

Adaptación del sector agrícola ante el cambio climático: propuesta de medidas a escala espacial fina en Guasave, Sinaloa, México

Adaptation of the agricultural sector to climate change: proposal for measures at a fine spatial scale in Guasave, Sinaloa, Mexico

Recibido: 5 de mayo del 2016
Aceptado: 24 de noviembre del 2017
Publicado: 10 de abril del 2018

Ramiro Ahumada-Cervantes*, Gilberto Velázquez-Angulo**, Brenda Ahumada-Cervantes***

Cómo citar:

Ahumada-Cervantes, R., Velázquez-Angulo, G., & Ahumada-Cervantes, B. (2018). Adaptación del sector agrícola ante el cambio climático: propuesta de medidas a escala espacial fina en Guasave, Sinaloa, México. *Acta Universitaria*, 28(1), 46-56. doi: 10.15174/au.2018.1351

* Departamento Académico de Ingeniería y Tecnología, Universidad Autónoma de Occidente, Avenida Universidad s/n, Fraccionamiento

Villa Universidad, Guasave, Sinaloa, México. C.P. 81048. Correo electrónico: ramiroac2002@yahoo.com.mx

** Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental, Universidad Autónoma de Ciudad Juárez.

*** Dirección de Estudios y Proyectos, Gestión Costera, S.C.

° Autor de correspondencia.

Palabras Clave:

Agricultura; área geoestadística básica; planes y programas gubernamentales; población; vulnerabilidad.

Keywords:

Agriculture; basic geostatistical area; governmental plans and programs; population; vulnerability.

RESUMEN

El cambio climático (CC) que actualmente experimenta el planeta es una realidad. La agricultura, una actividad importante para la generación de ingresos y para la producción de alimentos, podría ser una de las actividades primarias mayormente afectadas por este fenómeno. En este sentido, la adaptación de este sector se convierte en una herramienta clave para reducir su vulnerabilidad ante el CC. De esta manera, y a partir de conocer la vulnerabilidad agrícola del municipio de Guasave, Sinaloa, ante el CC, se proponen 11 medidas de adaptación a nivel de área geoestadística básica rural (AGEB rural). Dichas medidas podrían ayudar a contrarrestar el efecto de 14 variables causales de vulnerabilidad del sector agrícola en siete AGEBs consideradas vulnerables. Adicionalmente, y a partir del análisis de ciertos planes y programas gubernamentales, que incluyen objetivos y líneas de acción encaminadas a mejorar la calidad de vida de la población mexicana, se identificaron apoyos gubernamentales que pudieran ser útiles para la implementación de las medidas de adaptación propuestas.

ABSTRACT

Climate change (CC) currently experienced by the planet is a reality. Agriculture, an important activity for income generation and for food production, could be one of the primary activities most affected by this phenomenon. In this regard, the adaptation of this sector becomes a key tool to reduce its vulnerability to CC. In this way, knowing the agricultural vulnerability of the municipality of Guasave, Sinaloa to CC, 11 measures for adaptation at the level of rural basic geostatistical area (rural BGA) are proposed. In addition to this, based on the analysis of certain government plans and programs, including objectives and lines of action aimed at improving the quality of life of the Mexican population, some government supports that could be useful for the implementation of the proposed adaptation measures were identified.

INTRODUCCIÓN

El cambio climático (CC) que actualmente experimenta el planeta es atribuido directa o indirectamente a la actividad humana. La quema de combustibles fósiles, la agricultura, la ganadería, la deforestación, algunos procesos industriales y los depósitos de residuos urbanos generan el aumento de las concentraciones de gases de efecto invernadero (GEI). Este aumento provoca que la capacidad de la atmósfera para retener parte de la radiación reflejada por la Tierra incremente considerablemente, lo cual produce finalmente el calentamiento global.

Cada una de las tres últimas décadas han sido sucesivamente más calientes que cualquier otro decenio anterior desde 1850 a nivel global, para el año 2100 son probables aumentos de temperatura de 0.3 °C a 4.8 °C, en relación con el periodo base 1986-2005 (*Intergovernmental Panel on Climate Change [IPCC], 2013*). Incluso, si las medidas de mitigación de emisiones de GEI resultaran efectivas, la temperatura continuaría en aumento. Por tal razón, existe la necesidad de que la población se adapte a cierto grado de CC. El sistema climático global resultará alterado, presentándose modificaciones en los regímenes de precipitación en muchas regiones e incrementos de la frecuencia e intensidad de los fenómenos extremos como son sequías, huracanes, lluvias torrenciales, heladas, granizadas, etc. Los sistemas agrícolas en regiones tropicales y templadas, en ausencia de adaptación, podrían disminuir su rendimiento con aumentos locales de temperatura por encima de los 2 °C (*IPCC, 2014*). México es más cálido desde la década de 1960 y para el año 2100 se esperan aumentos de temperatura de 2.5 °C a 4 °C y disminución de la precipitación de entre un 5% y 10%. La evidencia indica que en las próximas décadas la mayoría de los cultivos desarrollados en el país serán menos productivos (*Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático [INECC], 2015*).

La vulnerabilidad es entendida como la propensión o predisposición a ser afectado negativamente por el CC (*IPCC, 2014*). Generalmente, la vulnerabilidad está determinada por la exposición, la sensibilidad y la capacidad adaptativa del sistema a estudiar, entre más expuesto y más sensible es un sistema es más vulnerable; entre mayor capacidad adaptativa tiene dicho sistema es menos vulnerable (*Monterroso, Conde, Gay, Gómez & López, 2014*). La exposición se refiere a la presencia de personas, medios de subsistencia, especies, ecosistemas, infraestructura o activos económicos, sociales o culturales en lugares que podrían verse afectados negativamente por el CC (*IPCC, 2014*); la sensibilidad es la susceptibilidad al daño de los bienes y medios de vida expuestos a los riesgos provocados por el CC (*Heltberg & Bonch-Osmolovskiy, 2011*) y la capacidad adaptativa se refiere a la habilidad de las

poblaciones para adaptarse a las condiciones cambiantes generadas por el CC (*Malik, Awan & Khan, 2012*).

