et al.* (2006) confirmaron que 84.5% de los de la costa oaxaqueña lo hacía con algún tipo de ave doméstica, seguido por los porcinos, ovinos, caprinos y bovinos, además de que 92% de los encuestados afirmó que sus guajolotes convivían con otra especie; Mallia (1998) describió una práctica semejante de mezclar pavos y otras aves de corral en los valles centrales de Oaxaca y Quintana Roo. La relevancia de esto radica en la etiología de la histomoniasis, que puede ser transmitida por las gallinas, que solo son portadoras sanas, a través de un nematodo común (*Heterakis gallinae*) a las dos especies.

Por lo que se refiere al tiempo y sitio de cuidado de los animales, también se infiere que es una actividad secundaria, Gutiérrez-Triay *et al.* (2007) hallaron en Tetiz, Yucatán, que 91.9% de los encuestados criaba a sus aves en gallineros ubicados en la casa y García-Flores *et al.* (2012) indicaron que el tiempo que las productoras destinaban a las labores con el guajolote era de una a tres horas, mientras Losada *et al.* (2006) reportaron que en Xochimilco 75% lo hacía en su casa, y 57% de los entrevistados dedicaba al cuidado solo una hora y 43%, hasta cuatro.

### Composición de la parvada

El conjunto de las unidades de producción encuestadas en este trabajo representó una población de 630 guajolotes, con una media por productor de  $9.69 \pm 8.62$ , compuesta en 51% por adultos (39% machos y 61% hembras), 27% jóvenes y 22% de pavipollos.

Una relación muy similar entre machos y hembras adultos captaron García-Flores *et al.* (2012), quienes detallaron que 35% correspondió a los primeros y 65%, a los segundos. López-Zavala *et al.* (2008-A) observaron un total de 964 guajolotes en las diferentes regiones fisiográficas de su estudio, compuesta por 50% de adultos (34% machos

y 66% hembras), 16% juveniles y 34% pavipollos. Una proporción mucho mayor de machos fue encontrada por Gutiérrez-Triay *et al.* (2007) en Yucatán en una parvada formada por 77% de adultos (48% hembras y 52% machos). En todos los casos se advirtió la existencia de una alta proporción de machos en relación con las hembras. Esta circunstancia puede deberse a la predilección que se tiene por éstos como mayores productores de carne y/o a las pequeñas parvadas por productor que, dada esa preferencia en cada una, dio como resultado una alta proporción de machos.

Los colores más comunes de plumaje que se observaron en esta investigación son el pinto (36% de la población), jaspeado (21%), negro (20%), blanco (12%), bronceado (5%), cenizo (4%) y canelo (2%).

López-Zavala *et al.* (2008-B) encontraron en su estudio guajolotes de plumaje negro (38%), blanco (5%), café (7%), gris (2%), negro/blanco (20%), blanco/negro (20%) y otros colores (8%). Mallia (1998), por su parte, describió que en Quintana Roo 50% eran de plumaje negro y el resto, marrón o negro moteado, mientras que en Oaxaca se encontró 40% de color negro, 35% marrón y 25% blanco, beige o de colores mezclados. García-Flores *et al.* (2012) registraron 65% negro, 15% blanco, 10% café y 10% gris. Aquino-Rodríguez *et al.* (2003) determinaron en mayor proporción a guajolotes de color avado (chaco o pinto) en 22 de 29 casos. Por último, Camacho-Escobar *et al.* (2009-B) captaron pavos de color negro (29.2%), gris (1.9%), café (2.4%), la combinación de blanco/negro (30.3%) y el resto de mezclas de negro, café, gris, blanco y rojo. Los resultados en este trabajo y los de los otros autores muestran una gran variación en los colores de cada población, que es indicador de la gran diversidad genética que aún persiste en las poblaciones de guajolote mexicano.

De acuerdo con los datos proporcionados por los entrevistados en este trabajo, en 75% de las unidades de producción, la parvada antes tenía más animales, 11% sostuvo haber tenido menos y 14% reportó una cantidad igual que en la actualidad. Estos resultados que indican la disminución de la

parvada de guajolotes en el Istmo de Tehuantepec, Oaxaca, son similares a la conclusión a la que llegaron Aquino-Rodríguez *et al.* (2003), quienes afirmaron que la cría y producción de pavo criollo en la ganadería familiar, aparte de ser baja, tiende a desaparecer porque se le ha dado más destino para el autoconsumo. Según Mallia (1998), la tasa de supervivencia impredecible, y a menudo pobre, de los guajolotes es uno de los factores que limitan el éxito de la crianza de pavos nativos de la manera tradicional; esto ha dado lugar a la sustitución de un mayor número de otras aves de corral.

En relación con la frecuencia de cloquez<sup>3</sup> de las guajolotas por año, los productores declararon que 72 % enlueca tres o más veces al año; 27%, dos; y 1%, una vez; esto dio un promedio de 2.7 nidadas/año.

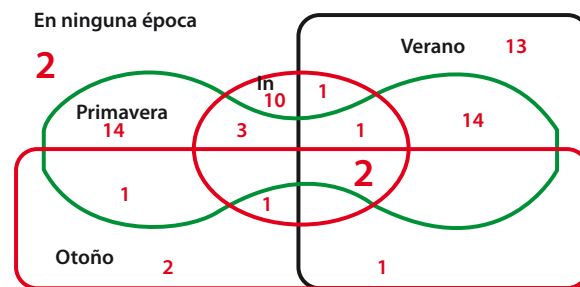
En concordancia con estos resultados, López-Zavala *et al.* (2008-B) encontraron promedios de anidamiento que van de 1.96 a 3.37 veces al año en las cinco regiones fisiográficas que observaron en Michoacán de Ocampo; en general, las hembras tendieron a presentar clueques en más de una ocasión al año.

En lo que respecta a la época del año en que presentan las clueques con mayor frecuencia, no se tienen datos precisos. A la pregunta, ¿en qué época se echan con más frecuencia sus guajolotas?, la primera repuesta fue *todo el año*; cuando se insistía en las opciones de respuesta (en estaciones o meses), se registraron los resultados que se muestran en la gráfica 1: de ahí se obtuvieron 14/65 casos para primavera, 13/65 para verano y 14/65 para primavera-verano; en total, 63% de las unidades de producción encuestadas reportó que sus guajolotas empollan en primavera y verano. Sin embargo, ahora se reconoce que no había la opción de todo el año y, posiblemente, se forzó la respuesta en esta pregunta.

3 Es un estado fisiológico en el que las hembras de las aves dejan de poner huevos y se concentran en empollar los que tienen en la nidada; la conducta incluye cuidado de ésta, disminución en la frecuencia de alimentación, incremento en la irrigación sanguínea en la región de la pechuga que aumenta la temperatura allí y aporta energía para el desarrollo embrionario en los huevos.

Gráfica 1

### Épocas de echada de las guajolotas del Istmo de Tehuantepec, Oaxaca. Invierno (In). El total de los conjuntos representa las 65 encuestas realizadas



La literatura existente tampoco aclara mucho al respecto: López-Zavala *et al.* (2008-A) concluyeron, entre otros aspectos, que "...se reportó reproducción a lo largo de todo el año en todas las regiones..." y Losada *et al.* (2006), con una muestra de solo 14 productores y sin mostrar los resultados, indicaron que, "...de acuerdo con los productores, el evento de la reproducción muestra un marcado efecto estacional localizado durante la primavera y parte del verano...". De todo lo anterior, solo se puede desprender la necesidad de realizar estudios más sistemáticos al respecto.

Los resultados sobre el tamaño de la nidada y sobrevivencia de los pavipollos se muestran en el cuadro 2, donde se observa que, aunque el porcentaje de eclosión era bueno (81%), el de sobrevivencia fue disminuyendo hasta llegar a adulto solo 26% de los eclosionados.

López-Zavala *et al.* (2008-B) reportaron de 12.4 a 15.1 huevos puestos/anidamiento, y aunque no mostraron cifras indicaron que el número de pavipollos eclosionados era semejante al de los huevos por nidada en las guajolotas de Michoacán de Ocampo; además, consideraron que había una tasa reproductiva aceptable que permitía obtener las parvadas necesarias para mantener el sistema de producción. Camacho-Escobar *et al.* (2008) informaron de nidadas de  $13 \pm$  cuatro huevos con  $85 \pm 17.7\%$  de eclosión de huevo fértil, lo que dio 65% de

Cuadro 2

### Tamaño de la echada y sobrevivencia

	Promedio	Máximo	Mínimo	% de eclosión	% de sobrevivencia	% de mortalidad en el intervalo
Huevos en la echada	16.89 ( $\pm$ 4.37)	25	10	100		
Pollitos nacidos	13.87 ( $\pm$ 3.72)	20	5	81	100	
Polluelos vivos a dos semanas	9.96 ( $\pm$ 3.91)	20	3		71	28
Polluelos vivos a ocho semanas	6.39 ( $\pm$ 3.36)	15	0		46	36
Pollos de cuatro meses	4.60 ( $\pm$ 3.13)	15	0		33	28
Llegan a adultos	3.57 ( $\pm$ 2.62)	15	0		26	22

eclosión del total de huevos. Por último, Gutiérrez-Triay *et al.* (2007) reportaron 51.2% de eclosión del total de huevos de guajolota. Aunque la frecuencia de clueques y el número de huevos por nidada de las guajolotas fue bueno ( $\approx$  46 huevos al año), hubo grandes variaciones en los porcentajes de eclosión en las nidadas de guajolotas y, más aún, en la sobrevivencia de los pavipollos dependiendo de los sistemas de manejo; son estas maneras de manejo y no la biología de los animales las limitantes para el crecimiento de la población de guajolotes.

Ninguno de los productores istmeños entrevistados indicó haber cruzado sus guajolotes con los pavos híbridos industrializados (líneas comerciales) probablemente por la misma circunstancia que encontró Mallia (1998) en las personas que entrevistó en Oaxaca y Quintana Roo y de su mención de que el pavo de pecho amplio tiene propiedades organolépticas inferiores al guajolote. Por otro lado, Estrada-Mora (2007) manifestó que lo que

representa el guajolote dentro de la distinción va más allá del sabor: es una devoción inmersa en la costumbre ancestral.

### Situación sanitaria

Solo 23% (15/65) de los productores vacunó a sus guajolotes; la más aplicada fue la *Triple* (*Newcastle*, cólera aviar y coriza infecciosa) con 40% (6/15); le siguió la vacuna contra viruela con 20% (3/15). En el cuadro 3 y la gráfica 2 se presentan las enfermedades más frecuentes que afectaron a sus animales: 15/65 productores (23%) aseguraron que sus pavos padecieron diarrea, estornudos/mocos, granos o viruela, pérdida de peso, cabeza inflamada y/o *Newcastle*, mientras que nueve confirmaron que solo contrajeron viruela, la cual fue, con mucho, la más frecuente en la región del Istmo de Tehuantepec (90.8%); únicamente tres productores indicaron que sus guajolotes no se enfermaron.

Cuadro 3

### Frecuencia de signos y enfermedades

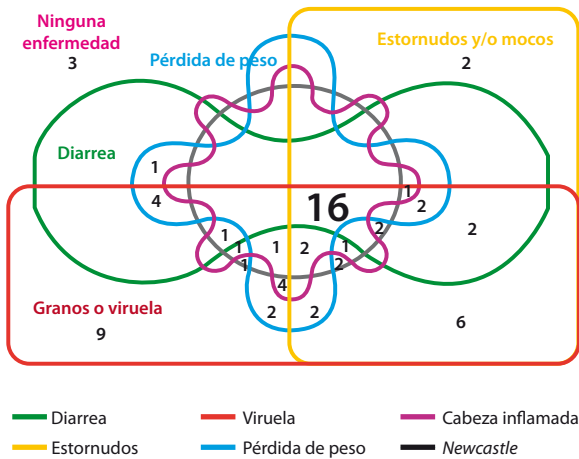
Signo	Diarrea	Estornudos	Viruela	Pérdida de peso	Cabeza inflamada	<i>Newcastle</i>
Frecuencia	29/65	38/65	59/65	35/65	27/65	26/65
Porcentaje	44.6	58.5	90.8	53.8	41.6	40

Enfermedades acumuladas						
Cero	Una	Dos	Tres	Cuatro	Cinco	Seis
3	11	10	15	7	4	15

**Gráfica 2**

**Signos y enfermedades más frecuentes en los guajolotes del Istmo de Tehuantepec, Oaxaca**



El total de los conjuntos representa las 65 encuestas relaizadas.

Muy similar fue lo informado por López *et al.* (2008-A), quienes encontraron que el uso de vacunas para prevenir algunas de las enfermedades más comunes de las aves resultó ser una práctica pobre, ya que solo en 22% de las unidades de producción se vacunó contra la viruela y *Newcastle*, mientras que en el restante 78% no se hizo. Debido a la utilización escasa de vacunas, la ocurrencia de enfermedades es frecuente. La viruela también fue la más común reportada por los criadores de Michoacán de Ocampo. Los mismos autores encontraron que las enfermedades con síndromes diarreico y nervioso, así como las del tipo respiratorio, tuvieron la misma distribución, pues se presentaron en cuatro de las cinco regiones fisiográficas que observaron en esa entidad. Canul *et al.* (2011) señalaron que 83.9% de los productores yucatecos no vacunó, además de que fue la viruela la enfermedad más frecuente en la zona sur y centro de Yucatán. Antonio-Bautista (2006) indicó que en la región Mixe de Oaxaca no se aplicaron vacunas de ningún tipo ni medidas sanitarias. García *et al.* (2012) afirmaron que 100% de los productores en Xoxocotla, Morelos, empleó remedios caseros para combatir la viruela, los piojos o la diarrea, pero que la práctica de vacunación fue nula o escasa.

El análisis de los diferentes factores que influyeron en la mortalidad durante el desarrollo de los guajolotes se muestra en el cuadro 4, en el que se observan diferencias significativas entre las semanas analizadas: el intervalo entre la 2 y la 8 fue el de mayor mortalidad; este lapso coincidió cuando la viruela se presentaba con más frecuencia porque la inmunidad pasiva transmitida a través del huevo por la madre disminuía, y era más agresiva porque las pústulas y costras que aparecían en la cabeza e interior del pico impedían comer a los polluelos que aún no tenían la masa suficiente para soportar varios días sin comer hasta que las lesiones involucraran.

**Cuadro 4**

**Contrastes de los efectos del modelo**

Origen	Tipo III		
	Chi-cuadrado de la razón de verosimilitudes	gl	Sig.
(Intersección)	2.543	1	.111
SEMANA	17.838	3	<b>.0001</b>
Bebederos	.602	1	<b>.0438</b>
Vacuna	.332	1	.565
Añoscriando	.046	1	.830
Nac	1.509	1	.219
SEMANA * Bebederos	3.647	3	.302
SEMANA * Vacuna	2.136	3	.545

Variable dependiente: Mortalidad. Modelo: (Intersección), SEMANA, Bebederos, Vacuna, Añoscriando, Nac, SEMANA\* Bebederos, SEMANA\* Vacuna.

Un hallazgo destacable fue que la presencia de bebederos para los animales bajó significativamente la mortalidad de la semana 8, con una media de 11% con bebederos comparada con 24.7% sin éstos (ver cuadro 5 y gráfica 3), mientras que la aplicación de vacuna no la disminuyó en ése ni en ningún otro periodo ( $P > 0.05$ ) (ver cuadro 6 y gráfica 4). La presencia de un bebedero dedicado a los guajolotes es más importante que la vacunación para disminuir la mortalidad.

Cuadro 5

**Medias marginales de la mortalidad (proporción con nacimiento) con la presencia (1) o no (0) de bebederos en las semanas 2, 8, 16 y 20**

SEMANA	Bebederos	Media	Error típico	Intervalo de confianza de Wald 95%	
				Inferior	Superior
2	0	.258272	.0289320	.201566	.314977
	1	.297640	.0637803	.172633	.422647
8	0	.247138	.0289320	.190432	.303843
	1	.107803	.0637803	-.017204	.232810
16	0	.141834	.0289320	.085129	.198540
	1	.152511	.0637803	.027504	.277518
20	0	.080750	.0289320	.024045	.137456
	1	.059665	.0637803	-.065342	.184672

Las covariables en el modelo están fijadas en los siguientes valores:  
Añoscriando = 15.00; Nac = .834048.

Cuadro 6

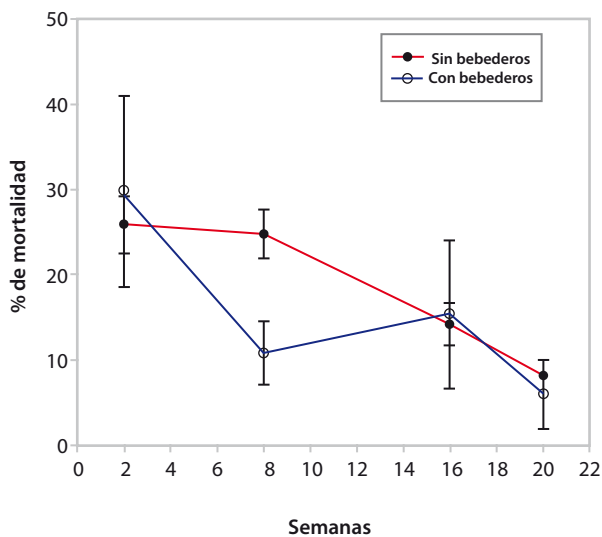
**Medias marginales de la proporción de mortalidad (con respecto a los nacidos) en las semanas 2, 8, 16 y 20 con presencia (1) y ausencia (0) de vacunas**

Semana	Vacuna	Media	Error típico	Intervalo de confianza de Wald 95%	
				Inferior	Superior
2	0	.292650	.0400236	.214205	.371094
	1	.263262	.0475409	.170084	.356441
8	0	.213305	.0400236	.134860	.291750
	1	.141636	.0475409	.048457	.234814
16	0	.129295	.0400236	.050850	.207740
	1	.165051	.0475409	.071872	.258229
20	0	.069076	.0400236	-.009369	.147521
	1	.071340	.0475409	-.021839	.164518

Las covariables en el modelo están fijadas en los siguientes valores:  
Añoscriando = 15.00; Nac = .834048.

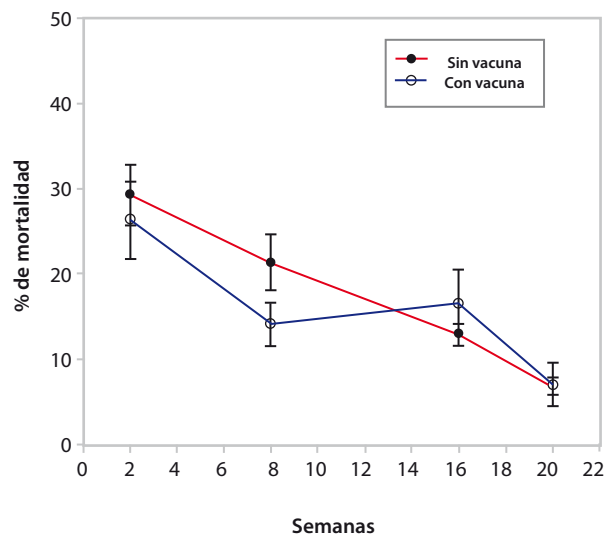
Gráfica 3

**Mortalidad en el tiempo en alojamientos con presencia o no de bebederos**



Gráfica 4

**Mortalidad en el tiempo con presencia o ausencia de vacunas (medias y errores estándar)**



## Situación socioeconómica

De los productores del Istmo de Tehuantepec, Oaxaca, 69% destinó sus pavos para autoconsumo y venta; 12%, solo para venta; y 1%, exclusivamente para autoconsumo.

El uso fue muy semejante en la sierra nororiental de Puebla, donde 15% de los encuestados los dedicó únicamente para el autoconsumo, mientras que 85%, para el autoconsumo y, además, para la venta (Estrada-Mora, 2007). En la región Mixe de Oaxaca, Antonio *et al.* (2011) obtuvieron resultados diferentes de los avicultores (gallos, gallinas y guajolotes) y no solo de los meleagricultores, encontraron que 9.6% dedicó sus aves para autoconsumo y venta; 77.5%, solo para venta; y 12.9%, para autoconsumo. También, contrastando, Canul *et al.* (2011) afirmaron que 71.42% de los productores de guajolote los destinó para venta y el resto, para autoconsumo. Cigarroa-Vázquez (2012) indicó que 53% de los productores vendió sus pavos y 47% los aprovechó para el autoconsumo. De cualquier manera, resalta que los guajolotes representan una base económica tanto para el sustento como para obtener recursos en algunas ocasiones.

La época de mayor compra-venta en el Istmo de Tehuantepec, Oaxaca, fue con mucho en noviembre-diciembre con más de 85% y el lugar más concurrido, la casa del productor con 94%; la transacción fue venta directa (productor-consumidor) con 92%, sin intermediarios. Resultados semejantes obtuvieron García *et al.* (2012) en Xoxocotla, Morelos, donde la temporada que se vendieron más guajolotes fue diciembre, que es cuando personas de la región acuden a la comunidad para las compras; asimismo, la transacción se realizó directamente en la casa, sin intermediarios.

El precio promedio de los guajolotes macho y hembra adultos fue de  $558.00 \pm 86.00$  (300 a 700) y  $279.00 \pm 75.00$  (150 a 500) pesos, respectivamente. Otros autores reportaron precios equivalentes que se incrementaron conforme avanzaba el tiempo, lo cual indica que estos animales man-

tuvieron un buen precio en el mercado. Antonio-Bautista (2006) reportó 150.00 pesos por guajolote sin diferenciar macho o hembra. López *et al.* (2008-A) informaron que el precio promedio por ejemplar en pie de macho adulto de traspatio en Michoacán de Ocampo fue de 229.00. García *et al.* (2012) indicaron que en Xoxocotla, Morelos, el guajolote vivo adulto se llegó a vender entre 500.00 y 800.00 pesos (sin diferenciar sexo) dependiendo de la época.

Finalmente, existe interés y disponibilidad en participar en algún programa para mejorar la producción del guajolote en 92% de los participantes. De igual forma, 90.2% de los productores encuestados por Canul *et al.* (2011) en la zona centro y sur de Yucatán mostraron interés en recibir asesoría técnica.

## Conclusiones

La cría de guajolote en la región del Istmo de Tehuantepec es una actividad realizada, principalmente, por las mujeres. Las parvadas son pequeñas y, de acuerdo con los datos presentados anteriormente (SIAP, 2016), en algunos estados, sobre todo los de producción más tradicional, han disminuido (Gallardo *et al.*, 2006). A juzgar por la variedad de colores en el plumaje, la diversidad genética es amplia. Los guajolotes en esta región tienen poca estacionalidad reproductiva y el promedio de huevos por nidada es de 17, la sobrevivencia es baja y la enfermedad más frecuente, la viruela. En apariencia, la limitante más importante en la meleagricultura tradicional es la sanidad. En esta investigación, los productores manifestaron que no han cruzado sus guajolotes con pavos comerciales. El principal destino fue para el autoconsumo y la venta estacional, en noviembre y diciembre, en su mayoría sin intermediarios.

## Fuentes

Antonio J., S. Orozco y J. Ramírez. "Contribución de la avicultura campesina en la disponibilidad alimentaria de familias indígenas del sureste mexicano", en: *Revista Colombiana de Ciencia Animal*. 4 (1), 2011, pp. 69-78.

- Antonio-Bautista, J. "Diseño de una estrategia de transferencia de tecnología en la ganadería campesina de la Región Mixe (Ayuuk) en Oaxaca, México", en: *Ra Ximhai*. 2(2), 2006, pp. 419-433.
- Aquino-Rodríguez, E., A. Arroyo-Lara, G. Torres-Hernández, D. Riestra-Díaz, F. Gallardo-López y Y. B. A. López-Yáñez. "El guajolote criollo (*Meleagris gallopavo* L.) y la ganadería familiar en la zona centro del estado de Veracruz", en: *Técnica Pecuaria México*. 41(2), 2003, pp. 165-173.
- Camacho-Escobar, M. A., E. Jiménez-Hidalgo, J. Arroyo-Ledezma, E. I. Sánchez-Bernal y E. Pérez-Lara. "Historia natural, domesticación y distribución del guajolote (*Meleagris gallopavo*) en México", en: *Universidad y Ciencia*. 27(3), 2011, pp. 351-360.
- Camacho-Escobar, M. A., E. Pérez-Lara, J. Arroyo-Ledezma y E. Jiménez-Hidalgo. "Diferencias y similitudes entre guajolote silvestre y de traspatio (*Meleagris gallopavo*)", en: *Temas de Ciencia y Tecnología*. 13(38), 2009-C, pp. 53-62.
- Camacho-Escobar, M. A., I. Lira-Torres, L. Ramírez-Cancino, R. López-Pozos y J. L. Arcos-García. "La avicultura de traspatio en la costa de Oaxaca, México", en: *Ciencia y Mar*. IX(28), 2006, pp. 3-11.
- Camacho-Escobar, M. A., L. Ramírez-Cancino, I. Lira-Torres & V. Hernández-Sánchez. "Phenotypic characterization of the Guajolote (*Meleagris gallopavo gallopavo*) in Mexico", en: *Animal Genetic Resources Information*. 43, 2008, pp. 59-66.
- Camacho-Escobar, M. A., L. Ramírez-Cancino, V. Hernández-Sánchez, J. Arroyo-Ledezma, E. I. Sánchez-Bernal y H. F. Magaña-Sevilla. "Guajolotes de traspatio en el trópico de México: 3. Características fenotípicas, parámetros productivos, destino y costo de producción", en: *Congreso Nacional Modelos y Métodos en Ciencias Agropecuarias Aplicadas. Modelación y Bio-energía en Sistemas*. San Francisco de Campeche, Campeche. 2009-B.
- \_\_\_\_\_. "Guajolotes de traspatio en el trópico de México: 1. Características de los productores, tamaño de la parvada y manejo zootécnico". *II Congreso Nacional Modelos y Métodos en Ciencias Agropecuarias Aplicadas. Modelación y Bio-energía en Sistemas*. San Francisco de Campeche, Campeche. 2009-A.
- Canul, S. M., V. A. Sierra, S. L. Durán, B. R. Zamora, O. J. Ortiz y D. O. Mena. "Caracterización del sistema de explotación del *Meleagris gallopavo* en el centro y sur de Yucatán, México", en: *Actas Iberoamericanas de Conservación Animal*. 1, 2011, pp. 288-291.
- Cigarroa-Vázquez, F. A. "Caracterización fenotípica del guajolote (*Meleagris gallopavo*) y sistema de producción en la Depresión Central de Chiapas". Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados Campus Montecillo. Texcoco, edo. de México, 2012.
- Crawford, R. D. "Introduction to Europe and diffusion of domesticated turkeys from the America", en: *Arch. Zootec*. 41(154), 1992, pp. 307-314.
- Estrada-Mora, A. "Caracterización fenotípica, manejo y usos del pavo doméstico (*Meleagris gallopavo gallopavo*) en la comunidad indígena de Kapola en la Sierra Nororiental del estado de Puebla, México". Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados, Campus Puebla, Puebla, Pue., 2007.
- FAO. *World Watch List for Domestic Animal Diversity*. 3rd edition. Rome, Edited by Scherf, B. D. Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2000.
- Gallardo, J. L., L. Villamar y H. Guzmán. *Situación actual y perspectiva de la producción de carne de guajolote (pavo) en México 2006*. SAGARPA, 2006. Descargado de <http://www.sagarpa.gob.mx/Dgg> el 20 de mayo de 2017.
- García-Flores A., H. Colín-Bahena y R. Monroy. "Uso y manejo del guajolote *Meleagris gallopavo* en la comunidad de Xoxocotla, Morelos, México", en: *Mesoamericana*. 16(1), 2012, pp. 9-17.
- Gutiérrez-Triay, M. A., J. C. Segura-Correa, L. López-Burgos, J. Santos-Flores, R. H. Santos-Ricalde, L. Sarmiento-Franco, M. Carvajal-Hernández y G. Molina-Canul. "Características de la avicultura de traspatio en el municipio de Tetiz, Yucatán, México", en: *Tropical and Subtropical Agroecosystems*. 7, 2007, pp. 217-224.
- INEGI. *Estados Unidos Mexicanos. Censo Agropecuario 2007. VIII Censo Agrícola, Ganadero y Forestal*. Aguascalientes, Ags., INEGI, 2009.
- Infante, S. y G. Zárate. *Métodos estadísticos, un enfoque interdisciplinario*. Tercera edición. Colección La Gaya Ciencia. Vol. 1. México-Madrid, Colegio de Posgraduados y Editorial Mundiprensa, 2012.
- Kuehel, R. *Diseño de experimentos*. México, Ed. Thompson, 2001.
- Lapham, H. A., G. M. Feinman and L. M. Nicholas. "Turkey husbandry and use in Oaxaca, Mexico: A contextual study of turkey remains and SEM analysis of eggshell from the Mitla Fortress", en: *Journal of Archaeological Science: Reports*. 10(2016), pp. 534-546
- López-Zavala, R., H. Cano-Camacho, T. C. Monterrubio-Rico, O. Chassin-Noria, U. Aguilera-Reyes y M. G. Zavala-Páramo. "Características morfológicas y de producción de guajolotes (*Meleagris gallopavo*) criados en sistema de traspatio en el estado de Michoacán, México", en: *Livestock Research for Rural Development*. 20(5), 2008-A.
- \_\_\_\_\_. "Caracterización de sistemas de producción del guajolote (*Meleagris gallopavo gallopavo*) de traspatio en las regiones fisiográficas del estado de Michoacán, México", en: *Técnica Pecuaria México*. 46 (3), 2008-B. 303-316.
- Losada, H., J. Rivera, J. Cortés, A. Castillo, R. O. González y J. Herrera. "Un análisis de sistemas de producción de guajolotes (*Meleagris gallipavo*) en el espacio suburbano de la delegación de Xochimilco al sur de la Ciudad de México", en: *Livestock Research for Rural Development*. 18(4), 2006.
- Luna-Ruiz, X. G. "De la cuenca a la selva. Política pública y reubicación en una comunidad indígena: San Felipe Zihualtepec, Oax.". Tesis de Licenciatura. México, ENAH, 2003.
- Mallia, J. G. "Indigenous domestic turkeys of Oaxaca and Quintana Roo, Mexico", en: *Animal Genetic Resources Information*, 23, 1998, pp. 69-78.
- Peña-Sánchez, E. Y. y A. Paulo-Maya. "El *Huexólotl* y *Totolin*, alimento sagrado en Tetelcingo, Morelos", en: *Arqueología Mexicana*. XIX (118), 2012, pp. 78-83.
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). 2016. Descargado de <http://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/166000/guajolote.pdf> el 21 de mayo de 2017.
- Unión Nacional de Avicultores. Ciudad de México. 2016 (DE) <http://www.una.org.mx/index.php/component/content/article/2-uncategorised/19-indicadores-economicos>

