



Vulnerabilidad climática y situación socioambiental: **percepciones** en una **región semiárida** del noreste de México

Climate vulnerability and socio-environmental situation: perceptions in a semi-arid region of northeastern Mexico

Thania Gabriela López-García¹ y Mario G. Manzano^{2*}

¹ Programa Doctorado en Ciencias de Ingeniería, Especialidad en Sistemas Ambientales y Energía. Escuela de Ingeniería y Ciencias. Tecnológico de Monterrey, Campus Monterrey, México.

² Escuela de Ingeniería y Ciencias, Tecnológico de Monterrey, Campus Monterrey, México.

* Autor de correspondencia. mario.manzano@itesm.mx

RESUMEN

Las interacciones del clima y los recursos naturales con el deterioro ambiental y social son analizadas en este estudio de la región semiárida del Valle de Galeana en el noreste de México. La historia de desarrollo de la región fue construida con base en entrevistas y encuestas. Las percepciones de los campesinos respecto a la vulnerabilidad al cambio climático, al uso del agua y a la posibilidad de adaptación también fueron analizadas. El problema de mayor impacto en la región es la sequía y la pérdida de recursos hídricos cuya única fuente de abastecimiento es el agua del acuífero. Se discute la importancia de las fuentes directas de información y la interacción con actores locales en la construcción de diagnósticos, alineación de apoyos y agendas de desarrollo rural.

PALABRAS CLAVE: adaptación climática, percepciones sociales y ambientales, recursos hídricos.

ABSTRACT

Interactions of climate and natural resources with environmental and social deterioration are analyzed in this study of an arid region of northern Mexico known as Galeana Valley. The story of the social development of the region was constructed through face-to-face interviews. The perceptions of farmers regarding vulnerability to climate change, water use and the possibility of adaptation were also analyzed. The main problems in the region arising from the analysis are drought and the depletion of hydrological resources, for which the aquifers are the only source of supply. The importance of direct sources of information and interaction with local stakeholders for creating diagnostics, aligning assistance and agendas of rural development is discussed.

KEYWORDS: climate adaptation, environmental and social perceptions, water resources.

INTRODUCCIÓN

Gran parte de los estudios sobre las percepciones de los diferentes grupos sociales respecto a temas ambientales han concluido de manera generalizada que, con el fin de lograr una adaptación efectiva ante diferentes situaciones de cambio, no solo es necesario incluir y valorar el conocimiento tradicional ecológico de los grupos locales, sino que además, es necesaria la integración de este conocimiento con los avances científicos y aspectos normativos. Esta afirmación ha sido considerada en investigaciones

sobre las percepciones de diferentes grupos como granjeros en Ghana (Yaro, 2013), grupos étnicos en Bolivia (Boillat y Berkes 2013), comunidades locales en India (Halder *et al.*, 2012), turistas (March *et al.*, 2013) y pobladores en Papua, Indonesia (Boissière *et al.*, 2013).

En México, no obstante que los estudios al respecto no han sido numerosos, algunos de ellos (Arizpe y Velásquez, 1993; Gerritsen *et al.*, 2003; Lazos y Paré, 2000) han logrado mejorar el nivel de comprensión entre los procesos sociales y ambientales relacionados con la degradación del

medio, los cambios del clima, así como las consecuencias y futuras proyecciones ante cambios globales.

Por lo tanto, el conocimiento tradicional ecológico, es considerado un elemento clave en el desarrollo de las capacidades adaptativas para los grupos vulnerables ante las variables climáticas (Berkes *et al.*, 2000). En México, este tipo de investigación ha sido desarrollada desde un punto de vista antropológico con el propósito principal de descifrar cómo los diferentes grupos sociales interpretan su ambiente y la degradación del mismo (Durand, 2008).

El análisis del contexto histórico, por otra parte, permite en buena medida conocer las razones por las que una comunidad es vulnerable a eventos climáticos específicos, así como las estrategias con las que han podido enfrentar algún evento desastroso. Esto podría explicar por qué algún grupo social no tiene la capacidad de aplicar medidas o estrategias que han probado ser suficientemente exitosas en otras regiones o épocas (Conde, 2007).

Magrin *et al.* (2007) han logrado identificar que en las últimas décadas, en diversos países de América Latina, han ocurrido cambios importantes en los patrones de precipitación e incrementos de temperatura; destacando además que los cambios en el uso del suelo han intensificado la explotación de los recursos naturales y agravado algunos procesos de degradación de suelos.

Lo anterior detona la necesidad de conocer el grado al que un sistema o grupo de personas es vulnerable ante efectos adversos del cambio climático, incluyendo variabilidad climática y los eventos extremos. La vulnerabilidad en tales situaciones, debe ser entendida como una función del tipo, magnitud y tasa del cambio climático y de las variaciones a las cuales está expuesto el sistema, a su sensibilidad y a su capacidad adaptativa (Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático-Grupo de trabajo I, 2001). De acuerdo con Magaña *et al.* (2004), las zonas áridas y semiáridas de México son altamente vulnerables al cambio climático, debido a los cambios en los patrones de precipitación, los cuales pueden resultar en sequías prolongadas, o bien, por la variabilidad climática inducida por el efecto de El Niño, resultando invariablemente

en pérdidas en la producción agrícola, incendios forestales y otros eventos naturales de tipo catastrófico.

La motivación de la presente investigación surge en parte de las problemáticas planteadas en los hallazgos de investigación que han sido referidos, pero principalmente emerge de la necesidad de documentar y difundir casos locales utilizando información directa, recogiendo las percepciones de los actores locales en una región caracterizada por complejas situaciones que la hacen vulnerable a las diversas manifestaciones de los patrones climáticos.