"La adaptación se define como las medidas y ajustes en sistemas humanos o naturales, como respuesta a estímulos climáticos, proyectadas o reales o sus efectos, que pueden moderar el daño o aprovechar sus efectos beneficiosos" (*Diario Oficial de la Federación [DOF], 2012*). La adaptación debe tener como objetivo la reducción de los impactos y la exploración de nuevas posibilidades provocadas por el CC (*Moreno & Becken, 2009*). Con referencia al sector agrícola, las prácticas actuales no tienen la suficiente capacidad de adaptación para enfrentar estos impactos, debido a la limitada infraestructura, a la falta de información climática y a la falta de interés de los productores agrícolas.

La implementación de medidas de adaptación es una herramienta clave para la reducción de la vulnerabilidad. Estudios recientes señalan la importancia de la relación vulnerabilidad y adaptación para hacerle frente al CC (*Heltberg & Bonch-Osmolovskiy, 2011; Malik et al., 2012; Monterroso et al., 2014*).

Para que la adaptación contribuya a la sustentabilidad agrícola es necesaria la adopción de estrategias a nivel regional o local, de esta manera es factible reducir la vulnerabilidad y mejorar la calidad de vida de la población en aquellas áreas rurales donde se desarrolla la agricultura (*Salazar & Maser, 2010*). La población más pobre se distribuye generalmente en estas áreas, los peligros climáticos impactan a esta población afectando los medios de subsistencia, provocando reducción en el rendimiento de los cultivos y aumentando los precios de los alimentos (*IPCC, 2014*).

La seguridad alimentaria del planeta podría resultar afectada por el CC. Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, es necesario un aumento del 60% en la producción agrícola al año 2050 para satisfacer la demanda mundial de alimentos (*Food and Agriculture Organization of the United Nations [FAO], 2013*). Por tal razón, se requiere la ejecución de diversas estrategias para paliar la situación en presencia del CC, la implementación de políticas de adaptación puede ser una opción viable.

La agricultura sigue siendo un instrumento fundamental para el desarrollo sustentable y la reducción de la pobreza, debido a que es una actividad económica que impulsa las industrias relacionadas y se vincula con la economía rural no agrícola (*Banco Mundial, 2007*). El municipio de Guasave, Sinaloa, en México es un claro ejemplo de ello, debido a que la mayoría de sus actividades están relacionadas

con la agricultura. Por tal razón, es necesario el desarrollo e implementación de medidas de adaptación dirigidas a mejorar o mantener la producción agrícola de la región en condiciones de CC. Los objetivos y estrategias incluidos en diversos planes y programas gubernamentales (PPG) pueden servir de apoyo para la ejecución de dichas medidas.

En este sentido, el objetivo del presente estudio es proponer medidas de adaptación ante el CC para la actividad agrícola del municipio de Guasave utilizando una escala espacial fina. Esto se hizo a partir de conocer los principales factores causales de vulnerabilidad para la actividad y municipio antes mencionados. Adicionalmente, se analizaron diversos PPG vigentes en México para enfatizar sus alcances e identificar los beneficios traducidos en apoyos e incentivos que puedan ser usados en la implementación de las medidas de adaptación propuestas. De esta manera, se pretende contribuir a minimizar el impacto del CC en la actividad agrícola local.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El municipio de Guasave se localiza en el Norte del Estado de Sinaloa, tiene una extensión territorial de 3464 km² y una población de 285 912 habitantes; de los cuales, el 37.2% vive en el área rural ([Instituto Nacional de Estadística y Geografía \[INEGI\], 2010a](#)).

La temperatura media anual del municipio es de 25.4 °C y la precipitación promedio anual es de 449 mm. Los principales desastres de origen hidrometeorológico en los últimos años se refieren a inundaciones, sequías, huracanes, heladas y granizadas ([Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Baja California \[CI-CESE\], 2014](#)).

Guasave es conocido como el corazón agrícola de México debido a su alta producción. El municipio cuenta con 181 542 ha de agricultura de riego donde se cultiva principalmente maíz, papa, frijol, chile verde, jitomate, sorgo y garbanzo ([Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera \[SIAP\], 2014](#)) (figura 1). La población económicamente activa (PEA) representa el 36.8% y trabaja especialmente en el sector primario (agricultura y pesca). En la región se localizan 7 comunidades dedicadas a la explotación pesquera con 50 km de litoral y 24 700 ha de bahías. Se cuenta con 100 granjas acuícolas camarонерías, con una superficie de 7000 ha de espejo de agua. El turismo es poco explotado y la ganadería ha ido a la baja. La mayoría de los establecimientos comerciales son de pequeña escala y en gran medida dependen de la agricultura del valle de Guasave ([Ayuntamiento de Guasave, 2014](#)).

Unidad de análisis

Las medidas de adaptación fueron definidas a la escala espacial fina denominada "área geoestadística básica rural" (AGEB rural). Estas áreas son utilizadas a nivel mundial para fines censales y dependiendo del país adoptan diferentes nombres (área censal básica, sección censal, área censal, distrito censal, etc.). En muchos países corresponden a la unidad territorial más pequeña para la cual se dispone de datos de población ([Dominguez, Borrell, López & Pastor, 2005](#)).

En México, la AGEB rural forma parte del Marco Geoestadístico Nacional (MGN) que maneja el INEGI. De acuerdo con el MGN, el territorio mexicano está dividido en áreas con límites identificables en campo, llamadas Áreas Geoestadísticas con tres niveles de desagregación: Estatal (AGEE), Municipal (AGEM) y Básica (AGEB). La AGEB constituye la unidad básica del MGN y es la extensión territorial correspondiente a la subdivisión de las AGEM. Dependiendo de sus características, se clasifican en dos tipos: AGEB urbana y AGEB rural. Las AGEBs urbanas son asignadas al interior de las localidades urbanas y están compuestas por un conjunto de manzanas (de 1 a 50). Las AGEBs rurales se ubican en el área rural, su extensión territorial es variable y el uso del suelo es agropecuario o forestal. De acuerdo con el MGN, el INEGI tiene asignada una clave a cada AGEB compuesta por tres números, un guión y un número que va del 0 al 9 o la letra A ([INEGI, 2010b](#)). En Guasave se distribuyen 20 AGEBs rurales con actividad agrícola. En la figura 2 se presenta la distribución espacial de cada una de las AGEBs con agricultura y su clave correspondiente, asignada por el INEGI.



Figura 1

Cultivos de maíz en el Ejido El Amole, Guasave, Sinaloa.
Fuente: Elaboración propia.