# Atrición en encuestas de panel en México: la Encuesta Nacional sobre Salud y Envejecimiento en México (ENASEM)

Attrition in Panel Surveys in Mexico:  
The Mexican Health and Aging Study (MHAS)

**Karina Orozco-Rocha\***, **Rebeca Wong\*\*** y **Alejandra Michaels Obregón\*\*\***

\* Consultora independiente, k\_orozco@hotmail.com

\*\* University of Texas Medical Branch, rewong@utmb.edu

\*\*\* University of Texas Medical Branch, almichael@utmb.edu





Laughing mature woman boxing with coach in gym /Thomas Barwick/Getty Images

Este trabajo analiza la atrición de la Encuesta Nacional sobre Salud y Envejecimiento en México entre el 2001 y el 2012, un proyecto longitudinal sobre adultos mayores. Para la tercera ronda de este operativo estadístico, la pérdida acumulada representó la tercera parte de la muestra inicial; la principal causa fue por fallecimiento, seguida por la no localización y el rechazo. Con modelos de regresión se examinan asociaciones de características económicas, de salud y sociodemográficas de los participantes en el 2001 con cada tipo de atrición en el 2003 y el 2012. Los resultados señalan que las variables de salud tuvieron mayor asociación con la pérdida por fallecimiento, mientras que las características económicas y sociodemográficas estuvieron asociadas con la no localización y el rechazo. Documentar el carácter de la atrición proporciona valiosos elementos para investigaciones basadas en la ENASEM, pues los resultados longitudinales podrían ser afectados por un posible sesgo selectivo en la muestra.

**Palabras clave:** atrición; longitudinal; ENASEM.

Recibido: 1 de marzo de 2017.

Aceptado: 5 de julio de 2017.

The Mexican Health and Aging Study (MHAS) is a longitudinal project focused on older population. In this paper, we analyze attrition in three rounds of the study, between 2001 and 2012. Attrition represents a third of the initial sample in wave three. Death is the main cause of attrition, followed by the inability to locate people and elder people being rejected. Using regression models we examined associations of health, economic, and demographic characteristics of participants as well as survey characteristics in 2001 on each cause of attrition in 2003 and 2012. Results indicate that health variables such as the number of chronic diseases have a greater association with death as a consequence of attrition, while economic and demographic characteristics of the study participants are associated with the inability to locate people and elder people being rejected. Documenting the character of attrition provides valuable information for research based on the MHAS data, since the results of longitudinal studies could be affected by a possible selectivity bias in the sample.

**Key words:** Attrition; longitudinal; MHAS.

## Introducción

En las últimas décadas, el análisis cuantitativo de las ciencias sociales ha ganado terreno en los estudios basados en datos de panel longitudinal debido, en parte, al desarrollo de un amplio número de estudios longitudinales y de técnicas estadísticas para su análisis (Ferraro y Kelley-Moore, 2003:5264). Sin embargo, este tipo de investigaciones aún son escasas en México. Una excepción es la Encuesta Nacional sobre Salud y Envejecimiento en México (ENASEM),<sup>1</sup> proyecto longitudinal que destaca por su avance logrado; tiene diseño teórico y metodológico comparable con el *Health and Retirement Study (HRS)* de Estados Unidos de América (EE.UU.) y pertenece a un conjunto de estudios internacionales que abordan el tema de envejecimiento que se han realizado en Inglaterra (como el *English Longitudinal Study of Ageing, ELSA*), Brasil, Japón, China y otras 18 naciones de Europa (como el *SHARE*) (Sonnega, 2014:577).

Aunado a lo anterior, la población adulta mayor en muchos países representa o será el principal grupo en la pirámide poblacional. El envejecimiento en naciones en desarrollo como México está caracterizado como un proceso acelerado a diferencia de los desarrollados (Wong *et al.*, 2015:2); por ejemplo, si tomamos como medida de éste el porcentaje de personas de 65 años y más de edad, a México le tomará alrededor de 40 años pasar de 4.6 a 16%, en tanto que a Francia le tomó alrededor de 250 años llevar de 5.2 a 16.2% dicho indicador (Ham-Chande, 2004).

El envejecimiento poblacional está ligado con las transiciones epidemiológica y demográfica como un proceso en el que se transforman la distribución por edad de la población, los patrones de salud y enfermedades de la sociedad, así como las tasas de mortalidad y fecundidad, en respuesta a cambios sociales, económicos, tecnológicos, políticos, culturales y biológicos (González y Ham-Chande, 2007: S449).

En este contexto, la ENASEM representa una oportunidad para estudiar el proceso de envejecimiento en México; tiene como objetivo general examinarlo de forma prospectiva y también a las cargas de enfermedades y discapacidades usando un gran panel representativo de la población adulta mayor mexicana. El estudio utiliza un marco socioeconómico amplio por su extensa cobertura temática en dimensiones como salud actual y en la niñez, experiencias migratoria y laboral, redes familiares, ingresos y sus fuentes, bienes y sus componentes, información demográfica y medidas antropométricas, entre otras. Además, tiene una alta comparabilidad con otras fuentes de información, como el Censo de Población y Vivienda (Wong *et al.*, 2015:3) y es un referente a nivel internacional para confrontar datos entre los países en desarrollo y desarrollados en investigaciones sobre el tema (Wong *et al.*, 2008; Monteverde *et al.*, 2010).

Al ser un estudio longitudinal, la Encuesta tiene una característica intrínseca que es importante analizar: la atrición,<sup>2</sup> la cual puede ocurrir por tres causas: el fallecimiento,<sup>3</sup> la no localización de los participantes y el rehusarse a participar.

Sin embargo, la atrición no solo se expresa en un menor número de participantes en el tiempo. De acuerdo con la literatura sobre estudios de panel y envejecimiento en países desarrollados, el desgaste de la muestra conforme avanza el tiempo está asociado a las características de salud y socioeconómicas de los individuos participantes (Ferraro y Kelley-Moore, 2003:5268; Kapteyn *et al.*, 2006:11; Michaud *et al.*, 2011:149; Banks *et al.*, 2011:10), además de que éstas podrían tener efectos distintos en cada tipo de pérdida; por ejemplo, la ocurrida por el fallecimiento de la persona puede tener mayor asociación con las variables de salud y demográficas, como ser del sexo masculino, de edad avanzada y tener una baja evaluación del

1 Estudio prospectivo de panel con representación nacional y urbano/rural de las personas de 50 años y más de edad que dispone de información estadística del 2001 al 2015, captada en cuatro rondas.

2 Pérdida de participantes en el estudio a través del tiempo.

3 Este concepto toma dos significados en la ENASEM pues, por una parte, se deja de recolectar información acerca de las condiciones sociodemográficas, económicas y de salud de los participantes y, por otra, se recopilan datos sobre el último año de vida del fallecido, los cuales son valiosos para los temas de salud y envejecimiento, así como del propio fenómeno de la mortalidad.

funcionamiento cognitivo (Van Beijsterveldt *et al.*, 2002:217; Kapteyn *et al.*, 2006; Michaud *et al.*, 2011); en cambio, la que sucede por la no localización y el rechazo de los participantes se ha asociado con características sociodemográficas, como ser mujer o tener un menor rendimiento de la memoria al inicio del estudio (Van Beijsterveldt *et al.*, 2002); cabe mencionar que los que fueron alguna vez migrantes tienen mayor propensión a abandonar el estudio de panel (Kapteyn *et al.*, 2006; Michaud *et al.*, 2011), igual que los menos escolarizados (Banks *et al.*, 2011). Es preciso anotar que se encontró una relación clara entre este tipo de atrición y el nivel socioeconómico de los participantes, como ingresos y riqueza (Kapteyn *et al.*, 2006; Michaud *et al.*, 2011; Banks *et al.*, 2011). Por otra parte, se ha explorado menos la asociación entre la pérdida y las características del estudio, como duración de la entrevista, intervalos entre visitas del entrevistador, así como características de este último, entre otras (Thomas *et al.*, 2012:118).

El no dar cuenta del desgaste de la muestra (que puede ser de manera no aleatoria) y de otros mecanismos de selección, puede producir estimaciones de una muestra relativamente privilegiada. Entre los documentos metodológicos de la ENASEM<sup>4</sup> (que se encuentran en el sitio [www.enasem.org](http://www.enasem.org) o en <http://www.beta.inegi.org.mx/proyectos/enchogares/especiales/enasem/>), hasta el momento no se dispone de alguna publicación que aborde dicho tema. De esta manera, informar el desgaste de la muestra de la ENASEM y analizar el patrón de la atrición por características de salud, demográficas, socioeconómicas y del levantamiento cobra importancia porque la pérdida puede ser selectiva, lo que podría afectar los hallazgos estimados con ciertas variables del estudio<sup>5</sup> (Van Beijsterveldt *et al.*, 2002:216; Banks *et al.*, 2011:1). Si la atrición no es aleatoria, es decir, si se tiende a perder en mayor proporción un determinado grupo dentro de

la muestra nacional, las estimaciones en algunos temas pueden estar sesgadas.

Por ello, esta investigación tiene como objetivo examinar el carácter de la atrición de la muestra original de la ENASEM del 2001 (*t*1) para las rondas del 2003 (*t*2) y del 2012 (*t*3), distinguiendo el efecto de las características de salud, económicas y sociodemográficas de los participantes, y en el levantamiento del 2001 sobre la ocurrida por fallecimiento, no localización y por rehusarse a participar en un intervalo corto (2001 al 2003) y uno largo (2001 al 2012). Diferenciar en el análisis a cada tipo de atrición responde a sus particularidades; en la acontecida por la muerte, los participantes salen por completo del estudio, y el fallecimiento mismo es un resultado de interés para estudios de envejecimiento. En cambio, en los otros dos casos, los entrevistados pueden ser seguidos y es posible que sean contactados en rondas posteriores, por lo que una intervención por parte de los investigadores del estudio para reducir este tipo de atrición es importante (Thomas *et al.*, 2012:121; Wong *et al.*, 2015:4). A su vez, es necesario destacar los factores que inciden de manera diferenciada entre la atrición por no localización y por rechazo, porque tienen distintas interpretaciones y estrategias a seguir para reducirlas (Thomas *et al.*, 2012:121) ya que con las personas que se rehúsan a participar se tiene la certeza de que siguen vivas, pero con los no localizados existe la incertidumbre de su sobrevivencia. Lo anterior permitirá responder: ¿cómo se asocian las características demográficas y de salud con cada tipo de atrición? y ¿cómo cambia el efecto de dichas características entre un intervalo corto y uno largo por tipo de pérdida?

El trabajo se integra en cinco secciones. Primero se describen las principales características de la ENASEM, así como la muestra y modelos estadísticos utilizados. En la parte de resultados, se compara el nivel de atrición de la Encuesta con la evidencia empírica documentada para estudios similares en otros países (como el HRS en EE.UU. y el ELSA en Inglaterra) y se examina el patrón de la atrición a partir de la distribución de los participantes por situación de entrevista (entrevistado y no entrevista-

4 Explican los ajustes a los factores de expansión por *No respuesta* en la muestra de seguimiento entre rondas. El tratamiento de la *No respuesta* es de manera general, sin detallar el motivo (fallecimiento, no localización o rechazo).

5 La ENASEM ha sido utilizada en más de 230 publicaciones revisadas por pares y capítulos de libros desde diversas disciplinas, como demografía, economía, salud pública y epidemiología, entre otras (Wong *et al.*, 2015).

tado por tipo de pérdida) en  $t2$  y  $t3$  según las características de salud, económicas, sociodemográficas y del levantamiento en  $t1$ . Después, empleando modelos multivariados, se estudian los factores asociados a la atrición en  $t2$  y  $t3$  por fallecimiento, no localización y por rechazo de los participantes. Por último, se concluye destacando la importancia de este tipo de investigaciones para los estudios de panel longitudinales, como la ENASEM.

## Datos y métodos

### Descripción de la ENASEM y su muestra

La Encuesta tiene cuatro rondas de levantamiento con representatividad nacional y urbano/rural de la población de 50 años y más de edad. El estudio se realiza bajo la coordinación de investigadores en EE.UU. y México; el trabajo de campo en nuestro país lo ha llevado a cabo el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) con fondos provenientes de instituciones internacionales y nacionales<sup>6</sup> (Wong *et al.*, 2015:9).

Para la ronda inicial del 2001 ( $t1$ ) se tuvo una muestra de 11 mil hogares con, al menos, un residente que nació en 1951 o antes. Si los individuos seleccionados tenían pareja en el mismo hogar, se reclutó también a dicha persona sin importar su edad. Bajo este esquema, se incluyeron 15 186 personas con entrevistas completas en el estudio a seguir en las rondas posteriores. Se aplicó un cuestionario de forma directa y, en su caso, una entrevista *proxy* (con informante sustituto) para aquéllos con alguna enfermedad seria, impedimento cognoscitivo o ausencia temporal prolongada.

En el 2003 ( $t2$ ) se levantó la encuesta de seguimiento y se incorporaron al estudio las nuevas parejas de los participantes entrevistados en la ronda anterior.

En el 2012 ( $t3$ ) se realizó una tercera visita de seguimiento a todos los participantes del panel; además, se agregó una muestra representativa para la población de las cohortes nacidas entre 1952-1961 (50-61 años de edad en el 2012) y a sus parejas, sin importar su edad (Wong *et al.*, 2015:2).

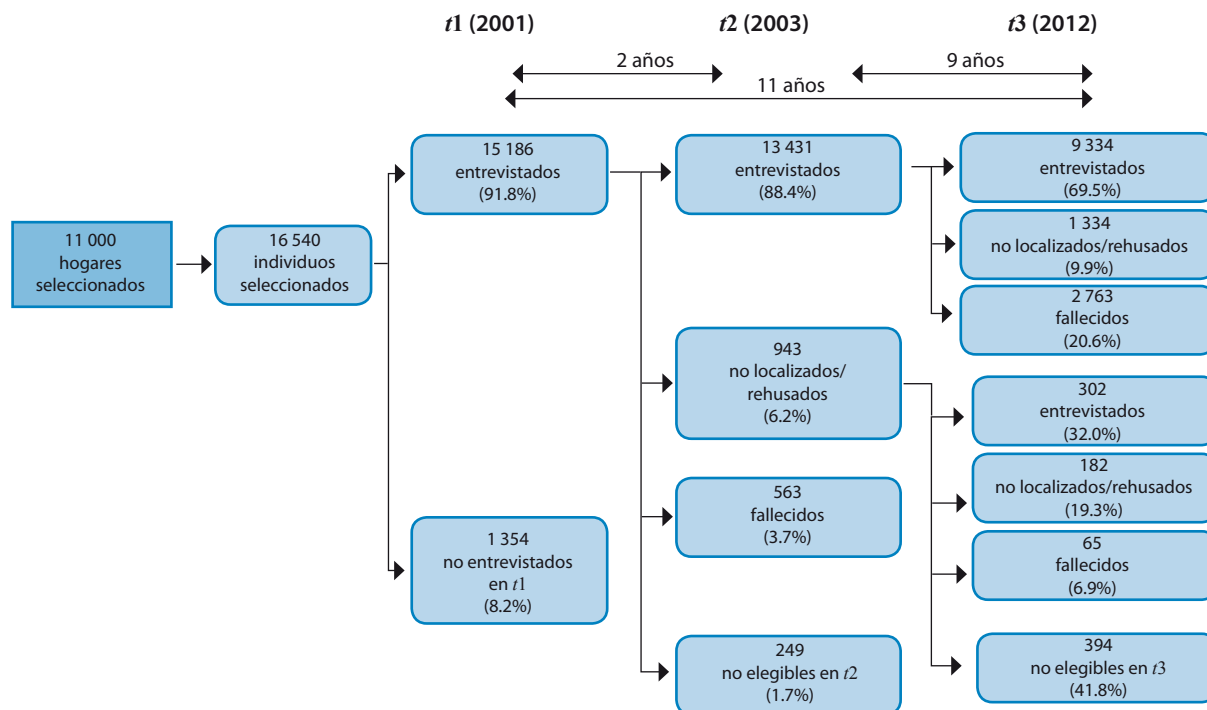
La cuarta ronda fue levantada a finales del 2015 y está en proceso de validación e integración de las bases de datos, razón por la cual no está incluida en la presente investigación.

Para estudiar la atrición de la ENASEM nos centramos en la muestra inicial; del total de 15 186 entrevistas completas en  $t1$ , para el análisis de la atrición entre  $t1$  y  $t2$  únicamente se utilizaron 14 937 participantes (ver diagrama), y se excluyeron 249 individuos entrevistados en  $t1$ , pero que en  $t2$  fueron no elegibles en el seguimiento: éstos se entrevistaron en el 2001 por diferentes razones, pero después se determinó que no cumplían los requisitos para ser elegibles (por ejemplo, tener edad diferente a la de la población objetivo o no ser residente habitual de la vivienda). Asimismo, los sujetos asignados como no elegibles en  $t3$  se excluyeron del análisis de la atrición en  $t3$ , los cuales fueron participantes que en el levantamiento de  $t2$  no hubo elementos suficientes para su localización; también, se omitieron a los reportados como fallecidos en  $t2$  porque éstos fueron excluidos a partir de dicha ronda, por lo que la muestra para el análisis de la atrición en  $t3$  fue de 13 980 participantes.

Por otra parte, debido a que en esta investigación los factores predictores de la atrición son estimados a partir de las características de los participantes en el 2001, aquellos que no dieron respuesta en dicha ronda ( $t1$ ) pero sí en las posteriores quedaron fuera de este trabajo. Por la misma razón, no están incluidos los nuevos cónyuges de los participantes en el 2003 ( $t2$ ) y en el 2012 ( $t3$ ), así como la nueva muestra agregada en el 2012.

<sup>6</sup> Para las rondas 1 y 2, la ENASEM tuvo el apoyo del *National Institute of Health/National Institute on Aging* [R01AG18016, B.J.S., PI] de EE.UU. El estudio fue un esfuerzo de colaboración de investigadores de universidades de Pennsylvania, Maryland y Wisconsin en Estados Unidos de América y del INEGI. Para las rondas 3 y 4 recibió apoyo del *National Institute of Health/National Institute on Aging* [R01AG018016, R.W., PI] y el INEGI, con la colaboración de investigadores de la *University of Texas Medical Branch (UTMB)* y la *University of Wisconsin*, así como del INEGI, y de los institutos nacionales de Geriátría y de Salud Pública de México (Wong *et al.*, 2015).

### Distribución de la muestra para el estudio de atrición de la ENASEM 2001, según resultado de entrevista en el 2003 y 2012



En este sentido, cabe destacar que dos de las características de la ENASEM son las visitas del recorrido previo (entre 4 y 6 semanas antes) y un operativo de campo que se realiza a partir de la ronda 3 (2012) en preparación al levantamiento de las entrevistas, esto para facilitar la localización de los individuos entre rondas y aumentar la tasa de respuesta. Esta estrategia seguida por el INEGI tiene como propósito identificar los cambios de domicilio u otra situación, como: nuevas nupcias, separación o divorcio entre parejas entre los sujetos de estudio en el panel o el fallecimiento de alguno de ellos. Cuando se trata de cambio de domicilio, se indaga el nuevo y se ubica al sujeto de estudio en él dentro de la República Mexicana. En caso de separación o divorcio, se localiza el lugar de residencia actual de los dos miembros de la pareja y se busca dar seguimiento a ambos. En cuanto al fallecimiento, se identifica a otra persona que pudiera completar la entrevista de salida.

Otra característica del estudio es que los individuos que no son localizados o se rehúsan a parti-

cipar en determinada ronda no son excluidos de la siguiente y se emplean mecanismos para su localización o para evitar el rechazo en el seguimiento del estudio. Este criterio se aplica con buenos resultados por otras investigaciones de paneles, como el HRS de EE.UU. (Michaud *et al.*, 2011). En la ENASEM, la recuperación de estos participantes con entrevistas completas abre la posibilidad de incluir en el análisis de la atrición la situación previa de los sujetos, de los no localizados o los que rechazaron participar en *t2*; en *t3*, 32% pudo dar entrevista (ver diagrama).

#### Tipos de atrición

Como ya se mencionó, entre la ronda inicial y las posteriores pueden ocurrir tres casos: el primero es la pérdida de un participante por fallecimiento, y el deceso se registra aplicando una entrevista a un informante clave acerca del fallecido, quien proporciona datos sobre arreglos residenciales y familiares después del fallecimiento, así como del

estado de salud durante el último año de vida del participante.<sup>7</sup> El segundo es por no localización, lo cual se anota cuando no es posible encontrar al sujeto ya sea porque se mudó y no se pudo identificar un nuevo domicilio o porque estaba ausente de manera temporal y no se logró conseguir entrevistarlo. El tercero, por rechazo, que ocurre cuando el participante se rehúsa a proporcionar información pese a las estrategias aplicadas para lograr su colaboración.

## Modelos estadísticos

Dadas las particularidades y la evidencia empírica encontrada de cada tipo de atrición, en los estudios de panel longitudinales de países desarrollados se examinaron los determinantes de cada uno de los tres tipos de pérdida identificados en  $t_2$  y  $t_3$  utilizando modelos multinomiales *probit*. De esta manera, se definió a la variable dependiente en forma categórica, codificando como 1 a los entrevistados (resultado base); 2, a los fallecidos; 3, a los no localizados y 4, a los que se rehusaron a participar. A partir de dichos modelos, se estimaron los efectos marginales de las variables explicativas (presentadas a continuación), lo que permite identificar cómo aumenta o disminuye la probabilidad de ser entrevistado en el estudio al incrementar un punto cada variable explicativa.

## VARIABLES EXPLICATIVAS

En esta investigación se incluyeron las de salud, económicas, sociodemográficas y del levantamiento medidas en el 2001 ( $t_1$ ) para modelar la atrición en  $t_2$  y  $t_3$ . Todas estuvieron expresadas en forma dicotómica y, en algunos casos, se consideraron a los no especificados como una categoría adicional para conservar la muestra completa y examinar si la no respuesta en determinadas variables presentaba asociación con la pérdida.

De salud fueron dos variables las que se esperaba tuvieran una mayor asociación con la pérdida de participantes por fallecimiento que por no localización o rechazo: a) el número autorreportado de enfermedades crónicas (0, 1, 2 y 3 o más, entre hipertensión, diabetes, cáncer, enfermedades pulmonares y del corazón, embolia cerebral y artritis); b) autorreporte de dificultad para realizar actividades de la vida diaria (AVD), codificado con 1 si tienen problema con al menos una de las siguientes: bañarse, acostarse o levantarse de la cama, usar el baño o vestirse, y con 0 en caso de no haber obstáculo alguno.

Se incluyó la variable económica de los quintiles del valor neto de los bienes que poseen los individuos (como vivienda, negocios, bienes raíces, activos financieros y vehículo) restando el valor de las deudas; esta variable podría tener una mayor asociación con la atrición por no localización y rechazo que por fallecimiento.

Las sociodemográficas fueron sexo, grupos de edad (menores de 50 años de edad, de 50 a 59 años, de 60 a 69 años y 70 o más años) —el grupo más joven estaba formado por los cónyuges de los entrevistados que, de continuar en la muestra en las rondas posteriores, llegarían a ser parte de los de 50 años y más y se incluirían en los análisis—, los años de escolaridad (cero, uno a cinco años y seis o más), el tamaño de localidad (menor a 15 mil, de 15 mil a 99 999 y 100 mil o más habitantes) y si la entidad federativa era de alta migración a EE.UU. (*No*, *Sí*).

Por último, se consideraron las variables del levantamiento en  $t_1$ : el tipo de entrevista (directa o *proxy*) y número de informantes en el hogar (solo o en pareja). Además, para el modelo de atrición en  $t_3$ , se incluyó la situación de entrevista en  $t_2$  (entrevistado, fallecido, no localizado y rehusado).<sup>8</sup>

<sup>7</sup> Es importante resaltar que para un porcentaje relativamente bajo de fallecidos (menor a 1%) no se logró dicha entrevista, pero sí se identificaron y clasificaron como tales.

<sup>8</sup> Esta variable diferencia a los individuos por el tiempo transcurrido entre la última entrevista completa y  $t_3$  (2012), así como por el motivo de la no entrevista en  $t_2$  (2003), es decir, para los entrevistados en el 2003 habrían transcurrido nueve años del último contacto, mientras que para los no localizados o rechazados en el 2003, 11 años.