La zona de estudio en donde se ha desarrollado la presente investigación se ubica en una región del municipio de Galeana, al sur del estado Nuevo León, México. En esta región, según los escenarios de cambio climático analizados en el Programa Estatal de Acción Climática de Nuevo León, se prevé un incremento en las temperaturas mínimas y máximas de entre 0.5 °C y 3 °C para el año 2080 respecto al escenario base (1960-1990), y una disminución de la precipitación de 0% a 9.7% (PACCNL, 2010). Esto detona la necesidad de desarrollar estrategias de adaptación efectivas, rescatando la historia de la vulnerabilidad y acciones de adaptación tradicionales. A la vez, se requiere una toma de decisiones para un desarrollo incluyente, en donde primordialmente los productores agrícolas marginales obtengan los medios de producción más convenientes y los criterios que desde el punto de vista técnico, socioeconómico y ambiental les confieran mayores fortalezas y capacidades para lidiar con las incertidumbres asociadas a la variabilidad climática y al cambio climático. Se considera que los impactos asociados al cambio climático son un nuevo reto que deberá ser afrontado en primera instancia por las comunidades rurales, un sector con una alta exposición y niveles de riesgo climáticos sobre sus procesos productivos, tal como lo han identificado Bellon *et al.* (2011); Heakin (2005) y Vásquez-León *et al.* (2003) para comunidades del centro, norte y sur de México.

OBJETIVOS

Destacar la importancia de la perspectiva local para la identificación y análisis de las problemáticas asociadas a la vulnerabilidad climática y el desarrollo de capacidades



de adaptación, en comunidades del Valle de Galeana, Nuevo León, México.

MATERIALES Y MÉTODOS

Zona de estudio

La zona de estudio se encuentra en la zona central del municipio de Galeana, Nuevo León, localizada entre los paralelos 25°15' y 24°15' norte y meridianos 99°50' y 100°50' longitud oeste, con altitudes que varían de los 1000 m y 2200 m snm, esta región forma parte del altiplano mexicano, dentro del desierto chihuahuense (Fig. 1).

El clima predominante es del tipo seco, con precipitación y temperatura media anual, entre los 300 mm y 400 mm y 16 °C a 17 °C, respectivamente, en las zonas bajas; en tanto que en altitudes mayores la temperatura desciende a valores entre 14 °C y 16 °C y la precipitación entre los 400 mm y 500 mm.

Los recursos hídricos son limitados, ya que al no existir fuentes naturales de agua superficial, la única fuente de abastecimiento es el agua proveniente del manto freático. Según los estudios técnicos sobre la disponibilidad de agua del acuífero Navidad-Potosí-Raíces (Comisión Nacional del Agua, 2009), durante los años 1978-2000 el volumen de agua concesionado por la autoridad fue mayor que la recarga hacia el acuífero, lo que ha resultado en una disminución de los niveles estáticos de aproximadamente 0.9 metros anuales, por lo que se le considera un acuífero sobre explotado.

Esta situación de escasez hídrica se caracteriza por la sobre extracción por medio de pozos para abastecer a las zonas de cultivo intensivo que se desarrollan en la región, y es además un factor importante que afecta a las comunidades rurales que habitan en la zona, ya que la calidad y cantidad del recurso ha disminuido con el tiempo, de acuerdo con Conagua (2009).

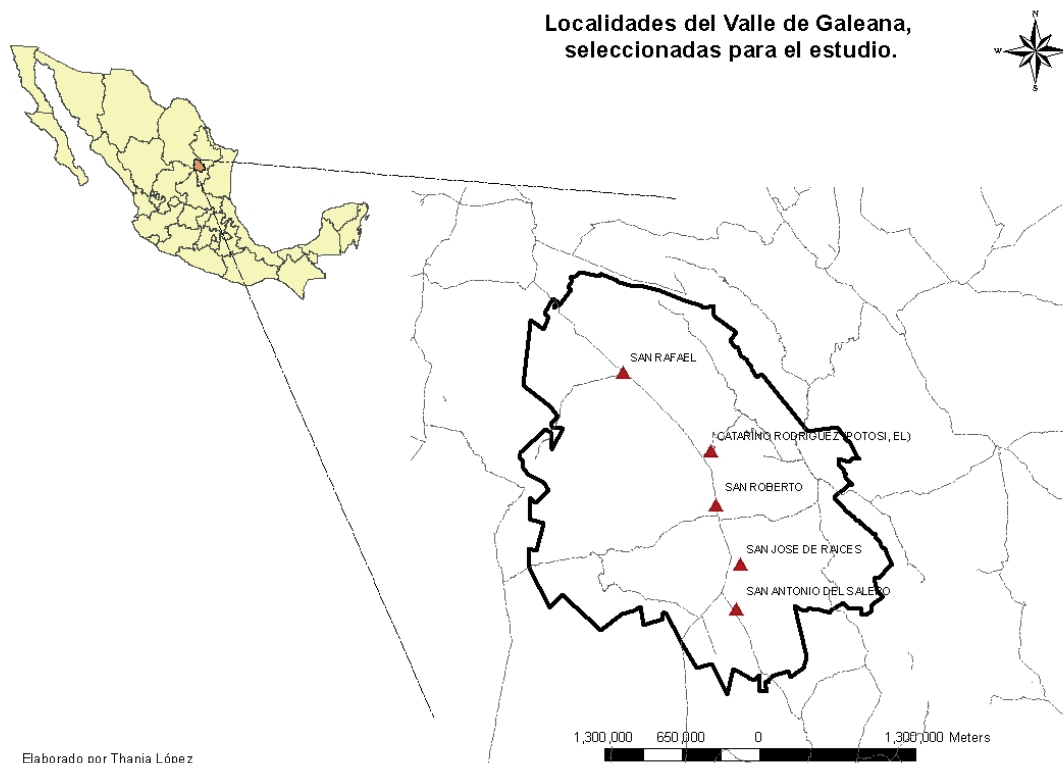


FIGURA 1. Localización de las comunidades estudiadas

El ecosistema natural es considerado de alto valor ecológico, debido a la presencia de especies emblemáticas, algunas de ellas bajo estatus de protección por la normatividad mexicana (Scott *et al.*, 2004; Cotera y Scott 2000; Semarnat, 2010). La vegetación en estas áreas presenta altos índices de endemismos, principalmente por la presencia de vegetación halófila y gypsófila, distintiva de los suelos salinos/sódicos-yesoso (Estrada *et al.*, 2010). Debido a estas características, en esta región se encuentran áreas naturales protegidas de jurisdicción estatal.