Figura 2

Distribución espacial de las áreas geoestadísticas básicas con actividad agrícola en el municipio de Guasave, Sin.

Fuente: Elaboración propia

Determinación de medidas de adaptación

Las medidas de adaptación se determinaron a partir de conocer los factores o variables que influyen en la vulnerabilidad al CC de cada una de las AGEBs con actividad agrícola en el municipio de Guasave. Es importante mencionar que el análisis de vulnerabilidad no es parte del presente artículo, sino de un artículo previo publicado por Ahumada et al. (2015). Sin embargo, ambos artículos son complementarios, ya que forman parte del mismo estudio. En este sentido, no se describe el método para obtener el índice de vulnerabilidad al CC, únicamente se retoman las AGEBs encontradas vulnerables por dichos autores.

La información utilizada es la siguiente: de las 20 AGEBs rurales con actividad agrícola en el municipio (figura 2), solamente siete son vulnerables. Dichas AGEBs se clasificaron con niveles de vulnerabilidad muy alta (AGEBs 102-1 y 096-4), alta (AGEBs 095-A, 094-5 y 099-8) y media (AGEBs 104-0 y 098-3).

A partir de conocer las AGEBs vulnerables, se analizó la relación que guarda cada una de las variables con la vulnerabilidad total por medio del coeficiente de correlación lineal de Pearson y se empleó la prueba *t* de Student ($\alpha = 0.05$) con el propósito de determinar si las relaciones obtenidas podrían considerarse significativas. Además, se realizó un análisis por nivel de vulnerabilidad identificando aquellas variables que presentaron valores muy altos en exposición y sensibilidad (entre más expuesto y más sensible es un sistema es más vulnerable) y muy bajos en capacidad adaptativa (entre mayor capacidad adaptativa tiene un sistema es menos vulnerable).

Conociendo las variables con mayor aporte en la vulnerabilidad agrícola del municipio de Guasave, se procedió a la determinación de las medidas de adaptación que pudieran contribuir al fortalecimiento de dichas variables en cada una de las AGEBs vulnerables. Esto se hizo utilizando el sentido común, la experiencia en el tema y con ayuda de bibliografía disponible (Bradshaw, Dolan & Smit, 2004; Byjesh, Kumar & Aggarwal, 2010; El-Afandi, Khalil & Ouda, 2010; Eyshi, Gaiser, Siebert & Ewert, 2015; Ojeda, Sifuentes, Rojano & Íñiguez, 2012).

Planes y Programas Gubernamentales (PPG)

La planeación en México se centra en la elaboración e instrumentación de los PPG. La Ley de Planeación, establece en su artículo 9 que las dependencias de la administración pública deben planear y conducir sus actividades con sujeción a los objetivos y prioridades del país. En este sentido, y con la finalidad de identificar apoyos e incentivos dentro del presupuesto gubernamental, se realizó un análisis de los PPG representados en el tabla 1. Esto con el propósito de que dichos apoyos e incentivos puedan ser usados en la implementación de las medidas de adaptación propuestas.

Los criterios que se siguieron para la selección de los PPG fueron los siguientes: 1) Que incluyeran objetivos y líneas de acción encaminadas a mejorar la calidad de vida de la población y en consecuencia, su capacidad adaptativa; 2) que estuvieran vigentes. Es importante mencionar que los PPG del ámbito estatal y municipal se excluyeron del análisis debido al periodo de transición (cambio de poderes) que se presenta actualmente en la entidad; motivo por el cual, dichos PPG perdieron vigencia y no se han elaborado nuevos.

Tabla 1 Planes y programas gubernamentales analizados

Plan/programa gubernamental	Vigencia
Plan Nacional de Desarrollo (PND)	2013-2018
Programa Especial de Cambio Climático (PECC)	2014-2018
Programa Nacional Hídrico (PNH)	2014-2018
Programa para Democratizar la Productividad (PDP)	2013-2018
Programa Sectorial de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano (PSDATU)	2013-2018
Programa Sectorial de Desarrollo Agropecuario, Pesquero y Alimentario (PSDAPA)	2013-2018
Programa Sectorial de Desarrollo Social (PSDS)	2013-2018
Programa Sectorial de Salud (PSS)	2013-2018

Fuente: Elaboración propia.

El proceso analítico seguido fue simplemente identificar el tipo de apoyos contenidos en los objetivos, líneas de acción y metas de cada PPG y distinguir si podría ser aplicable para el presente caso de estudio.

RESULTADOS

Factores causales de vulnerabilidad

La vulnerabilidad mostró correlaciones lineales positivas de 0.87 con sensibilidad y 0.49 con exposición, siendo las dos significativas ($\alpha = 0.05$). La correlación con respecto a la capacidad adaptativa fue negativa y no significativa, con valor de -0.35. En el caso de las 37 variables individuales utilizadas para el análisis por Ahumada *et al.* (2015), solo cuatro de ellas presentaron correlación significativa con la vulnerabilidad total. Dichas variables fueron densidad de población rural, unidades de producción agrícola (UPA) con pérdidas por cuestiones climáticas, viviendas sin cobertura de servicios básicos y frecuencia de días con temperatura mínima menor a 5 °C presentando correlaciones de 0.72, 0.66, 0.64 y 0.53, respectivamente.

A continuación se muestra un análisis de la influencia de las variables por nivel de vulnerabilidad:

- a. Vulnerabilidad muy alta. Las AGEBS 102-1 y 096-4 presentaron seis meses extremadamente secos o más por año, densidad de población mayor a 100 ind./km² y falta de servicios básicos en el 33% al 40% de las viviendas. En el caso de la AGEBS 096-4, presentó la mayor frecuencia de días con temperatura mínima menor a 5 °C (5 por año). Asimismo, la 102-1 exhibió el mayor porcentaje de UPA con pérdidas por cuestiones climáticas (9%).
- b. Vulnerabilidad alta. Las AGEBS 094-5, 095-A y 099-8 se caracterizaron por la presencia de dos o más días con temperatura mínima menor a 5 °C por año. Existen sectores sensibles en la población de dichas AGEBS, debido a que más del 21% de los hogares tiene jefatura femenina, más del 11.5% de la población es menor de 6 años, la densidad de población es mayor a 82 ind./km², y faltan servicios básicos en más del 39% de las viviendas. En cuestiones agrícolas, estas AGEBS dedican a la agricultura entre el 79% y el 94% de su superficie; sin embargo, exhibieron el menor rendimiento de maíz (8.5 ton/ha a 11 ton/ha), alto número de dependientes económicos por productor (más de 2.5 dep./prod.) y baja cobertura de crédito y seguro agrícolas (menor al 45%).
- c. Vulnerabilidad media. En las AGEBS 104-0 y 098-3 faltan servicios básicos en más del 55% de las viviendas, dedican más del 89% de su superficie a la agricultura y presentan bajo porcentaje de ingresos no relacionados con la agricultura (menor al 17%). En

relación con la AGEBS 098-3, presenta el mayor decremento en la precipitación bajo los escenarios de CC (mayor al 20%) y el mayor porcentaje de población sin acceso a servicios de salud (34%). Asimismo, la 104-0 exhibe alta densidad de población rural (119 ind./km²) y baja cobertura de crédito y seguro agrícola (29%).