## La atrición de la ENASEM en el contexto internacional

De los 14 937 individuos de 50 años y más de edad y sus parejas entrevistados en la ENASEM 2001, la atrición representó 10.1% en la segunda ronda en el 2003. Para la tercera, en el 2012, la pérdida acumulada significó 35.5 por ciento.<sup>9</sup> Con el propósito de tener un referente del nivel de atrición de la Encuesta respecto a estudios similares, se realizó un comparativo de la pérdida documentada para el HRS y el ELSA de las submuestras representativas para la población blanca no hispana en los grupos de edades de 55 a 64 y de 70 a 80 años durante el periodo del 2002 al 2006 (ver tabla 1), contando con tres rondas de intervalos de dos años entre cada una (Banks *et al.*, 2011).

Durante el lapso 2001-2012, la atrición (como se mide en este documento por fallecimiento, no localizados y rechazo) para el grupo de 55 a 64 años

<sup>9</sup> De esta cifra, 2.6 fueron catalogados en el 2012 como no elegibles, porque ya en el 2003 no hubo elementos suficientes para localizarlos.

de edad en la ENASEM fue de 28.3%, un nivel superior al del HRS y similar al observado en el ELSA. Para el grupo de 70-80 años de edad, la atrición en la Encuesta del 2001 al 2012 fue de 58.9%, lo que pareciera ser superior al observado para el HRS y el ELSA entre el 2002 y el 2006. Sin embargo, aunque los tres estudios comparados contemplaron tres rondas, el periodo total fue mayor para la investigación mexicana que fue de 11 años, mientras que para los otros, de cuatro.

Lo anterior tiene implicaciones en la atrición por fallecimiento, pues entre más amplio sea el periodo, mayor edad tienen los participantes. De ahí que si se excluye la atrición por fallecimiento que ocurre de manera *natural* y se compara con la que sucede entre los sobrevivientes (por no localización y rechazo), se puede observar que la pérdida registrada en la ENASEM en dicho lapso se ubicó en un nivel más cercano al del HRS que presentó una atrición mucho menor que el ELSA para ambos grupos de edad, de nuevo subrayando que esto ocurrió en un periodo entre rondas mucho mayor para la Encuesta que para las otras dos investigaciones.

Tabla 1

### Comparativos de la atrición de ENASEM (2001-2012) con HRS y ELSA (2002-2006)

Situación de resultado	Edad 50+ años		Edad 55-64 años				Edad 70-80 años			
	ENASEM		ENASEM		HRS	ELSA	ENASEM		HRS	ELSA
	2001-2003 <sup>c</sup>	2001-2012 <sup>d</sup>	2001-2003 <sup>c</sup>	2001-2012 <sup>d</sup>	2002-2006 <sup>e</sup>		2001-2003 <sup>c</sup>	2001-2012 <sup>d</sup>	2002-2006 <sup>e</sup>	
Entrevistados <sup>a</sup>	89.9	64.5	91.0	71.7	89.0	70.0	88.0	41.1	79.0	63.0
Atrición	10.1	35.5	9.0	28.3	11.0	30.0	12.0	58.9	21.0	37.0
En sobrevivientes <sup>b</sup>	6.3	12.8	6.9	12.1	7.0	26.0	4.4	9.9	6.0	23.0
Por fallecimiento	3.8	22.7	2.1	16.2	4.0	4.0	7.6	49.0	15.0	14.0
Total %	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
% Anual atrición	5.1	3.2	4.5	2.6	2.8	7.5	6.0	5.4	5.3	9.3
% En sobrevivientes	3.2	1.2	3.5	1.1	1.8	6.5	2.2	0.9	1.5	5.8
% Por fallecimiento	1.9	2.1	1.0	1.5	1.0	1.0	3.8	4.5	3.8	3.5

<sup>a</sup> Incluye a los *recuperados* con entrevista completa que en la ronda intermedia anterior no habían dado entrevista.

<sup>b</sup> En la ENASEM se incluye a los no localizados, rehusados y no elegibles en el 2012. Para este último grupo, en el 2003 no hubo elementos suficientes para su localización.

<sup>c</sup> Representan datos solo con dos rondas de la ENASEM 2001 y 2003.

<sup>d</sup> Representan datos acumulados de las tres rondas de la ENASEM 2001, 2003 y 2012.

<sup>e</sup> Las rondas de comparación del HRS y ELSA fueron levantadas en el 2002, 2004 y 2006.

**Fuente:** elaboración propia con base en las ediciones 2001, 2003 y 2012 de la ENASEM; Banks, James; Alastair Muriel and James P. Smith (2011) para datos del HRS y ELSA.

Para acercarse a una comparación más apropiada, se calculó la atrición promedio por año entre las rondas. Se pudo observar que el porcentaje medio anual de la atrición en los sobrevivientes de la ENASEM fue menor que el HRS y el ELSA para los dos grupos de edad de referencia y considerando tres rondas en cada estudio. Otro punto importante fue que la pérdida en la Encuesta no pareció ser proporcional con el tiempo transcurrido, como lo sugirieron las magnitudes entre el intervalo corto y largo de comparación (ver tabla 1): de manera proporcional con el número de años, la atrición fue mayor en el intervalo corto de dos años que en el largo de 11, en particular entre sobrevivientes (atracción por no localización y rechazo).

## Patrón por tipo de atrición

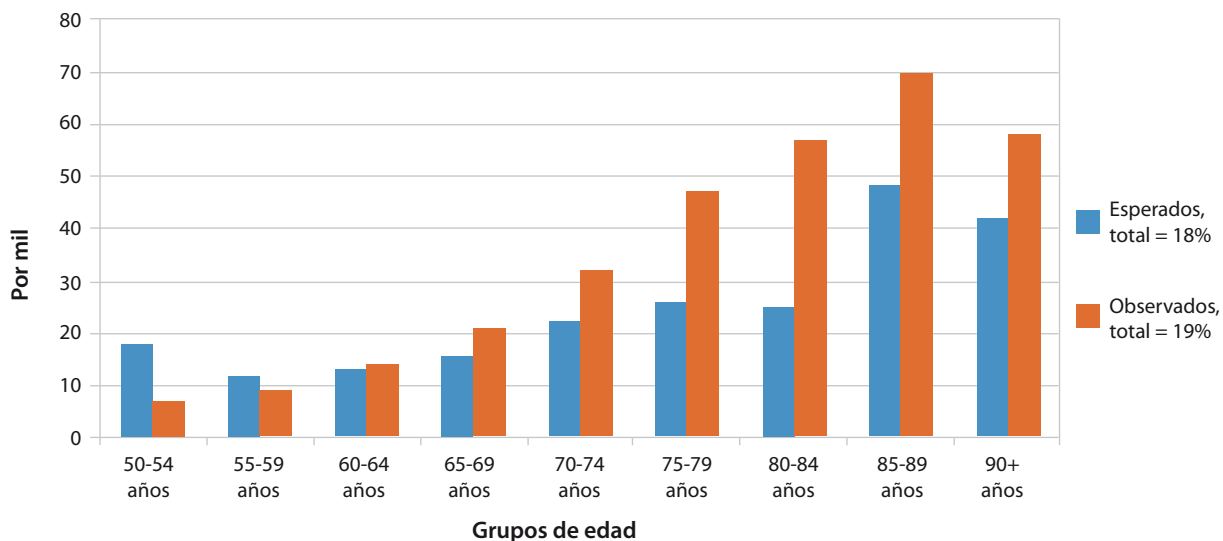
En la tabla 2 se presenta la distribución de la muestra de la ENASEM en  $t_1$  ( $n = 14\ 937$ ) según la situación de entrevista en  $t_2$  y  $t_3$ , lo que permite observar la importancia que toma cada tipo de atrición entre periodos. Así, se puede ver que para  $t_2$ , dos años

después de iniciado el estudio, la pérdida de participantes por fallecimiento representó 3.8% del total de la muestra. Como era de esperarse, el porcentaje acumulado se incrementó a 22.7 puntos para la ronda  $t_3$ , dado que habían transcurrido 11 años desde  $t_1$  y los participantes tenían mayor edad; esto significó el principal tipo de atrición de la ENASEM para  $t_3$ . Estos valores fueron consistentes con las estimaciones sobre la mortalidad esperada entre rondas (ver gráfica). Para estos cálculos, se aplicó la tabla de vida del Consejo Nacional de Población (CONAPO) a la muestra de la ENASEM 2003, obteniendo que, aproximadamente, 18% se esperaba habría fallecido para el 2012, mientras que la cifra observada fue de 19 por ciento. Sin embargo, un aspecto importante que merece investigarse en el futuro es la distribución de las muertes esperadas *versus* las observadas por grupos de edad.<sup>10</sup>

<sup>10</sup> Aparentemente, la tabla de vida estima un mayor número de fallecimientos que los observados para las edades jóvenes (50-59 años), mientras que para los de 60 o más años, las muertes esperadas por tabla de vida son un menor número que las detectadas en la Encuesta.

Gráfica 1

### Tasa de fallecidos esperados<sup>a</sup> vs. observados en el 2012 respecto al total de entrevistados en el 2003)



<sup>a</sup> Número de muertes esperadas sobre el total de elegibles para entrevista en la ENASEM 2012.

Fuente: elaboración propia con base en las ediciones 2003 y 2012 de la ENASEM y tablas de vida y proyecciones de la población 2010-2050 del Consejo Nacional de Población.



La atrición por no localización representó 4% en  $t_2$  (ver tabla 2); de éstos, un porcentaje pequeño se logró localizar y entrevistar en  $t_3$  (0.7) y 2.6% fue de no elegibles. Para  $t_3$ , la pérdida por no localización ascendió a 7.3%, del cual 6.4% sí había participado en  $t_2$ . El rechazo es el tipo de atrición que menos casos registró, con 2.3 y 2.8% en  $t_2$  y  $t_3$ , respectivamente; además, presentó mayor tasa de recuperación que por no localización. En  $t_3$  se logró entrevistar a 55.8% de los casos que había rechazado participar en  $t_2$ , mientras que de los no localizados en  $t_2$  se pudo entrevistar 18.4% en  $t_3$  (ver tabla 2).

La tabla 3 presenta la distribución de la muestra de la ENASEM en  $t_1$  según situación de entrevista en  $t_2$  y  $t_3$  por las características de salud, económicas, sociodemográficas y del levantamiento de los participantes en  $t_1$ . De esta manera, se puede apreciar que el patrón de distribución de la atrición entre el periodo corto y el largo fue similar a través de las características examinadas, según las cuales, quienes padecían un mayor número de enfermedades crónicas o dificultad para realizar las AVD, así como los que estaban en los quintiles de bienes más bajos, los hombres, los de mayor edad (70 años y más), los menos escolarizados y los que residían en entidades de alta migración a EE.UU. son quienes registraron una proporción más alta de atrición por fallecimiento.

Además, estos porcentajes se incrementaron de forma considerable para  $t_3$  comparado con  $t_2$ , lo cual se pudo deber, en parte, a que el periodo entre rondas fue más amplio para  $t_3$ . En el desgaste de la muestra por no localización y rechazo en ambos periodos se destacan los participantes en el quintil de bienes más alto, los más jóvenes, los más escolarizados y los residentes de localidades más urbanizadas. En  $t_3$ , residir en una entidad federativa de alta migración a EE.UU. también da indicios de contribuir a la atrición por no localización y por rechazo.

Los indicadores del levantamiento sugieren que el tipo de entrevista anterior tiene un efecto en los tres tipos de atrición, pues aquéllos con entrevista proxy en  $t_1$  mostraron un porcentaje mayor de pérdida en rondas subsecuentes comparado con los que dieron una directa. Además, ser el único entrevistado en el hogar seleccionado mostró una cifra mayor de atrición por fallecimiento y por no localización en ambos periodos; en cambio, responder en pareja tuvo mayor proporción en la pérdida por rechazo. Por último, la situación de entrevista en  $t_2$  indica que aquellos que no fueron localizados o que se rehusaron a participar en dicha ronda tuvieron una proporción mayor a estar en la misma situación en  $t_3$ , comparados con los entrevistados. Esto reitera la importancia de incorporar variables

Tabla 2

### Distribución de la muestra de la ENASEM en $t_1$ ( $n = 14\ 937$ ) por situación de resultado en la $t_2$ y $t_3^a$

Situación de resultado en $t_2$	Situación de resultado en $t_3$						Tasa de recuperados en $t_3^c$
	Entrevistado	Fallecido <sup>b</sup>	No localizado	Rehusado	No elegible	Total	
Entrevistado	62.5	18.5	6.4	2.5	0.0	89.9	
Fallecido <sup>b</sup>	0.0	3.8	0.0	0.0	0.0	3.8	
No localizado	0.7	0.1	0.4	0.1	2.6	4.0	18.4
Rehusado	1.3	0.3	0.5	0.2	0.0	2.3	55.8
<b>Total</b>	<b>64.5</b>	<b>22.7</b>	<b>7.3</b>	<b>2.8</b>	<b>2.6</b>	<b>100.0</b>	

<sup>a</sup> En el seguimiento del 2003 y 2012 se considera solo a los entrevistados en el 2001 ( $n = 14\ 937$ ), excluidos los no elegibles en  $t_2$ . No incluye los nuevos cónyuges y la nueva muestra agregada en el 2012.

<sup>b</sup> En la categoría *fallecidos* se incluyen algunos casos identificados como tales pero donde no se obtuvo el *Cuestionario de fallecido*, ya sea por la falta de un informante adecuado o por negativa.

<sup>c</sup> Tasa de recuperación igual a entrevistados en  $t_3$  dividido entre *No localizados* o *Rehusados* en  $t_2$ .

Fuente: elaboración propia con base en las ediciones 2001, 2003 y 2012 de la ENASEM.

**Distribución de la muestra de la ENASEM en t1 según situación de entrevista en t2 y t3 y por características seleccionadas<sup>a</sup>**

Variables en t1	Situación de entrevista en t2					Situación de entrevista en t3				
	Total	Entrevistado	Tipo de atrición			Total	Entrevistado	Tipo de atrición		
			Fallecido <sup>b</sup>	No localizado	Rehusado			Fallecido	No localizado	Rehusado
Total	14 937	13 431	563	599	344	13 980	9 636	2 828	1 092	424
	100.0	89.9	3.8	4.0	2.3	100.0	68.9	20.2	7.8	3.0
<b>Núm. crónicas</b>										
0	100.0	90.7	2.3	4.5	2.6	100.0	74.0	14.2	8.3	3.5
1	100.0	90.0	3.9	3.8	2.3	100.0	68.7	20.8	7.7	2.9
2	100.0	89.7	5.5	2.9	2.0	100.0	62.1	28.5	6.6	2.7
3+	100.0	85.4	9.1	3.8	1.7	100.0	51.4	39.3	7.8	1.5
No especificado	100.0	89.3	2.8	6.5	1.4	100.0	69.8	19.2	8.5	2.5
<b>AVD</b>										
0	100.0	91.1	2.5	4.0	2.3	100.0	71.1	18.1	7.8	3.0
1	100.0	82.1	13.8	2.5	1.7	100.0	53.6	38.5	5.9	2.1
No especificado	100.0	86.5	3.7	6.3	3.4	100.0	61.6	22.4	11.5	4.5
<b>Quintiles de bienes</b>										
1 (pobre)	100.0	86.0	6.0	6.7	1.3	100.0	61.1	26.4	10.3	2.2
2	100.0	91.4	3.8	3.4	1.3	100.0	70.5	21.4	6.3	1.9
3	100.0	91.8	3.3	2.7	2.3	100.0	70.8	19.0	7.5	2.7
4	100.0	91.5	3.4	2.5	2.6	100.0	73.0	18.5	4.8	3.7
5 (rico)	100.0	89.0	2.4	4.9	3.7	100.0	68.9	16.6	10.1	4.4
No especificado	100.0	83.1	3.4	1.7	11.9	100.0	53.6	12.5	23.2	10.7
<b>Sexo</b>										
Hombre	100.0	88.8	4.5	4.1	2.6	100.0	65.1	24.2	7.7	3.1
Mujer	100.0	90.8	3.2	3.9	2.1	100.0	71.8	17.3	7.9	3.0
<b>Edad</b>										
Menor de 50 años	100.0	90.6	1.1	5.0	3.3	100.0	83.7	3.8	9.6	2.8
50-59 años	100.0	91.3	1.3	4.7	2.7	100.0	77.5	9.8	9.2	3.4
60-69 años	100.0	90.7	3.6	3.7	2.0	100.0	69.9	21.0	6.0	3.1

**Distribución de la muestra de la ENASEM en t1 según situación de entrevista en t2 y t3 y por características seleccionadas<sup>a</sup>**

Variables en t1	Situación de entrevista en t2					Situación de entrevista en t3				
	Total	Entrevistado	Tipo de atrición			Total	Entrevistado	Tipo de atrición		
			Fallecido <sup>b</sup>	No localizado	Rehusado			Fallecido	No localizado	Rehusado
70+ años	100.0	85.6	10.5	2.5	1.4	100.0	40.2	51.3	6.3	2.2
<b>Años de escolaridad</b>										
0	100.0	90.5	5.9	2.7	1.0	100.0	65.8	27.7	5.1	1.4
1 a 5 años	100.0	91.4	3.8	3.2	1.6	100.0	70.3	22.0	5.4	2.2
6 o más	100.0	88.4	2.5	5.5	3.6	100.0	69.6	14.4	11.4	4.7
No especificado	100.0	73.7	26.3	0.0	0.0	100.0	50.0	42.9	0.0	7.1
<b>Tamaño de localidad</b>										
Menor de 15 mil	100.0	92.3	3.9	3.2	0.7	100.0	75.4	20.4	3.5	0.7
15 mil-99 999	100.0	92.1	3.4	2.6	1.9	100.0	70.9	21.3	5.6	2.2
100 mil o más	100.0	88.3	3.9	4.8	3.0	100.0	66.2	19.7	10.0	4.1
<b>Estado de alta migración</b>										
No	100.0	89.8	3.5	4.2	2.5	100.0	67.5	22.9	7.0	2.6
Sí	100.0	90.2	4.4	3.5	1.9	100.0	63.0	24.3	8.9	3.8
<b>Tipo de entrevista</b>										
Directa	100.0	90.6	3.2	3.9	2.3	100.0	69.7	19.8	7.6	3.0
Proxy	100.0	80.1	10.9	6.1	2.9	100.0	56.8	27.5	11.6	4.2
<b>Informante</b>										
Solo	100.0	88.2	6.3	4.3	1.1	100.0	59.6	29.1	8.7	2.5
En pareja	100.0	90.6	2.8	3.9	2.8	100.0	72.4	16.9	7.5	3.2
<b>Situación de entrevista en t2</b>										
Entrevistado	100.0	100.0				100.0	69.5	20.6	7.1	2.8
Fallecido	100.0		100.0							
No localizados	100.0			100.0		100.0	52.6	10.0	32.1	5.3
Rehusado	100.0				100.0	100.0	56.5	12.9	20.0	10.6

<sup>a</sup> En el seguimiento del 2003 y 2012 se considera solo a los entrevistados en el 2001 ( $n = 14\ 937$ ); por lo tanto, no incluye nueva muestra que se agregó en el 2003 y 2012.

<sup>b</sup> En la categoría de *fallecido* se incluyen algunos casos identificados como tales pero donde no se obtuvo el *Cuestionario de fallecido*, ya sea por la falta de un informante adecuado o por negativa.

**Fuente:** elaboración propia con base en las ediciones 2001, 2003 y 2012 de la ENASEM.

que caracterizan al levantamiento en el análisis de la atrición, junto con las variables de salud, económicas y sociodemográficas del participante al inicio del estudio.

## Resultados multivariados

Los modelos multinomiales *probit* 1 y 2 en la tabla 4 nos permiten examinar los efectos marginales por características de salud, económicas, sociodemográficas y del levantamiento en el 2001 para cada tipo de atrición, contrastando los entrevistados en un periodo corto (2001-2003) con los de uno largo (2001-2012).

### Determinantes de la atrición por fallecimiento en $t_2$ y $t_3$

Se examinó este tema contrastando a los ausentes en el estudio por esta causa contra los entrevistados. Como ya se anticipó con los datos descriptivos, las variables de salud mantuvieron su efecto en este tipo de pérdida después de controlar por el conjunto de variables, pues aquellos que declararon tener al menos una enfermedad crónica o dificultad en las AVD tuvieron mayor probabilidad de estar excluidos del estudio debido al fallecimiento (ver tabla 4). Este efecto aumentó tanto en  $t_2$  como en  $t_3$  ante un mayor número de enfermedades crónicas en  $t_1$ , pero también de forma comparativa entre rondas se apreció un efecto marginal más fuerte en  $t_3$ . Esta última situación se observó también en la mayoría de las variables incorporadas en los modelos pues, como era de esperarse, la atrición por fallecimiento tomó mayor relevancia en  $t_3$  que en  $t_2$ , dado el tiempo transcurrido desde la ronda inicial.

La variable económica de los quintiles del valor de los bienes de los participantes en  $t_1$  indicó que el estudio perdió en mayor medida por fallecimiento a los participantes en los estratos más bajos y el efecto marginal fue más fuerte en  $t_3$  que en  $t_2$ .

De igual manera, la atrición por fallecimiento se asoció con las variables sociodemográficas como el sexo, pues los hombres tuvieron mayor probabilidad que las mujeres de no estar en el estudio por este motivo y el efecto se acentuó en  $t_3$ . La edad también explicó la pérdida de participantes por esta razón, ya que las cohortes más viejas tuvieron mayor probabilidad que las jóvenes de fallecer y ya no aparecer en el estudio; dicho efecto fue más grande de forma notoria en  $t_3$  que en  $t_2$ . Asimismo, los menos escolarizados también tuvieron mayor probabilidad de ausencia en el estudio por esta causa.

En las variables del levantamiento se observó que el tipo de entrevista en  $t_1$  sí hizo diferencia entre la probabilidad de participar o no en el estudio por fallecimiento. Los sujetos con entrevista *proxy* en  $t_1$  tuvieron mayor probabilidad de salir del estudio en  $t_2$  que los entrevistados en forma directa, sin embargo, para  $t_3$ , las diferencias fueron estadísticamente no significativas. Por otra parte, ser el único participante en el hogar seleccionado también hizo diferencia en la atrición por fallecimiento, pues tuvieron mayor probabilidad de excluirse del estudio respecto a los que participaron con su pareja; esto ocurrió aun controlando por edad y sexo. Para la atrición por fallecimiento en  $t_3$ , se incorporó la situación de entrevista en  $t_2$  (modelo 2), sin embargo, para esta variable, las diferencias en los efectos marginales resultaron estadísticamente no significativas.

Por último, los resultados encontrados para la atrición por fallecimiento mantuvieron el mismo sentido que se ha encontrado en otros estudios sobre este tipo de pérdida (Van Beijsterveldt *et al.*, 2002; Kapteyn *et al.*, 2006; Michaud *et al.*, 2011), pues son los más enfermos, los hombres y los de mayor edad al inicio del estudio quienes se estuvieron perdiendo en mayor medida en la ENASEM por causa de fallecimiento. Fueron significativas también las características iniciales del levantamiento, como tener entrevista *proxy* y ser el único informante en el hogar, así como los efectos de dichas características que se hicieron más fuertes para el periodo largo.

Tabla 4

### Efectos marginales después de los modelos multinomiales *probit* de la muestra de la ENASEM en *t1* por tipo de resultado en *t2* y *t3*

Variables	Modelo 1: atrición <i>t1-t2</i>				Modelo 2: atrición <i>t1-t3</i>			
	1. Entrevistado	2. Fallecido	3. No localizado	4. Rehusado	1. Entrevistado	2. Fallecido	3. No localizado	4. Rehusado
<b>Núm. crónicas: 0 (ref.)</b>								
1	-0.005	0.010***	-0.004	-0.001	-0.051***	0.058***	-0.001	-0.006*
2	0.000	0.015***	-0.012**	-0.003	-0.100***	0.110***	-0.005	-0.005
3+	-0.019**	0.021***	0.001	-0.004	-0.165***	0.167***	0.016	-0.018**
No especificado	-0.011	-0.002	0.018**	-0.005	-0.045**	0.038**	0.010	-0.003
<b>AVD: No (ref.)</b>								
AVD: Sí	-0.017**	0.024***	-0.009	0.003	-0.049***	0.060***	-0.010	-0.002
AVD: No especificado	0.040**	-0.038***	-0.002	0.000	0.029	-0.012	-0.017	0.001
1.º quintil de bienes	-0.026***	0.013***	0.023***	-0.010**	-0.075***	0.056***	0.026***	-0.007
2.º quintil de bienes	0.008	0.009**	-0.004	-0.013***	-0.015	0.040***	-0.012*	-0.012**
3.º quintil de bienes	0.016**	0.006	-0.016**	-0.006**	-0.009	0.025**	-0.008	-0.008*
4.º quintil de bienes	0.016**	0.007*	-0.019***	-0.004	0.022*	0.021*	-0.043***	0.000
<b>5.º quintil de bienes (ref.)</b>								
No especificado	-0.046	0.046**	-0.029	0.029**	-0.171**	0.051	0.090***	0.030*
Hombre	-0.021***	0.016***	0.003	0.002	-0.078***	0.081***	0.002	-0.004
<b>Mujer (ref.)</b>								
Menor de 50 años de edad	-0.016*	0.010	0.004	0.002	0.057***	-0.068***	0.017**	-0.007
<b>50-59 años de edad (ref.)</b>								
60-69 años de edad	-0.012**	0.020***	-0.004	-0.003	-0.079***	0.106***	-0.027***	0.001
70+ años de edad	-0.021***	0.040***	-0.016***	-0.004	-0.304***	0.299***	0.000	0.005
<b>0 años de escolaridad (ref.)</b>								
1 a 5 años	-0.007	-0.006**	0.008*	0.005	0.002	-0.010	0.000	0.008*
6 o más	-0.031***	-0.008**	0.025***	0.014***	-0.037***	-0.026**	0.042***	0.021***
<b>Menor de 15 mil hab. (ref.)</b>								
15 mil-99 999 hab.	-0.006	0.000	-0.010*	0.015***	-0.067***	0.019*	0.023**	0.025***
100 mil o más hab.	-0.037***	0.006*	0.009**	0.021***	-0.112***	0.018*	0.057***	0.037***
<b>Estado de alta migración: No (ref.)</b>								
Sí	0.007	0.005*	-0.007**	-0.005*	-0.038***	0.004	0.022***	0.012***
<b>Entrevista directa (ref.)</b>								
<i>Proxy</i>	-0.080***	0.046***	0.024*	0.010	-0.115**	0.044*	0.058**	0.014
<b>Informante en pareja (ref.)</b>								
Solo	-0.004	0.011***	0.007*	-0.013***	-0.049***	-0.038***	0.018***	-0.006*
<b>Situación de entrevista en <i>t2</i>: entrevistado (ref.)</b>								
No localizados					-0.090**	-0.051	0.123***	0.017*
Rehusó					-0.097***	-0.017	0.079***	0.035***

Significancia estadística: \*\*\* 1%, \*\* 5%, \* 10%

Fuente: elaboración propia con base en las ediciones 2001, 2003 y 2012 de la ENASEM.

## Determinantes de la atrición por no localización en $t_2$ y $t_3$

Esta variable también se examinó con los modelos 1 y 2 presentados en la tabla 4. Los indicadores de salud no mostraron una asociación estadística con la pérdida de participantes por esta causa. En cambio, la variable económica de quintiles del valor de los bienes de los sujetos en  $t_1$  sí la presentó en  $t_2$  y  $t_3$ ; los participantes en el estrato más bajo (pobre) tuvieron mayor probabilidad de no ser localizados en el estudio comparados con los ubicados en el más alto (categoría de referencia), sin embargo, los efectos marginales de los quintiles no guardaron una relación directa entre el más bajo y el más alto, pues los entrevistados que estaban en los quintiles intermedios (3 y 4) tuvieron una probabilidad mayor de ser relocalizados que los ubicados en el más alto.