La agricultura es una de las principales actividades económicas de la región; particularmente la agricultura intensiva a gran escala ha ocasionado efectos negativos en dos de tres zonas protegidas. Entre los años 2003 y 2005, 50% de la superficie del área natural protegida “La Hediondilla” y 400 ha de “La Trinidad” fueron convertidas a uso agrícola (Cruz Nieto, 2006). En esta región, también se producen variedades de maíz criollo en producción a menor escala, usado básicamente para autoconsumo y para alimento de animales de granja, a dicha variedad se le reconoce por tener además un valor cultural local (Saldaña, 2013; Consejo Nacional para la Cultura y las Artes, 2005).

El paisaje rural en la zona de estudio está compuesto por localidades rurales dispersas, una característica demográfica importante es la tendencia a la migración de las generaciones jóvenes principalmente hacia las zonas urbanas y hacia Estados Unidos, por lo que las comunidades están compuestas en su mayor proporción por personas mayores (de la Vega-Estrada, Téllez-Vázquez y López-Ramírez, 2010).

Método

En esta investigación se utilizaron métodos cualitativos para obtener la información directa por medio de entrevistas con los actores locales de la región, las cuales se llevaron a cabo durante el año 2011. Se aplicaron dos tipos de entrevista: una entrevista semiestructurada con actores clave y otra tipo encuesta a productores locales. El trabajo se complementó con una revisión bibliográfica, para documentar la historia regional reciente en cuanto al uso de los recursos naturales de la zona.

Las localidades de este estudio fueron seleccionadas por su relevancia en la economía local, su tamaño y su tradición como comunidades agrícolas. Éstas fueron San Rafael, Catarino Rodríguez (El Potosí)-Río Verde, San Roberto, San Antonio del Salero y San José de Raíces; estas comunidades se encuentran localizadas sobre un transecto de norte a sur, con acceso desde la carretera federal 57 (Fig. 1).

Las entrevistas semiestructuradas fueron aplicadas a actores locales como servidores públicos del gobierno federal (Comisión Nacional del Agua [Conagua] y Comisión Nacional Forestal, [Conafor]) y servidores públicos locales (Ayuntamientos locales y Comisariados Ejidales). Con los resultados de las entrevistas fue posible complementar el diseño de las encuestas, en las cuales se integraron preguntas de opción múltiple, diagramas y preguntas abiertas y cerradas; estas encuestas fueron aplicadas a los habitantes de las localidades de estudio, en su mayoría productores agrícolas oriundos del lugar; en total se aplicaron 35 encuestas. Las encuestas consideraron aspectos como el acceso a subsidios de gobierno, condiciones de vivienda, tipo de agricultura y productos, superficie dedicada a actividades agrícolas, impactos de la agricultura debidos a efectos del clima, fuentes y uso del agua, así como aspectos de su calidad; otro tema importante que se abordó fue el conocimiento en el tema de cambio climático, y las observaciones en el tiempo sobre las variables de temperatura y precipitación en la zona.

Otras variables consideradas en el desarrollo de las encuestas incluyeron temas de adaptación hacia situaciones de vulnerabilidad climática, aspectos como la obtención de ingresos extra por participación en programas de diferentes instituciones, actividades alternas a la agricultura, oportunidades de diversificación y venta de servicios, entre otros.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Descripción de las comunidades

La información recopilada en las comunidades de estudio indica que todas las personas encuestadas son o han



estado involucradas en actividades agropecuarias, muchas de ellas desde la niñez. El promedio de edad de la población que participó en las encuestas es de 52 años de edad, varones en su mayoría; en algunos casos se entrevistó a familias completas, todas ellas originarias de la región (Tabla 1).

Con respecto a las capacidades de adaptación de las personas que habitan las comunidades estudiadas, algunas características significativas están asociadas a su ubicación geográfica; la localidad de San Rafael, por ejemplo, en virtud de su ubicación sobre la carretera federal 57, posee una mayor diversidad de ocupaciones y actividades económicas que le confieren capacidades y ventajas sobre las demás comunidades.

Otros temas relacionados con las capacidades adaptativas que surgieron de las encuestas fueron el acceso a ingresos extra por actividades diferentes al campo y los apoyos de gobierno. Un ejemplo de éstos últimos es Procampo, programa del gobierno federal administrado por la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Recursos Pesqueros y Alimentos (Sagarpa), el cual es un apoyo con el que contó 100% de los entrevistados y por lo tanto es considerado el de mayor importancia. Otros programas de apoyo como los incentivos para conservación de biodiversidad (como el caso del perro de la pradera), otorgado por Pronatura, AC y el Pago por Servicios Ambientales Hidrológicos manejado por la Conafor; han fortalecido en algunos años las capacidades económicas de las comunidades, en particular de El Salero y Río Verde.

En el tema de la disponibilidad de agua, el ejido El Salero es el único sitio que cuenta con infraestructura para potabilización de agua por medio de una planta desalinizadora, la cual a través del proceso de ósmosis inversa, purifica el agua y abastece para uso doméstico a las familias de la localidad; esto se logró gracias a un programa desarrollado por la Comisión Nacional de Zonas Áridas (Conaza).

Antecedentes sobre el uso del agua y del suelo

Con la información obtenida en las entrevistas, se logró documentar las prácticas productivas y eventos relevantes en el pasado reciente, con la que fue posible analizar con mayor profundidad el contexto histórico de la región en relación con la manera y los medios con que se ha desarrollado el uso de los recursos suelo y agua, así como los impactos en la comunidad y el ambiente.

Destaca en dicho diagnóstico que en la década de los años cincuenta se formaron grupos de agricultores a quienes se les financió equipamiento agrícola con apoyos de gobierno; entre los beneficios que obtuvieron destaca la instalación de pozos de agua, tractores y compra de semillas. Las actividades de siembra se realizaban en las áreas de uso común, donde cada grupo era responsable de desarrollar las prácticas de cultivo. El auge de tales actividades resultó en el desmonte de grandes extensiones de vegetación natural, para su conversión al cultivo de trigo en un inicio.