El análisis anterior involucra cuatro variables de exposición y ocho de sensibilidad con valores muy altos para algunas AGEBS; asimismo, se incluyen dos variables de capacidad adaptativa con valores muy bajos (tabla 2). Las medidas de adaptación propuestas en el siguiente apartado, se enfocan en fortalecer estas variables.

Tabla 2		Variables con mayor influencia en la vulnerabilidad de las áreas geoestadísticas básicas
Subíndice	Clave	Definición de la variable
Exposición	E1	Frecuencia de meses extremadamente secos 1981-2010
	E2	Frecuencia de días con temperatura mínima menor a 5 °C 1981-2010
	E3	UPA con pérdidas por cuestiones climáticas (%)
	E4	Decremento de la precipitación anual bajo escenarios de CC (%)
Sensibilidad	S1	Hogares con jefatura femenina (%)
	S2	Población menor de 6 años (%)
	S3	Densidad de población rural (ind./km ²)
	S4	Viviendas sin cobertura de servicios básicos: agua potable, electricidad y drenaje sanitario (%)
	S5	Población sin acceso a servicios de salud (%)
	S6	Rendimiento promedio del maíz (toneladas/ha)
	S7	Superficie agrícola de la AGEBS (%)
	S8	Número de dependientes económicos por productor agrícola (dependientes/productor)
Capacidad adaptativa	A1	UPA con cobertura de crédito y seguro (%)
	A2	UPA que reciben ingresos no relacionados con la agricultura (%)

Fuente: Modificado de Ahumada *et al.* (2015).

Planes y programas gubernamentales y Medidas de adaptación

En México cada sexenio se formula un Plan Nacional de Desarrollo (PND) que precisa los objetivos y prioridades del desarrollo; los lineamientos de política, y determina los instrumentos para su ejecución (programas sectoriales, institucionales, regionales y especiales). En este orden de ideas, el Programa Especial de Cambio Climático (PECC) se alinea al PND 2013-2018, los programas transversales y los sectoriales de las secretarías de estado que integran la Comisión Intersecretarial de Cambio Climático y la Estrategia Nacional de Cambio Climático Visión 10-20-40, a través de sus objetivos 1.6 salvaguardar la población, a sus bienes y a su entorno ante un desastre natural o humano y 4.4 impulsar un crecimiento verde, incluyente y facilitador que preserve nuestro patrimonio natural, y genere riqueza, competitividad y empleo.

El PECC, en su objetivo 1, plantea reducir la vulnerabilidad de la población y sectores productivos e incrementar su resiliencia y la resistencia de la infraestructura estratégica, por medio de estrategias como instrumentar acciones para reducir los riesgos de la población rural, fortalecer la infraestructura estratégica y fomentar acciones de adaptación en los sectores productivos (DOF, 2014).

Los programas de la administración federal 2012-2018 del gobierno de México se alinean con estos instrumentos rectores e incorporan objetivos de adaptación.

Se identificaron 11 medidas de adaptación que pueden ser eficaces para disminuir la vulnerabilidad agrícola ante el CC en el municipio de Guasave, mismas que se muestran en la tabla 3, con las variables que pueden resultar impactadas directa o indirectamente por cada una de las medidas. Cabe resaltar la importancia de los actores de gobierno para el éxito en la implementación de las medidas, ya que el artículo 27 de la Ley de Planeación establece que para la ejecución de los PPG las dependencias de la administración pública elaborarán programas anuales que regirán sus actividades y presupuestos. A continuación se hace un análisis de las medidas propuestas:

1. Diversificación de actividades. El objetivo es tener un abanico más amplio de posibilidades para disminuir la dependencia que se tiene de la agricultura en la región. En esta medida es importante la ejecución oportuna de los PPG como el PSDS que apoya el desarrollo de proyectos productivos; el PDP que apoya el establecimiento y consolidación de micro, pequeñas y medianas empresas; y el PSDATU que tiene el reto de fortalecer el empleo y los ingresos de la población rural mediante procesos productivos y de

comercialización. En la ejecución de estos PPG figuran como actores clave el gobierno federal a través de la Secretaría de Desarrollo Social (Sedesol), la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP), la Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano (Sedatu), y el Gobierno Estatal (GE).

2. Fomento de programas sociales. Su fomento y aplicación corresponde a la administración pública; no se trata de aumentar el padrón, ya que los datos oficiales (Sedesol, 2015) indican que buena cantidad de habitantes del municipio son beneficiarios. La recomendación va encaminada en el sentido de que únicamente la población en situación de pobreza extrema sea la que reciba estos apoyos. Los PPG que incluyen entre sus objetivos y líneas de acción la aplicación de programas sociales que pueden apoyar en la implementación de esta medida son el PSDAPA, que pretende incorporar componentes productivos; el PSDATU que contempla fortalecer los ingresos de la población rural mediante programas sociales y el PSDS, que plantea asegurar un ingreso mínimo para las personas de 65 años y más que no cuentan con una pensión o jubilación.

Tabla 3 Medidas de adaptación propuestas

Medidas de adaptación	Variables impactadas
1. Diversificación de actividades	S5, S7, S8 y A2
2. Fomento de programas sociales	S1, S2, S3, S5, S8 y A2
3. Gestión de los servicios básicos de drenaje sanitario, agua potable y electricidad	S4
4. Ampliación del padrón de personas con acceso a servicios de salud	S5
5. Promoción de los programas de apoyo para el fortalecimiento agrícola	E1, E2, E3, E4, S6, y A1
6. Diversificación de cultivos	E1, E2, E3 y E4
7. Uso de variedades adaptadas a las nuevas condiciones climáticas	E1, E2, E3, E4 y S6
8. Promoción del crédito y seguro agrícolas	A1
9. Gestión para la construcción de nueva infraestructura de riego y rehabilitación de la ya existente	E1 y E4
10. Cambios en el calendario de los cultivos	E1, E2, E3 y E4
11. Implementación de la agricultura protegida	E2 y E3

Fuente: Elaboración propia.