Entre las variables sociodemográficas, el sexo es la única que resultó estadísticamente no significativa. En la de edad, el grupo de mayor cantidad de años (70 y más) presentó una probabilidad más alta que el resto de los grupos de edad a ser relocalizados en  $t_2$ ; sin embargo, en  $t_3$ , el de edad intermedia (60 a 69 años) es el que tuvo la mayor probabilidad de ser localizado y los relativamente más jóvenes fueron los más propensos a no serlo. Una posible explicación es que al terminar el periodo largo, es decir, en el 2012, una proporción más alta de los de 70 y más años en el 2001 ya había fallecido para el 2012, mientras que los de 60 a 69 años en el 2001 pasaron a ser los sobrevivientes y de mayor edad en el 2012.

Por otra parte, los más escolarizados tuvieron mayor probabilidad de no ser localizados por el estudio, y el efecto marginal de ellos se incrementó en  $t_3$ .

Por otro lado, los participantes en localidades de mayor tamaño tuvieron una probabilidad más alta de no ser localizados; el efecto se incrementó en  $t_3$ . En este caso, una posible explicación a lo anterior es una mayor movilidad y que, además, la dinámica de redes sociales en las grandes ciudades

es distinta a la observada en localidades de menor tamaño, lo cual dificulta el seguimiento cuando ocurre un cambio de domicilio del participante. Residir en una entidad federativa de alta migración a EE.UU. tuvo la particularidad de presentar un cambio de signo entre la atrición en  $t_2$  y  $t_3$ . En  $t_3$ , los que residían en entidades de alta migración tuvieron una probabilidad mayor de no ser localizados que aquellos residentes en el resto de las entidades, sin embargo, dicho comportamiento es inverso al observado en  $t_2$ . Una interpretación a este resultado es que, al residir inicialmente en una entidad de alta migración, con el transcurso de los años los participantes con redes migratorias son más propensos a cambiar de arreglo familiar y residencial, incluso más allá del territorio nacional, como podría ser con hijos en otra entidad o en EE.UU., de ahí que tiendan a no ser localizados conforme avanza su edad.

Las características del levantamiento al inicio del estudio tomaron mayor importancia en el periodo largo ( $t_3$ ), lo cual confirma la importancia de su análisis en el tema de la atrición. En este lapso, el haber comenzado en el panel con una entrevista con informante sustituto (*proxy*) aumentó la probabilidad de no localización de los participantes en el estudio, comparados con los entrevistados en forma directa. De igual manera, ser el único participante seleccionado en el hogar incrementó la probabilidad de no ser localizado comparado con los entrevistados en pareja. La situación de entrevista en  $t_2$  (2003) presentó un notable efecto marginal comparado con el resto de las variables examinadas en el modelo 2. Este resultado demuestra la importancia de la situación de entrevista de los participantes en la ronda previa, pues los no localizados en  $t_2$  tuvieron una alta probabilidad de no ser localizados de nuevo respecto a los que sí fueron entrevistados en  $t_2$ . Dicho efecto marginal se presentó, incluso, cuando se excluyeron aquellos que fueron no elegibles en  $t_3$  porque no se tuvieron elementos suficientes para su localización en  $t_2$ .

En síntesis, podemos decir que la atrición por no localización se asocia con los participantes ubicados en los quintiles más bajos del valor de los bie-

nes, los más jóvenes, los más escolarizados y los residentes en localidades de 100 mil o más habitantes en  $t_1$ . Además, para el periodo largo se suman los sujetos que residían en entidades de alta migración a EE.UU., los entrevistados únicos en el hogar y con entrevista *proxy*, así como los que no fueron localizados en  $t_2$ .

### **Determinantes de la atrición por rechazo en $t_2$ y $t_3$**

Este punto se analizó con los modelos 1 y 2 presentados en la tabla 4, del mismo modo que la atrición por fallecimiento y no localización. En este caso, los indicadores de salud no presentaron una asociación estadística, lo que es similar a lo encontrado por la no localización.

La variable económica de quintiles del valor de los bienes de los participantes en  $t_1$  indicó que los sujetos que estaban en los estratos más bajos tuvieron menor probabilidad en  $t_2$  de rehusarse a participar que aquéllos en los más altos; sin embargo, para  $t_3$ , dicho efecto desapareció.

De las variables sociodemográficas, el sexo y los grupos de edad no mostraron una asociación estadísticamente significativa con la atrición por rechazo. Los participantes con seis o más años de escolaridad tuvieron mayor probabilidad de rehusarse a ser entrevistados que los menos escolarizados. Si bien la educación es empleada para dar cuenta del estatus socioeconómico de los individuos, también puede tener otras interpretaciones, por ejemplo, falta de disponibilidad para dar entrevistas, autonomía y toma de decisiones, que se podrían estar manifestando en un mayor rechazo de los más escolarizados a participar en el estudio. Este resultado es opuesto a los hallazgos en países desarrollados, donde los sujetos menos escolarizados tienen una propensión mayor a no participar por las dificultades que tienen para responder preguntas que requieren hacer cálculos o memoria (Banks *et al.*, 2011).

Por otra parte, el contexto geográfico de los participantes al comenzar la ENASEM indicó que,

a mayor tamaño de localidad, la probabilidad de rechazo se incrementaba en ambos periodos; este efecto se hizo más fuerte en  $t_3$ . Además, residir en un estado con alta migración a EE.UU. al inicio del estudio provocó una mayor probabilidad de rehusarse a participar en  $t_3$  respecto a los que residían en el resto de entidades federativas.

Las características del levantamiento al comienzo del estudio presentaron asociaciones no significativas; sin embargo, si el entrevistado se rehusó a participar en  $t_2$ , entonces tendió a estar en la misma situación en  $t_3$ .

En suma, podemos decir que la atrición por rechazo en ambos periodos se presentó entre los más escolarizados y los más urbanizados; el efecto se hizo más fuerte en el periodo largo. Además, residir en entidades de alta migración al inicio del estudio y haber rechazado participar en  $t_2$  también se asoció con la pérdida por rechazo en  $t_3$ .

### **Reflexiones finales y conclusiones**

En este documento se examinó la atrición en la Encuesta Nacional sobre Salud y Envejecimiento en México, un estudio longitudinal para analizar el proceso de envejecimiento en nuestro país, importante por la duración de su seguimiento y su alta comparabilidad internacional.

Como ocurre en las investigaciones de panel, la atrición es una característica que merece atención, dada la posible pérdida no aleatoria de sus participantes; por ejemplo, se ha encontrado que ésta puede afectar, sobre todo, a los estudios donde la variable dependiente esté muy relacionada con la pérdida en el panel (Ferraro y Kelley-Moore, 2003; Bank *et al.*, 2011).

La atrición de la ENASEM se asocia de manera diferenciada con características de salud, económicas, sociodemográficas y del levantamiento según el tipo de pérdida, lo cual constata que la continuidad de los participantes en la Encuesta no es resultado de una selección aleatoria, sino de

un proceso selectivo que parece estar asociado de manera distinta con cada tipo de atrición. Por ello, se recomienda para temas específicos de investigación comprobar la sensibilidad de los resultados ante un posible sesgo por la pérdida, sobre todo en estudios que utilicen la información de la ENASEM con perspectiva longitudinal.

El análisis de este tema debe ser parte de toda encuesta longitudinal y su información detallada debe proporcionarse a los usuarios de la misma.

También, se puede concluir que la experiencia de la ENASEM ha permitido demostrar la alta factibilidad de seguir a una cohorte de individuos a lo largo del tiempo y que, comparado con otros países, los esfuerzos para conducir este tipo de estudios son de gran efectividad en México.

Por otra parte, este análisis se limita a comparar el carácter de la atrición de la Encuesta entre un periodo corto y uno largo, por lo que no permite hacer conclusiones claras acerca de si hay algo consistente entre las pérdidas ocurridas entre uno y otro lapso. La longitud de intervalo entre rondas no afecta en gran medida la pérdida de participantes ya que, de manera proporcional con el tiempo transcurrido entre levantamientos, la atrición se da en mayor medida en el periodo corto que en el largo. Para el primero, tienen una mayor importancia la no localización y el rechazo, mientras que en el segundo es el fallecimiento de los sujetos el que adquiere mayor importancia. Por ello se considera necesario resaltar cuatro aspectos fundamentales en estudios longitudinales: el primer contacto con los participantes, el contexto histórico de México, la mortalidad de los sujetos como generadora de conocimiento y el seguimiento a la no respuesta.

Los hallazgos indican que el primer contacto es primordial y muy importante para contar con los entrevistados en las futuras rondas. De ahí la necesidad de poner un mayor esfuerzo en el inicio con los participantes para lograr una tasa de respuesta más alta no solo en dicha ronda, sino que esto reditúa también en el futuro del estudio. Por ello,

desde el contacto inicial es esencial considerar estrategias para retener a los informantes dentro del estudio. En otros países, los participantes reciben un estímulo económico por entrevista completa otorgada, pero consideramos que en México esto no es posible, ya que esa práctica elevaría los costos de los estudios y podría introducir incentivos indeseables para participar. Además, se ha encontrado en otras naciones (por ejemplo, el estudio SHARE en Europa) que la motivación adecuada para la participación puede ser más efectiva que un estímulo económico para aumentarla en estudios longitudinales. Sin embargo, se pueden considerar incentivos como pequeños obsequios para los sujetos, que les permitan tener presente que son parte del estudio longitudinal; por ejemplo, la ENASEM ha proporcionado un par de lentes de lectura a los adultos mayores que lo necesitan y se ha encontrado que ellos aprecian el obsequio nominal. También, se podrían adoptar otras estrategias que refuercen el vínculo entre los participantes y el estudio, como el envío por correo postal de, por ejemplo, boletines informativos del uso de la información o llamadas telefónicas a los participantes con saludos en ocasiones especiales como Navidad o cumpleaños de los encuestados.

Como segundo aspecto, se debe poner atención en el momento y contexto histórico de México o del lugar de residencia de los participantes, pues es posible que tenga un efecto sobre la atrición del estudio longitudinal; por ejemplo, la percepción que tiene la población de la inseguridad, de algún evento social o un fenómeno natural ocurrido en su contexto se refleja en el momento de recibir a los entrevistadores y responder el cuestionario de manera satisfactoria.

El envejecimiento de los participantes a través del tiempo cobra importancia en la atrición por fallecimiento, como ocurrió en el periodo largo de la ENASEM. Sin embargo, es necesario destacar que esto no representa una pérdida como tal, porque se gana conocimiento en el tema del envejecimiento con la mortalidad, ya que se levanta un registro detallado acerca del último año de vida del participante.



Por último, la atrición por no localización o rechazo en la ENASEM tampoco es considerada como una pérdida total, pues existe la posibilidad de que al menos una fracción sea recuperada en las rondas siguientes. Aunque es importante recalcar que en el caso de los no localizados se mantiene la incertidumbre acerca de su sobrevivencia, lo cual significa que algunas pérdidas, que en realidad son fallecimientos, puedan estar contabilizadas como no localizados. Este tema amerita investigación para el futuro.

## Fuentes

- Banks, James, Alastair Muriel y James P. Smith. "Attrition and Health in Ageing Studies: Evidence from ELSA and HRS", en: *Longit Life Course Stud.* 2 (2), 2011, pp. 181-204.
- Ferraro, Kenneth F. y Jessica A. Kelley-Moore. "A Half Century of Longitudinal Methods in Social Gerontology: Evidence of Change in the Journal", en: *The Journals of Gerontology: Social Sciences.* 58 (5), 2003, pp. S264-70.
- González, César A. y Roberto Ham-Chande. "Funcionalidad y salud: una tipología del envejecimiento en México", en: *Salud Pública de México.* 49 (1), 2007, pp. S448-58.
- Ham-Chande, Roberto. *El envejecimiento en México: el siguiente reto de la transición demográfica.* Tijuana, Baja California, México; Miguel Ángel Porrúa; 2004.
- Kapteyn, Arie, Pierre C. Michaud, James P. Smith y Arthur Van Soest. "Effects of Attrition and Non-Response in the Health and Retirement Study", en: *IZA Discussion Papers.* 2006, pp. 1-44.
- \_\_\_\_\_. "Temporary and Permanent Unit Non-Response in Follow-up Interviews of the Health and Retirement Study", en: *Longitudinal and Life Course Studies.* 2 (2), 2011, pp. 145-69.
- Monteverde, Malena; Kenya Noronha; Alberto Palloni y Beatriz Novak. "Obesity and Excess Mortality among the Elderly in the United States and Mexico", en: *Demography.* 47 (1), 2010, pp. 79-96.
- Sonnega, Amanda; Jessica D. Faul; Mary B. Ofstedal; Kenneth M. Langa; John W. R. Phillips y David R. Weir. "Cohort Profile: The Health and Retirement Study (HRS)", en: *International Journal of Epidemiology.* 43 (2), 2014, pp. 576-85.
- Thomas, Duncan; Firman Witoelar; Elizabeth Frankenberg; Bondan Sikoki; John Strauss; Cecep Sumantri y Wayan Suriastini. "Cutting the Costs of Attrition: Results from the Indonesia Family Life Survey", en: *Journal of Development Economics.* 98 (1), 2012, pp.108-23.
- Van Beijsterveldt, C. E. M.; M. P. J. Van Boxtel; H. Bosma; P. J. Houx; F. Buntinx y J. Jolles. "Predictors of Attrition in a Longitudinal Cognitive Aging Study: The Maastricht Aging Study (MAAS)", en: *Journal of Clinical Epidemiology.* 55 (3), 2002, pp. 216-23.
- Wong, Rebeca; Alejandra Michaels-Obregon and Alberto Palloni. "Cohort Profile: The Mexican Health and Aging Study (MHAS)", en: *International Journal of Epidemiology.* 0 (0), 2015, pp. 1-10.
- Wong, Rebeca; Mary Beth Ofstedal; Kathryn Yount and Emily M. Agree. "Unhealthy Lifestyles among Older Adults: Exploring Transitions in Mexico and the US", en: *European Journal of Ageing.* 5 (4), 2008, pp. 311-26.

# Almacenamiento *raster* implementando *GridFS* en la base de datos *MongoDB*

## Raster Data Storage in Big Data Infrastructures: Implementing the GridFS Tool for a MongoDB Database

Marco Antonio López Vega\*, Stephane Couturier\*\* y Daniel Gonzalo Hernández Rivera\*\*\*

\*Instituto de Geografía (IGG) de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), marco@igg.unam.mx

\*\* IGG de la UNAM, andres@igg.unam.mx

\*\*\* IGG de la UNAM, isamux\_fca@hotmail.com

**Nota:** esta investigación se realizó en el marco del proyecto número 208637 de fondos sectoriales CONACYT-INEGI-VISTA-Cy y del proyecto de Laboratorios Nacionales LN295081, por lo que se agradece a las instituciones mexicanas que favorecen la investigación pública.



Data storage facility/Richard Ross/Getty Images

La modificación del paradigma actual de trabajo con los datos espaciales representa un hito en la evolución de los sistemas de información geográfica. La implementación de nuevos formatos y bases de datos espaciales se derivan de la necesidad de resolver viejos problemas en la gestión de la información geográfica. La integración de tecnologías del tipo *Big Data* ofrece nuevas soluciones y posibilidades en el desarrollo de sistemas que apoyen a quienes toman decisiones. *GridFS* ofrece una manera de almacenar la información del tipo *raster* y permite la interoperabilidad con bases de datos espaciales del tipo *NoSQL*, como lo es *MongoDB*. En este artículo se describe la implementación de esta tecnología y se ofrece una alternativa para la gestión de datos espaciales, en especial del tipo *raster*.

**Palabras clave:** SIG; *Big Data*; *raster*; *GridFS*; *MongoDB*.

Recibido: 11 de mayo de 2017.  
Aceptado: 23 de agosto de 2017.

## I. Introducción

Durante las últimas décadas, las organizaciones que desarrollan y utilizan sistemas de información geográfica (SIG) se han enfrentado a un gran reto debido a la complejidad de los datos espaciales (la combinación de alfanuméricos y multidimensionales). A lo largo de la evolución de los sistemas de almacenamiento espacial, se han creado diversas soluciones para organizar la información, tanto para los datos *vector* como para los *raster*, formadas por una malla de valores con filas y columnas, donde cada pixel representa un valor (Mcinerney y Kempeneers, 2015). Una manera sencilla y estructurada para realizar dicha tarea es la implementación de una base de datos (BD) espaciales relacionales.

Los *raster*, por su tamaño y complejidad, siempre han sido un reto mayor en su almacenamiento y gestión. En efecto, cuando se examinan los diferentes SIG que actualmente están operando, la gestión de estos datos llega a significar problemas

There has been a shift in the paradigm associated to the organization of spatial data, which is currently a challenging topic for the Geographic Information Science. The emergence of new formats and database types is responding to old problems in the management of geographic information. Recently, *Big Data* technologies offer new opportunities for the development of systems for decision making. In this context, *GridFS* is a recent tool to store information of the *raster* type, which ensures interoperability with *NoSQL* database types, such as *MongoDB*. This article describes how this technology is implemented in a real project and presents *GridFS* as an alternative, efficient way for the management of *Raster* type data.

**Key words:** GIS; *Big Data*; *Raster*; *MongoDB*.

de despliegue y procesamiento. Es necesario tomar en cuenta que no es una simple imagen que se puede almacenar como un objeto binario.

Si bien durante muchos años se implementaron bases de datos relacionales —como *ORACLE*, *PostgreSQL (PostGIS)* y *Microsoft SQL*— para almacenar los de tipo *raster* (Yeung y Hall, 2007), éstas han denotado restricciones significativas. El principal reto empieza por el despliegue; por lo normal, un *raster* es de gran tamaño, y si no se cuenta con un sistema lo suficientemente robusto para procesar el archivo tanto en su consulta en la base de datos como para su despliegue en la aplicación *GIS* o vía web, el desempeño del sistema que esté a cargo de alojarlo será subóptimo.

En esta investigación —y como parte de la construcción de la plataforma Visualizador de Información Satelital, Tendencias Ambientales y Clima (VISTA-C), financiada por el Fondo Sectorial Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT)-Instituto Nacional de Estadística y

Geografía (INEGI), y desarrollada en el Instituto de Geografía (IGg) de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)— implementamos nuevas tecnologías para robustecer el almacenamiento, la gestión y el despliegue de datos *raster* en plataformas nacionales.

En este artículo, describimos los esfuerzos antecedentes a nuestra investigación (sección II) y presentamos las características de la herramienta *GridFS* (sección III); luego, explicamos la tendencia tecnológica en centros de datos a nivel internacional (sección IV) y nuestra plataforma VISTA-C en particular (sección V), la cual incluye los requerimientos del almacenamiento (V.1.), la estructura de *software* del sistema (V.2.), nuestra propuesta para el almacenamiento de los datos *raster* (V.3.), la infraestructura de *hardware* (V.4.) y, finalmente, los impactos que ha tenido la plataforma en funcionamiento (V.5.).

## II. Antecedentes

Para la integración de los *raster* en una base de datos, se debe seleccionar un tipo de dato que permita modelar una estructura organizacional. Diferentes tipos se han implementado, como: *Binary Large Object (BLOB)*, *Raster* y *Geomval*, los cuales corresponden a una BD relacional (Yeung y Hall, 2007).

Las bases de datos relacionales se caracterizan por el uso de tablas con información que están relacionadas mediante llaves que permiten tener elementos únicos dentro de la base, las cuales se han desarrollado desde la década de los 70 (Yeung y Hall, 2007), pero no representan una manera óptima de organizar, gestionar y almacenar la información espacial; muestran fallas, como: repetición de ésta y poco poder de procesamiento con archivos de gran tamaño, ya que se presentan cuellos de botella en las entradas y salidas de los datos dentro de los sistemas debido al manejo de datos alfanuméricos y multidimensionales. Es por ello que, más recientemente, se han desarrollado nuevas formas que permiten erradicar dichos problemas de las BD relacionales.

La presente era y cultura digital posibilitan la generación de una gran variedad de datos, de tal manera que nuestra interacción con dispositivos móviles permite la creación de datos en diferentes formatos, por lo normal de gran tamaño, ya que la periodicidad de los mismos puede incrementar significativamente nuestro acervo.

Los *raster* poseen características especiales denominadas espaciales, las cuales no se presentan en los que comúnmente llamamos tipos de datos alfanuméricos; éstas son: georreferencia espacial, resolución, coordenadas extremas, número de pirámides y metadatos (Mcinerney y Kempeneers, 2015).

En las últimas décadas se han incrementado los acervos de datos espaciales, tanto vectoriales como *raster*, pero estos últimos representan el porcentaje más elevado. El uso de diferentes sistemas satelitales para su adquisición (imágenes *raster*), así como fotografías aéreas, representan siempre un gran reto al momento de su almacenamiento y gestión.

Las nuevas herramientas tecnológicas para almacenamiento y análisis masivo, denominadas *Big Data*, tienen como principal objetivo gestionar datos de gran tamaño, como el de tipo *raster*, ya que en sus características esenciales (volumen, veracidad, velocidad y variedad) lo hacen un elemento idóneo para explotar todas las nuevas características poderosas de dicha tecnología (Bessis y Dobre, 2014). Actualmente, tenemos sistemas que gestionan la información de una forma diferente a las antiguas BD relacionales. Las bases de datos denominadas *NoSQL* —no solo *SQL*— nos permiten organizar los datos de una nueva manera, rompiendo el paradigma establecido desde hace más de 40 años (Yeung y Hall, 2007).

Las BD *NoSQL* nacieron debido a las necesidades de almacenar una gran cantidad de datos. Difieren de las relacionales ya que se pueden organizar por medio de archivos, columnas, gráficos y llaves. Debido a la naturaleza de los datos *raster* (su gran tamaño y periodicidad) hacen que este tipo de BD sea una solución adecuada para su gestión

y almacenamiento. La implementación de nuevos formatos y lenguajes de programación de alto nivel proporcionan un comportamiento más ágil tanto en las consultas como en las operaciones de lectura y escritura.

Una de las variantes de este nuevo tipo de bases de datos es la denominada *por documentos*, en la que se establece una estructura organizacional implementando un formato llamado *JavaScript Object Notation (JSON)*. Una de las limitantes para este tipo de datos es el tamaño máximo de 4 gigabytes (GB). *MongoDB* es una BD *NoSQL* que funciona por documentos y proporciona una solución a este problema implementando una manera para almacenar y gestionar archivos de gran tamaño denominado *GridFS* (Dheeraj y Sinha, 2005).

El objetivo de este artículo es relatar la exploración de esta forma y otras herramientas (*Studio 3T*, *Pymongo* y *Python*) de *Big Data* para visualizar, gestionar y distribuir información satelital sobre tendencias ambientales y clima en el ámbito del proyecto institucional VISTA-C —como parte de la estación de adquisición, almacenamiento y procesamiento de imágenes de satélite (estación *ERISA*<sup>1</sup>) ubicada en el Laboratorio Nacional de Observación de la Tierra (LANOT) en el IGg de la UNAM, México—, así como para mejorar e implementar un diseño realizado anteriormente con este propósito (López Vega *et al.*, 2015), resolviendo las dificultades encontradas.

### III. Características de *GridFS*

Las BD espaciales relacionales implementan tipos de datos (*raster* y *BLOB*) para almacenar información de gran tamaño, pero *GridFS* construye dos tipos de elementos (colecciones), *Chunks* y *Files*, mediante los cuales se pueden almacenar datos *raster* que, regularmente, son de gran tamaño y representan la mayor parte de nuestra carga en un SIG. Los dos elementos funcionales de *GridFS* permiten guardar en su primera parte el nombre

<sup>1</sup> <http://www.igg.unam.mx/sigg/investigacion/lage/carrusel/ca3/gomez/1.php>

del archivo y sus metadatos; en la segunda se integra el dato que, a su vez, es dividido en varias piezas (*Chunks*) para un manejo óptimo en su almacenamiento. Las piezas tienen un tamaño estándar de 256 kilobytes (KB), el cual puede ser modificado por el usuario, dependiendo del tipo de archivo con el que se trabaje. Esta particularidad nos permite trabajar con elementos *raster*, proporcionando una nueva forma de gestionar datos espaciales de una manera más eficiente (Dheeraj y Sinha, 2005).

Algunas ventajas principales de *GridFS* son:

- Acceso directo para optimizar las entradas y salidas de datos.
- Capacidad automática de gestión.
- Bajo costo.

### IV. Centros de datos

Actualmente, éstos se componen de una colección de sistemas de almacenamiento. La implementación de virtualización y la red en la *nube* han permitido dar una solución temporal a sus problemas de almacenamiento. Sin embargo, por lo regular, se requieren de grandes inversiones financieras, ya que integran una infraestructura de redes, generadores y sistemas de respaldo de energía. Las nuevas generaciones de los centros de datos se enfocan más en la importancia del *software* que en el *hardware*, así centralizamos un mayor poder en los gestores de BD y en el sistema operativo en sí.

El establecimiento de nuevos paradigmas de funcionamiento en términos de bases de datos espaciales *NoSQL* nos lleva a la implementación de herramientas tecnológicas nuevas, como *MongoDB* y *MongoChef (Studio 3T)*, las cuales interactúan con un sistema operativo *Linux*. Cabe mencionar que toda su plataforma está formada con *software* libre (Plugge *et al.*, 2010). La utilización de *GridFS* en una combinación de *MongoDB* y *Geoserver* en arquitecturas de datos híbridas nos permite procesar y analizar datos de una for-

ma diferente a la que se tiene con sistemas relacionales espaciales, ya que utiliza una manera de organización por medio de archivos que difiere de la estructura de llaves primarias con relaciones entre tablas. Esto hace posible desarrollar una nueva infraestructura de datos, formando una arquitectura más dinámica y rápida. Eso nos faculta a construir soluciones más fácilmente, aumentando la capacidad del análisis de los datos.

## V. Proyecto VISTA-C

Éste propone poner a disposición del *Mapa Digital de México* del INEGI un acervo de variables climáticas y de contaminación atmosférica derivadas de imágenes satelitales NOAA y de modelos numéricos climáticos de gran robustez en formato *raster*.

El objetivo de este proyecto es la creación de una plataforma cartográfica en línea para tendencias ambientales y clima, incluyendo un visualizador dinámico (Couturier *et al.*, 2017). Después del análisis de la información con la que se cuenta para su desarrollo, se estableció que 90% de los datos son del tipo *raster*. Los metadatos de dicha información son parte esencial de la estructura del sistema, ya que en ellos se encuentran los elementos descriptivos de los datos.

VISTA-C se diseñó para que utilice solo *software* libre y para que su interfaz principal use una BD relacional (*PostgreSQL-PostGIS*); se emplea el *software Geoserver* para la implementación de la interfaz de visualización, que es una aplicación ampliamente utilizada en sistemas de esta naturaleza (Lacovella y Youngblood, 2013). De una forma paralela, se desarrolló la infraestructura con una base de datos NoSQL (*MongoDB*).

### V.1 Requerimientos del almacenamiento

El sistema de almacenamiento representa un reto debido a las diferentes tecnologías que hoy en día están disponibles. Los puntos esenciales que éste debe cumplir son:

- Arquitectura flexible.
- Facilidad para escalar.
- Facilidad de gestión.
- Rápida implementación.

El rol de la tecnología está cambiando, actualmente no se puede pensar en un sistema de almacenamiento como un dispositivo aislado, la integración con la arquitectura y la aplicación con la que interactúa el usuario final es esencial.

### V.2 Estructura de *software*

Para este proyecto, se diseñó un sistema de almacenamiento masivo que se encargara de contener la base de datos espacial. El sistema operativo con el que cuenta es *Linux* en su versión *CentOS 7* y el de archivos que se implementa es *Hadoop*, el cual permite la integración y gestión de volúmenes de gran tamaño. Para la construcción y gestión de la BD *MongoDB*, se utiliza la aplicación *MongoChef*.