Alrededor de las décadas de los años cincuenta y sesenta, el nivel estático del acuífero era tan alto que el agua

TABLA 1. Características de las localidades de estudio.

	Localidad	Ubicación geográfica	Altitud (msnm)	Población 2010	Nivel de marginación
1	San Rafael	25° 01'42.40" N, 100° 32'56.10" W	1909	2379	Medio
2	Catarino Rodríguez	24° 50'24.28" N, 100° 19'48.46" W	1890	1946	Bajo
3	El Salero	24° 27'54.00" N, 100° 15'16.23" W	1832	130	Alto
4	San Roberto	24° 41'54.43" N, 100° 17'59.23" W	1922	316	Alto
5	San José de Raíces	24° 43'02.47" N, 100° 14'51.81" W	1870	2365	Medio

Elaboración propia con información de Inegi y Conapo (2010)

afloraba a la superficie. Según testimonios de algunos entrevistados, en ciertas regiones se apreciaban sistemas de lagunas y cuerpos de agua en las áreas de pastizal, principalmente en la zona del Ejido Catarino Rodríguez; en particular se hizo mención de un cuerpo de agua que era utilizado por los pobladores locales como sitio de recreación.

La apreciación de los pobladores entrevistados es que, después de algunas temporadas de siembra intensiva de monocultivos, el suelo comenzó a perder su capacidad productiva y a degradarse; también se perdió la productividad de los pozos de agua, lo que condujo a problemas entre los miembros de los grupos y eventualmente al abandono de la actividad. Los pobladores se vieron en la necesidad de buscar nuevas formas de sustento. Se gestó también un problema de pérdida del tejido social, debido a disputas por la tenencia del equipamiento agrícola y mala administración de bienes, problema que con el tiempo fue empeorando y que persiste en la actualidad.

Una alternativa económica que se comenzó a desarrollar como opción económica por algunos productores de la región, consistió en rentar sus terrenos para uso agrícola a inversionistas provenientes de ciudades vecinas. La renta de tierras significó un ingreso seguro para los productores, quienes en algunos casos también rentaron los pozos de agua. Toda vez que un terreno era rentado, los inversionistas contaban con las capacidades económicas para el desarrollo intensivo de sistemas agrícolas, a través de la instalación de sistemas de riego y aplicación de agroquímicos a los cultivos, actividad que es realizada hasta la actualidad.

En algunos casos, los productores locales son empleados para realizar labores de cultivo, principalmente durante la época de cosecha; algunos de los principales productos que se manejan son papa, alfalfa, maíz; todos ellos con sistemas de riego sistematizados, siendo el *pivote central* el más empleado. Durante el 2011, en 3339.5 ha de las 5790 ha sembradas para agricultura de riego en el municipio de Galeana, se empleó como sistema de riego el pivote central, lo que corresponde a 58.63% del total (datos comparativos del Instituto Nacional de Estadística y Geografía [Inegi] e información proporcionada en el Distrito de Desarrollo Rural de Galeana). Por otro lado,

se mantiene la agricultura de temporal por parte de pequeños productores locales, quienes de manera tradicional y bajo esquemas de agricultura en lotes de siembra obtienen productos para autoconsumo, entre los que destacan diversas variedades de maíz criollo y frijol; según datos del Inegi, para el año 2011 solo 22% de la agricultura del municipio se realizaba bajo régimen de temporal.

Como consecuencia de la sequía registrada en el año 2011 se dejaron de sembrar 50 000 ha de maíz y frijol, siendo Galeana uno de los municipios más afectados, junto con Mier y Noriega, Doctor Arroyo y Zaragoza, lo que resultó en una declaratoria de desastre emitida por la Conagua. El gobierno de Nuevo León tuvo que erogar alrededor de 72 millones de pesos en programas emergentes (Ortega-Gaucín, 2012). Debido a lo anterior y a los antecedentes de pérdida del tejido social, muchos productores locales han diversificado sus opciones de empleo. Es común encontrar que hoy día, además de las labores del campo, los pobladores se dedican a atender negocios como vulcanizadoras, talleres, restaurantes, a trabajar como empleados o a ocupar puestos públicos. Las actividades de tipo servicios han prosperado en el caso del Ejido San Rafael por encontrarse ubicado sobre la Carretera 57. Es probable que de estas situaciones se derive un impacto en los ciclos de cultivo y el abasto de alimentos producidos en la región; por lo que es necesaria una investigación socioeconómica más específica con otro tipo de variables.

Los mismos encuestados mencionaron que un gran problema que enfrentan al rentar las tierras de cultivo a inversionistas, es que después de terminar un ciclo de siembra, principalmente cuando se cultiva papa, el suelo se vuelve improductivo; por lo que buscan nuevas zonas y dejan esas áreas en condiciones no aptas para el cultivo y con alta susceptibilidad a la erosión. Será conveniente profundizar en tales problemáticas desarrollando estudios de fertilidad de suelos, así como diagnósticos sobre su erodabilidad e impactos potenciales asociados.

La sequía y la degradación del suelo, factores que incrementan la vulnerabilidad

Durante el desarrollo de las encuestas, la pregunta inicial correspondió a una pregunta abierta sobre los factores y



problemas que han afectado a las labores del campo durante los últimos años. La mayoría de las respuestas indicaron que la sequía es el factor principal que afecta la productividad agrícola. Otros factores que fueron referidos en las respuestas se dividieron en cuatro aspectos principales: climáticos, sociales, técnicos y económicos (Tabla 2).

De acuerdo con los entrevistados, la sequía es el principal factor que afecta a la agricultura de temporal que desarrollan los productores locales, seguido de la presencia de plagas agrícolas. En el caso de los pocos productores locales que tienen pozos de agua, mencionaron que los altos costos de la energía eléctrica empleada en los sistemas de riego provocan que la actividad agrícola sea incosteable la mayoría de las veces.

Las heladas que ocurren previamente a la temporada regular (heladas tempranas), también son consideradas un factor que afecta a los productores locales, mencionando que en algunos años las heladas ocurren desde el mes de octubre y afecta a cultivos tardíos que se encuentran fructificando, lo que impacta directamente en la producción.