3. Gestión de los servicios básicos de drenaje sanitario, agua potable y electricidad. Esta acción debe de ser gestionada por los propios habitantes y apoyada por las dependencias de la administración pública con la ejecución de los PPG como el PSDS, que dentro de sus objetivos busca contribuir a un entorno digno que propicie el desarrollo a través de la mejora en los servicios básicos, la vivienda y la infraestructura social; el PSDATU que plantea crear las condiciones para acercar los beneficios de la urbanización a las localidades rurales para fomentar un mayor acceso a servicios públicos; y el PNH que tiene como línea de acción incrementar la cobertura de los servicios de agua potable y alcantarillado en zonas rurales privilegiando a la población vulnerable.
4. Ampliación del padrón de personas con acceso a servicios de salud. Para apoyar en la implementación de esta medida existen algunos PPG que tienen estrategias enfocadas en mejorar la situación en salud e incrementar el acceso de la población a estos servicios. Al respecto, el PSDS plantea ampliar las capacidades de salud de las personas pobres; y el PSS pretende avanzar en la construcción de un Sistema Nacional de Salud Universal bajo la rectoría de la Secretaría de Salud.
5. Promoción de los programas de apoyo para el fortalecimiento agrícola. Existen diversos apoyos que son esenciales para los productores agrícolas. La mayoría de ellos pueden consultarse en la página web de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (Sagarpa) o en el PSDAPA. Anualmente se publican en el Diario Oficial de la Federación las reglas de operación para acceder a estos apoyos. Algunos componentes que tiene en operación la Sagarpa y que aplicados oportunamente pueden apoyar en la implementación de esta medida son el productivo, agroproducción integral, reconversión y productividad (PROAGRO); producción intensiva y cubiertas agrícolas (PROCURA); incentivos para productores de maíz y frijol (PIMAF); agroincentivos, innovación para el desarrollo tecnológico aplicado (IDETEC); tecnificación de riego, modernización sustentable de la agricultura tradicional (MASAGRO) y recursos genéticos agrícolas (RGA).
6. Diversificación de cultivos. Una mayor diversificación implica menor vulnerabilidad, debido a que diferentes cultivos son impactados de diferente manera por la variabilidad y el CC. Los actores clave para esta acción son los productores agrícolas y el gobierno federal a través de la Sagarpa. En este sentido, el PSDAPA fomenta la reconversión productiva y tecnológica hacia cultivos con menores requerimientos hídricos y mayor demanda en el mercado.
7. Uso de variedades adaptadas a las nuevas condiciones climáticas. Se requiere de semillas mejoradas de variedades tolerantes a temperaturas muy altas o muy bajas y a plagas y enfermedades presentes y futuras; así como variedades con menos requerimientos hídricos. Esta acción la han estado desarrollando los propios productores; sin embargo, es necesario que el gobierno y las compañías transnacionales productoras de semilla también se involucren ya que el precio de semillas mejoradas es elevado. Algunos PPG que tienen apoyos son el PDP que facilita el acceso a semillas mejoradas y el PSDAPA que administra tres componentes que apoyan a los productores con semilla mejorada (PIMAF, MASAGRO y RGA).
8. Promoción del crédito y seguro agrícolas. Es una acción fundamental debido a que el financiamiento constituye una palanca del desarrollo que impulsa la capitalización y la productividad; a su vez, el seguro protege la producción agrícola tanto de los riesgos de mercado como de los climáticos. Dentro de las estrategias e instrumentos que pudieran otorgar mayor certidumbre a la actividad agrícola, los gobiernos federal y estatal a través del PSDAPA pretenden instrumentar un seguro al ingreso que incorpore la cobertura climática a la producción y a los precios. Para atender las afectaciones provocados por los desastres naturales cuenta con el seguro catastrófico y apoyos directos a productores fuera de la cobertura.
9. Gestión para la construcción de nueva infraestructura de riego y rehabilitación de la ya existente. Los actores clave para la implementación de esta acción son el gobierno federal por conducto de la Comisión Nacional del Agua (distritos de riego) y la Sagarpa, las Asociaciones de Usuarios Productores Agrícolas (módulos de riego) y los productores. Al respecto, el PNH pretende la tecnificación del riego, el mejoramiento de eficiencias, así como la ampliación, rehabilitación y conservación de la infraestructura. El PSDAPA contempla la aplicación de tecnologías para el uso de sistemas de riego parcelario eficientes, construcción de sistemas de drenaje parcelario y su modernización y la rehabilitación de los Distritos y Unidades de Riego.
10. Cambios en el calendario de los cultivos. La acción consiste en: a) mover el periodo de siembra (retrasar o adelantar) para evitar la presencia de periodos críticos en el desarrollo de las etapas fenológicas y así minimizar la reducción del rendimiento en los cultivos y su exposición a altas poblaciones de plagas insectiles; y b) alterar el programa convencional de aplicación de insumos, ya que con el aumento de la temperatura, se acelerarán los procesos fisiológicos de la planta y como consecuencia la tasa en que

se presentan las etapas fenológicas de los cultivos. Por tal razón, los productores deben ajustar el calendario de aplicación del riego, los fertilizantes y los pesticidas. Su implementación corresponde a los productores con el apoyo de las instituciones de investigación locales y al gobierno.

11. Implementación de la agricultura protegida. Se refiere al cultivo bajo invernaderos para minimizar los daños generados por heladas, granizadas, olas de calor, lluvias torrenciales, plagas, etc. El Gobierno y los productores deben trabajar juntos en las acciones para implementar la agricultura protegida. Al respecto, el PSDAPA maneja apoyos para la obtención de este tipo de infraestructura a través del componente PROCURA.