Si bien *MongoDB* tiene una restricción con los documentos superiores a los 16 megabytes (MB) —*Binary JavaScript Object Notation (BSON)*—, la implementación de *GridFS* nos permite dividir los archivos más grandes (como los *raster*, ver tabla 1). De esta manera, podemos integrar nuestros archivos, que representan la mayor parte de nuestra información.

Tabla 1

#### Características de los archivos *raster* AVHRR del LANOT

<i>Raster</i>	Tamaño	Satélite	Resolución	Temperatura
<i>Advanced Very High Resolution Radiometer (AVHRR)</i>	19-35 MB	Serie TIROS-NOAA	1.1 km	Tierra, agua, nubes

Ejemplo de archivos *raster* que se utilizan en este proyecto:

```
n18.081221.2059.ndvi.bil
n18.081221.2059.ndvi.contents
```

n18.081221.2059.ndvi.hdr  
n18.081221.2059.ndvi.sta  
n18.081221.2059.ndvi.xml

### V.3 Forma de almacenamiento de los datos *raster*

Para la automatización del procesamiento y almacenamiento de la información en la base de datos, se desarrolló un programa para depositar todos los archivos *raster* de un mismo directorio e insertarles los metadatos correspondientes en la BD *MongoDB*. Ya que los datos se reciben con un formato diferente al que utiliza este sistema, se deben realizar tareas adicionales. Las tareas de este programa incluyen la organización de la información, creación de las colecciones en la base y la estructuración de los metadatos.

Por sus ventajas en multiplataformas —se pueden implementar aplicaciones en *Windows* y *Linux* sin necesidad de realizar cambios en el programa—, fue seleccionado el lenguaje de programación *Python*. Al ser un lenguaje interpretado no se necesita compilar el código fuente para poder ejecutarlo, lo que da grandes ventajas, como: una gran rapidez en la ejecución, fácil aprendizaje, está orientado a objetos y es para propósitos generales.

Los módulos necesarios para el funcionamiento del programa son:

1. *Pymongo*: es una distribución de *Python* que contiene herramientas para trabajar con la base de datos *MongoDB*.
2. *GridFS*: es una especificación de almacenamiento para documentos *BSON* que exceden el límite de 16 MB.
3. *OS*: provee una manera de usar las funcionalidades del sistema operativo que se esté utilizando, como *Windows*, *Mac* o *Linux*.
4. *Glob*: encuentra los patrones que se especifiquen para nombres de archivos usando las reglas del *Shell* de *UNIX*.
5. *re*: cuenta con funciones para trabajar con expresiones regulares y cadenas.

Variables:

1. IP: la dirección (xxx.xxx.xxx.xxx) del servidor donde reside la BD *MongoDB*.
2. BASEDATOS: nombre de la BD en *MongoDB*.
3. USUARIO: nombre del usuario de la BD en *MongoDB*.
4. PASSWORD: la palabra clave del usuario de la BD *MongoDB*.
5. COLECCION: el nombre que se le va a dar a la colección de datos a almacenar en la BD *MongoDB* (el programa se encarga de crearla).

La instrucción para efectuar la conexión con la BD *MongoDB* es:

```
from pymongo import MongoClient
client = MongoClient(IP)
db = client[BASEDATOS]
db.authenticate(USUARIO, PASSWORD,
source=BASEDATOS)
```

Uso del módulo *GridFS* en *Python*:

```
fs = gridfs.GridFS(db, collection=COLECCION)
```

Instrucción para realizar la búsqueda de todos los archivos con terminación *bil*:

```
for filename in glob.glob('*.bil'):
file = open(filename, 'rb')
```

Se utiliza el mismo nombre de archivo, pero se cambia la terminación a *xml* para leer el archivo de metadatos:

```
file_ext = os.path.splitext(filename)[1]
newfile = filename.replace('.bil', '.xml')
```

Se guarda el archivo *bil* en la BD incluyendo sus metadatos:

```
fid = fs.put(file, filename=filename, content_
type='raster', metadata=metadatos)
```

De una forma más sencilla se almacena el archivo de encabezado *hdr*:

```
for filename in glob.glob('*.hdr'):
file = open(filename, 'rb')
fid = fs.put(file, filename=filename)
```

Siguiendo el mismo método, también se pueden almacenar los archivos *sta* y *contents*.

#### V.4 Infraestructura *hardware* de VISTA-C

Ésta se refleja en la figura 1 y la tabla 2.

Actualmente, la base de datos *MongoDB* del sistema cuenta con 3 terabytes (TB) de almacenamiento *raster* (ver figura 2).

#### V.5 Impactos de la plataforma VISTA-C

El cambio de perspectiva en el desarrollo de la base de datos espaciales permitió definir elementos clave para tener ventajas competitivas significativas con respecto a BD anteriores (ver tabla 3). La integración de la nueva tecnología incide en el plan estratégico de nuestra organización —el Laboratorio de Análisis Geoespacial (LAGE) del IGg de la UNAM—, de tal forma que la estrategia de adquisición de nuevos dispositivos generadores de datos *raster* (p. ej. sistemas de recepción de imágenes satelitales) ya considera este nuevo sistema.

En la medida en que se están superando los paradigmas anteriores de elaboración de sistemas de

Figura 1

#### Infraestructura *hardware* de la plataforma VISTA-C

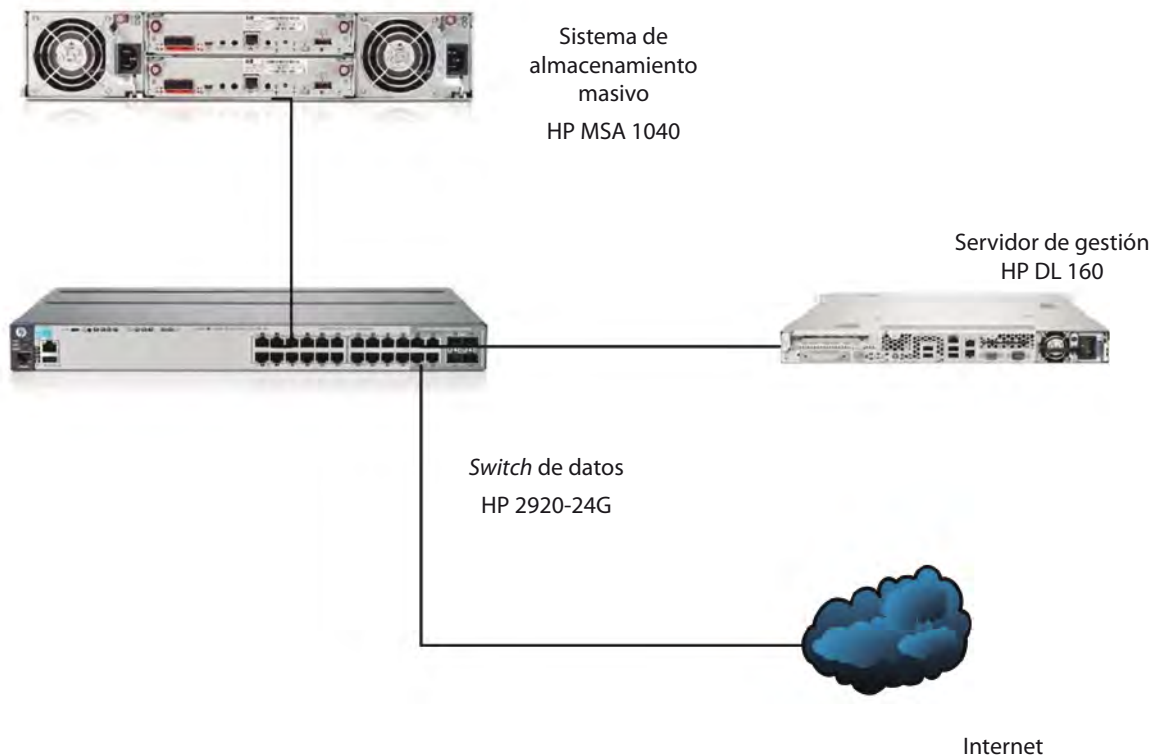




Tabla 2

### Características de la infraestructura *hardware* de la plataforma VISTA-C

Equipo	Modelos	Características
Sistema de almacenamiento masivo.	HP MSA 1040	Sistema de almacenamiento 20 Terabytes SAS, controlador de 12 GB/s, discos de 2.5 pulgadas (2), puertos de 8 GB, <i>Fibre Channel</i> por controlador (2), puertos <i>iSCSI</i> de 1 GB por controlador (2), puertos <i>iSCSI</i> de 10 GB/s por controlador (2), puertos SAS de 12 GB/s por controlador.
Servidor de gestión del almacenamiento.	HP DL 160	Procesador Intel® Xeon E5-2600. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dos procesadores.</li> <li>• Ocho core.</li> <li>• 3.0 GHZ.</li> <li>• 64 GB en RAM.</li> <li>• 1 GB 361i Ethernet.</li> </ul>
Switch de datos.	HP 2920 24G	IEEE 802.1p GB ports (SFP + and/or 10GBASE-T)24 puertos 10/100/1000.

Figura 2

### Visualización de la base de datos *MongoDB*

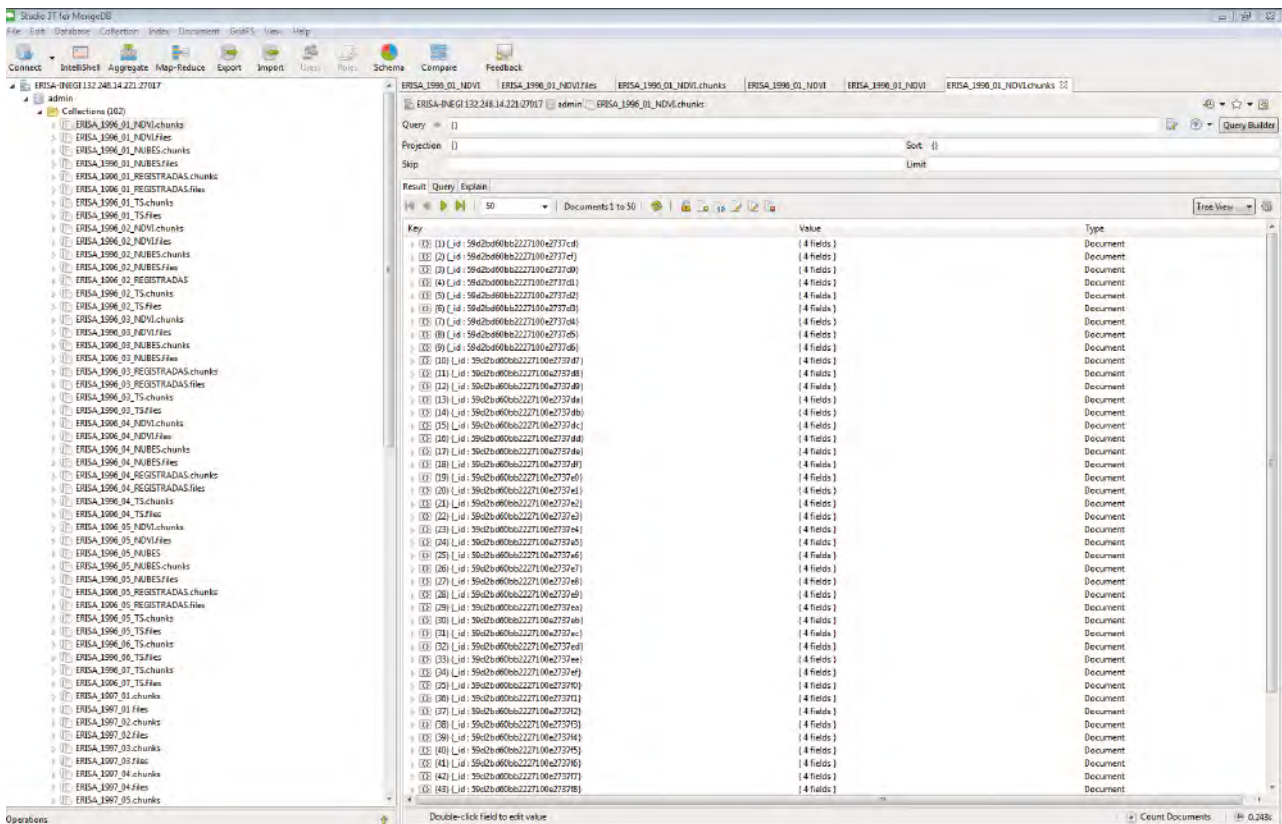


Tabla 3

**Evaluación de ventajas y desventajas de la implementación de *MongoDB-GridFS***

Ventajas	Desventajas
El sistema integra <i>software open source</i> , el cual no tiene costo económico.	La curva de aprendizaje se incrementa, ya que algunos de los elementos son nuevos en este tipo de implementación.
Los dispositivos son más rápidos y confiables.	El <i>hardware</i> utilizado sigue siendo costoso, pues los dispositivos integrados son de alta tecnología.
La base de datos es más simple y estructurada.	Los nuevos esquemas de almacenamiento de la información exigen nuevas formas de organización de los datos espaciales.
La velocidad de respuesta de la base de datos es superior a la de tipo relacional.	
Las consultas externas se realizan con mayor velocidad, aun con enlaces de bajo ancho de banda.	
La recuperación de la base de datos en caso de un fallo es mucho más rápido.	
El proceso de integración de los metadatos dentro de la estructura <i>GridFS</i> se puede llevar a cabo mediante un archivo <i>xml</i> , el cual se ajusta al estándar del ISO 19115.	

información en nuestra organización, estamos enfocando los esfuerzos en los nuevos elementos tecnológicos. La parte esencial de este proceso consiste en identificar las áreas de mejora (velocidad, variedad, veracidad y volumen), y cada una de éstas va incidiendo en la forma de trabajar del personal del IGg. Otro de los logros con la implementación de la tecnología es su usabilidad en la construcción de nuevos sistemas de almacenamiento espacial (ver tabla 3), los cuales permiten generar un esquema con la participación de múltiples actores finales.

## VI. Conclusión

La transformación digital que se ha presentado en las últimas décadas dentro del área geoinformática ha dado paso a la integración de nuevas tecnologías y paradigmas de trabajo que si bien en un inicio representan un cambio técnico, también proporcionan hitos nuevos que derivan en la solución más óptima de problemas generados en la rápida transformación de nuestro planeta

(Osorno Covarrubias *et al.*, 2015). Los datos espaciales, esenciales para la planificación de políticas públicas a varias escalas significan un gran reto en su procesamiento, más aún si nuestra información representa un mayor porcentaje de datos *raster* (p. ej. imágenes satelitales) que de tipo *vector*. La tecnología *Big Data* coloca sobre la mesa nuevas soluciones a la gestión y el procesamiento de grandes volúmenes de datos, pero una gran característica no solo es ésta, además nos permite la integración de variedad y velocidad en la información.

En nuestra investigación para el proyecto VISTA-C, proponemos una nueva forma de estructurar los datos, incrementando las posibilidades de aprovechamiento de la información. La nueva arquitectura basada en la tecnología *MongoDB-GridFS* no solo representa una opción viable para la creación de nuevos sistemas de información, actualmente está implementada en la infraestructura de datos espaciales del IGg de la UNAM, por ejemplo, en la plataforma VISTA-C y, próximamente, en otras plataformas del LANOT. Hoy en día, pro-

bamos que el uso de *GridFS* con la BD *MongoDB* constituye una solución factible que incrementa las posibilidades en el desempeño de las bases de datos espaciales de gran tamaño.

Entre las ventajas comparativas de la opción presentada, solo dedicamos presupuesto a la adquisición de sistemas de almacenamiento de datos, en otras opciones probablemente se requiere la compra de licencias para el gestor de base de datos relacional o el publicador de información en la web. Esta propuesta representa una clara posibilidad de avance en el almacenamiento de información, no solo *raster*, sino que posibilita la unificación de nuevas fuentes de información espacial de gran tamaño.

Una pregunta crítica es: ¿en la práctica, la tecnología *Big Data* es una mejor opción que la ya establecida con las tecnologías relacionales? El desempeño del motor de búsqueda parece favorecer la tecnología *Big Data*, pero un objetivo a mediano plazo es crear una plataforma para la experimentación continua y para establecer mecanismos que midan los resultados. Las organizaciones deben entender que la transformación digital es un proceso continuo y que si se están actualizando sus centros de datos tienen que implementar soluciones tomando en cuenta los estándares internacionales que proporcionan integración e interoperabilidad. El enfoque de estándares abiertos en *software* y *hardware* reduce los costos. Quizás el único costo adicional es el intelectual, ya que requiere de nuevos conocimientos para el uso de esta tecnología.

## Fuentes

- Bessis N., y D. Ciprian. *Big Data and Internet of Things: A Roadmap for Smart Enviroments*. Volume 546. Suiza, Springer, 2014, pp 137-168.
- Couturier, S., J. Osorno Covarrubias, V. Magaña Rueda, I. Martínez Zazueta y G. Vázquez Cruz. "Prototype of the Mexican spatial data infrastructure for climate raster models and satellite imagery ("VISTA-C")", en: *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*. Vol. 54. Reino Unido, Institute of Physics (IOP) Publishing, 2017, pp. 1-6.
- Dheeraj, B. y M. Sinha. "GridFS: Ensuring High-Speed Data Transfer Using Massively Parallel I/O", *Databases in Networked Information Systems*. 4<sup>th</sup> International Workshop, DNIS 2005 Aizu-Wakamatsu, Japan, March 28-30, 2005 Proceedings. Alemania, Springer, 2005, pp. 280-287.
- Lacovella S., y B. Youngblood. *Geoserver Beginner's Guide*. Reino Unido, Packt, 2013, pp 33-53.
- López Vega, M. A., S. Couturier y K. Y. Barrera González. "Design scheme for a spatial database of climatic and environmental variables in Mexico, integrating Big Data Technology", en: *Procedia Computer Science*. Vol. 55C. Países Bajos, Elsevier, 2015, pp. 503-513.
- Mcinerney, D. y P. Kempeneers. *Open Source Geospatial Tools*. Part of the series Earth Systems Data and Models. Suiza, Springer 2015, pp 51-60.
- Osorno Covarrubias, J., S. Couturier y M. Ricárdez. "El rol de la Geografía y sus hibridaciones recientes frente a la crisis de sustentabilidad global", en: *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles (BAGE)*. Vol. 69 (10). España, Asociación de los Geógrafos Españoles, 2015, pp. 93-112.
- Plugge, E., P. Membrey y T. Hawkins. *The Definitive Guide to MongoDB The NoSQL Database for Cloud and Desktop Computing*. EE.UU., Apress, 2010, pp 83-95.
- Yeung A., y G. B. Hall. *Spatial Database Systems Design, Implementation and Project Management*. Países Bajos, Springer, 2007, pp. 22-24, 26-29 y 93-129.

# Propuesta metodológica interdisciplinaria y multiescalar para el estudio de la vulnerabilidad del paisaje

## *Interdisciplinary and Multi-scale Methodological Proposal for the Study of Landscape Vulnerability*

**María del Carmen Hernández Moreno y Araceli del Carmen Andablo Reyes,\* Miguel Ángel Castillo Santiago,\*\*  
Jean Francois Mas,\*\*\* Azucena Pérez Vega y Alejandro Flamenco Sandoval.\*\*\*\***

\* Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, AC, mar@ciad.mx y aandablo@ciad.mx, respectivamente.

\*\* El Colegio de la Frontera Sur, mcastill@ecosur.mx

\*\*\* Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental, Universidad Nacional Autónoma de México, jfmas@ciga.unam.mx

\*\*\*\* Universidad de Guanajuato, azu\_pvega@hotmail.com y alejandro\_flamenco@hotmail.com, respectivamente.

**Nota:** los autores agradecen al Fondo Sectorial CONACYT-INEGI por el financiamiento recibido en el marco de su convocatoria 2013-1 para realizar el proyecto con clave 210080 *Análisis espacio-temporal de la vulnerabilidad del paisaje utilizando percepción remota y métodos espaciales: un estudio interdisciplinario y multiescalar en cuatro regiones del país*, así como al biólogo Amós Antonio Pérez Hernández y a la licenciada Ledyá Aurora Castillo Vargas y su equipo por su invaluable acompañamiento.



Heron Perched on Branches in Sumidero Canyon /Alison Wright/Getty Images

Globalización y cambio climático son las megatendencias que están redefiniendo el espacio geográfico y social en todas sus escalas. Una expresión local puntual de tales procesos es el cambio de cubiertas y uso de suelo que puede ser utilizado como indicador de la presión que ejercen estos dos grandes *estresores* sobre el manejo de tierras. Cuando las interacciones Sociedad-Naturaleza y global-local (construidas en este contexto de presión) ponen en riesgo la viabilidad de un sistema sionatural específico, asistimos a la configuración de la vulnerabilidad de un paisaje.

El presente artículo expone una propuesta metodológica interdisciplinaria y multiescalar para el estudio de la vulnerabilidad del paisaje desde una perspectiva estructural y sistémica. Asimismo, se comparten reflexiones del equipo de investigación sobre los aprendizajes, limitaciones y retos identificados en este ejercicio.

**Palabras clave:** vulnerabilidad del paisaje; CCUS; gobernanza; análisis espacial.

Globalization and Climate Change are the megatrends that are redefining geographic and social space at all scales. A specific local expression of such processes are both the Land Cover and the Land-Use Change, which can indicate to what extent are these phenomena exerting pressure, particularly on land management. When in a context of pressure there are interactions between society and nature, on the one hand, and between global and local contexts on the other, which endanger the viability of a specific socio-natural system, we are witnessing the configuration of the vulnerability of a landscape.

This article presents an interdisciplinary and multi-scale methodological proposal to study landscape vulnerability from a structural and systemic perspective. Furthermore, the views of the research team on the learning, limitations, and challenges identified in this research are hereby included.

**Key words:** Landscape vulnerability; CCUS; Governance; Spatial analysis.

**Recibido:** 2 de agosto de 2017.

**Aceptado:** 15 de diciembre de 2017.

## Introducción

En la sociedad de riesgo (Beck, 2002), la vulnerabilidad se ha convertido en un concepto polisémico utilizado desde diferentes perspectivas disciplinares en el estudio de problemáticas por demás heterogéneas (Alwang *et al.*, 2001). En todas se asocia a riesgos o a exposición a amenazas específicas. Acotado al ámbito espacial, la perspectiva dominante la refiere a la probabilidad que tiene una localidad, región o área geográfica determinada a sufrir los embates provocados por eventos climatológicos (IPCC, 2007).

No obstante la proliferación de esfuerzos sobre esta línea de investigación a raíz de la mayor ocurrencia y devastación de tales acontecimientos, llama la atención la ausencia de abordajes que ubiquen a la vulnerabilidad como fenómeno estructural y complejo; estructural porque la asume como un resultado de las formas específicas que adopta la relación sociedad-Naturaleza en etapas históricas delimitadas, es decir, la examina en el contexto de las megatendencias que definen un periodo histórico; complejo porque incorpora, como elemento explicativo, la influencia de los factores estructurales —de orden natural, pero también social o económico— sobre los procesos locales y la toma de decisiones instrumentada por los actores, como respuestas de adaptación o resistencia. Esta concatenación de procesos sionaturales, a escalas macro y micro, tienen expresiones espaciales que configuran paisajes con atributos que fortalecen o debilitan su capacidad de reproducción.

Hacer estas acotaciones resulta relevante para el tratamiento de la vulnerabilidad porque de la identificación tanto de los factores estructurales que perfilan un paisaje como de la capacidad de respuesta de la población afectable dependerá la pertinencia de las medidas que se instrumenten para su atención. Una encomienda con tal orientación demanda, necesariamente, un esfuerzo interdisciplinario que permita conjugar y complementar diversos marcos teóricos y el empleo de técnicas de análisis e interpretación que consideren la vulnerabilidad en sus múltiples aristas.

Con tales propósitos se llevó a cabo el proyecto de investigación intitulado: *Análisis espacio-temporal de la vulnerabilidad del paisaje utilizando percepción remota y métodos espaciales: un estudio interdisciplinario y multiescalar en cuatro regiones del país*, de cuyos resultados forma parte este artículo, mismo que requirió de la convergencia de conocimientos desde la Geografía, Economía, Ciencias Forestales, Sociología y Biología, además de las fortalezas de análisis que aportan la Estadística, la percepción remota, los métodos cualitativos de las Ciencias Sociales y una probada experiencia en campo.

El objetivo de esta colaboración es ofrecer la sistematización de esta experiencia tanto en términos epistemológicos como de los aprendizajes y retos enfrentados por el Grupo de Investigación Interdisciplinario (GII) para la realización del estudio. Con esa intención, el documento se estructuró en tres apartados: inicia con la exposición del modelo conceptual, enfatizando la construcción de conceptos híbridos que sirvieron de indicadores para aprehender, en un espacio delimitado, las interacciones entre lo social y lo natural, así como entre las megatendencias y los procesos locales; después, se describen las etapas de la ruta metodológica seguida para probar el modelo en cuatro entidades de la República: Sonora, Guanajuato, Michoacán de Ocampo y Chiapas (ver figura 1); y, por último, se sintetizan las lecciones aprendidas en este primer acercamiento a la vulnerabilidad como fenómeno estructural y complejo, y se muestra un esbozo de recomendaciones para mejorar la utilidad de la herramienta diseñada.

## Andamiaje teórico-conceptual y supuestos básicos del modelo

Para fundamentar el análisis estructural de la vulnerabilidad del paisaje (VP), se echó mano de tres enfoques complementarios: la geografía de las diferencias de Harvey (2014), la geografía de las injusticias de Soja (2010) y la polarización social y territorial derivada de la globalización financiera y comercial (Naredo, 2013). El primero propone

una visión crítica de la producción del espacio bajo el supuesto de que el capitalismo, sistema económico vigente, incide en su configuración desencadenando desigualdades socioespaciales. Soja agrega factores como la discriminación racial, por género, cultural y religiosa, entre otras, en la raíz de las desigualdades en la apropiación y habitación del espacio. Naredo, desde la economía, focaliza su análisis en los desequilibrios ambientales y sociales generados por el actual sistema económico.