En el aspecto económico, los productores indicaron que la falta de recursos para invertir en semillas y pesticidas y, en el caso de productores con pozos de agua, el elevado costo del servicio eléctrico afectan su productividad.

Dentro de los aspectos técnicos señalados, indicaron que debido al uso intensivo de agroquímicos en algunas áreas, principalmente las rentadas a inversionistas, la degradación del suelo se ha incrementado, sobre todo en áreas de producción de papa; algunos entrevistados indicaron que los suelos se encontraban “cansados”.

La calidad del agua, fue calificada por los entrevistados con los siguiente adjetivos: “mala”, “dura”, “gorda” o “salada”, lo anterior refiriéndose a los altos contenidos de carbonatos y sales sódicas. Dichas características hacen el agua inapropiada para consumo humano, y según testimonios tampoco es recomendable para cultivo de hortalizas. Esta condición se presenta principalmente en el Ejido San Rafael.

Muchos pozos de agua han sido explotados hasta su abatimiento; esta situación se manifiesta en un contexto

TABLA 2. Factores que afectan al sector productivo de la agricultura.

Factor	Descripción del factor
Climático	Sequías
	Heladas tempranas
Social	Falta de organización y coordinación entre los grupos de riego.
	Abuso por parte los inversionistas
	Malas prácticas de negocios
	Migración
Técnicos y económicos	Precios de los productos inciertos
	Falta de oportunidad para acceder a fuentes de financiamiento
	Suelos improductivos
	Altos costos de energía eléctrica
Recursos agua y suelo	Calidad del agua deficiente
	Abatimiento de manto freático
	Suelos con exceso de agroquímicos

Elaboración propia con información obtenida en las encuestas de este estudio.

espacial definido, pues la renta a inversionistas comenzó en el mismo sentido de la carretera, desde la parte norte y hacia el sureste y algunos de estos pozos ya han sido cancelados por la Conagua.

En la localidad San José de Raíces, se presenta también la escasez de agua en los pozos; y se comenta que para acceder al recurso ha sido necesario hacer los pozos más profundos; se dice que la calidad del agua tampoco es buena e incluso para el uso agrícola no es muy recomendable, pues da a las plantas “mal aspecto y consistencia seca”.

Por otra parte, aunque escasa, agua de mejor calidad está presente en la región: en la localidad de Río Verde, aledaña a la formación montañosa denominada Cerro El Potosí, existen dos pozos de agua dulce de buena calidad, incluso apta para consumo humano. No obstante su buena calidad, los pobladores la utilizan para el riego de alfalfa, un cultivo poco tolerante al agua dura y de muy alto uso consuntivo de agua. El hecho puede interpretarse de varias maneras; una visión simple denota que la necesidad de mantener funcionando el flujo de bienes y servicios para asegurar un ingreso y la provisión de satisfactores hacia el núcleo familiar es preponderante sobre cualquier otra necesidad vital.

Percepciones sobre el cambio climático

En esta sección se muestran las opiniones que tuvieron los encuestados con respecto a su percepción sobre el tema del cambio climático y los efectos que han percibido en su entorno y que, en su opinión, pudieran atribuirse a este fenómeno.

Durante la entrevista se preguntó a los encuestados su opinión sobre el término “cambio climático” y si podían explicar a qué se refería; las respuestas más recurrentes hicieron referencia a que el cambio climático estaba relacionado con el incremento de la temperatura y de la radiación solar; en su opinión, esto ha afectado la disponibilidad de agua, la incidencia de plagas y en general el clima. En relación al comportamiento de la precipitación, su percepción no es muy errada ya que, según registros meteorológicos de una de las loca-

lidades (Catarino Rodríguez), el volumen de precipitación ha disminuido en los últimos años (Fig. 2). También mencionaron que el calor del suelo se ha incrementado y que esto ha afectado tanto a las zonas de cultivo como a los lugares de pastoreo. Se mencionó que esta situación ha provocado incendios forestales, lo que ha tenido efectos directos en la degradación de los bosques de la región.

También se hizo referencia a que debido a “los cambios climáticos”, sus actividades rutinarias y horarios de trabajo han cambiado con el tiempo, pues actualmente para evitar la alta insolación, salen a realizar las labores del campo a más temprana hora. Mencionaron que el no poder predecir algunos eventos asociados a las variables del clima los limita al planear su calendario de actividades. Solamente dos de los 35 entrevistados, asociaron el término de “cambio climático” con las actividades humanas y la contaminación, mientras que dos entrevistados afirmaron nunca haber escuchado el término.

El año en el que se realizó el estudio, 2011, fue histórico por la prolongada e intensa sequía que ocurrió en toda la región norte de México; este evento fue identificado por los entrevistados como un indicador del cambio climático. Incluso en ese año, debido a la falta de precipitación durante la primavera (Ortega-Gaucín, 2012) los productores locales no pudieron sembrar cul-

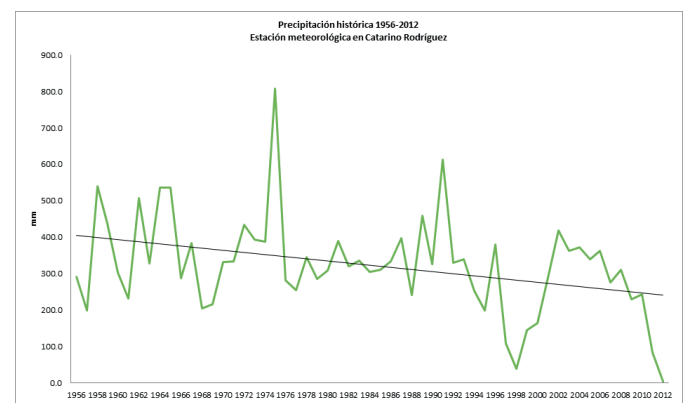


FIGURA 2. Tendencia de la precipitación en el Ejido Catarino Rodríguez. Fuente Estación meteorológica 19020 del Servicio Meteorológico Nacional de CONAGUA.



tivos de temporal; hubo quienes manifestaron que llevaban tres temporadas seguidas sin trabajar este tipo de cultivo.