DISCUSIÓN

La vulnerabilidad agrícola ante el CC en Guasave es explicada, en orden de relevancia, por la sensibilidad, la exposición y la capacidad adaptativa. En este sentido, el municipio es sensible al CC y está medianamente expuesto, pero se compensa con una alta capacidad adaptativa. De las 37 variables utilizadas, solamente cuatro mostraron correlaciones significativas con la vulnerabilidad total; dos relacionadas con factores socioeconómicos y las otras dos con factores climáticos. Asimismo, al hacer el análisis por nivel de vulnerabilidad se encontró que 14 variables (incluidas las cuatro anteriores) tienen influencia en AGEBs vulnerables. En su mayoría, estas variables están relacionadas con factores socioeconómicos y climáticos. Esto concuerda con lo mencionado por [Heltberg & Bonch-Osmolovskiy \(2011\)](#) y [Malik et al. \(2012\)](#) respecto a que la vulnerabilidad global al CC depende principalmente de las condiciones socioeconómicas. Asimismo, y en relación con los factores climáticos, este tipo de factores es el que regularmente ha estado afectando la agricultura local, ya que los principales desastres asociados a eventos extremos corresponden a inundaciones, sequías, granizadas, vientos y heladas, los cuales han ocasionado severos daños en los cultivos agrícolas de la región ([SIAP, 2014](#)). De esta manera, en el municipio existen poblaciones y cultivos agrícolas sensibles, los cuales son afectados por fenómenos extremos como sequías y bajas temperaturas.

La mayoría de las acciones o medidas de adaptación recomendadas en esta investigación tienen como base los derechos fundamentales consagrados en el artículo 3 y 4 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos que establecen que toda persona tiene derecho a la educación, a la alimentación nutritiva, suficiente y de calidad, a la protección de la salud, a un medio ambiente sano para su desarrollo y bienestar, al acceso, disposición y saneamiento de agua para consumo personal y doméstico

en forma suficiente, salubre, aceptable y asequible, a la cultura, y que toda familia tiene derecho a disfrutar de vivienda digna y decorosa; así como en su artículo 25, que establece que el desarrollo debe ser integral y sustentable, y en sus leyes que reglamentan en esta materia, hacen operativos estos mandatos a través de los PPG.

En México se tiene un marco legal bien definido, el cual ha sufrido cambios dependiendo de las prioridades y enfoques que en las diferentes épocas han marcado su rumbo, hasta llegar en la última década a la incorporación del cambio climático. En el marco institucional para la gestión de recursos para el medio rural las secretarías de estado clave (Sedesol y Sagarpa) tienen una estructura institucional consolidada producto de una evolución de al menos cuarenta años, con procedimientos que han ido mejorando de acuerdo a las necesidades afrontadas, lo cual enriquece la elaboración de sus programas sectoriales al identificar y atender las prioridades y necesidades de la población rural. No menos importante es su vinculación con las secretarías de Hacienda y Crédito Público, de Medio Ambiente y Recursos Naturales, de Energía, de Economía, de Comunicaciones y Transportes, de Salud y de Desarrollo Agrario Territorial y Urbano que integran la Comisión Intersecretarial de Cambio Climático y que a su vez tienen sus propios programas sectoriales en los cuales incluyen las políticas de mitigación y adaptación al CC y los lineamientos para su instrumentación, así como las líneas específicas para atender las necesidades del campo mexicano en esta materia.

Sobre las medidas de adaptación propuestas, se puede discutir que la situación de la población rural se caracteriza por la persistencia de bajos ingresos y de bajo crecimiento de la actividad económica. Guasave no es la excepción; su PEA representa el 36.8%, trabajando mayormente en actividades del sector primario. Ante esta situación surge el reto de fortalecer los ingresos de la población rural y que estos no sean tan dependientes de la agricultura, actividad vulnerable a la variabilidad y al CC. En este sentido, [Bradshaw et al. \(2004\)](#) consideran que la diversificación de actividades es una opción potencial para lograrlo. Asimismo, los programas sociales son de gran ayuda. El objetivo de los programas sociales es mejorar la calidad de vida de las personas de bajos recursos pero en muchas ocasiones terminan como una acción altruista de los gobiernos. Entre los programas sociales que ejecuta la Sedesol y que representan apoyos para la población rural del municipio, se pueden mencionar el Programa de Pensión para Adultos Mayores; el Programa Seguro de Vida para Jefas de Familia; el PROSPERA, Programa de Inclusión Social, el Programa de Empleo Temporal y el Programa de Opciones Productivas.

Mejorando las condiciones socioeconómicas de la población es posible disminuir la vulnerabilidad al cambio

climático en cualquier región (Heltberg & Bonch-Osmolovskiy, 2011; Malik *et al.*, 2012). El que las personas habiten y realicen sus actividades cotidianas en un entorno digno con acceso a servicios básicos en las viviendas y servicios de salud es una condición necesaria para mejorar su calidad de vida y con ello disminuir su vulnerabilidad. Guasave cuenta con 704 localidades rurales con 25 000 viviendas que requieren servicios básicos; sin embargo, los recursos asignados al municipio son insuficientes para proporcionárselos. En las siete AGEs vulnerables existen 12 000 viviendas, el 39% de ellas carecen de agua potable, el 5.4% de electricidad y el 92% de drenaje. Con respecto a los servicios de salud, el 21.2% de los habitantes del medio rural del municipio carece de acceso a estos servicios (INEGI, 2010a).

En cuestiones agrícolas, el gobierno federal a través de la Sagarpa, cuenta con programas que se traducen en apoyos de diversos tipos para los productores. Sin embargo, en muchas ocasiones estos no benefician a quienes más los necesitan, porque se desconoce su existencia o la forma de acceder a ellos, razón por lo que es necesaria su promoción. La mayoría de las medidas de adaptación identificadas pueden ser apoyadas por este tipo de instrumentos, algunos de ellos ya se están convirtiendo en apoyo (Sagarpa, 2015). Sin embargo, desde la percepción de los productores, su aplicación tiene algunos problemas asociados como la falta de información disponible, la burocracia y la corrupción, entre otros.