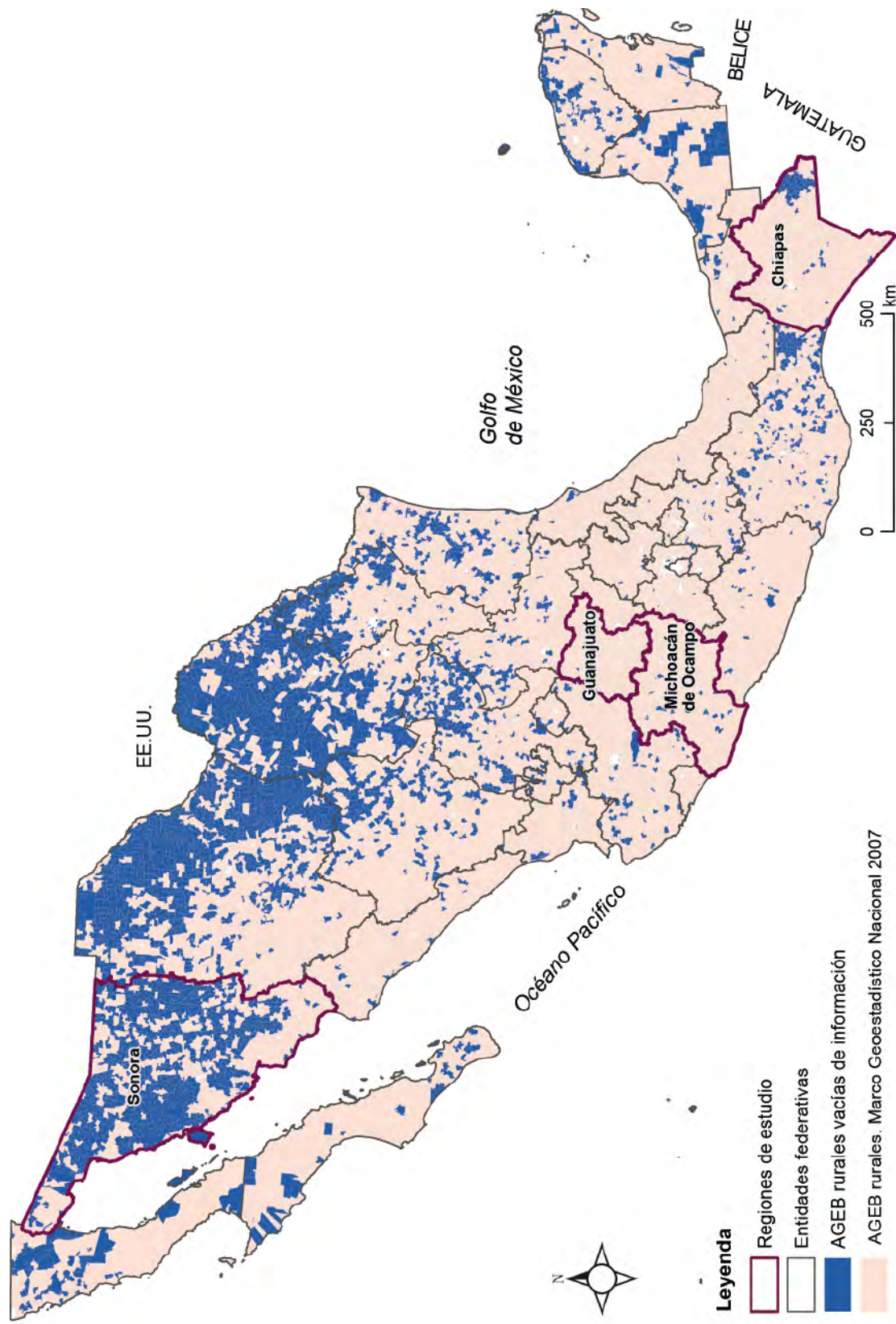
A partir de estos postulados se identificó a la globalización y al cambio climático (CC) como las dos megatendencias del siglo XXI que están redefiniendo el espacio geográfico y social en todas sus escalas. La primera (que también entraña procesos sociales, institucionales, culturales y ambientales) es reconocida como la fase cumbre del modelo económico vigente, así como expresión de las formas en las que el capitalismo define el espacio geográfico —ahora a escala planetaria— en favor de su propia reproducción (Harvey, 2014: 149). La segunda es interpretada —aunque sin consenso— como expresión de los límites que la Naturaleza está imponiendo al paradigma *extractivista* implantado por el sistema económico dominante. Diversos estudios realizados, entre otros por el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático, permiten relacionar el incremento de las temperaturas y mayores concentraciones atmosféricas de dióxido de carbono, metano y óxido nítrico a las emisiones producidas por el empleo de combustibles fósiles y el cambio de uso del suelo, ambos factores derivados del proceso de industrialización (IPCC, 2013: 2).

La entrada en escena del CC evidencia la interdependencia de los procesos sionaturales y ha obligado a la incorporación de la variable ambiental en la prospección de escenarios económicos y ha vuelto imperativo considerar la localización y repercusiones de sus manifestaciones. Por ejemplo, el desplazamiento latitudinal y altitudinal de las especies, provocado por el incremento de la temperatura, reconfigura la distribución de flora y fauna, pero también los espacios aptos para la producción agropecuaria.

Figura 1

### Regiones de estudio y distribución de las AGEB rurales en la República Mexicana

Continúa



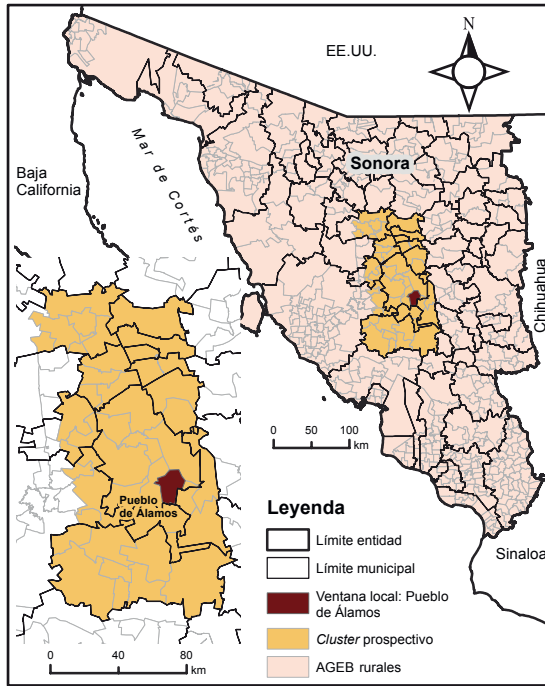
Fuente: elaboración propia con base en INEGI. Censo de Población y Vivienda 2010.

Figura 1

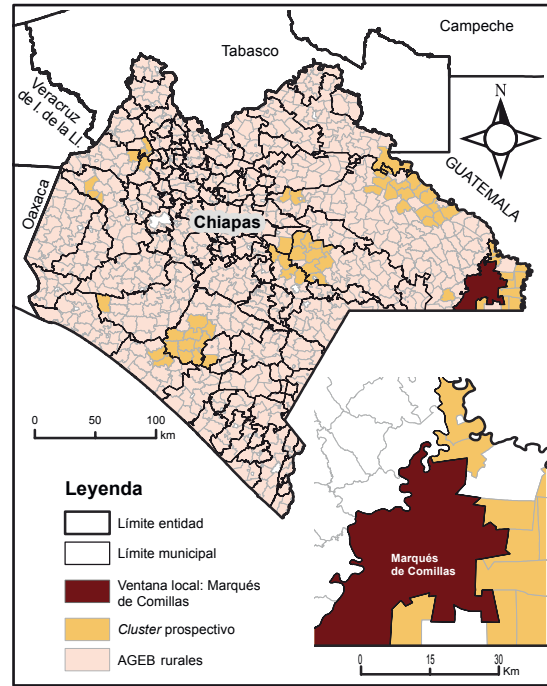
## Regiones de estudio y distribución de las AGEB rurales en la República Mexicana

Concluye

### a. Sonora ventana local: Pueblo de Álamos



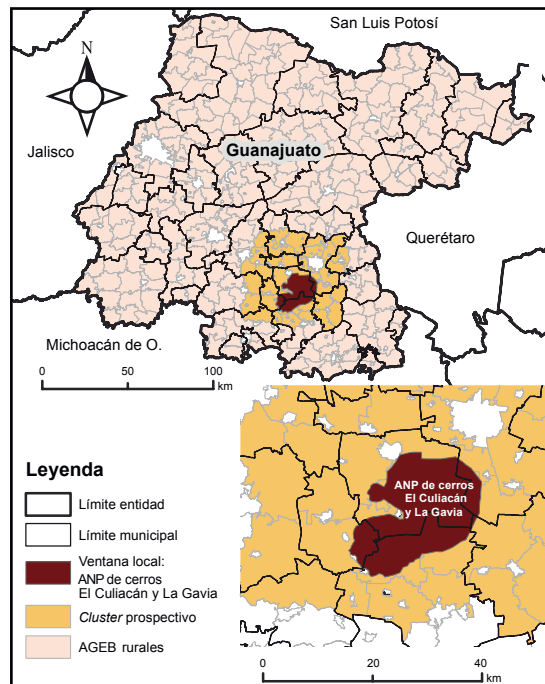
### b. Chiapas ventana local: Marqués de Comillas



### c. Michoacán de Ocampo ventana local: Taretan



### d. Guanajuato ventana local: ANP de cerros El Culiacán y La Gavia



Fuente: elaboración propia con base en INEGI. Censo de Población y Vivienda 2010.



Para analizar el impacto de ambas megatendencias, a nivel empírico y en diversas escalas, se emplearon dos conceptos medulares ligados entre sí: el manejo de tierras y el cambio de cubierta vegetal y de uso de suelo (CCUS). El primero se refiere a la toma de decisiones sobre el uso del suelo y es interpretado como la capacidad de respuesta de quienes habitan o usufructúan un espacio frente a las presiones ejercidas por la globalización y el CC sobre ese espacio. Tales presiones pueden ser complementarias, pero también opuestas; es decir, en ocasiones, el CC obliga a quienes toman decisiones a incorporar acciones que mitiguen el avance del deterioro ambiental y, a la vez, la globalización, con sus múltiples procesos, también los presiona frenando tales iniciativas. Los intereses de las corporaciones transnacionales han logrado imponer sus reglas en lo local a través de lineamientos financieros, de asistencia técnica, regulaciones de mercado y programas gubernamentales, entre otros, induciendo cambios hacia un aprovechamiento más intensivo y extractivo de tierra, agua, flora y fauna.

En el terreno social, estas tendencias conducen a quienes toman decisiones a establecer vínculos de subordinación respecto a esos actores dominantes a través de la participación en créditos, reorientación de patrones de cultivo y de consumo, dependencia de insumos importados y muchos mecanismos más que consolidan la integración de sus tierras a cadenas de valor cautivas (Gereffi *et al.*, 2005) donde pierden su capacidad de gobernanza. Con ello se erosiona —así lo apuntan las evidencias (Wilson, 2010)— la posibilidad de tomar decisiones que, en este escenario macro perfilado por las fuerzas de la globalización y del CC, permitan a los actores locales estructurar respuestas, de adaptación o resistencia, que beneficien tanto a los grupos humanos que habitan el espacio como al ecosistema en su conjunto.

Como se indicó previamente, la concatenación de estos procesos que son sociales, económicos y ambientales en un área geográfica específica definen un paisaje e inciden en su vulnerabilidad cuando las interacciones sociedad-Naturaleza y global-local ponen en riesgo la viabilidad del sis-

tema sacionatural ahí establecido. Es decir, la VP es interpretada como uno de los posibles resultados (Wilson, 2010) de tales interacciones. Refiere a la pérdida de viabilidad sistémica de tal unidad espacial en virtud del desequilibrio de sus procesos internos a raíz de la influencia, en diferentes escalas y en este periodo histórico, de la globalización y del CC. En este sentido, la viabilidad sistémica alude a la evolución armónica de los procesos que configuran un paisaje.

La sustentabilidad del paisaje (SP) es el otro posible resultado de la interacción Sociedad-Naturaleza y designa a aquella condición donde los procesos sociales, económicos y ambientales que definen el paisaje se encuentran en un *equilibrio dinámico* (Toledo y Moguel, 1992: 10) entre sí, asegurando su reproducción sistémica, de forma que uno no se desarrolla a costa de los otros.

En este tenor, la gobernanza refiere a la capacidad de los actores locales para tomar decisiones que les permitan, con base en intereses propios, el control de los procesos que impactan el paisaje. Refiere a la plataforma política, al entramado de relaciones de poder y de coordinación horizontales o verticales (Gereffi *et al.*, 2005; Wilson, 2010) en las que tiene lugar la toma de decisiones, en este caso, sobre el manejo de tierras.

El CCUS constituye la representación espacial de la toma de decisiones sobre el uso del suelo. Es un concepto híbrido y articulador que sintetiza los efectos de los grandes *estresores* sistémicos que configuran el paisaje. También, es un indicador que —en relación con las características sociales, económicas y ambientales— puede representar en mapas la configuración de paisajes vulnerables.

Es pertinente señalar que tras este ejercicio metodológico subyace la hipótesis de que existe un gradiente de transición entre paisajes vulnerables (en desequilibrio) y los sustentables (en equilibrio) y que el paso de un escenario a otro depende de la gobernanza local. Así, un incremento de la gobernanza —es decir, de la capacidad de los actores locales para tomar decisiones— de ma-

nera autónoma, que incidan en el desarrollo sistémico del paisaje que habitan, puede lograr un manejo de tierras que armonice los procesos sin priorizar lo económico sobre lo social y lo ambiental, como sucede en la mayoría de los paisajes globalizados.

En este planteamiento, los CCUS constituyen la huella espacial del manejo diferenciado de tierras derivado de la forma en que responden quienes toman decisiones ante la globalización y el CC; por lo tanto, el manejo de tierras resulta de la interacción entre aquéllos y sus ecosistemas. Se trata de un proceso de negociación que se manifiesta en el tipo de relaciones que se establecen entre los grupos sociales y entre éstos y su medio. En esta dinámica se configuran paisajes que se distinguen entre sí justo por la especificidad de sus relaciones.

Una primera aproximación para la identificación de paisajes que se configuran en una temporalidad específica se puede realizar mediante la modelación espacial de los CCUS, un ejercicio que permite identificar cuáles son las principales variables a las que éste responde. Las variables o conductores del cambio constituyen aproximaciones a las relaciones que se establecen en el paisaje, las cuales pueden ser producto de interacciones sociales, como la migración y otros procesos demográficos;

de las económicas, como el incremento de la demanda de ciertos cultivos, la cercanía a carreteras o centros urbanos; de las institucionales, como los programas de gobierno que promueven ciertos usos del suelo sobre otros; o bien, variables representativas de las relaciones entre quienes toman decisiones y su medio natural, como las características físicas que favorecen la expansión de la frontera agrícola, elevación, cercanía a ríos o cuerpos de agua, precipitación y temperatura.

Sin embargo, a través de la modelación solo puede lograrse un acercamiento hipotético sobre los procesos que subyacen a estos cambios. Su explicación puede ser alcanzada mediante un ejercicio de profundización a nivel local, con el seguimiento de las relaciones establecidas por quienes toman decisiones en ese ámbito. Esta última reflexión constituyó una premisa básica que organizó el modelo metodológico en dos fases (ver figura 2) donde se ofrece una síntesis de la propuesta metodológica, que será desagregada más adelante (ver figuras 3 y 4).

Cada fase tuvo su ámbito de acción, concepto articulador, objetivo propio, el empleo de técnicas específicas para la generación y recolección de información y un resultado esperado también delimitado. La primera correspondió al análisis espacial y

Figura 2

### Fases del modelo metodológico

#### Fase I. Análisis estatal

- Eje articulador: cambios en la cubierta y uso de suelo (CCUS).
- Objetivo: identificar patrones y relaciones espaciales vinculadas a la VP (mapas relacionando CCUS con variables económicas, sociales y ambientales, especialmente referidas).
- Técnicas: Regresiones Ponderadas Geográficamente, análisis de *cluster*, *hot spots*.
- Resultado: construir hipótesis sobre las dinámicas que promueven los CCUS en ventanas locales.

¿Cuáles son los factores biofísicos y sociales que inciden en el CCUS?

Seminarios de Análisis con Expertos Locales

#### Fase II. Análisis local

- Eje articulador: los procesos que inciden en la toma de decisiones sobre manejo de tierras.
- Objetivo: explicar los procesos que definen los CCUS.
- Técnicas de clasificación: Estimación Secuencial Máxima *a Posteriori* y Rastreador de Cambio de Vegetación.
- Técnicas análisis documental y cualitativas: entrevistas a profundidad, colectivas, mapeo participativo.
- Resultado: validar hipótesis sobre determinantes CCUS, modelar escenarios prospectivos.

¿Cuáles son los procesos que subyacen tras la toma de decisiones sobre el manejo de tierras?

Fuente: elaboración propia.

se realizó a escala estatal; tuvo por objetivo identificar patrones y relaciones espaciales asociados a la VP en las entidades seleccionadas para el estudio (ver figura 3); por lo tanto, el eje del análisis fueron los CCUS. La segunda fase se concretó en el nivel local (ver figura 4), mediante técnicas de análisis documental y cualitativo. El eje conceptual aquí fue la toma de decisiones sobre el manejo de tierras.

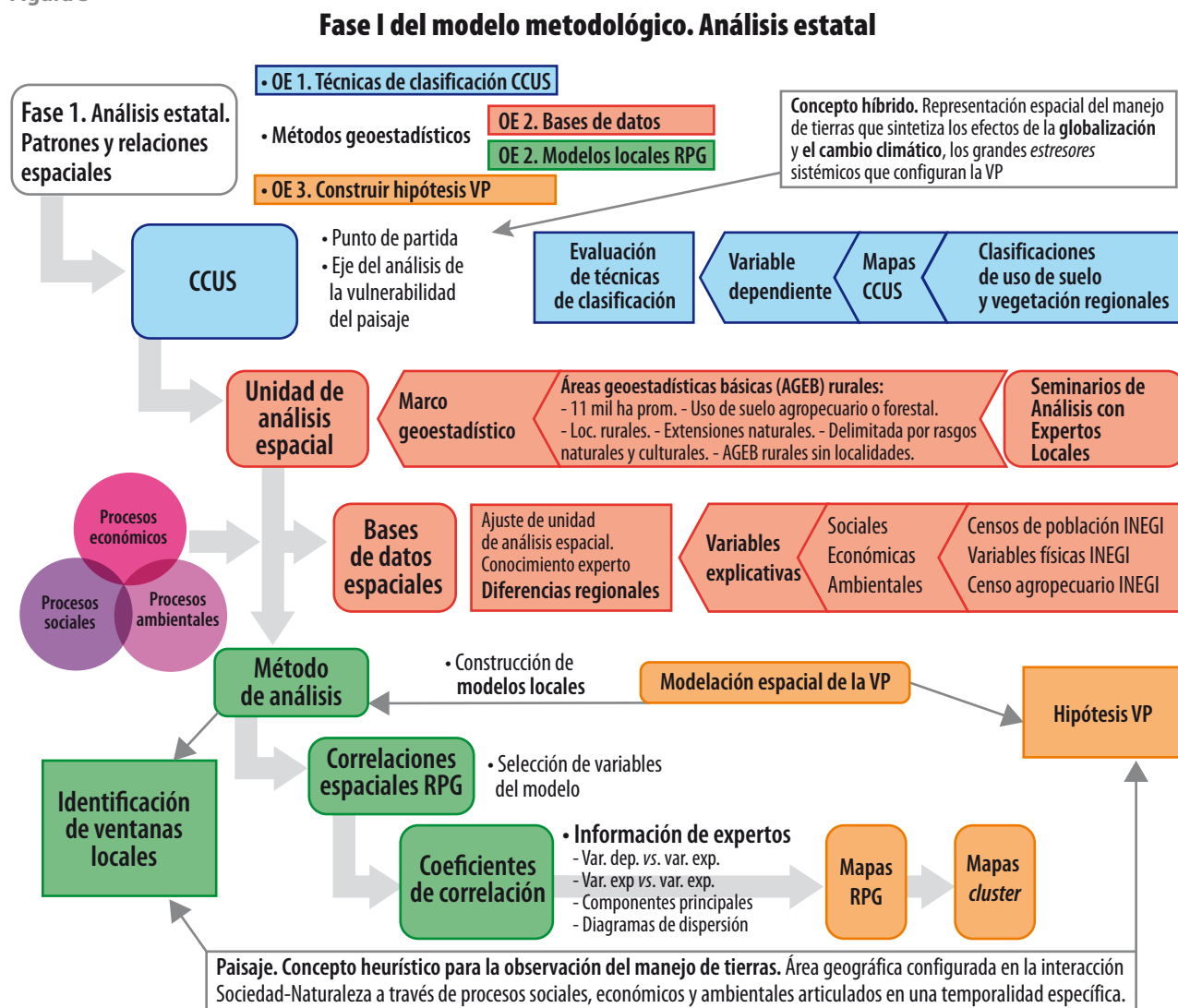
Ambas fases se articularon mediante los resultados de un ejercicio trascendental para el desarrollo de esta propuesta metodológica: una consulta con actores en cada entidad estudiada a la que se denominó Seminarios de Análisis con Expertos Locales (SAEL). A continuación, se ofrece una síntesis de la ruta metodológica y de algunos resultados.

## Metodología para la integración de un análisis multiescalar e interdisciplinario de los conductores de la VP

### Fase I. Análisis estatal

En ésta (ver figura 3) se describen, delineados en azul, los pasos seguidos para lograr el objetivo específico (OE) 1 (evaluar técnicas de clasificación para identificar niveles de degradación) tendiente a la determinación de la variable dependiente: los CCUS. En rojo se distinguen los pasos para construir las bases de datos espaciales de los conductores del cambio, como primer ejercicio para lograr el OE 2 (evaluar métodos geoestadísticos para aná-

Figura 3



lisis de conductores de VP). En verde se destaca el proceso de construcción de los modelos locales, que constituyó la segunda parte de este objetivo (evaluar los métodos geoestadísticos). Por último, en naranja se identifican los elementos relacionados con la generación de hipótesis sobre VP que constituyó el OE 3 (construir hipótesis sobre VP en ventanas locales con base en resultados de análisis espacial a nivel estatal), que es el resultado esperado de esta primera fase.

### Mapas de CCUS

Para calcular la variable de aproximación a los CCUS en Sonora, Chiapas y Guanajuato, se utilizaron las series III y V de uso de suelo y vegetación del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), escala 1:250 000, con fechas del 2002 y 2011, respectivamente. La variable calculada correspondió a las pérdidas de cubiertas naturales para el periodo 2002-2011. En Michoacán de Ocampo se utilizaron los mapas de CCUS a escala 1:50 000 que elaboraron Mas *et al.* (2015) para el 2004, 2007 y 2014, y la variable calculada fue la tasa de deforestación con base en el estadístico de *Getis-Ord*.

### Evaluación de técnicas de clasificación

Los especialistas en percepción remota que integraron el GII habían detectado inconsistencias y vacíos de información en los insumos para el cálculo de los CCUS. El ejercicio de clasificación de Mas *et al.* (2015) constituye un antecedente del interés en mejorar este tipo de bases de datos. Por esta razón, el OE 1 se enfocó en realizar un ejercicio comparativo entre dos técnicas de clasificación supervisadas en dos regiones: templada y tropical. De manera adicional, el GII se planteó el reto de integrar una visión histórica en estas clasificaciones para tratar de captar la perturbación de la vegetación en un continuo de imágenes satelitales *Landsat*. Bajo estas consideraciones, el ejercicio de evaluación se realizó con base en información contextual (García-Mora y Mas, 2008; Di Palma *et al.*, 2016) y temporal (Huang *et al.*, 2010).

Los bosques tropicales son ecosistemas muy dinámicos, la caída de árboles y la creación de claros son eventos frecuentes. La agricultura en pequeña escala produce mosaicos complejos de fragmentos en diferentes estados sucesionales. Por esta razón, Chiapas presentó condiciones óptimas para evaluar el desempeño de algunos sensores y enfoques de clasificación en paisajes complejos. Con el propósito de evaluar la certidumbre en la identificación de los niveles de perturbación del bosque, se probaron dos enfoques para complementar la información espectral de las imágenes satelitales: el de Estimación Secuencial Máxima *a Posteriori* (SMAP, por sus siglas en inglés), que incorpora información contextual y el Rastreador de Cambio de Vegetación (VCT, por sus siglas en inglés), que retoma información temporal. Ambos fueron aplicados a escenarios con alto dinamismo en el cambio de uso del suelo, aunque difieren sustancialmente en términos de humedad y geomorfología. La región de Mezcalapa, Chiapas, ubicada sobre un sistema de montañas y lomeríos, registra selvas bajas y medianas que pierden su follaje en temporada de seca y tiene una marcada estacionalidad caracterizada por una larga temporada sin lluvias, mientras que Marqués de Comillas se encuentra sobre un sistema formado por planicies y valles, con precipitaciones abundantes todo el año, con presencia de selvas altas y medianas que conservan su follaje todo el año.

La precisión global de SMAP presentó su valor más bajo en las selvas bajas caducifolias de Mezcalapa debido a la confusión espectral que en esta zona promueve la combinación entre el comportamiento caducifolio de la vegetación, el relieve accidentado y el tipo de suelo. Para Marqués de Comillas, la precisión fue superior; sin embargo, en el caso de las plantaciones de palma africana, uno de los principales factores que promueven la deforestación y el CCUS en esta región, solo fue posible identificar áreas extensas y con individuos de porte arbóreo, lo cual sugiere que únicamente son identificables plantaciones mayores a cinco años. En cuanto a la detección de los patrones espaciales de las perturbaciones con VCT, los resultados indicaron que puede ser bastante efectiva en zonas/

periodos donde se cuenta con imágenes de buena calidad, pero éstos podrían ser inciertos cuando la imagen de un periodo presenta nubosidad frecuente o áreas sin datos (por ejemplo, franjas sin información del *Landsat 7*). A pesar de ello, el mapa de perturbaciones puede ser de gran apoyo para confirmar la presencia de tipos de vegetación madura o natural no arbórea en algunos casos de confusión espectral no resueltos con SMAP.

La evaluación de estas técnicas de clasificación expone la importancia de utilizar enfoques complementarios para incrementar la precisión de los resultados, pero también confirman la necesidad de enfoques híbridos con un alto componente de investigación de campo, no solo para validar las clasificaciones sino para entender el proceso de CCUS y, sobre todo, garantizar la utilidad de la información generada.

### ***Unidad de análisis espacial***

Su selección constituyó en sí misma una fase definitoria del resto del proceso de investigación y su ajuste fue resultado del trabajo interdisciplinario del GII. En un primer momento del análisis a nivel estatal se construyeron bases de datos a nivel municipal; sin embargo, fue necesario modificar la unidad luego de los primeros SAEL realizados en cada estudio estatal para discutir los avances, los cuales se llevaron a cabo en Sonora y Chiapas. En ambos (en particular en el segundo), la discusión con los expertos locales indicó que las correlaciones entre los CCUS y las variables representadas en los mapas no correspondían con los procesos de VP identificados por ellos.

El GII concluyó que el origen del problema estaba en la escala de la unidad de análisis espacial. La construcción de la base de datos con información a nivel municipal provocó la pérdida de detalle de la variabilidad espacial de los procesos dentro del área municipal, lo que se tradujo en problemas al calcular los mapas de correlación espacial. Esta reflexión condujo a la decisión de afinar la unidad de análisis.

Los primeros intentos en este sentido llevaron al GII a realizar diversos ejercicios con unidades espaciales ficticias para aumentar la escala de los datos a nivel municipal, sin embargo, los resultados no fueron halagüeños; incluso, se desarrolló un análisis en profundidad sobre el Problema de la Unidad de Área Modificable (MAUP, por sus siglas en inglés), que se refiere a la forma en que se agregan los fenómenos espaciales, tanto en escala como en zonificación. Finalmente, se logró identificar una unidad espacial que proporcionara suficiente información a una escala espacial más fina para poder reconstruir la base de datos: el área geoes-tadística básica (AGEB) a nivel rural (INEGI, 2010b).

### ***SAEL***

Como se ha señalado de manera reiterada, los SAEL constituyeron uno de los momentos metodológicos cruciales en el desarrollo de la investigación en cada zona de estudio. Las convocatorias en cada entidad fueron dirigidas a académicos, especialistas en el tema, a representantes de organizaciones de productores rurales y de la sociedad civil, a funcionarios públicos y técnicos de campo. Los perfiles de asistencia fueron heterogéneos en cada caso y la calidad de la discusión dependió de la cantidad, conocimiento y experiencia en campo de los actores locales participantes.

En Sonora, el SAEL tuvo por objetivos presentar y discutir los resultados preliminares de los mapas de variables explicativas del CCUS entre el 2007 y 2011, que resultaron de los ejercicios de Regresiones Ponderadas Geográficamente (RPG) de esa entidad, en un primer acercamiento con bases municipales. La discusión se orientó en dos procesos que conducen los CCUS: la expansión de la agricultura empresarial y la especialización ganadera manifiesta principalmente en la invasión del zacate *buffel* sobre las cubiertas naturales del estado.