Integración de resultados en un árbol de problemas

Para su análisis integrado, la información fue organizada en un árbol de problemas (Martinic, 1997), mostrando al centro el problema primordial, sus causas en la base y sus efectos hacia la parte superior. Para su interpretación, conviene señalar que se denotan las relaciones entre ellos desde las diferentes causas (en la base del esquema) y

asciende a través de conceptos que se relacionan, hasta llegar a los efectos esperados (Fig. 3).

El problema central analizado fue el incremento en la vulnerabilidad debido al cambio climático, las causas del problema surgen debido a la naturaleza árida natural de la región, en donde se presentan periodos prolongados y poco predecibles de sequías. Esto, aunado a las situaciones planteadas por los escenarios de cambio climático, lo cual, de acuerdo con lo presentado en el Plan de Acción Climática en Nuevo León, significaría un incremento en las temperaturas medias, mínimas y máximas (PACCNL, 2010). Según los entrevistados, este efecto del aumento de

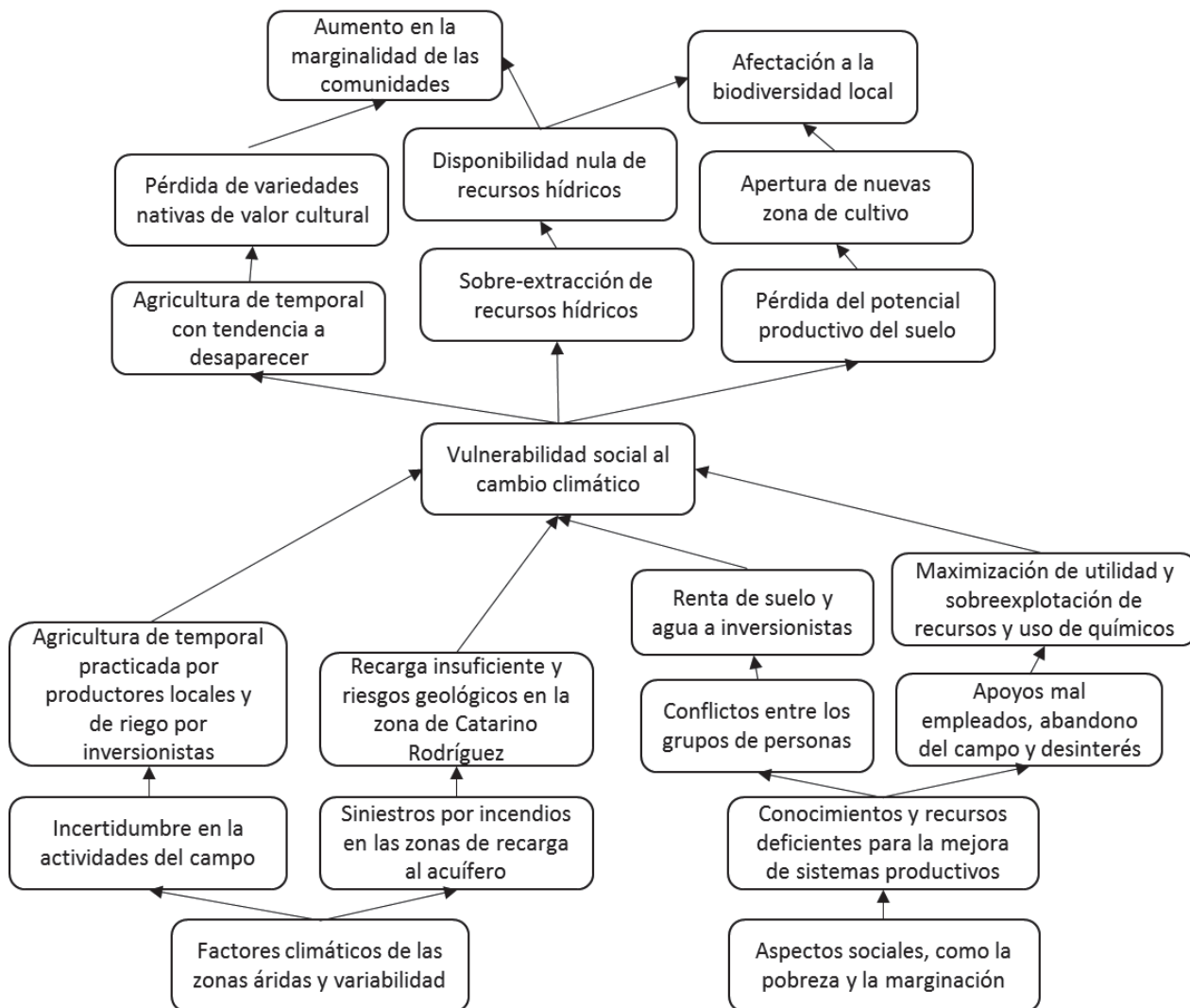


FIGURA 3. Síntesis de resultados representada en un Árbol de Problemas. Elaboración propia.

temperatura provocará que el sector agrícola demande mayor cantidad de agua; un posible incremento en la aparición de plagas que conllevaría a la necesidad del uso de pesticidas. La agricultura de riego se verá limitada debido a la falta de agua en el manto acuífero y la agricultura de temporal mostrará una tendencia a desaparecer debido a lo errático de los patrones de precipitación.

Adicionalmente, la mayoría de las poblaciones estudiadas se identifican con altos niveles de marginación y las actividades agropecuarias no brindan el sustento necesario, por lo que buscan otras opciones para generar ingresos. En este contexto, los productores locales han encontrado en la renta de tierras y agua una opción para generar ingresos, lo que ha dado como resultado la contaminación de los suelos, la pérdida de la vegetación natural y el abatimiento del acuífero. La falta de recursos financieros para inversión en el campo ha limitado también a los productores locales, ya que no cuentan con las capacidades de adquirir soporte técnico, semillas y otros insumos. Otro problema de gran importancia es el fracaso de los grupos de riego formados en décadas pasadas, quienes por la falta de una buena administración generaron deudas y actualmente no son elegibles para recibir ciertos apoyos del gobierno federal. Esto resultó en el abandono del campo; en la migración de los pobladores hacia otros lugares y en otros casos, en la renta de terrenos a inversionistas provenientes de otras regiones, quienes buscando maximizar sus utilidades a través de una agricultura intensiva altamente tecnificada y que mediante el uso de sistemas de riego y uso de agroquímicos han provocado el deterioro de los recursos agua y suelo directamente, con impactos negativos asociados a nivel ecosistema.