La diversificación de cultivos y la utilización de variedades mejoradas son algunas medidas que pueden ser apoyadas por este tipo de programas. Además, son dos estrategias potenciales para minimizar el impacto del CC en la agricultura (Bradshaw *et al.*, 2004; Byjesh *et al.*, 2010; Eyshi *et al.*, 2015; Ojeda *et al.*, 2012). Dichas estrategias deben enfocarse en el cultivo de variedades adaptadas a las nuevas condiciones del CC, de política y de mercado para que su producción sea rentable, ya que los productores tienen la percepción de que el cultivo de maíz es el más provechoso, por lo que no necesitan experimentar con nuevos cultivos; además, señalan que a la reconversión promovida desde el gobierno se asocian problemas como la falta de comercialización de los productos cosechados y el incumplimiento de los apoyos pactados. Las nuevas variedades de semilla mejorada ya se están desarrollando en el mundo en cultivos básicos como el maíz, el frijol, el arroz y el sorgo. Asimismo, en México algunos centros de investigación, entre ellos el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias, están desarrollando variedades resistentes a factores adversos (Sagarpa, 2015).

En relación con el financiamiento, el seguro y la infraestructura agrícola, es importante mencionar que el

acceso al crédito y la contratación del seguro es una práctica común en la mayoría de los productores del municipio por el tipo de agricultura y los riesgos asociados. Sin embargo, todavía existen productores que no tienen esta cultura debido a los costos relacionados, ya que la alta vulnerabilidad del sector agrícola a los riesgos climáticos y de mercado provoca que el financiamiento para el sector sea insuficiente y caro (DOF, 2013). En cuestiones de infraestructura, el 81% de la superficie territorial del municipio es agrícola y con acceso al riego. Sin embargo, la eficiencia en el uso del agua es baja debido al mal estado de la infraestructura y al manejo ineficiente del agua que realizan los productores. De acuerdo con Ojeda *et al.* (2012), es necesario contar con infraestructura de riego eficiente, tanto en la red hidráulica como en las parcelas de cultivo con el propósito de optimizar el uso del agua para riego.

Los cambios en el calendario de los cultivos (Byjesh *et al.*, 2010; El-Afandi *et al.*, 2010; Ojeda *et al.*, 2012) y la agricultura protegida (Ojeda *et al.*, 2012) son dos opciones viables para enfrentar la alteración en los factores ambientales provocada por el cambio climático. En el primer caso, se evitan los periodos críticos en el desarrollo de las etapas fenológicas de los cultivos. En el segundo caso, se controlan las condiciones ambientales y se utilizan eficientemente los insumos agrícolas. No obstante, la agricultura protegida puede tener algunos problemas asociados a los costos de operación. En el área de estudio ya existe este tipo de infraestructura; sin embargo, es necesaria una mayor difusión para acceder a los apoyos de este rubro, así como a los beneficios asociados y los tipos de cultivos que pueden desarrollarse bajo invernadero. De esta manera, una mayor cantidad de productores podría aplicar eficientemente esta nueva tecnología agrícola.

Del análisis de los PPG se desprende que existen en ellos objetivos, estrategias y líneas de acción para apoyar con recursos económicos y materiales a la población asentada en el medio rural y que depende básicamente de la agricultura como es el caso del municipio de Guasave, por lo cual se considera que existen los medios para la implementación oportuna de las medidas de adaptación propuestas. Sin embargo, su implementación dependerá de la gestión local y de la aplicación efectiva de los PPG, en el entendido de que en la práctica estos instrumentos presentan diversas fallas. Gobierno y sociedad son copartícipes y tienen un papel importante para el éxito de la adaptación al CC de la agricultura regional, ya que como mencionan Torres, Cruz & Acosta (2011), la adaptación de la agricultura ha permanecido restringida por la ausencia o débil apoyo de las instituciones gubernamentales regionales y la falta de interacción entre ellas. Asimismo, Sosa (2015) señala que las estrategias de adaptación han sido limitadas por la falta de participación y concientización de la sociedad sobre el CC, por los malentendidos entre las dependencias de gobierno

y por la mala coordinación y colaboración entre los sectores involucrados. No obstante, es importante señalar que las cuestiones sobre la adaptación al CC en México son relativamente nuevas, por lo cual se requiere de un aprendizaje tanto de las dependencias de gobierno como de la población e instituciones académicas, entre otros. La presente aportación puede servir de apoyo para los actores involucrados para fomentar el trabajo de una manera más colaborativa y coordinada, puesto que regionalmente ya son más evidentes los fenómenos adversos provocados por el CC y las consecuentes afectaciones a la seguridad alimentaria local y nacional, debido a los daños provocados en el sector agrícola del municipio de Guasave.

CONCLUSIONES

Las políticas de adaptación adecuadas pueden contribuir a la reducción de los impactos provocados por el CC en la actividad agrícola. La primera etapa es la determinación de vulnerabilidades a nivel local identificando las áreas agrícolas vulnerables al CC, así como los factores causales de su vulnerabilidad. La segunda es la identificación de medidas de adaptación adecuadas que ayuden a minimizar los impactos provocados por el CC. Por último, es importante la identificación de apoyos e incentivos programados como parte de las actividades de las secretarías de estado y los gobiernos estatal y municipal que aplicados oportunamente apoyen la implementación de las medidas de adaptación requeridas.

Con la utilización de la escala espacial fina (AGEB rural), se identificaron 11 medidas de adaptación al CC aplicables para el caso de estudio de la actividad agrícola de Guasave, Sin., un municipio de gran importancia agrícola en México. Las medidas de adaptación identificadas aplican para siete AGEBS clasificadas con vulnerabilidad muy alta, alta y media. De esta manera es factible disminuir la vulnerabilidad en AGEBS vulnerables y avanzar en el proceso de adaptación del sector agrícola local.

La vulnerabilidad agrícola ante el CC en este municipio es explicada, en orden de relevancia, por la sensibilidad, la exposición y la capacidad adaptativa. En este sentido, para que estas siete AGEBS sean vulnerables, intervienen principalmente 14 variables (ocho de sensibilidad, cuatro de exposición y dos de capacidad adaptativa), la mayoría relacionadas con factores sociales y climáticos. En el primer caso, se puede disminuir la vulnerabilidad a través del mejoramiento de las condiciones socioeconómicas; en el segundo, la vulnerabilidad se puede reducir mejorando la capacidad de adaptación. Por tal razón, las medidas de adaptación propuestas se enfocan hacia la mejora de las

condiciones socioeconómicas, a la construcción y mejora de infraestructura y tecnología agrícola y al cambio de comportamiento de la sociedad.