En Chiapas, el objetivo fue la identificación de regiones más afectadas y con procesos de pérdida de cobertura forestal. Algunos participantes co-

mentaron que la deforestación había disminuido en algunas áreas, sobre todo debido a la migración rural, pero la mayor parte de los expertos opinó que este fenómeno se estaba agudizando y manifestando efectos colaterales, como la escasez de agua potable en algunas regiones. Se destacaron la *ganaderización* y las políticas públicas mal articuladas e implementadas como motores de la degradación de los recursos naturales.

Las opiniones de los participantes de los SAEL de Sonora y Chiapas dejaron clara la poca utilidad de los mapas elaborados con las bases de datos municipales. En Sonora se hicieron observaciones sobre el desfase entre las fechas de las variables explicativas y el periodo de pérdidas de CCUS analizado y de la agregación de los datos que promediaban los factores físicos, sociales y económicos en grandes superficies municipales. En Chiapas, la participación crítica de expertos locales señaló de forma directa la inconsistencia de los mapas con la regionalización de los procesos observada desde su experiencia, ratificando la conclusión de Sonora sobre el tamaño inapropiado de las unidades de análisis empleadas para caracterizar los procesos que inducen los CCUS. Con esta experiencia, el GII confirmó que la resolución espacial de los datos municipales no permitiría encontrar relaciones significativas entre las pérdidas de cobertura forestal y las variables explicativas. Esta conclusión derivó en el cambio a los AGEB rurales como unidad de análisis espacial para obtener mayor representación de los procesos regionales.

El SAEL de Guanajuato centró la discusión en los grandes procesos que han incidido en los CCUS, destacando la deforestación directa, la expansión de las ciudades, así como la reducción de las superficies de riego y temporal. Los expertos opinaron que la deforestación redujo aproximadamente 30% los bosques templados de encino durante el periodo de 1970 al 2004 y afectó muy fuerte el matorral *cracicaule* con cambios notables a un matorral secundario y al uso urbano.

El SAEL de Michoacán de Ocampo se llevó a cabo con mapas RPG producto de la base de datos a ni-

vel de AGEB rural. Los participantes comentaron la existencia de aprovechamientos forestales legales en la región sur occidente de dicho estado, donde se ha autorizado deforestación a matarrasa con plantaciones inmediatas de pino. En contraste, hay comunidades que se encuentran bien organizadas que no han permitido el cambio de uso de suelo. También, mencionaron otros factores que favorecen el desmonte relacionados con la aplicación de políticas públicas y la forma en que se expresan en el espacio, por ejemplo, la dotación de maquinaria, como tractores y motosierras. Evidentemente, el CCUS se presenta en varias regiones de la entidad debido a la reconversión productiva o al desmonte de la cobertura forestal natural para ampliación de zonas agrícolas.

En síntesis, la información obtenida en los SAEL generó valiosas aportaciones tanto para el análisis estatal como para los estudios de caso. Asimismo, el acercamiento a la perspectiva de los actores locales sobre los procesos de CCUS fortaleció la visión interdisciplinaria porque forzaron al GII a realizar dinámicas de discusión previas y posteriores a los eventos con el fin de homogenizar conceptos clave, como la vulnerabilidad y el paisaje, un proceso de discusión permanente que llevó a tomar acuerdos que se concretan en este modelo metodológico.

### ***Bases de datos espaciales con variables explicativas***

Las bases de datos elaboradas para el análisis se calcularon con base en los censos de Población y Vivienda 2000 y 2010, así como en el Censo Agrícola, Ganadero y Forestal 2007 del INEGI, mapas de temperatura y precipitación promedio de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), además de variables de elevación y pendiente con base en un modelo digital de elevación calculado a partir de un mapa de curvas de nivel cada 20 metros del INEGI. En total, se obtuvieron 92 variables espaciales relacionadas con los procesos ambientales (14), sociales (36) y económicos (42). Esta base de datos fue el punto de partida para generar los ejercicios de mapeo de RPG,

### Concentrado de variables explicativas por estudio de caso

Entidad	Variables		
	Ambientales	Sociales	Económicas
Sonora	Media de la elevación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• % pob. 65 años y más de edad (2010)</li> <li>• % pob. nacida en otra entidad (2010)</li> <li>• % pob. nacida en otra entidad (2000)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Media de la dist. loc. urbanas (2010)</li> <li>• % sup. rentada (2007)</li> <li>• Sup. agrícola (2007)</li> <li>• Reses (2007)</li> <li>• % reses finas (2007)</li> <li>• Personas contratadas menos de seis meses (2007)</li> </ul>
Guanajuato		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Índice de masculinidad (2010)</li> <li>• Relación de dependencia (2010)</li> <li>• % pob. analfabeta (2010)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Superficie agrícola (2007)</li> <li>• % reses libre pastoreo (2007)</li> <li>• % reses en corral, establo y pastoreo (2007)</li> <li>• % pob. ocupada (2010)</li> </ul>
Michoacán de Ocampo		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Índice de masculinidad (2010)</li> <li>• % pob. 5 años y más de edad residentes en otra entidad en junio del 2005</li> <li>• Relación de dependencia (2010)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Media de la dist. loc. urbanas (2010)</li> <li>• Sup. ejidal total parcelada uso agríc. (2007)</li> <li>• % pob. ocupada (2010)</li> </ul>
Chiapas	% área natural protegida	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pob. total (2000)</li> <li>• % pob. 65 años y más de edad (2010)</li> <li>• Relación de dependencia (2010)</li> <li>• % pob. hablante de lengua indígena (2000)</li> <li>• Hogares con jefatura femenina (2000)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sup. sembrada producción consumo nacional (2007)</li> <li>• Sup. agrícola (2007)</li> </ul>

Fuente: elaboración propia.

donde se llevó a cabo un proceso de selección de variables significativas cuyos criterios se explican más adelante.

#### Modelación espacial de la VP

Para realizar el análisis RPG, se utilizó el *software R*, en particular el paquete *GWmodel* para RPG. Si bien esta fase del procesamiento de los datos se realizó con base en el análisis estadístico, para tomar la decisión de conservar o descartar la integración de una variable explicativa en el modelo siempre se tomó como referencia la información generada en los SAEL.

El primer filtro consistió en identificar las variables con mayor correlación global con la de pérdidas de cubiertas o la tasa de deforestación; con base en el cálculo del coeficiente de correlación de Spearman se eligieron las variables que presentaron un índice superior a 0.2. Después, se descarta-

ron aquellas que presentaron mayor correlación global entre sí, seleccionando preferentemente las de mayor correlación global con la variable dependiente pero, también, dando prioridad a las relacionadas con los procesos de VP identificados por los expertos. Por último, se realizó un análisis visual del diagrama de dispersión de cada variable explicativa para eliminar aquellas que presentaban una tendencia indefinida respecto a la variable dependiente, eliminando las variables con un gran número de ceros. Al final del proceso se conservaron las descritas en el cuadro.

Con estas variables se calcularon las correlaciones locales en el paquete *GWmodel* para obtener mapas de correlación que representasen el comportamiento espacial diferenciado de la relación de cada variable con las pérdidas de cubiertas naturales en el periodo 2002-2011. Con base en el cálculo de las correlaciones locales se construyeron mapas de *cluster* utilizando el mismo paquete estadístico para delimitar en cada estado regiones

que presentasen un comportamiento estadísticamente homogéneo en cuanto a los coeficientes de correlación de Spearman.

### Generación de hipótesis sobre VP e identificación de la ventana local

Los mapas de correlación espacial generados para cada variable del modelo y el mapa de *cluster* modificado sirvieron para generar hipótesis sobre la VP. Con el fin de fortalecer el planteamiento de las hipótesis, en este ejercicio se integró también el conocimiento experto derivado de los SAEL y el análisis de las bases de datos del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) con información de superficies sembradas, cosechadas y siniestradas, así como el volumen y valor de la producción agrícola para el periodo 1980-2002 a nivel estatal y para el 2003-2014 a nivel municipal.

Con el propósito de profundizar en los procesos de toma de decisiones acerca del manejo de

tierras, las hipótesis sobre VP se probaron en una ventana local representativa de los patrones y relaciones espaciales identificadas en el *cluster* que, en cada estado, concentró las zonas con mayor tasa de deforestación o pérdida de cubiertas naturales, la cual representa una aproximación a un paisaje, es decir, esa área geográfica configurada en la interacción sociedad-Naturaleza definida con anterioridad.

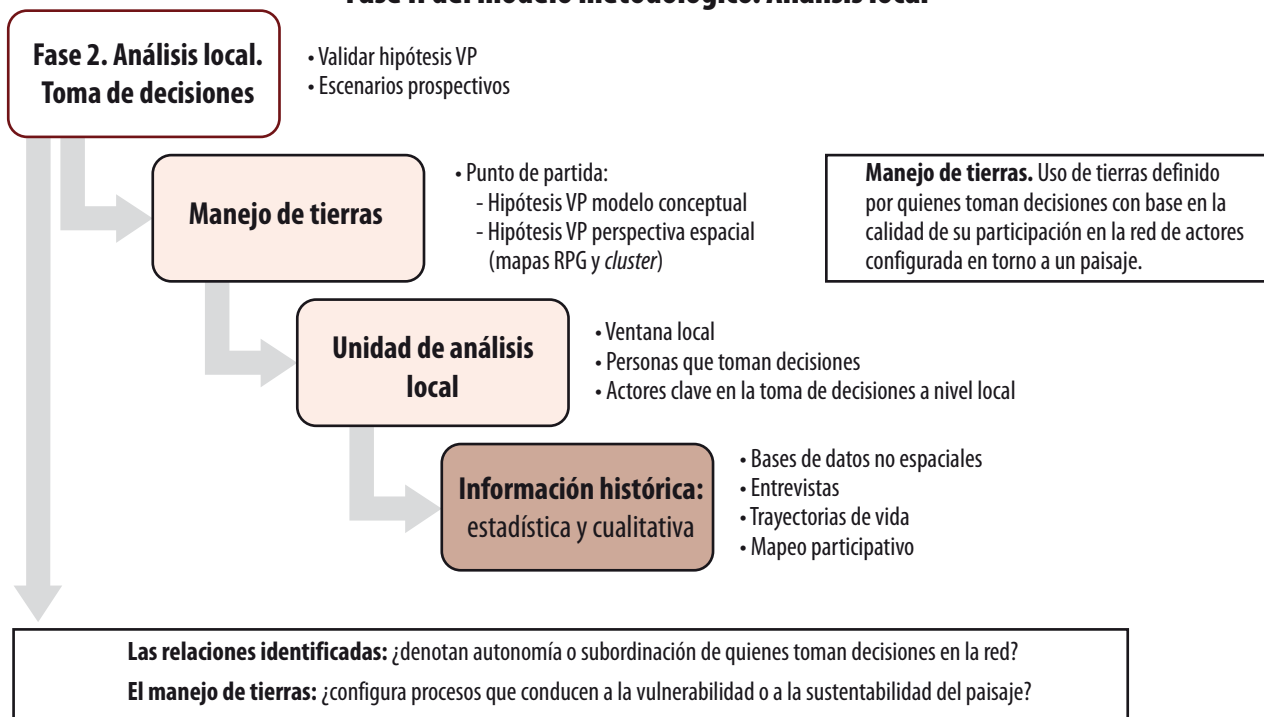
### Fase II. Análisis local

Ésta tuvo como eje conceptual el manejo de tierras en el nivel local (que aquí se entiende como el uso de tierras definido por quienes toman decisiones locales con base en su capacidad de gobernanza).

El primer objetivo específico fue validar las hipótesis sobre VP, construidas con base en el análisis estatal para ser probadas en la ventana local seleccionada. Con ello, se buscó identificar los procesos de índole social, económica y ambiental que contextualizan, y eventualmente explican, la toma de decisiones respecto al manejo de tierras.

Figura 4

### Fase II del modelo metodológico. Análisis local





El segundo objetivo fue generar mapas prospectivos con la probabilidad de que ocurra la pérdida de cubiertas naturales o la deforestación en la ventana local, calculada con base en el modelo obtenido en la Fase I (ver figura 3). El punto de partida fueron las hipótesis derivadas de los mapas de correlación, pero también la hipótesis teórica que planteó que, en el marco de la geografía de las diferencias y de la injusticia espacial, la transición de un escenario de VP a uno de SP depende de la gobernanza, es decir, de la capacidad de los actores locales para tomar decisiones que incidan en el desarrollo sistémico del paisaje que habitan, sobre bases de una mayor equidad social y ambiental. La ventana local, como unidad de análisis en esta fase, fue delimitada por tipo de propiedad, demarcación política o administrativa (ver figura 4).

Aquí, el estudio se estructuró en torno a una pregunta inicial: ¿cuáles son los procesos que subyacen tras la toma de decisiones sobre el manejo de tierras?, más dos preguntas complementarias que fueron planteadas en el camino como resultado de una mayor profundización del GII en el tema de la VP: una se relaciona con la gobernanza (¿estas decisiones sobre el manejo de tierras denotan autonomía o subordinación entre quienes toman decisiones?) y la otra, con el impacto de esta concatenación de procesos sobre el paisaje (¿el manejo de tierras configura procesos que conducen a la VP o a la SP?), donde se reafirma la perspectiva de la vulnerabilidad como el resultado de un entramado de factores heterogéneos, y a veces contradictorios, que la hacen un fenómeno multidimensional, complejo, estructural e histórico.

Para responder estas preguntas, se emplearon técnicas de análisis documental y cualitativo. Si bien el análisis espacial se limitó al periodo 2002-2011, en esta fase fue indispensable ampliar el periodo de referencia, pues al ser la VP resultado de un proceso histórico, no puede ser explicada localmente considerando solo el periodo de cambio. Por esta razón, en el estudio de caso de la ventana local se exploraron los procesos históricos que en este nivel han conducido las decisiones de los actores, generando información a través de en-

trevistas en profundidad y colectivas, trayectorias de vida, mapeos participativos, recorridos de campo y recurriendo de manera complementaria a la información documental disponible: historia de la región, manejo del agua, impacto de políticas de infraestructura hidráulica y asistencia sobre el ecosistema, información climática, estadísticas demográficas y productivas.

### **Principales resultados**

Las hipótesis derivadas de la Fase I se expresaron de distinta forma en cada entidad según las variables analizadas pero, en síntesis, coincidieron en que los efectos de los grandes *estresores* sistémicos se manifiestan localmente, además de la evidente disminución de cubiertas naturales, en la creciente dependencia alimentaria y la pérdida de biodiversidad.

En el ejercicio de profundización para Sonora, el estudio local atendió el caso de familias ganaderas de la comunidad de Pueblo de Álamos, municipio de Ures (ver figura 1a), donde la especialización en la cría de becerros para la exportación, fomentada a través de política pública desde la década de los 60, se tradujo en pérdida de diversidad biológica por la expansión de los pastizales inducidos y de la diversidad productiva como resultado de un cambio en el patrón de cultivo que privilegia la producción forrajera sobre los cultivos básicos. De acuerdo con datos del INEGI, entre el 2002 y 2011 se han perdido 400 hectáreas de bosque de encino y se han ganado 800 de pastizales. Este proceso de construcción de VP en la comunidad ha sido acompañado por desecación de cuerpos de agua y pérdida de la calidad de suelos —35.8% de su área presenta algún grado de erosión (SEMARNAT, 2004)—, aumento de temperatura (1 grado centígrado en promedio) y disminución de las precipitaciones (10%), según registros de los últimos 45 años (estimaciones con base en datos de la Comisión Nacional del Agua en Sonora); todo agravado por un fuerte proceso de expulsión de población —únicamente entre 1990 y el 2010, la población de la comunidad se

redujo 30%— y de dependencia alimentaria porque en la actualidad solo se cultivan forrajes.

En Chiapas, el estudio local en Marqués de Comillas (ver figura 1b) documenta cómo la fuerte demanda de ganado vacuno y de palma africana para la producción de aceite ha promovido el CCUS y la transformación del paisaje, de uno caracterizado por la producción de cultivos básicos, como el maíz y el frijol, a otro dominado por las tendencias del mercado internacional. Según datos del SIAP, la superficie sembrada (SS) de palma entre el 2003 y 2014 se ha multiplicado 2.6 veces en la entidad, mientras que la de maíz disminuyó de 36.1 a 32.3% respecto al total. En Marqués de Comillas, la SS de palma se multiplicó casi seis veces solo entre el 2007 y 2014, a diferencia del maíz que se redujo de 77.3 a 52.3% de la SS total del municipio entre el 2003 y 2014. En el caso de la ganadería extensiva, la demanda se centra en los becerros al destete y novillos que son llevados al norte del país; los intermediarios regulan la producción quedándose con los mejores márgenes de ganancia. Los procesos de CCUS no se compensan con oportunidades de empleo porque se acompañan de un fenómeno migratorio hacia regiones turísticas y de alta demanda laboral, como las agroexportadoras de Sonora y Michoacán de Ocampo; en el 2010, 3.3% de los habitantes de Sonora nacidos en otra entidad fueron originarios de Chiapas. En términos ambientales, coinciden en la reducción de sus recursos hídricos y la degradación de suelos —99.1% de la superficie del municipio presenta algún tipo de degradación (SEMARNAT, 2004)—, mayor incidencia de plagas y enfermedades, además de la evidente pérdida de sus bosques remanentes (20.1% del 2002 al 2011), lo que incluso provoca conflictos entre ejidatarios por la tala ilegal.

En Michoacán de Ocampo, la ventana local se ubicó en el municipio de Taretan (ver figura 1c), donde la dinámica de los CCUS es directamente estimulada (al menos en los últimos 15 años) por el fomento de actividades agrícolas de exportación. Entre 1980 y el 2014, el maíz redujo su participación en el total de la SS del estado de 50.5 a 42.6% y la dedicada al cultivo de frijol, de 4.4 a 0.5%,

mientras que la suma de la SS de aguacate, guayaba y zarzamora aumentó de 3.3% en 1980 a 12.8% en el 2014 (SIAP). Igual que en los casos anteriores, los cultivos para el autoconsumo o el mercado local son sustituidos por los de alta demanda en el mercado internacional. En Taretan, ello se manifestó en el desplazamiento del cultivo de caña a tierras menos aptas, disminuyendo su participación en la SS de 35.6 a 27.5% entre el 2003 y 2014. En ese periodo, la SS de aguacate, guayaba y zarzamora se incrementó de 4 a 22%; la región se caracteriza por atraer población migrante, en particular chiapaneca, para los cultivos en expansión. A través de diversos programas de apoyo, las políticas públicas limitan la gobernanza local en las comunidades mediante mecanismos de presión por acceso a los recursos públicos que promueven el CCUS hacia los cultivos de exportación.

En Guanajuato, el estudio local se realizó en el área natural protegida (ANP) de los cerros El Culiacán y La Gavia (ver figura 1d). Por su cercanía a la ciudad de Celaya (con alto dinamismo urbano e industrial), recibe una fuerte presión por la sobreexplotación y contaminación de sus acuíferos. En los límites del ANP, la zona urbana crece sobre superficies agrícolas; la SS en la región se redujo 8.5% entre el 2003 y 2014, definiendo un proceso opuesto a lo que sucede en las otras regiones de estudio. Al mismo tiempo, el cambio de patrón de cultivos hacia productos de exportación incrementa la presión hídrica y sobre los suelos; 100% de las tierras que colindan con ambos cerros presenta algún tipo de degradación por reducción de la fertilidad. Estos procesos configuran un escenario de VP, en particular en el ámbito alimentario.

### **Escenario prospectivo**

Su modelo contribuyó a generar escenarios futuros basados en la organización de los procesos locales observados en el periodo. El ejercicio se realizó con un modelo lineal generalizado (GLM, por sus siglas en inglés) ajustado para el *cluster* donde se ubicó la ventana local.

El ajuste se realizó con base en la revisión de diferentes combinaciones de variables, considerando como criterio de decisión estadístico la devianza ( $D^2$ ), que constituye una medida aproximada sobre cuánto de la variabilidad de la variable dependiente es explicada por el modelo y el criterio de información de Akaike (AIC, por sus siglas en inglés) que evalúa el ajuste del modelo a los datos.

La selección de las variables tuvo como base los resultados del análisis local, pero también se consideraron los resultados de los SAEL y, en algunos casos, se integraron variables eliminadas en el análisis estatal, que en la fase de profundización destacaron como factores explicativos relevantes en la toma de decisiones sobre el manejo de tierras.

Los resultados del análisis prospectivo se interpretaron dividiendo los valores de probabilidad obtenidos en cinco clases de igual frecuencia, considerando que las AGEB agrupadas en los dos cuantiles de mayor probabilidad de ocurrencia de la deforestación plantean un escenario pesimista o bien vulnerable para el futuro de los paisajes que ahí se configuran. Los resultados mostraron en Sonora que 48.7% del área del *cluster* tendría una probabilidad mayor de ser deforestada con base en las condiciones de VP caracterizadas en el periodo de estudio; en Chiapas, 36.9%; 33.4%, en Michoacán de Ocampo; y 31.9%, en Guanajuato.

## Reflexiones finales sobre el modelo metodológico

El desarrollo de la presente propuesta implicó varios retos conceptuales, técnicos, metodológicos y, sobre todo, de diálogo disciplinario para las(los) involucradas(os): GII, colaboradores externos, asistentes a los SAEL y estudiantes del proyecto.

El trabajo entre pares disciplinarios puede ser complicado por la diversidad de enfoques para abordar un problema de investigación dentro de una misma disciplina pero, al menos, se tiene la ventaja de compartir un lenguaje conceptual. Para el GII, establecer un diálogo interno representó el

primer desafío; los lenguajes eran distintos, fueron necesarias múltiples sesiones para construir uno que permitiera avanzar en los objetivos pero, incluso, al final persistieron algunas diferencias sobre el abordaje conceptual, lo cual es razonable porque la interdisciplina es un proyecto de largo alcance.

Así como el GII (integrado por dos biólogos, un ingeniero forestal, una geógrafa, una economista, y una socióloga rural), los conceptos básicos que se aplicaron en el proyecto fueron de naturaleza híbrida: el CCUS, que integra la representación espacial de procesos físicos y sociales; la vulnerabilidad, que en sus múltiples aristas involucra siempre los efectos de fenómenos naturales y sociales en su construcción; y el paisaje, que idealmente requiere de un abordaje monista, como señalan Urquijo y Barrera (2009).

La primera tarea consistió en construir un modelo conceptual acorde con una visión multidisciplinaria y multiescalar. De entrada, se enfrentaron dos vacíos conceptuales que, desde la perspectiva de las ciencias sociales, debían ser cubiertos: el enfoque espacial no consideraba una perspectiva histórica-estructural ni la influencia de las relaciones de poder —implícitas en la discusión de la gobernanza— en la construcción de la vulnerabilidad. Por esta razón, el GII decidió alejarse de las visiones tradicionales como la propuesta por el Panel Intergubernamental del Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés), centrada en la capacidad de respuesta del componente humano ante amenazas físicas y no en la concatenación de procesos, de índole antropogénica, que lleva a un grupo humano a ser susceptible de la afectación de los fenómenos naturales y a carecer de estrategias o capacidad para enfrentarse a éstos. Así, el concepto de referencia para el modelo metodológico fue uno que principalmente destacaba la vulnerabilidad como resultado de procesos, una construcción histórica y estructural, pero que también involucra la capacidad de respuesta local. Sin embargo, la complejidad conceptual en la que se sostiene el modelo contrastó con la dificultad para traducirlo en una propuesta que incorporase la dimensión geoestadística, en virtud de la carencia de insumos, como

se expone más adelante, por lo que el resultado de este proyecto constituye un primer acercamiento metodológico que da cuenta de estas dificultades.

Una segunda tarea se sintetiza en la figura 3, que consistió básicamente en representar de forma espacial tanto los *estresores* ambientales derivados del CC como los socioeconómicos originados de los procesos de globalización con variables que pudieran usarse en la construcción de modelos de VP.

En la *Fase I. Análisis estatal*, la variable de respuesta o dependiente fue representada en los modelos por la tasa de deforestación o las pérdidas de cubiertas porque, conceptualmente, se consideró que el CCUS registra las respuestas espaciales de quienes toman decisiones ante los grandes *estresores* sistémicos. Sin embargo, en esta fase, los modelos construidos para estimar la VP presentan un gran vacío de información acerca de la capacidad de gobernanza de quienes toman decisiones. No fue posible integrar indicadores de participación ciudadana, cohesión social (incluyendo movilidad de la población), capacidad de gestión local o acceso a la oferta gubernamental, la principal razón es la carencia de bases de datos sobre estos temas a escala detallada. El Censo Agrícola, Ganadero y Forestal 2007 trata de captar ciertos atributos relacionados con la gobernanza, como la participación de los productores en diversos tipos de organizaciones, sin embargo, la información generada no tiene continuidad de un censo a otro y no todos los reactivos aplicados en los cuestionarios están disponibles para consulta. En particular, la generación de indicadores de gobernanza a escalas detalladas, como las AGEB, representa un gran reto para el INEGI y sería una gran aportación a la construcción de sociedades más ciudadanizadas y entornos sionaturales más sustentables.

Los resultados de la Fase I, que consistieron sobre todo en los mapas de correlación RPG entre las variables que resultaron significativas y las pérdidas de cubiertas o la deforestación, fueron útiles para generar hipótesis sobre las relaciones entre los patrones de cambio en el nivel de cada enti-

dad y las variables, que luego se probaron en cada ventana local para entender su dinámica a profundidad. En la *Fase II. Análisis local* fue posible llenar algunos vacíos de información sobre gobernanza a través de entrevistas, recorridos de campo con informantes claves y, eventualmente, con mapeos participativos. Así fue posible obtener detalles acerca de las manifestaciones locales de las relaciones espaciales identificadas en la escala estatal.

Por último, el desarrollo de los estudios estatales mostró, en distintos grados, la fortaleza de establecer hipótesis espaciales y profundizar en las explicaciones en el nivel local, a partir de técnicas de orden cualitativo. En la estrategia metodológica, merece particular atención la importancia de los SAEL que constituyeron un *parteaguas* y punto de referencia para el trabajo del GII. Una tarea pendiente es regresar a las comunidades participantes algunos productos —como mapas de cambio detallados y mapeos de usos de suelo—, útiles para propiciar una toma de decisiones informada, así como realizar talleres de reflexión sobre una de las principales conclusiones de los estudios de caso, común en las cuatro entidades: la creciente dependencia alimentaria y deterioro de tierras configurada en la actual estrategia de manejo dominada por las tendencias del mercado internacional y la política pública. En particular, este cierre pendiente de las actividades del GII con la población de las ventanas locales constituye el eje esencial de cualquier proyecto que se proponga incidir en la relación entre el grupo social y su medio; ningún esfuerzo en este sentido está completo hasta regresar la información generada a los actores locales para orientar sus decisiones y fortalecer su capacidad de gobernanza.

## Fuentes

Alwang, Jeffrey, Paul B. Siegel y Steen L. Jørgensen. *Vulnerability: A View From Different Disciplines*, Social Protection Discussion Paper Series, Social Protection Unit, Human Development Network, The World Bank, 2001, 60 pp. (DE) <http://documents.worldbank.org/curated/en/636921468765021121/pdf/multi0page.pdf>, consultado el 24 de abril de 2017.