Entre los efectos negativos en el medio social y ambiental debido a los efectos del cambio climático destacan el aumento de la vulnerabilidad social (migración principalmente), la pérdida de la productividad del suelo, la disminución de la calidad de los servicios ambientales y la pérdida de especies de flora y fauna de alto valor ecológico, el abatimiento de los pozos y una menor disponibilidad de agua subterránea, así como el incremento en los niveles de pobreza y marginación.

CONCLUSIONES

El esquema de aproximación de este estudio, que consistió en reconocimientos de campo, acercamiento a los actores locales por medio de la aplicación de entrevistas y encuestas, y la misma revisión de literatura, permite concluir que las actividades productivas que se desarrollan en el Valle de Galeana, son vulnerables a eventos climáticos extremos como las sequías, siendo la falta de recursos hídricos lo que limita las actividades productivas debido a la fuerte sobreexplotación que actualmente mantiene al acuífero en un estado crítico. Esta vulnerabilidad se transfiere directamente a las personas: los productores y sus familias, quienes experimentan en su día a día manifestaciones diversas de la variabilidad y cambio climático.

Los productores mencionan que, a través del tiempo, han identificado un cambio en el clima, y relacionan el aumento de temperatura y los cambios en los patrones de precipitación con el fenómeno del cambio climático. Los eventos climáticos extremos, el uso intensivo del suelo y la explotación del agua subterránea han incrementado la vulnerabilidad de toda la región y con ello se ha intensificado la pobreza y la migración. Aun y cuando se identificaron medidas adaptativas y propuestas de diversificación de actividades, es necesario realizar un análisis prospectivo profundo en el contexto local, con un mayor nivel de detalle, para identificar con claridad las estrategias y acciones que se pudieran desarrollar en primer instancia en pruebas piloto para ser posteriormente transferidas y adoptadas por las comunidades.

Algunas actividades emergen como alternativas sostenibles rentables, aprovechando el potencial natural y cultural, como por ejemplo, la producción de cultivos de traspatio o “permacultura”, estas actividades son desarrolladas por algunas familias, proveyendo alternativas alimenticias de alto valor nutricional; otra es el cultivo de dalias, plantas de flor con un alto potencia de comercialización; destaca también el turismo rural, actividad mediante la cual se pueden aprovechar instalaciones antiguas como iglesias y haciendas, así como la observación de la naturaleza del desierto. Asimismo, se puede tomar el ejemplo de proyectos que se desarrollan en localidades



cercanas al Valle de Galeana; el proyecto “Agua y Vida” en el ejido San Felipe, en el municipio de Doctor Arroyo (Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, 2009) que implementó un sistema de recolectores o trampas de agua como techos cuenca para la producción autosuficiente de trapas. Otro proyecto se encuentra en el Ejido la Providencia (Saldaña, M. 2013) y consiste en la promoción del ecoturismo y la venta de productos regionales elaborados por los pobladores, que va tomando forma como un medio de atracción de ingresos sostenidos hacia las familias de la comunidad.

Desde el punto de vista técnico, es necesaria la implementación de un programa de investigación integral aplicada, en el que se realicen diagnósticos y evaluaciones para conocer con certeza el nivel de degradación físico-química del suelo, las pérdidas por erosión, la disminución de su fertilidad y productividad. Asimismo, se requieren evaluaciones confiables sobre la calidad del agua y la sostenibilidad de sus fuentes a nivel de cada localidad, así como acciones puntuales para el desarrollo de capacidades locales para un uso eficiente del recurso agua.

Este estudio proporciona información sobre la realidad en la zona de estudio en el contexto de la visión y percepción del productor agrícola del altiplano mexicano acerca del origen de sus problemas y la manera en que los enfrentan. La información presentada fue recogida directamente de los actores locales y por lo mismo constituye un testimonio fidedigno de las prioridades por atender y de las consideraciones que se deben tomar al planear cualquier intervención de mejora. Se proporciona una parte de la información que es más escasa cuando se abordan los temas relacionados con la vulnerabilidad climática de las zonas rurales, su origen y las maneras de abordar las posibles soluciones para desarrollar capacidades de adaptación.

REFERENCIAS

- Arizpe, L., Paz, F. y Velásquez, M. (1993). *Cultura y cambio global: percepciones sociales sobre la deforestación en la selva Lacandona*. México: Porrúa.
- Bellon, M. R., Hodson D. y Hellin J. (2011). Assessing the vulnerability of traditional maize seed systems in Mexico to climate change. *Proceedings of the National Academy of Science of the United States of America*, 108 (33), 13432–13437. doi:10.1073/pnas.1103373108
- Berkes, F., Colding, J. y Folke, C. (2000). Rediscovery of traditional ecological knowledge as adaptive management. *Ecological Applications*, 10 (5), 1251-1262. Doi:10.1890/1051-0761(2000)010
- Boillat, S. y Berkes, F. (2013). Perception and interpretation of climate change among Quechua farmers of Bolivia: indigenous knowledge as a resource for adaptive capacity. *Ecology and Society*, 18 (4), 21. doi: 10.5751/ES-05894-180421
- Boissière, M., Locatelli, B., Sheil, D., Padmanaba, M. y Sadjudin, E. (2013). Local perceptions of climate variability and change in tropical forests of Papua, Indonesia. *Ecology and Society*, 18 (4), 13. doi:10.5751/ES-05822-180413
- Comisión Nacional del Agua. (2009). *Determinación de la disponibilidad de agua en el acuífero Navidad Potosí-Raíces, Estado de Nuevo León*. Recuperado de https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/103175/DR_1916.pdf.
- Conde, A. C. (2007). Vulnerabilidad y adaptación al cambio climático: descripción de un estudio de caso y los retos en las investigaciones actuales. En J. Urbina-Soria y J. Martínez-Fernández (Comps.). *Más allá del cambio climático: las dimensiones psicosociales del cambio ambiental global* (pp. 157-171). México: INE-Semarnat-UNAM-Facultad de Psicología.
- Consejo Nacional para la Cultura y las Artes. (2005). Pueblo de maíz, la cocina ancestral de México: El expediente ante la UNESCO. Recuperado de <http://www.cultura.gob.mx/turismocultural/cuadernos/pdf/cuaderno10.pdf>
- Cotera, M. y Scott, L. (2000). AICA 232 Pradera de Tokio. México, D.F. En M.C. Arizmendi y L. Márquez (Eds.). *Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves en México*. México: Cipamex-Conabio-CCA-FMCN.
- Cruz-Nieto, M. Á. (2006). Ecología invernal de la lechuza llanera (*Athene cunicularia*), en pastizales ocupados por perrito llanero mexicano (*Cynomys mexicanus*) Galeana, Nuevo León, México. Disertación doctoral no publicada.