Las medidas propuestas tienen como base los derechos fundamentales de los mexicanos consagrados en los artículos 3 y 4 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos y en sus leyes que reglamentan en la materia. Su implementación oportuna puede estar apoyada por la operación eficaz de los PPG que involucran recursos económicos y materiales para el fortalecimiento de la capacidad adaptativa del sector agrícola. Estos PPG pueden ayudar a disminuir la sensibilidad y a mejorar la adaptación de la población rural en alguna condición de vulnerabilidad ante el CC. El éxito o fracaso en la implementación de las acciones de adaptación propuestas para el caso de estudio que se presenta depende en gran medida de la gestión local y de la aplicación efectiva de los PPG.

REFERENCIAS

- Ahumada, R., Velázquez, G., Rodríguez, H., Flores, E., Félix, R., Romero, J., & Granados A. (2015). An indicator tool for assessing local vulnerability to climate change in the Mexican agricultural sector. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change, Springer, 22*(1), 137-152. doi 10.1007/s11027-015-9670-z
- Ayuntamiento de Guasave. (2014). *Información de Guasave*. Recuperado el 30 de junio de 2014 de http://guasave.gob.mx/sitio/index.php?option=com_content&view=category&id=150&Itemid
- Banco Mundial. (2007). *Agriculture for development*. Washington, DC: The International Bank for Reconstruction and Development/ The World Bank.
- Bradshaw, B., Dolan, H., & Smit, B. (2004). Farm-level adaptation to climatic variability and change: crop diversification in the Canadian prairies. *Climatic Change, 67*(1), 119-141.
- Byjesh, K., Kumar, S., & Aggarwal, P. (2010). Simulating impacts, potential adaptation and vulnerability of maize to climate change in India. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change, 15*(5), 413-431.
- Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Baja California (CICESE). (2014). *Compuestos diarios en malla del CLICOM*. Recuperado el 30 de mayo de 2014 de <http://clicom-mex.cicese.mx/malla>
- Diario Oficial de la Federación (DOF). (2012). *Ley General de Cambio Climático*. México: DOF.
- Diario Oficial de la Federación (DOF). (2013). *Programa sectorial de desarrollo agropecuario, pesquero y alimentario 2013-2018*. México: DOF.
- Diario Oficial de la Federación (DOF). (2014). *Programa Especial de Cambio Climático 2014-2018*. México: DOF.

- Domínguez, M., Borrell, C., López, R., & Pastor, V. (2005). Mortality and socioeconomic deprivation in census tracts of an urban setting in Southern Europe. *Journal of Urban Health* 82(2), 225-236.
- El-Afandi, G., Khalil, F., & Ouda, S. (2010). Using irrigation scheduling to increase water productivity of wheat-maize rotation under climate change conditions. *Chilean Journal of Agricultural Research*, 70(3), 474-484.
- Eyshi, E., Gaiser, T., Siebert, S., & Ewert, F. (2015). Adaptation of crop production to climate change by crop substitution. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 20(7), 1155-1174.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (2013). *Climate-smart agriculture sourcebook*. Roma, Italia: FAO.
- Heltberg, R., & Bonch-Osmolovshiy, M. (2011). Mapping vulnerability to climate change. *Policy Research Working Paper*, 5554.
- Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC). (2015). *Efectos del Cambio Climático en México*. Recuperado el 13 de mayo de 2015 de <https://www.gob.mx/inecc/acciones-y-programas/efectos-del-cambio-climatico>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2010a). *Censo General de Población y Vivienda 2010*. México D. F.: INEGI.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2010b). *Manual de cartografía geoestadística*. Aguascalientes, México: INEGI.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2013). Summary for Policymakers. En Stocker, T., Qin, D., Plattner, K., Tignor, M., Allen, S., Boschung, J., Nauels, A., Xia, Y., Bex, V. & Midgley, P. (Eds.). *Climate Change 2013: The Physical Science Basis* (pp. 3-32). New York, NY: Cambridge University Press.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2014). Summary for policymakers. En Field, C., Barros, V., Dokken, J., Mach, K., Mastrandrea, M., Bilir, T., Chatterjee, M., Ebi, K., Estrada, Y., Genova, R., Girma, B., Kissel, E., Levy, A., MacCracken, S., Mastrandrea, P. & White, L. (Eds.). *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability* (PP.1-32). New York, NY: Cambridge University Press.
- Malik, S., Awan, H., & Khan, N. (2012). Mapping vulnerability to climate change and its repercussions on human health in Pakistan. *Globalization and Health*, 8(31). Recuperado el 30 de enero de 2014 de: <http://www.globalizationandhealth.com/content/8/1/31>
- Monterroso, A., Conde, C., Gay, C., Gómez, D., & López, J. (2014). Two methods to assess vulnerability to climate change in the Mexican agricultural sector. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 19(4), 445-461.
- Moreno, A., & Becken, S. (2009). A climate change vulnerability assessment methodology for coastal tourism. *Journal of Sustainable Tourism*, 17(4), 473-488.
- Ojeda, W., Sifuentes, E., Rojano, A., & Iñiguez, M. (2012). Adaptación de la agricultura de riego ante el cambio climático. En Polioptro, F., Martínez, C. & Patiño, C. (Eds.). *Adaptación al cambio climático: efectos del cambio climático en los recursos hídricos de México: volumen IV*. Jiutepec, Morelos, México: Instituto Mexicano de Tecnología del Agua.
- Salazar, A., & Masera, O. (2010). *México ante el cambio climático. Resolviendo necesidades locales con impactos globales*. México: Unión de Científicos Comprometidos con la Sociedad, A.C.
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (Sagarpa). (2015). *Padrones de beneficiarios*. Recuperado el 11 de marzo de 2015 de <http://www.sagarpa.gob.mx/agricultura/Paginas/Padrones.aspx>
- Secretaría de Desarrollo Social (Sedesol). (2015). *Padrón de beneficiarios*. Recuperado el 15 de marzo de 2015 de http://www.Sedesol.gob.mx/es/Sedesol/Padron_de_Beneficiarios
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). (2014). *Cierre de la producción agrícola por cultivo*. Recuperado el 11 de abril de 2014 de <http://www.siap.gob.mx/>
- Sosa, F. (2015). Política del cambio climático en México: avances, obstáculos y retos. *Revista Internacional de Estadística y Geografía*, 6(2), 4-23.
- Torres, P. Cruz, J., & Acosta, R. (2011). Vulnerabilidad agroambiental frente al cambio climático: Agendas de adaptación y sistemas institucionales. *Política y Cultura*, 36, 205-232.