- Beck, Ulrich. La sociedad del riesgo. *Hacia una nueva modernidad*. Editorial Paidós, Barcelona, Buenos Aires, México, 2002.
- Di Palma, F., F. Amato, G. Nolè, F. Martellozzo y B. Murgante. "A SMAP Supervised Classification of Landsat Images for Urban Sprawl Evaluation", en: *International Journal of Geo-information*. (5) 109, 2016, pp. 1-19.
- García-Mora, T. J. y J. Mas. "Comparación de metodologías para el mapeo de la cobertura y uso del suelo en el sureste de México", en: *Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía*. México, UNAM, 2008, pp. 7-19.
- Gereffi, Gary, J. Humphrey y T. Sturgeon. "The governance of global value chains", en: *Review of International Political Economy*. 12 (1), 2005, pp. 78-104.
- Harvey, David. *Diecisiete contradicciones y el fin del capitalismo*. Instituto de Altos Estudios de Ecuador, Quito, 2014, pp. 149-164.
- Huang, C., S. N. Goward, J. G. Masek, N. Thomas, Z. Zhu, y J. E. Vogelmann. "An Automated Approach for Reconstructing Recent Forest disturbance History Using Dense Landsat Time Series Attacks", en: *Remote Sensing of Environment*. (114), 2010, pp. 183-198.
- INEGI. *XII Censo de Población y Vivienda 2000*. 2001 (DE) <http://www.inegi.org.mx>, consultado el 20 de febrero de 2015.
- \_\_\_\_\_. *Censo Agrícola, Ganadero y Forestal 2007*. 2010 (DE) <http://www.inegi.org.mx>, consultado el 28 de octubre de 2016.
- \_\_\_\_\_. *Compendio de criterios y especificaciones técnicas para la generación de datos e información de carácter fundamental. Marco Geoestadístico Nacional*. 2010b (DE) [http://www.inegi.org.mx/inegi/spc/doc/INTERNET/16-%20marco\\_geoestadistico\\_nacional.pdf](http://www.inegi.org.mx/inegi/spc/doc/INTERNET/16-%20marco_geoestadistico_nacional.pdf), consultado el 19 de febrero de 2017.
- \_\_\_\_\_. *Censo de Población y Vivienda 2010. Resultados definitivos*. 2011 (DE) <http://www.inegi.org.mx>, consultado el 20 de febrero de 2015.
- IPCC. "Resumen para responsables de políticas", en, *Cambio climático 2007: impactos y vulnerabilidad*. Contribución del Grupo de Trabajo II al Cuarto Informe de Evaluación del IPCC. M. L. Parry, O. F. Canziani, J. P. Palutikof, P. J. van der Linden y C. E. Hanson (eds.). Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido, 2007, 12 pp.
- \_\_\_\_\_. *Cambio climático 2013. Base de ciencia física*. WGI, Technical Support Unit, WMO, UNEP, University of Bern, Suiza, 2013, 2 pp. (DE) [http://www.ipcc.ch/news\\_and\\_events/docs/ar5/ar5\\_wg1\\_headlines\\_es.pdf](http://www.ipcc.ch/news_and_events/docs/ar5/ar5_wg1_headlines_es.pdf), consultado el 1 de abril de 2017.
- Mas, J. F., R. González, R. Lemoine-Rodríguez, J. López-Sánchez, A. Piña-Garduño y E. Herrera-Flores. "Actualizaciones sucesivas de mapas de cubierta del suelo combinando segmentación de imágenes e interpretación visual", en: *Memoria en extenso SELPER-XXI*. México, UACJ, Ciudad Juárez, Chihuahua, 2015.
- Naredo, J. M. "Ideología político-económica dominante y claves para un nuevo paradigma", en: *Revista de Economía Crítica*. (16), 2013, pp. 108-143.
- SEMARNAT. *Degradación del suelo en la República Mexicana. Escala 1:250 000*. 2004 (DE) [http://www.conabio.gob.mx/informacion/metadata/gis/degra250kgw.xml?\\_xsl=/db/metadata/xsl/fgdc\\_html.xsl&indent=no](http://www.conabio.gob.mx/informacion/metadata/gis/degra250kgw.xml?_xsl=/db/metadata/xsl/fgdc_html.xsl&indent=no), consultado el 12 de febrero de 2017.
- Soja, E. W. *Seeking Spatial Justice*. University of Minnesota Press, 2010, 256 pp.
- Toledo, Víctor, Moguel Patricia. "Ecología, geografía y reproducción rural: el problema de conceptualización de la Naturaleza", en: *Relaciones*. 50, Vol. XII, 1992, pp. 7-22.
- Urquijo, P. S. y N. Barrera. "Historia y paisaje. Explorando un concepto geográfico monista", en: *Andamios*. (5) 10, 2009, pp. 227-252.
- Wilson, G. "Multifunctional 'quality' and rural community resilience", en: *Transactions of the Institute of British Geographers, Journal compilations of Royal Geographical Society*. NS 35 364-381, 2010, pp. 364-281.

## Colaboran en este número

---

### Humberto González Galbán

Nacido en Cuba, pero de nacionalidad mexicana, es licenciado en Geografía por la Universidad de La Habana, así como maestro en Demografía y doctor en Ciencias Sociales por El Colegio de la Frontera Norte (El COLEF). Trabajó en el Departamento de Cartografía en la Oficina Nacional del Censo de Cuba, donde realizó varios trabajos, como un estudio de la urbanización en ese país durante el siglo XX. En la actualidad, en El COLEF ocupa la plaza de investigador titular C. Es miembro del Sistema Nacional de Investigadores (SNI). Junto a otros colegas del Departamento de Estudios de Población de El COLEF, logró el Premio Nacional de Demografía 2014. Ha publicado decenas de artículos en diversos países de América Latina y Europa.

**Contacto:** hggalban@colef.mx

---

### Rafael Vela González†

De nacionalidad mexicana, es egresado de la Maestría en Administración Integral del Ambiente en El COLEF. Trabaja en esa institución desde 1997. De 1998 a 2008 fue coordinador del Sistema de Información Geográfica y Estadística de la Frontera. Ha impartido cursos de sistemas de información geográfica (SIG) en diversas maestrías de El COLEF y la Universidad Iberoamericana, campus Tijuana. Hoy en día, se encuentra adscrito a la Unidad de Servicios en Estadística y Geomática. Sus líneas de trabajo son la migración, la segregación espacial y el análisis espacial urbano.

---

### Ana María Navarro Ornelas

De nacionalidad mexicana, es licenciada en Informática por el Instituto Tecnológico de Tijuana y maestra en Demografía por El COLEF. En la actualidad, se desempeña como técnica académica en el Departamento de Estudios de Población de El COLEF y profesora de asignatura en la Facultad de Economía y Relaciones Internacionales de la Universidad Autónoma de Baja California. Ha publicado sus trabajos en las revistas *Estudios Demográficos y Urbanos* y *Estudios Fronterizos*.

**Contacto:** anavarro@colef.mx

---

### Rodrigo Sandoval-Almazán

Nació en México. Es doctor en Administración de Empresas por el Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM)-Ciudad de México, maestro en Administración por el ITESM-Toluca y licenciado en Ciencias Políticas y Administración Pública por la Universidad Autónoma del Estado de México (UAEM). Es miembro del SNI con nivel 2. En la actualidad, es profesor de la Facultad de Ciencias Políticas y Sociales en la UAEM y líder de la Red Temática de Investigación: Tecnologías de Información para la Transparencia, Rendición de Cuentas y Participación Ciudadana en el Gobierno. Es evaluador de portales tanto de gobierno electrónico como de transparencia desde el 2005. Publicó *La larga marcha del gobierno abierto. Teoría, medición y futuro* (Premio INAP 2013) y en coautoría, *Avances y retos del gobierno digital en México* (2015) y *Building Digital Government Strategies: principles and practices* (2017); ha sido autor y coautor de más de 30 artículos de investigación en revistas de investigación y participante en congresos nacionales e internacionales.

**Contacto:** rsandovala@uaemex.mx

---

**Víctor Magaña**

De nacionalidad mexicana, es doctor en Ciencias de la Atmósfera por la Universidad de California. En la actualidad, es investigador titular del Instituto de Geografía de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Sus áreas de especialidad son la dinámica del clima de las Américas tropicales y análisis de riesgo climático.

**Contacto:** victormr@unam.mx

---

**Baldemar Méndez**

Nació en México. Es doctor en Ingeniería Hidráulica por la UNAM; realizó una estancia postdoctoral en el Instituto Nacional de Pesquisas Espaciales de Brasil. Hoy en día, es maestro en la Universidad de Sonora, en Hermosillo. Se especializa en procesamiento y uso de datos de precipitación estimados por radar y satélites meteorológicos con modelos hidrológicos operativos.

**Contacto:** baldemar.ma@gmail.com

---

**Carolina Neri**

De nacionalidad mexicana, es geógrafa y doctora en Ciencias de la Tierra por la UNAM. Su trabajo de investigación está centrado en el análisis de la sequía como un problema de riesgo, con la cual desarrolló una metodología para caracterizar y cuantificar la vulnerabilidad ante este fenómeno.

**Contacto:** caro.neri@gmail.com

---

**Gustavo Vázquez**

Nació en México. Es ingeniero en Instrumentación Electrónica por la Universidad Veracruzana y ha trabajado en problemas de cómputo científico en la UNAM desde el 2000. En la actualidad, desarrolla esquemas de asimilación y despliegue de datos meteorológicos.

**Contacto:** gvc@unam.mx

---

**Soledad Nava Reyes**

De nacionalidad mexicana, es médico veterinario zootecnista por la Universidad Autónoma Metropolitana (UAM) Xochimilco. En el ámbito laboral, se desempeña como directora AC del Grupo Multidisciplinario de Investigación Ambiental para el Desarrollo Sustentable Mar de Fondo, AC y directora editorial de Nava Moctezuma Ediciones. Actualmente, realiza un documental sobre el manejo de ecosistemas costeros en coordinación con la Unión de Cooperativas Costeras de la Red de los Humedales de la Costa de Oaxaca, proyecto financiado por Pacmyc/Seculta.

**Contacto:** solecasiopea@gmail.com

---

**Carlos A. Romero Tapia**

Nació en México. Es biólogo con especialidad en Estadística Aplicada por el Instituto de Investigaciones en Matemáticas Aplicadas y en Sistemas, UNAM. Fue coordinador de la Oficina Estatal de Información para el Desarrollo Rural Sustentable en Ciudad de México, así como *Microsoft Office Master* y *Microsoft Certified Trainer* en Excel; en la actualidad, trabaja como analista *Management* en Grupo Vidanta.

**Contacto:** biol.carlosart@gmail.com

---

**Ramón Soriano Robles**

Es de nacionalidad mexicana. Estudió la Licenciatura en Producción Animal en la UAM Iztapalapa y es *PhD. Sustainable Agriculture* por la Universidad de Londres. Es profesor-investigador titular adscrito al Departamento de Biología de la Reproducción de la UAM Iztapalapa.

**Contacto:** ramon@xanum.uam.mx

---

**Carlos M. Romero Ramírez**

De nacionalidad mexicana, es médico veterinario zootecnista por la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UNAM. Es profesor-investigador ti-

tular adscrito al Departamento de Biología de la Reproducción de la UAM Iztapalapa y coordinador de la Licenciatura en Producción Animal. Sus áreas de conocimiento son en fisiología de la adaptación, endocrinología y producción avícola.

**Contacto:** [crr@xanum.uam.mx](mailto:crr@xanum.uam.mx)

### **Karina Orozco-Rocha**

De nacionalidad mexicana, es economista por la Universidad de Colima y doctora en Estudios de Población por El Colegio de México. Sus líneas de investigación y publicaciones examinan las desigualdades de género en el trabajo para el mercado y el trabajo doméstico. En la actualidad, es consultora en investigación y estudia el bienestar económico y las redes de protección en las edades avanzadas de los mexicanos.

**Contacto:** [k\\_orozco@hotmail.com](mailto:k_orozco@hotmail.com)

### **Rebeca Wong**

Nació en México. Es acturaria por la UNAM y cursó el Doctorado en Economía en la Universidad de Michigan. Cuenta con amplia experiencia en la demografía económica de México. Es profesora en la Universidad de Texas Campus Médico en Estados Unidos de América (EE.UU.) y realiza investigación sobre salud y envejecimiento en México, así como en otras poblaciones latinas en EE.UU. y en América Latina.

**Contacto:** [rewong@utmb.edu](mailto:rewong@utmb.edu)

### **Alejandra Michaels Obregón**

De nacionalidad colombiana, es economista con Maestría en Economía por la Pontificia Universidad Javeriana en Bogotá, Colombia, y cuenta con un *MBA* por la Universidad de St. Thomas en Houston, Texas. En la actualidad, coordina el análisis, investigación y gestión de datos para la Encuesta Nacional de Salud y Envejecimiento en México.

**Contacto:** [almichael@utmb.edu](mailto:almichael@utmb.edu)

### **Marco Antonio López Vega**

Nació en México. Es ingeniero en Comunicaciones y Electrónica por la UNAM, con Maestría en Sistemas de Información por la Fundación Arturo Rosenblueth. Cuenta con certificación en *DBA* por *ORACLE*, *System Manager* por *Silicon Graphics* y *Microsoft Systems Engineer*. Ha sido desarrollador por más de 15 años de SIG. Se desempeña como profesor de licenciatura, posgrado y diplomados en Geomática de la UNAM. Las líneas de investigación que principalmente apoya son SIG, infraestructura de datos espaciales, sistemas de bases de datos espaciales y geotecnología. Además, cuenta con publicaciones internacionales sobre *Big Data* y SIG.

**Contacto:** [marco@igg.unam.mx](mailto:marco@igg.unam.mx)

### **Stephane Couturier**

Originario de Francia y de nacionalidad mexicana, recibió el título de licenciado en Ingeniería en Aeronáutica y Espacio en 1996 por parte de la Escuela Nacional Superior de la Aeronáutica y del Espacio (SupAero) en Toulouse, Francia, y de maestro en Percepción Remota en 1997 por parte de la Universidad de Paris VI en Francia; en 2007 se tituló en dos doctorados, uno en Geografía por la UNAM y otro en Percepción Remota de la Biósfera por la Universidad de Toulouse III (Universidad Paul Sabatier), Francia. Actualmente, trabaja como investigador en el Laboratorio de Análisis Geoespacial del Instituto de Geografía en la UNAM, México.

**Contacto:** [andres@igg.unam.mx](mailto:andres@igg.unam.mx)

### **Daniel Gonzalo Hernández Rivera**

Nació en México. Es estudiante de la Licenciatura en Informática en la UNAM. En la actualidad, se desempeña como administrador de servidores y desarro-



llador de sistemas de información geográfica en el Instituto de Geografía de esa misma casa de estudios.

**Contacto:** isamux\_fca@hotmail.com

---

**María del Carmen Hernández Moreno**

De nacionalidad mexicana. Es socióloga y doctora en Ciencias Sociales. Se desempeña como investigadora titular de la Coordinación de Desarrollo Regional del Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo (CIAD), AC. Pertenece al SNI con nivel II, a la Academia Mexicana de Ciencias y a las redes temáticas CONACYT Gestión Territorial para el Desarrollo Rural Sustentable y Sistemas Agroalimentarios Localizados. Su experiencia se centra en estudios sociales del sistema agroalimentario.

**Contacto:** mar@ciad.mx

---

**Araceli del Carmen Andablo Reyes**

De nacionalidad mexicana. Es economista con Maestría en Ciencias Sociales. Trabaja como investigadora asociada de la Coordinación de Desarrollo Regional del CIAD. Es estudiante del Doctorado en Geografía del Centro de Investigación en Geografía Ambiental de la UNAM, campus Morelia. Su campo de experiencia es en estudios sociales del sistema agroalimentario.

**Contacto:** aandablo@ciad.mx

---

**Miguel Ángel Castillo Santiago**

De nacionalidad mexicana. Es ingeniero forestal con Doctorado en Ciencias Biológicas. Se encarga del Laboratorio de Análisis de Información Geográfica y Estadística del Colegio de la Frontera Sur; pertenece al SNI con nivel I. Es especialista en ecología del paisaje, con énfasis en el análisis espacial del cambio de uso del suelo y la aplicación de la percepción remota en la estimación de la distribución espacial de parámetros estructurales del bosque.

**Contacto:** mcastill@ecosur.mx

---

**Jean Francois Mas**

De nacionalidad mexicana. Es biólogo con Doctorado en Percepción Remota. Labora en la UNAM, Unidad Morelia, como investigador titular del Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental. Pertenece al SNI con nivel II. Es especialista en monitoreo de la deforestación con base en imágenes de satélite, técnicas de análisis geoestadísticas, estudio de la fragmentación forestal, modelización de los cambios de cobertura/uso del suelo y cartografía de la vegetación con base en percepción remota y sistemas de información geográfica.

**Contacto:** jfmas@ciga.unam.mx

---

**Azucena Pérez Vega**

De nacionalidad mexicana. Es geógrafa con Doctorado en Geografía. Se desempeña como profesora-investigadora del Departamento de Ingeniería Geomática e Hidráulica de la Universidad Autónoma de Guanajuato (UAG). Es especialista en análisis de la vulnerabilidad, modelación de cambio de cubierta, uso de suelo y pérdida de biodiversidad.

**Contacto:** azu\_pvega@hotmail.com

---

**Alejandro Flamenco Sandoval**

De nacionalidad mexicana. Es biólogo por la UAM, con Doctorado en Ciencias Biomédicas por el Instituto de Ecología de la UNAM. Trabaja en la UAG como profesor-investigador del Departamento de Ingeniería Geomática e Hidráulica. Es especialista en análisis de la dinámica y modelación de escenarios del cambio de cobertura y uso del terreno usando herramientas de análisis geográfico y percepción remota.

**Contacto:** alejandro\_flamenco@hotmail.com

## Política y lineamientos editoriales

REALIDAD, DATOS Y ESPACIO REVISTA INTERNACIONAL DE ESTADÍSTICA Y GEOGRAFÍA es una publicación cuatrimestral que sirve de enlace entre la generación de la información estadística y geográfica oficial y la investigación académica para compartir el conocimiento entre especialistas e instituciones con propósitos similares.

Se publicarán sólo artículos inéditos y originales relacionados con la situación actual del uso y aplicación de la información estadística y geográfica a nivel nacional e internacional.

Es una revista técnico-científica, bilingüe, cuyos trabajos son arbitrados por pares (especialistas), bajo la metodología doble ciego, con los siguientes criterios de evaluación: trabajos inéditos, originalidad, actualidad y oportunidad de la información, claridad en la definición de propósitos e ideas planteadas, cobertura de los objetivos definidos, estructura metodológica adecuada y congruencia entre la información contenida en el trabajo y las conclusiones.

El resultado del proceso de dictaminación se comunica por correo electrónico y contempla tres variantes: recomendado ampliamente (con modificaciones menores), recomendado (pero condicionado a modificaciones sugeridas) y no recomendado (rechazado). Dos dictámenes aprobados, se notifica al autor que se publica y se envía a corrección de estilo; un aprobado y uno rechazado, se le solicita realizar cambios; y dos rechazados, se notifica la no publicación.

### Indizaciones y registros

- LATINDEX Catálogo (Sistema Regional de Información en Línea para Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal).
- CLASE (Citas Latinoamericanas en Ciencias Sociales y Humanidades).
- REDIB (Red Iberoamericana de Innovación y Conocimiento Científico).

### Lineamientos para publicar

Se publicarán trabajos en español e inglés: artículos de investigación, revisión y divulgación; ensayos; metodologías; informes técnicos; comunicaciones cortas; reseñas de libros; revisiones bibliográficas y estadísticas, entre otros.

1. El artículo —o cualquier otro tipo de escrito de los mencionados— deberá entregarse con una carta dirigida al editor responsable de REALIDAD, DATOS Y ESPACIO. REVISTA INTERNACIONAL DE ESTADÍSTICA Y GEOGRAFÍA en la que se proponga el texto para su publicación, que se declare que es inédito y que no ha sido postulado de manera paralela en otro medio. Asimismo, deben incluirse los datos completos del(os) autor(es), nacionalidad(es), institución(es) de adscripción y cargo(s) que ocupa(n), domicilio(s) completo(s), correo(s) electrónico(s) y teléfono(s). Esto debe dirigirse a la atención de la M. en C. Virginia Abrin Batule, virginia.abrin@inegi.org.mx (tel. 5278 10 00, ext. 1161).
2. El trabajo se debe presentar en versión electrónica (formato *Word* o compatible) con: a) extensión no mayor de 20 cuartillas; b) letra Helvética, Arial o Times de 12 puntos y c) interlineado de 1.5 líneas. El material adicional al texto se requiere por separado: a) las imágenes, con resolución de 300 ppp y un tamaño no menor a 17 centímetros de base (ancho) en formato JPG o TIF —no remuestrear (ampliar) imágenes de menor resolución—; si son líneas o mapas, deben entregarse en formato vectorial (EPS o Ai), en caso de incluirse imágenes en mapa de bits, incrustarlas o enviarlas con el nombre con el cual se creó el vínculo (conservando los requerimientos de resolución y tamaño estipulados); y para fotografías, éstas no deben ser menores a 5 megapíxeles; b) las fórmulas o expresiones matemáticas tienen que elaborarse con el editor de ecuaciones propio de *Microsoft*<sup>™</sup>, pero en caso de usar *software* de terceros, incluir en la entrega PDF testigo en el cual figuren exactamente cómo deben representarse; c) las gráficas, que incluyan el archivo en *Excel* con el cual se desarrollaron o, en su defecto, la imagen JPG legible, de origen, en alta resolución; y d) los cuadros, que sean editables, no se deben insertar como imagen.
3. La colaboración debe incluir: título del trabajo (en español e inglés o viceversa); resúmenes del trabajo en español e inglés (que no excedan de un párrafo de 10 renglones); palabras clave en español e inglés (mínimo tres, máximo cinco); bibliografía u otras fuentes; así como breve(s) semblanza(s) del(os) autor(es) que no exceda(n) de un párrafo de cinco renglones y que incluya(n) nacionalidad(es), grado(s) académico(s), principal(es) experiencia(s) profesional(es), adscripción(es) laboral(es) actual(es) y dirección(es) electrónica(s) de contacto.
4. Las referencias bibliográficas u otras fuentes deberán presentarse al final del artículo de la siguiente manera: nombre(s) del(os) autor(es) comenzando por el(los) apellido(s); título de la publicación con cursivas (si se trata de un artículo, debe estar entrecomillado, seguido de coma y la preposición en con dos puntos y, enseguida, el título de la revista o libro donde apareció publicado, con cursivas); país de origen; editorial; lugar y año de edición; página(s) consultada(s). En el caso de las fuentes electrónicas (páginas web) se debe seguir el mismo orden que en las bibliográficas, pero al final se pondrá entre paréntesis DE (dirección electrónica), la fecha de consulta y la liga completa. Se tienen que omitir aquellas que se mencionen como notas a pie de página. Si se aplica la opción de incluir en cuerpo de texto la referencia de nombre de autor y año de la fuente consultada entre paréntesis, sí deben aparecer todas las referencias mencionadas.

Página electrónica: <http://rde.inegi.org.mx>

## Editorial Guidelines and Policy

REALITY, DATA AND SPACE INTERNATIONAL JOURNAL OF STATISTICS AND GEOGRAPHY is a four-monthly publication that connects statistics and geographic official information with academic research in order to share knowledge among specialists and institutions with similar aims.

We will publish only original and unpublished articles related to the current use and appliance of statistical and geographical information at both national and international levels.

It is a technical-scientific and bilingual magazine, with articles previously peer-reviewed by specialists under a double-blind methodology with the following evaluation criteria: unpublished works, originality, information related to opportunity and current affairs, we expect clarity in the definition of aims and ideas stated, defined objectives coverage, accurate methodological structure and coherence between the information of the paper as well as its conclusions.

The result of the paper-assessment process is delivered by email, and it involves three possibilities: fully recommended (with slight modifications), recommended (on condition of suggested modifications) and not recommended (i.e. rejected). When there are two reports of approval, the author gets notified that his/her paper will be published and it is sent to a style editing process. When one report approves the paper for publication and another one rejects it, the author is requested to make some changes for the text to be published. If the text submitted receives two non-favourable reports, the author is notified that the text will not be published.

### Index and Registers

- LATINDEX Catalogue (Online Regional Information System for Scientific Journals from Latin America, the Caribbean, Spain and Portugal).
- CLASE (Latin American Quotations in Humanities and Social Sciences)
- REDIB (Latin American Net of Innovation and Scientific Knowledge)

### Publishing Guidelines

Articles will be published in Spanish or English: research, revision and scientific-spreading articles; methodologies; technical reports; short texts; book reviews; and bibliographical and statistical revisions, among others.

1. The article —or any other kind of text from those aforementioned— must be delivered with an attached letter addressed to the chief editor of Reality, Data and Space. International Statistics and Geography Magazine in which the text intended for publication will be submitted. There it must be stated that the text has not been published, and that it has not been submitted for publication in any other media. The names in full of the authors must be included, as well as their nationalities, adscription institutions, position in those institutions, postal address, e-mail address, and telephone numbers. This must be addressed to MSc Virginia Abrin Batule, Virginia.abrin@inegi.org.mx (tel (+52) (55) 52.78.10.00, extension 1161).
2. The article must be submitted in an electronic version (a Microsoft Word file or a compatible one) with the following format: a) the text should not exceed the 20 pages of length; b) typography must be Helvetic, Arial or Times (12 points); and c) there should be a 1.5 line spacing in each paragraph. Additional material to the text will be delivered separately: a) images with a resolution of 300 ppp and no smaller than 17 cm width will be delivered in format JPG or TIF —please do not amplify images with lower resolution—. If the added materials are lines or maps, these must be delivered in vectorial format (EPS or Ai). If there are images in bits map, these must be embedded or attached with the name of the original file with which the link was created (keeping the resolution and size requirements above stated). As regards to photographs, these should not be inferior as 5 megapixels; b) mathematical expressions or formulae have to be created with the equations editor by Microsoft<sup>™</sup>, but in case of using third-parties software, please attach a witness PDF in which the exact representation of mathematical formulae or expressions is contained; c) graphics must include the Excel file in which they were created or a legible image in the original JPG format in high resolution; and d) charts must be editable, and must not be inserted as images.
3. The text must include the following: the article's title (both in English and Spanish); the abstract of the article—both in English and Spanish (not longer than a 10-line paragraph); key words—both in English and Spanish (three as minimum and five as maximum); bibliography and other sources; as well as brief biographical sketches of the authors not exceeding a five-line paragraph each including nationalities, academic titles, main professional experiences, current work-related affiliations, and electronic addresses for the authors to be contacted.
4. Bibliographical references and other sources must be included at the end of the article in the following way: author's name (Surname first), and publication's title (in italics). If it is an article, the title must be in quotation marks followed by a comma and the preposition "en" with semicolon (in Spanish), then it should appear the title of the book or magazine in which the article was published (in italics); country of origin; publishing house, edition year, and consulted pages. As regards to electronic sources (web pages) the same order of the bibliographical references must be followed, but at the end the word "EA" (as for Electronic Address) ("DE" in Spanish) must be added within parenthesis followed by consultation date and the complete reference link. Those web links referred previously as footnotes, must be omitted in this section. However, if the name of the author and the year of the consulted source were included in the main body of the text within parenthesis, all these must be included as part of the bibliographical references.

Webpage: <http://rde.inegi.org.mx>

**Tú mandas, ¡crea tu propio mapa!**  
**Elige la región y capas de información que necesites representar.**

# **Mapa Digital de México**



## **En línea**

Aplicación con más de 200 capas de información con temas como cartografía urbana, establecimientos, carreteras, climas y recursos naturales, por mencionar algunos.



## **Para escritorio**

Diseñado para promover y facilitar la integración y el análisis de información geográfica y estadística. Permite conectarse a bases de datos geográficos y servidores de mapas web, entre otras capacidades.

## **Conociendo México**

01 800 111 46 34 • [www.inegi.org.mx](http://www.inegi.org.mx) • [atencion.usuarios@inegi.org.mx](mailto:atencion.usuarios@inegi.org.mx)



INEGI Informa



@INEGI\_INFORMA



**INSTITUTO NACIONAL  
DE ESTADÍSTICA Y GEOGRAFÍA**