- Universidad Autónoma de Nuevo León. Facultad de Ciencias Biológicas.
- De la Vega-Estrada, S., Téllez-Vázquez, Y. y López-Ramírez, J. (2010). *Índice de marginación por localidad 2010*. México: Consejo Nacional de Población.
- Durand, L. (2008). De las percepciones a las perspectivas ambientales: una reflexión teórica sobre la antropología y la temática ambiental. *Nueva Antropología*, 68, 75-87.
- Estrada, E., Scott, L., Villarreal, J. A., Jurado, E., Cotera, M., Cantú, C. y García, L. (2010). Clasificación de los pastizales halófilos del noreste de México asociados con perrito de las praderas (*Cynomys mexicanus*): diversidad y endemismo de especies. *Revista mexicana de biodiversidad*, 81 (2), 401-416.
- Gerritsen, P., Montero, M. y Figueroa, P. (2003). El mundo un espejo. Percepciones campesinas de los cambios ambientales en el Occidente de México. *Economía, Sociedad y Territorio*, 4 (14), 253-278.
- Gobierno del Estado de Nuevo León. (2010). *Programa de acción ante el cambio climático para el estado de Nuevo León (2010-2015)*. Monterrey, N. L.: Autor.
- Halder, P., Sharma, R. y Ashraful, A. (2012). Local perceptions of and responses to climate change: experiences from the natural resource-dependent communities in India. *Regional Environmental Change*, 12 (4), 665-653.
- Heakin, H. (2005). Institutional change, climate risk, and rural vulnerability: Cases from Central Mexico. *World Development*, 33 (11), 1923-1938. doi:10.1016/j.worlddev.2005.06.005
- Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey. (2009). *Agua y Vida. La visión de agua y vida: El ejido San Felipe un modelo sostenible de aprovechamiento de agua de lluvia*. Monterrey, México: Autor.
- Lazos, E. y Paré, L. (2000). *Miradas indígenas sobre una naturaleza entristecida. Percepciones del deterioro ambiental entre nahuas del sur de Veracruz*. México: Instituto de Investigaciones Sociales-UNAM/Plaza y Valdés.
- Magaña, V., Méndez, J. M., Morales, R. y Millán, C. (2004). Consecuencias presentes y futuras de la variabilidad y el cambio climático en México. En: J. Martínez y A. Fernández (Comps.). *Cambio climático: una visión desde México* (pp. 17-27). México: Instituto Nacional de Ecología-Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- Magrin, G., Gay-García, C., Cruz-Choque, D., Giménez, J. C., Moreno, A. R., Nagy, G. J., Nobre, C. y Villamizar, A. (2007). Latin America. En M. L. Parry, O. F. Canziani, J. P. Palutikof, P. J. van der Linden y C. E. Hanson (Eds.). *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (pp. 581-615). Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- March, H., Saurí, D. y Llundres, J. (2013). Perception of the effects of climate change in winter and summer tourist areas: the Pyrenees and the Catalan and Balearic coasts, Spain. *Regional Environmental Change*, 14 (3), 1189-1201. doi: 10.1007/s10113-013-0561-0
- Martinic, S. (1997). *Diseño y evaluación de proyectos sociales. Herramienta para el Aprendizaje*. México: Comexani-Cejuv.
- Ortega-Gaucín, D. (2012). *Sequía en Nuevo León: vulnerabilidad, impactos y estrategias de mitigación*. Apodaca, Nuevo León: Instituto del Agua del Estado de Nuevo León.
- Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático-Grupo de trabajo II. (2001). *Climate change 2001. Impacts, adaptation and vulnerability*. Recuperado de: <http://www.ipcc.ch>.
- Saldaña M., J. (2013). *Herencia centenaria del maíz criollo en el sur de Nuevo León*. Monterrey, Nuevo León: Programa de Apoyo a las Culturas Municipales y Comunitarias 2012.
- Scott, L., Estrada, E., Chávez, F. y Cotera, M. (2004). Continued decline in geographic distribution of the Mexican Prairie Dog (*Cynomys mexicanus*). *Journal of Mammals*, 85 (6), 1095-1101.
- Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. (2010). *NOM-059-SEMARNAT-2010 Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo*. México, D.F.: Diario Oficial de la Federación.



- Vásquez-León, M., West, C. T. y Finan, T. J. (2003). A comparative assessment of climate vulnerability: agriculture and ranching on both sides of the US–Mexico border. *Global Environmental Change*, 13 (3), 159-173. doi:10.1016/S0959-3780(03)00034-7
- Yaro, J. A. (2013). The perception of and adaptation to climate variability/change in Ghana by small-scale and commercial farmers. *Regional Environmental Change*, 13 (6), 1259-1272. doi: 10.1007/s10113-013-0443-5

Manuscrito recibido el 15 de diciembre de 2014.
Aceptado el 14 de julio de 2016.

Este documento se debe citar como:
López-García, T. G. y Manzano, M. G. (2016). Vulnerabilidad climática y situación socioambiental: percepciones en una región semiárida del noreste de México. *Madera y Bosques*, 22 (2), 105-117.